

Különböző országokból származó termékek tápanyagtartalmának meghatározása

Kulcsszavak: lencse, rizs, bab, tápanyagtartalom, ásványanyag-tartalom, kén-nitrogén

1. ÖSSZEFOGLALÁS

A Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható termékek származási országuk tekintetében nagy változékonyságot mutatnak. Hipotézisünk szerint ez a sokféleség megmutatkozik a tápanyagtartalom mennyiségében is. Kísérleteink során különböző származási helyről érkező jázminrizs, lencse és szárazbab tápanyag- és ásványanyag-tartalmának meghatározását végeztük el, az eredményeket leíró statisztikai módszerekkel elemeztük.

Munkánk célja az volt, hogy a világ különböző országaiból származó alapanyagokból legyenek alapadataink, amelyeket összehasonlíthatunk a magyarországi alapadatokkal. Az eredmények értékelése során a makrotápanyagok trendszerű változását tapasztaltuk, a termények ásványanyag tartalma több esetben közepes vagy erős változékonyságú volt. Eredményeink alapján javasolható, hogy a szakértők gyakrabban újítsák meg az alapadatokat – tekintettel az egyre globalizált világra –, és vegyék figyelembe a termények származási ország szerinti változékonyságát.

¹ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Táplálkozástudományi Intézet

² Debreceni Egyetem, Táplálkozás- és Élelmiszertudományi Doktori Iskola

2. Bevezetés

A Magyarországon kereskedelmi forgalomban kapható lencse-, rizs- és szárazbab-típusok nagy változékonyságot mutatnak a származási országuk tekintetében. Egy szupermarket polcairól öt kontinensről származó termék közül választhat a vásárló. Ez a változékonyság megjelenik a közétkeztetés számára beszállított nyersanyagok változékonyságában is. A megfelelő étlap tervezéséhez, amely akár speciális étkeztetési igényeket is kielégíthet – elengedhetetlen a kellő pontosságú tápanyagtartalom ismerete, amely kiterjed az ásványanyag-tartalomra is. Az ételkészítéskor a főbb tápanyagokról kapható tájékoztatás, de az ásványanyag-tartalomról nem. A vizsgálat során a különböző származási helyről származó, és a magyarországi nagy-, valamint kiskereskedelmi forgalomban megjelenő termények tápanyag- és ásványanyag-tartalom meghatározását végeztük el.

3. A vizsgált termények általános jellemzése

3.1. Jázminrizs

A rizs (*Orzyza sativa* L.) az újkőkori óta ismert táplálék. Európába az ókori görögök, rómaiak, majd a mohamedán népek közvetítésével került [1]. Carl von Linné kategorizálta először a *Species Plantarum*-ban, 1753-ban [2]. A jelenlegi rizstermelés földrajzi határa az 53° északi és a 40° déli szélességi fok között van. 2018-ban a világ összes rizstermése 782 millió tonna volt. A legnagyobb rizstermelő országok: Kína 214,08 millió tonna/év, India 172,58 millió tonna/év és Indonézia 83 millió tonna/év megtermelt mennyiségével. A magyarországi rizstermesztés az 1970-es években 55-68,5 ezer tonna/év, az 1980-as években 30-47 ezer tonna/év, az 1990-es évektől pedig átlagosan 10 ezertonna/év. [3]. A rizsszemek ezerszemtömege 12-54 g. A rizs minősége a profilindex alapján is jellemezhető. A paraméter a szem hosszúságát és szélességét jellemzi, ami alapján lehet karcsú (3,0<), közepes (3,0-2,1), félgömbölyű (2,1-1,1) és kerek (1,0>). A rizs népszerű és értékes kultúrnövény, amelyet több mint 8000 fajtája is jól tükröz.

A fajták közül kiemelkedő a hosszúszemű jázminrizs, amely konyhakész állapotban puha és kellemes illatú. A Thaiföld északi és északkeleti termővidékein termelt jázminrizsnek (KDML105) kimagasló aromatartalma van [4], és a Khao Dow Mali 105 és a Kor Kho 15 fajtákból nemesítették [5]. Jellegzetessége, hogy egy évben csak egyszer, az esős évszakban terem. Ennek az a következménye, hogy egy időben érik be a termés, egy időben történik a betakarítás, és egy időben kerül a termés a piacra, ami nyomott kereskedelmi árat eredményez. A termelő választhat: eltárolja a terményét (ez költségeket eredményez), vagy azonnal értékesíti alacsonyabb haszonnal. A jázminrizs tápanyagtartalma eltér más rizsfajtáktól. AUS. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Food Data Central adatbázisa szerint energiatartalma 356 kcal, fehérjetartalma 6,67 g/100g zsírtartalma lényegében nulla, szénhidrátartalma pedig 80 g/100g [6]. Chee-HeeSe és munkatársai mérései szerint energiatartalma 349 kcal, fehérjetartalma 6,98±0,16, szénhidrátartalma 79,6±0,30, míg zsírtartalma 0,26±0,07 g/100g [7]. Az Arkansasi Egyetem hallgatója Mils, és oktatója Wang 2020-ban kilencféle Thaiföldről származó, de az USA-ban nevelt fajtától származó mintát vizsgált. [8]

Tápanyagtartalom-mérési eredményeik az alábbiak voltak.

- Fehérjetartalom (g/100g): 7,61±0,01; 7,65±0,01; 8,39±0,02; 10,89±0,15; 6,99±0,03; 7,87±0,01; 9,09±0,02; 6,87±0,00; 8,41±0,13;
- Zsírtartalom (g/100g): 0,015±0,00; 0,19±0,00; 0,56±0,02; 0,54±0,01; 0,31±0,01; 0,43±0,01; 0,4±0,01; 0,26±0,01; 0,45±0,01;

Más szerzők által mért rizsfélék ásványi anyagtartalmát az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. Rizs ásványianyagtartalma különböző forrásokból (mg/kg)

Ásványi anyagok	Rizs [27]				Rizs [28]	Rizs [29]			Rizs [15]
Ca	98,75	75,8	85,6	76,3	119,5	51,9	64,5	78,1	160
Cu	4,1	4,5	5,55	6,41	9,96	3,7	2,6	4,7	0,37
Fe	31,5	10,5	16,45	3,2	5,4	23,5	1,83	2,49	2,8
K	482,65	268,45	265,85	341,35	804,83	2586,4	2687,8	2160,2	2300
Mg	171,3	83,5	155,25	139,55	194,8	403,1	403,2	302,1	1100
Mn	Nincs adat	Nincs adat	Nincs adat	Nincs adat	10,73	5,3	5,8	3,3	0,07
Zn	17	10,25	13,25	11,5	25,9	11,7	7,7	14	16
Na	57,4	51	68,85	41,44	20,78	51,9	64,5	78,1	100
Ca	98,75	75,8	85,6	76,3	119,5	3,7	2,6	4,7	160

3.2. Lencse

A lencse (*Lens Culinaris* Medik. SSP. *Culinaris*) az emberiség egyik legősibb kultúrnövénye. A kőkorszak idején már termesztették Közép-Európában [9]. A Bibliában, Mózes első könyvében is említést tesznek róla (Mózes 25:27-34), de stabil szénizotóp vizsgálatok bizonyították, hogy az ókori Egyiptomban is a táplálkozás fontos részét képezte [10]. Növényteni leírása Friedrich Kasimir Medikus, német fizikus és botanikus nevéhez fűződik -ben [11]. Jelenleg öt kontinensen, számos országban termesztik, többek között Magyarországon is. Az ENSZ Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Világszervezete (UN FAO) adatai szerint 2012 és 2014 közt körülbelül 4,3 millió hektáron termesztették, a világ éves lencsetermelése 5 millió tonna volt. 2017-ben a termőterületek nagysága már elérte a 6,5 millió hektárt [12]. A világ legnagyobb lencsetermelői Kanada, India, az Amerikai Egyesült Államok, de Ausztrália is a feltörekvő országok között van. Európában a legnagyobb lencsetermelő országok Oroszország, Spanyolország és Franciaország. A világtermelés 40%-át Kanada termeli, India 22%-kal a második, míg Törökország 8,1%-kal a harmadik a rangsorban.

A lencsének több változata ismert. Megkülönböztetjük a mag nagysága alapján: nagy, közepes és kis magvú, de a mag színváltozata alapján is: barna-, sárga-, vörös-, fekete- vagy zöldlencse. Egyes fajták kiemelkedő tápanyagtartalommal rendelkeznek. A Masooregy indiai nagyszemű vöröslencse-fajta. A pakisztáni Bahauddin Zakariya Egyetem által termesztett Masoor 85 fajta fehérjetartalma 30,41 g/100g, míg a NIAB Masoor fehérjetartalma 30,6 g/100g, ami kimagasló értéket jelent [13].

A hazánkban kereskedelmi forgalomba kerülő lencsetípusokata lencseszem mérete és színe szerint különböztetik meg.

Tápanyagtartalmát tekintve a lencse fehérjében gazdag kultúrnövény. Több szerző mérési eredményit összevetve fehérjetartalma változékonyságot mutat. Ganesan és Bajoun 2017-ben az Amerikai Egyesült Államok kormánya által üzemeltetett Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Food Data Central adatbázisaiban végzett elektronikus adatgyűjtése alapján a lencse fehérjetartalma 24,44-25,71 g/100g [14]. A Rodler Imre által szerkesztett Új Tápanyagtáblázat (2005) alapján a lencse fehérjetartalma 26 g/100g, szénhidrát tartalma 53 g/100g, zsírtartalma 1,9 g/100g [15].

2004-ben Wang és Daun több, véletlenszerűen választott nyugat-kanadai termelő által termesztett lencséből származó mintát vizsgált. Az általuk vizsgált nagyszemű barna lencse átlagos fehérjetartalma 27,3 g/100g, szénhidrát tartalma 44 g/100g, zsírtartalma 1,2 g/100g, míg a közepes szemű barna lencse átlagos fehérjetartalma 25,9 g/100g, szénhidrát tartalma 44,8 g/100g, zsírtartalma pedig 1,0 g/100g [16]. Más szerzők által mért lencse ásványianyag-tartalmát a **2. táblázat** tartalmazza.

2. táblázat. A lencse ásványanyag tartalma (mg/100g)

Ásványi anyagok	Lencse [15]	Nagy szemű lencse (Laird fajta) [16]	Közepes szemű lencse (Richlea fajta) [16]
P	420	465,5	568,4
Ca	68	64	81,3
K	840	976,4	1116,9
Mg	135	136,1	147,1
Na	7	Nincs adat	Nincs adat
Zn	3,5	4,4	4,3
Mn	1,55	1,7	1,9
Cu	0,75	1,2	1
Fe	6,5	8	7,7

3.3. Bab

A hüvelyesek közül az élelmiszeripar számára legfontosabb növények a Fabaceae családba tartoznak. Ezek a borsó, a bab, a lencse, a csillagfürt és a földimogyoró.

A bab (*Phaseolus vulgaris* L.) a pillangós virágúak családjába tartozik. Őshazájának Mexikó és Guatemala 500-1800 m tengerszint feletti területei tekinthetők, Európába az Újvilág felfedezése után került. A legrégebbi bableletek csaknem 10 000 évesek, és Peruból kerültek elő [17]. Nagy alakgazdagság jellemzi, fajon belül pedig több változata létezik. Virágai fejlett, kétoldali szimmetriával rendelkező zygomorf, jellegzetes pillangós szerkezetűek. Termésesok magból álló, oldalt lapított, vagy henger alakú hüvelytermés. A hüvelyekben a fajtától függően 4-8 mag található. A mag színe változatos.

Magyarországon kétféle fajt termesztenek: a közönséges babot, amely kerti bab néven is ismert (*Phaseolus vulgaris* L.), és a tűzbabot (*Phaseolus coccineus* L.). A világ babtermelése (*Phaseolus vulgaris* L.) 1961-ben 11,23 millió tonna, 2018-ban pedig 30,43 millió tonna volt, amely közel háromszoros mennyiséget jelent. 2018-ban világviszonylatban a legnagyobb babtermelő ország India 6,22 millió tonna megtermelt mennyiséggel, a második pedig Brazília 2,62 millió tonna terméssel. A Magyarországon megtermelt mennyiség az elmúlt 50 évben jelentősen csökkent: míg 1962-ben közel 31 ezer tonna volt az egy év alatt megtermelt mennyiség, addig ez a szám 1990-re 3546 tonnára csökkent. A mélypont 2010-ben volt: évi 545 tonna. 2014-től napjainkig az átlagosan megtermelt mennyiség 1500-1700 tonna/év [3]. A babban megtalálható tápanyagok mennyisége függ az adott fajtától, az éghajlattól, a termőterülettől és a termesztéstechnológiától. A bab termése megfelelő körülmények között éveket tárolható károsodás nélkül [18].

Tápanyagtartalmát tekintve az érett bab legértékesebb alkotórésze a fehérje. A bab fehérjéit olyan értékes esszenciális aminosavak alkotják, mint például a lizin, a metionin, a cisztein és a triptofán.

Más szerzők által mért bab-minták ásványianyag-tartalmát az **3. táblázat** tartalmazza.

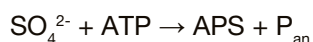
3. táblázat. Bab tápanyag- és ásványianyag-tartalma különböző forrásokból (100 g-ra)

Tápanyag	Bab száraz [15]	Fehérbab [19]	Vesebab [30]
Fehérje (g)	22,3	24,1	Nincs adat
Zsír (g)	1	1,51	Nincs adat
Szénhidrát (g)	57,9	42,4	Nincs adat
Hamu (g)	3,4	Nincs adat	Nincs adat
Víz (g)	12,4	0	Nincs adat
P (mg)	410	523	439±46
Cs (mg)	100	229	92±37
K (mg)	1550	1470	1649±296
Mg (mg)	145	180	207±24
Na (mg)	8	Nincs adat	4,296±1,052
Zn (µg)	2800	3310	3199±365
Co (µg)	5	38,9	57±15
Cr (µg)	18	Nincs adat	28±11
Mn (µg)	2500	2200	1660±196
Ni (µg)	200	220	380±164
Cu (µg)	850	1140	841±105
Se (µg)	10	Nincs adat	Nincs adat
Fe (µg)	6600	Nincs adat	10094±1750

3.4. Kén-nitrogén arány

Az élelmiszerekként tartalmát nem túl gyakran határozzák meg, pedig mennyisége a kén tartalmú aminosavak fontos jelzője. A kén a talajban szerves és szervetlen kötésben fordul elő. A talaj legfontosabb szulfidjai a FeS_2 (pirit) és a FeS , legfontosabb szulfátjai pedig a gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) és az anhidrit (CaSO_4). A szerves kötött kén mennyisége egyenes arányban változik, és szoros összefüggést mutat a talaj humusztartalmával: $r=0,84$. A talaj szerves kén tartalma talajtípusonként változó [31]: a csernozjom talajokon 75%, a podzolos talajokon kb. 50% a talaj összes szerves kén tartalma. A különböző talajtípusok kén utánpótlása függ a légszennyezettségtől és az ipari kén kibocsátástól is. Nagy-Britannia középső területein a légszennyezésből származó, levegőből kihulló kén mennyisége 1972 és 1974 közt elérte az 50 kg/év/ha mennyiséget [38]. A. Martin 1980-ban 20 évre visszamenő, több szerző által mért eredményeket hasonlított össze, melyben megállapította, hogy a levegőből kihulló kén mennyisége földrajzi területekenként és évszakonként változó [39]. J. Archer 1988-ban a környezetből származó kén mennyiségét a kelet-angliai mezőgazdasági termőterületeken már általánosságként legalább a 30 kg-év/ha mennyiségnek kalkulálja több, az 1970-es években történt mérések alapján [36]. Az Egyesült Királyságban a kén-dioxid kibocsátás az utóbbi 50 évben folyamatosan csökkent. A napjainkban kibocsátott mennyiség az 1970-es években mért mennyiségek mintegy 3%-át teszi ki [40].

A növények általában a gyökérzetten keresztül, szulfát alakban veszik fel a kén nagyrésztét vagy pedig a levelek sztómain keresztül. A felvett szulfát redukálása több lépésben történik. Legelőször ATP-vel reagál adenzin-foszforsulfáttá (AFS), miközben szervetlen foszfát (P_{an}) hasad le az ATP-ről:



ATP segítségével az APS másodszor is foszfo-adenozin-foszforil-szulfáttá foszforizálódik. Az így megkötött szulfátot egy hidrogén atomot szállító enzim szulfittá redukálja, ami azután NADPH hatására egészen szulfid-S (S²⁻) -ig redukálódik tovább, amely szerinnel ciszteinné reagál [32].

A kén a növényben anorganikus és organikus alakban egyaránt előfordul. A két frakció közt nincs éles határ, a szulfát a növény S-tartaléka. Ha fokozzuk a kultúrnövények kén ellátását, akkor elsődlegesen a szervesen kötött kén tartalom növekszik, kisebb mértékben pedig a szervesen kötött forma. A növény a kén felvett szulfát alakjában tárolja, amit szükség szerint szerves formába redukál. A növény először a szerves igényeit fedezi, csak ez után raktározza el a felvett ként [33]. A kén legnagyobb jelentősége, hogy a peptidok, fehérjék és lipidek alkotórésze, a kén tartalmú aminosavak építőeleme. A kénvegyületek közül mennyiségileg a cisztein és a metionin a számottevő. Ezek jelenléte a különböző élelmiszer és takarmány alapanyagokban elengedhetetlen. A kén specifikus szerepe az SH-csoportot tartalmazó enzimekben és koenzimekben jut kifejezésre. Az SH-csoportok a növényekben 90%-ban fehérjéhez köthetők. Kénhiány esetén a növény fehérjeszintézisében zavarok lépnek fel, növekszik az oldható nitrogénvegyületek mennyisége, csökken a fehérjetartalom [20]. Az elemek közötti kapcsolat statisztikai módszerekkel kimutatható. Kenyérbúzákon végzett vizsgálatok során $r=0,73$ ($\alpha=0.01$) korrelációt mértek a kén- és nitrogéntartalom kapcsolatában. [21]. Lengyelországban több éven keresztül babon (*Phaseolus vulgaris* L.) végeztek vizsgálatokat, melyek során megfelelő kén-ellátottság mellett 13,6%-kal növelték a termés fehérjetartalmát [37]. Észak-Németországban repcén végzett vizsgálatok során megfelelő kénellátottság mellett 40%-kal növelték a növény N felvételét [34].

Mivel a szakirodalomban nem találtunk átfogó tanulmányokat az egyes termények összetételét illetően, fontosnak tartjuk, hogy a vizsgált élelmiszer-alapanyagokra is alapadatokat adjunk meg ebből az elemből is.

4. Anyag és módszer

4.1. Nyersanyagok

A mintákat 2020 decemberében véletlenszerű szubjektív kiválasztással vásároltuk különböző magyarországi kiskereskedelmi üzletekben. A kiválasztás szempontja az volt, hogy a minták származási országuk vagy forgalmazójuk szerint különbözzenek. Öt különböző forgalmazótól és származási országból választott hétféle barnalencse, négyféle forgalmazótól és három származási országból érkező négyféle jázminrizs, valamint négy forgalmazótól és három származási országból származó, négyféle fehérbab-mintát elemeztünk és határoztuk meg azok tápanyagtartalmát. Az eredmények összesítő táblázatait, a leíró statisztikai elemzéseket és az ábrákat Microsoft Excel-ben készítettük.

A vizsgált mintákat termény-jellemzőik alapján a **4. táblázatban** soroltuk fel.

4. táblázat. A vizsgált minták és jellemzőik

Minta jelzése	Megnevezés	Jellemző	Származási ország
R1.	Rizs	Jázmin	Kambodzsa
R2.	Rizs	Jázmin	Thaiföld
R3.	Rizs	Jázmin	Vietnam
R4.	Rizs	Jázmin	Thaiföld
L1.	Lencse	Közepes szemű, barna	Oroszország
L2.	Lencse	Közepes szemű, barna	Ukrajna
L3.	Lencse	Nagy szemű, barna	Kanada
L4.	Lencse	Nagy szemű, barna	Lengyelország
L5.	Lencse	Közepes szemű, barna	Lengyelország
L6.	Lencse	Közepes szemű, barna	Törökország
L7.	Lencse	Közepes szemű, barna	Oroszország
B1.	Bab	Fehérbab	Etiópia
B2.	Bab	Fehérbab	Ukrajna
B3.	Bab	Tarkabab (Diana)	Magyarország
B4.	Bab	Fehérbab (Start)	Magyarország

4.2. A vizsgálat módszere

Az analitikai elemzést a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) és a Magyar Élelmiszerkönyv élelmiszeranalitikai iránymutatásai alapján végeztük a Debreceni Egyetem MÉK Műszerközpontjában. A vizsgálatok módszereit az **5. táblázat** tartalmazza. A fehérjetartalom meghatározásához a mért nitrogén mennyiségét 6,25-tel szoroztuk.

5. táblázat. Vizsgálatok módszerei

Vizsgált paraméter (mértékegység)	Vizsgálati módszer	Megengedett vizsgálati eltérés
Nedvesség(m/m) % szárítás, tömegmérés	MSZ 6367-3:1983	±0,4 m/m%
Nyersfehérje(m/m) % Kjeldahl módszer	MSZ EN ISO 20483:2014	±0,3 m/m%
Szénhidrát (m/m) % Fenolkénsavas módszer	Élelmiszer Analitika Elméleti Alapjai I. (1987) 3.7.2.3. fejezet	±0,05 m/m %
Összes élelmi rost (m/m) % Enzimes hidrolízis	Magyar Élelmiszerkönyv 3-2-2008/1 sz. irányelv I. sz. melléklet	±55 R
Minta előkészítés	SVM2 2011	Nincs adat
Ca (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-26:1985	±10 % R
Cu (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-34:1985	±10 % R
Fe (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-31:1985	±10 % R
K (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-29:1985	±10 % R
Mg (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-27:1985	±10 % R
Mn(mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-32:1985	±10 % R
Na ((mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-30:1985	±10 % R
P (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-28:1985	±10 % R
S (mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-38:1985	±10 % R
Zn(mg/kg) ICP-OES	MSZ-08-1783-33:1985	±10 % R

Az induktív csatolású plazma atomemissziós spektrométer (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)) egy kvantitatív elemanalitikai módszer, amelyhez a minták előkészítését a Debreceni Egyetem professzorai és oktatói által publikált tanulmány szerint végeztük [35].

4.3. Statisztikai módszer

A statisztikai elemzést leíróstatisztikai elemzéssel, a regresszió analízist pedig Microsoft Excel program segítségével végeztük.

5. Eredmények és értékelésük

5.1. Rizsminták eredményei és értékelése

A rizsminták tápanyag vizsgálatának eredményeit a **6. táblázat**, az adatok leíró statisztikai értékelését az **7. táblázat** tartalmazza. Az ásványi anyagokra vonatkozó mérési eredményeket és azok statisztikai értékelését a **8. és 9. táblázatban** foglaltuk össze. A mérési eredményeket pedig az **1. és 2. ábrán** mutatjuk be.

6. táblázat. Rizsminták tápanyagtartalma

Minta jele	R1	R2	R3	R4
Fehérje (m/m) %	6,47	6,68	6,86	7,04
Összes szénhidrát (m/m) %	78,9	78,2	78,3	77,5
Élelmi rost (m/m) %	4,87	4,52	4,91	4,66

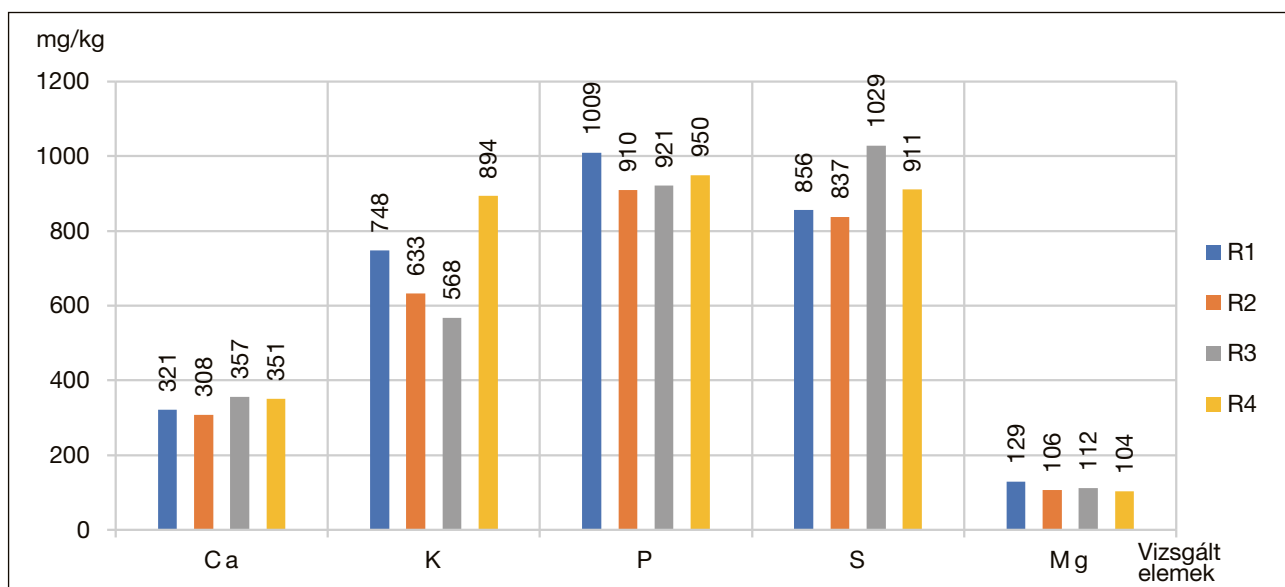
7. táblázat. Rizsminták tápanyagtartalma mérési eredményeinek statisztikai adatai

Tápanyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Fehérje	6,76	0,24	0,12	0,06	6,47	7,04	0,57	3,58
Összes szénhidrát	78,25	0,60	0,30	0,35	77,49	78,94	1,45	0,76
Élelmi rost	4,74	0,18	0,09	0,03	4,52	4,91	0,39	3,86
N (Fehérjetartalom/6,25)	1,08	0,04	0,02	0,00	1,04	1,13	0,09	3,58

8. táblázat. Rizsminták ásványianyag-tartalma mérési eredményeinek statisztikai adatai (1. rész)

Ásványianyag mg/kg	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Ca	334,25	23,51	11,75	552,5	307,8	356,8	49,00	7,03
K	710,71	142,81	71,40	20394	568,1	893,5	325,4	*20,09
Mg	112,83	11,57	5,79	133,9	103,8	129,5	25,74	*10,25
P	947,59	44,01	22,01	1937	910,3	1008	98,41	4,64
S	908,24	86,26	43,13	74418	837,5	1029	191,5	9,50

*Közepesen változékony

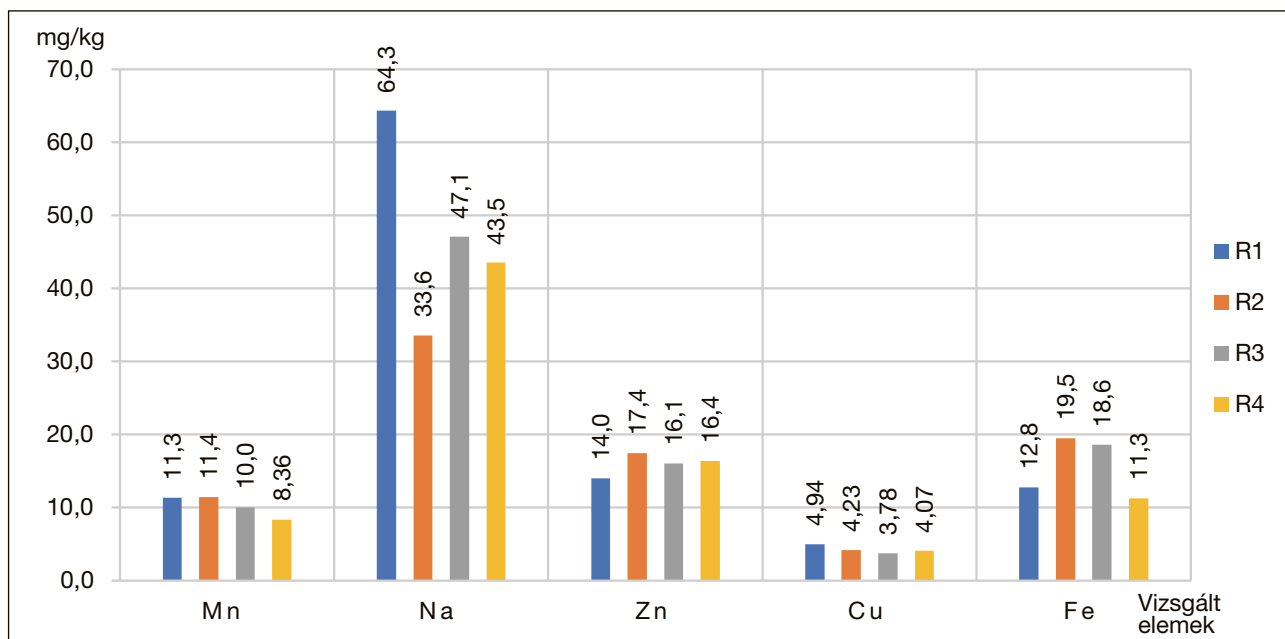


1. ábra. Rizsminták ásványianyag-tartalma mérési eredményeinek értékei (1. rész)

9. táblázat. Rizsminták ásványianyag-tartalma mérési eredményeinek statisztikai adatai (2. rész)

Ásványianyag mg/kg	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Mn	10,27	1,43	0,71	2,04	8,36	11,41	3,06	*13,92
Na	47,12	12,81	6,41	164,21	33,57	64,33	30,76	**27,19
Zn	15,97	1,43	0,72	2,06	14,01	17,44	3,43	8,98
Cu	4,25	0,5	0,25	0,25	3,78	4,94	1,16	*11,65
Fe	15,56	334,11	2,05	16,86	11,31	19,48	8,18	**26,43

*Közepesen változékony / **Erősen változékony



2. ábra. Rizsminták ásványianyag-tartalma mérési eredményeinek értékei (2. rész)

A rizsminták fehérje- (6,47-7,04 m/m%), szénhidrát- (77,49-78,94 m/m%) és élelmi rost- (4,52-4,91 m/m%) tartalma homogén volt. A vizsgált minták esetében az ásványanyag-tartalom közepes vagy erős változékonyságot mutatott. A legnagyobb változékonyságot a Na- (CV%=27,19) és a Fe- (CV%=26,43) tartalom mérésekor tapasztaltuk. Említésre méltó, hogy a Na-tartalom a Kambodzsából származó minta esetében volt a legmagasabb, a thaiföldi minták esetében a legalacsonyabb, míg a Fe-tartalom a thaiföldi minták egyikében volt a legmagasabb, és a Kambodzsából, valamint másik, thaiföldi mintában volt a legalacsonyabb.

5.1.1. Kén-nitrogén arány

A rizsminták S/N egymáshoz viszonyított arányát a **10. táblázat** tartalmazza.

10. táblázat. Kén és a nitrogén mennyisége és aránya

Minta	R1	R2	R3	R4
S (g/kg)	0,856	0,837	0,103	0,911
N (g/kg)	10,35	10,69	10,97	11,26
S/N	0,83	0,78	0,94	0,81
%	+6,4	Nincs adat	+20,5	+3,8

A táblázat ötödik sora a legalacsonyabb arányt (R2) veszi kiindulási alapul az ahhoz képest kimutatható százalékos eltérést tartalmazza.

A legszorosabb összefüggés az R2-es és az R4-es minta esetén tapasztalható; ezek származási országa Thaiföld, de az R1-es minta esetében is közeli a végsőérték. A legnagyobb eltérés az R3-as minta esetében tapasztalható, ennek származási országa Vietnám. Az összefüggés a termőföld, illetve a termesztési terület hasonló agrokémiai jellemzőire utal.

5.2. Lencseminták eredményei és értékelése

A lencseminták tápanyag vizsgálatának eredményeit a **11. táblázat**, az adatok leíró statisztikai értékelését az **12. táblázat** tartalmazza. Az ásványi anyagokra vonatkozó eredményeket és a statisztikai értékelését a **13. és 14. táblázatban** foglaltuk össze, valamint a **3. és 4. ábrán** mutatjuk be.

11. táblázat. Lencseminták tápanyagtartalma

Tápanyag mennyisége m/m%	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Fehérje	20,4	22,7	21,8	22,4	19,9	24,0	22,0
Összes szénhidrát	56,9	55,3	55,8	54,8	55,3	53,5	56,7
Élelmi rost	18,8	19,4	19,1	19,7	18,8	20,1	19,5

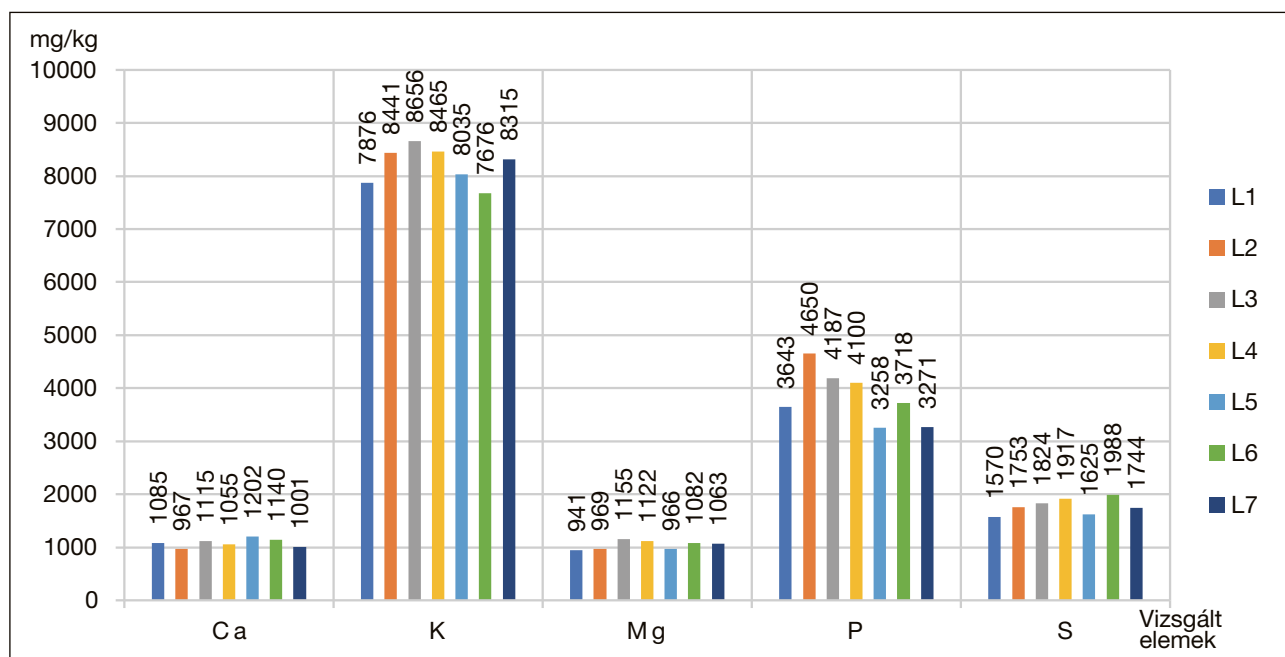
12. táblázat. A lencse tápanyagtartalmának statisztikai értékelése

Tápanyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Fehérje	21,87	1,40	0,53	1,96	19,91	24,05	4,14	6,41
Összes szénhidrát	55,48	1,17	0,44	1,38	53,46	56,86	3,40	2,11
Élelmi rost	19,35	0,49	0,19	0,24	18,76	20,14	1,38	2,55
N (Fehérjetartalom/6,25)	3,50	0,22	0,08	0,05	3,19	3,85	0,66	6,41

13. táblázat. A lencse ásványianyag-tartalma és a mérések statisztikai értékelése (1. rész)

Ásványianyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Ca	1081	81,09	30,65	6576	967,0	1202	235,3	7,50
K	8209	354,9	134,1	125956	7676	8656	980,0	4,32
Mg	1043	84,14	31,80	7080	941,3	1155	214,1	8,07
P	3832	509,7	192,6	259784	3258	4650	1391	*13,30
S	1775	149,2	56,40	22266	1570	1988	417,1	8,41

* Közepesen változékony

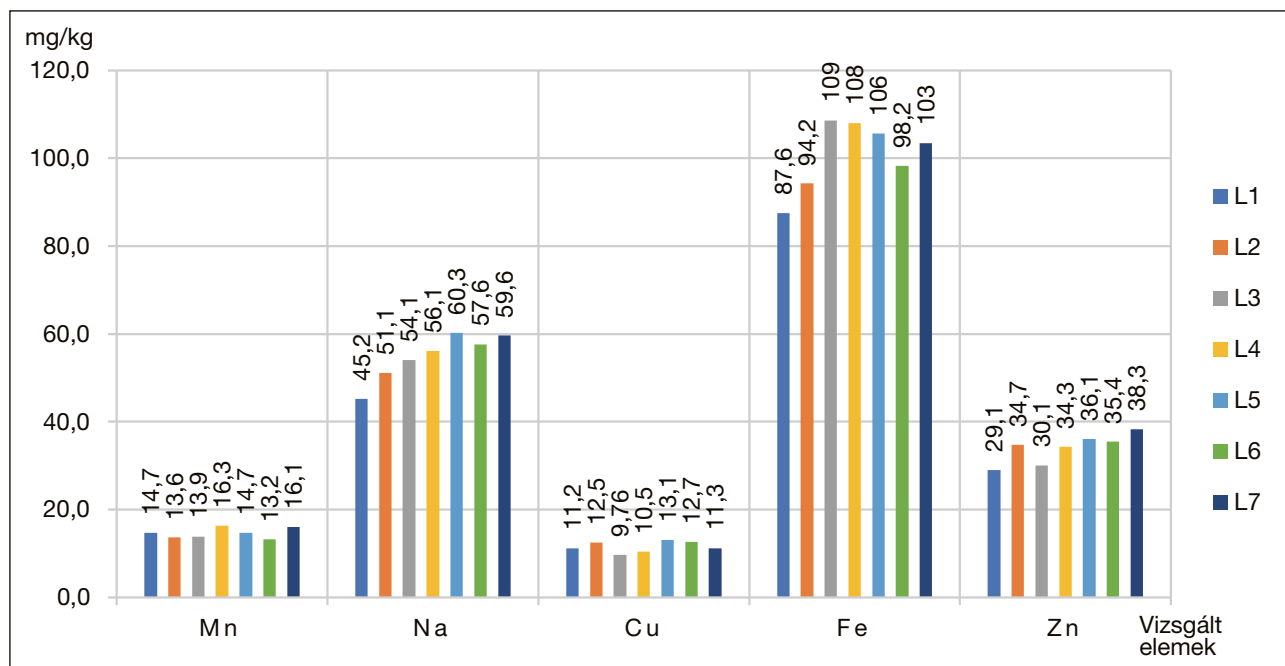


3. ábra. Lencseminták mért ásványianyag-tartalma (1. rész)

14. táblázat. A lencse ásványianyag-tartalma és a mérések statisztikai értékelése (2. rész)

Ásványianyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Mn	14,64	1,20	0,45	1,44	13,19	16,32	3,13	8,19
Na	54,87	5,30	2,00	28,11	45,24	60,32	15,08	9,66
Cu	11,57	1,23	0,47	1,52	9,76	13,13	3,37	*10,67
Fe	100,8	7,83	2,96	61,31	87,55	108,6	21,05	7,77
Zn	34,01	3,31	1,25	10,96	29,06	38,35	9,28	9,73

* Közepesen változékony



4. ábra. Lencseminták mért ásványianyag-tartalma és statisztikai elemzése (2. rész)

A vizsgált minták esetében az ásványianyag-tartalom tekintetében több érték közepes változékonyságot mutatott. A lencseminták fehérje- (19,91-24,05 m/m%), szénhidrát- (53,46-56,86 m/m%), és élelmi rost (18,76-20,14 m/m%) tartalma statisztikai szempontból homogénnek bizonyult, de százalékos értelemben összehasonlítva a legkisebb és a legnagyobb érték között 15%-os különbség adódott a fehérjetartalom mennyiségét tekintve. Ásványi anyagok közül a foszfor (CV%=13,3) és a réz (CV%=10,67) közepes változékonyságot mutatott. A többi ásványi anyag statisztikai értelemben homogén volt. Fontos megjegyezni, hogy a Mg, Mn, Na, S és Zn mennyisége statisztikai értelemben homogén, de az értékek a statisztikai tartomány felső részében helyezkednek el (CV%~10). A fehérje-, a szénhidrát- és az élelmi rost-tartalom egyaránt homogén volt.

A legmagasabb variációs koefficiense a foszfor mennyiségének volt. Ez a mennyiség az Oroszországból és a Lengyelországból származó minták esetében volt a legkevesebb, míg az Ukrajnában termesztett terményben a legmagasabb. Általánosságban a Kanadában és a Lengyelországban termesztett lencsék esetében tapasztalható a legmagasabb ásványi anyag mennyiség, az Oroszországban és az Ukrajnában termesztett lencsékben volt a legalacsonyabb. A lencse minták S/N egymáshoz viszonyított arányát a **15. táblázat** tartalmazza.

15. táblázat. A lencse minták kén és a nitrogén aránya

Minta	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
S/N arány	0,48	0,48	0,52	0,536	0,51	0,517	0,50
%	100	100	109	111	106	107	103

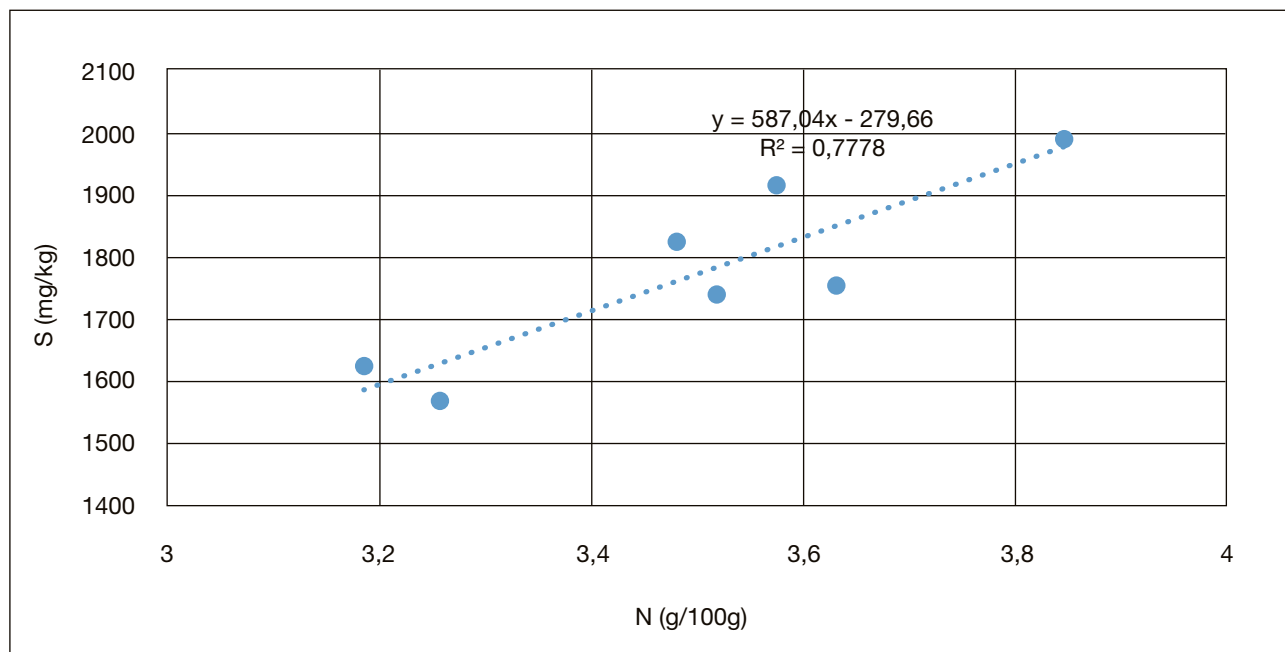
A közepes szemű minták (L1, L2, L5, L6, L7) esetében az L1, L2 és L7 minta értéke áll a legközelebb egymáshoz. Ezek a minták Ukrajnából és Oroszországból származnak. Az L4 és az L5 minták esetében a termőterület azonos, de az L4 minta nagy szemű barna lencse, az L5 minta viszont közepes szemű lencse volt, amelynek értéke jól elkülönül a többi termőterület értékétől. Az L3 (Kanada) szintén nagy szemű minta volt, S/N aránya elkülönül a többi értéktől.

5.2.1. Kén-nitrogén arány regresszió analízise

A kén és nitrogén mennyiségének regresszió analízis vizsgálatát csak a lencse esetében végeztük el, tekintettel a nagyobb mennyiségű mintaelem számra. Regressziós statisztikai eredményeinket a **16. táblázat** a korrelációt jellemző egyenest és az egyenes egyenletét az **5. ábra** tartalmazza.

16. táblázat. A regresszióanalízis jellemző értékei a S-N értékek között ($p=0,05$)

Regressziós statisztika	
r értéke	0,881909
r-négyzet	0,777764
Korrigált r-négyzet	-1,4
Standard hiba	0,115765



5. ábra. A S és N korrelációját leíró jellemző egyenes és egyenlete

A kén- és a nitrogéntartalom közötti összefüggés búzavizsgálatok során is mérhető, a korreláció $r=0,7515$ [25], amely befolyásolja a csztin mint gluténkomponens mennyiségét, ezáltal a késztermék minőségét [26].

5.3. Szárazbab minták eredményei

A babminták tápanyag vizsgálatának eredményeit a **17. táblázat**, az adatok leíró statisztikai értékelését az **18. táblázat** tartalmazza. Az ásványi anyagokra vonatkozó eredményeket a **19. és 20. táblázatban** foglaltuk össze, és a **6. és 7. ábrában** mutatjuk be.

17. táblázat. Bab tápanyagtartalma

Minta jele	B1	B2	B3	B4
Fehérje (m/m)%	20,0	18,8	Nincs adat	Nincs adat
Összes szénhidrát (m/m)%	57,6	58,1	Nincs adat	Nincs adat
Élelmi rost (m/m)%	23,3	24,3	Nincs adat	Nincs adat

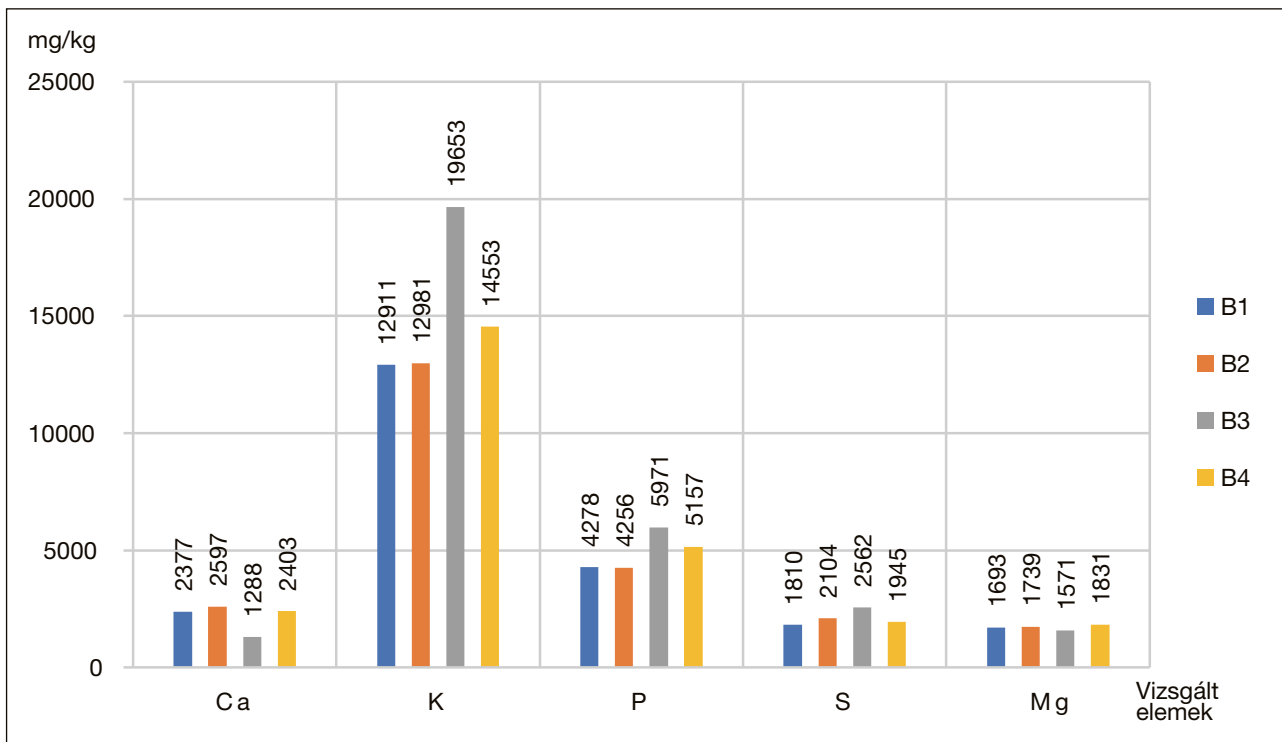
18. táblázat. Bab tápanyagtartalmának statisztikai értékelése

Tápanyag	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Fehérje (m/m%)	19,38	0,82	0,58	0,68	18,80	19,96	1,17	4,26
Összes szénhidrát (m/m%)	57,85	0,42	0,30	0,17	57,55	58,14	0,59	0,72
Élelmi rost (m/m%)	23,80	0,75	0,53	0,56	23,27	24,33	1,06	3,15
N (Fehérjetartalom/6,25)	3,10	0,13	0,09	0,02	3,01	3,19	0,19	4,26

19. táblázat. Bab ásványianyag tartalmának mérési eredményei és azok statisztikai értékelése (1. rész)

Ásványianyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Ca	2166	593,7	296,9	352499	1288	2597	1309	**27,41
K	15024	3177	1589	10095767	12911	19563	6742	**21,15
P	4915	819,3	409,7	671304	4256	5971	1715	*16,67
S	2105	327,4	163,7	109217	1810	2562	752,3	*15,55
Mg	1708	108,1	54,08	11699	1571	1831	260,0	6,33

* Közepesen változékony / **Erősen változékony

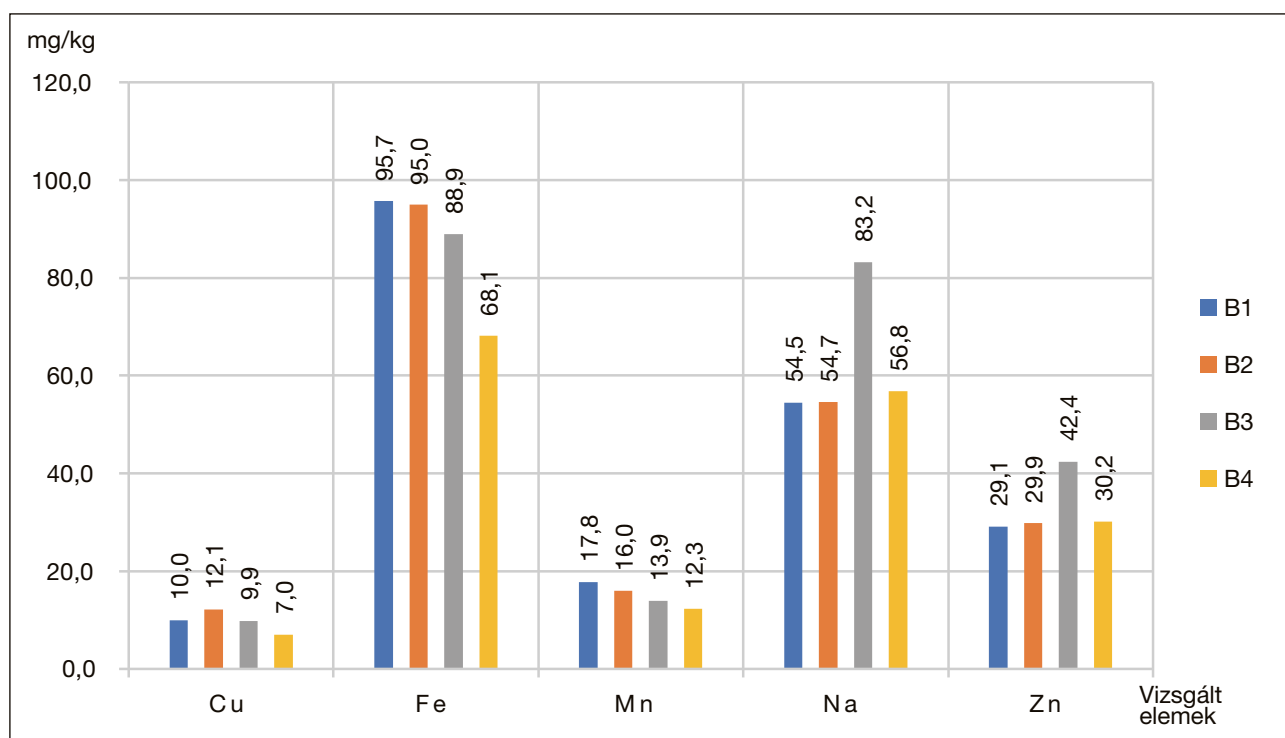


6. ábra. Babminták ásványianyag-tartalma és statisztikai elemzése (1. rész)

20. táblázat. Bab ásványianyag tartalmának mérési eredményei és azok statisztikai értékelése (2. rész)

Ásványianyag m/m%	Átlag	Szórás	Standard hiba	Variancia	Minimum	Maximum	Tartomány	CV%
Cu	9,75	2,09	1,05	4,37	7,03	12,13	5,10	**21,44
Fe	86,90	12,90	6,45	166,3	68,10	95,66	27,56	*14,84
Mn	14,99	2,40	1,20	5,77	12,30	17,81	5,51	*16,02
Na	62,29	13,98	6,99	195,4	54,50	83,20	28,70	**22,44
Zn	19,38	0,82	0,58	0,68	18,80	19,96	1,17	*19,26

* Közepesen változékony / **Erősen változékony



7. ábra. Babminták ásványianyag-tartalma és statisztikai elemzése (2. rész)

A fehérbabminták fehérje- (18,8-19,96 m/m%), szénhidrát- (57,55-58,14 m/m%), és élelmi rost (23,27-24,33 m/m%)-tartalma statisztika szempontból homogén volt, de az ásványi anyag mennyiségének a vonatkozásában a magnézium kivételével az eredmények közepes és erős változékonyságot mutattak. Közepesen változékonny volt a foszfor (CV%=16,67), a kén (CV%=15,55), a vas (CV%=14,84), a mangán (CV%=16,02) és a cink (CV%=19,26). Erősen változékonny pedig a kalcium (CV%=27,41), a réz (CV%=21,44), a kálium (CV%=21,15) és a nátrium (CV%=22,44) mennyisége.

A legmagasabb ásványi anyagtartalmat a Magyarországon termesztett bab, míg a legalacsonyabbat az Etiópiában és az Ukrajnában termesztett bab esetében mértük.

5.4. A mért értékek összehasonlítása a referenciaértékekkel

A mért adatokat összevetettük a Rodler Imre által szerkesztett Új Tápanyagtáblázatban foglaltakkal [15]. A **21. táblázat** a rizs, a **22. táblázat** a lencse és **23. táblázat** a bab tápanyag és ásványianyag-tartalmának százalékos különbséget mutatják.

21. táblázat: Rizsminták tápanyag és ásványianyag-tartalmának százalékos eltérése

Mért jellemző	R1	R2	R3	R4	Átlag
Fehérje m/m%	-17,0	-14,3	-12,1	-9,8	-13,3
Összes szénhidrát	1,2	0,3	0,4	-0,7	0,3
Ca (mg/kg)	100,9	92,3	123,0	119,4	108,9
Cu (mg/kg)*	1236*	1042*	921,7*	998,7*	1050*
Fe (mg/kg)*	355,8*	595,8*	564,5*	303,8*	455,0*
K (mg/kg)	-67,5	-72,5	-75,3	-61,2	-69,1
Mg (mg/kg)	-88,2	-90,3	-89,9	-90,6	-89,7
Mn (mg/kg)*	16068*	16205*	14192	11840**	14576*
Na (mg/kg)	-35,7	-66,4	-52,9	-56,5	-52,9
P (mg/kg)	-64,0	-67,5	-67,1	-66,1	-66,2
Zn (mg/kg)	-12,4	8,9	0,5	2,3	-0,2

*Nagyságrendekkel eltérő eredmények.

A réz, a vas és a mangán mennyisége nagyságrendekkel eltér a Tápanyagtáblázatban megadott értékektől (a **21. táblázatban** téglavörös színnel kiemelt adatok). Miután az Új Tápanyagtáblázatban szereplő értékeket összevetettük az **1. táblázatban** szereplő, más szerzők által mért eredményekkel (Cu=2,6-9,96 mg/kg, Fe=1,83-31,5 mg/kg és Mn=0,07-10,73 mg/kg) megállapíthatjuk, hogy az eltérés a nemzetközi irodalomban fellelhető eredményekhez képest is több nagyságrend mértékű. Az eltérések végett szükséges és javasoljuk az rendelkezésre álló alapadatok időszakos frissítését.

A minták esetében valamennyi minta fehérjetartalma kevesebb, a szénhidrátartalom tekintetében azonban egy minta kivételével magasabb volt, mint a referencia értékek **[15]**. Az ásványi anyagok tekintetében a kalcium mennyisége jelentősen magasabb, míg a kálium, magnézium, nátrium, foszfor és cink kevesebb volt, mint a referencia értékek **[15]**.

22. táblázat. Lencseminták tápanyag és ásványianyag-tartalmának százalékos eltérése a referencia-értékektől **[15]**.

Mért jellemző	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Átlag
Fehérje (m/m) %	-21,7	-12,7	-16,3	-14,0	-23,4	-7,5	-15,5	-15,9
Összes szénhidrát (m/m) %	7,3	4,4	5,3	3,3	4,4	0,9	7,1	4,7
Ca (mg/kg)	59,5	42,2	64,0	55,2	76,8	67,7	47,2	58,9
Cu (mg/kg)	49,7	66,3	30,2	39,7	75,1	68,9	50,0	54,3
Fe (mg/kg)	34,7	45,0	67,1	66,2	62,5	51,1	59,1	55,1
K (mg/kg)	-6,2	0,5	3,0	0,8	-4,4	-8,6	-1,0	-2,3
Mg (mg/kg)	-30,3	-28,2	-14,4	-16,9	-28,4	-19,9	-21,3	-22,8
Mn (mg/kg)	-5,3	-12,2	-10,3	5,3	-5,2	-14,9	3,8	-5,5
Na (mg/kg)	-35,4	-26,9	-22,7	-19,9	-13,8	-17,6	-14,8	-21,6
P (mg/kg)	-13,3	10,7	-0,3	-2,4	-22,4	-11,5	-22,1	-8,8
Zn (mg/kg)	-17,0	-0,9	-14,0	-1,9	3,2	1,2	9,6	-2,8

A lencseminták esetében a fehérjetartalom jelentősen kevesebb, míg a szénhidrátartalom több volt. Az ásványi anyagok közül a kalcium, a réz és a vas mennyisége jelentősen több, míg a magnézium és nátrium mennyisége jelentősen kevesebb volt, mint a referencia-értékek **[15]**.

23. táblázat. Babminták tápanyag és ásványianyag-tartalmának százalékos eltérése

Minta jele	B1	B2	B3	B4	Átlag
Fehérje (m/m) %	-10,5	-15,7	Nincs adat	Nincs adat	-13,1
Összes szénhidrát (m/m) %	-0,6	0,4	Nincs adat	Nincs adat	-0,1
Ca (mg/kg)	137,7	159,7	28,8	140,3	116,6
Cu (mg/kg)	17,3	42,7	16,0	-17,3	14,7
Fe (mg/kg)	44,9	43,9	34,7	3,2	31,7
K (mg/kg)	-16,7	-16,3	26,8	-6,1	-3,1
Mg (mg/kg)	16,7	19,9	8,3	26,3	17,8
Mn (mg/kg)	-28,8	-36,1	-44,4	-50,8	-40,0
Na (mg/kg)	-31,9	-31,7	4,0	-29,0	-22,1
P (mg/kg)	4,3	3,8	45,6	25,8	19,9
Zn (mg/kg)	4,1	6,8	51,4	7,9	17,5

A babminták fehérjetartalma átlagosan 13,1%-kal kevesebb volt, a szénhidrátartalma kis mértékben csökkent. Az ásványi anyagok közül a kalcium mennyisége jelentősen több, a vas, a magnézium, a cink és a foszfor mennyisége több, a mangán és a nátrium tartalma viszont kevesebb volt, mint a referencia értékek **[15]**.

6. Összegzés, következtetés

Méréseink során a termények fehérjetartalma átlagosan kevesebb, szénhidrátartalmuk több volta megfelelő referencia-értékekhez képest **[15]**. A makrotápanyagok tekintetében a változás megegyezik más szerzők által végzett, a Föld légköri változásával összefüggő, termések tápanyagtartalom változásával **[22, 23, 24]**. Több ásványi anyag tekintetében erős változatosságot mértünk.

Méréseink alapján elfogadtuk hipotézisünket, miszerint a termények jelentős, származási ország szerinti diverzitása megmutatkozik a tápanyagtartalom mennyiségében. Lencse esetében a S és a N mennyisége közötti korrelációt mértünk ($r=0,88$). A tapasztalt S/N arányok közel azonosak voltak országok, illetve szomszédos országok tekintetében, és különbözők az eltérő termőterületről származó minták esetében. Méréseink eredményét az Új Tápanyagtáblázat szereplő adatokkal összevetve nagyságrendbeli eltéréseket tapasztaltunk [15].

Munkánk alapján javasoljuk a tápanyag- és ásványi anyagtartalom változatosságának figyelembevételét. Az alapanyagok megfelelő mértékű tápanyagismerete elengedhetetlen a pontos étlaptervezés során. Nagy fizikai és/vagy pszichikai megterheléssel járó munkavégzés vagy foglalkozást űzők (például a rendvédelmi vagy a fegyveres erők kötelékében dolgozók) részére a megfelelő tápanyag biztosításának nagy, akár stratégiai jelentősége is lehet rövid és a hosszútávú feladatvégzés, vagy a hosszútávú egészségmegőrzés és rendelkezésreállítás során. Ezen igénybevételekhez szükséges tápanyagok biztosíthatók természetes táplálkozással, de feltétel a pontos adatok ismerete és rendelkezésre állása is.

Javasoljuk a származási hely szerinti tápanyagváltozások figyelembevételét már az alapanyag beszerzési eljárások tervezése és lebonyolítása során is.

7. Irodalom

- [1] Tanács L. (2003): Élelmiszeripari nyersanyag és áruismeret, ISBN: 963 482 612 1, Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai kar. pp. 41-45.
- [2] Linnaeus, C. (1753): *Species Plantarum*. p. 333.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020).
- [4] Yoshihashi, T., Nguyen, T., H., Kabaki, N. (2004): Area Dependency of 2-Acetyl-1-Pyrroline Content, Aromatic Rice Variety, Khao Dawk Mali 105. *Food Technology* 38 (2) pp.105-109. DOI: <https://doi.org/10.6090/jarq.38.105>
- [5] Pitiphunpong, S., Champangern, S., Suwannaporn, P. (2011): The Jasmine Rice (KDML 105 Variety) Adulteration Detection Using Physico-Chemical Properties. *Chiang Mai Journal of Science* 38 (1) pp.105-115.
- [6] US Department of Agriculture, Agricultural research Service (2019): Food Data Center Search Results. FDC ID: 1827323.
- [7] Se C-H., Chuah, K., A., Mishra, A., Wickneswari, R., Karupaiah, T. (2016): Evaluating Crossbred Red Rice Variants for Postprandial Glucometabolic Responses: A Comparison with Commercial Varieties. *Nutrients* 8 (5) p. 308. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8050308>
- [8] Mills, A. K., Wang, Y-J. (2020): Characterization of jasmine rice cultivars grown in the United States. *Discovery, The Student Journal of Dale Bumpers College of Agricultural, Food and Life Sciences* 21 (1) pp. 59-68.
- [9] Borsos J., Pusztai P., Radics L., Szemán L., Tomposné L. V., (1994): Szántóföldi növénytermesztés, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar, Budapest.
- [10] Touzeau, A., Amiot, R., Blichert-Toft, J., Flandrois, J-P., Fourel, F., Grossi, V., Martineau, F., Richardin, P., Lécuyer, C. (2014): Diet of ancient Egyptians inferred from stable isotope systematics *Journal of Archeological Science* 46 pp.114-124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.03.005>
- [11] Medikus, F., K. (1787): *Vorlesungender Churpfälzischenphysicalisch-ökonomischen Gesellschaft*. 2. Bd., p. 361.
- [12] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2019): *The Global Economy of Pulses*, Rome.
- [13] Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Aslam, Shad, M., Iqbal, S., Qayum, M., Ahmad, A., Luthria D., L, Amarowicz R. (2011): Compositional studies of lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars commonly grown in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 43 (3) pp. 1563-1567.
- [14] Ganesan, K., Xu., B.: (2017): Polyphenol-Rich Lentils and Their Health Promoting Effects. *International Journal of Molecular Sciences* 18 (11) p. 2390. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms18112390>
- [15] Rodler I. (2005): Új tápanyagtáblázat, ISBN:963-226-009-0 Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest pp.251-258.

- [16] Wang, N., Daun, J., K. (2005): Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry* 95 (3) pp. 493–502. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.001>
- [17] Gentry, H., S. (1969): Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Economic Botany* 23 pp. 55–69. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02862972>
- [18] Tanács L. (2003): Élelmiszeripari nyersanyag- és áruismeret, 74–78.
- [19] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2016): Food Data Central Search Results. FDC ID: 747441.
- [20] Loch J., Nosticzius Á. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia, Mezőgazda kiadó.
- [21] Liu, Y., Ohm, J-B., Harelend, G., Wiersma, J., Kaiser, D. (2011): Sulfur, Protein Size Distribution, and Free Amino Acids in Flour Mill Streams and Their Relationship to Dough Rheology and Breadmaking Traits. *Cereal Chemistry* 88 (2) pp. 109–116. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-06-10-0086>
- [22] Myers, S., Zanolletti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A., Bloom, A., Carlisle, E., Dieterich, L., Fitzgerald, G., Hasegawa, T., Holbrook, N., Nelson, R., Ottman, M., Raboy, V., Sakai, H., Sartor, K., Schwartz, J., Seneweera, S., Tausz, M., Usui, Y. (2014): Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature* 510 (7503) pp. 139–142. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature13179>
- [23] Zhu, C., Kobayashi, K., Loladze, I., Zhu, J., Jiang, Q., Xu, X., Liu, G., Seneweera, S., Ebi, K., L., Drewnowski, A., Fukagawa, N., K., Ziska, L., H. (2018): Carbon dioxide (CO₂) levels this century will alter the protein, micronutrients, and vitamin content of rice grains with potential health consequences for the poorest rice-dependent countries. *Science Advances* 4 (5) p. 1012. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aag1012>
- [24] Dong, J., Gruda, N., Lam, S., K., Li, X., Duan, Z. (2018): Effects of Elevated CO₂ on Nutritional Quality of Vegetables: A Review. *Frontiers in Plant Science* 9 (924). DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00924>
- [25] Gyóri Z. (2005): Sulphur content of winter wheat grain in long term field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36 (1-3) pp. 373–382. DOI: <https://doi.org/10.1081/CSS-200043098>
- [26] Moss, H., J., Wrigley, C., W., Macrithie, F., Randall, P., J. (1981): Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat. II. Influence on grain quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 32 (2) 213–226. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9810213>
- [27] Verma, D., K., Srivastav P., P. (2017): Proximate Composition, Mineral Content and Fatty Acids Analyses of Aromatic and Non-Aromatic Indian Rice. *Science Direct, Rice Science* 24 (1): pp. 21–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.05.005>
- [28] Jiang, S., L., Wu, J., G., Thang, N., B., Feng, Y., Yang, X., E., Shi, C., H. (2008): Genotypic variation of mineral elements contents in rice (*Oryza sativa* L.). *European Food Research and Technology* 228 pp. 115–122. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0914-y>
- [29] Vunain, E., Chirambo, F., Sajidu, S., Mguntha, T., T. (2020): Proximate Composition, Mineral Composition and Phytic Acid in Three Common Malawian White Rice Grains. *Malawi Journal of Science and Technology* 12 (1).
- [30] Timoracká, M., Vollmannová, A., Ismael, D., S. (2011): Minerals, Trace Elements And Flavonoids Content In White And Coloured Kidney. *Potravinarstvo* 5 (1). DOI: <https://doi.org/10.5219/116>
- [31] Grunwaldt, H., S. (1961): Untersuchungen zum Schwefelhaushaltschleswig-holsteinischer Böden. Diss. d Landw. Fakultätder Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- [32] Kylin, A. (2006): The effect of light, carbon dioxide, and nitrogen nutrition on the incorporation of S from external sulphate into different S-containing fractions in *Scenedesmus*, with special reference to lipid S. *Physiologia Plantarum* 19 (4) pp.883–887 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1966.tb07078.x>
- [33] Saalbach, E., Kessen, G., Judel, G., K. (1961): Über den Einfluß von Schwefel auf den Ertrag und die Eiweißqualität von Futterpflanzen. *Z. Pflanzenernähr Düng bodenkunde* 93 (17). DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.19610930104>
- [34] Schnug, E., Haneklaus, S., and Murphy, D. (1993): Impact of sulphur fertilization on fertilizer nitrogen efficiency. *Sulphur in Agriculture; The Sulphur Institute Washington, DC; 16., pp.31–34.*

- [35] Kovács B., Gyóri Z., Prokisch, J., and Daniel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry parameters. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 27 (3–4). pp.207–215.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>
- [36] Archer, J. (1988): *Crop Nutrition and Fertilizer Use*; Farming Press Ltd., Ipswich, pp.57-64.
- [37] Głowacka, A., Gruszecki, T., Szostak, B., Michałek, S. (2019): The Response of Common Bean to Sulphur and Molybdenum Fertilization, *International Journal of Agronomy* 2019 Article ID 3830712, 8.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3830712>
- [38] OECD (1977). *The OECD programme on long range transport of air pollutants*. Paris, OECD.
- [39] Martin, A. (1980): Sulphur in air and deposited from air and rain over Great Britain and Ireland, *Environmental Pollution (Series B)* I pp.177-193
- [40] Department for Environment Food & Rural Affairs (United Kingdom) (2020): Emissions of air pollutants in the UK – Sulphur dioxide (SO₂) <https://www.gov.uk/government/statistics/emissions-of-air-pollutants/emissions-of-air-pollutants-in-the-uk-sulphur-dioxide-so2> (Hozzáfértés 2021. 09. 10.)