

Nitrogén-, foszfor- és kálium-ellátottság hatása a lóbabra (*Vicia faba* L.)

Izsáki Zoltán

SZIE AGK Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet, Szarvas

Bevezetés

Egy növény tápláltsági állapotát tápelem-koncentráció értékekkel és arányokkal fejezzük ki, melyek növény fajra, fejlődési fázisra és növényi részre jellemzőek. A növény növekedése, terméshozama és minősége az ásványi elemek koncentrációjának is függvénye, melyet meghatározott növényi szervek a fejlődés egyes stádiumaiban jellemeznek. Egy-egy növényi szerv ásványi összetétele tükrözi mindazon tényezők befolyását, amelyek a fejlődés adott időpontjáig hatottak a növény tápelem-felvételére. A növényanalízis idejének megválasztásánál általános szempont, hogy a mintavételt az intenzív szárazanyag-felhalmozás és tápelem-felvétel előtt vagy annak kezdetén végezzük, továbbá a mintázandó növényi rész legyen fiatal, növekedésében befejezett és tápelem-tartalma viszonylagos nyugalomban legyen (BERGMANN & NEUBERT 1976, BUZÁS 1987, KÁDÁR 1992, BPC 2010, IZSÁKI 2015). Tápelem-felvételi vizsgálatok (REDSHAW & GAUDIÉL 1982, IZSÁKI 2017) alapján a lóbab növényanalízisét a hüvelyképződés kezdete előtt célszerű elvégezni, mert ezt követően igen intenzív a szárazanyag-felhalmozás, a tápelem-felvétel és a tápelemek többségének hígulása a vegetatív növényi részekben. Kísérleteink szerint a virágzás-hüvelyképződés kezdetéig a lóbab összes szárazanyagtömegének 26%-át, a N-nek 24%-át, a P-nak 17%-át, a K-nak 42%-át, Na-nak 39%-át, a Ca-nak 30%-át és a Mg-nak 40%-át halmozza fel (IZSÁKI 2017). Leginkább javasolható a lóbab növényanalízisének időpontjaként a 8-10 leveles fejlettség, a virágzás kezdete és mintázandó növényi részként a fiatal, teljesen kifejlett felső levél. A többi száraz hüvelyes növénynél is általában ezt a fejlődési fázist tartják a legalkalmasabbnak a növényanalízisre (ELEK & KÁDÁR 1980, REUTER & ROBINSON 1997, CAMPBELL & PLANK 2000).

BAILEY & GRANT (1989) homokos vályog és agyagos vályog talajon tanulmányozták a lóbab tápelem-koncentrációja és magtermése közötti kapcsolatot. Trágyázás nélkül a homokos vályog talajon elért 1,81 t ha⁻¹-os magterméshez a virágzás fázisában a teljes földfeletti növény 3,91% N, 0,32% P, 3,52% K és 0,20% S koncentrációja kötődött. Míg agyagos vályog talajon 2,44 t ha⁻¹ magtermés esetén a lóbab N-, P-, K- és S-tartalma 3,95, 0,34 5,24 és 0,49% volt. Ugyanazon talajtípusokon 100 kg ha⁻¹ K és 17 kg ha⁻¹ S trágyázást alkalmazva a terméshozamban és a tápelem-koncentrációban már jelentős eltérés nem volt, a 3,64 t ha⁻¹ átlagos magterméshez 4,63-4,90% N, 0,50-0,52% P, 5,05-5,28% K és 0,46-0,50% S koncentráció tartozott. BISHOP et al. (1976) a lóbab virágzásának fázisában, a levéllyél nélküli levéllemez vizsgálata alapján a 4,1-4,8 t ha⁻¹

magterméshez kapcsolódó kielégítő ellátottságot a következő tápelem-koncentráció értékekkel jellemezték: N 5,20-5,40%, P 0,41%, K 2,20-2,48%, Ca 0,50-0,55% és Mg 0,38-0,41%. AINI & TANG (1998) a lóbab 7-8 leveles fejlettségében a K-hiány kritikus koncentráció értékét a fiatal teljesen kifejlett levélre vonatkoztatva 1,3-1,5%-ban határozták meg, míg a teljes hajtást figyelembe véve 1,8-2,0%-ban. LEWIS & HAWTHORNE (1996) a lóbab fiatal kifejlett levelének vizsgálata alapján a P kritikus koncentrációját a maximális termés eléréséhez 0,40-0,41%-ban, még a Zn koncentrációját 13-15 mg kg⁻¹-ban adják meg. REUTER & ROBINSON (1997) a nemzetközi szakirodalomban fellelhető, lóbabra vonatkozó szegényes adatbázis alapján foglalták össze a tápláltsági állapotot jellemző vizsgálati adatokat, melyek a későbbiekben, a saját vizsgálati eredményekkel összevetve kerülnek bemutatásra.

A lóbab diagnosztikai célú növényanalíziséhez hazai kutatásokból származó tápelem-ellátottsági határértékek nem publikusak, a nemzetközi szakirodalomban fellelhető vizsgálati eredmények is igen szegényesek. Így bízva a lóbabtermesztés fellendülésében, kísérleti eredményeink hozzájárulhatnak ezen elhanyagolt kultúránk trágyázási szaktanácsadásának fejlesztéséhez.

Vizsgálati anyag és módszer

A műtrágyázási tartamkísérletet a Kar Növénytermesztési Tanszéke Kísérleti Telepén, Szarvason állítottuk be 1989-ben. A kísérleti terület talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága 85-100 cm, a művelt réteg pH_(KCl)-ja 5,0-5,2, humusztartalma 2,8-3,2%, CaCO₃-ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50, agyagtartalma 32%.

A kísérlet beállítása előtt 1989 őszén az AL-P₂O₅ 156 mg/kg, az AL-K₂O 322 mg/kg, AL-Na 212 mg kg⁻¹ a KCl-Mg 765 mg kg⁻¹, az EDTA-Mn 386 mg kg⁻¹, az EDTA-Cu 5,4 mg kg⁻¹ és az EDTA-Zn 3,0 mg kg⁻¹ volt a kísérleti terület átlagában. A MÉM NAK által elfogadott módszerek és határértékek (BUZÁS et al. 1979) alapján a talaj igen jó Mg és Mn, valamint jó N, P, K, Cu, és Zn ellátottságot mutatott. A talajvíz átlagos mélysége 300-350 cm.

A műtrágyázási tartamkísérletet három tényezővel (N-, P- és K-trágyázás), tényezőnként négy-négy N-, P- és K-szinten alakítottuk ki, teljes kombinációban (4³), azaz 64 kezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben. A három valódi ismétlésen belül a N-trágyázási kezelések 48, a P-trágyázási kezelések 16 belső ismétléssel szerepeltek.

A kísérlet tényezői és kezelése:

„A” tényezőként a K-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkal

K₀ = K-trágyázás nélkül

K₁ = 300 kg ha⁻¹ év⁻¹ K₂O 1989-1992 között, 100 kg ha⁻¹ év⁻¹ 1993-tól

K₂ = 600 kg ha⁻¹ K₂O 1989-ben, 1000 kg ha⁻¹ 1993-ban és 600 kg ha⁻¹ 2001-ben

K₃ = 1200 kg ha⁻¹ K₂O 1989-ben, 1500 kg ha⁻¹ 1993-ban és 1200 kg ha⁻¹ 2001-ben

„B” tényezőként a P-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkel

P_0 = P-trágyázás nélkül

P_1 = 100 kg ha⁻¹ év⁻¹ P₂O₅

P_2 = 500 kg ha⁻¹ P₂O₅ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben

P_3 = 1000 kg ha⁻¹ P₂O₅ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben

„C” tényezőként a N-trágyázás szerepelt az alábbi kezelésekkel

N_0 = N-trágyázás nélkül

N_1 = 80 kg N ha⁻¹ év⁻¹

N_2 = 160 kg N ha⁻¹ év⁻¹

N_3 = 240 kg N ha⁻¹ év⁻¹

Az időszakosan végzett nagyadagú P és K feltöltő trágyázás célja az volt, hogy jól elkülönülő ellátottsági szinteket alakítsunk ki a talajban a tápláltsági szituációk tanulmányozására és a talaj tápelem-ellátottsági határértékek megállapítására. A nitrogént ammóniumnitrát (34%), a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40 vagy 60%) formájában őszelel juttattuk ki. Kivételt képezett 1999 ősze, amikor a csapadékos időjárás miatt a talajfelszínen kialakuló vízállások az őszi műtrágyázást nem tették lehetővé, így azt tavasszal végeztük el. A kísérletben évente 4 növény szerepelt kiterített vetésforgóban, 4 x 192 db parcellán, ahol a főparcellák területe 320 m², az elsőrendű alparcellák területe 80 m² és a másodrendű alparcellák mérete 4 x 5 = 20 m² volt.

A lóbab trágyázási kísérletek 1998 és 2002 között folytak, a tartamkísérlet 9-13. éveiben, és a növényanalízis vizsgálatokat a 2001-es és 2002-es kísérleti években végeztük. A lóbab előveteménye 2001-ben és 2002-ben kukorica (*Zea mays* L.) volt. A kísérlet szántásos alpművelésben részesült. A vetést 2001-ben április 13-án, 2002-ben március 19-én végeztük, 36 cm-es sortávolságra, 450 ezer csíra ha⁻¹ vetőmagnormával, Minor lóbab fajtával. A betakarítás parcella kombájnnal történt 2001-ben augusztus 6-7-én, 2002-ben július 11-én a mag 13-15 % nedvességtartalmánál. A tenyészidő mind a két évben 115 nap volt.

A kísérlet tenyészidőszakának időjárása a kísérlet helyén mért adatok alapján a következőkkel jellemezhető (1. táblázat).

A 2001-es kísérleti év tenyészideje az átlagosnál mintegy 60 mm-rel csapadékosabb volt és kedvezően alakult a csapadék eloszlása a virágzás-hüvelyképződés időszakában. A tenyészidő átlaghőmérséklete a sokévi átlagnak megfelelően alakult. A tenyészidőszak 2002-ben az átlagosnál csapadékszegényebb volt, de a korai vetés miatt kedvezőbben alakult a virágzás és hüvelykötődés vízellátottsága és hőmérséklete.

A talaj N-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk a lóbab vetése előtt a 0-60 cm-es talajréteg ásványi nitrogén-tartalmát. Az ásványi nitrogént (NO₃ – NO₂ – NH₄ – N) 1 M KCl-os kivonatból fotometriás módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, melynek NO₃-N értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat.

A kísérleti hely időjárásának adatai a vizsgálati időszak alatt
(Szarvas, 1901-1975, 2001-2002)

(1) Év	(2) Téli félév (X-III.)	(3) Tenyészidő (115 nap)	(4) Évi összeg, illetve átlag
<i>A.) Csapadék, mm</i>			
a) Átlag 1901-1975	225	222	538
2000	291	130	339
2001	190	283	612
2002	118	193	489
<i>B.) Átlag hőmérséklet, °C</i>			
a) Átlag 1901-1975	3,4	17,3	10,6
2000	3,6	18,8	12,1
2001	6,2	17,4	11,8
2002	3,9	18,8	11,4

A talaj tápelem-vizsgálatokat évente, ősszel az elővetemény betakarítása után a 0-60 cm-es talajrétegből vett mintákból végeztük el. A talaj P₂O₅- és K₂O-tartalmát AL-módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, és az eredmények értékelésekor a talaj P- és K-ellátottságának megítélésére a szántott (30 cm-es) réteg értékeit használjuk. Az egyes kísérleti évek P- és K-ellátottságát az előző év őszenek vizsgálati eredményével jellemezzük (2. táblázat).

2. táblázat

A talaj tápanyag-tartalma trágyázási kezelésként
(Szarvas, 2001-2002)

(1) Kezelés jele	(2) Kísérleti évek	
	2001	2002
<i>A.) NO₃-N kg ha⁻¹ a 0-60 cm-es talajrétegben a vetés előtt</i>		
N ₀	40	62
N ₁	76	85
N ₂	127	178
N ₃	142	203
<i>B.) AL-P₂O₅ mg kg⁻¹ a művelt rétegben</i>		
P ₀	120	120
P ₁	183	176
P ₂	156	195
P ₃	204	339
<i>C.) AL-K₂O mg kg⁻¹ a művelt rétegben</i>		
K ₀	232	229
K ₁	354	334
K ₂	352	394
K ₃	373	465

A lóbab tápelem-tartalom vizsgálatokhoz 2001-ben a 64 trágyázási kezelésből 15-öt választottunk ki: N₀, N₁, N₂, N₃, N₁P₁, N₁P₁K₁, P₂K₂, N₁P₂, N₁K₂, N₁P₂K₂, P₃K₃, N₂P₃, N₂K₃, N₂P₃K₃. E kezelések N-, P- és K-ellátottsági szintjét a 2. és 3. táblázatok tartalmazzák. A növény mintavételt parcellánként 2x1 folyóméterről végeztük 15-15 növényt begyűjtve. A 2002-es kísérleti évben a 64 trágyázási kezelés minden parcellájáról 30-30 darab fiatal, kifejlett levelet szedtünk egy-egy mintába. A mintavételt 2001-ben a tenyészidő 35. napján (5-6 leveles állapot, BBCH 30) és 45. napján (8-10 leveles állapot és a virágzás kezdete, BBCH 60) végeztük (LANCASHIRE et al. 1991). A levélmintavételt 2002-ben csak egy alkalommal a virágzás kezdetén (BBCH 60) végeztük. A növényminták szárított és ledarált mintáiból a következő tápelemeket vizsgáltuk: N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu. A minták kénsavas, majd hidrogén-peroxidos roncsolása után a nitrogént és foszfort fotometriásan, a káliumot és a nátriumot lángfotométerrel (MSZ-08-1-1783-6 (1983), MSZ-08-1783-28-29 (1985)) határoztuk meg. A Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tartalmat sósavas (2 M HCl) hidrolízis után atomabszorpciós (AAS) készülékkel vizsgáltuk az MSZ-08-1783-26-34 (1985) szabvány szerint. A lóbab tápelem-koncentráció értékei szárazanyagra vonatkoznak. A kísérleti adatokat variancia-analízissel értékeltük SVÁB (1981) szerint.

3. táblázat.

A N-, P- és K-ellátottság hatása a lóbab magtermésére
(Szarvas, 2001-2002)

(1) Év	(2) Magtermés t ha ⁻¹				(3) SzD _{5%}
	A.) Tápanyag-ellátottság				
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	
2001	3,01	3,29	3,26	3,18	0,09
2002	2,69	2,92	2,90	2,88	0,13
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	
2001	3,01	3,21	3,17	3,09	0,14
2002	2,71	2,88	2,95	2,86	0,12
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	
2001	3,21	3,10	3,15	3,23	NS
2002	2,91	2,82	2,83	2,84	NS

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

Magtermés

A lóbab tápláltsági állapotának megítéléséhez, a kielégítő tápelem-ellátottsági határértékek meghatározásához ismerni kell a tápanyag-ellátottság terméshozamra gyakorolt hatását, melyről a 3. táblázat adatai tájékoztatnak. A táblázatban a N-, P- és K-főhatások eredményei szerepelnek, amikor tápelem-felvételi vizsgálatokat is végeztünk.

A 2,8-3,2 % humusztartalmú, jó N-szolgáltató képességű talajon, ahol N-forgalmi vizsgálataink szerint a talaj átlagos N-szolgáltatása 126 kg ha⁻¹ évente

(IZSÁKI 2010), a tartamkísérlet 12-13. éveiben a talaj 0-60 cm-es rétegének vetés előtti $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma N-trágyázás nélkül (N_0) $40\text{-}62 \text{ kg ha}^{-1}$ volt és a magtermés $3,01$ és $2,69 \text{ t ha}^{-1}$ hozamot ért el. A magtermés minden kísérleti évben szignifikánsan 9%-kal növekedett a talaj 0-60 cm-es rétege vetés előtti $76\text{-}85 \text{ kg ha}^{-1}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmáig, amit az évek többségében a 80 kg ha^{-1} N-trágyázás (N_1) eredményezett. Magasabb N-ellátottsági szinten (N_2, N_3) amikor a talaj 0-60 cm-es rétegének vetés előtti $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma 127 és 203 kg ha^{-1} közé esett, további megbízható termés hozam gyarapodást nem tapasztaltunk.

A tartamkísérlet beállításakor (1989) a talaj művelt rétegének AL- P_2O_5 -tartalma 156 mg kg^{-1} volt. A tartamkísérlet 11. évéig a talaj AL-oldható P-tartalma trágyázás nélkül 120 és 156 mg kg^{-1} között változott (IZSÁKI 2015), míg a lóbab kísérletek két évében értéke 120 mg kg^{-1} értékre csökkent (2. táblázat). P-trágyázás nélkül (P_0) a talaj művelt rétegének 120 mg kg^{-1} AL- P_2O_5 ellátottsági szintjén a lóbab magtermése $2,71$ és $3,01 \text{ t ha}^{-1}$ -t ért el. Az évenkénti 100 kg ha^{-1} adagú P-trágyázás (P_1), amikor a talaj P-ellátottsága $176\text{-}183 \text{ mg kg}^{-1}$ AL- P_2O_5 volt, mindkét évben statisztikailag igazolható terméstoppletet tapasztaltunk. Magasabb P-ellátottsági szinten a magtermés érdemi változást nem mutatott.

A tartamkísérlet beállításakor (1989) a talaj művelt rétegének AL- K_2O -tartalma 322 mg kg^{-1} volt, mely K-trágyázás nélkül a kísérleti ciklus alatt fokozatosan csökkent (IZSÁKI 2015) és a tartamkísérlet 12. és 13. évére mintegy 230 mg kg^{-1} értékre esett le. A kísérleti eredmények azt igazolták, hogy a talaj művelt rétegének $230\text{-}465 \text{ mg kg}^{-1}$ AL- K_2O tartományában a lóbab magtermését a K-ellátottság statisztikailag igazolhatóan nem befolyásolta. Többéves vizsgálataink szerint is a talaj $200\text{-}230 \text{ mg kg}^{-1}$ AL- K_2O - tartalma jó ellátottságnak felel meg a lóbab számára (IZSÁKI 2016).

Tápelem-koncentráció, tápelem arány

A lóbab levél tápelem-tartalmának és a tápelemek arányának változását a virágzás kezdetén a N-, P- és K-ellátottságtól függően a 4-6. táblázatok szemléltetik.

A termés hozam adatok alapján már túlzott N-ellátottságot jelentő $160, 240 \text{ kg ha}^{-1}$ -os N-trágyázás a levél N-tartalmát szignifikánsan növelte, amit a P-koncentráció megbízható csökkenése és a N/P arány tágulása kísért. A N-trágyázás a levél K-, Na-, Ca- és Mg-tartalmát statisztikailag igazolható módon nem befolyásolta. A lóbab levél mikroelem tartalmát jelentősebben a N-túltáplálás ($160, 240 \text{ kg N ha}^{-1}$) módosította. Nevezetesen a Cu-, a Zn- és a Fe-koncentráció csökkent, míg a Mn növekedett. Szignifikáns N/Cu és N/Zn aránytágulást a túlzott N-trágyázás váltott ki (4. táblázat).

4. táblázat

A N-ellátottság hatása a lóbab levél tápelem-koncentrációjára és a tápelemek arányára a virágzás kezdetén (Szarvas, 2002)

(1) Tápelem	(2) N-adag kg ha ⁻¹				(3) SzD _{5%}
	0	80	160	240	
N %	5,74	5,99	6,20	6,16	0,35
P %	0,40	0,38	0,36	0,35	0,02
K %	2,89	2,98	3,05	3,10	NS
Na %	0,50	0,52	0,45	0,43	NS
Ca %	1,10	1,09	1,11	1,15	NS
Mg %	0,41	0,44	0,44	0,44	NS
Cu mg kg ⁻¹	5,8	5,4	4,8	4,6	0,8
Zn mg kg ⁻¹	53	46	44	44	5
Mn mg kg ⁻¹	67	71	84	105	10
Fe mg kg ⁻¹	328	321	285	293	27
N/P	14,3	15,8	17,2	17,7	1,7
N/Cu	10150	11540	13000	13630	1414
N/Zn	1130	1318	1413	1412	271

A talaj művelt rétegének 120-339 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottsági tartományában a P-ellátottság szintje a lóbab levél N-, P-, K- és Na-tartalmát érdemben nem befolyásolta. A növekvő P-ellátottság nagyobb Ca-koncentrációt indukált. A Mg-tartalom csak a túlzott P-ellátottságnál (339 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅) mutatott szignifikáns növekedést. Ionantagonizmus gyakran tapasztalható a P-Zn, a P-Cu és a P-Fe elemek között (MENGEL 1976). Kísérleteinkben a P-Cu és P-Zn antagonizmus már 176 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottságnál kimutatható volt, ami magasabb P-ellátottsági szinteken még fokozottabban jelentkezett. A levél megbízható Fe-tartalom csökkenését 195 és 339 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottságnál tudtuk kimutatni. Szignifikáns P/Cu arány tágulást 176 mg kg⁻¹, míg P/Zn arány tágulást 195 mg kg⁻¹ P-ellátottsági szinttől tapasztaltunk. Ezen ionantagonizmus változások azonban a lóbab magtermését nem befolyásolták (5. táblázat).

A 2002. kísérleti évben a talaj művelt rétegének AL-K₂O-ellátottsága 229-465 mg kg⁻¹ között volt. A túlzott K-ellátottság (393, 465 mg kg⁻¹) a lóbab levél jelentős N-koncentráció növekedését váltotta ki. A K-ellátottság és a levél P-tartalma között kapcsolatot nem tapasztaltunk. A jó K-ellátottságú talajon, ahol a magtermést a K-trágyázás nem befolyásolta, a talaj növekvő K-ellátottsága a levél K-tartalmát jelentősen gyarapította. Érvényesült a K-Na és K-Mg antagonizmus, ami különösen a Na esetében volt kifejezett. A levél Ca-koncentrációja magasabb K-ellátottságnál növekedett. A mikroelemek közül csak a Zn-tartalom mutatott szignifikáns változást a K-ellátottsággal összefüggésben, amikor a túlzott K-ellátottság (465 mg kg⁻¹) kisebb Zn-koncentrációt okozott. A talaj 334 mg kg⁻¹ K-szintjétől a K/Na, a K/Mg és a K/Zn arány megbízhatóan tágult (6. táblázat).

5. táblázat

A P-ellátottság hatása a lóbab levél tápelem-koncentrációjára és a tápelemek arányára a virágzás kezdetén (Szarvas, 2002)

(1) Tápelem	(2) AL-P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹				(3) SzD _{5%}
	120	176	195	339	
N %	6,13	6,04	5,94	6,00	NS
P %	0,38	0,36	0,37	0,37	NS
K %	3,05	2,98	2,97	3,02	NS
Na %	0,45	0,49	0,50	0,45	NS
Ca %	1,01	1,14	1,17	1,11	0,07
Mg %	0,41	0,43	0,42	0,46	0,03
Cu mg kg ⁻¹	6,0	5,0	5,1	4,4	0,9
Zn mg kg ⁻¹	55	49	46	38	6
Mn mg kg ⁻¹	71	83	88	85	NS
Fe mg kg ⁻¹	328	321	285	293	24
P/Cu	462	700	722	824	68
P/Zn	70	72	81	97	7

6. táblázat

A K-ellátottság hatása a lóbab levél tápelem-koncentrációjára és a tápelemek arányára a virágzás kezdetén (Szarvas, 2002)

(1) Tápelem	(2) AL-K ₂ O mg kg ⁻¹				(3) SzD _{5%}
	229	334	394	465	
N %	5,59	5,62	6,36	6,51	0,34
P %	0,37	0,36	0,37	0,37	NS
K %	2,17	3,04	3,40	3,40	0,19
Na %	0,81	0,46	0,36	0,27	0,08
Ca %	1,03	1,07	1,19	1,16	0,06
Mg %	0,47	0,46	0,41	0,41	0,02
Cu m /kg ⁻¹	5,4	4,5	5,3	5,4	NS
Zn mg kg ⁻¹	50	47	46	44	5
Mn m /kg ⁻¹	87	85	78	77	NS
Fe mg kg ⁻¹	305	327	305	290	NS
K/Na	2,8	6,6	9,5	12,3	1,7
K/Mg	4,5	6,7	8,2	8,3	0,5
K/Zn	440	649	731	766	102

A lóbab kielégítő tápelem-ellátottsági határértékének megállapításához a 3,0-3,5 t ha⁻¹ termésszinthez tartozó tápelem-koncentrációkat vettük figyelembe. A kielégítő tápelem-koncentráció határértékeket a lóbab 5-6 leveles fejlettségére állapítottunk meg a teljes földfeletti hajtásra, valamint a virágzás kezdetére a teljes földfeletti hajtásra és a fiatal kifejlett levélre vonatkoztatva (7. táblázat).

7. táblázat.

Kielégítő tápelem-ellátottsági határértékek a lóbab tápláltsági állapotának megítéléséhez
(Szarvas, 2001-2002)

(1) Tápelem	(2) Teljes földfeletti hajtás		(3) Fiatal kifejtett levél	
	(4) Fejlődési fázis			
	(5) 5-6 leveles	(6) Virágzás kezdete	(6) Virágzás kezdete	(6) ⁺ Virágzás kezdete
N%	5,3-6,2	4,5-5,0	5,3-6,0	4,3-5,0
P%	0,45-0,50	0,35-0,45	0,35-0,45	0,30-0,55
K%	2,8-4,3	2,5-4,0	2,0-3,5	2,2-4,0
Na%	0,5-1,1	0,5-1,1	0,3-1,0	0,02-0,40
Ca%	0,8-1,1	0,6-1,1	0,8-1,3	0,6-1,2
Mg%	0,40-0,50	0,30-0,50	0,35-0,50	0,24-0,50
Fe mg kg ⁻¹	130-150	130-220	250-400	100-800
Mn mg kg ⁻¹	60-70	50-80	60-120	50-300
Zn mg kg ⁻¹	45-60	30-60	30-60	28-140
Cu mg kg ⁻¹	4-6	3-6	3-7	5-25
B mg kg ⁻¹	-	-	-	40-80
Mo mg kg ⁻¹	-	-	-	0,4-5,5

+ REUTER & ROBINSON(1997)

A lóbab tápláltsági állapotának megítéléséhez leginkább a virágzás kezdetén végzett növényanalízis javasolható. Ekkor a kielégítő tápelem-koncentráció határértékei a fiatal kifejtett levélre vonatkoztatva a következők: N 5,3-6,0%, P 0,35-0,45%, K 2,0-3,5%, Na 0,3-1,0%, Ca 0,8-1,3%, Mg 0,35-0,50%, Fe 250-400 mg kg⁻¹, Mn 60-120 mg kg⁻¹, Zn 30-60 mg kg⁻¹ és Cu 3-7 mg kg⁻¹. A REUTER & ROBINSON (1997) által közölt kielégítő tápelem-ellátottsági határértékek tágabbak, mint saját vizsgálati eredményeink. Ez azzal magyarázható, hogy az általuk közzé tett adatok eltérő földrajzi régiókból és kísérleti körülményekből származnak. A kielégítő tápelem-koncentráció értékekből számított tápelem-arányokat a 8. táblázat tartalmazza. Megítélésünk szerint a lóbab trágyázási szaktanácsadásában, a diagnosztikai célú növényanalízis gyakorlati alkalmazásához vizsgálati eredményeink megbízhatóbb alapot adnak a lóbab tápláltsági állapotának megítéléséhez, mint az irodalmi adatok.

8. táblázat
A lóbab kielégítő tápláltságát jellemző tápelem-arányok
(Szarvas, 2001-2002)

(1) Tápelem	(2) Teljes földfeletti hajtás		(3) Fiatal kifejtett levél	
	(4) Fejlődési fázis			
	(5) 5-6 leveles	(6) Virágzás kezdete	(6) Virágzás kezdete	(6) +Virágzás kezdete
N/P	10-14	10-14	10-17	8-17
N/K	1-2	1-2	1-3	1-2
N/Na	5-12	5-12	6-20	10-250
N/Ca	4-8	4-8	4-8	4-8
N/Mg	9-15	9-17	10-17	9-20
N/Fe	400-500	200-400	100-250	50-500
N/Mn	750-1000	500-1000	400-1000	150-1000
N/Zn	900-1400	750-1600	1000-2000	300-1800
N/Cu	8000-15000	7500-16000	7500-20000	2000-10000
P/Ca	0,4-0,7	0,3-0,8	0,3-1,3	0,2-0,9
P/Mg	0,9-1,3	0,7-1,5	0,7-1,3	0,6-2,3
P/Fe	30-40	15-35	8-15	4-55
P/Mn	60-85	40-90	30-75	10-110
P/Zn	70-110	50-150	50-150	20-200
P/Cu	750-1250	750-1500	500-1500	150-1100
K/P	5-10	5-12	4-10	4-13
K/Na	3-9	2-8	2-12	5-200
K/Ca	3-6	2-7	2-5	3-9
K/Mg	5-10	5-13	4-10	4-16
K/Fe	180-300	100-300	50-150	50-400
K/Mn	400-700	300-800	80-150	70-800
K/Zn	450-1000	400-1300	300-1200	150-1400
K/Cu	4500-10000	4000-13000	3000-12000	1000-8000
Ca/Mg	2-3	2-4	2-4	1-5
Mg/Cu	600-1200	500-1200	500-1500	100-1000
Fe/Mn	2-3	2-5	2-7	1-16
Fe/Cu	20-40	20-70	40-130	5-160
Mn/Zn	1-2	1-3	1-4	1-10

+ REUTER & ROBINSON (1997)

Összefoglalás

A kísérleti munka célja volt, hogy műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a N-, P- és K-ellátottság hatását a lóbab tápláltsági állapotára, és tápelem-koncentráció valamint tápelem-arány határértékeket állapítsunk meg a lóbab kielégítő tápláltságának megítéléséhez. A műtrágyázási tartamkísérletet 1989-ben állítottuk be mélyben karbonátos csernozjom réti talajon, 4-4 N-, P- és K-ellátottsági szinten, teljes kezelés-kombinációban, 64 kezeléssel. Jelen dolgozatban

a 2001. és 2002. évi kísérlet eredményei szerepelnek, melyek az alábbiakban foglalhatók össze:

A lóbab magtermése minden kísérleti évben szignifikánsan 9%-kal növekedett a talaj 0-60 cm-es rétege vetés előtti 76-85 kg ha⁻¹ NO₃-N-tartalmáig, amit az évek többségében a 80 kg ha⁻¹ N-trágyázás eredményezett. A P-trágyázás a talaj 176-183 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottságáig a magtermést statisztikailag igazolhatóan növelte. A talaj művelt rétegének 230-465 mg kg⁻¹ AL-K₂O tartományában a lóbab magtermését a K-ellátottság megbízhatóan nem befolyásolta.

A túlzott N-ellátottság (160, 240 kg N ha⁻¹) a lóbab levél N- és Mn-tartalmát növelte, míg a Fe-, Zn- és Cu-tartalmát csökkentette. A talaj művelt rétegének 120-339 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottsági tartományában a növekvő P-ellátottság nagyobb Ca-koncentrációt indukált a levélben. A P-Cu és P-Zn antagonizmus már 176 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottságnál kimutatható volt, ami magasabb P-ellátottsági szinteken még fokozottabban jelentkezett. A levél megbízható Fe-tartalom csökkenését 195 és 339 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ ellátottságnál tudtuk kimutatni. A talaj művelt rétegének 229-465 mg kg⁻¹ AL-K₂O tartományában a növekvő K-ellátottság magasabb N- és K-koncentrációval párosult. A túlzott K-ellátottság jelentős Na-, Mg- és Zn-tartalom csökkenést váltott ki a levélben.

A lóbab tápláltsági állapotának megítéléséhez leginkább a virágzás kezdetén végzett növényanalízis javasolható. E fejlődési fázis kielégítő tápelem-koncentráció határértékei a fiatal kifejtett levélre vonatkoztatva a következők: N 5,3-6,0%, P 0,35-0,45%, K 2,0-3,5%, Na 0,3-1,0%, Ca 0,8-1,3%, Mg 0,35-0,50%, Fe 250-400 mg kg⁻¹, Mn 60-120 mg kg⁻¹, Zn 30-60 mg kg⁻¹ és Cu 3-7 mg kg⁻¹.

Kulcsszavak: lóbab, növényanalízis, tápelem-koncentráció, tápelem-arány, tápláltsági állapot

Irodalom

- AINI, N., TANG, C. 1998. Diagnosis of potassium deficiency in faba bean and chickpea by plant analysis. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38. 5. 503-509.
- BERGMANN, W., NEUBERT, P. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB. Gustav Fisher Verlag. Jena.
- BAILEY, L. D., GRANT, C. A. 1989. Comparative yield chemical composition of soybean and fababean on chernozemic soils on the Canadian Prairies. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 20. 11-12. 1145-1161.
- BISHOP, R. P., SMELTZER, G. G., MACEACHERN, C. R. 1976. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yields, protein contents and nutrient levels in soybeans, field peas and fababeans. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 7. 4. 387-404.
- BPC, 2010. Guidelines for sampling plant tissue for annual cereal, oilseed, grain legume crops. Back Paddock Company, Cleveland, Queensland.
- BUZÁS I. et al. 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. I. és II. rész.

- BUZÁS I. 1987. Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- CAMPBELL, C. R., PLANK, C. O. 2000. References sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of United States. North Carolina of Agriculture and Consumer Services, Agronomic Division. Raleigh.
- ELEK É., KÁDÁR I. 1980. Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- IZSÁKI Z. 2010. A N-műtrágyázás hatása a csernozjom réti talaj nitrogénmértelgére és a NO₃-N mélységi eloszlására 1990-2007 között. Agrokémia és Talajtan, 59. 2: 233-248.
- IZSÁKI Z. 2015. A szarvasi műtrágyázási tartamkísérletek eredményei. I.1990-2010. Kukorica, cukorrépa, zab, olajlen és silócirok tápanyagellátása. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- IZSÁKI Z. 2016. A talaj N-, P- és K- ellátottságának hatása a lóbab (*Vicia faba L.*) termésére csernozjom réti talajon I. – Terméshozam, fehérjetartalom és fehérjetermés. Növénytermelés. 65. 4. 31-50.
- IZSÁKI Z. 2017. A lóbab (*Vicia faba L.*) szárazanyag-felhalmozása és tápelem-felvétele. Agrokémia és Talajtan. 66. 1. 111-130.
- KÁDÁR I. 1992. A növénytaplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI Budapest.
- LANCASHIRE, P. D., BLEIHOLDER, H., LANGELUDDECKE, P., STAUSS, R., VAN DEN BOOM, T., WEBER, E., WITZEN-BERGER, A. 1991. A uniform decimal code for stages of crops and weeds. Annals of Applied Biology. 119. 3. 561-601.
- LEWIS, D. C., HAWTHORNE, W. A. 1996. Critical plant and seed concentrations of phosphorus and zinc for predicting response of faba beans (*Vicia faba L.*). Australian Journal of Experimental Agriculture. 36. 4. 479-484.
- MENGEL, K. 1976. A növények táplálkozása és anyagcseréje. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- REDSHAW, E. S., GAUDIEL, R. 1982. Growth stage changes in the elemental composition, protein, fiber, and in vitro digestibility of fababean plants. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 13. 645-665.
- REUTER, D. J., ROBINSON, J. B. 1997. Plant analysis: An interpretation manual. CSIRO. Collingwood, Australia.
- SVÁB J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Effect of N, P and K supplies on faba bean (*Vicia faba* L.)

Z. IZSÁKI

Institute of Agricultural Science and Rural Development, Faculty of Agricultural and Economic Science, Szent István University, Szarvas

Summary

The aim of the research was to study the effect of N, P and K supplies on the nutritional status of faba bean in a long-term mineral fertilisation experiment and to determine the nutrient concentrations and nutrient ratios associated with satisfactory nutritional status. The long-term fertilisation experiment was set up in 1989 on chernozem meadow soil calcareous in the deeper layers, with all possible combinations of four levels each of N, P and K supplies, giving a total of 64 treatments. The present paper discusses the results obtained in 2001 and 2002, which can be summarised as follows:

In all the years the seed yield of faba bean exhibited a significant increase of 9% when the $\text{NO}_3\text{-N}$ content of the 0–60 cm soil layer prior to sowing rose to 76–85 kg ha^{-1} , which could be achieved in most years at the 80 kg ha^{-1} N fertiliser rate. P fertiliser significantly increased the seed yield up to a soil AL- P_2O_5 content of 176–183 mg kg^{-1} . The K supplies had no significant effect on the seed yield when the soil AL- K_2O content was in the 230–465 mg kg^{-1} range.

Excessive N supplies (160, 240 kg N ha^{-1}) increased the N and Mn contents of faba bean leaves, while reducing the Fe, Zn and Cu contents. When the AL- P_2O_5 content of the ploughed layer was 120–339 mg kg^{-1} , greater P supplies induced a higher Ca concentration in the leaves. P–Cu and P–Zn antagonism could be detected at AL- P_2O_5 contents of 176 mg kg^{-1} or more, and became more pronounced as the P supply level increased. A significant decline in the Fe content could be detected at soil AL- P_2O_5 contents of 195 and 339 mg kg^{-1} . When the AL- K_2O content of the ploughed layer was in the 229–465 mg kg^{-1} range, increasing K supplies were associated with higher N and K concentrations. Excessive K supplies resulted in a substantial decline in the Na, Mg and Zn contents of the leaves.

Leaf analysis at the beginning of flowering can be recommended for judging the nutritional status of faba beans. In this phenophase, satisfactory nutritional status is indicated by the following nutrient concentrations in young, fully developed leaves: N 5.3–6.0%, P 0.35–0.45%, K 2.0–3.5%, Na 0.3–1.0%, Ca 0.8–1.3%, Mg 0.35–0.50%, Fe 250–400 mg kg^{-1} , Mn 60–120 mg kg^{-1} , Zn 30–60 mg kg^{-1} and Cu 3–7 mg kg^{-1} .

Keywords: faba bean, plant analysis, nutrient concentration, nutrient ratio, nutritional status

Tables and figures

Table 1. Weather data for the experimental location during the period tested (Szarvas, 1901–1975, 2001–2002). (1) Year. (2) Winter period (Oct.–Mar.). (3) Growing season (115 days). (4) Annual total and mean. A) Precipitation (mm). B) Mean temperature (°C). a) Mean for 1901–1975.

Table 2. Soil nutrient content in each fertilisation treatment (Szarvas, 2001–2002). (1) Treatment code. (2) Year. A) NO₃-N in the 0–60 cm soil layer before sowing, kg ha⁻¹. B) AL-P₂O₅ mg kg⁻¹ in the cultivated layer. C) AL-K₂O mg kg⁻¹ in the cultivated layer.

Table 3. Effect of N, P and K supplies on the seed yield of faba bean (Szarvas, 2001–2002). (1) Year. (2) Seed yield t ha⁻¹. (3) LSD_{5%}. A. Nutrient supplies.

Table 4. Effect of N supplies on the nutrient concentrations and ratios of faba bean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2002). (1) Nutrient. (2) N dose, kg ha⁻¹. (3) LSD_{5%}.

Table 5. Effect of P supplies on the nutrient concentrations and ratios of faba bean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2002). (1) Nutrient. (2) AL-P₂O₅, mg kg⁻¹. (3) LSD_{5%}.

Table 6. Effect of K supplies on the nutrient concentrations and ratios of faba bean leaves at the beginning of flowering (Szarvas, 2002). (1) Nutrient. (2) AL-K₂O, mg kg⁻¹. (3) LSD_{5%}.

Table 7. Satisfactory nutrient supply limit values for evaluating the nutritional status of faba bean (Szarvas, 2001–2002). (1) Nutrient. (2) Whole aboveground shoot. (3) Young fully developed leaves. (4) Growth stage. (5) 5–6 leaves. (6) Beginning of flowering.

Table 8. Nutrient ratios representing satisfactory nutrient supplies for faba bean (Szarvas, 2001–2002). (1) Nutrient. (2) Whole aboveground shoot. (3) Young fully developed leaves. (4) Growth stage. (5) 5–6 leaves. (6) Beginning of flowering.