

A lóbab (*Vicia faba* L.) szárazanyag-felhalmozása és tápelem-felvétele

Izsáki Zoltán

SZIE Agrár- és Gazdaságtudományi Kar, Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet,
Szarvas

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a szántóföldi hüvelyes növények vetésterülete jelentősen növekedett a világban. Míg 1981 és 1990 között a világ szántóterületének 9,3%-át foglalták el, addig az utóbbi években ez az arány 14,5%-ot ért el (FAOSTAT, 2015). E tendenciával szemben a hüvelyes növények magyarországi vetésterületének adatait vizsgálva eléggé lehangoló a kép. Az utóbbi négy évtizedből 1981 és 1990 között volt a legnagyobb a szántóföldi hüvelyesek vetésterülete, kerekén 145 ezer hektár, ami a szántóterület 3,1%-át tette ki. Ezt követően a hüvelyesek vetésterülete csökkent és az elmúlt évek átlagában a szántóterület közel 2%-át fedték le, a maguk 80-100 ezer hektáros területével. Mai mezőgazdaságunkban csak két növény, a borsó és a szója említhető meg, melyeknek még érdemleges vetésterülete van. A hüvelyes növények jelentőségüket és értéküket tekintve méltánytalanul kis szerepet töltenek be a hazai szántóföldi növénytermesztésben. Különösen vonatkozik ez a lóbabra, melynek vetésterülete az 1980-as években egy-egy évben elérte a 18-22 ezer hektárt, míg napjainkban csak néhány száz hektáron termesztik (KSH 2015, FAOSTAT 2015, Izsáki 2016).

A lóbab évezredek óta értékes kultúrája az emberiségnek, felhasználható állati takarmányozásra, száraz vagy zöld formában emberi táplálékként, továbbá egyre szélesebb körben, az élelmiszeriparban. Előnye a szójával és a csillagfürttel szemben, hogy fehérjék emésztését és értékesülését gátló anyagokat jelentéktelen mennyiségben tartalmaz. Vetésterülete a világon 2,3-2,6 millió ha, termésátlaga 2,8-3,3 t ha⁻¹. Európában a jelentősebb termelők az utóbbi években Franciaország (68 ezer ha), Egyesült Királyság (50 ezer ha), Olaszország (38 ezer ha), Spanyolország (18 ezer ha) és Németország (16 ezer ha). Termésátlaga a hűvösebb, csapadékosabb klímájú országokban 4 t ha⁻¹ körüli. Magyarországon biztonságosan termesztési a mérsékelt meleg, csapadékosabb térségekben lehet, ahol a lóbab 120-140 napos tenyészideje alatt a 300 mm csapadék lehull. A lóbab termőképességben és területegységre eső fehérjehozamban megelőzi a borsót és a szóját. Hektáronkénti terméshozama termőhelytől és évjáráttól függően 2,0-4,5 t ha⁻¹. A lóbab termékenyülését, magkötődését és magtermését a klimatikus viszonyok jelentősebben befolyásolják, mint a trágyázás (KURNIK 1970, BÓDIS 1983, POCSAI 2005, FAOSTAT 2015).

Az agrotechnikai tényezők között a tápanyagellátás az egyik legmeghatározóbb faktor a lóbab terméshozamának és minőségének alakulásában.

Postai cím: Izsáki Zoltán, SZIE Agrár- és Gazdaságtudományi Kar, Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet, 5540 Szarvas, Szabadság út 1-3.

E-mail: izaaki.zoltan@gk.szie.hu

Azonban a lóbab egzakt trágyázási szaktanácsadását alapozó hazai tápelem-felvételi, szárazanyag-felhalmozási vizsgálatok nincsenek, és a külföldi adaptálható kutatási eredmények is igen korlátozottak.

REDSHAW & GAUDIÉL (1982) Kanadában végzett vizsgálatai szerint, a hazai klímánknál kedvezőbb adottságok mellett, 370 ezer tó ha^{-1} betakarításkori növény számnál, amikor a teljes növény szárazanyag-tartalma 43,7% volt, a lóbab hektáronkénti szárazanyaghozama 15,9 tonnát ért el hektáronként. Ebből a magtermés 7,0 (44%), a szár 4,3 (27%), a levél 2,0 (13%) és a hüvely 2,6 (16%) tonnát tett ki. DEKHUIJZEN & VERKERKE (1984) ettől eltérő adatokat közölnek a lóbab összes szárazanyag-tömegének ($9,9 \text{ t ha}^{-1}$) megoszlását tekintve, mely szerint a mag részesedése 47%, a száré 30%, a hüvelyé 8% és a lehullott leveleké 15% az összes biomasszából. Ugyancsak Kanadában BAILEY & GRANT (1989) homokos vályog és agyag talajon azt tapasztalták, hogy a talaj típusa és termékenysége a lóbab földfeletti biomassza komponenseinek arányát érdemben nem befolyásolta, de a trágyázás igen. Nevezetesen, trágyázás nélkül a két talajtípuson a mag, a hüvely és a szár tömegének aránya az összes biomasszában belül 40-42% – 10-11% – 48-49%, míg trágyázás mellett az arány 35-38% – 10-11% – 52-55%. DAUR et al. (2010) Törökországban, 12 fajta átlagában azt tapasztalták, hogy a lóbab harvest indexe 38% volt. A lóbab szárazanyag-felhalmozásának dinamikáját tanulmányozva HERDINA & SILSBURY (1990) azt mutatták ki, hogy a gyökér, a szár, a levél és a hüvely maximális tömegüket a mag telítődés kezdetén érték el. Ezt követően a mag tömege még növekedett, de a levél tömege jelentősen, 40-45%-kal csökkent. A mag tömege az összes biomasszában 50%-át tette ki.

A lóbab által felvett összes tápelem mennyiségét nemcsak földfeletti biomassza komponensek aránya befolyásolja, hanem az is, hogy az egyes növényi részek tápelem-koncentráció változása eltérő mind a tenyészidő alatt, mind a teljes érés fázisában. REDSHAW & GAUDIÉL (1982) 11 elem (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Se) koncentrációját vizsgálták a lóbab tenyészideje alatt. Eredményeik szerint a növényi részek tápelem-koncentrációja a legtöbb elemnél csökkent a tenyészidő előrehaladtával. Azonban nőtt a K-koncentráció a hüvelyben és a Ca, S, Mn, Cu és Se a levélben. HERDINA & SILSBURY (1990) közleménye szerint a lóbab vegetatív részeinek N-koncentrációja maximumát a mag telítődés kezdetén érte el, ezt követően a N-koncentráció csökkent. A mag N-koncentrációja a telítődés-érés fázisában kismértékben csökkent, de a magba épült N mennyisége növekedett a mag tömegének gyarapodása következtében. A betakarítási érettség fázisában a lóbab által felvett összes-N (273 kg ha^{-1}) mennyiségének megoszlása a növényi részek között DEKHUIJZEN & VERKERKE (1984) szerint: mag 202 kg (74%), szár 21 kg (8%), hüvely 11 kg (4%) és lehullott levelek 39 kg (14%). A növényi részek elemtartalmát a talaj típusa, termékenysége és a trágyázás szintje jelentősen befolyásolja. E tényezőket figyelembe véve BAILEY & GRANT (1989) vizsgálatai szerint a tápelem-koncentráció tág intervallumban változik: a magban 4,62-5,45% N, 0,70-0,85% P, 1,12-1,40% K; a szárban 1,63-2,60% N, 0,21-0,35% P, 2,25-3,70% K; hüvelyben 1,00-1,64% N, 0,20-0,25% P, 2,35-3,60% K. BISHOP et al. (1976) ugyancsak a trágyázás jelentős tápelem-koncentrációt befolyásoló hatásáról számoltak be a lóbab levél virágzáskori tápláltsági állapotát vizsgálva.

A lóbab fajlagos tápanyagfelvétele 1 t magterméshez a hozzátartozó mellékterméssel együtt 52-65 kg N, 14-23 kg P₂O₅ és 30-55 kg K₂O (KURNIK 1970, BUZÁS et al. 1979, BÓDIS 1983, DAUR 2010). Átlagos fajlagos tápanyagfelvétellel számolva a 3-4 t ha⁻¹ magtermés tápanyagigénye 175-235 kg N, 55-75 kg P₂O₅ és 125-170 kg K₂O.

A lóbab tápanyagellátására irányuló kísérletek hazánkban már közel két évtizede megszűntek a lóbab vetésterületének jelentős csökkenése miatt. Bízva azonban ezen értékes hüvelyes növényünk jövőjében, trágyázási kísérleti eredményeink hasznos támpontul fognak szolgálni a lóbab 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 ellátottsága P-ből, K-ből és Cu-ból jó, Mg-ből és Mn-ből magas, még Zn-ből kielégítő volt. 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 kezelésekkel

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

P₀ = P-trágyázás nélkül

P₁ = 100 kg ha⁻¹ év⁻¹ P₂O₅

P₂ = 500 kg ha⁻¹ P₂O₅ 1989-ben, 1993-ban és 2001-ben

P₃ = 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 situációk tanulmányozására és a talaj tápelem-ellátottsági határértékek megállapítására. A nitrogént ammóniumnitrát (34%), a foszfort szuperfoszfát (18%) és a káliumot kálisó (40 vagy 60%) formájában ősszel juttattuk ki. Kivételt képezett 1999 ősze, amikor a csapadékos időjárás miatt a talajfelszínen kialakuló vízállások az őszi műtrágyázást nem tették lehetővé és 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, a tápelem-felvételi vizsgálatokat a 2001-es kísérleti évben végeztük. A lóbab előveteménye 2001-ben kukorica (*Zea mays* L.) volt. A kísérlet szántásos alpművelésben részesült. A vetést 2001. április 13-án végeztük, 36 cm-es sortávolságra, 450 ezer csíra ha⁻¹ vetőmagnormával, Minor lóbab fajtával. A betakarítás parcella kombájnnal történt 2001. augusztus 6-7-én a mag 13-15 % nedvességtartalmánál. A tenyészidő 2001-ben 115 nap volt.

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

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
<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

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 talaj N-ellátottságának jellemzésére vizsgáltuk a lóbab vetése előtt a 0-60 cm-es talajréteg ásványi nitrogén-tartalmát. Az ásványi nitrogént ($\text{NO}_3 - \text{NO}_2 - \text{NH}_4 - \text{N}$) 1 M KCl-os kivonatból fotometriás módszerrel (MSZ 20135:1999) határoztuk meg, melynek $\text{NO}_3\text{-N}$ értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

A talaj tápelem-vizsgálatokat évente, ősszel az elővetemény betakarítása után a 0-60 cm-es talajrétegből vett mintákból végeztük el. A talaj P_2O_5 - és K_2O -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)

(1) A művelt talajréteg tápanyag-tartalma			
A. $\text{NO}_3\text{-N}$ a 0-60 cm-es rétegben vetés előtt, kg ha^{-1}			
N_0	N_1	N_2	N_3
40	76	127	142
B. $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ mg kg^{-1}			
P_0	P_1	P_2	P_3
120	183	156	204
C. $\text{AL-K}_2\text{O}$ mg kg^{-1}			
K_0	K_1	K_2	K_3
232	354	352	373

A lóbab szárazanyag-felhalmozásának és tápelem-felvételének vizsgálatához parcellánként 15 növényt gyűjtöttünk be a tenyészidő alatt hét alkalommal. A mintavételi időpontokat a tenyészidő vetéstől eltelt napjaiban adjuk meg, még a lóbab fejlődési fázisait a BBCH skála (WEBER & BLEIHOLDER 1990) alapján jellemezzük. Mintavételi időpontok és fejlődési fázis: 35. nap, BBCH 30, 5-6 leveles állapot; 45. nap, BBCH 60, 8-10 leveles állapot és a virágzás kezdete; 60. nap, BBCH 65, virágzás-hüvelyképződés kezdete; 75. nap, BBCH 70, hüvelyképződés; 90. nap, BBCH 75, hüvelytelítődés-magképződés; 105. nap, BBCH 85, magképződés-érés; 115. nap, BBCH 90, érés.

A tápelem-felvételi vizsgálatokhoz a 64 trágyázási kezelésből 15-öt választottunk ki: N_0 , N_1 , N_2 , N_3 , N_1P_1 , $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$, P_2K_2 , N_1P_2 , N_1K_2 , $\text{N}_1\text{P}_2\text{K}_2$, P_3K_3 , N_2P_3 , N_2K_3 , $\text{N}_2\text{P}_3\text{K}_3$, $\text{N}_2\text{P}_3\text{K}_3$. E kezelések N-, P- és K-ellátottsági szintjét a 2. táblázat tartalmazza. A teljes földfeletti növényi részek szárított és ledarált mintáiból a következő tápelemeket vizsgáltuk az ismétlésekből képzett átlagmintákból: 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 vizsgált 15 trágyázási kezelés kísérleti adatait egytényezős variancia-analízissel értékeltük SVÁB (1981) szerint.

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

Szárazanyag-felhalmozás

A trágyázási kezelések átlagában a lóbab tenyészidő alatti szárazanyag-felhalmozása a 3. táblázat adatai alapján értékelhető.

A lóbab 115 napos tenyészideje alatt $5,72 \text{ t ha}^{-1}$ földfeletti szárazanyag-tömeget halmozott fel. A tenyészidő első felében a 60. napig, a virágzás-hüvelyképződés kezdetéig a szárazanyag-beépülés mérsékelt ütemű, mert az összes biomassza-tömegnek csak 26%-a halmozódott fel. Az intenzív szárazanyag-felhalmozás a hüvely- és magképződés időszakára esett. A tenyészidő 75. napján a lóbab elérte teljes növénymagasságát (78 cm-t), az összes szárazanyag-tömeg pedig az 50%-ot, mintegy $2,83 \text{ t ha}^{-1}$ -t, melyből a levél + szár 74%-kal, a hüvely 26%-kal részesedett. A következő fejlődési fázisban, az intenzív hüvely és magképződés időszakában, a vegetációs periódus 90. napjáig, a legnagyobb mértékű (35%) a szárazanyag-felhalmozás. Ekkor a levél + szár összes tömege elérte maximumát ($2,25 \text{ t ha}^{-1}$), és a hüvely + mag tömege ($2,64 \text{ t ha}^{-1}$) az összes szárazanyag-termésből ($4,89 \text{ t ha}^{-1}$) 54%-kal részesedett. A tenyészidő további 30 napjában az összes biomassza már csak 15%-kal gyarapodott. E periódusban a levélzet tömege 25%-kal csökkent a levelek leszáradása és részleges lehullása következtében. A mag nélküli hüvely tömege csak csekély mértékben növekedett, míg a mag tömege még 40%-os tömeggyarapodást mutatott. A teljes érés fázisában az összes szárazanyag-tömegnek ($5,72 \text{ t ha}^{-1}$) 54%-a mag ($3,07 \text{ t ha}^{-1}$), 30%-a levél + szár ($1,69 \text{ t ha}^{-1}$) és 16%-a hüvely ($0,96 \text{ t ha}^{-1}$).

3. táblázat

A lóbab szárazanyag-felhalmozása a tenyészidő alatt (Szarvas, 2001. 04. 13 - 08. 07.)

(1) Tenyészidő napja	(2) Levél + szár		(3) Hüvely		(4) Mag		(5) Összes szárazanyag	
	t ha^{-1}	%	t ha^{-1}	%	t ha^{-1}	%	t ha^{-1}	%
35.	0,38	17	-	-	-	-	0,38	7
45.	0,73	32	-	-	-	-	0,73	13
60.	1,48	66	-	-	-	-	1,48	26
75.	2,09	93	0,74	77	-	-	2,83	50
90.	2,25	100	0,81	84	1,83	60	4,89	85
105.	1,86	83	0,94	98	2,55	83	5,35	94
115.	1,69	75	0,96	100	3,07	100	5,72	100

Tápelem-tartalom

A lóbab földfeletti növényi részei makro elem tartalmának tenyészidő alatti változása a trágyázási kezelések átlagában a 4. táblázat adatai alapján tekinthető át.

4. táblázat

A lóbab tápelem-tartalma a tenyészidő alatt, makro elemek
(Szarvas, 2001. 04.13-08. 07.)

(1) Tenyészidő napja	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag
N%			P%			
35.	5,70	-	-	0,50	-	-
45.	4,75	-	-	0,43	-	-
60.	3,14	-	-	0,35	-	-
75.	3,12	5,15	-	0,44	0,71	-
90.	1,90	2,05	5,40	0,34	0,27	0,78
105.	1,18	1,87	5,42	0,28	0,29	0,84
115.	1,10	1,50	5,15	0,22	0,18	0,81
K%			Na%			
35.	3,84	-	-	0,74	-	-
45.	3,46	-	-	0,63	-	-
60.	2,51	-	-	0,63	-	-
75.	1,83	2,46	-	0,62	0,19	-
90.	1,46	3,11	1,66	0,78	0,44	0,14
105.	0,79	2,74	1,42	0,64	0,42	0,08
115.	0,88	2,53	1,04	0,61	0,44	0,04
Ca%			Mg%			
35.	0,91	-	-	0,42	-	-
45.	0,81	-	-	0,37	-	-
60.	0,71	-	-	0,31	-	-
75.	0,89	0,29	-	0,32	0,29	-
90.	0,92	0,32	0,05	0,30	0,23	0,15
105.	0,87	0,55	0,06	0,25	0,21	0,15
115.	0,76	0,34	0,06	0,20	0,21	0,16

A tenyészidő 35. napján a lóbab 5-6 leveles fejlettségében a legnagyobb a leveles szár N-, P-, K-, és Mg-koncentrációja, mely értékek jelentősen csökkentek a tenyészidő végéig. A tápelem-koncentráció csökkenés a N és a K esetében nagyobb mértékű volt. A leveles szár Na- és Ca-tartalma csekély változást mutatott a vegetációs periódus alatt. A hüvelyképződés kezdetétől a teljes éréig a hüvely Mg-tartalma viszonylag stabil, a N- és P-koncentrációja erőteljesen csökkent, míg a K-, Ca- és a Na-koncentráció növekedett. A hüvely N- és K-tartalma jelentősen meghaladta a leveles szárét, míg a Ca és a Na koncentrációja kisebbnek

mutakozott. A növényi részek között N-ben és P-ban a mag a leggazdagabb. A magba több K épült be, mint a leveles szárba, míg a Mg-ból kevesebb. A magtermés Na-ban és Ca-ban szegény. A növényi részek tápelem-koncentrációját összehasonlítva BAILEY & GRANT (1989) vizsgálatai eredményeivel jelentős az eltérés, ami elsősorban a szár N- és K-tartalmában mutatkozott meg. A mi kísérletünkben mért 1,10% N- és 0,88% K-tartalommal szemben ők 1,63-2,60% N- és 2,25-3,70% K-tartalmat mértek.

A trágyázási kezelések átlagában a leveles szár Cu- és Fe-tartalma a teljes érésben volt a legnagyobb. A Zn- és Mn-koncentráció a tenyészidő alatt fokozatosan csökkent. A hüvelyképződés kezdetétől a betakarításig a Cu és a Zn jelentős hígulást mutatott, míg a Mn-nál és a Fe-nál ez nem érdemi. A Cu és a Zn a növényi részek közül elsősorban a magban koncentráldott, míg a Mn és a Fe a leveles szárban (5. táblázat).

5. táblázat

A lóbab tápelem-tartalma a tenyészidő alatt, mikroelemek (Szarvas, 2001. 04.13-08. 07.)

(1) Tenyészidő napja	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag
Cu mg kg ⁻¹			Zn mg kg ⁻¹			
35.	4,9	-	-	50	-	-
45.	4,5	-	-	45	-	-
60.	4,0	-	-	41	-	-
75.	5,1	8,1	-	37	51	-
90.	4,6	4,8	11,0	30	19	44
105.	4,2	4,3	12,3	22	22	51
115.	6,0	3,3	10,9	23	13	58
Mn mg kg ⁻¹			Fe mg kg ⁻¹			
35.	68	-	-	129	-	-
45.	62	-	-	166	-	-
60.	45	-	-	143	-	-
75.	60	33	-	245	115	-
90.	53	30	12	183	72	95
105.	27	28	15	225	99	90
115.	49	29	14	446	112	93

Tápelem-felvétel

A lóbab teljes földfeletti részeinek makro elem-felvételét a trágyázási kezelések átlagában a 6. táblázat szemlélteti.

A lóbab összes N-felvételének maximumát (191 kg ha⁻¹) a tenyészidő végén a teljes érésben érte el. A tenyészidő 60. napjáig, a hüvelyképződés kezdetéig az összes N 24%-a épült be. A legdinamikusabb a N-felvétel a hüvely és magképződés fázisában, a vegetációs időszak 60. és a 90. napja között, amikor az összes N-nek mintegy 60%-a halmozódott fel. A leveles szárban és a hüvelyben a N maximumát

a tenyészidő 75. napján mértük. Ezt követően e növényi részecskébe épült N mennyisége jelentősen csökkent, a N magba történő transzlokációja és a lehulló levelekből eredő N veszteség miatt. Az összes N-nek 83%-a a magba, 10%-a a leveles szárba és 7%-a a hüvelybe épült be.

6. táblázat

A lóbab tápelem-felvétele a tenyészidő alatt, makro elemek (Szarvas, 2001. 04.13-08. 07.)

(1) Tenyész- idő napja	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(5) Össz.	%	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(5) Össz.	%
N kg ha ⁻¹						P kg ha ⁻¹				
35.	21,6	-	-	21,6	11	1,9	-	-	1,9	6
45.	34,7	-	-	34,7	18	3,1	-	-	3,1	10
60.	46,5	-	-	46,5	24	5,2	-	-	5,2	17
75.	65,2	38,1	-	103,3	54	9,2	5,3	-	14,5	48
90.	42,8	16,6	98,8	158,2	83	7,7	2,2	14,3	24,2	80
105.	21,9	17,6	138,2	177,7	93	5,2	2,7	21,4	29,3	97
115.	18,6	14,4	158,1	191,1	100	3,7	1,7	24,9	30,3	100
K kg ha ⁻¹						Na kg ha ⁻¹				
35.	14,6	-	-	14,6	17	2,8	-	-	2,8	10
45.	25,2	-	-	25,2	29	4,6	-	-	4,6	17
60.	37,1	-	-	37,1	42	9,3	-	-	9,3	34
75.	38,2	18,2	-	56,4	64	13,0	14,1	-	27,1	100
90.	32,8	25,2	30,4	88,4	100	17,6	3,6	2,6	23,8	88
105.	14,7	25,8	36,2	76,7	87	11,9	3,9	2,0	17,8	66
115.	14,8	24,3	31,9	71,0	80	10,3	4,2	1,2	15,7	58
Ca kg ha ⁻¹						Mg kg ha ⁻¹				
35.	3,4	-	-	3,4	14	1,6	-	-	1,6	14
45.	5,9	-	-	5,9	24	2,7	-	-	2,7	24
60.	10,5	-	-	10,5	43	4,6	-	-	4,6	40
75.	18,6	2,1	-	20,7	86	6,7	2,1	-	8,8	77
90.	20,7	2,6	0,9	24,2	100	6,8	1,9	2,7	11,4	100
105.	16,2	5,2	1,5	22,9	95	4,7	2,0	3,8	10,5	92
115.	12,8	3,3	1,8	17,8	74	3,4	2,0	4,9	10,3	90

A P-felvétel ugyancsak az érési időszak végén érte el maximumát (30,3 kg ha⁻¹) és beépülése legintenzívebb (63%) a N-nel párhuzamosan a hüvely és magképződés 30 napja alatt. A leveles szárba és a hüvelybe épült P mennyisége maximumát a tenyészidő 75. napján mutatta, ami a tenyészidő végére 60-70%-kal csökkent. A felhalmozódott összes P-nak 82%-a a magban, 12%-a a leveles szárban és 6%-a a hüvelyben található.

Kísérletünkben a közel 3 t ha⁻¹-os magterméshez képest a lóbab összes K-felvétele (88,4 kg ha⁻¹) más közlemények (BAILEY & GRANT 1989, DAUR et al. 2010) adataihoz képest mérsékeltőbb. Ezt okozhatta a kísérlet talajának magas Na-

tartalma és a mélyebb réteg szolonyecessége. MENGEL (1976) szerint is más kation túlsúlyba kerülése csökkentheti a K-felvételt. A tenyésztő 90. napján, a hüvelytelődés-magképzés fázisában a K-felvétel a maximális szinten volt, és a tenyésztő további 25 napjában a növénybe épült K mennyisége 20%-kal csökkent. A leveles szár K-felhalmozása a virágzás végén (75. nap) tetőzött, majd az ezt követő 40 napban mennyisége kerekén 60%-kal csökkent. A K-felvétel a tenyésztő 60. és 90. napja között a legintenzívebb, amikor az összes K-nak 58%-a épül be a lóbabba. Az érési időszak végén az összes K-nak 45%-a a magban, 21%-a a leveles szárban és 34%-a a hüvelyben található.

A lóbab Na-felvételét a szakirodalom nem tárgyalja, pedig a lóbab közel olyan mennyiségű (27 kg ha^{-1}) Na-ot vett fel, mint P-t. Trágyázási kísérleteinkben (IZSÁKI 2015) különösen jelentős Na-felvételt mutató növények a cukorrépa és a zab voltak, de az olajlen Na-felvétele is elérte a P-felvétel szintjét. A Na elsősorban a vegetatív részekben, a leveles szárban halmozódott fel. Megoszlása a teljes érésű lóbabban: levél + szár 66%, hüvely 27%, mag 8%. A lóbab Ca- és Mg-felvételének tenyésztő alatti dinamikája hasonló volt a K-felvételhez. A Ca elsősorban a vegetatív részbe épült be és az érési időszak végén a leveles szárban található az összes ($24,2 \text{ kg ha}^{-1}$) Ca-nak 72%-a, a hüvelyben 18%-a és a magban 10%-a. Teljes érésben az összes felvett ($11,4 \text{ kg ha}^{-1}$) Mg-nak még 90%-a a növényben volt, és a magban halmozódott fel az összes Mg 48%-a, a leveles szárban 33%-a és a hüvelyben 19%-a.

7. táblázat

A lóbab tápelem-felvétele a tenyésztő alatt, mikroelemek (Szarvas, 2001. 04.13-08. 07.)

(1) Tenyész- idő napja	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(5) Össz.	%	(2) Levél + szár	(3) Hüvely	(4) Mag	(5) Össz.	%
Cu g ha ⁻¹						Zn g ha ⁻¹				
35.	2	-	-	2	4	19	-	-	19	8
45.	3	-	-	3	7	33	-	-	33	14
60.	6	-	-	6	13	61	-	-	61	27
75.	11	6	-	17	37	77	38	-	115	50
90.	10	4	20	34	74	68	15	81	164	72
105.	8	4	31	43	93	41	21	130	192	84
115.	10	3	33	46	100	39	12	178	229	100
Mn g ha ⁻¹						Fe g ha ⁻¹				
35.	26	-	-	26	16	49	-	-	49	4
45.	45	-	-	45	27	121	-	-	121	10
60.	67	-	-	67	41	212	-	-	212	18
75.	125	24	-	149	90	512	85	-	597	52
90.	119	24	22	165	100	412	58	174	644	56
105.	50	26	38	114	69	419	93	230	742	65
115.	83	28	43	154	93	754	108	286	1148	100

A lóbab teljes földfeletti részeinek mikroelem-felvétele a trágyázási kezelések átlagában a 7. táblázat adatai alapján tekinthető át.

A 3,07 t ha⁻¹ magterméssel és a hozzátartozó mellékterméssel együtt a lóbab összes felvétele Cu-ból 46 g, Zn-ből 229 g, Mn-ből 165 g és Fe-ből 1148 g hektáromként. A növénybe épült Cu, Zn és Fe mennyisége a teljes érésben érte el maximumát, míg a Mn a tenyészidő 90. napján, a hüvelytelítődés-magképződés fázisában. A Cu és a Zn főleg a magban halmozódott fel, 72 illetve 78 százalékban. Ezzel szemben a Mn és a Fe az asszimiláló vegetatív részekben található nagyobb (54% ill. 66%) mennyiségben.

A tápanyag-ellátottság hatása a szárazanyagtömegre és az N-, P- és K-felvételre teljes érésben

A tápanyag-ellátottság lóbab biomassza-tömegére gyakorolt hatását a 8. táblázat mutatja be.

8. táblázat

A tápanyag-ellátottság hatása a lóbab biomassza tömegére, t ha⁻¹ szárazanyag (Szarvas, 2001. 08. 07. teljes érés)

(1) Kezelés jele	(2)	(3)	(4)	(5)
	Mag	Levél+szár	Hüvely	Összes
	<i>A. Szárazanyag, t ha⁻¹</i>			
N ₀ P ₀ K ₀	2,71	1,60	0,92	5,23
N ₁	2,90	1,78	0,97	5,65
N ₂	3,31	1,91	1,05	6,27
N ₃	2,94	1,71	1,00	5,65
N ₁ P ₁	3,36	1,75	0,99	6,10
N ₁ P ₁ K ₁	3,39	1,76	0,99	6,14
P ₂ K ₂	2,61	1,57	0,78	4,96
N ₁ P ₂	3,62	1,81	1,05	6,48
N ₁ K ₂	3,31	1,85	1,06	6,22
N ₁ P ₂ K ₂	3,05	1,78	0,99	5,82
P ₃ K ₃	2,70	1,46	0,81	4,97
N ₂ P ₃	3,06	1,59	0,99	5,64
N ₂ K ₃	3,04	1,56	0,97	5,57
N ₂ P ₃ K ₃	3,20	1,66	0,98	5,84
N ₃ P ₃ K ₃	2,82	1,64	0,87	5,33
a) Átlag	3,07	1,69	0,96	5,72
b) SzD _{5%}	0,18	0,14	0,09	0,38
c) Arány %	54	30	16	100

A 2,8-3,2% humusztartalmú, jó N-szolgáltató képességű csernozjom réti talajon, ahol N-forgalmi vizsgálataink szerint a talaj átlagos N-szolgáltatása közel két évtized átlagában 126 kg ha⁻¹ évente (IZSAKI 2010), a lóbab magtermése a trágyázás nélküli kontrollhoz képest minden N-trágyázási szinten megbízhatóan

növekedett. Kivéve, amikor a N-túltrágyázás túlzott K-ellátottsággal párosult ($N_3P_3K_3$). A legnagyobb terméshozamot a 80 kg ha^{-1} N adag P-trágyázással kiegészítve (N_1P_1 , N_1P_2) adta. A jó K-ellátottságú talajon a K-trágyázás termésnövelő hatása nem volt igazolható. N-trágyázás nélkül a kontrollhoz (120 mg kg^{-1} AL- P_2O_5 , 232 mg kg^{-1} AL- K_2O , $N_0P_0K_0$) viszonyított jobb P- és K-ellátottságú kezelésekben (P_2K_2 , P_3K_3) a magtermés a trágyázás nélküli kezelés szintjén maradt. A leveles szártermés tömege 80 kg ha^{-1} adagú N-trágyázásig szignifikánsan gyarapodott a kontrollhoz viszonyítva, de ennél magasabb N-szinten kezeléshatást nem tapasztaltunk. A P- és K-ellátottság különböző szintjei a leveles szártömeget érdemben nem befolyásolták. A hüvelytermés alakulása a leveles szárterméshez hasonló volt, kivéve, hogy N-trágyázás nélkül a kontrollhoz ($N_0P_0K_0$) viszonyított jobb P- és K-ellátottságú kezelésekben (P_2K_2 , P_3K_3) a hüvely tömege a trágyázás nélküli kezelés szintje alatt maradt. Az összes biomassza tömeg 54%-át a magtermés tette ki, így a trágyázás hatása tendenciájában hasonló az összes szárazanyagtömegre, mint a magtermésnél tapasztaltak.

9. táblázat

A tápanyag-ellátottság hatása a lóbab N-felvételére, kg ha^{-1}
(Szarvas, 2001. 08. 07. teljes érés)

(1) Kezelés jele	(2) Mag	(3) Levél+szár	(4) Hüvely	(5) Összes
$N_0P_0K_0$	133,0	19,2	12,6	164,8
N_1	145,5	19,0	13,4	177,9
N_2	170,4	18,3	16,6	205,3
N_3	146,1	21,0	14,1	181,2
N_1P_1	172,6	18,2	14,3	205,1
$N_1P_1K_1$	181,0	23,2	15,9	220,1
P_2K_2	138,0	14,0	12,0	164,0
N_1P_2	184,6	18,8	14,8	218,2
N_1K_2	167,8	18,3	15,3	201,4
$N_1P_2K_2$	161,9	24,0	14,5	201,4
P_3K_3	143,3	13,4	13,3	170,0
N_2P_3	151,7	17,8	15,2	184,7
N_2K_3	162,3	17,0	16,2	193,1
$N_2P_3K_3$	157,7	17,0	13,8	188,5
$N_3P_3K_3$	153,9	19,6	15,0	188,5
a) Átlag	158,6	18,5	14,5	191,6
b) SzD _{5%}	12,1	1,8	1,6	18,2
c) Arány %	83	10	7	100

A lóbab összes N-felvétele a teljes érésben a trágyázási kezelésektől függően $164\text{-}220 \text{ kg ha}^{-1}$ között változott. N-trágyázás nélkül a biomasszába épült összes N $164\text{-}170 \text{ kg ha}^{-1}$ volt, míg a legnagyobb magtermést adó kezelésekben ($N 80 \text{ kg ha}^{-1}$ + AL- P_2O_5 $156\text{-}183 \text{ mg kg}^{-1}$) $200\text{-}220 \text{ kg ha}^{-1}$. A növény által felvett összes N-nek

80-85%-a a magtermésbe épült be, melynek arányát a tápanyag-ellátottság érdemben nem befolyásolta. A 3,3 t ha⁻¹ feletti terméshozam esetén a magba épült N mennyisége 168-185 kg ha⁻¹ közé esett. A leveles szárban halmozódott fel az összes N 8-16%-a. Túlzott K-ellátottság (373 mg kg⁻¹ AL-K₂O, K₃) esetén még N-trágyázás mellett is szignifikánsan kevesebb N volt a leveles szárban, mint a trágyázás nélküli kezelésben. A lóbab által felvett összes N-nek 6,8-8,3%-a épült be a hüvelybe. A hüvelyben felhalmozott N mennyiségére a trágyázási kezelések hatása nem volt egyértelmű (9. táblázat).

A trágyázási kezelések hatásától függően a lóbab összes P-felvétele a teljes érés fázisában 25-35 kg ha⁻¹ közé esett. N-trágyázás nélkül a növénybe épült P mennyisége még jobb P-ellátottság (P₂, P₃, AL-P₂O₅ 183, 204 mg kg⁻¹) esetén sem növekedett megbízhatóan a trágyázás nélküli kezeléshez képest, ahol a P-ellátottság 120 mg kg⁻¹ AL-P₂O₅ volt. A 3,3 t ha⁻¹ magtermést meghaladó kezelésekből az összes P-felvétel 31-35 kg ha⁻¹ között alakult. Az összesen felvett P-nak 78-84%-a halmozódott fel a magtermésben, melynek arányát a trágyázás csak csekély mértékben befolyásolta. A legnagyobb terméshozamú kezelésekből a magba épült P mennyisége 26-30 kg ha⁻¹ volt. A leveles szárban és hüvelyben lévő P mennyisége a teljes érés stádiumában nem jelentős. Számszerűen, a leveles szárban az összesen felvett P-ből 2,9-5,3 kg-ot (9-16%), míg a hüvelyben 1,4-2,0 kg-ot (4,9-6,8%) találtunk hektáronként. Konzekvens kezeléshatás nem volt kimutatható a leveles szárban és hüvelyben felhalmozott P mennyisége tekintetében (10. táblázat).

10. táblázat

A tápanyag-ellátottság hatása a lóbab P-felvételére, kg ha⁻¹
(Szarvas, 2001. 08. 07. teljes érés)

(1) Kezelés jele	(2) Mag	(3) Levél+szár	(4) Hüvely	(5) Összes
N ₀ P ₀ K ₀	20,0	4,1	1,5	25,6
N ₁	22,6	3,7	1,6	27,9
N ₂	25,8	3,4	1,8	31,0
N ₃	22,0	3,6	1,5	27,1
N ₁ P ₁	25,8	4,0	1,6	31,4
N ₁ P ₁ K ₁	27,1	4,7	2,0	33,8
P ₂ K ₂	22,7	3,1	1,4	27,2
N ₁ P ₂	29,6	3,2	1,7	34,5
N ₁ K ₂	27,4	3,7	1,8	32,9
N ₁ P ₂ K ₂	25,3	5,3	1,7	32,3
P ₃ K ₃	23,7	2,9	1,5	28,1
N ₂ P ₃	23,6	3,5	2,0	29,1
N ₂ K ₃	25,5	3,4	1,9	30,8
N ₂ P ₃ K ₃	26,2	3,7	1,6	31,5
N ₃ P ₃ K ₃	24,2	3,9	1,8	29,9
a) Átlag	24,8	3,7	1,7	30,2
b) SzD _{5%}	1,8	0,3	0,2	2,8
c) Arány %	82	12	6	100

A lóbab által felvett K mennyiségét a jó K-ellátottságú talajon, ahol a művelt réteg AL-K₂O-tartalma 232-373 mg kg⁻¹ volt, alapvetően nem a K-ellátottság határozta meg, hanem a biomassza tömeget leginkább befolyásoló N-ellátottság. A lóbab teljes érésében az összes K-felvétel a trágyázási kezelésektől függően 60 és 81 kg ha⁻¹ között változott. A legnagyobb magtermést adó kezelésekben a növénybe épült összes K mennyiségét inkább a 75-80 kg ha⁻¹-os felvétel jellemezte. A magtermés az összes K-felvételből 39-49%-ban részesedett. A magtermésben felhalmozódott K mennyisége a N-trágyázásban nem részesült kezeléseknél a legkisebb. A leveles szárban az összesen felvett K-nak 14-27%-a halmozódott fel. A 80, 160 kg ha⁻¹ N-trágyázási szinten a jobb K-ellátottság hatására a leveles szárba beépült K mennyisége növekedett. A hüvelytermésbe az összes K-nak igen jelentős hányada, mintegy 30-38%-a épült be (11. táblázat).

11. táblázat

A tápanyag-ellátottság hatása a lóbab K-felvételére, kg ha⁻¹
(Szarvas, 2001. 08. 07. teljes érés)

(1) Kezelés jele	(2) Mag	(3) Levél+szár	(4) Hüvely	(5) Összes
	<i>A. K-felvétel, kg ha⁻¹</i>			
N ₀ P ₀ K ₀	28,4	13,2	21,8	63,4
N ₁	31,0	10,8	25,8	67,6
N ₂	35,7	14,9	28,5	79,1
N ₃	30,0	15,3	24,6	69,9
N ₁ P ₁	31,6	10,9	22,5	65,0
N ₁ P ₁ K ₁	33,6	16,0	28,3	77,9
P ₂ K ₂	27,9	14,4	18,4	60,7
N ₁ P ₂	39,4	11,0	28,5	78,9
N ₁ K ₂	34,0	15,3	25,2	74,5
N ₁ P ₂ K ₂	31,1	14,4	24,8	70,3
P ₃ K ₃	30,2	15,3	20,7	66,2
N ₂ P ₃	31,5	11,1	23,9	66,5
N ₂ K ₃	31,6	21,0	28,6	81,2
N ₂ P ₃ K ₃	31,3	19,9	23,7	74,9
N ₃ P ₃ K ₃	30,4	17,7	24,3	72,4
a) Átlag	31,9	14,7	24,6	71,2
b) SzD _{5%}	2,8	1,4	2,1	6,8
c) Arány %	45	21	34	100

A teljes érés fázisában mért elemtartalmak alapján a lóbab fajlagos N-, P- és K-felvételét a 12. táblázat mutatja trágyázási kezelésenként.

A trágyázási kezelésektől függően az elemfelvétel tág intervallumban változott, a N-nél 58-67, a P-nál 9-11 és a K-nál 19-27 kg t⁻¹ magtermés a hozzátartozó mellékterméssel együtt. A fajlagos elemfelvételt a kedvezőbb terméshozamot – 3,3-3,6 t ha⁻¹ – adó trágyázási kezeléseknél alapján számítva a N-felvétel 61,8 kg; a P 9,6 kg (P₂O₅ 22,0 kg) és a K 22,0 kg (K₂O 26,4 kg) 1 t

magtermésre számítva. A trágyázási kezelések átlagában a teljes érésében végzett tápelem-felvételi vizsgálataink alapján 1 tonna magterméshez a hozzátartozó mellékterméssel együtt a lóbab elemfelvétele a következő volt: Na 5,1 (Na₂O 6,9), Ca 5,8 (CaO 8,1), Mg 3,4 (MgO 5,7) kg t⁻¹; Cu 15, Zn 75, Mn 50 és Fe 374 g t⁻¹.

12. táblázat

A tápanyag-ellátottság hatása a lóbab fajlagos N-, P- és K-felvételére, kg t⁻¹ magtermés a hozzátartozó mellékterméssel együtt (Szarvas, 2001)

(1) Kezelés jele	(2) Fajlagos tápelem-felvétel kg t ⁻¹		
	N	P	K
N ₀ P ₀ K ₀	60,8	9,4	23,3
N ₁	61,3	9,6	23,3
N ₂	62,0	9,3	23,8
N ₃	61,6	9,2	23,7
N ₁ P ₁	61,0	9,3	19,3
N ₁ P ₁ K ₁	64,9	10,0	23,0
P ₂ K ₂	62,8	10,4	23,2
N ₁ P ₂	60,2	9,5	21,7
N ₁ K ₂	60,8	9,9	22,5
N ₁ P ₂ K ₂	66,0	10,6	23,0
P ₃ K ₃	62,9	10,4	24,5
N ₂ P ₃	60,3	9,5	21,7
N ₂ K ₃	63,5	10,1	26,7
N ₂ P ₃ K ₃	58,9	9,8	23,4
N ₃ P ₃ K ₃	66,8	10,6	25,6
a) Átlag	62,2	9,8	23,2
b) Intervallum	58,9-66,8	9,2-10,6	19,3-26,7
c) Magtermés 3,3-3,6 t ha ⁻¹	61,8	9,6	22,0

A hazai forrásmunkák (ANTAL 2000, PATÓCS 1987) a lóbab fajlagos elemfelvételére az alábbi értékeket közlik: N 52-53 kg, P₂O₅ 22-23 kg, K₂O 40-46 kg, CaO 35-40 kg, MgO 7-8 kg 1 t magtermésre + melléktermés. Egzakt kísérleti adatainkat összehasonlítva a fenti értékekkel kitűnik, hogy a P kivételével a többi fajlagos elemfelvételben jelentős különbségek tapasztalhatók.

Összefoglalás

Kísérleti munkánk célja volt, hogy műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk a N-, P- és K-ellátottság hatását a lóbab szárazanyag-felhalmozására és tápelem-felvételére. 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. A tápelem-felvételi vizsgálatokra 15

kezelést választottunk ki. Jelen dolgozatban a 2001. évi kísérlet eredményei szerepelnek, melyek alábbiakban foglalhatók össze:

A lóbab tenyészidejének első felében a 60. napig, a virágzás-hüvelyképződés kezdetéig a szárazanyag-felhalmozás mérsékelt ütemű, az összes biomassza tömegnek 26%-a halmozódik fel. Az intenzív szárazanyag beépülés a hüvely és magképződés időszakára esik, és a tenyészidő 90. napján a levél + szár tömege eléri maximumát ($2,25 \text{ t ha}^{-1}$), és a hüvely + mag tömege ($2,64 \text{ t ha}^{-1}$) az összes szárazanyag-termésből 54%-ban részesedik. A teljes érés fázisában, a tenyészidő 115. napján a maximális földfeletti szárazanyag-tömegeből ($5,72 \text{ t ha}^{-1}$) a mag 54%-ban ($3,07 \text{ t ha}^{-1}$), a levél + szár 30%-ban ($1,69 \text{ t ha}^{-1}$) és a hüvely 16%-ban ($0,96 \text{ t ha}^{-1}$) részesedik.

A tenyészidő 35. napján, a lóbab 5-6 leveles fejlettségében a legnagyobb a leveles szár makro elem koncentrációja, ami a teljes érésig fokozatosan csökken. A hüvelytermésben a N-, P-, K- és Mg-koncentráció ugyancsak hígulást mutat, míg a Na és Ca esetében koncentráció növekedés tapasztalható. A növényi részek között N-ben és P-ban a mag a leggazdagabb. A magba több K épül be, mint a leveles szárba, míg Mg-ból kevesebb. A leveles szár Cu- és Fe-tartalma a teljes érésben a legnagyobb, míg a Zn- és Mn-koncentráció a tenyészidő alatt fokozatosan csökken. A Cu és a Zn elsősorban a magban koncentrálódik, míg a Mn és a Fe a leveles szárban.

A lóbab összes N- és P-felvételének maximumát a tenyészidő végén, a teljes érésben éri el. A növénybe épült összes K, Na, Ca és Mg mennyisége a hüvelytelítődés-magképződés időszakában tetőzik, majd a teljes érésig csökken. A lóbab által felvett összes makro elemből a magban halmozódik fel a N 83%-a, a P 82%-a, a K 45%-a, a Na 8 %-a, a Ca 10 %-a és a Mg 48%-a. A leveles szárban pedig a N 7%-a, a P 12%-a, a K 21%-a, a Na 66%-a, a Ca 82%-a és a Mg 33%-a.

A teljes érésben végzett tápelem-felvételi vizsgálatok alapján a lóbab fajlagos elemfelvétele 1 tonna magterméshez a hozzátartozó mellékterméssel együtt a következő: N 61,8 kg, P 9,6 kg (P_2O_5 22,0 kg), K 22,0 kg (K_2O 26,4 kg), Na 5,1 kg (Na_2O 6,9 kg), Ca 5,8 kg (CaO 8,1 kg); Mg 3,4 kg (MgO 5,7 kg) ; Cu 15 g, Zn 75 g, Mn 50 és Fe 374 g.

Kulcsszavak: lóbab, szárazanyag-felhalmozás, tápelem-felvétel

Irodalom

- ANTAL J. 2000. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- 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., SMELZER, G. G., MACÉACHERN, 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.
- BÓDIS L. 1983. Az abrakhüvelyesek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- BUZÁS I. et al. (Szerk.). 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. I-II. rész.
- DAUR, I., SEPETOGLU, H., MARVAT, K. B., GEVEREK, M. N. 2010. Nutrient removal, performance of growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Pakistan Journal of Botany*. **42**. 5. 3477-3484.
- DEKHUIJZEN, H. M., VERKERKE, D. R. 1984. Uptake, distribution and redistribution of ¹⁵Nitrogen by *Vicia faba* under field conditions. *Field Crops Research*. **8**. 93-104.
- FAOSTAT 2015. <http://faostat3.fao.org>
- HERDINA, J. A., SILSBURY, J. H. 1990. Growth, nitrogen accumulation and partitioning, and N₂ fixation in faba bean (*Vicia faba* cv. Fiord) and pea (*Pisum sativum* cv. Early Dun). *Field Crops Research*. **24**. 173-188.
- IZSÁKI Z. 2010. A N-műtrágyázás hatása a csernozjom réti talaj nitrogénmértékére 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. Agroiinform 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.
- KSH 2015. <https://www.ksh.hu> (STADAT)
- KURNIK E. 1970. Étkezési és abraktakarmány hüvelyesek termesztése. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- MENGEL, K. 1976. A növények táplálkozása és anyagcseréje. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- PATÓCS I. et al. (Szerk.). 1987. Új műtrágyázási irányelvek. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- POCSAI K. 2005. Lóbab. [In: Antal J. (szerk.) Növénytermesztéstan 2. Gyökér- és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények.]. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 168-174.
- 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.
- SVÁB J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- WEBER, E., BLEIHOLDER, H. 1990. Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse. *Gesunde Pflanzen*. **42**. 308-321.

Dry matter accumulation and nutrient uptake of broad beans (*Vicia faba* L.)

Z. IZSÁKI

Institute of Agriculture and Rural Development, Faculty of Agricultural and Economics Studies, Szent István University, Szarvas

Summary

The aim of the research was to examine the effect of N, P and K supplies on the dry matter accumulation and nutrient uptake of broad beans in a long-term fertilisation experiment set up in 1989 on a chernozem meadow soil calcareous in the deeper layers, involving 4 levels each of N, P and K supplies in all possible treatment combinations, giving a total of 64 treatments. Fifteen treatments were selected for the nutrient uptake studies. The present paper discusses the results achieved in 2001, which can be summarised as follows:

During the first half of the broad bean growing season, up to the beginning of flowering and pod formation on the 60th day, dry matter accumulation proceeded at a moderate rate, leading to the accumulation of 26% of the total biomass. Intensive dry matter incorporation coincided with the pod and seed formation period, and maximum leaf + stalk mass (2.25 t ha⁻¹) was reached on the 90th day, when the pod + seed mass (2.64 t ha⁻¹) made up 54% of the total dry matter yield. In the full maturity phase, on the 115th day of the growing season, 54% of the maximum aboveground dry matter yield (5.72 t ha⁻¹) was represented by the seeds (3.07 t ha⁻¹), 30% by the leaves + stalks (1.69 t ha⁻¹) and 16% by the pods (0.96 t ha⁻¹).

The macronutrient concentration of the leafy stalks was greatest on the 35th day of the growing season, when the plants were in the 5–6-leaf stage, after which it gradually declined until full maturity. The N, P, K and Mg concentrations in the pod yield also exhibited dilution, while an increase was observed in the concentrations of Na and Ca. Among the plant organs, the seed had the highest content of N and P. More K but less Mg was incorporated into the seeds than into the leafy stalks. The Cu and Fe contents of the leafy stalks were greatest at full maturity, while the Zn and Mn concentrations gradually decreased over the course of the growing period. Cu and Zn were concentrated chiefly in the seeds, and Mn and Fe in the leafy stalks.

The total N and P uptake of broad beans reached a maximum at the end of the growing season, at full maturity. The total quantity of K, Na, Ca and Mg incorporated into the plants peaked during the pod-filling and seed formation stage, after which it declined up to full maturity. Of the total macronutrients taken up by broad beans, 83% of the N, 82% of the P, 45% of the K, 8% of the Na, 10% of the Ca and 48% of the Mg accumulated in the seeds, while 7% of the N, 12% of the P,

21% of the K, 66% of the Na, 82% of the Ca and 33% of the Mg was found in the leafy stalks.

Nutrient uptake analysis at full maturity showed that the specific element uptake of broad beans for 1 t seed yield together with the corresponding by-products was as follows: 61.8 kg N, 9.6 kg P (22.0 kg P₂O₅), 22.0 kg K (26.4 kg K₂O), 5.1 kg Na (6.9 kg Na₂O), 5.8 kg Ca (8.1 kg CaO), 3.4 kg Mg (5.7 kg MgO), 15 g Cu, 75 g Zn, 50 g Mn and 374 g Fe.

Key words: broad beans, dry matter accumulation, nutrient uptake

Table 1. Weather data for the trial location during the experimental period (Szarvas, 1901–1975, 2001–2002). (1) Year. (2) Winter half-year (Oct.–Mar.). (3) Growing season (115 days). (4) Annual sum or mean. A. Precipitation, mm. B. Mean temperature, °C. a) Long-term mean, 1901–1975.

Table 2. Nutrient content of the soil in each fertilisation treatment (Szarvas, 2001). (1) Nutrient content of the ploughed layer. A. NO₃-N in the 0–60 cm layer before sowing, kg ha⁻¹. B. AL-P₂O₅ mg kg⁻¹. C. AL-K₂O mg kg⁻¹.

Table 3. Dry matter accumulation of broad beans during the growing season (Szarvas, Apr. 13–Aug. 7, 2001). (1) Day of the growing season. (2) Leaves + stalks. (3) Pods. (4) Seeds. (5) Total dry matter.

Table 4. Macronutrient content of broad beans during the growing season (Szarvas, Apr. 13–Aug. 7, 2001). (1) Day of the growing season. (2) Leaves + stalks. (3) Pods. (4) Seeds.

Table 5. Micronutrient content of broad beans during the growing season (Szarvas, Apr. 13–Aug. 7, 2001). (1) Day of the growing season. (2) Leaves + stalks. (3) Pods. (4) Seeds.

Table 6. Macronutrient uptake of broad beans during the growing season (Szarvas, Apr. 13–Aug. 7, 2001). (1) Day of the growing season. (2) Leaves + stalks. (3) Pods. (4) Seeds. (5) Total.

Table 7. Micronutrient uptake of broad beans during the growing season (Szarvas, Apr. 13–Aug. 7, 2001). (1) Day of the growing season. (2) Leaves + stalks. (3) Pods. (4) Seeds. (5) Total.

Table 8. Effect of nutrient supplies on the biomass of broad beans, t ha⁻¹ dry matter (Szarvas, full maturity on Aug. 7, 2001). (1) Treatment code. (2) Seeds. (3) Leaves + stalks. (4) Pods. (5) Total. A. Dry matter, t ha⁻¹. a) Mean; b) LSD_{5%}; c) Ratio.

Table 9. Effect of nutrient supplies on the N uptake of broad beans, kg ha⁻¹ (Szarvas, full maturity on Aug. 7, 2001). (1) Treatment code. (2) Seeds. (3) Leaves + stalks. (4) Pods. (5) Total. A. N uptake, kg ha⁻¹. a) Mean; b) LSD_{5%}; c) Ratio.

Table 10. Effect of nutrient supplies on the P uptake of broad beans, kg ha⁻¹ (Szarvas, full maturity on Aug. 7, 2001). (1) Treatment code. (2) Seeds. (3) Leaves + stalks. (4) Pods. (5) Total. A. P uptake, kg ha⁻¹. a) Mean; b) LSD_{5%}; c) Ratio.

Table 11. Effect of nutrient supplies on the K uptake of broad beans, kg ha⁻¹ (Szarvas, full maturity on Aug. 7, 2001). (1) Treatment code. (2) Seeds. (3) Leaves + stalks. (4) Pods. (5) Total. A. K uptake, kg ha⁻¹. a) Mean; b) LSD_{5%}; c) Ratio.

Table 12. Effect of nutrient supplies on the specific N, P and K uptake of broad beans, kg t⁻¹ seed yield together with the corresponding by-products (Szarvas, 2001). (1) Treatment code. (2) Specific nutrient uptake, kg t⁻¹. a) Mean; b) Range; c) Seed yield, 3.3–3.6 t ha⁻¹.