

Ім'я користувача:  
Ласло Широкаї-Кудрон

Дата перевірки:  
23.05.2023 23:18:00 CEST

Дата звіту:  
01.06.2023 10:29:22 CEST

ID перевірки:  
1015217911

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100011757

Назва документа: Rácz Roland - Diplomamunka

Кількість сторінок: 72 Кількість слів: 15618 Кількість символів: 119257 Розмір файлу: 2.32 MB ID файлу: 1014895450

## 2.41% Схожість

Найбільша схожість: 0.85% з Інтернет-джерелом ([https://dspace.kmf.uz.ua/jspui/bitstream/123456789/1170/1/Simon\\_Vik](https://dspace.kmf.uz.ua/jspui/bitstream/123456789/1170/1/Simon_Vik)).

2.2% Джерела з Інтернету 118 ..... Сторінка 74

1.51% Джерела з Бібліотеки 16 ..... Сторінка 75

## 2.11% Цитат

Цитати 15 ..... Сторінка 76

Не знайдено жодних посилань

## 15.3% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

15.3% Вилучення з Інтернету 833 ..... Сторінка 77

0.08% Вилученого тексту з Бібліотеки 21 ..... Сторінка 84

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 1

**Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

**Кафедра біології та хімії**

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

**Кваліфікаційна робота**

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В  
ОВОЧАХ, ВИРОЩЕНИХ НА ПРИСАДИБНИХ ДІЛЯНКАХ ТА В  
АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

**РАЦ РОЛАНД-АНДРАШ АНДРАШОВИЧ**

Студент II-го курсу

Освітня програма 091 Біологія

Ступінь вищої освіти: магістр

Тема затверджена Вченою радою ЗУІ

Протокол №\_\_ від \_\_ \_\_\_\_\_ 2022 року

Науковий керівник:

**Чома Золтан Золтанович**  
доктор філософії, доцент

Завідувач кафедрою біології та хімії:

**Когут Ержебет Імріївна**  
доктор філософії, доцент

Робота захищена на оцінку \_\_\_\_\_, «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

Протокол № \_\_\_\_\_ / 2023

**Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

**Кафедра біології та хімії**

**Кваліфікаційна робота**

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В  
ОВОЧАХ, ВИРОЩЕНИХ НА ПРИСАДИБНИХ ДІЛЯНКАХ ТА В  
АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

Ступінь вищої освіти: магістр

Виконав: студент II-го курсу

**Рац Роланд-Андраш Андрашович**

Освітня програма 091 Біологія

Науковий керівник: **Чома Золтан Золтанович**

**доктор філософії, доцент**

Рецензент: **Комоні Є.Й.**

**доктор філософії, доцент**

Берегово  
2023

## **II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

**Biológia és Kémia Tanszék**

# **HÁZTÁJI ÉS NAGYÜZEMI ZÖLDSÉGEK MIKROELEM TARTALMÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA**

**Diplomamunka**

Képzési szint: mesterképzés

**Készítette: Rác Roland-András**

II. évfolyamos hallgató

Képzési program: 091 Biológia

**Témavezető: Csoma Zoltán**

**PhD, docens**

Recenzens: **Komonyi Éva**

**PhD, docens**

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>I. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД</b> .....	7
1.1. Загальна, коротка характеристика мікроелементів .....	7
1.2. Роль мікроелементів в організмі людини.....	12
1.3. Мікроелементи в їжі .....	17
1.4. Мікроелементи овочевих рослин .....	23
1.5. Взаємозв'язки між технологіями вирощування та вмістом мікроелементів в овочах.....	28
1.6. Значення овочів у забезпеченні потреб організму людини в мікроелементах 35	
<b>II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	41
2.1. Відбір і підготовка зразків для дослідження .....	41
2.2. Визначення вмісту мікроелементів .....	42
<b>III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b> .....	44
3.1. Вміст міді в овочах .....	44
3.2. Вміст цинку в овочах .....	46
3.3. Вміст марганцю в овочах.....	48
3.4. Вміст заліза в овочах.....	51
3.5. Вміст кобальту в овочах .....	53
3.6. Вміст хрому в овочах .....	55
3.7. Вміст свинцю в овочах .....	58
3.8. Вміст кадмію в овочах.....	60
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	64
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	66
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	68
<b>СПИСОК ТАБЛИЦЬ</b> .....	73
<b>СПИСОК РИСУНКІВ</b> .....	75

## Tartalom

BEVEZETÉS .....	6
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	7
1.1. A mikroelemek általános, rövid jellemzése .....	7
1.2. A mikroelemek szerepe az emberi szervezetben.....	12
1.3. Mikroelemek a táplálékban .....	17
1.4. Mikroelemek a zöldség növényekben .....	23
1.5. A termesztési technológiák és a zöldségek mikroelem tartalmának összefüggései.....	28
1.6. A zöldségek jelentősége az emberi szervezet mikroelem szükségletének kielégítésében .....	35
II. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	41
2.1. A minták begyűjtése és előkészítése a vizsgálathoz .....	41
2.2. A mikroelem tartalom meghatározása .....	42
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS .....	44
3.1. A zöldségnövények réz tartalma .....	44
3.2. A zöldségnövények cink tartalma .....	46
3.3. A zöldségnövények mangán tartalma .....	48
3.4. A zöldségnövények vas tartalma .....	51
3.5. A zöldségnövények kobalt tartalma .....	53
3.6. A zöldségnövények króm tartalma .....	55
3.7. A zöldségnövények ólom tartalma .....	58
3.8. A zöldségnövények réz tartalma .....	60
ÖSSZEFOGLALÁS .....	64
PE3IOME .....	66
IRODALOMJEGYZÉK .....	68
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	73
ÁBRÁK JEGYZÉKE .....	75

## BEVEZETÉS

A mikroelemek nélkülözhetetlen részét képezik az élő szervezeteknek, kulcsszerepük van minden életfunkció működésében ezért a hiányuk súlyos következményekkel jár az adott élőlény számára, a növények és állatok esetében is különböző mikroelemek más-más koncentrációban számítanak létfontosságúnak de ugyanúgy elengedhetetlen részét képezik az életnek. Az emberek esetében ezek a hatások nem csupán egészségügyi viszonylatban és egyéni szinten képesek károkat okozni, ahogy egy személy egészsége romlik és egyre inkább megmutatkoznak a hiánytünetek az egyén energiaszintje és kedélyállapota is csorbul ami szociális nehézségekhez és a munkaköri teljesítmény további zuhanásához vezet. Globális szinten márpedig ez igencsak komoly gazdasági következményekkel is járhat, aminek hatására még nagyobb kihívást nyújthat a kiegyensúlyozott táplálkozás és azzal együtt a hatékony és teljesértékű életet elősegítő esszenciális mikroelemek bevitele a szervezetbe.

Ezen elemek egyik legelérhetőbb forrásai a zöldségek, az állati eredetű táplálékhoz viszonyítva relatíve csekély a földterület és vízigényük, valamint egyszerűbb lehet akár háztartási szinten is egy kisebb zöldségeskert fenntartása mintsem állatok tenyésztése vagy gabonafélék termesztése. A másik oldalról megközelítve, az élelmiszer bevásárlásaink alatt érdemes lehet átgondolni a beszerzett zöldségek és egyéb élelmiszerek, mint például a húsok arányát, amelyek túlzott fogyasztása hosszú távon egészségügyi komplikációkkal járhat ami a zöldségekről nem mondható el, ilyen szempontból a zöldségek élettani szempontból hasznosabb és összességében egészségesebb forrásai lehetnek a mikroelemeknek mint az említett állati eredetű példa.

A munka aktualitását tekintve a Beregszászi járás területén, ahonnan begyűjtésre kerültek a minták még nem készült hasonló jellegű összehasonlítás, így minden adat új információval szolgál.

A munka tárgyát a háztáji és árusított zöldségek, továbbá a bennük található mikroelemek és toxikus fémek képezik.

A munka célja a Beregszászi járás területéről begyűjtött háztáji és árusított zöldségminták mikroelemtartalmának meghatározása és összehasonlítása.

# I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

## 1.1. A mikroelemek általános, rövid jellemzése

Nyolc olyan mikroelemet azonosítottak, amelyek kulcsfontosságúak a növények számára: cink (Zn), vas (Fe), mangán (Mn), réz (Cu), molibdén (Mo), bór (B), klór (Cl) és nikkel (Ni). Ezenkívül bizonyos növénycsoportoknak a maximális növekedéshez és teljesítményhez kvázi-esszenciális vagy előnyös elemekre is szüksége van, mint például a szilícium (Si), nátrium (Na), kobalt (Co) és stroncium (Sr). Ezek a növények számára fontos mikroelemeken kívül az embereknek és állatoknak nyomokban krómra (Cr), jódra (I) és szelénre (Se) is szükségük van. Rendkívül speciális körülmények között azt találták, hogy az állatok arzént (As), fluort (F), ónt (Sn) és vanádiumot (V) is igényelhetnek, és ezek a megfigyelések előnyösnek tekinthetők. Ellentétben az állatokkal és az emberekkel, akik nem tudnak szerves molekulákat előállítani, ezért mikrotápanyagokra van szükségük vitaminok (A, B, C, D, E és K), valamint ásványi anyagok formájában, a növényeknek ásványi elemekre, levegőre és vízre van szükségük, a szükséges biomolekulákat, például aminosavakat és vitaminokat képesek önállóan előállítani. (NIEDER ET AL. 2018)

Nieder et al. publikációjában összehasonlításra került bizonyos mikroelemek koncentrációja különböző forrásokra bontva amit a következő táblázat vázol fel.

1. táblázat: Átlagos mikroelem-koncentráció (mg kg<sup>-1</sup>) az emberi szervezetben, a növényekben és a talajban (a felső mérő)

(NIEDER ET AL. 2018)

Elem	Kéreg	Talaj	Növény	Emberi test
Króm (Cr)	35	70	-	0.094
Kobalt (Co)	12	8	0,5	0.021
Réz (Cu)	14	20	14	1.0
Vas (Fe)	31,000	40,000	140	60
Ólom (Pb)	17	35	-	-
Mangán (Mn)	530	800	630	0.17
Nikkel (Ni)	-	-	-	0.14
Cink (Zn)	52	50	100	33.0

Az elemek koncentrációja általánosan a talajban bizonyosult a legmagasabbnak, a többit nagymértékben megelőzve a vas és a mangán tartalom volt számottevő, a felsorolt



elemek az emberi testben fordultak elő a legelenyészőbb mennyiségben, mind közül a króm és a kobalt mutatták a legalacsonyabb értékeket míg a toxikus fém, ólom teljesen hiányzik.

Az emberi test mikroelemtartalmát részletesebben szemügyre véve. Takács és Tatár 1983-ban végzett vizsgálata szerint, ahol három emberi szerv Cu, Zn, Pb és Cd tartalmát tárták fel, az emberi máj, vese és tüdő az alábbi átszerkesztett táblázat szerint a mikroelem-koncentráció szempontjából a következőképpen oszlik meg.

2. táblázat: Bizonyos emberi szervek mikroelem tartalma

(TAKÁCS-TATÁR, 1987)

Mikroelem mg/kg		Vizsgált szerv		
		Máj	Vese	Tüdő
Cu	W	3.26	2.07	1.33
	D	12.70	11.55	7.81
Zn	W	30.58	23.40	9.14
	D	118,64	129.93	53.82
Pb	W	0.29	0.24	0.15
	D	1.16	1.38	0.92
Cd	W	1.69	11.79	0.64
	D	6.60	65.44	3.81

Ahol: W = nedves tömeg, D = száraz tömeg

A legmagasabb réz és ólomkoncentráció a májban fordult elő, a nedves tömeget tekintve a cink tartalom is a májban volt a túlnyomó, viszont a száraztömegnél már a vese cinktartalma ezt meghaladta. A kadmium tekintetében a vese toronymagasan megelőzi a másik két szerv elemkoncentrációját. Az ólom jelenléte a szervekben szembe megy az ezt megelőző táblázatban feltüntetett információval, ami szerint az emberi szervezet azt nem tartalmazza, vagy legalábbis nem bizonyult kimutathatónak.

Az élet minden formájánál egyaránt elengedhetetlenek a mikroelemek, így most az emberekről áttérve az állatokra Brucka-Jastrzêbska et.al., 2009 édesvízi halakkal folytatott kutatása szerint a felvázolt fajok szerveinek mikroelemtartalmát a következő táblázat mutatja be.

3. táblázat: Mikroelem tartalom három édesvízi halfaj szerveiben

(BRUCKA-JASTRZÊBSKA ET AL. 2009)

Bioelem	Szövet	Közönséges ponty	Szivárványos pisztráng	Szibériai tok

		<b>Cyprinus carpio</b>	<b>Onchorynchus</b>	<b>Acipenser baeri</b>
		<b>L.</b>	<b>mykiss Rich</b>	<b>Brandt</b>
		átlag ± SD	átlag ± SD	átlag ± SD
Fe (mg kg <sup>-1</sup> w.w.)	vér	27.1 ± 5.6	16.7 ± 3.9	35.3 ± 3.9
	máj	23.6 ± 3.7	34.8 ± 4.1	37.3 ± 2.9
	vese	33.6 ± 6.8	45.8 ± 9.7	49.6 ± 6.8
	kopoltyú	36.6 ± 6.4	28.9 ± 3.6	54.7 ± 5.7
	izom	4.6 ± 1.1	6.2 ± 0.9	9.1 ± 1.2
	bőr	3.1 ± 0.6	6.1 ± 0.7	11.5 ± 1.1
Cu (mg kg <sup>-1</sup> w.w.)	vér	0.8 ± 0.4	1.1 ± 0.9	3.8 ± 0.4
	máj	15.7 ± 17.6	19.2 ± 8.4	12.7 ± 5.6
	vese	1.6 ± 0.2	3.3 ± 0.8	1.9 ± 0.3
	kopoltyú	3.1 ± 0.4	3.6 ± 0.9	3.4 ± 0.4
	izom	0.4 ± 0.6	0.9 ± 0.3	0.7 ± 0.2
	bőr	1.1 ± 0.4	1.1 ± 0.3	1.2 ± 0.6
Zn (mg kg <sup>-1</sup> w.w.)	vér	8.8 ± 0.4	4.1 ± 0.9	3.8 ± 0.4
	máj	50.7 ± 17.6	87.2 ± 8.4	98.7 ± 5.6
	vese	19.3 ± 0.5	3.3 ± 0.8	3.3 ± 0.3
	kopoltyú	3.1 ± 0.4	3.6 ± 0.9	3.4 ± 0.4
	izom	6.1 ± 17.6	8.1 ± 12.6	7.4 ± 11.6
	bőr	52.1 ± 0.7	34.6 ± 0.6	51.9 ± 0.7

w.w. – nedves tömeg, SD - szórás

A felsorolt állatok közül a vaskoncentráció minden szövet tekintetében a szibériai toknál bizonyult a legmagasabbnak. A réz esetében az említett állat már csak a vér és bőr szöveteket tekintve előzte meg a másik kettőt. A szövetek maradékánál a szivárványos pisztráng mutatott kimagasló eredményeket. A cink tartalma a hatból három szövet esetében már a közönséges pontynál mutatkozott a legmagasabbnak. A kopoltyút és izmokat tekintve a szivárványos pisztráng értékei bizonyosodtak számottevőnek miközben a májat figyelembe véve a szibériai tok cinkkoncentrációja magaslott ki.

Az állatokról áttérve a növényekre, azon belül pedig E. Suchowilska et al. Triticum fajokat érintő összehasonlítására amit az alábbi, az eredetit nyomokban lerövidített táblázat foglal magába.

4. táblázat: Mikroelem koncentrációk a vizsgált Triticum fajok teljes kiőrlésű formájában.

(SUCHOWILSKA ET AL. 2012)

Triticum fajok és érték	Mikroelemek és nyomelemek (mg/kg)			
	Zn	Fe	Mn	Cu
Triticum monococcum (n = 12)				
Átlag	53	49	28	4.0
Max	68	62	36	5.1
Min	33	32	14	2.7
Triticum dicoccum (n = 13)				
Átlag	54	49	24	4.1
Max	69	55	34	5.2
Min	38	43	16	2.3
Triticum spelta (n = 5)				
Átlag	47	50	27	5.0
Max	61	62	33	6.0
Min	41	42	22	4.5
Triticum aestivum (n = 2)				
Átlag	35	37.5	26	3.9
Max	35	41	28	4.4
Min	35	34	24	3.5

A Cr, Cd, Pb koncentrációja 0,02 mg/kg-nál alacsonyabb volt.

A legmagasabb átlag cinktartalommal a triticum dicoccum rendelkezett míg a legalacsonyabbal a Triticum aestivum, az átlag vaskoncentrációt tekintve a Triticum spelta megelőzte a többi fajt, a legcsekélyebb értékekkel ismét a Triticum aestivum rendelkezett. A mangán esetében a legelenyészőbbek a különbségek, a Triticum monococcum a listavezető, az utolsó pedig a Triticum dicoccum aminek értékei mindössze 4 mg/kg-al maradnak el. A réz eredményei, a vashoz hasonlóan a Triticum spelta esetében jelezték a legmagasabb értékeket, a Triticum aestivum kapcsán pedig a legalacsonyabbakat.

A növényeken belül, gyógyászati növények mikroelem tartalmát vizsgálva Ducu Sandu Ștef et al. a következő táblázatban összefoglalt eredményeket tárták fel.

5. táblázat: Az ólom, réz, cink, mangán, vas, kobalt, króm, nikkel és egyéb elemek szintje a vizsgált mintákban.

(ŞTEF ET AL. 2010)

<b>Leírás</b>	<b>Cu ppm</b>	<b>Zn ppm</b>	<b>Mn ppm</b>	<b>Fe ppm</b>	<b>Co ppm</b>	<b>Cr ppm</b>	<b>Ni ppm</b>	<b>Cd ppm</b>	<b>Pb ppm</b>
Arnica montana	8	22.8	68	220	0.4	2.4	12.2	0	1.1
Cynara scolymus	6.7	16.8	87	705	0	5.3	13.9	0	0.6
Hippophae rhamnoides	4.5	8.1	122	87	0	0.4	4	0	0
Thy mi herba	6.4	14.9	78	283	0.3	1.3	6.4	0	0.4
Equisetum arvense	3.5	10.7	18	160	0	0.2	1.1	0	0
Achillea millefolium	5.9	11.4	43	152	0	0.3	5.7	0	0.5
Rhamnus frangula	1.4	4.3	29	23	0	0.1	0.5	0	0.6
Echinaceae herba	4.2	11.4	133	131	0.4	0.5	4.8	0	0
Phoeniculus	9.6	15.7	29	135	0	0.5	0.9	0	0
Calendula officinalis	10.5	14.8	59	826	1.1	5.7	3.6	0	0
Rosa canina	1.9	4.5	42	78	0	0	0.9	0	0
Mentha piperita	8	11.2	77	147	0	0.2	1.8	0	0
Matricaria chamomilla	7.7	17.2	65	244	0	1.2	3.9	0	0.6
Malva silvestris	4.4	14.9	31	310	0	0.8	3.1	0	0.6
Crataegus monogyna	7.6	16.3	49	255	0	0.2	0.7	0	0.5
Taraxacum officinale	5.5	13.5	33	245	0	0.8	1.1	0	0
Artemisia absinthium	5.3	12	59	629	0.3	2.9	5.4	0	1
Pinus	3.1	13.7	62	62	0	0.2	7	0	0.1
Plantago major	6.2	14	48	275	0	0.4	0.5	0	0
Epilobium montanum	4.9	12.9	60	84	0	0	2.1	0	0.2
Melissae Folium	5.6	11.2	50	185	0	0.4	4	0	0
Chelidonium majus	10	17.4	30	287	0	1.1	0.4	0	1.1
Salvia officinalis	4.9	12.6	52	450	0.1	2.2	5.6	0	0.5
Salix babylonica	2.3	23	25	32	0.1	0	3.2	0	0.3
Galium mollugo	3.8	13	43	75	0	0.2	0.6	0	0.3
Hypericum perforatum	8.6	16.9	75	155	0.1	0.7	2.1	0	0.1
Symphytum officinale	18.1	12.6	32	339	0.1	1.1	5.8	0	0.2
Tilia platyphyllos	8	13.5	73	113	0	0	0.8	0	0

Capsella bursa pastoris	4.3	11.4	29	212	0	1	3.1	0	0
Violae tricoloris herba	3.5	21.2	214	633	0	2.6	8	0	0.6
Poligonum aviculare	6.1	18.3	60	511	0.3	4.1	2.3	0	1
Valeriana officinalis	9.2	26.2	94	773	0.9	4.4	5.7	2.8	15.7
Urtica dioica	5.7	11.7	28	133	0	0.3	0.6	0	0.1

A legszámottevőbb réztartalommal a *Symphytum officinale* rendelkezik, a legelenyészőbbel pedig a *Rhamnus frangula*, áttérve a cinkre, a *Valeriana officinalis* koncentrációja megelőzte a többit míg a legalacsonyabb érték ismét a *Rhamnus frangulanak* tulajdonítható. A mangánt illetően a *Violae tricoloris herba* előzte meg a lista többi gyógynövényét, ellentétben az *Equisetum arvense*-el ami a legalacsonyabb koncentrációt mutatta fel. A vas vonatkozásában a *Calendula officinalis* jelzett kimagasló értéket ameddig a *Salix babylonica* mutatta a legcsekélyebb eredményt. A kadmium csak a *Valeriana officinalis* esetében volt jelen.

## 1.2. A mikroelemek szerepe az emberi szervezetben

Mint ahogy az már korábban szóba került, az élő szervezetek elengedhetetlen részei a mikroelemek, ezen fejezet azok rendeltetését tekinti át az emberi szervezetben. Nieder et al. publikációjában összehasonlításra került bizonyos mikroelemek funkciója a növényi és emberi szervezeten belül.

6. táblázat: A létfontosságú mikroelemek szerepe a növényekben és az embereknél

(NIEDER ET AL. 2018)

Elem	Növények	Emberek
Cu	Részt vesz a napenergia megkötésében a fotoszintézis során; a citokróm-oxidáz, fenoláz és lakkáz összetevője; ligninképző enzimek komponense; a kloroplaszt elektrontranszportrendszerének alkotóeleme	A kötőszövet, az idegvédelem és a csontnövekedés függ tőle. hozzájárul a vas és az energia anyagcseréhez. Számos oxidáz, amely csökkenti a molekuláris oxigént, redukálószerként használja; aktív az enzimek katalizálásában.

Co	A Rhizobium kobalamin-függő enzimaktivitása az N <sub>2</sub> -kötő növényektől függ.	A kobalamin alkotórésze, a vörösvértetek termeléséhez szükséges B <sub>12</sub> -vitamin funkcionális egysége.
Fe	Részt vesz a klorofill előállításában, a N és S metabolizmusában, a H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> és a szuperoxid méregtelenítésében, valamint a sejtfalak felépítéséhez szükséges szuberin és lignin szintézisében.	Fe-hem fehérjékben, Fe-kén enzimekben, Fe tárolására és szállítására szolgáló fehérjékben és egyéb Fe-tartalmú vagy Fe-aktivált enzimekben jelenik meg. Oxigénszállításban és elektronszállításban játszik szerepet.
Mn	Részt vesz a zsírsavak előállításában, mint a biotin enzim összetevője; részt vesz a fényenergia kémiai energiává alakításában; CO <sub>2</sub> , szulfid és nitrit csökkentésében;	Kapcsolódik a csontképződéshez, részt vesz az aminosavak, lipidek és szénhidrátok anyagcseréjében, és különféle enzimek alkotórésze, beleértve a mitokondriális Mn-szuperoxid-diszmütázt, glutamin-szintetázt és arginázt.
Zn	Hozzájárul a növekedési hormonok termeléséhez és a magok fejlődéséhez; a szuperoxid-diszmütáz és a karboanhidráz enzim összetevője; több szerves komplex és DNS része	Támogatja a normál növekedést és fejlődést terhesség, gyermek- és serdülőkor alatt; több mint 100 enzim működésében vesz részt, beleértve az RNS-polimerázt, a karboanhidrázt, a Cu-Zn-szuperoxid-diszmütázt és az angiotenzin I-et konvertáló enzimet; DNS-hez kapcsolódó Zn-ujjakban található

Az előző táblázat tematikáját követve, Prof. Dr. Kádár Imre kiadványában feltünteti a bizonyos elemek és betegségek összefüggéseit.

7. táblázat: Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek

(KÁDÁR, 1995)

Elem	(+, -)	Betegségek és tünetek
------	--------	-----------------------

Cd	+	Csontlágylulás, csontritkulás, ízlelési és szaglási zavarok, fehérjevételés, hányinger, étvágytalanság, magas vérnyomás, alacsony vérnyomás.
Pb	+	Fejfájás, migrén, ingerlékenység, depresszió, túlzott aktivitás, tanulási nehézség, hányinger, étvágytalanság, vesepanaszok, emlékezet- és alvászavar.
Cu	+	Hányinger, étvágytalanság, Parkinson kór, Fanconiszindróma (kóros vérszegénység), csontritkulás, csontlágylulás, gerincdeformáció.
Cu	-	Fáradékonyság, gyengeség, fejfájás, migrén, ödéma, vérszegénység, növekedési zavarok, ízületi deformitás, reuma, agykárosodások.
Zn	-	Fertőzésekre és daganatképződésre való hajlam, növekedési és nemi fejlődési zavarok, fogyás, csökkent fogamzóképeség, bőrgyulladás, kopaszodás, sebpanaszok, ízlelési és szagérzékelési panaszok, A vitaminra nem reagáló szürkületi vakság.
Zn	+	Látási zavarok, részleges bénulások, hányás, hasmenés, hasi fájdalmak, fejfájás, migrén.
Fe	-	Vérszegénység
Mn	-	Fogyás, tüdőasztma, reuma, ízületi deformitás, epilepszia
Co	-	Gyengeség, sápadtság, vérékenység, székrekedés, vérképzés zavarai
Cr	+	Tüdőrák
Cr	-	Csökkent cukortűrés, cukorbetegség
Ni	+	Rákosodás (gége, gyomor, vese), hányás, hasmenés, nehézlégzés

+ túlsúly, - hiány

Részletesebben kitérve a cink, réz, vas és kobaltra.

### **Cink**

Az emberi szervezetben általában körülbelül 2 g cink van, amely a test szöveteiben jelenlévő nélkülözhetetlen nyomelem, és a vashoz hasonlóan nagy mennyiségben található ott. Körülbelül 60%-a az izomszövetben, a fennmaradó 30%-a a csontban és 5%-a a bőrben található. Kulcsfontosságú az emberek növekedéséhez és fejlődéséhez, és több száz fehérje és enzim része. A felvételt és felszabadulást a csonttartalék közvetíti. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

### **Bevitel**

Bár az ajánlott napi szintek a paraméterek függvényében változnak, beleértve a nemet és az életkort, a becsült teljes expozíciós értékek általában 5-22 mg/nap tartományban vannak. Ennek eredményeként hajlamosak ebbe a tartományba vagy ahhoz közel esni. Az élelmiszerek, beleértve a húst, a gabonaféléket, a tejet és a tejtermékeket, mind tartalmaznak cinket. De általában a gabonafélék, és a zöldségek csak körülbelül 5 mg/kg cinket tartalmaznak, míg a fehérjében gazdag élelmiszerek viszonylag nagy mennyiséget (10-50 mg/kg nedves tömeg) tartalmaznak. Az ivóvíz normál körülmények között általában csekély hatással van a cink felszívódására, kivéve, ha más tényezők, például a cink-tartalmú csővezetékek és szerelvények korróziója okozzák a cinkkoncentráció növekedését. Az elviselhető felső beviteli határértékek az életkorral változnak, és jellemzően napi 10 mg újszülötteknél és 10-50 mg naponta, vagy 0,3-1,0 mg testtömeg-kilogrammonként. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

### **Réz**

Bár a réz szükséges összetevője az emberi egészségnek, a túlzott vagy nem megfelelő bevitel súlyos kóros következményekkel járhat. A réz oxidációjának két fő állapota van, a  $Cu^+$  (réz) és a  $Cu^{2+}$  (réz), amely számos réz-enzim működésének fontos redox jellemzője. Ezek az enzimek, amelyek főként oxidázok, egy elektron transzfer folyamatokban vesznek részt, amelyekben egy szubsztrát és oxigénmolekula vesz részt. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

#### **A réz bevitel és metabolizmusa**

A teljes kiőrlésű gabonából készült élelmiszerek (beleértve a gabonaféléket is), a magvak, diófélék, csokoládé, tenger gyümölcsei és állati belsőségek, beleértve a májat és a veséket, a legjobb rézforrások az étrendben. A réz beviteli referenciaértékeket 2001-ben dolgozták ki. Az RDA-k (ajánlott étrendi mennyiségek) alacsonyabbak a 18 év alattiak esetében; a csecsemők és kisgyermeknél napi 340  $\mu$ /g-ig, a tinédzserek és felnőtteknél napi 890  $\mu$ /g-ig terjednek. A felnőttek RDA napi 900  $\mu$ /g. Ezenkívül meghatározták a réz UL-értékeket (felső határértékek), amelyek 1-3 éves csecsemők esetében napi 1 mg-tól felnőttek 10 mg-ig terjednek. Az elemzések szerint a felnőtteknek napi 2,6 mg rezet kellene fogyasztaniuk, hogy csökkentsék a hiány kockázatát és megelőzzék a réztúlterhelés tüneteit. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

### **Vas**

A vas és az oxigén közötti erős kapcsolat az emberi élet alapjaként szolgál, így a vas fontos tápanyag. A hemoglobin és a mioglobin fehérjék kofaktorként vas-tartalmú hemet igényelnek. Mindkettő döntő szerepet játszik szervezetünk oxigénszállítási képességében. A



szervezet teljes vastartalmának körülbelül kétharmada a vörösvértestek hemoglobinjában raktározódik, ami segíti az oxigén átvitelét a tüdőből a test többi részébe. Az izmok átmenetileg képesek oxigént tárolni a mioglobinban, hogy nagy oxigénigény esetén használják. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

### **A vas bevitele és metabolizmusa**

Mivel a vas szinte mindenhol jelen van az élelmiszerekben, az étrendben lévő vas mennyisége általában többé-kevésbé korrelál az energiabevittel. Kulcsfontosságú annak felismerése, hogy vashiány fordulhat elő, ha a szervezetnek erre a mikro-tápanyagra való igénye egyszerűen meghaladja az energiaszükségletét. A kisgyermek és a nők jobban ki vannak téve a vashiányos vérszegénység kockázatának. Az életkor, a nem és egyéb egészségügyi jellemzők mind befolyásolják a napi vasszükségletet. Javasolt, hogy a felnőtt férfiak napi 8 mg-ot vigyenek be, míg a menstruáló nőknek napi 18 mg-ot kell bevinniük. Terhes nőknek napi 27 mg-ot kell bevinniük. A betegek kivül a szigorú vegetáriánus étrendet követő, vagy elhivatottan sportoló egészséges embereknek is szükségük lehet további vasra. A gabonafélék és más termékek magas vastartalmúak, mivel a finomított gabonatermékeket sok országban vitaminokkal és ásványi anyagokkal dúsítják. A marha-, baromfi- és hal hem vastartalma jelentős, és a hús egyéb összetevői is elősegítik a nem hem vas felszívódását. A vasban gazdag étel az étcsokoládé. (LYNCH-DUCKWORTH, 2020)

### **Kobalt**

A B<sub>12</sub>-vitamin komplex Co-t tartalmaz, amelyet fontos nyomelemnek tituláltak. A Co szükségessé teszi a vörösvértestek szintézisét az emberben, ezáltal elősegíti a hemoglobin szintézisét és megelőzi a vérszegénységet. (ZOHOORI-DUCKWORTH, 2020)

### **A kobalt bevitele és metabolizmusa**

Az étrend a fő Co-forrás, a leggazdagabb források pedig a kávé, a csokoládé, a tenger gyümölcsei, a zöld leveles zöldségek és a gabonafélék. Felnőttek esetében az átlagos napi Co-expozíció 21-33 µg/nap, míg a gyerekek esetében 13-24 µg/nap. Nem számoltak be arról, hogy a kiegyensúlyozott étrendet folytató egészséges embereknek Co-hiányuk lenne. Az elhízott fiatalok vérében azonban szokatlanul alacsony lehet a Co szintje, és pótlásra lehet szükség. (ZOHOORI-DUCKWORTH, 2020)

### 1.3. Mikroelemek a táplálékban

Az életfunkciók számára elengedhetetlen mikroelemeket a táplálék biztosítja. Ioan Gogoasa et. al. kutatásában ecsetelte egyes mikroelemek a szervezet számára nélkülözhetetlen napi értékét.

8. táblázat: Ajánlott napi étrendi értékek 19 és 50 év közötti férfiak és nők számára  
(GOGOASA ET AL. 2015)

Elem	Ajánlott napi bevitel, mg/nap	
	Férfiak	Nők
Fe	8	18
Mn	2,3	1,8
Zn	11	11
Cu	0,9	0,9

A cink és réz értékei megegyeznek a két nem között, a mangán esetében a férfiak számára ajánlott dózis enyhén meghaladja a nőkéét míg a vasra való tekintettel az ellenkezője igaz, a nők számára ajánlott érték több mint a duplája a férfiakénak ami a menstruációs vérzések okozta vasvesztésnek tudható be.

Szintén Ioan Gogoasa et. al. megismertette ugyan ezen mikroelemek koncentrációját Romániában fellelhető almafajtákban amik hozzájárulhatnak a fentebb lefektetett értékek eléréséhez.

8. táblázat: Különböző romániai almafajták Fe, Mn, Zn és Cu tartalma  
(GOGOASA ET AL. 2015)

Alma fajta	Bioelem tartalom (mg/kg friss anyag)			
	Fe	Mn	Zn	Cu
Champagne	5.24	0,31	0.22	0.15
Dublu rosu	4.35	0.22	0.31	0.23
Florina	6.02	0.28	0.25	0.21
Jonathan	5.97	0.43	0.32	0.28
Rennet	3.86	0.32	0.30	0.20
Wagener	4.12	0.28	0.38	0.26

Az adatok alapján a Florina rendelkezik a legmagasabb vaskoncentrációval miközben a mangán és a réz a Jonathan-ban mutatkozott számottevőnek, a cink esetében a Wagener értékei magaslottak ki. A legalacsonyabb vastartalommal a Rennet, a mangánt

illetően pedig a Dublu rosu-nak tulajdonítható a legelhanyagolhatóbb érték, a cink és a réz tekintetében a Champagne mutatta a legcsekélyebb eredményt.

Jie Jiang et. al. teljeskörű étrendi kutatást végeztek aminek eredményeit az alábbi táblázat körvonalazza.

9. táblázat: Elemi koncentrációk (mg/g) élelmiszerekben, amelyeket 2011-ben Shenzhenben gyűjtöttek össze egy Total Diet Study tanulmány részeként.

(JIANG ET AL. 2015)

Élelmiszer csoport	Termékcsoport	n	Fe		Mn		Zn		Cu	
			Közé pérté k	Szórás	Közé pérté k	Szórás	Közé pérté k	Szórás	Közé pérté k	Szórás
Gabonafélék és gabonatermékek	Rizs és rizstermékek	14	ND	ND-9.93	2.41	0.3-3.83	4.06	0.38-8.02	0.6	ND-0.99
	Búza és búzatermékek	12	6.18	2.29-14.4	2.04	0.7-11.6	2.8	1.40-9.93	0.51	0.29-1.35
Gyümölcs és zöldség	Gyümölcs	30	1.49	ND-3.3	0.47	0.17-3.68	0.6	0.12-1.81	0.39	0.09-1.79
	Levél zöldségek	9	5.65	3.01-18.3	1.32	0.61-4.31	2.15	1-2.81	0.33	0.13-0.75
	Gyümölcsös zöldségek	17	4.48	1.94-14.4	1.53	0.34-10.1	1.16	0.74-3.27	0.28	0.17-0.71
	Gyökérzöldségek	21	5.42	1.8-30.1	1.65	0.34-13.6	2.18	0.66-26.4	0.69	0.05-1.93
Szójababból készült termékek és diófélék	Szójabab termékek	14	21.4	4.17-45.5	7.21	1.02-16.6	8.94	2.03-23.0	2.36	0.34-4.3
	Diófélék	6	10.1	5.7-18.2	19.3	8.29-41.3	9.95	3.75-20.3	3.61	1.96-4.51
Hús és húskészítmények	Sertéshús	12	6.75	4.24-32.9	0.25	0.16-2.38	14.7	3.55-21.2	0.42	0.31-1.32
	Marhahús	3	11.4	10.9-28.8	0.31	0.12-0.41	25.9	16.8-61.5	0.37	0.3-0.93
	Csirke	3	6.06	5.72-13.5	0.31	0.2-0.45	9.55	8.97-10.5	0.39	0.38-0.41
	Kacsa	3	14.4	10.3-22.9	0.37	0.14-0.39	15.4	14.4-16.0	1.57	1.29-1.97
Tej és tejtermék	Tej és tejtermék	9	ND	ND-89.2	0.04	ND-0.72	3.02	1.51-44.6	0.04	ND-3.33

Élelmiszer csoport	Termékcsoport	n	Fe		Mn		Zn		Cu	
			Közép érték	Szórás	Közép érték	Szórás	Közép érték	Szórás	Közép érték	Szórás
Vízi termékek	Édesvízi hal	14	4.34	1.93–9.7	0.3	0.13–1.85	6.62	4.49–14.1	0.29	0.09–0.7
	Kagylófélék	8	25.0	2.83–138	3.19	1.14–15.2	30.7	10.9–54.5	3.37	1.77–16.9
	Tenger gyümölcsei	6	7.14	1.2–26.6	1.38	0.17–7.58	15.4	4.63–31.8	9.0	0.44–20.0
Tojás és tojástermékek	Tojás és tojástermékek	12	20.1	6.32–24.5	0.35	0.16–0.48	9.83	4.49–15.0	0.86	0.2–23.0
Cukor és cukortermékek	Cukor és cukortermékek	14	2.46	ND–40.7	0.18	ND–5.81	0.68	ND–8.34	0.27	ND–2.91
Növényi olaj és fűszerek	Növényi alapú olaj	12	ND	ND–3.2	ND	ND–0.14	ND	ND–0.13	ND	ND–3.26
	Fűszerek	10	2.55	ND–39.2	0.53	ND–26.4	0.8	ND–11.1	ND	ND–1.24
Alkohol	Sör	3	ND	ND	0.10	0.08–0.11	ND	ND	0.02	0.02–0.02
	Vörösbor	2	2.95	2.88–3.03	1.92	1.85–1.98	0.58	0.50–0.66	0.09	0.07–0.1
	Kínai likőr	9	ND	ND–2.2	ND	ND–0.18	ND	ND	ND	ND–0.08

n: minták száma; ND: nem észlelhető.

Folyékony minták esetén a koncentráció mértékegységei abból a feltételezésből kerültek meghatározásra, hogy 1 ml oldat 1 g-nak felel meg.

A középértékeket figyelembe véve, a vastartalom a kagylófélékben mutatkozott kiemelkedőnek, amíg a gyümölcsökben elenyészőnek, leszámítva azokat a mintákat ahol egyáltalán nem volt észlelhető. Mangánkoncentráció szempontjából már a diófélék emelkedtek ki, a tej és tejtermékek már csak nyomokban tartalmazták, a növényi olajok és a kínai likőr teljesen nélkülözte. A vashoz hasonlóan, a cink értékei szintén a kagylófélékben bizonyultak a legmagasabbnak, legelhanyagolhatóbbnak pedig a vörösborsban, a növényi olajokban, sörben és kínai likőrben nem került kimutatásra. Réz tekintetében a tenger gyümölcseinek tulajdonítható a legszámottevőbb eredmény míg a sörnek a legminimálisabb, eltekintve azoktól a mintáktól ahol nem volt észlelhető.

Az információ, ami az élelmiszerek mikroelemtartalmát illeti az egészséges élet szempontjából értékesnek számít, viszont a forrásokból való elemek nem feltétlenül olyan arányban szívódnak fel és hasznosulnak ahogy azt a tartalmuk sugallaná.

Bár még mindig kevés emberrel végzett vizsgálat létezik, a teljes értékű étkezésből származó tápanyagok biológiai hozzáférhetősége olyan kutatási terület, amely az elmúlt években nagy figyelmet kapott. A biológiai hozzáférhetőség meghatározása, amely a bevitt tápanyag azon része, amely felhasználásra és tárolásra válik elérhetővé a szervezetben, idővel konszenzusra jutott. E koncepció szerint a biológiai hozzáférhetőség az egyszerű bélből történő felszívódáson túl a hasznosítást és a testszövetben való tárolást (megtartást) is magában foglalja. (MELSE-BOONSTRA, 2020)

10. táblázat: A tejből és tejtermékekből származó vitaminok és ásványi anyagok biohasznosulása emberben  
(MELSE-BOONSTRA, 2020)

Tápanyag	PRI/AI	Tartalom (/ 100 g)		Biohasznosulás (%)
Cink	7.5 mg/nap	Tej	0.4 mg	25–30%
		Joghurt	0.4–0.6 mg	
		Lágy sajt	2–3 mg	
		Sajt	3.4 mg	

PRI, Népszerűségi referenciabevitel; AI, megfelelő bevitel felnőtt nők számára

A feljebb látható táblázat alapján ha egy felnőtt nő csak sajtból szeretné bevinni a napi cinkszükségletet akkor abból több mint 700 grammot kellene elfogyasztania minden nap.

### Cink

A tej jelentős cinkforrás, 100 ml-ben 0,4 milligramm cinket tartalmaz. Bár a cink többnyire a tej fehérjerészében található a kazein micellákban, enyhén savas környezetben könnyen felszabadul. A tejből a cink körülbelül 25-30%-a szívódik fel. Egyéb kis molekulatömegű ligandumok és kelátképzők, amelyek képesek megkötni a cinket, például aminosavak (hisztidin, metionin) és szerves savak (citromsav, almasav és tejsav), a savó- és kazeinpeptidek mellett segíthetik a cink felszívódását. (MELSE-BOONSTRA, 2020)

11. táblázat: A zöldségekből és gyümölcsökből származó vitaminok és ásványi anyagok biohasznosulása az emberben  
(MELSE-BOONSTRA, 2020)

Tápanyag	PRI/AI	Tartalom (per 100 g)		Biohasznosulás (%)
Vas	11 mg/d	Spenót	2 mg	~12%
		Kelkáposzta	1 mg	
		Brokkoli	0.6 mg	
		Kivi	0.5 mg	

PRI, Népszerű referenciabevitel; AI, megfelelő bevitel felnőtt nők számára.

A vas tekintetében még kritikusabb a helyzet, legalábbis ha a zöldségeket vesszük szemügyre, ha egy felnőtt nő a listán felsoroltak közül a legmagasabb koncentrációval rendelkező spenótból szeretné bevinni a napi szükségletét akkor akár 5 kilogrammot is el kellene fogyasztania ami messze áll reálisan fenntarthatótól.

### Vas

Bár a zöld leveles zöldségekben bőséges a vas, biológiai hasznosulása csak körülbelül 12%. Az alacsony biológiai hozzáférhetőségért az olyan biológiai összetevők emészthetlenségét okolják, mint a kloroplasztiszok és a mitokondriumok, ahol a vas tárolódik. (MELSE-BOONSTRA, 2020)

Tekintettel arra, hogy számos mikro-tápanyag csak a húsból található meg, vagy biohasznosulása lényegesen magasabb, mint a növényi forrásoké, a hús, beleértve a májat is, számos tápanyag jelentős forrása. Ha a vasat húsból nyerik hemvaszként, akkor nagyobb a biológiai hozzáférhetősége, mint a növényekből nyert vasnak. (NOHR-BIESALSKI, 2007)

Számos mikroelem bőségesen megtalálható a húspan és a májban, 100 g sertésmáj 20 mg vasat, 100 g zsírszegény sertéshús 1,8 mg vasat és 2,6 mg cinket tartalmaz. Ezért napi 100 g sertéshús és máj a vas és a cink RDA-jának (ajánlott étrendi pótlék) akár 50%-át is biztosíthatja. A legújabb kutatások kimutatták, hogy a veszélyes vegyszerek, például a nehézfémek, amelyeket korábban a májfogyasztás elleni érvként használtak, gyakorlatilag teljesen hiányoznak a sertés- és szarvasmarhamájból, és még a technikai kimutatási határ alatt is vannak. (NOHR-BIESALSKI, 2007)

#### 1.4. Mikroelemek a zöldség növényekben

Az élelmiszereken belül kitérve a zöldségekre, bár biohasznosulás szempontjából talán nem számítanak a leghatékonyabb forrásnak, egyéb szempontokat figyelembe véve mint például a rosttartalom és más kémiai összetétel béli sajátosságok, összességében megfelelőbb forrásai lehetnek a mikroelemeknek mint tegyük fel bizonyos húsok, amik túlzott fogyasztása gyakran nem ajánlott. Cunningham et al. kutatásukban megvizsgálták számos zöldség vas és cinktartalmát, a következő táblázat ezekből valamennyit felvázol.

12. táblázat: Ásványianyag-koncentráció (mg/100 g) Ausztráliában 2000–2001-ben vásárolt nyers zöldség ehető részében, ahol ismert, fajtánként.

(CUNNINGHAM ET AL. 2001)

Élelmiszer cikk, fajta, ahol ismert, leírás	Vas mg/100g	Cink mg/100g
Bab, zöld, nem tartalmazza a szarát és a hegyeket	1.0	0.3
Brokkoli, közönséges, virágfej, felső szár	0.8	0.5
Káposzta, közönséges, zöld, levélfej	0.4	0.2
Paprika, zöld, hús és bőr	0.5	0.2
Paprika, vörös, hús és bőr	0.3	0.1
Sárgarépa, érett, hámozatlan	0.3	0.2
Karfiol, virágfej	0.4	0.2
Uborka, Greenridge, hámozatlan, végeit eltávolítva	0.3	0.1
Saláta, ropogós fej, belső levelek	0.6	0.2
Hagyma, fehér héjú, érett, hámozott	0.2	0.2
Hagyma, barna héjú, érett, hámozott	0.4	0.3
Borsó, zöld, nem tartalmazza a hüvelyt és a szarát	1.8	1.1
Burgonya, Coliban (világos héj), hámozott	0.5	0.2



Burgonya, Desiree (vörös héj), hámozott	0.2	0.3
Sütőtök, Butternut, hámozott, magozott	0.2	0.2
Sütőtök, Jarrahdale, hámozott, magozott	0.3	0.2
Cukkini, zöld, hámozatlan, szárát nem tartalmazza	0.4	0.4

Mind a vas és a cink vonatkozásában a zöld borsónak tulajdoníthatók a legmagasabb értékek, a legalacsonyabb vaskoncentrációval a fehér héjú hagyma, vörös héjú burgonya és a Butternut sütőtök rendelkezik. A cinket illetően a vörös paprika és az uborka jelezte a legminimálisabb végeredményt.

Bosiacki és Tyksiński tanulmányukban a réz, cink, vas és mangánkoncentrációt vizsgálták és hasonlították össze zöldségek ehető részeiben.

13. táblázat: Extrém értékek és átlagos rézkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben

(BOSIACKI-TYKSINSKI, 2009)

Faj	1993		2005	
	szélsőséges értékek	átlag	szélsőséges értékek	átlag
Zöldségek, amelyek ehető részei levelek				
Saláta	3.2 – 8.2	5.3	2.0 – 9.2	4.6
Fejes káposzta	1.0 - 3.7	2.7	0.6 – 4.3	2.1
Petrezselyem (felső levelek)	3.6 – 7.4	5.2	1.3 – 7.0	4.2
Póréhagyma	1.0 – 3.2	2.4	1.2 – 8.7	4.0
Zöldségek, amelyek ehető részei a gyökerek				
Sárgarépa	2.3 – 6.8	4.2	1.5 – 6.4	4.2
Zeller	2.1 – 8.3	4.8	2.1 – 8.9	5.4
Petrezselyem	4.7 – 7.6	6.4	1.4 – 6.4	3.6
Zöldségek, amelyek ehető részei gyümölcsök				
Paradicsom	1.5 – 5.2	3.5	1.2 – 7.6	3.5
Uborka	3.9 – 6.3	5.3	1.0 – 4.7	2.6

Az átlag értékeket figyelembe véve, az 1993-as minták közül a petrezselyem gyökere rendelkezik a legmagasabb réztartalommal míg a póréhagyma a legalacsonyabbal. A 2005-

ben mért minták esetében már a zeller előzi meg a többit mialatt a fejes káposzta eredménye mutatkozott a legelhanyagolhatóbbnak.

14. táblázat: Extrém értékek és átlagos cinkkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben

(BOSIACKI-TYKSINSKI, 2009)

Faj	1993		2005	
	szélsőséges értékek	átlag	szélsőséges értékek	átlag
Zöldségek, amelyek ehető részei levelek				
Saláta	36.2 – 67.7	50.7	17.7 – 118.8	65.1
Fejes káposzta	17.2 – 47.1	30.9	9.4 – 48.9	23.8
Petrezselyem (felső levelek)	18.4 – 74.4	40.4	13.8 – 52.7	31.6
Póréhagyma	16.8 – 23.9	19.7	9.5 – 38.4	26.1
Zöldségek, amelyek ehető részei a gyökerek				
Sárgarépa	10.3 – 26.0	4.2	1.5 – 6.4	4.2
Zeller	24.2 – 34.5	29.1	12.9 – 64.6	32.2
Petrezselyem	16.2 – 28.3	21.5	11.4 – 44.8	21.8
Zöldségek, amelyek ehető részei gyümölcsök				
Paradicsom	11.7 – 104.6	51.8	4.9 – 31.9	15.0
Uborka	25.1 – 32.7	28.7	14.6 – 58.9	28.0

Az átlag értékeket figyelembe véve, az 1993-as minták közül a paradicsomnak tudható be a legszámottevőbb cinkkoncentráció, a sárgarépában fordult elő a legkevesebb az elemből. A 2005-ben mért minták kapcsán a saláta a listavezető és a korábban tanulmányozott évhez hasonlóan ismét a sárgarépában mutatkoztak a legcsekélyebb értékek.

15. táblázat: Extrém értékek és átlagos vaskoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben

(BOSIACKI-TYKSINSKI, 2009)

Faj	1993		2005	
	szélsőséges értékek	átlag	szélsőséges értékek	átlag
Zöldségek, amelyek ehető részei levelek				

Saláta	132.3 – 301.7	197.5	34.5 – 205.2	89.6
Fejes káposzta	24.1 – 93.0	37.7	16.2 – 132.0	57.0
Petrezselyem (felső levelek)	99.9 – 326.9	191.2	28.0 – 191.1	87.8
Póréhagyma	52.8 – 89.0	76.5	17.0 – 228.5	98.8
Zöldségek, amelyek ehető részei a gyökerek				
Sárgarépa	15.7 – 53.5	35.0	16.2 – 141.7	54.4
Zeller	14.4 – 52.7	26.0	19.0 – 105.3	59.0
Petrezselyem	40.7 – 64.4	54.7	21.1 – 224.4	59.0
Zöldségek, amelyek ehető részei gyümölcsök				
Paradicsom	16.1 – 132.3	49.4	12.9 – 55.4	28.0
Uborka	26.5 – 48.1	45.7	14.8 – 58.4	31.9

Az átlag értékeket figyelembe véve, az 1993-as minták közül a saláta mutatta fel a legkiemelkedőbb végeredményt, ellentétben a zellerrel ami a legalacsonyabb koncentrációval rendelkezett. A 2005-ben mért mintákat illetően a póréhagyma mutatta a legkiemelkedőbb adatokat mialatt a paradicsom mutatkozott a tartalom szempontjából legelhanyagolhatóbbnak.

16. táblázat: Extrém értékek és átlagos mangánkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben

(BOSIACKI-TYKSINSKI, 2009)

Faj	1993		2005	
	szélsőséges értékek	átlag	szélsőséges értékek	átlag
Zöldségek, amelyek ehető részei levelek				
Saláta	17.7 – 43.1	28.8	2.0 – 9.2	32.7
Fejes káposzta	11.9 – 45.2	28.4	0.6 – 4.3	18.2
Petrezselyem (felső levelek)	15.3 – 35.0	24.3	1.3 – 7.0	16.7
Póréhagyma	8.9 – 26.9	17.3	1.2 – 8.7	14.1
Zöldségek, amelyek ehető részei a gyökerek				
Sárgarépa	4.4 – 26.5	10.0	1.5 – 6.4	5.1
Zeller	10.2 – 31.1	21.1	2.1 – 8.9	12.9

Petrezselyem	11.3 – 40.9	24.6	1.4 – 64	9.1
Zöldségek, amelyek ehető részei gyümölcsök				
Paradicsom	6.5 – 21.7	10.7	1.2 – 7.6	7.1
Uborka	10.1 – 13.7	11.5	1.0 – 4.7	11.2

Az átlag értékeket figyelembe véve, az 1993-as minták közül a mangántartalom vonatkozásában is a saláta mutatta fel a legszámottevőbb koncentrációt, a legalacsonyabbat pedig a sárgarépa jelezte. A 2005-ben mért mintákra áttérve ugyan ez a tendencia mint a korábban vizsgált évben, bár a saláta esetében az eredmény enyhén növekedett míg a sárgarépa tartalma a felére csökkent.

Delgado et al. publikációjában több zöldség belső összetételét tárta fel amibe azok mikroelemtartalma is beletartozik, az alábbi táblázat ezeket foglalja össze.

17. táblázat: Egyes zöldségek mikroelem tartalma

(DELGADO ET AL. 2017)

Zöldség	Mikroelem mg/100 g		
	Mn	Zn	Fe
Káposzta ( <i>Brassica oleracea</i> )	0.16	-	-
Fehér retek ( <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i> )	0.134	-	0.2–0.3
Saláta ( <i>Lactuca sativa</i> )	0.25	0.18	0.86–1.50
Paradicsom ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	0.114	-	-
Tök ( <i>Cucurbita</i> spp.)	0.125	-	-
Fokhagyma ( <i>Allium sativum</i> )	1.7	1.16	-
Hagyma ( <i>Allium cepa</i> )	0.129	0.17	-
Közönséges bab ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	1.02	-	-
Csicszeriborsó ( <i>Cicer arietinum</i> )	2.2–21.3	-	-

A rendelkezésre álló adatok közül a mangán tekintetében a csicszeriborsó rendelkezett a legmagasabb értékkel míg a paradicsom a legalacsonyabbal, a cink viszonylatában a fokhagyma bizonyult kiemelkedőnek, ellenben a legcsekélyebb tartalommal a hagyma rendelkezett. A vas kapcsán csak két érték áll rendelkezésre ahol a saláta jelentősen megelőzi a fekete retek.

Valerko et al. cikkükben Zsitomiri megyében termesztett zöldségek ökológia értékelését végezték el, a minták mikroelemtartalmát a következő táblázat ecseteli.

18. táblázat: Zsitomiri magánterületen termelt zöldségekben található nehézfémek mennyisége mg/kg-ban  
(VALERKO ET AL. 2018)

Termés	minták száma	Cu	Pb	Cd	Zn
		M±m* lim V	M±m* lim V	M±m* lim V	M±m* lim V
Cékla	12	2,74±0,5	1,25±0,095	0,11±0,06	14,8±6,5
		1,67-3,05	0,3-32	0,03-0,20	8,4-26,5
Petrezselyem	7	1,8±0,29	2,55±1,67	0,22±0,07	31,65±1,4
		1,32-2,09	0,2-4,3	0,16-0,35	7,8-44,2
Burgonya	14	5,85±0,15	1,015±0,07	0,045±0,003	11,9±2,3
		1,4-12,6	0,5-2,0	0,04-0,06	10,2-17,0
Sárgarépa	5	2,6±0,13	0,4±0,02	0,026±0,0013	9,24±0,96
		0,75-4,3	0,16-0,65	0,02-0,03	7,6-10,2
Fejes káposzta	14	6,36±0,6	1,25±0,08	0,06±0,002	7,45±0,6
		4,5-8,0	0,4-2,3	0,02-0,15	9,2-10,8

M – átlagos nehézfém-tartalom, mg/kg; m – középérték hibája; lim V – értékek intervalluma.

A rézkoncentrációt figyelembevéve a fejes káposzta bizonyult a listavezetőnek ellentétben a legelhanyagolhatóbb értékekkel rendelkező petrezselyemmel. Az ólom esetében már a petrezselyemnek tulajdonítható a legkiemelkedőbb eredmény amíg a sárgarépának a legminimálisabb. Az ólomhoz hasonlóan a kadmiumot illetően is a petrezselyem koncentrációja a legmagasabb, a sárgarépájé pedig a legcsekélyebb, a cink apropóján a petrezselyem adatai szintén megelőzték a többi, a fejes káposzta koncentrációja bizonyult a legalacsonyabbnak.

### 1.5. A termesztési technológiák és a zöldségek mikroelem tartalmának összefüggései

Az embernek legalább 49 tápanyagra van szüksége anyagcsere-szükségleteik kielégítéséhez. Ezeknek a tápanyagoknak a nem megfelelő fogyasztása nemkívánatos anyagcserezavarokat okozhat, amelyek betegségekhez, rossz egészségi állapothoz, késleltetett csecsemőfejlődéshez és jelentős társadalmi pénzügyi következményekhez vezethetnek. Fontos, hogy a mezőgazdasági termékek jelentik az összes emberi tápanyag fő forrását. Az élelmiszer-rendszerek működésképtelenné válnak, és nem képesek fenntartani

az egészséges életet, ha a mezőgazdasági rendszerek nem tudnak egész évben megfelelő mennyiségű tápanyagdús árut biztosítani. Sajnos a globális dél sok szegény országában számos mezőgazdasági rendszer ilyen. (WELCH-GRAHAM, 2004)

### **Mezőgazdasági berendezések, amelyek elősegítik az egészséget**

Az emberi szükségletek kielégítése érdekében a modern mezőgazdaság számos módszerrel segíthet növelni a gazdálkodási rendszerekből származó alapvető élelmiszernövényekben (főleg ehető magvakban és gabonafélékben) a mikro-tápanyagok tartalmát. Néhány példa ezekre a stratégiákra a következő:

- Szántóföldi hely kiválasztása, például viszonylag magas Zn- és Se-tartalmú talajtípusok meghatározása, amelyek könnyen elérhetőek.
- Agronómiai gyakorlatok
  - A makro-tápanyag-műtrágyák felhasználása, típusai és aránya (N, P, K, Mg, Ca, S).
    - A fehérje-, lipid-, vitamin- és antinutriens szinteket befolyásolják.
  - Mikro-tápanyag-műtrágyák (típusa, alkalmazási módja és aránya).
    - Hatékony a Zn, Mo, Ni, Se, Cl, Li, és I-nál.
    - Korlátozott hatékonyságú a Fe, Cu, Mn, B, Cr, és V-nál.
  - A termesztési rendszer változatosságának növelése.
    - Hüvelyes-gabona forgó.
    - Tápanyagban gazdag növények választása. (WELCH-GRAHAM, 2005)

A növények mikro-tápanyag-szintjének növelésének egyik módja a biofortifikáció. Kimutatták, hogy a biológiailag dúsított növények növelik a mikroelemek befogadását és jelentősen javítják az emberi egészséget. A biofortifikáció három fő módszere az agronómiai, a hagyományos és a géntechnológiai alapú növénynevelés. A növények mikroelem-szintjének növelésének legegyszerűbb módja az agronómiai biofortifikálás, amelynek célja, hogy ásványi és/vagy lombtrágyával történő kijuttatással a növény által közvetlenül felvehető mikroelemeket és/vagy az ásványi anyagok oldódását és mobilizációját javítsa a talajban. Az egyik legolcsóbb stratégia az emberi táplálkozás ásványianyag-hiányának csökkentésére az agronómiai bioerősítés. (SZEREMENT ET AL. 2022)

### **A biofortifikáció indoklása**

A modern mezőgazdaság többnyire sikeresen fedezi a feltörekvő országok hátrányos helyzetű lakosságának energiaszükségletét. A gabonatermelés növekedése az elmúlt 40 évben a fejlődő országok mezőgazdasági kutatásának fókuszpontja volt Malthus kihívására adott válaszként. A mezőgazdaságnak most egy új paradigmára kell összpontosítania, amely

nemcsak több élelmiszert termel, hanem jobb minőségű élelmiszert is. A növénynevelés révén a biofortifikáció növelheti a szegények már fogyasztott mindennapi élelmiszereinek tápértékét, viszonylag olcsó, gazdaságos, fenntartható és hosszú távú módszert kínálva a szegények további mikro-tápanyagokkal való ellátására. Ez a stratégia nemcsak abban segít, hogy a korábban alultáplál személyek megőrizték javult tápláltsági állapotukat, hanem további intézkedésekkel csökkenti a súlyosan alultáplál személyek számát, akik külső beavatkozást igénylő kezelésre szorulnak. Ezenkívül a biofortifikáció praktikus módot kínál arra, hogy elérje az alultáplál vidéki embereket, akik alig férnek hozzá a kereskedelemben kapható dúsított élelmiszerekhez és kiegészítőkhöz. Egy egyszeri befektetés a növénynevelésbe mikro-tápanyagokban gazdag növényeket állíthat elő, amelyeket a gazdálkodók az elkövetkező években világszerte termeszthetnek, szemben a szokásos kiegészítési és dúsítási kezdeményezésekhez szükséges folyamatos pénzügyi ráfordításokkal. A biofortifikáció költséghatékonysága a térben és időben jelentkező multiplikátorhatásnak köszönhető. (BOUIS ET AL. 2011)

### **Kereskedelmi élelmiszer-dúsítás**

Az egyik leghatékonyabb és leggazdaságosabb közegészségügyi stratégia a mikro-tápanyag-hiány elkerülésére a kereskedelmi dúsítás. Az élelmiszer-dúsítás valószínűleg minden más közegészségügyi kezdeményezésnél jobban szükségessé teszi az üzleti és kormányzati szervezetek közötti együttműködést. Korábban az élelmiszergyártó vállalkozások szívesen működtek együtt közegészségügyi szakértőkkel és kormányzati szervezetekkel, hogy olyan irányelveket és módszereket dolgozzanak ki, amelyek az élelmiszerek tápanyagokkal való dúsítására irányulnak, miközben a pénzügyi terhek nagy részét is felvállalták. (MILLER-WELCH, 2013)

Markiewicz és Kleiber kutatásukban a titanit applikáció hatását vizsgálták a paradicsom mikroelem-tartalmára.

19. táblázat: A Titanit hatása a paradicsom gyümölcsökben lévő fémes mikroelemek átlagos mennyiségére (mg kg<sup>-1</sup> d.m.) (2010-2011-ig)

(MARKIEWICZ-KLEIBER, 2014)

<b>Kezelés</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
Ellenőrzés	65.50	13.60	14.60	7.800
Ti-I	57.40	14.90	13.50	13.20
Ti-II	70.00	14.30	19.50	8.600
Ti-III	64.40	14.10	15.60	7.900

Ti-IV	72.00	12.80	19.80	4.000
-------	-------	-------	-------	-------

- ellenőrzés (títán nélkül),
- Ti-I (évi 80 g-os adagjának felel meg Ti ha<sup>-1</sup>),
- Ti-II (240 g Ti ha<sup>-1</sup>),
- Ti-III (480 g Ti ha<sup>-1</sup>)
- Ti-IV (960 g Ti ha<sup>-1</sup>). (MARKIEWICZ-KLEIBER, 2014)

Vastartalom szempontjából a Ti-IV-el kezelt növények mutatták a legmagasabb, a Ti-I-el kezelt pedig a legalacsonyabb értéket. A mangán vonatkozásában éppen ellenkezőleg, a Ti-I-el kezelt emelkedtek ki míg a Ti-IV-el kezelt növények voltak az utolsók a sorban. A vashoz hasonlóan, a cink esetében is a Ti-IV okozta a legpozitívabb hatást, amíg a Ti-I csökkentette az adott mikroelem értékeit. Áttérve a rézre, a hatás újból az ellenkezője a megelőzőnek, vagyis a Ti-I kedvező, a Ti-IV pedig előnytelen eredményt hozott.

Gașiorowska et al. egy szerves trágyázási rendszer hatását vizsgálták a burgonyagumók réz, vas, mangán és cinktartalmára.

20. táblázat: A burgonyagumók réztartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm

(GAȘIOROWSKA ET AL. 2018)

Szerves trágyázás	Gyártó rendszer		Átlag
	Integrált	Organikus	
Ellenőrzés (trágyamentes)	4.844	4.522	4.683
Tanyasi trágya	4.609	4.394	4.502
Serradella	4.496	4.313	4.405
Westerwold perjefű	4.598	4.372	4.485
Serradella— talajtakaró	4.502	4.360	4.431
Westerwold perjefű — talajtakaró	4.607	4.381	4.494
Átlag	4.609	4.390	-

A trágyamentes integrált rendszer eredményezte a legszámottevőbb rézkoncentrációt, ameddig az organikus rendszer a Serradella trágya mellett a legcsekélyebbet.

21. táblázat: A burgonyagumók vastartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm

(GAȘIOROWSKA ET AL. 2018)

Szerves trágyázás	Gyártó rendszer	Átlag
-------------------	-----------------	-------



	<b>Integrált</b>	<b>Organikus</b>	
Ellenőrzés (trágyamentes)	41.09	43.14	42.12
Tanyasi trágya	49.50	50.94	50.22
Serradella	52.56	53.71	53.14
Westerwold perjefű	44.14	45.22	44.68
Serradella— talajtakaró	49.03	51.10	50.07
Westerwold perjefű — talajtakaró	43.09	44.51	43.80
Átlag	46.57	48.10	-

A vastartalom szempontjából az organikus rendszer a Serradella trágya mellett már kiemelkedően pozitív hatást eredményezett, a trágyamentes integrált rendszer viszont a legalacsonyabb adatokat mutatta, ellentétben a réznél tapasztaltakkal.

22. táblázat: A burgonyagumók mangántartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm  
(GAŚIOROWSKA ET AL. 2018)

<b>Szerves trágyázás</b>	<b>Gyártó rendszer</b>		<b>Átlag</b>
	<b>Integrált</b>	<b>Organikus</b>	
Ellenőrzés (trágyamentes)	8.621	8.388	8.505
Tanyasi trágya	8.406	8.219	8.313
Serradella	8.013	7.888	7.951
Westerwold perjefű	8.201	8.094	8.148
Serradella— talajtakaró	8.072	7.957	8.015
Westerwold perjefű — talajtakaró	8.261	8.163	8.212
Átlag	8.262	8.118	-

A rézhez hasonlóan, a mangánt illetően is a trágyamentes integrált rendszer mutatott fel számottevő eredményeket, a legminimálisabb mutatót ismét az organikus rendszer és Serradella trágya kombinációja jelezte.

23. táblázat: A burgonyagumók cinktartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm  
(GAŚIOROWSKA ET AL. 2018)

<b>Szerves trágyázás</b>	<b>Gyártó rendszer</b>		<b>Átlag</b>
	<b>Integrált</b>	<b>Organikus</b>	
Ellenőrzés (trágyamentes)	10.28	9.44	9.86
Tanyasi trágya	11.90	11.03	11.47

Serradella	13.23	11.70	12.47
Westerwold perjefű	11.60	11.23	11.42
Serradella— talajtakaró	12.48	11.77	12.13
Westerwold perjefű — talajtakaró	11.37	10.59	10.98
Átlag	11.81	10.96	-

A cinkkoncentrációt figyelembe véve az integrált rendszer a Serradella trágyával kombinálva megelőzte a többi változatot, a legelenyészőbb eredménnyel a trágyamentes organikus rendszer járt.

Jurgiel-Malecka és Suchorska-Orłowska tanulmányában a nitrogén hozzáadásának hatását kutatták bizonyos hagymafajták mikroelem tartalmára.

24. táblázat: A nitrogénműtrágya hatása a kiválasztott hagymafajták mikroelem-tartalmára (mg lg-1d.m) (három év átlaga)

(JURGIEL-MALECKA-SUCHORSKA-ORLOWSKA, 2018)

Műtrágya	Nitrogén adag	Hagyma				Top hagyma				Shallot hagyma			
		Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Ellenőrzés (trágyamentes)	0	38.08	8.74	6.74	30.24	34.92	6.42	7.72	60.00	39.95	8.82	5.71	41.19
Karbamid	100	41.56	9.79	6.13	27.58	37.86	7.20	6.85	52.19	43.11	9.98	5.26	35.73
	200	44.14	11.06	5.57	23.25	43.10	8.22	5.38	45.64	46.76	11.14	4.81	31.73
Ammónium-nitrát	100	39.70	9.61	6.26	27.26	38.22	7.29	7.35	51.91	42.09	9.98	5.41	36.09
	200	44.38	11.17	5.59	23.55	41.53	8.36	5.35	46.42	45.96	11.67	4.65	32.32
Kalcium-nitrát	100	40.68	9.28	6.27	26.89	37.74	7.13	6.83	51.49	42.21	10.10	5.31	35.52
	200	44.46	10.21	5.58	23.68	41.37	7.91	5.69	45.15	45.85	10.86	4.81	32.91

Nitrogén adag – (kg N·ha<sup>-1</sup>)

A legmagasabb vaskoncentráció a Shallot hagyma karbamiddal kezelt változatában fordult elő, a mangánt tekintve ismét a Shallot hagyma értékei voltak a túlnyomók, bár már annak ammónium-nitráttal kezelt változata esetében. A Top hagyma trágyamentes változata érte el a legszámottevőbb réz és cink tartalmat, viszont ugyan ennél az változatnál fordult elő a legalacsonyabb vas és mangánkoncentráció is.

### 1.6. A zöldségek jelentősége az emberi szervezet mikroelem szükségletének kielégítésében

Az élelmiszer szükséglet az emberek számára, és mindig is felkeltette a kíváncsiságukat. Az egy természetes viselkedés, az evés magában foglalja a tápanyagok bevitelét, emésztését, felszívódását és felhasználását az élet fenntartásához. Definíció szerint a táplálkozás egy tudomány és egy folyamat, amely azzal foglalkozik, hogy a tápanyagok hogyan használhatók fel a növekedésre, fejlődésre és fenntartásra, különböző biokémiai utakon keresztül. Minden élelmiszer, beleértve a zöldségek közé sorolt növényekből származó élelmiszerek jelentős részét is, energia- és táplálékforrás. A világ lakosságának nagy része többnyire vegetáriánus étrendet követ. (RUBATZKY-YAMAGUCHI, 2012)

25. táblázat: A világ élelmiszerforrásai és az egy főre jutó átlagos éves élelmiszer-fogyasztás, valamint a napi kalória-, fehérje- és zsírbevitel, 1986–1988

(RUBATZKY-YAMAGUCHI, 2012)

Élelmiszer forrás	Éves mennyiség (kg)	(kal/nap)	Protein (g/nap)	Zsír (g/nap)
Gabonafélék	188	1371	33.4	5.7
Keményítő-tartalmú gyökerek és gumók	62	141	2.0	0.3
Zöldségek	69	46	2.5	0.4
Cukor	25	237	0.1	0.0
Hüvelyesek	6	58	3.6	0.4
Diófélék és olajok	7	50	2.4	3.6
Gyümölcsök	53	64	0.8	0.4
Húsok és nem növényi források	188	710	25.6	55.5

A táblázat adatai alapján egyik kategóriában sem igazán tűnnek ki a zöldségek, a szemléltetés inkább az összehasonlítás tekintetében lényeges, legfőképpen az éves

elfogyasztott mennyiség viszonylatában. A zöldségeknek általánosságban magas a víztartalma, valamint ahogy az a növények esetében megszokott, szinte teljes egészében szénhidrátból épülnek fel és a legtöbb zöldség esetében csak igazán csekély mennyiségben tartalmazzák a másik két makro-tápanyagot, ahogy ezt a táblázat is alátámasztja. Ez koránt sem azt jelenti hogy a többi kategóriához, mint például a húsfélékhez viszonyítva a zöldségek alacsonyabb rendű táplálékforrásnak számítanak, a táplálkozás tekintetében azok értéke inkább a mikro-tápanyagok terén mutatkozik meg és szerves részét képezik egy kiegyensúlyozott étrendnek.

Vitaminokban, ásványi anyagokban, esetenként fehérjékben, élelmi rostokban és más fitokemikáliákban bőségesen gazdagok a zöldségek. A zöldségféléknek sokféle fajtája létezik, beleértve az ehető gyümölcsöket, magvakat, gyökereket, szárakat és leveleket. Az elfogyasztott növényi összetevőktől függően a következő zöldségkategóriák jönnek létre. (DE-DE, 2019)

**Levelek:** káposzta, saláta, spenót répa, amaránt, görögszéna, rebarbara, fűszernövények és zöldek

**Levélszár vagy levélnyel:** zeller, rebarbara, svájci kártya

**Szár:** Knolkhol, spárga, amaránt, spenót

**Gumó:** burgonya, jam

**Hagymagumók:** Taró

**Rügyek:** kelbimbó

**Virág és rügyek:** brokkoli, karfiol

**Fellevelek és edény:** articsóka

**Gyökér:** retek, sárgarépa, fehérrépa, manióka, cékla

**Hagyma:** hagyma, fokhagyma, póréhagyma

**Magok:** borsó, bab

**Éretlen gyümölcsök:** padlizsán, uborka, okra

**Érett gyümölcsök:** paradicsom, paprika

**Virágszirmok:** tök, pálmaliliom, növényi kolibri (bok phool) (DE-DE, 2019)

Kiczorowski et al. tanulmányukban érintették a fermentáció és egyes zöldségek mikro-elemtartalmának összefüggéseit.

26. táblázat: Mikroelemek és nehézfémek nyers és erjesztett zöldségekben. Az eredmények az egyes zöldségkombinációk négy ismétlésének átlaga±szórás (n=4). egy mg·100 g<sup>-1</sup> friss anyag.

(KICZOROWSKI ET AL. 2022)

Zöldségek	Zn	Cu	Fe	Pb	Cd
Brokkoli (nyers)	0.29±0.17	0.034±0.34	0.85±0.39	4.39±0.71	0.041±0.37
Brokkoli (erjesztett)	0.15±0.28	0.023±0.46	0.77±0.26	3.78±0.23	0.039±0.64
Sárgarépa (nyers)	0.25±0.37	0.046±0.27	0.35±0.19	8.28±0.51	0.043±0.26
Sárgarépa (erjesztett)	0.19±0.19	0.039±0.29	0.28±0.44	6.73±0.34	0.038±0.44
Uborka (nyers)	0.21±0.53	0.094±0.16	0.26±0.21	5.30±0.45	0.057±0.53
Uborka (erjesztett)	0.16±0.25	0.086±0.34	0.19±0.53	4.32±0.18	0.054±0.24
Paprika (nyers)	0.23±0.34	0.059±0.19	0.39±0.37	4.28±0.23	0.026±0.19
Paprika (erjesztett)	0.21±0.28	0.053±0.22	0.35±0.42	3.97±0.25	0.023±0.37
Cékla (nyers)	0.32±0.19	0.086±0.36	0.83±0.56	5.02±0.39	0.031±0.26
Cékla (erjesztett)	0.17±0.56	0.079±0.16	0.76±0.14	4.12±0.24	0.027±0.51

A cinkre való tekintettel a nyers cékla mutatkozott kimagaslónak, a legalacsonyabb tartalommal az erjesztett brokkoli rendelkezett. A rézkoncentrációra vonatkozásában a nyers uborka mutatta a legkiemelkedőbb adatokat, a legalacsonyabb értékkel ismét az erjesztett brokkoli jelezte. A vas esetében a nyers brokkolinak tulajdonítható a legmagasabb mutató, míg az erjesztett uborka vastartalma elmarad a többi mintától. Áttérve az ólomra, a nyers sárgarépa mutatta fel a leg-kiugróbb értéket, ellentétben az erjesztett brokkolival ami a listán az utolsóként végzett. A kadmium kapcsán a nyers uborka mutatta a legszámottevőbb végeredményt, a legminimálisabbat pedig az erjesztett paprika.

Jablonska et al. a lengyel étkezésben előforduló szelén, cink és réztartalmat vizsgálta. Az első táblázat a napi étkezési adagban megjelenő cink és réz-tartalmat taglalja, míg az azt követő táblázat ugyan ezen elemek élelmiszercsoportokban való jelenlétét ismerteti.

27. táblázat: A napi étkezési adag cink- és réztartalma számos lengyel nyilvános étkezde, valamint egy önellátó diákcsoport vizsgálata alapján.

(JABLONSKA ET AL. 2013)

<b>Menza/csoport</b>	<b>Az összegyűjtött napi táplálékadagok száma</b>	<b>Átlag tömeg, Átlag SD (szórás) (g)</b>	<b>Zn Átlag SD (szórás) (mg)</b>	<b>Cu Átlag SD (szórás) (mg)</b>
katonai szolgálat	179	2986 ± 446 (1740–4550)	13.5 ± 3.5 (5.9– 22.7)	2.2 ± 0.4 (1.3–3.9)
akadémiai campus	78	2112 ± 411 (1322–3395)	9.9 ± 2.3 (5.3– 15.1)	1.8 ± 0.3 (1.3–2.5)
kórházi alapdiéta	40	1720 ± 139 (1500–2000)	7.9 ± 2.4 (4.1–16.7)	1.1 ± 0.2 (0.7–1.6)
kórházi alacsony koleszterinszintű diéta	40	1598 ± 131 (1310–1900)	6.8 ± 1.4 (4.2–10.1)	0.9 ± 0.2 (0.5–1.3)
börtön	18	1813 ± 198 (1370–2170)	11.4 ± 2.9 (6.4–19.4)	1.4 ± 0.3 (0.7–2.1)
kutatóintézet	24	2086 ± 290 (1625–2670)	8.2 ± 2.1 (4.2–12.4)	1.1 ± 0.2 (0.7–1.4)
nyugdíjasok ellátó központja	40	2203 ± 336 (1240–2910)	9.3 ± 2.3 (4.5–14.6)	1.5 ± 0.2 (1.0–2.2)
napközi csecsemők számára	20	1112 ± 142 (870–1520)	3.7 ± 2.0 (1.5–8.6)	0.4 ± 0.1 (0.2–0.6)
tanulócsoport	30	1679 ± 524 (801–3195)	3.2 ± 1.3 (0.6–6.1)	0.6 ± 0.2 (0.3–1.1)
Egyben	469	2293 ± 703 (802–4550)	10.0 ± 4.3 (0.6–22.7)	1.6 ± 0.7 (0.2–3.9)

A menzákról begyűjtött napi adag három étkezést tartalmazott: reggeli, vacsora, vacsora. A tanulók napi táplálékadagja duplikált adagolási módszerrel került összegyűjtésre.

Mind a két mikroelem tekintetében a katonai szolgálat napi étkezési adagjának tulajdonítható a legszámottevőbb koncentráció, a legelenyészőbb cink értéket a tanulócsoport adagja mutatta ki ameddig a legcsekélyebb réz mutatóval a napközi csecsemők napi étkezése jelezte.

28. táblázat: Cink- és réztartalom válogatott közép-lengyelországi élelmiszercsoportokban (JABLONSKA ET AL. 2013).

<b>Élelmiszercsoport (kiválasztott termékek)</b>	<b>Az összegyűjtött minták száma</b>	<b>Napi tartalom átlag szórás (g)</b>	<b>Zn tartalom átlag szórás (mg/g nedves tömeg)</b>	<b>Cu tartalom átlag szórás (mg/g nedves tömeg)</b>
Hús	24	134.3 ± 132	17.2 ± 19.1 (4.3–87.3)	0.6 ± 0.3 (0.2–1.4)
Hústermékek	19	66.0 ± 62.9	6.5 ± 6.5 (0.4–22.1)	0.6 ± 0.1 (0.3–0.8)
Hal	42	16.8 ± 62.1	4.7 ± 3.0 (1.1–14.3)	0.6 ± 0.4 (0.1–1.7)
Tojás	11	26.7 ± 37.5	9.2 ± 2.5 (5.2–12.0)	0.5 ± 0.1 (0.3–0.6)
Tejtermékek	27	190.8 ± 161.3	14.4 ± 15.3 (1.4–44.5)	0.3 ± 0.1 (0.1–0.7)
Gabonafélék	27	212.5 ± 90.2	8.2 ± 5.1 (0.5–17.2)	1.7 ± 1.1 (0.5–4.7)
Gyümölcs	14	307.3 ± 229.1	0.4 ± 0.3 (LOD–0.9)	0.7 ± 0.6 (0.3–2.2)
Zöldségek	68	507.1 ± 266.7	3.0 ± 3.3 (0.1–17.3)	0.8 ± 0.9 (0.02–5.0)
Diófélék	3	3.5 ± 21.3	17.4 ± 4.1 (12.8–20.5)	7.2 ± 3.7 (3.9–11.2)

LOD - az észlelési határ alatt

A cinktartalmat illetően a diófélék közöltek túlnyomó eredményt, a legalacsonyabb értéke a gyümölcsöknek tulajdonítható, a zöldségek mutatói csak a gyümölcsökét előzte meg a második legalacsonyabb eredményt elérve, áttérve a rézre, a diófélék adatai messze



túlmutatnak a többi élelmiszercsoport értékein, a legkevesebb rézzel a tejtermékek rendelkeztek, a zöldségekben volt fellelhető a harmadik legkiemelkedőbb réztartalom.

Összegzés képpen, az esszenciális mikroelemek nélkülözhetetlen részét képezik az élő szervezeteknek, azok tartós hiánya minden esetben negatív következményekkel és egészségügyi komplikációkkal jár. Ezeket a mikroelemeket a bevitt táplálékkal biztosíthatjuk a szervezet számára ezért kiemelkedően fontos odafigyelni arra mit fogyasztunk. A kiegyensúlyozott mikroelem bevitel tekintetében különösen fontos szerepet játszanak a zöldségek, globális tekintetben ezen elemek a legegyszerűbben előállítható forrásai mind kereskedelmi úgy személyi szinten is. A még több zöldség termesztése nem az egyetlen módja a populáció mikroelemekkel való ellátásának, a biofortifikációnak nevezett alternatíva arra hivatott hogy magát a zöldség mikroelem tartalmát növelje, nem csupán a kitermelt mennyiséget.

## II. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. A minták begyűjtése és előkészítése a vizsgálathoz

A minták négy különböző helyről kerültek begyűjtésre, a háztáji változatok két a Beregszászi járás Macsola településén lévő otthoni zöldségeskertből (továbbiakban mintaterület 1 és 2), az árusított zöldségek pedig Beregszász város két bevásárlóközpontjából származnak (továbbiakban mintaterület 3 és 4). A zöldségnövények listáját a 30. táblázat foglalja magába.

A mintavétel tárgya a zöldségnövény ehető része volt, átlagban 2-3 minta került begyűjtésre. Tárolás szempontjából a minták szobahőmérséklet alatti, a nap által közvetlenül nem megvilágított helyen vártak a további feldolgozásra. A vizsgálatokat megelőzte a minták aprítása és homogenizálása, továbbá a segédeszközök előfertőtlenítése csapvizet mosással majd bidesztillált vizes öblítéssel.

29. táblázat: A vizsgált zöldségnövények

	<b>A növény magyar neve</b>	<b>A növény latin neve</b>	<b>Begyűjtött minta</b>	<b>Mintavételezési terület</b>
1	Burgonya	<i>Solanum tuberosum</i>	Gumó	mintaterület 2
2.	Cékla	<i>Beta vulgaris</i>	Répatest	mintaterület 2; 3
3.	Fekete retek	<i>Raphanus sativus L.</i> <i>var. niger</i>	Répatest	mintaterület 1; 4
4.	Fokhagyma	<i>Allium sativum</i>	Gumó	mintaterület 1; 3
5.	Karalábé	<i>Brassica oleracea</i> <i>convar. capitata var.</i> <i>alba</i>	Gumó	mintaterület 1; 3
6.	Petrezselyem	<i>Petroselinum crispum</i>	Levél, szár	mintaterület 2; 3
7.	Sárgarépa	<i>Daucus carota subsp.</i> <i>sativus</i>	Raktározó karógyökér	mintaterület 1; 3
8.	Sütőtök	<i>Cucurbita maxima</i>	Bogyótermés (kabak)	mintaterület 1
9.	Veteménybab	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Mag	mintaterület 4
10.	Vöröshagyma	<i>Allium cepa</i>	Húsos hagymalevelek	mintaterület 1; 3

## 2.2. A mikroelem tartalom meghatározása

Az előkészítési fázis után a felaprított mintákból lemért nagyjából 300-500 mg DAP-60 teflon feltárási edényekbe lett helyezve. A folyamat következő lépése 5 cm<sup>3</sup> cc. HNO<sub>3</sub> és 2 cm<sup>3</sup> cc. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hozzáadása a mintákhoz. Ezután a feltárási edények egy Speedwave two mikrohullámú berendezésbe lettek helyezve és a 31. táblázatban feltüntetett program szerint kerültek elroncsolásra. A folyamat hatására az edényekben megnövekszik a hőmérséklet, és azzal együtt a nyomás is ami elősegíti a szerves anyagok sav általi feloldódását. A mérés fontos részét képezi a műveletnek mivel ha túl sok szerves anyag kerül a feltárási edénybe a roncsolás alatt keletkező gázok túlsúlya kisebb robbanást eredményezhet ami az adott mintát használhatatlanná teszi.

30. táblázat: Speedwave two 10 mintás program

Method					
Equipment					
	Type	Manufacturer			
	Speedwave two	Berghof Products + Instruments GmbH			
Reagents	Acid	Volume			
	HNO <sub>3</sub> (65%)	3.0 mL			
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%)	3.0 mL			
Procedure					
Weigh 300 – 500 mg of the sample into the digestion vessel. Add 3.0 mL of HNO <sub>3</sub> and 3.0 mL of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Shake the mixture carefully or stir with a clean Teflon or glass bar. Wait at least 10min before closing the vessel. Heat in the microwave with the following program.					
Temperature Program	Step	T [°C]	Ta [min]	Time [min]	Power [%]*
	1	170	10	5	90
	2	220)	5	10	
	3	750	1	10	
	4				
	5				
<b>Note:</b> To avoid foaming and splashing wait until the vessels have cooled to room temperature (about 20 min). Carefully open the digestion vessel in a fume hood wearing hand, eye and body protection since a large amount of gas will be produced during the digestion process.					
Results	Clear solution				

**Note:** This application serves only as a guide line and may need to be optimized for your sample.

\*This application is outlined for 10 samples. Increase or decrease the power by 10% per sample, when using more or less sample. Minimum is 40% independent of the sample number.

A roncsolást a minták szobahőmérsékletre hűtése követte. Utána 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba átszűrtük és 0,3 mol/dm<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> oldattal többször átöblítve a teflonedényt, a lombik tartalmát jelig töltöttük.

Utolsó lépésként az elkészült növényi oldatok cink, réz, mangán, vas, kobalt, króm, ólom és kadmium koncentrációja Agilent Technologies 240 típusú spektrofotométeren, láng atomabszorpciós eljárással került meghatározásra.

### III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

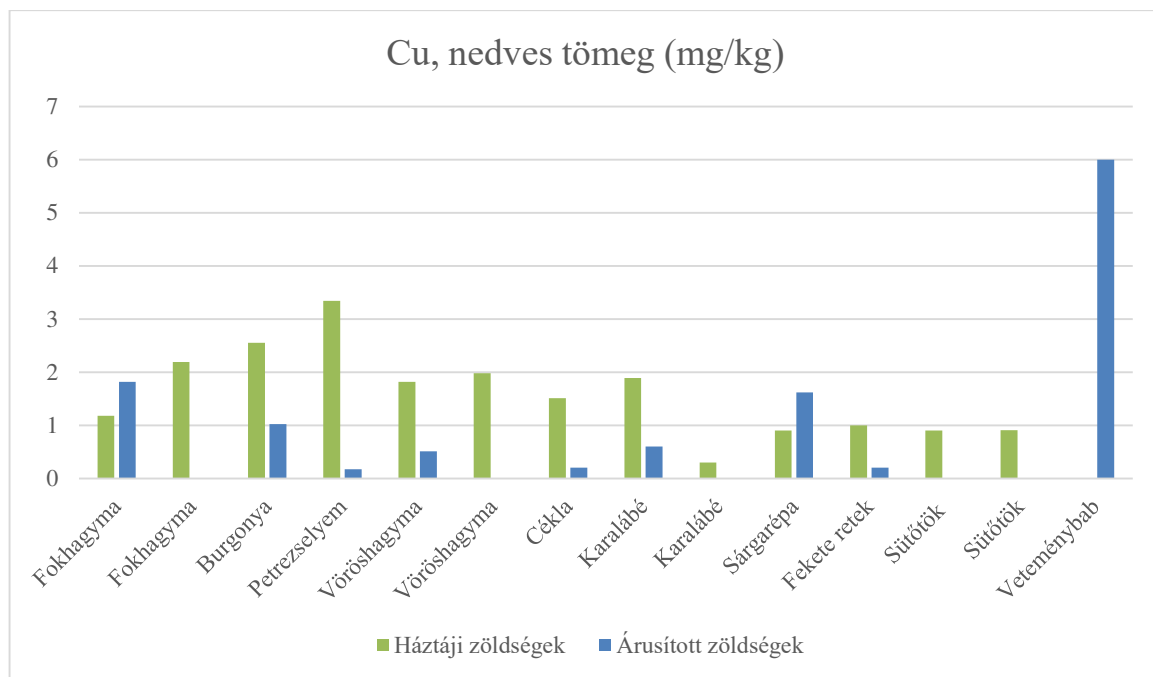
A vizsgálat során 22 zöldségminta réz, cink, mangán, vas, kobalt, króm, ólom és kádium koncentrációja került meghatározásra, ezek közül háztáji forrásokból egy burgonya, petrezselyem, cékla, sárgarépa, fekete retek, valamint két fokhagyma, vöröshagyma, karalábé és sütőtök minta lett begyűjtve. Az árusított forrásból származó minták már nem tartalmazzák a sütőtöket mivel azt nem sikerült fellelni a rendelkezésre álló bevásárlóközpontok kínálatában, a listára került viszont a veteménybab ami már a háztáji felsorolásban nincs jelen. Fontos még megemlíteni hogy az árusított mintákból csak egy egységnyi került begyűjtésre.

#### 3.1. A zöldségnövények réz tartalma

Az eredeti nedves minták tekintetében, a háztáji zöldségek közül a petrezselyem rendelkezik a legmagasabb értékkel, a legalacsonyabb rézkoncentráció a második karalábé mintában fordult elő.

31. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cu, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	1,18	1,82
2	Fokhagyma	2,19	-
3	Burgonya	2,55	1,02
4	Petrezselyem	3,34	0,17
5	Vöröshagyma	1,82	0,51
6	Vöröshagyma	1,98	-
7	Cékla	1,51	0,20
8	Karalábé	1,89	0,60
9	Karalábé	0,30	-
10	Sárgarépa	0,90	1,62
11	Fekete retek	1,00	0,20
12	Sütőtök	0,90	-
13	Sütőtök	0,91	-
14	Veteménybab	-	6,00

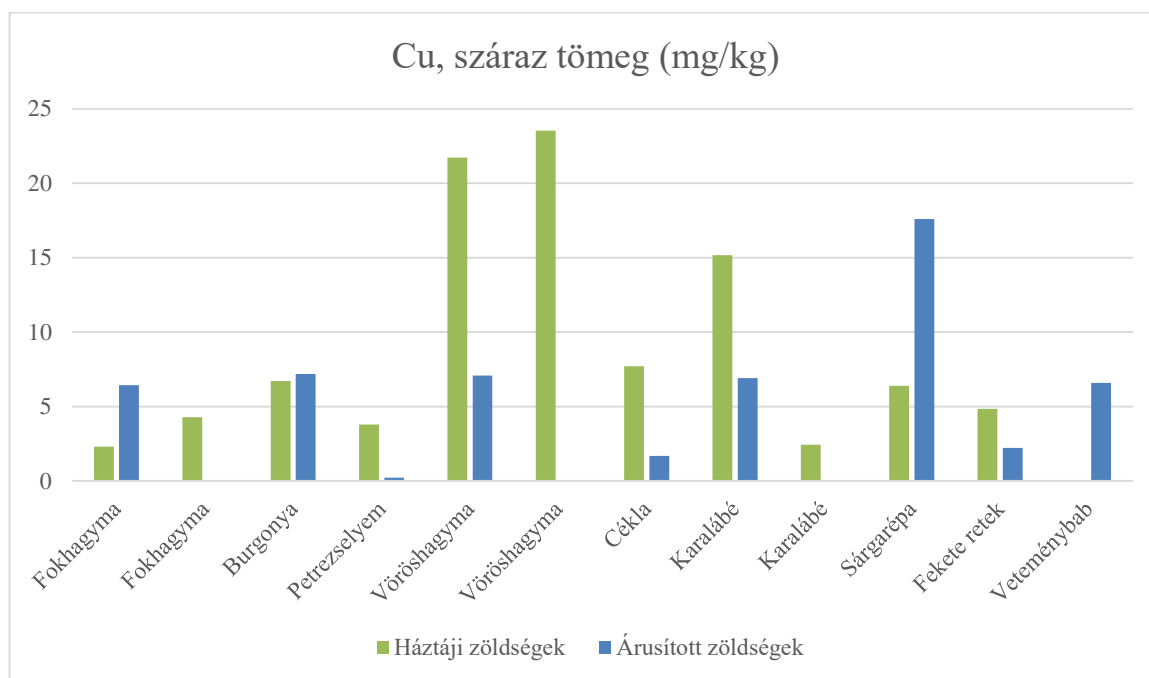


1. ábra: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (nedves tömeg)

Túlságosan nagy kiugrások nem tapasztalhatók ami a háztáji oldalt illeti, az árusított zöldségminták közül viszont a bab eredménye lényegesen meghaladja az összes többit, csaknem duplája a második legkimagaslóbb mutatóval rendelkező háztáji petrezselyemnek, ellenben az árusított oldallal, ahol a petrezselyem mutatta a legelenyészőbb réztartalmat.

32. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cu, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	2,31	6,44
2	Fokhagyma	4,28	-
3	Burgonya	6,72	7,18
4	Petrezselyem	3,79	0,22
5	Vöröshagyma	21,72	7,08
6	Vöröshagyma	23,53	-
7	Cékla	7,69	1,68
8	Karalábé	15,16	6,91
9	Karalábé	2,42	-
10	Sárgarépa	6,39	17,59
11	Fekete retek	4,84	2,21
12	Veteménybab	-	6,59



2. ábra: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (száraz tömeg)

A száraz mintákat figyelembe véve, a háztáji változatok kapcsán a második vöröshagyma mintának tulajdonítható a legkimagaslóbb végeredmény, az első nem sokkal marad el tőle, ami még megközelíti ezt a két kiugró számot az az első háztáji karalábé, a legcsekélyebb koncentrációt az első háztáji fokhagyma minta jelezte. Az árusított listáról a sárgarépa bizonyosodott a leg kiugróbbnak, a többi érték meg sem közelítette azt, a legminimálisabb adat a petrezselyemnek tudható be.

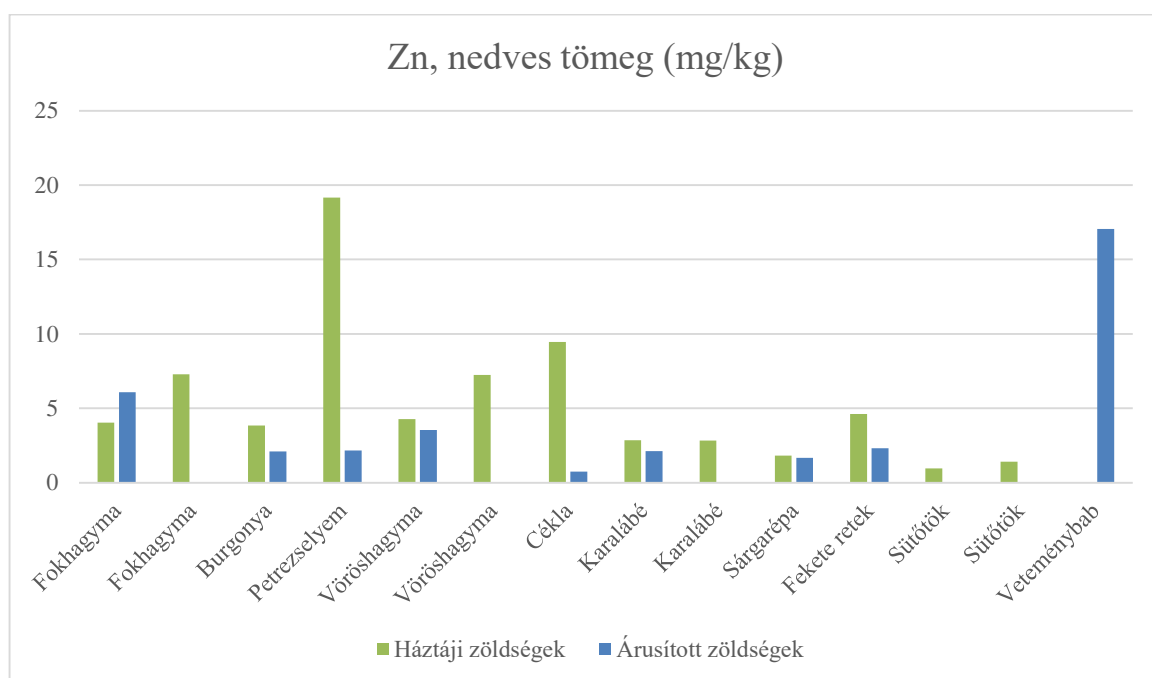
### 3.2. A zöldségnövények cink tartalma

A nedvestömegben mért cinktartalom a réz értékeihez hasonlóan a háztáji petrezselyem és az árusított bab esetében emelkedtek igazán ki, ez a kiugrás a petrezselyem tekintetében nevezhető igazán számottevőnek megelőzve még az említett babot is.

33. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Zn, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	4,03	6,08
2	Fokhagyma	7,28	-
3	Burgonya	3,85	2,11
4	Petrezselyem	19,17	2,17

5	Vöröshagyma	4,28	3,54
6	Vöröshagyma	7,25	-
7	Cékla	9,45	0,74
8	Karalábé	2,86	2,12
9	Karalábé	2,84	-
10	Sárgarépa	1,82	1,67
11	Fekete retek	4,62	2,31
12	Sütőtök	0,97	-
13	Sütőtök	1,41	-
14	Veteménybab	-	17,05



3. ábra: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (nedves tömeg)

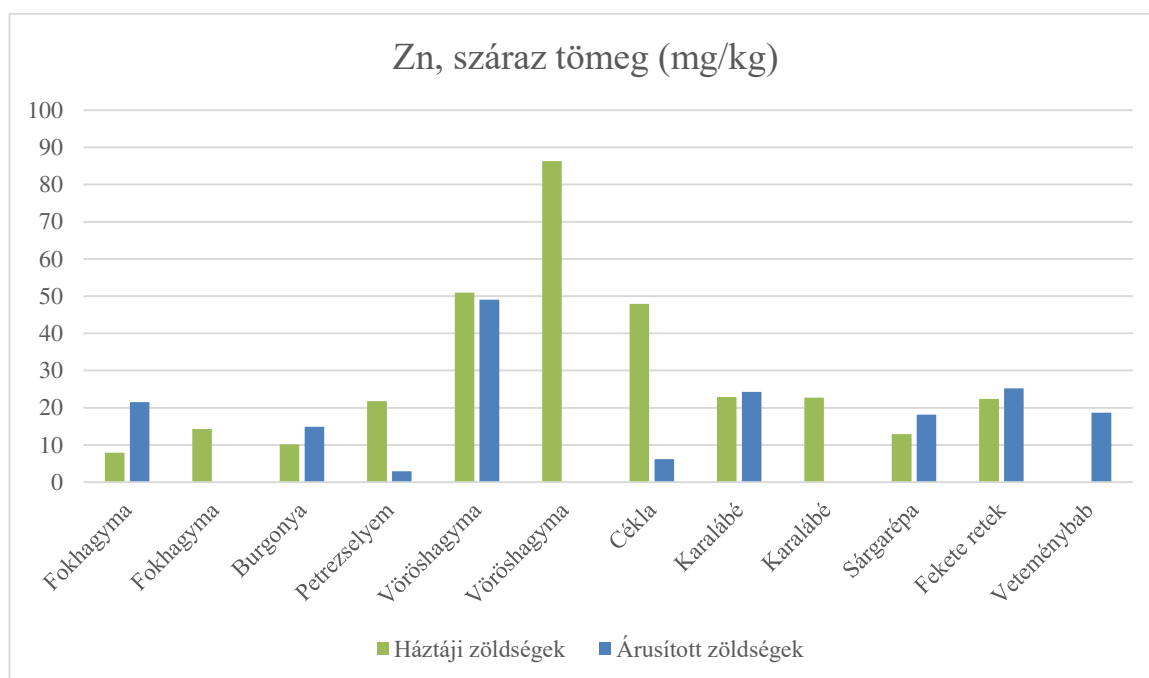
A háztáji minták közül a legelhanyagolhatóbb adatokat az első sütőtök mutatta ami csak egy kevéssel előzte meg a árusított lista legalján elhelyezkedő céklát.

34. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Zn, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	7,88	21,54
2	Fokhagyma	14,26	-
3	Burgonya	10,15	14,85



4	Petrezselyem	21,76	2,88
5	Vöröshagyma	50,95	49,07
6	Vöröshagyma	86,29	-
7	Cékla	47,97	6,23
8	Karalábé	22,90	24,30
9	Karalábé	22,69	-
10	Sárgarépa	12,93	18,14
11	Fekete retek	22,40	25,23
12	Veteménybab	-	18,71



4. ábra: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (száraz tömeg)

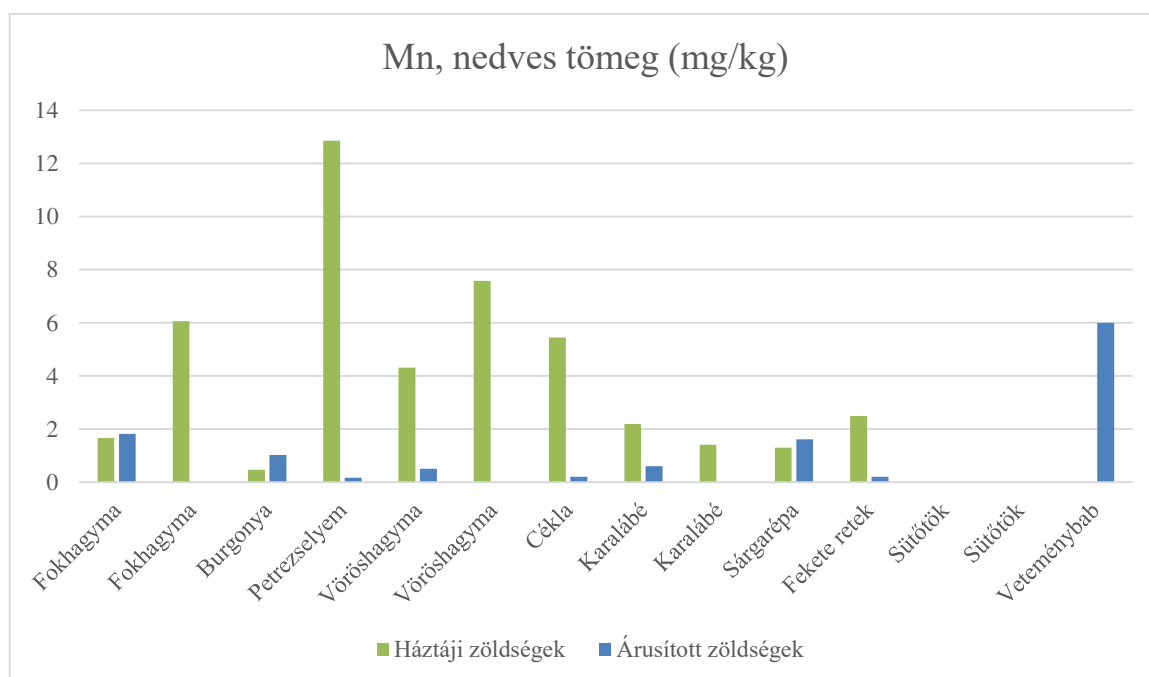
A száraz változatok apropójából, a réz esetét követve a cink koncentráció szintén a két háztáji vöröshagyma mintát illetően a legkiemelkedőbb, nem sokkal marad el a háztáji cékla és az árusított vöröshagyma sem. A legkevesebb cink az árusított petrezselyemben volt mérhető, igazán alacsony értékeket mutatott még az árusított cékla és az első háztáji fokhagyma minta is.

### 3.3. A zöldség növények mangán tartalma

A nedves tömeget tekintve a háztáji petrezselyem tartalma messze túlmutat a többi eredményen, az árusított variánsok esetén a bab adatai számítanak számottevőnek.

35. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Mn, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	1,66	1,82
2	Fokhagyma	6,06	-
3	Burgonya	0,47	1,02
4	Petrezselyem	12,85	0,17
5	Vöröshagyma	4,31	0,51
6	Vöröshagyma	7,58	-
7	Cékla	5,45	0,20
8	Karalábé	2,19	0,60
9	Karalábé	1,41	-
10	Sárgarépa	1,30	1,62
11	Fekete retek	2,49	0,20
12	Sütőtök	0	-
13	Sütőtök	0	-
14	Veteménybab	-	6,00

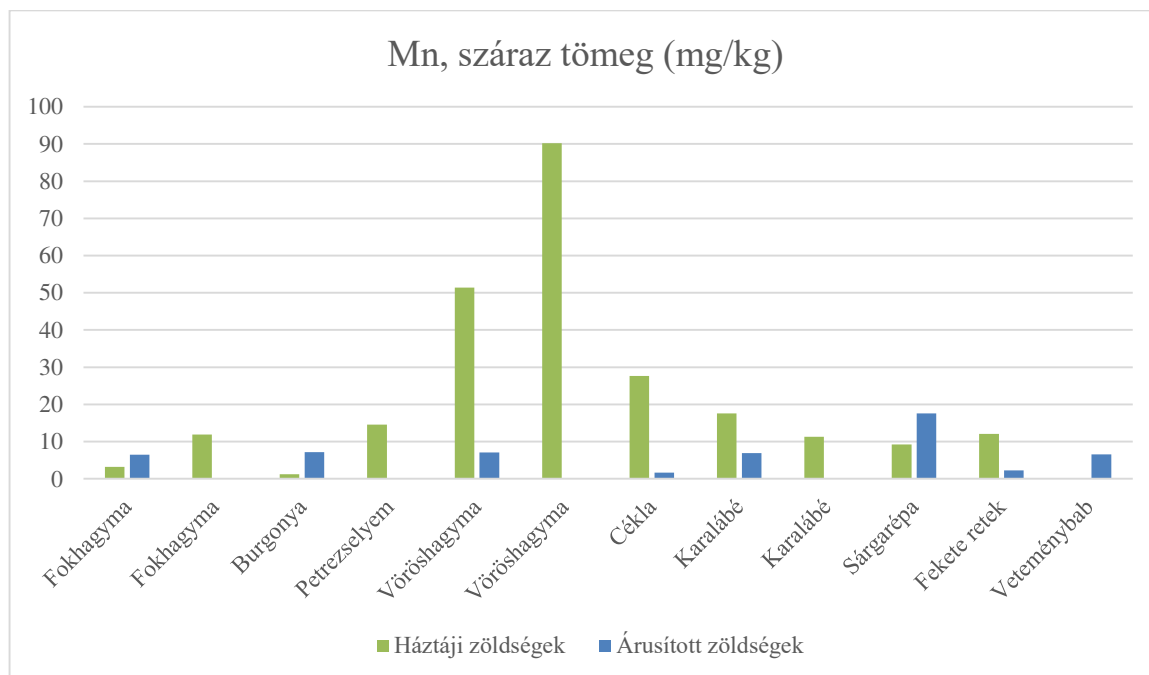


5. ábra: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (nedves tömeg)

A petrezselyem, ami a háztáji listából kiemelkedett az árusított eredményeket illetően már a legkevesebb mangánt tartalmazza, az árusított cékla és fekete retek mutatói nem sokkal haladják meg azt.

36. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Mn, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	3,24	6,44
2	Fokhagyma	11,85	-
3	Burgonya	1,25	7,18
4	Petrezselyem	14,58	0,22
5	Vöröshagyma	51,35	7,08
6	Vöröshagyma	90,22	-
7	Cékla	27,68	1,68
8	Karalábé	17,55	6,91
9	Karalábé	11,30	-
10	Sárgarépa	9,23	17,59
11	Fekete retek	12,10	2,21
12	Veteménybab	-	6,59



6. ábra: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (száraz tömeg)

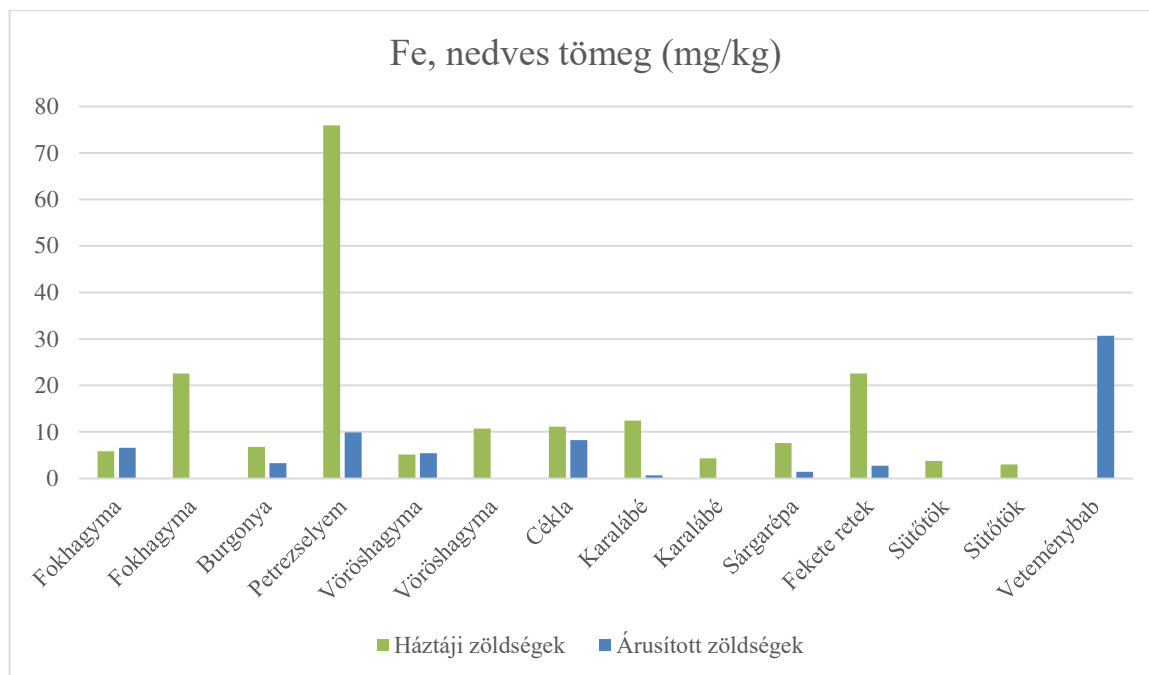
A száraz tömeg kapcsán a második vöröshagyma minta messze maga-mögött hagyja az összes többi értéket, az egyetlen amelyik valamennyire megközelíti az az első vöröshagyma, a legalacsonyabb értékkel az árusított petrezselyem bírt, az árusított cékla és fekete retek úgyszintén elhanyagolható eredményt mutatott, a háztáji mintákat figyelembé véve a cékla a harmadik leg kiugróbb a listán.

### 3.4. A zöldségnövények vas tartalma

A nedves minták apropójából a háztáji petrezselyem koncentrációja messze túlmutat az össze többin, az árusított oldalról a bab van az első helyen.

37. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Fe, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	5,80	6,61
2	Fokhagyma	22,54	-
3	Burgonya	6,80	3,26
4	Petrezselyem	75,91	9,86
5	Vöröshagyma	5,14	5,44
6	Vöröshagyma	10,71	-
7	Cékla	11,11	8,26
8	Karalábé	12,47	0,70
9	Karalábé	4,34	-
10	Sárgarépa	7,61	1,42
11	Fekete retek	22,53	2,73
12	Sütőtök	3,79	-
13	Sütőtök	3,03	-
14	Veteménybab	-	30,67

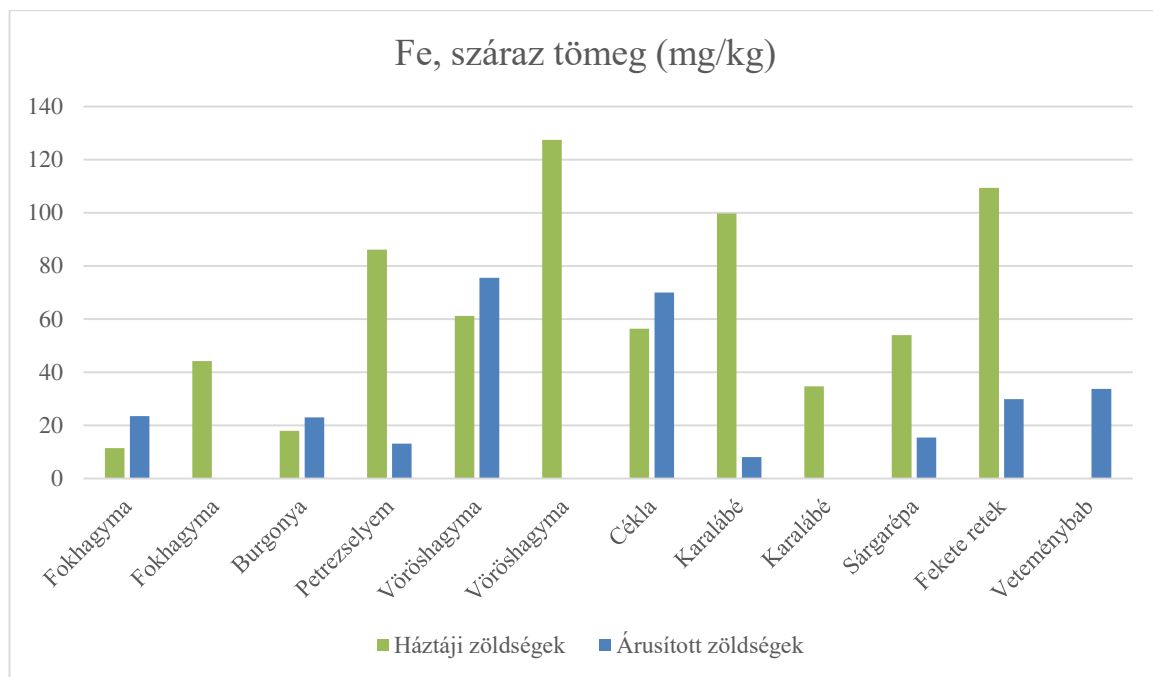


7. ábra: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (nedves tömeg)

A legkevesebb vas az árusított karalábéban található, az árusított sárgarépa és fekete retek szintén elhanyagolható mutatókkal rendelkeztek, a háztáji viszonylatban a sütőtök mintákban volt mérhető a legelenyészőbb vastartalom.

38. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Fe, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	11,36	23,41
2	Fokhagyma	44,12	-
3	Burgonya	17,95	22,96
4	Petrezselyem	86,16	13,08
5	Vöröshagyma	61,22	75,49
6	Vöröshagyma	127,48	-
7	Cékla	56,38	69,92
8	Karalábé	99,72	8,06
9	Karalábé	34,72	-
10	Sárgarépa	53,98	15,39
11	Fekete retek	109,36	29,87
12	Veteménybab	-	33,66



8. ábra: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (száraz tömeg)

Áttérve a kiszárított verziókra, viszonylag sok érték meglehetősen magasnak számít, mind közül a legkiemelkedőbb a második háztáji vöröshagyma, nem sokkal marad el a háztáji fekete retek és karalábé sem, a legalacsonyabb eredményeket az árusított karalábé és petrezselyem közölte. A háztáji petrezselyem, első vöröshagyma, cékla és sárgarépa, valamint árusított vöröshagyma és cékla relatíve hasonló szinten mozognak.

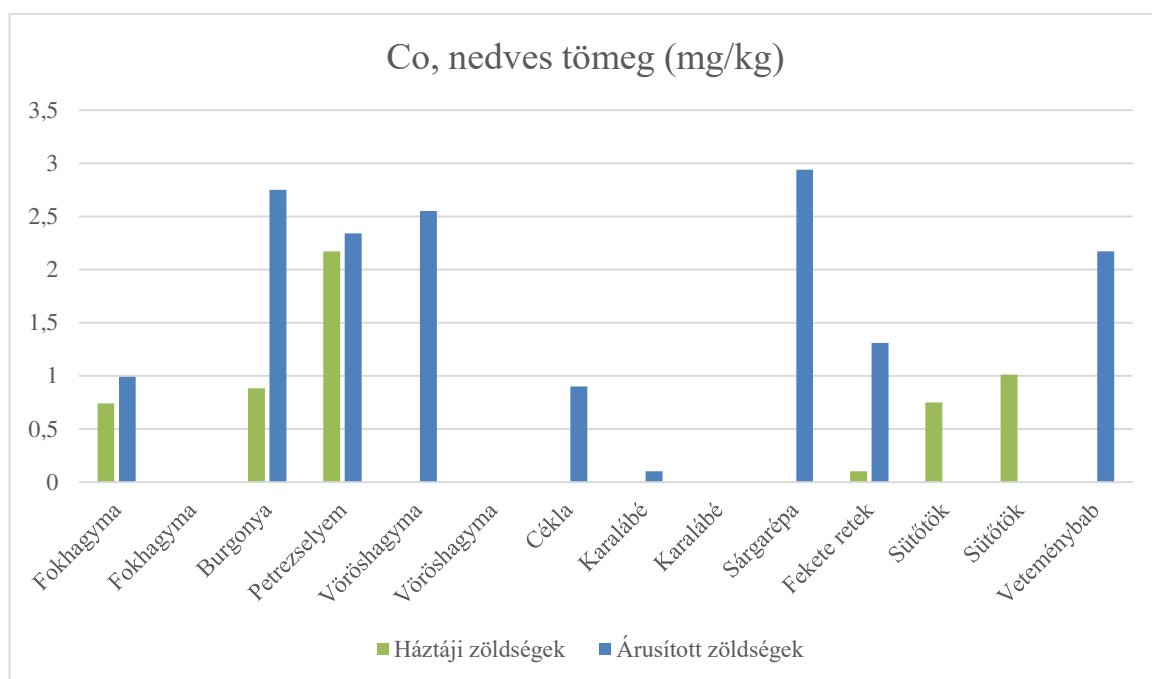
### 3.5. A zöldségnövények kobalt tartalma

A nedves tömeg vonatkozásában az árusított sárga répa ért el túlnyomó koncentrációt.

39. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Co, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,74	0,99
2	Fokhagyma	0	-
3	Burgonya	0,88	2,75
4	Petrezselyem	2,17	2,34
5	Vöröshagyma	0	2,55
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0,90

8	Karalábé	0	0,10
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	2,94
11	Fekete retek	0,10	1,31
12	Sütőtök	0,75	-
13	Sütőtök	1,01	-
14	Veteménybab	-	2,17



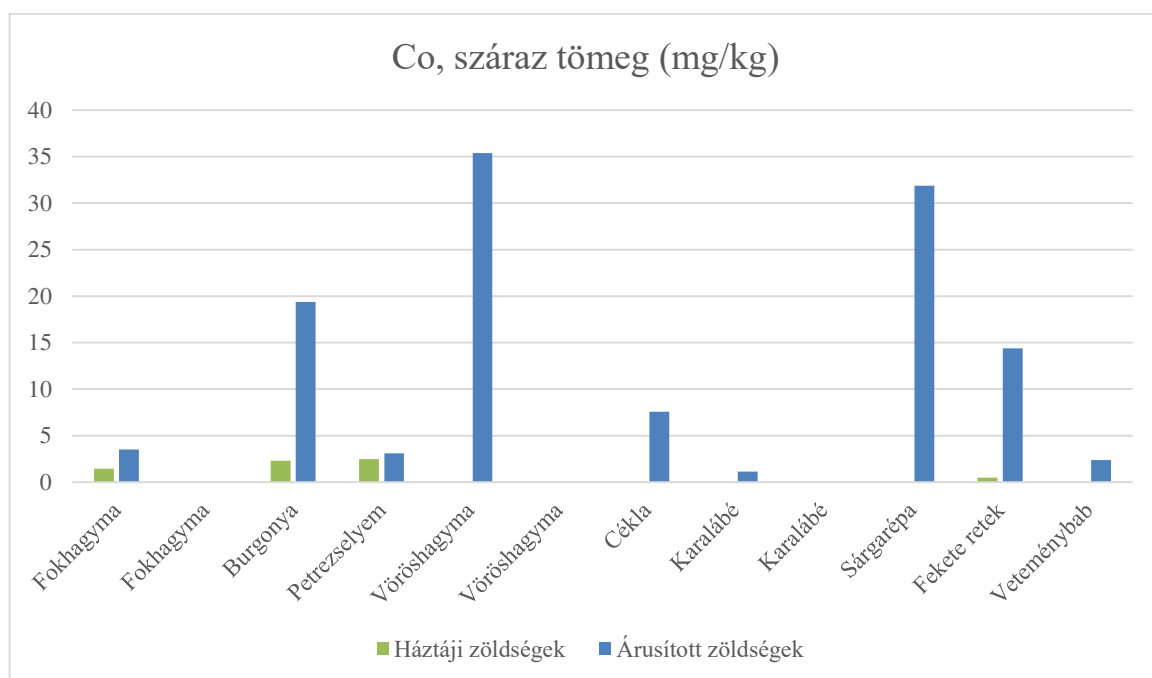
9. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (nedves tömeg)

Az árusított burgonya, első vöröshagyma minta, petrezselyem és bab, ugyanakkor a háztáji petrezselyem egyaránt magas értékeket mutattak. Ellentétben az árusított karalábéval és háztáji fekete retekkel, amelyek egyenlő képpen a legelenyészőbb végeredményt produkálták. A háztáji minták több mint felénél egyáltalán nem volt kimutatható a kobalt jelenléte.

40. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Co, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	1,44	3,51
2	Fokhagyma	0	-
3	Burgonya	2,32	19,38

4	Petrezselyem	2,46	3,10
5	Vöröshagyma	0	35,39
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	7,58
8	Karalábé	0	1,15
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	31,88
11	Fekete retek	0,48	14,38
12	Veteménybab	-	2,38



10. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (száraz tömeg)

A szárított változatokra való tekintettel, az árusított zöldségek mintái a legtöbb esetben messze felülmúlták a háztáji értékeket, mind közül a vöröshagyma bizonyult a legmeghatározóbbnak és nem sokkal utána következik a sárgarépa, a legcsekélyebb számokat a háztáji fekete retek és fokhagyma, továbbá az árusított karalábé mutatta.

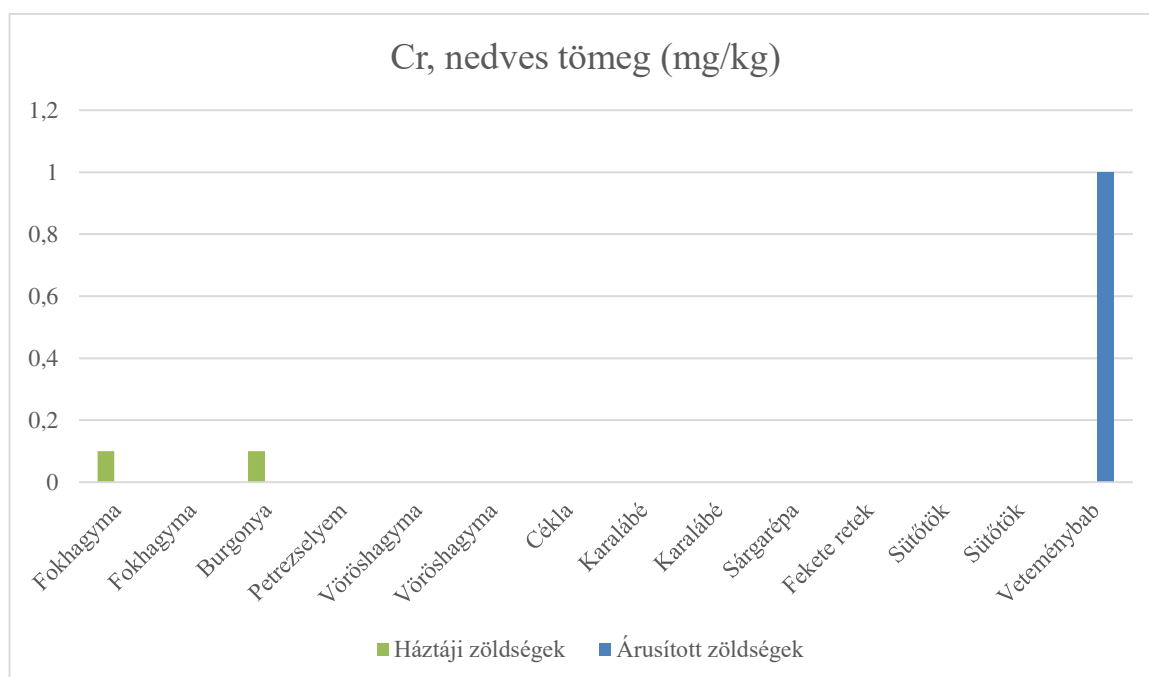
### 3.6. A zöldségnövények króm tartalma

A nedves tömeg esetében, mindkét mintaváltozatot figyelembe véve mindössze háromban mutatkozott az adott mikroelem.



41. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cr, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,10	0
2	Fokhagyma	0	-
3	Burgonya	0,10	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0
8	Karalábé	0	0
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Sütőtök	0	-
13	Sütőtök	0	-
14	Veteménybab	-	1,00

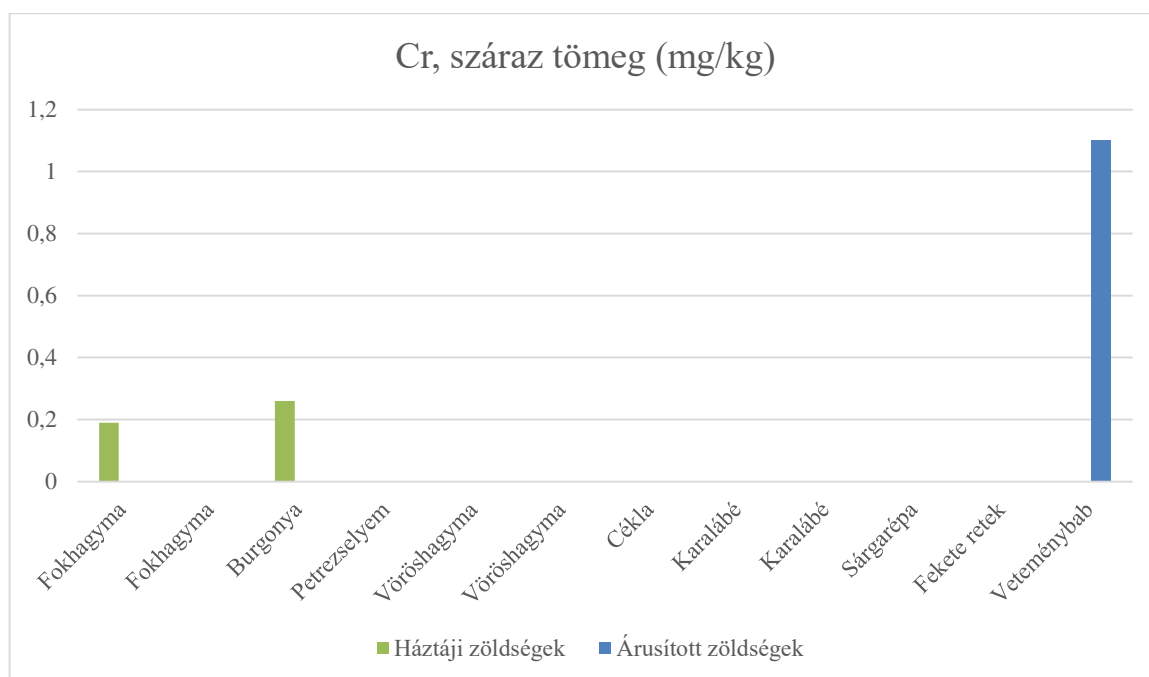


11. ábra: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (nedves tömeg)

Az eredményeket tekintetében az árusított bab krómkoncentrációja tízszerese a háztáji fokhagymának és burgonyának.

42. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cr, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,19	0
2	Fokhagyma	0	-
3	Burgonya	0,26	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0
8	Karalábé	0	0
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Veteménybab	-	1,10



12. ábra: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (száraz tömeg)

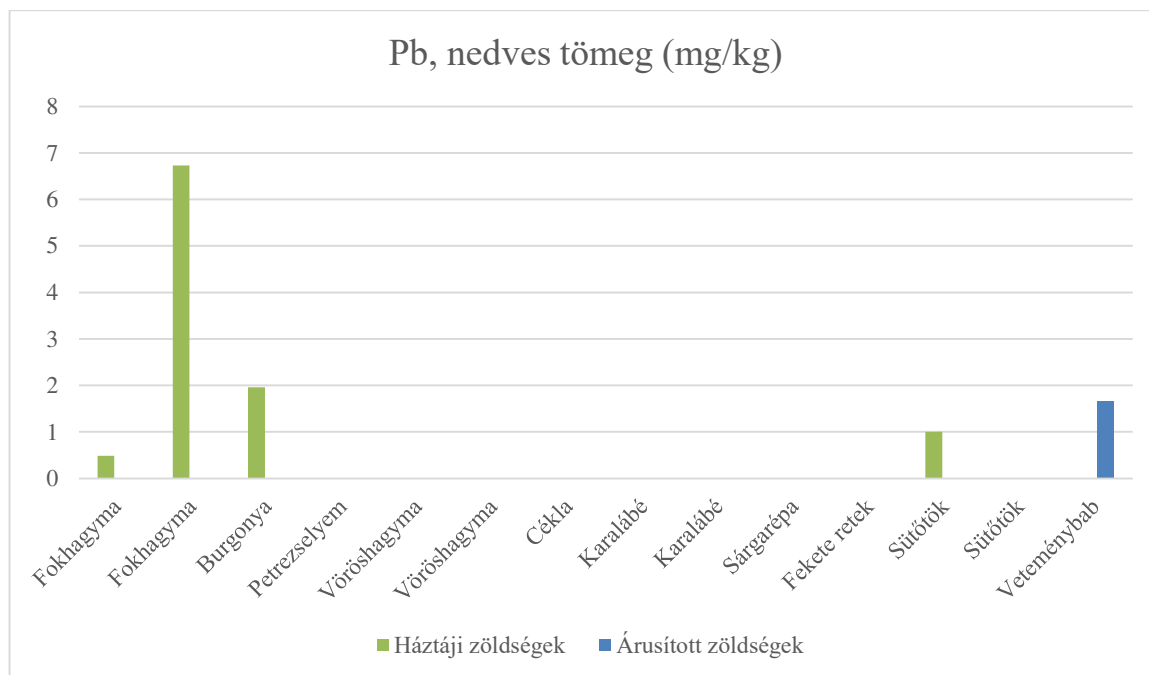
A minták száraz megfelelőjét illetően a helyzet bár hasonló tendenciát mutat, csak ugyanabban a három esetben jelent meg a króm, a különbségek nem ennyire kimagaslók a három zöldség között.

### 3.7. A zöldségnövények ólom tartalma

A nedves tömeg vonatkozásában a második háztáji fokhagyma minta kiugró értékeket mutat.

43. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Pb, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,49	0
2	Fokhagyma	6,73	-
3	Burgonya	1,96	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0
8	Karalábé	0	0
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Sütőtök	1,00	-
13	Sütőtök	0	-
14	Veteménybab	-	1,67

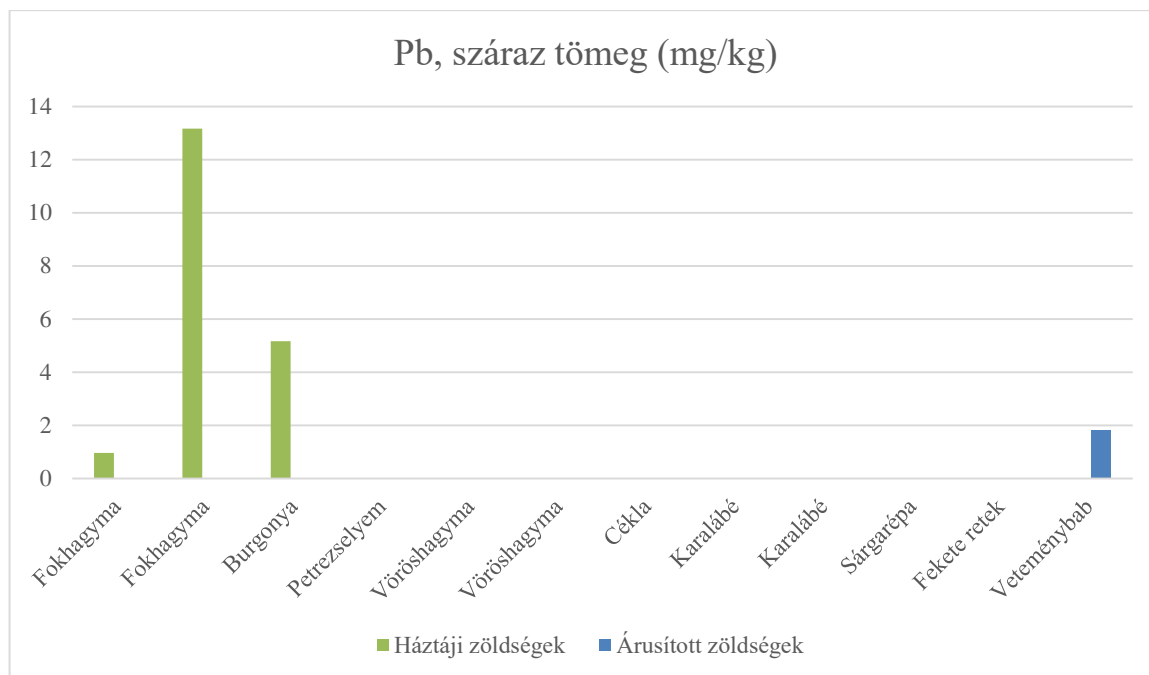


13. ábra: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (nedves tömeg)

A második háztáji fokhagyma mintát leszámítva a másik négy zöldség mellett amelyekben még megjelent az ólom, ezek közül csak egy, a bab tartozik az árusított változatokhoz, a legminimálisabb adatokat az első fokhagyma közölte.

44. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Pb, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,96	0
2	Fokhagyma	13,17	-
3	Burgonya	5,17	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0
8	Karalábé	0	0
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Veteménybab	-	1,83



14. ábra: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (száraz tömeg)

Áttérve a száraz tömegre, mindössze négy mintában bukkant fel az elem, ezek közül ismét a második fokhagyma minta bizonyosodott jelentősnek, az első pedig a legelhanyagolhatóbbnak, az árusított oldalról ismét csak a babban volt kimutatható az ólom.

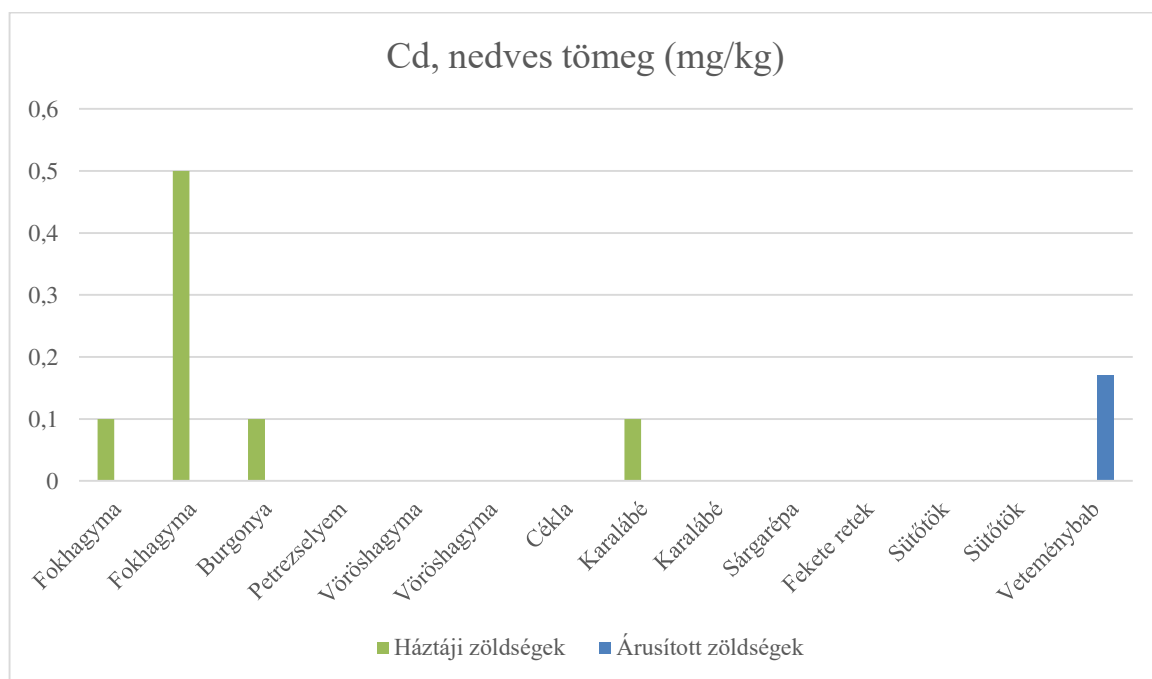
### 3.8. A zöldségnövények réz tartalma

A nedves típust illetően a kadmium adatai hasonló tendenciát mutatnak a króm és az ólom eredményeihez.

45. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (nedves tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cd, nedves tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,10	0
2	Fokhagyma	0,50	-
3	Burgonya	0,10	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0
8	Karalábé	0,10	0
9	Karalábé	0	-

10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Sütőtök	0	-
13	Sütőtök	0	-
14	Veteménybab	-	0,17



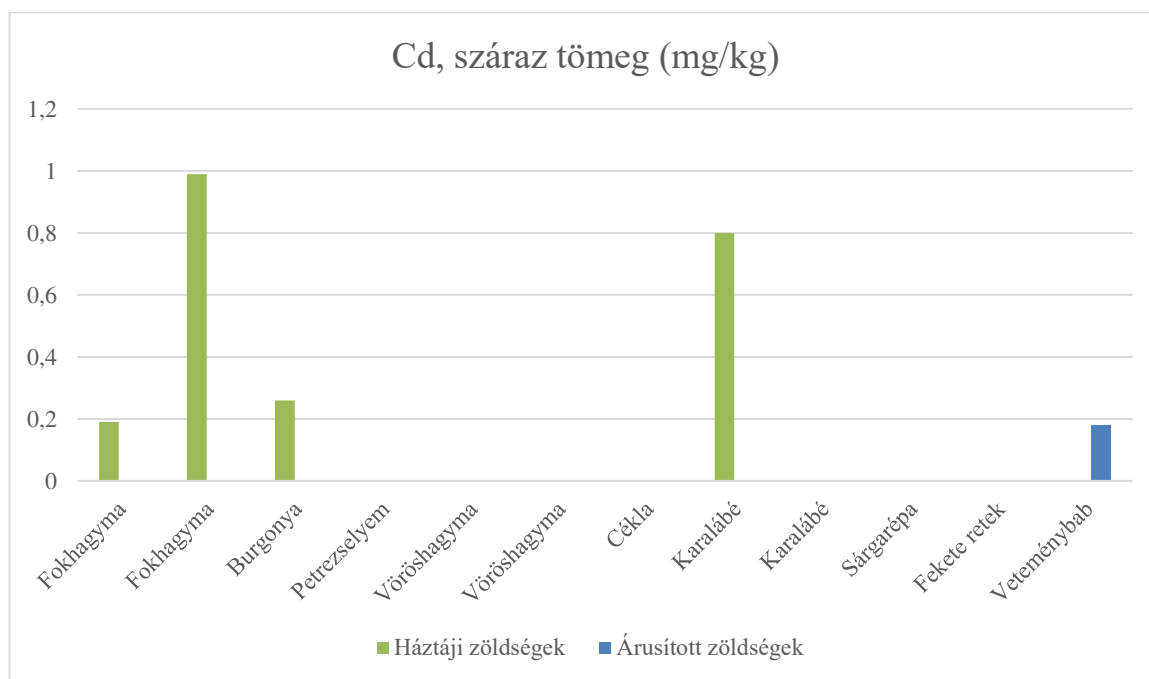
15. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (nedves tömeg)

A legkimagaslóbb a második fokhagyma minta és az árusított zöldségekre való tekintettel csak a bab esetén volt észlelhető a kadmium, az első háztáji fokhagyma, burgonya és karalábé értékei azonosak.

46. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (száraz tömeg)

Sorszám	A minta megnevezése	Cd, száraz tömeg (mg/kg)	
		Háztáji zöldségek	Árusított zöldségek
1	Fokhagyma	0,19	0
2	Fokhagyma	0,99	-
3	Burgonya	0,26	0
4	Petrezselyem	0	0
5	Vöröshagyma	0	0
6	Vöröshagyma	0	-
7	Cékla	0	0

8	Karalábé	0,80	0
9	Karalábé	0	-
10	Sárgarépa	0	0
11	Fekete retek	0	0
12	Veteménybab	-	0,18



16. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (száraz tömeg)

A száraz tömeg apopójából ebben az esetben is a második háztáji fokhagyma minta mutatott fel túlnyomó végeredményt, bár a háztáji karalábé koncentrációja nem sokkal marad el tőle, a legkisebb kadmium szintet az árusított bab révén sikerült észlelni.

Következés képpen, elemenként lebontva, a nedves tömeget tekintve a legmagasabb réztartalommal az árusított veteménybab, a legalacsonyabbal pedig az árusított petrezselyem rendelkezik, a legszámottevőbb cinkkoncentráció a háztáji petrezselyemben volt mérhető, a legelenyészőbb az árusított céklában, a mangán esetén szintén a háztáji petrezselyem emelkedett ki leginkább, a legcsekélyebb értékkel az árusított petrezselyem bírt, a vas vonatkozásában ismét a háztáji petrezselyem magaslott ki a leginkább, a legminimálisabb eredményt az árusított karalábé jelezte, a kobalt apopójából az árusított sárgarépa bizonyult számottevőnek, a legelhanyagolhatóbb adatot a háztáji fekete retek és az árusított karalábé mutatta fel, a krómot illetően az árusított veteménybab bizonyult túlnyomónak, a legkisebb számadatokat az első háztáji fokhagyma minta és a háztáji burgonya közölte, az ólomot

figyelembe véve a második háztáji fokhagyma minta előzte meg a lista többi eredményét, a legkevesebb ólom pedig az első háztáji fokhagyma mintában mutatkozott, az előzőleg említett elemhez hasonlóan a legkiemelkedőbb kadmium mutatót a második háztáji fokhagyma minta jelezte, a legalacsonyabb koncentrációval az első háztáji fokhagyma, burgonya és első karalábé rendelkezik.

A száraz tömeg kapcsán, a rezet tekintve a második háztáji vöröshagymaminta esetében a legszámottevőbb az érték, a legelenyészőbb eredményt az árusított petrezselyem mutatta fel, a cink vonatkozásában ugyancsak a második háztáji vöröshagyma mintának tulajdonítható a legkimagaslóbb eredmény, a legcsekélyebb mutatót az árusított petrezselyem közölte, a mangán révén is ugyan az a tendencia figyelhető meg ami az előző két elem esetén, a vasat figyelembe véve is a második háztáji vöröshagyma a listavezető, a legminimálisabb értékkel viszont már az árusított karalábé bír, áttérve a kobaltra, az árusított vöröshagyma bizonyult számottevőnek, a legelhanyagolhatóbb mutatót a háztáji fekete retek mutatta fel, a krómot tekintve az árusított veteménybab bizonyosodott kiemelkedőnek, a legkisebb koncentráció az első háztáji fokhagyma mintában volt mérhető, az ólom kapcsán a legkirágóbb adatot a második háztáji fokhagyma mutatta ki, a legkevesebb ólom pedig az első háztáji fokhagyma mintában volt mérhető, a kadmium apropójából, mint ahogy az ólom esetében is, a második háztáji fokhagyma előzte meg a lista többi elemét, a legutolsó helyen az árusított veteménybab végzett.



## ÖSSZEFOGLALÁS

A munka célja a Beregszászi járás területéről begyűjtött háztáji és árusított zöldségminták mikroelemtartalmának meghatározása és összehasonlítása volt.

A háztáji és árusított változatok között összesen tíz különböző zöldség mikroelemtartalma került kivizsgálásra, ezek közül nyolc egyezik a két változat között, ezek a burgonya, cékla, fekete retek, fokhagyma, karalábé, petrezselyem, sárgarépa és a vöröshagyma, a két zöldség tekintetében amelyek különböznek, a háztáji minták közül kivizsgálásra került a sütőtök, az árusított listáról pedig a veteménybab. A háztáji vöröshagymából, karalábéból, fokhagymából és sütőtökből két minta került begyűjtésre.

A vizsgálati folyamat során a minták először fel lettek aprítva aztán teflon feltároló edényekbe helyeztük őket, ez követően került az edényekbe az  $\text{HNO}_3$  és a  $\text{H}_2\text{O}_2$  a sikeres savazás után az edényeket Speedwave two mikrohullámú berendezésbe raktuk amiben végbe ment a roncsolás, ezután nyílt lehetőség a minták mikro-elemtartalmának meghatározására Agilent Technologies 240 típusú spektrofotométer segítségével, láng atomabszorpciós eljárást használva.

A felsorolt zöldségmintákban a következő elemek koncentrációja került kivizsgálásra, réz (Cu), cink (Zn), mangán (Mn), vas (Fe), kobalt (Co), króm (Cr), ólom (Pb), kadmium (Cd). Az összes rendelkezésre álló eredményt figyelembe véve, a réz kapcsán a második háztáji vöröshagyma minta mutatta a legmagasabb értéket (száraz tömeg), a legalacsonyabbat pedig az árusított petrezselyem (nedves tömeg). A cink kapcsán a legszámottevőbb tartalmat a második háztáji vöröshagyma minta jelezte (száraz tömeg), a legelenyészőbb koncentrációval az árusított cékla (nedves tömeg) rendelkezett. A mangán vonatkozásában is a második háztáji vöröshagyma (száraz tömeg) bizonyult a számottevőnek, a legcsekélyebb érték az árusított petrezselyemnek (nedves tömeg) tudható be. A vas apropójából ismét a második háztáji vöröshagyma minta mutatta fel (száraz tömeg) a legkimagaslóbb értéket, a legminimálisabbat pedig az árusított karalábé érte (nedves tömeg) el. A kobaltot illetően az első háztáji vöröshagyma (száraz tömeg) minta bizonyosodott a túlnyomónak, a listák utolsó helyén egyaránt az árusított karalábé (nedves tömeg) és a háztáji fekete retek (nedves tömeg) van. A krómot figyelembe véve az árusított veteménybabnak (száraz tömeg) tulajdonítható a legkiemelkedőbb eredmény, a legelhanyagolhatóbb pedig az első háztáji fokhagyma mintának (nedves tömeg) és a burgonyának (nedves tömeg). Áttérve az ólomra, a legjelentősebb adatot a második háztáji fokhagyma (száraz tömeg) közölte, a legkisebb ólomkoncentrációt az első háztáji fokhagyma minta mutatta ki (nedves tömeg). A kadmium esetén a legmeghatározóbb

végeredmény a második háztáji fokhagymában (száraz tömeg) volt mérhető, a legkevesebb kadmiumot az első háztáji fokhagyma (nedves tömeg), háztáji burgonya (nedves tömeg) és az első háztáji karalábé minta (nedves tömeg) jelezte. A kobalt, króm, ólom és kadmium a zöldségek többségében egyáltalán nem volt kimutatható. Az adatok alapján arra lehet következtetni hogy talajoknak amelyekből a háztáji zöldségek származnak viszonylag magas a cink, mangán és vastartalma, egyedül a kobalt és krómkoncentráció kapcsán domináltak az árusított zöldségek, lehetséges hogy a szállítási vagy tárolási folyamatok során szennyeződtek meg ezen mikroelemekkel.

## РЕЗЮМЕ

Метою досліджень була визначення та порівняльна характеристика овочів з присадибних ділянок та агропромислових підприємств.

Досліджено вміст мікроелементів у десяти різних овочах, які були вирощені на присадибних ділянках та в агропромислових підприємствах. Серед овочів картопля, буряк, чорна редька, часник, кольрабі, петрушка, морква і червона цибуля були відібрані і на присадибних ділянках, і в магазинах. Гарбуз був тільки один із домашнього саду, а польова квасоля тільки з торгового закладу. З присадибної ділянки були відібрані дві різні зразки домашньої червоної цибулі, кольрабі, часнику та гарбуза.

Зразки овочів спочатку були розрізанні, а потім поміщали в тефлонові посудини., в які добавили концентрованих  $\text{HNO}_3$  і  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Посудини поміщали в мікрохвильовий мінералізатор типу Speedwave two, де відбувалося озолення зразків. Після мінералізації у овочах було визначено вміст мікроелементів за допомогою спектрофотометра Agilent Technologies 240 полум'яним атомно-абсорбційним методом.

У перелічених зразках рослин досліджено вміст наступних елементів: міді (Cu), цинку (Zn), марганцю (Mn), заліза (Fe), кобальту (Co), хрому (Cr), свинцю (Pb), кадмію. (Cd). З огляду на всі наявні результати, другий зразок домашньої червоної цибулі показав найвищий вміст міді (суха маса), а найнижчий – петрушка з магазину (волога маса). Що стосується цинку, то найзначніший вміст показав другий домашній зразок червоної цибулі (суха маса), найнижчу концентрацію мав торговельний буряк (волога маса). Самий високий вміст марганцю виявлено у другому зразку червоної цибулі (суха маса), найменше значення можна віднести до торговельної петрушки (волога маса). Щодо заліза, знову само більше було в другому зразку домашньої червоної цибулі (суха маса), а найменше значення у продажному кольрабі (волога маса). Найбільший вміст кобальту виявлено у першому зразку домашньої червоної цибулі (суха маса), найменше значення у кольрабі (волога маса) з магазину і домашній редьки (волога маса). Вміст хрому найбільший у магазинній квасолі (суха маса). У більшості досліджуваних овочах хрому не виявлено. В обох зразках домашнього часнику був виявлений ф свинець, і кадмій. В першому зразку їх було менше, а в другому набагато більше. Кадмію також було і домашній картоплі (волога маса) і першому домашньому зразку кольрабі (волога маса). У більшості овочів взагалі не виявлено кобальту, хрому, свинцю та кадмію.

Виходячи з даних можна зробити висновок, що ґрунти присадибних ділянок, на яких вирощували досліджені овочі, мають відносно високий вміст цинку, марганцю та заліза. У овочах, які вирощували в агропромислових підприємствах і були відібрані в магазинах, переважають лише кобальт та хрому. Припускаємо, що забруднення овочів хромом, можливо що і кобальтом, відбувається під час транспортування та/або зберігання.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Ali, M., & Tsou, S. C. (1997). Combating micronutrient deficiencies through vegetables—a neglected food frontier in Asia. *Food policy*, 22(1), 17-38.
- Ariana, V., Maria, R., Gergen, I., Lorena, M. O., Măruțoiu, C., Diana, M., ... & Gogoasă, I. (2015). Leafy Vegetables, Important Sources of Microelements. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 19(4), 17-20.
- Babincev, L., & Rajkovic, L. (2010). DETERMINATION OF THE LEAD CONTENT IN SPINACH BY UTILIZATION OF THE POTENTIOMETRIC STRIPPING ANALYSIS (PSA). *Journal of Engineering & Processing Management*, 2(1), 35-44.
- Barrett, D. M. (2007). Maximizing the nutritional value of fruits & vegetables. *Food technology*.
- Bosiacki, M., & Tyksinski, W. (2009). Copper, zinc, iron and manganese content in edible parts of some fresh vegetables sold on markets in Poznan. *Journal of Elementology*, 14(1), 13-21.
- Bouis, H. E., Hotz, C., McClafferty, B., Meenakshi, J. V., & Pfeiffer, W. H. (2011). Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition. *Food and nutrition bulletin*, 32(1\_suppl1), S31-S40.
- Brucka-Jastrzębska, E., Kawczuga, D., Rajkowska, M., & Protasowicki, M. (2009). Levels of microelements [Cu, Zn, Fe] and macroelements [Mg, Ca] in freshwater fish. *Journal of Elementology*, 14(3), 437-447.
- Bruulsema, T. W., Heffer, P., Welch, R. M., Cakmak, I., & Moran, K. (2012). Fertilizing crops to improve human health: a scientific review. *Better Crops*, 2, 96.
- Buturi, C. V., Mauro, R. P., Fogliano, V., Leonardi, C., & Giuffrida, F. (2021). Mineral biofortification of vegetables as a tool to improve human diet. *Foods*, 10(2), 223.
- Cosmulescu, S., Mihai, B. O. T. U., & Trandafir, I. (2013). The mineral source for human nutrition of nuts in different hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 250-254.
- Cunningham, J., Milligan, G., & Trevisan, L. (2001). Minerals in Australian fruits and vegetables. *Food Standards Australia. New Zealand*.
- De, L. C., & De, T. (2019). Healthy food for healthy life. *J. Glob. Biosci*, 8, 6453-6468.
- Delgado, A. M., Vaz Almeida, M. D., Parisi, S., Delgado, A. M., Parisi, S., & Vaz Almeida, M. D. (2017). Greens and other vegetable foods. *Chemistry of the Mediterranean diet*, 59-137.

- Enakiev, Y. I., Bahitova, A. R., & Lapushkin, V. M. (2018). Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow SOD-Podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(2), 285-289.
- Faik A, A., Hülya, T., Ahmet, C., Ertugrul, S., Mark, M., & Robert H, G. (2011). Macro- and microelement contents of fruiting bodies of wild-edible mushrooms growing in the East Black Sea Region of Turkey. *Food and Nutrition Sciences*, 2011.
- Gąsiorowska, B., Płaza, A., Rzażewska, E., Cybulska, A., & Górski, R. (2018). The potato tuber content of microelements as affected by organic fertilisation and production system. *Environmental monitoring and assessment*, 190(9), 522.
- Gharibzahedi, S. M. T., & Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 119-132.
- Gogoasa, I., Rada, M., Negrea, P., Negrea, A., Alda, L. M., Bordean, D., ... & Gergen, I. (2015). Apples: An important source of essential microelements. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 21(3), 227-230.
- Grzeszczak, K., Kwiatkowski, S., & Kosik-Bogacka, D. (2020). The role of Fe, Zn, and Cu in pregnancy. *Biomolecules*, 10(8), 1176.
- Has-Schön, E., Bogut, I., Vuković, R., Galović, D., Bogut, A., & Horvatić, J. (2015). Distribution and age-related bioaccumulation of lead (Pb), mercury (Hg), cadmium (Cd), and arsenic (As) in tissues of common carp (*Cyprinus carpio*) and European catfish (*Sylurus glanis*) from the Buško Blato reservoir (Bosnia and Herzegovina). *Chemosphere*, 135, 289-296.
- Jablonska, E., Gromadzinska, J., Klos, A., Bertrandt, J., Skibniewska, K., Darago, A., & Wasowicz, W. (2013). Selenium, zinc and copper in the Polish diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(2), 259-265.
- Jiang, J., Lu, S., Zhang, H., Liu, G., Lin, K., Huang, W., ... & Yu, Y. (2015). Dietary intake of human essential elements from a Total Diet Study in Shenzhen, Guangdong Province, China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 1-7.
- Jurgiel-Malecka, G., & Suchorska-Orłowska, J. (2008). The effect of nitrogen fertilization on content of microelements in selected onions. *Journal of Elementology*, 13(2).
- Kádár, I. (1995). A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon.

- Kicińska, A., Glichowska, P., & Mamak, M. (2019). Micro-and macroelement contents in the liver of farm and wild animals and the health risks involved in liver consumption. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-18.
- Kiczorowski, P., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Szmigielski, M., & Winiarska-Mieczan, A. (2022). Effect of fermentation of chosen vegetables on the nutrient, mineral, and biocomponent profile in human and animal nutrition. *Scientific Reports*, 12(1), 13422.
- Kleiber, T., Bosiacki, M., & Markiewicz, B. (2010). Effect of the controlled fertilization on the mineral components of chosen varieties of onion (*Allium cepa* L.). Part II. Microelements and sodium. *Ecological Chemistry and Engineering. A*, 17(8), 935-941.
- Kostova, D., Kanazirska, V., & Kamburova, M. (2008). A comparative analysis of different vegetable crops for content of manganese and molybdenum. *Agronomy Research*, 6(2), 477-488.
- Lungu, I. I., Babarus, I., Oniciuc, L., & Stefanache, A. (2022). A Review of Essential Microelements in the Immune System. *International Journal of Immunology*, 10(1), 1-4.
- Lynch, R. J., & Duckworth, R. M. (2020). Microelements: Part I: Zn, Sn, Cu, Fe and I. The Impact of Nutrition and Diet on Oral Health, 28, 32-47.
- Maciejewski, R., Radzikowska-Büchner, E., Flieger, W., Kulczycka, K., Baj, J., Forma, A., & Flieger, J. (2022). An Overview of Essential Microelements and Common Metallic Nanoparticles and Their Effects on Male Fertility. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 11066.
- Manzoor, J., Sharma, M., & Wani, K. A. (2018). Heavy metals in vegetables and their impact on the nutrient quality of vegetables: A review. *Journal of plant Nutrition*, 41(13), 1744-1763.
- Markiewicz, B., & Kleiber, T. (2014). The effect of Tytanit application on the content of selected microelements and the biological value of tomato fruits. *Journal of Elementology*, 19(4).
- Matt, D., Rembalkowska, E., Luik, A., Peetsmann, E., & Pehme, S. (2011). Quality of organic vs. conventional food and effects on health: report.
- Melse-Boonstra, A. (2020). Bioavailability of micronutrients from nutrient-dense whole foods: zooming in on dairy, vegetables, and fruits. *Frontiers in Nutrition*, 7, 101.
- Mihali, C., Michnea, A., Oprea, G., Gogoasa, I., Pop, C., Senila, M., & Grigor, L. (2012). Trace element transfer from soil to vegetables around the lead smelter in Baia Mare, NW Romania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1), 828-834.

- Miller, D. D., & Welch, R. M. (2013). Food system strategies for preventing micronutrient malnutrition. *Food policy*, 42, 115-128.
- Nair, M. K., Augustine, L. F., & Konapur, A. (2016). Food-based interventions to modify diet quality and diversity to address multiple micronutrient deficiency. *Frontiers in public health*, 3, 277.
- Nieder, Rolf, et al. "Microelements and their role in human health." *Soil components and human health* (2018): 317-374.
- Nohr, D., & Biesalski, H. K. (2007). 'Mealthy' food: meat as a healthy and valuable source of micronutrients. *Animal*, 1(2), 309-316.
- Rondanelli, M., Faliva, M. A., Peroni, G., Infantino, V., Gasparri, C., Iannello, G., ... & Tartara, A. (2021). Essentiality of manganese for bone health: An overview and update. *Natural Product Communications*, 16(5), 1934578X211016649.
- Pennington, J. A. T., & Young, B. (1990). Iron, zinc, copper, manganese, selenium, and iodine in foods from the United States total diet study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 3(2), 166-184.
- Platel, K., & Srinivasan, K. (2016). Bioavailability of micronutrients from plant foods: an update. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(10), 1608-1619.
- Polyakov, A., Alekseeva, T., & Soldatenko, A. (2019, November). A perspective method of garlic enrichment (*Allium Sativum* L.) with selenium. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 395, No. 1, p. 012088). IOP Publishing.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (2012). *World vegetables: principles, production, and nutritive values*. Springer Science & Business Media.
- Rubio, C., Hardisson, A., Martín, R., Báez, A., Martín, M., & Álvarez, R. (2002). Mineral composition of the red and green pepper (*Capsicum annum*) from Tenerife Island. *European food research and technology*, 214, 501-504.
- Simsek, A., & Aykut, O. (2007). Evaluation of the microelement profile of Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties for human nutrition and health. *International journal of food sciences and nutrition*, 58(8), 677-688.
- Ştef, D. S., Gergen, I., Traşcă, T. I., Hărmănescu, M., Ştef, L., Drugă, M., ... & Hegheduș-Mîndru, G. (2010). Screening of 33 medicinal plants for the microelements content. *Animal Science and Biotechnologies*, 43(1), 127-132.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Kandler, W., & Krska, R. (2012). A comparison of macro-and microelement concentrations in the whole grain of four *Triticum* species. *Plant, Soil and Environment*, 58(3), 141-147.



- Szerement, J., Szatanik-Kloc, A., Mokrzycki, J., & Mierzwa-Hersztek, M. (2022). Agronomic biofortification with Se, Zn, and Fe: An effective strategy to enhance crop nutritional quality and stress defense—A Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(1), 1129-1159.
- Takács, S., & Tatár, A. (1987). Trace elements in the environment and in human organs: I. Methods and results. *Environmental Research*, 42(2), 312-320.
- Tang, Y. R., Zhang, S. Q., Xiong, Y., Zhao, Y., Fu, H., Zhang, H. P., & Xiong, K. M. (2003). Studies of five microelement contents in human serum, hair, and fingernails correlated with aged hypertension and coronary heart disease. *Biological trace element research*, 92, 97-103.
- Terpiłowska, S., & Siwicki, A. K. (2011). Review paper The role of selected microelements: selenium, zinc, chromium and iron in immune system. *Central European Journal of Immunology*, 36(4), 303-307.
- Tomulescu, I. M., Radoviciu, E. M., Merca, V. V., & Tuduca, A. D. (2004). Effect of copper, zinc and lead and their combinations on the germination capacity of two cereals. *Acta Agraria Debreceniensis*, (15), 39-42.
- Tontisirin, K., Nantel, G., & Bhattacharjee, L. (2002). Food-based strategies to meet the challenges of micronutrient malnutrition in the developing world. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(2), 243-250.
- Valerko, R. A., Herasymchuk, L. O., Martenyuk, G. M., & Kravchuk, M. M. (2018). Ecological assessment of vegetable products grown in the city of Zhytomyr and its residential suburb. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 927-938.
- Veronese, N., & Barbagallo, M. (2021). Magnesium and micro-elements in older persons. *Nutrients*, 13(3), 847.
- Welch, R. M., & Graham, R. D. (2004). Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of experimental botany*, 55(396), 353-364. [26]
- Welch, R. M., & Graham, R. D. (2005). Agriculture: the real nexus for enhancing bioavailable micronutrients in food crops. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 18(4), 299-307.
- Zohoori, F. V., & Duckworth, R. M. (2020). Microelements: part II: F, Al, Mo and Co. *The Impact of Nutrition and Diet on Oral Health*, 28, 48-58.

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Átlagos mikroelem-koncentráció (mg kg<sup>-1</sup>) az emberi szervezetben, a növényekben és a talajban (a felső mérő)
2. táblázat: Bizonyos emberi szervek mikroelem tartalma
3. táblázat: Mikroelem tartalom három édesvízi halfaj szerveiben
4. táblázat: Mikroelem koncentrációk a vizsgált Triticum fajok teljes kiőrlésű formájában.
5. táblázat: Az ólom, réz, cink, mangán, vas, kobalt, króm, nikkel és egyéb elemek szintje a vizsgált mintákban.
6. táblázat: A létfontosságú mikroelemek szerepe a növényekben és az embereknél
7. táblázat: Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek
8. táblázat: Ajánlott napi étrendi értékek 19 és 50 év közötti férfiak és nők számára
9. táblázat: Különböző romániai almafajták Fe, Mn, Zn és Cu tartalma
10. táblázat: Elemi koncentrációk (mg/g) élelmiszerekben, amelyeket 2011-ben Shenzhenben gyűjtöttek össze egy Total Diet Study tanulmány részeként.
11. táblázat: A következő táblázat Melse-Boonstra 2020 „Bioavailability of vitamins and minerals from milk and dairy foods in humans” című táblázatának szerkeztése.
12. táblázat: A következő táblázat Melse-Boonstra 2020 „Bioavailability of vitamins and minerals from vegetables and fruits in humans.” című táblázatának szerkeztése. (MELSE-BOONSTRA, 2020)
13. táblázat: Ásványianyag-koncentráció (mg/100 g) Ausztráliában 2000–2001-ben vásárolt nyers zöldség ehető részében, ahol ismert, fajtánként.
14. táblázat: Extrém értékek és átlagos rézkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben
15. táblázat: Extrém értékek és átlagos cinkkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben
16. táblázat: Extrém értékek és átlagos vaskoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben
17. táblázat: Extrém értékek és átlagos mangánkoncentrációk (mg·kg<sup>-1</sup> d.m.) a növényi ehető részekben
18. táblázat: Egyes zöldségek mikroelem tartalma
19. táblázat: Zsitomiri magánterületen termelt zöldségekben található nehézfémek mennyisége mg/kg-ban
20. táblázat: A Tytanit hatása a paradicsom gyümölcsökben lévő fémes mikroelemek átlagos mennyiségére (mg kg<sup>-1</sup> d.m.) (2010-2011-ig)

21. táblázat: A burgonyagumók réztartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm
22. táblázat: A burgonyagumók vastartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm
23. táblázat: A burgonyagumók mangántartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm
24. táblázat: A burgonyagumók cinktartalma (2009–2011-ig értendő), mg kg<sup>-1</sup> dm
25. táblázat: A nitrogénműtrágya hatása a kiválasztott hagymafajták mikroelem-tartalmára (mg lg<sup>-1</sup>d.m) (három év átlaga)
26. táblázat: A világ élelmiszerforrásai és az egy főre jutó átlagos éves élelmiszer-fogyasztás, valamint a napi kalória-, fehérje- és zsírbevitel, 1986–1988
27. táblázat: Mikroelemek és nehézfémek nyers és erjesztett zöldségekben. Az eredmények az egyes zöldségkombinációk négy ismétlésének átlaga±szórás (n=4). egy mg·100 g<sup>-1</sup> friss anyag.
28. táblázat: A napi étkezési adag cink- és réztartalma számos lengyel nyilvános étkezde, valamint egy önellátó diákcsoport vizsgálata alapján.
29. táblázat: Cink- és réztartalom válogatott közép-lengyelországi élelmiszercsoportokban.
30. táblázat: A vizsgált zöldségnövények
31. táblázat: Speedwave two 10 mintás program
32. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (nedves tömeg)
33. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (száraz tömeg)
34. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (nedves tömeg)
35. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (száraz tömeg)
36. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (nedves tömeg)
37. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (száraz tömeg)
38. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (nedves tömeg)
39. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (száraz tömeg)
40. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (nedves tömeg)
41. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (száraz tömeg)
42. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (nedves tömeg)
43. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (száraz tömeg)
44. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (nedves tömeg)
45. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (száraz tömeg)
46. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (nedves tömeg)
47. táblázat: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (száraz tömeg)

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (nedves tömeg)
2. ábra: Háztáji és árusított zöldségek réztartalma (száraz tömeg)
3. ábra: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (nedves tömeg)
4. ábra: Háztáji és árusított zöldségek cinktartalma (száraz tömeg)
5. ábra: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (nedves tömeg)
6. ábra: Háztáji és árusított zöldségek mangántartalma (száraz tömeg)
7. ábra: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (nedves tömeg)
8. ábra: Háztáji és árusított zöldségek vastartalma (száraz tömeg)
9. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (nedves tömeg)
10. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kobalttartalma (száraz tömeg)
11. ábra: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (nedves tömeg)
12. ábra: Háztáji és árusított zöldségek krómtartalma (száraz tömeg)
13. ábra: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (nedves tömeg)
14. ábra: Háztáji és árusított zöldségek ólomtartalma (száraz tömeg)
15. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (nedves tömeg)
16. ábra: Háztáji és árusított zöldségek kadmiumtartalma (száraz tömeg)