

Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
Кафедра біології та хімії

Реєстраційний № _____

Кваліфікаційна робота

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У
ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ СОКАХ, ВИГОТОВЛЕНИХ У
ДОМАШНІХ ТА ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ**

ШМОН КЛАУДІЯ ШАНДОРІВНА

Студентка IV-го курсу

Освітня програма: Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Рівень вищої освіти: бакалавр

Тема затверджена на засіданні кафедри

Протокол № 3 / 25.10.2023 р.

Науковий керівник:

Чома Золтан Золтанович
доктор філософії, доцент

Завідувач кафедри:

Когут Ержебет Імріївна
доктор філософії, доцент

Робота захищена на оцінку _____, «___» _____ 2024 року

Протокол № _____ / 2024

**Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

Кафедра біології та хімії

Кваліфікаційна робота

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У
ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ СОКАХ, ВИГОТОВЛЕНИХ У
ДОМАШНІХ ТА ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ**

Рівень вищої освіти: бакалавр

Виконавець: студентка IV-го курсу

Шімон Клаудія Шандорівна

Освітня програма: Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Науковий керівник: **Чома Золтан Золтанович**

доктор філософії, доцент

Рецензент: **Молнар-Бабіля Джосія Імреївна**

кандидат хімічних наук, доцент

Берегове

2024

**Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

Biológia és Kémia Tanszék

**HÁZI KÉSZÍTÉSŰ ÉS NAGYÜZEMI GYÜMÖLCS- ÉS
ZÖLDSÉGLEVEK MIKROELEM TARTALMÁNAK
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA**

Szakdolgozat

Készítette: Simon Klaudia

IV. évfolyamos

014 Középfokú oktatás (Biológia és az ember egészsége)

szakos hallgató

Témavezető: Dr. Csoma Zoltán, PhD

docens

Recenzens: Molnár-Babilya Dzsoszija

a kémiai tudományok kandidátusa, docens

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
I. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	10
1.1. Класифікація поживних речовин	10
1.2. Вміст поживних речовин у рослинах.....	10
1.3. Мікроелементи в ґрунті та в живих організмах.....	11
1.3.1. Купрум.....	11
1.3.2. Манган.....	12
1.3.3. Ферум	12
1.3.4. Цинк.....	13
1.3.5. Кобальт.....	14
1.3.6. Хром	14
1.4. Важкі метали в ґрунті та в живих організмах	14
1.4.1. Свинець	15
1.4.2. Кадмій.....	16
1.5. Мікроелементи у фруктових соках	16
II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	19
2.1. Відбір зразків.....	19
2.2. Зберігання зразків	19
2.3. Підготовка зразків.....	19
2.4. Мінералізація зразків.....	20
2.5. Визначення загальної титрованої кислотності	22
2.6. Визначення вмісту вітаміну С	24
III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	27
3.1. Вміст купруму в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	29
3.2. Вміст цинку в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	31
3.3. Вміст мангану в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	34
3.4. Вміст феруму в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	36

3.5. Вміст кобальту в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	38
3.6. Вміст хрому в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	39
3.7. Вміст свинцю в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	41
3.8. Вміст кадмію в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах	43
3.9. Загальна титрована кислотність фруктових і овочевих соків	46
3.10. Вміст вітаміну С у фруктових і овочевих соках	47
ВИСНОВКИ	48
РЕЗЮМЕ	50
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	52
СПИСОК ТАБЛИЦЬ	55
СПИСОК РИСУНКІВ	56
ДОДАТКИ	57

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	8
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
1.1. A tápelemek osztályozása.....	10
1.2. A növények tápelemtartalma	10
1.3. Mikroelemek a talajban és az élő szervezetekben	11
1.3.1. Réz	11
1.3.2. Mangán.....	12
1.3.3. Vas	12
1.3.4. Cink.....	13
1.3.5. Kobalt.....	14
1.3.6. Króm	14
1.4. Nehézfémetek a talajban és az élő szervezetekben	14
1.4.1. Ólom.....	15
1.4.2. Kadmium.....	16
1.5. Mikroelemek a gyümölcslevegekben	16
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	19
2.1. Mintagyűjtés	19
2.2. Minták tárolása	19
2.3. A minták előkészítése	19
2.4. A minták roncsolása	20
2.5. Az összes titrálható savtartalom meghatározása.....	22
2.6. A C-vitamin tartalom meghatározása	24
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS.....	27
3.1. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek réztartalma.....	29
3.2. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek cinktartalma.....	31
3.3. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek mangántartalma	34
3.4. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek vastartalma	36
3.5. A házi készítésű és árusított gyümölcslevelek kobalttartalma	38
3.6. A házi készítésű és árusított gyümölcslevelek krómtartalma	39
3.7. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek ólomtartalma	41
3.8. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevelek kadmiumtartalma	43
3.9. A gyümölcs- és zöldséglevelek összes titrálható savtartalma	46

3.10. A gyümölcs- és zöldséglevelek C-vitamin tartalma	47
ÖSSZEFOGLALÁS	48
PE3IOME	50
IRODALOMJEGYZÉK	52
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	55
ÁBRÁK JEGYZÉKE	56
MELLÉKLETEK	57

BEVEZETÉS

A gyümölcs- és zöldséglevek fogyasztása az emberi táplálkozás szempontjából kiemelkedő fontossággal bír. Az elmúlt évtizedekben az egészséges életmód és táplálkozás iránti érdeklődés jelentős mértékben megnőtt, ami magával hozta a természetes alapanyagokból készült ételek és italok népszerűségének növekedését. A gyümölcs- és zöldséglevek olyan termékek, amelyek fontos tápanyagok, ásványi anyagok, vitaminok és antioxidánsok forrásai, amelyek hozzájárulnak a szervezet megfelelő működéséhez és az általános jólléthez. Az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen vitaminok és ásványi anyagok közül több is megtalálható a gyümölcs- és zöldséglevekben, ezek közül legfőképpen a C-vitamin emelhető ki.

A gyümölcs- és zöldséglevek biokémiai összetétele számos tényezőtől függ, beleértve a felhasznált alapanyagok fajtáját, az alapanyagok termesztésének körülményeit és a feldolgozási módszereket. A hidegen sajtolt gyümölcslevek például megőrzik a hőérzékeny vitaminokat és enzimeket, míg a pasztőrözött levek hosszabb eltarthatóságot biztosítanak, de valamivel kevesebb tápanyagot tartalmaznak.

A gyümölcs- és zöldséglevekben található mikroelemek, illetve a nehézfémek koncentrációjával kapcsolatos információk fontosnak tekinthetők, ugyanis ezeknek az italoknak a népszerűsége és fogyasztásuknak aránya rohamosan megnőtt az elmúlt időben. Az esetek túlnyomó részében a gyümölcslevek analízisét spektrokémiai analitikai módszerekkel végzik, amelyek általában megkövetelik a gyümölcslevek vizsgálatra alkalmassá történő kémiai bontását, az elemek mérésre alkalmas formában történő felszabadítását.

Mikroelemek vonatkozásában azokat a kémiai elemeket tekintjük esszenciálisnak, amelyekre az adott egészséges élőlénynek az élettani folyamatokhoz adott koncentrációban feltétlenül szüksége van. Bár van némi különbség a növényélettani, állatélettani és humanélettani folyamatokat tekintve az egyes elemek létfontosságát és mennyiségét illetően. Jól ismert tény, hogy az emberi szervezet egészséges, rendeltetésszerű fejlődésének egyik, meghatározó jelentőségű záloga a megfelelő táplálkozás, ez természetesen igaz a mikroelemek vonatkozásában is. A mikroelemek létfontosságához nem fér kétség, mindenképpen bizonyított, hogy jelenlétük - természetesen optimális koncentrációban - a szervezet számára nélkülözhetetlen. Az esszenciális mikroelemek jellemezhetőek úgy, mint alkotórészei vagy aktivátorai a szervezet biokémiai reakcióit meghatározó enzimeknek.

Mint tudjuk, a mikroelemek az emberekkel és az állatokkal együtt a növények számára is fontos kémiai elemek. A növények rendeltetésszerű funkciójának ellátásához szükséges mikroelemeket elsősorban a talajból nyerik. Minden egyes növényfajnak különböző mennyiségben van szüksége ezekre a kémiai elemekre.

A kutatómunka során Kárpátalján, főként Beregszász környékén mintákat gyűjtünk a házi készítésű és az üzletek polcain árusított gyümölcs- és zöldséglevéből és meghatározzuk azok mikroelem-tartalmát.

A szakdolgozatom célja, hogy átfogó képet adjon a gyümölcs- és zöldséglevék mikroelem és nehézfém-tartalmáról, kifejezetten a begyűjtött minták réz, cink, vas, mangán, kobalt, króm, ólom, kadmium tartalmát illetően. Feladatunk a minták C-vitamin és összes titrálható savtartalmának mérése és kielemezése. A vizsgálatok elvégzése után a kapott eredményeket összehasonlítjuk egymással, továbbá a szakirodalomban közölt adatokkal.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A tápelemek osztályozása

A tápelemek a növények számára nélkülözhetetlen, másképp esszenciális elemek, amelyek szükségesek a növény zavartalan növekedéséhez és fejlődéséhez, funkciójukat pedig más elem nem tudja ellátni, pótolni. A növények a gyökereikkel főként ionos formában veszik fel a tápelemeket a talajoldatból (FÜLEKY, 1999).

A növények szárazanyagában előforduló mennyiség alapján megkülönböztetünk makro- és mikroelemeket. Azokat a tápelemeket, amelyek 0,1 %-nál nagyobb mennyiségben fordulnak elő, makroelemeknek nevezzük, amelyek pedig ennél kisebb mennyiségben vannak jelen, mikroelemeknek (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

Makroelemek: C, H, O, N, P, S, Ca, Mg, K.

Mikroelemek: Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Co.

A tápelemek mennyiségi osztályozása általánosan elterjedt a gyakorlatban, pedig az elemek jelentőségét nem a mennyiségük határozza meg. A viszonylag kis mennyiségben előforduló mikrotápelemek élettanilag ugyanolyan fontosak, mint a makrotápelemek, ezért a tápelemeket egyre inkább kémiai tulajdonságuk és élettani funkciójuk alapján csoportosítjuk (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

Liebig minimum-törvénye óta tisztában vagyunk vele, hogy a tápelem-egyensúlyra is oda kell figyelni, hiszen egy adott esszenciális elem hiánya nem helyettesíthető másik tápelemmel. Ebből kifolyólag bármely esszenciális tápelem hiánya gátolja a növény növekedését, amely a terméseredmény csökkenéséhez vezethet (TÓTH et al. 2018)

1.2. A növények tápelemtartalma

A növények tápelemtartalma a szárazanyagban növényfajonként és fajtánként különböző. Az egyes növényi részek (szervek) összetétele is eltérő. A növények, növényi részek tápelemtartalmát külső tényezők: a talaj tápanyagtartalma, vízellátottsága és a trágyázás ugyancsak befolyásolják, ezért csak értékhatárok jelölhetők meg (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

1. táblázat
A mikroelemek növényi szárazanyagban található általános mennyisége
Forrás: LOCH és NOSTICZIUS, 2004

A kémiai elem megnevezése (kémiai vegyjel)	Az elem növényi szárazanyagban található általános mennyisége, mg/kg
Vas (Fe)	50-250
Mangán (Mn)	30-500
Cink (Zn)	25-165
Réz (Cu)	2-20
Bór (B, egyszikűekben)	< 10
Bór (B, kétszikűekben)	20-100
Molibdén (Mo)	1
Kobalt (Co)	0,02-0,05

A növények tápelemtartalma a korrallal együtt változik. A fiatal növényi részek mindig több ásványi anyagot és nitrogént tartalmaznak, mint az idősebbek. A növényi szervezet a tápanyagok felvételével teremti meg a feltételeket a fotoszintézishez, amitől a termés nagysága függ (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

1.3. Mikroelemek a talajban és az élő szervezetekben

1.3.1. Réz

A réz 0,00002-0,01% mennyiségben van jelen a talajban. Összmennyiségének csupán igen kis része van kicserélhető formában, a szelvényen belüli réztartalom mégis változik az agyag eloszlásával (STEFANOVITS, 1975).

A réz a növények számos élettani folyamataiban résztvevő mikroelem. Alkotója és aktivátora olyan enzimeknek, amelyek részt vesznek a fotoszintetikus elektrontranszportban, a transzspirációs anyagcserében, a szénhidrátok- és a zsírok anyagcseréjében (TÓTH et al. 2018).

A réz a növény kis mennyiségben veszi fel. A réz mozgékonyasága a növényben csekély, azt feltételezik, hogy a szállításban aminosavak vesznek részt. A növények réztartalma a szárazanyagban általánosan 2-20 mg/kg (LOCH és KISS, 2014).

Az emberi szervezetben található réz mennyisége 80-100 mg (BELITZ et al. 2009). Legnagyobb mennyiségben a csontokban található, de az izmok és a máj is tartalmaz rezet jelentékeny mennyiségben (GUBICKÓNÉ és SZABÓ, 2015). Számos oxidoreduktáz enzim alkotórésze (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2004). A vas és a réz biológiai hasznosulása akkor a legkedvezőbb, ha több vasat juttatunk a szervezetünkbe, mint rezet. A réz jelentősen befolyásolja a C-vitamin bomlását, emiatt a növényi nyersanyagokkal érintkező technológiai berendezések nem készülhetnek rézből (GUBICKÓNÉ és SZABÓ, 2015).

A réz legfontosabb feladata a hemoglobin képződés elősegítése, ezenkívül jónéhány enzim alkotója, szükséges a vázrendszer megfelelő kiépüléséhez, fenntartásához. Táplálkozási eredetű rézhiány normál körülmények között embernél nem lép fel (CSUTORÁS et al. 2012).

1.3.2. Mangán

A Mn^{2+} -ionok elsősorban a talaj adszorpciós komplexumához kötve, vagy szabadon a talajoldatban található. A növények csak a kétértékű ionokat képesek felvenni. A mangánfelvételt a talajban élő mikroszervezetek is befolyásolhatják. A mangán-vegyületek felvehetőségét a talajok nedvességtartalma is meghatározza, a nagy víztartalom a redukciónak kedvez (LOCH és KISS, 2014). A kalcium-ionok szabályozzák a mangán felvételét és szállítását is egyben (FÜLEKY, 2007).

A mangánnak szerepe van a klorofill felépítésében, a légzést szabályozó enzimek aktivitásában, a citrátkörben, a csírázás és fejlődés gyorsításában, illetve számos anyagcsere reakcióban (TÓTH et al. 2012). $Mn(II)$ -ionként részt vesz a foszforilálási folyamatokban és a citromsavciklusban. Elősegíti a víz bontását a fotoszintézis során. Szerepet játszik a növekedésszabályozásban (LOCH és KISS, 2014).

Egy felnőtt ember testében 12-20 mg mangán van, legfőképpen az enzimekben. Az enzimek aktiválása során hozzájárul a szénhidrát- és lipidanyagcseréhez, a koleszterin és a nukleinsavak szintéziséhez (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2004). A táplálékkal bevitt mangán nagyjából 45 %-ban szívódik fel. A mangán felvételét magas mennyiségű kalcium, foszfor és vas jelenléte gátolja (CSUTORÁS et al. 2012).

1.3.3. Vas

A vas esszenciális jellegét fedezték fel elsőnek a mikroelemek közül. A vas koncentrációja viszonylag nagy, a növényi szárazanyagban 50 és 250 mg/kg közé esik (TÓTH et al. 2018). A növények a vasat főként Fe^{2+} , tehát a vas kétértékű formájában képesek felvenni. (FÜLEKY, 1999). A vas felvehetőségét lényegében a kémhatás és az oxidációs-

redukciós viszonyok határozzák meg. Savanyú közegben a vas-vegyületek jól oldódnak, a pH növekedésével az oldhatóság lecsökken (LOCH és KISS, 2014).

A vas a növényekben lejátszódó élettani folyamatokban nélkülözhetetlen elem. Részt vesz a fotoszintézisben, az anyagcserében és a fehérjeképző folyamatokban (TÓTH et al. 2018). Meg kell jegyeznünk azt is, hogy változó vegyértéke miatt oxigénátvivő szerepe is van, így a növényi légzésrendszer folyamatait szabályozza és befolyásolja (HARGITAI, 1998).

A felnőtt ember testében a 3-5 gramm szervesen kötött vas 60-70%-a a hemoglobinban és a mioglobinban van jelen (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2004). Biológiai szerepe elsősorban a vérképzéssel és a légzési folyamatokkal hozható összeköttetésbe, de enzimek alkotóelemeként is fontos szerepet tölt be (GUBICSKÓNÉ és SZABÓ, 2015). Az aszkorbinsav növeli a vas felszívódásának mértékét (BELITZ et al. 2009). Az élelmiszerekben lévő vas meglehetősen alacsony hatékonysággal hasznosul, átlagosan 10 %-os felszívódási aránnyal (CSUTORÁS et al. 2012).

1.3.4. Cink

A cink a rézhez hasonló tulajdonságokkal rendelkezik. A talajban kizárólag kétértékű formában található. Nagy mennyiségű foszfátot tartalmazó talajokban nehezen oldható cink-foszfátok képződnek. A cink mozgékonyasága a talajban elenyésző, a mozgékonyaság a savanyúság fokozódásával növekszik (LOCH és KISS, 2014).

A cinket a növények viszonylag minimális mennyiségben veszik fel. A cink főként enzimek aktivátoraként van jelen, de hozzájárul az auxin (létfontosságú növényi hormon, mely a termésképződésben, a levél- és terméshullásban vesz részt) képződésében, a nitrogén-anyagcserében (TÓTH et al. 2018).

Az összes cinktartalom a felnőtt emberi szövetekben 2-4 g (BELITZ et al. 2009). Sok olyan enzim alkotórésze, illetve aktivátora, amelyek közreműködnek az anyagcserében (GUBICSKÓNÉ és SZABÓ, 2015). Többek között az inzulinak is fontos alkotóeleme. Hiánya hosszadalmas sebgyógyulást, növekedési zavart, a bőr hámrétegének túlzott elszarusodását okozza (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2004). Cinkhiányban korlátozott a DNS- és RNS-szintézis (TAKÁCS, 2018). A táplálékkal felvett cink felettébb rossz hatásfokkal abszorbeálódik. A felszívódási arány átlagosan csupán mintegy 10 %-os (CSUTORÁS et al. 2012).

A számottevően magas cinkbevitel emberek számára mérgező. Cinkmérgezést már jelentettek cinkbevonatú fémedényben tartott savanyított élelmiszer fogyasztásának eredményeként (BELITZ et al. 2009).

1.3.5. Kobalt

A növények gyökerükön keresztül veszik fel a kobaltot a talajból. Kis koncentrációban előnyösen hat a növekedésükre, a magasabb rendű növények keményítőtartalmát növeli. A tápoldathoz adott kobalttal például a szójabab gyökérgumóinak B₁₂-tartalmát többszörösére lehet növelni. A B₁₂-vitamin pedig koenzim formájában működik közre a molekuláris nitrogén megkötésében (SÁRAY és RÓZSAHEGYI, 1992).

A növényi szárazanyagban 0,02-0,05 mg/kg mennyiségű kobalt lelhető fel (HARGITAI, 1998).

Az emberi szervezet teljes kobalttartalma 1-2 mg (BELITZ et al. 2009). Mint a B₁₂-vitamin központi alkotórésze, létfontossága evidens (CSAPÓ és CSAPÓNÉ, 2004).

1.3.6. Króm

A talajban a króm különféle formában lehet. Króm (III) és króm (VI) vegyületek egyformán előfordulhatnak. Az irodalomban általánosan jóváhagyott, hogy a króm (VI) toxikusabb a növényekre, mint a króm (III) vegyületei. A különböző oxidációs fokú és különbözően oldódó króm vegyületek a talaj kémiai viszonyaitól függően viszont átalakulhatnak egymásba. Az oldható króm minden esetben az összes krómnak csak kismértékű hányada. Olyan talajokon, amelyek összes krómtartalma eredetileg is nagy, a növényzet összetétele általában nem tér el lényegesen a krómban szegény területekétől, vagyis nem alakulnak ki indikátornövények. (KÁDÁR, 1991).

A króm szerepe az emberi szervezeten belül a mai napig kevésbé közismert. Szervezetünk, csupán kis mennyiségben (0,02 mg/kg) tartalmaz krómot. Elsősorban a szénhidrát-metabolizmusban játszik szerepet, melynek révén elősegíti az inzulin hatását (a glükóztolerancia-faktor útján). Ezen kívül közreműködik a koleszterin anyagcseréjében is. Élelmiszereinkkel mintegy 50–200 µg króm kerül a szervezetünkbe (GUBICKONÉ és SZABÓ, 2015).

1.4. Nehézfémek a talajban és az élő szervezetekben

Nehézfémek alatt olyan fémeket vagy félfémeket értünk, amelyek biológiai hatása meghatározott koncentrációtartományban, illetve a fölött negatív. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a nehézfémek a talajban és a vízben természetes komponens formájában is részt vesznek (PEREI et al. 2012).

A Cd, Pb, Hg és Ti nehézfém fiziológiai szerepe nem ismert, már nagyon alacsony koncentrációban toxikus hatású. Minden talaj tartalmaz eredendően is nehézfémeket, amelyek a mállás során szabadulnak fel és a növények számára részben felvehetővé válnak.

Az ipari tevékenységből és a közlekedésből eredő imisszió globális elszállítódásának és szétterjedésének következtében ma már megközelítőleg mindenütt találhatunk a talajban csapadékból, vagy légköri eredetű porokból származó nehézfémeket (KÁTAI, 2011).

A talajba, növénybe és a táplálékláncon keresztül végül az emberbe kerülő toxikus nehézfémek egyik alapvető forrását a műtrágyák képezik. A műtrágyázás modifikálja a talajok tápanyagállapotát, reakcióviszonyait, kemizmusát. Felhalmozódhatnak bennük bizonyos nehézfémek, illetve megváltozik azok felvehetősége a növények részére (KÁDÁR, 1991).

1.4.1. Ólom

Az ólom a legnagyobb mennyiségben a bioszférába kerülő és a legismertebb toxikus hatású nehézfémek közé sorolandó. A talajban erősen kötődik a talajkolloidokhoz és a szerves anyagokhoz, illetve oldhatatlan csapadék alakjában van jelen. Elsősorban a talaj felső rétegeiben akkumulálódik, lefelé haladva koncentrációja fokozatosan redukálódik. Az ólom a növények számára nem esszenciális, nagyon kis mértékű koncentrációban azonban stimuláló hatású lehet. A szennyezetlen talajokban fejlődő növényekben általában 0,1–10 mg/kg ólom található, az átlagérték 2 mg/kg. Talajból történő ólomfelvétel esetében a gyökerek jelentősen többet tartalmaznak, mint a föld feletti szervek. Az ólom a többi nehézfémhez viszonyítva mérsékelten fitotoxikus (PEREI et al. 2012).

A növények számára a talajban lévő ólom potenciálisan is viszonylag kis veszélyt jelent, a levegőből lerakódó ólom pedig csekélyen mér hatást magára a növényre. Az ólom viszont a növények levelére, illetve a talajfelszínre lerakódva humán- és állategészségügyi szempontból lehet meglehetősen veszélyes, amikor a külsőleg szennyezett növény és talaj kerül a szervezetbe (KÁDÁR, 1991).

Magyarországon 1994-ben ólommérgezés történt hamisított paprikaőrlemények forgalomba kerülésével. Terheletlen kistermelői mintákban az ólomtartalom általában 1 mg kg⁻¹ szárazanyag tartalom alatt maradt, míg a szennyezett, hamisított mintákban ez az értéknél 10 000-szer nagyobbat mértek (KÁDÁR, 1995).

A környezet ólommal történő szennyezettsége növekszik az iparosítás és az ólmozott benzinnel működő autók által kibocsátott kipufogógázok miatt (BELITZ et al. 2009).

BELITZ és munkatársai (2009) megfogalmazzák, hogy a nagyobb felülettel (levél) rendelkező zöldségek nagyobb mennyiségű ólmot tartalmazhatnak, amikor azt egy ólomkibocsátó forrás közelében termesztik. Az ólom egy toxikus nehézfém, amely hajlamos felhalmozódni az ember különböző szöveteiben, szerveiben. A magas ólomexpozíciót

összefüggésbe hozták különböző neurológiai, továbbá szív- és érrendszeri megbetegedésekkel (ABD ELNABI et al. 2023).

1.4.2. Kadmium

A kadmium felvehetőségét befolyásoló egyik legfontosabb mutató a pH. Kisebb pH-n megnövekszik a növények kadmium-felvétele. A talaj nagyobb szervesanyag-tartalma szintén csökkentett kadmium felvehetőséget idéz elő. Kísérletekben kimutatták, hogy a szervetlen formában adott kadmiumból a növények többet halmoznak fel (KÁDÁR, 1991). Talajszennyeződés esetén jelentősen fokozódik a növények által könnyen felvehető kadmiumformák aránya (PEREI et al. 2012).

A növények számára a kadmium a könnyen felvehető elemek közé tartozik, és a növényen belül is zavartalanul szállítódik, és sokszor látható mérgezési tünetek nélkül nagy mennyiségben akkumulálódik bennük. Így a táplálékláncba kerülve veszélyezteti ezzel az élőlényeket. Az előbb felsorolt tulajdonságai és toxikus hatása miatt a kadmium az egyik legveszélyesebb nehézfém. Toxikus nehézfémrel nem terhelt talajokon termesztett növényekben általában 0,3–0,5 mg/kg-nál kevesebb a kadmium koncentrációja (PEREI et al. 2012).

A kadmium egy olyan toxikus nehézfém, amely káros hatással van az emberi egészségre (ABD ELNABI et al. 2023). A kadmium hosszan tartó bevitele ennek az elemnek a felhalmozódását eredményezi az emberi szervezetben, elsősorban a májban és a vesében (BELITZ et al. 2009).

1.5. Mikroelemek a gyümölcslevegekben

Egy 2011-ben, Brazíliában, Bragança és társai által végzett kutatás során négy kereskedelmi forgalomban kapható gyümölcslevet vizsgáltak. A mintáknak tanulmányozták a kadmium, ólom, réz, cink, alumínium, vas, króm, mangán és molibdén tartalmát. Amint említik, a gyümölcslevek mikroelem tartalma sok tényezőtől függ, beleértve a talaj összetételét, a gyümölcs betakarításának folyamatát, valamint a gyümölcslé előállítása során alkalmazott gyártási folyamatokat. Az elemzett minták egyike sem lépte túl a helyi jogszabályok által meghatározott értékeket.

A vizsgálatok elvégzése után eredményeikben kimutatták, hogy például a mintákban vizsgált kadmium és ólomtartalom elfogadhatónak bizonyult, mennyisége 0,01 mg/l vagy kevesebb.

Az összes vizsgált gyümölcslé rézszintje 0,02 és 0,08 mg/l között volt. Az ottani jogszabályokban megfelelően ez a réz megengedett tartalmának csupán egytizede.

A gyümölcsleveknél megfigyelt cinktartalom 0,05 és 0,23 mg/l között mozogtak, bár a cinktartalom tartományai szélesebb skálán is mozoghatnak. Egy Spanyolországban, Olalla és társai által végzett vizsgálat során a cink koncentrációja 0,46 mg/l volt. Ez azzal magyarázható, hogy Brazíliában általában savas a talaj pH-értéke, így ezeken a területeken hiányzik ez a kémiai elem.

Ebben a vizsgálatban a vaskoncentrációt 0,02 és 0,45 mg/l között mérték, igaz az előállítási folyamat jellege növelheti a vaskoncentrációt.

A mangán koncentrációi magasak voltak, 0,01-0,22 mg/l, de még így is csak a megengedett alsó határ közelében voltak. Szintjük tükrözi a talajban uralkodó savanyú talajviszonyokat. A tanulmányban kapott eredményekből kiderül, hogy a molibdén koncentrációja kevesebb, mint 0,01 mg/l volt (BRAGANÇA et al. 2011).

Harmankaya és társai 2011-ben, Törökországban kutatást végeztek több kereskedelmi forgalomban lévő gyümölcsle makro- és mikroelem tartalmát vizsgálva. Az italokban a mikroelemek közül meghatározták a cink, a bór, a réz, a mangán, a molibdén és a kobalt tartalmát.

Felmérésük szerint, a gyümölcsle nem más, mint tiszta vagy egyenletesen zavaros, egészséges, fermentálás, préselés vagy egyéb mechanikai folyamatok során a gyümölcsökből nyert ital. A gyümölcsle olyan termék, amelyet a gyerekek és a felnőttek is gond nélkül fogyaszthatnak, és egyben nagymértékben hozzájárul a tápanyagszükséglet kielégítéséhez. A 100 %-os gyümölcslevek hozzájárulnak a felnőttek és gyerekek napi ajánlott gyümölcsbeviteléhez.

A gyümölcsle mintákat barack, cseresznye, narancs és őszibarack alkották. A vizsgálatot induktív csatolású plazma spektrometria módszerével végezték el, mely előkészítéséhez a gyümölcslevet szárítószekrényben kiszárították, majd miután elvesztette az összes víztartalmát, akkor 65 %-os salétromsavat és 35 %-os hidrogén-peroxidot adtak hozzá, ezután egy zárt mikrohullámú rendszerben helyezték el a növényi szervesanyag roncsolása céljából. Majd a már szervesanyagában roncsolt mintákat desztillált vízzel felhígítva megvizsgálták az atomemissziós spektrométer segítségével.

A vizsgálatok eredményeit összehasonlítva azt figyelték meg, hogy a vas és a bór tartalma minden mintánál hasonló tartományban találhatóak. A minták vasszintje 0,82 mg/kg (narancslé) és 3,88 mg/kg (őszibarack) közé esik. A bór tartalma 0,72 mg/kg és 3,21 mg/kg között volt. A molibdén szintje 0,011 mg/kg és 0,022 mg/kg között mozgott.

A gyümölcslevek cink tartalma 0,22-0,85 mg/kg, a rézé 0,07-0,43 mg/kg, a mangáné 0,1-0,53 mg/kg közé esett (HARMANKAYA et al. 2011).

Velimirović és társai 2012-ben kutatást végeztek a Szerbiában árusított gyümölcslevek makro- és mikroelem koncentrációját feltérképezve. A vizsgálatot atomemissziós spektrométerrel végezték. Két különböző típusú gyümölcslé mintát vizsgáltak, a tiszta és rostos gyümölcsleveket.

A mikroelemek csoportjába tartozó vas mennyisége 2,237 és 5,911 mg/kg között mozgott tiszta levekben és 3,55-10,05 mg/kg között a rostos gyümölcslevekben. Valamennyi gyümölcslé rendelkezett az emberi egészség szempontjából fontos elemekkel. Mindegyik mikroelem mennyisége a nemzetközi szabályozások megengedett szintje alatt helyezkedik el (VELIMIROVIĆ et al. 2012).

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Mintagyűjtés

A munka kezdetén mintákat gyűjtöttünk össze, melyek között található árusított gyümölcsle, illetve házi készítésű házilag termesztett gyümölcsökből, valamint üzletben vásárolt gyümölcs is került saját kezű feldolgozásra. A 2023-as vizsgálat során házilag termesztett gyümölcsöket gyűjtöttük össze Nagybereg térségében, többek között olyan gyümölcsöket, mint: alma, barack, szőlő, szilva. Ezenkívül sikerült begyűjteni egy pasztörözött almalevet is, melyet egy háztartási pasztöröző készülékkel állítottak elő, az almalevet 80 °C-ra melegítve. Árusított gyümölcslevek közül szőlőlé, baracklé, narancslé, cseresznyelé, nektarin- narancslé és két féle gyártótól vásárolt almale felvásárlása történt meg. 2024-ben újabb minták kerültek begyűjtésre, melyek között megtalálhatóak voltak a házi készítésű gyümölcs- és zöldséglevek, pasztörözött alma és paradicsomlevek, valamint üzletben vásárolt gyümölcsből készített levek. Mindemellett kereskedelemben felvásárolt levek beszerzése is megtörtént, amelyek a következők voltak: paradicsomlé, gránátalmalé, narancslé, alma-szőlőlé, alma-répalé, őszibaracklé, ananászlé, meggylé.

2.2. Minták tárolása

Az üzletek polcain kapható gyümölcs- és zöldséglevek tárolásával különösebb problémák nincsenek. Az árusított leveknek a bennük lévő tartósítószer, az elkészítésének eljárási módszerei miatt hosszabb a tárolási idejük, mint a házi készítésűeké. Ezek a levek felbontás nélkül hűvös, száraz helyen hosszabb ideig elállnak. Elkészítésük során több módszer is lehetséges. A nagyüzemekben a legelterjedtebb a pasztörözés, ami egy olyan élelmiszer-technikai eljárási módszer, mely során a gyümölcslevet (vagy folyadékot) hirtelen 60-90 °C-ra melegítik fel, majd gyorsan lehűtik, ezáltal csökkentik a benne lévő mikroorganizmusok tartalmát. Amint lecsökken a mikroorganizmusok tartalma, a gyümölcs is később indul erjedésnek. A frissen készült, semmilyen tartósítószer nem tartalmazó gyümölcsle 3 napig képes elállni, ezután erjedésnek indul. Ennek eredményeképpen, a házi készítésű gyümölcslevek mintáit a begyűjtést követően minél előbb előkészítettük a meghatározáshoz, ugyanis hamar megromlanak. A házi készítésű gyümölcslevek a minták roncsolása előtti napon kerültek feldolgozásra, addig is hűtőben voltak tárolva.

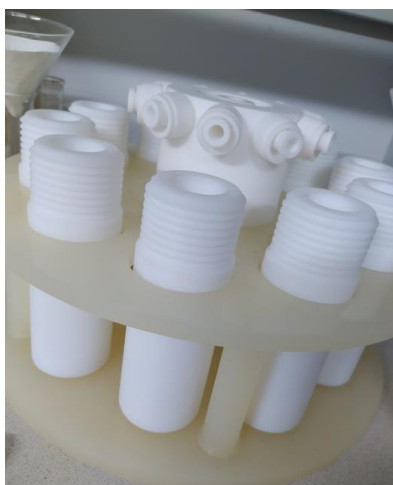
2.3. A minták előkészítése

A minták előkészítése során a saját termesztésű gyümölcsökből és az üzletben vásárolt gyümölcsökből gyümölcslevet kellett készíteni. A készítéshez gyümölcscentrifugát

használtunk. A gyümölcsök magját kiszedtük, az almát a csutkájától is megtisztítottuk. Minden gyümölcs centrifugálása után a gépet kitisztítottuk, hogy a minták keresztszennyeződése ne történjen meg, illetve ennek esélye minimálisra csökkenjen.

A minták előkészítése előtt az ehhez szükséges eszközöket, teflonbombákat, lombikokat, mérőpoharakat, tölcséreket elmostuk, majd bidesztillált vízzel átöblítettük, hogy a mintákba semmiféle szennyeződés ne kerüljön az eszközökről, ami befolyásolná a vizsgálat eredményeit.

Az előkészítés során a Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsolót használtuk. A mikrohullámú roncsolóhoz, kifejezetten a levekre készült roncsolási programját használtuk. A program alapján minden mintából 5 millilitert mértünk ki a roncsolóhoz tartozó teflonbombákba. A mintákat automata pipettával mértük ki. Minden mintavétel között a pipettákat kimostuk bidesztillált vízzel, a minták keresztszennyeződésének elkerülése végett. A házi készítésű gyümölcslevelek közül a szilvalének túlzottan sűrű volt az állaga, így emiatt abból analitikai mérlegen kimértünk 1,01 grammot. A mintákhoz 5 ml 65%-os HNO_3 -at és 1 ml 35%-os H_2O_2 -t adtunk. Ezután a teflonbombákat a mikrohullámú roncsolóba helyeztük.



1. ábra
Teflonedények
Saját forrás

2.4. A minták roncsolása

Az élelmiszeri mintáknak közös pontja, hogy különböző szerves anyagokat, fontos nyomelemeket tartalmaznak. A mintákban található nyomelemek és toxikus elemek meghatározása nem történhet meg a minták eredeti formájában. Ahhoz, hogy a mintákból meg tudjuk határozni az esszenciális és toxikus elemek tartalmát el kell távolítanunk a

szerves anyag teljes mennyiségét, a visszamaradó szervetlen vegyületeket pedig vízben vagy savban oldható formára hozzuk.

A minták előkészítésére és roncsolására az alábbi módszereket alkalmazzák:

1. Száraz hamvasztás
2. Nedves roncsolás:
 - Nyílt rendszerben atmoszférikus nyomáson
 - Zárt acélköpenyes teflon bombában, nagy nyomáson
 - Zárt térben, műanyagköpenyes bombában, mikrohullámú energiaközléssel

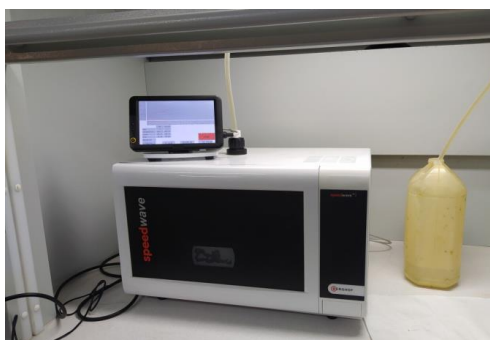
A munkánk során mi a minták roncsolásához a nedves roncsolás módszerét, zárt térben, teflonbombában, nagy nyomáson, mikrohullámú energiaközléssel választottuk. Elsődleges szempont, hogy a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola rendelkezik ehhez a vizsgálathoz szükséges berendezéssel, tehát a speciális mikrohullámú roncsolóval. Másodsor, ezen módszer alkalmazása során tiszta elegyet kapunk, nem kell számolnunk mikroelem-veszteséggel, maga a minta előkészítése és vizsgálat sem igényel sok időt (NÉMETH, 2010).

A minták roncsolása során a Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsoló készülék programjának beállításához az alkalmazási megjegyzésénél fellelhető táblázatot használtuk, ami az 2. ábrán látható.

Temperature Program ^[2]	Step	T [°C]	p [bar] ^[3]	Ramp [min]	Hold [min]	Power [%] ^[4]
	1	150	30	5	10	60
	2	200	35	5	15	60
	3	50	35	1	10	0

2. ábra

A Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsoló programja
Forrás: Application note XF11 (Microwave digestion of fruit juice)



3. ábra

Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsoló
Saját forrás

A mikrohullámú roncsolás következtében a teflonbombákban megnövekszik a hőmérséklet és a nyomás, ezáltal a gyümölcs- és zöldséglevelekben fellelhető szerves anyagok a sav segítségével felemésztődnek. A folyamat során többek között NO_2 gáz keletkezik, ezért maga a készülék egy elszívőfülkében helyezkedik el, ami a roncsolás alatt folyamatosan be volt kapcsolva. A program lejárta után a teflonbombákat kiszedtük a készülékből, majd hagytuk őket lehűlni. Miután lehültek, elszívó fülke alatt óvatosan kinyitottuk a teflonbombákat, majd hagytuk, hogy a felgyülemlett gázok távozzanak. Amikor ez megtörtént, a kapott mintákat tölcser segítségével mérőlombikokba öntöttük és bidesztillált vízzel 50 cm^3 -ig hígítottuk. A mérőlombikokra dugót helyeztünk és az oldatot enyhén összerázva megfigyeltük, hogy maradt-e vissza szerves anyag az oldatban. Az oldatban nem figyeltünk meg visszamaradt szerves anyagot, így a szerves anyagok emésztése teljes volt. Az oldatokat a mérőlombikokból jelzéssel ellátott műanyag edényekbe helyeztük. A mintákat végül pedig láng atomabszorpciós eljárással, az Agilent Technologies 240 típusú atomabszorpciós spektrofotométer segítségével megvizsgáltuk.



4. ábra
Atomabszorpciós spektrofotométer
Saját forrás

2.5. Az összes titrálható savtartalom meghatározása

Az élelmiszerekben található szerves savak nemcsak az íz és illat kialakításában játszanak jelentős szerepet, hanem számottevő hatásuk van a gyártási technológiákban és a tartósításban is. Az élelmiszerek általánosságban többféle szerves savat tartalmaznak. A szerves savak az élelmiszerekben az íz- és illat meghatározása mellett mikrobiális stabilitást is garantálnak, ami elengedhetetlen a termék eltarthatóságának növelése szempontjából. A savak csökkentik a pH-értéket, így előnytelen környezetet teremtenek a patogén

mikroorganizmusok számára. A gyakorlatban csak alkalmanként van szükség az egyes savfajták külön meghatározására. Az esetek döntő részében elegendő az összes savtartalom meghatározása, amely az adott élelmiszerre jellemző legfontosabb vagy legnagyobb mennyiségben előforduló savak összességét fejezi ki. Ez az érték általában az élelmiszer típusára legjellemzőbb sav mennyiségén alapul. Az összes savtartalom meghatározásához a vizsgálandó minta pontos tömegét indikátor jelenlétében nátrium-hidroxid mérőoldattal titráljuk. Az eljárás során az élelmiszerben lévő savak semlegesítéséhez szükséges lúgoldat mennyiségét mérjük. A pontos savtartalom meghatározásához kifejezetten fontos, hogy ismerjük az adott élelmiszerre jellemző sav típusát és annak egyenértékét, mivel ez meghatározza a titrálás során felhasznált nátrium-hidroxid mennyiségét. Az egyenérték azt mutatja, hogy a nátrium-hidroxid mérőoldat hány gramm savat közömbösít (SZABÓ és ZAKUPSZKI, 2019).

Az eredményt a meghatározás alapjául választott sav egyenértékének felhasználásával számíthatjuk ki. Ezek az egyenértékek 1 cm^3 $0,1\text{ ml/dm}^3$ NaOH megfelelő savmennyiséget mutatják: $0,0075\text{ g}$ borkősav, $0,0060\text{ g}$ ecetsav, $0,0064\text{ g}$ citromsav, $0,0067\text{ g}$ almasav esetén.

A 2024-ben begyűjtött gyümölcs- és zöldségféle mintákban az összes titrálható savtartalmat is meghatároztuk. A vizsgálat során a levekből 10 cm^3 -t mértünk ki 100 cm^3 -es mérőlombikba, majd azt bidesztillált vízzel jelleg hígítottuk. Ezt jól összeráztuk, majd ebből az elegyből 10 cm^3 -t mértünk ki titrálólombikba, továbbá hozzáadtunk $50\text{-}60\text{ cm}^3$ bidesztillált vizet, illetve $8\text{-}10$ csepp fenolftalein indikátort. Ezután a mintákat $0,038\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH mérőoldattal titráltuk. A titrálás végén halvány rózsaszínes oldatot kaptunk.

A paradicsomlevelek esetében kissé eltérő módszert alkalmaztunk. A paradicsomlevelek savtartalmának meghatározása során a paradicsomlevelekből 50 cm^3 -t mértünk ki mérőhenger segítségével, majd ehhez 60 cm^3 bidesztillált vizet és egy csapott kanál aktív szenet adtunk. Az ülepedési idő után ezt az elegyet szűrőpapír segítségével leszűrtük. A szűrletből 20 cm^3 -t mértünk ki titrálólombikba (kivéve az árusított paradicsomlé esetében, ahol 10 cm^3 -t), majd hozzáadtunk 60 cm^3 bidesztillált vizet és $8\text{-}10$ csepp fenolftalein oldatot. A titrálást ez esetben is $0,038\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid oldat segítségével végeztük a halvány rózsaszín szín eléréséig.

A savtartalmat a következő képlettel számolhatjuk ki:

$$S = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot K}{V_{minta}}, \text{ ahol:}$$

S = a gyümölcs- vagy zöldséglé savassága (g/dm^3)

C_{NaOH} = NaOH koncentrációja (mol/dm^3)

V_{NaOH} = a titrálásra fogyott NaOH térfogata (cm^3)

K = szerves sav mólómege (citromsav esetében $64,042 \text{ g/mol}$, almasav esetében $67,044 \text{ g/mol}$)

V_{minta} = a bemért minta térfogata

Az almalevek, az őszibaracklé és a meggylé esetében az almasav mólómeget alkalmaztuk számításakor, ugyanis ezekből a gyümölcsökből készült levekben az almasav található meg a legnagyobb mennyiségben. A paradicsomlevek, narancslevek, gránátalmalevek, a grépfrút- és ananászlé esetében a citromsav mólómegeivel számoltunk, ugyanis ezekben a gyümölcslevekben ez sav van jelen a legmagasabb mértékben.

2.6. A C-vitamin tartalom meghatározása

Az élelmiszerekben található biológiailag aktív anyagok közül a legjelentősebbek a vitaminok és az enzimek. Az élelmiszerek vitamintartalmát elsősorban az alapanyag típusa határozza meg, azonban a feldolgozás és tárolás során bekövetkező változások nagy mértékben befolyásolhatják azt. Az, hogy milyen mértékben sikerül megőrizni az eredeti vitamintartalmat, az alkalmazott élelmiszeripari technológia jellemzője; minél kisebb a vitaminveszteség az eljárás során, annál kíméletesebb és értékőrzőbb az adott technológia. Az élelmiszerekben található vitaminok típusa és mennyisége emellett létfontosságú szerepet játszik a táplálkozásbiológiai érték meghatározásában (CSUTORÁS et al. 2012).

A C-vitamint elsőnek Szent-Györgyi Albert izolálta. Meghatározó szereppel bíró antioxidáns vitamin, ezen kívül jelentősége van a kötőszöveti kollagénképzésben is. Elősegíti a vas és kisebb részben a kalcium felszívódását is az emésztőrendszerből. Koenzim funkcióval is rendelkezik. A legtöbb növényi, illetve állati szervezet képes arra, hogy előállítsa a C-vitamint, még hozzá többnyire glükózból vagy valamilyen más, egyszerű szénhidrátból történő szintézissel. Az ember és még néhány állatfaj képtelen a C-vitamin bioszintézisére, mivel nem rendelkezik gulonolakton-oxidáz-enzimmal. A C-vitamint legzámottevőbb tartalomban a nyers, nem hőkezelt gyümölcsök és zöldségek tartalmazzák. A C-vitamin-bevitel kapcsán fontos megemlítenünk, hogy a tárolás, a hő közlésével járó

konyhatechnológiai eljárások lényeges mértékben csökkentik az élelmiszereink C-vitamin tartalmát (GUBICKÓNÉ és SZABÓ, 2015).

A 2024-ben begyűjtött gyümölcs- és zöldséglevelek nem csak a savtartalmat, de a C-vitamin tartalmat is meghatároztuk. Fontosnak tartottuk az aszkorbinsav mennyiségét is megvizsgálni a levekben jodometriás eljárás segítségével, ugyanis ezen levek alapanyagai, a gyümölcsök és zöldségek, nagy mértékben tartalmaznak C-vitamint. A vizsgálat során 10 cm³-t mértünk be a vizsgálandó gyümölcs- és zöldséglevekből egy 50 cm³-es mérőlombikba, majd jelig öntöttük 3,455 mol/dm³ koncentrációjú sósavval, ezután az elegyet jól összeráztuk. Következő lépésként az elegyet leszűrtük. A szűrletből 10 cm³-t bemértünk a titrálólombikba. Ehhez hozzáadtunk 2 cm³ I₂ 0,01 N oldatot. A jód-oldat hozzáadása után a minták sárgás színt kaptak, valamint 10 percre sötét helyre helyeztük azokat. Az idő lelete után kivettük a mintákat a sötét tárolóhelyről és 3-4 csepp keményítőoldatot adtunk hozzá, melynek eredményeképpen az oldat sötét barnás-kékes elszíneződést kapott. Az oldatot végül 0,01 g-e³/dm³ koncentrációjú Na₂S₂O₃ (nátrium-tioszulfáttal) titráltuk.



5. ábra
Levekből készült szűrlet a C-vitamin tartalmának meghatározásához
Saját forrás

A gyümölcs- és zöldséglevelek C-vitamin tartalmát a következő képlettel számolhatjuk ki:

$$C_{\text{vitamin}} = \frac{(V_{\text{vak}} - V_{\text{minta}}) \cdot C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{aszorbinsav}} \cdot 100}{V_{\text{aliquota}} \cdot V \cdot 2}, \text{ ahol:}$$

C_{vitamin} = a gyümölcs- vagy zöldséglé C-vitamin tartalma (mg/100 cm³)

V_{vak} = a vakminta titrálására fogyott Na₂S₂O₃ oldat térfogata (cm³)

$V_{\text{minta}} = a$ minta titrálására fogyott $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldat térfogata (cm^3)

$C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ koncentrációja ($\text{g-eé}/\text{dm}^3$)

$V_{\text{HCl}} = a$ HCl térfogata (cm^3)

$M_{\text{aszkorbinsav}} = a$ C-vitamin mólómege ($176,120 \text{ g/mol}$)

100 = átszámolási együttható

$V_{\text{aliquota}} = a$ kivonásra kivett minta térfogata (aliquota, cm^3)

$V = a$ bemért minta térfogata (cm^3)

2 = A C-vitamin mólómege és a $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ g-eé közötti átszámítási együttható

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Munkánk során elvégeztük a gyümölcs- és zöldséglevelek mikroelem tartalmának, C-vitamin tartalmának, továbbá összes titrálható savtartalmának a vizsgálatát.

2023-ban a gyümölcslevelek közül 7-7 mintát gyűjtöttünk be mind a házi készítésű, mind az üzletek polcain árusított gyümölcslevelek közül. A házi készítésű gyümölcslevelek között megtalálható a házilag termesztett gyümölcsből készült almalé, szőlőlé, pasztőrözött almalé, héj nélkül préselt almalé, baracklé és szilvalé, továbbá a boltban vásárolt, viszont házilag feldolgozott narancslé. Az árusított gyümölcslevelek közül szőlőlevet, baracklevet, narancslevet, cseresznyelevet, nektarin-narancslevet és két féle gyártótól vásárolt almalevet vizsgáltunk. Kutatásunk során a következő mikroelemek és nehézfémek mennyiségét mértük meg a gyümölcs- és zöldséglevelekben: réz (Cu), cink (Zn), mangán (Mn), vas (Fe) kobalt (Co), króm (Cr), ólom (Pb), kadmium (Cd).

2024-ben 15 gyümölcs- és zöldséglé mintát gyűjtöttünk be. A házi készítésű levelekből 7 minta került begyűjtésre, melyek között található volt két féle alma- és paradicsomlé, kereskedelemben vásárolt, azonban saját kezűleg feldolgozott grépfrút-, gránátalma- és narancslé. Az árusított gyümölcs- és zöldséglevelekből 8 mintának a begyűjtése történt meg, amelyek a következőek: alma-szőlőlé, alma-répalé, őszibaracklé, narancslé, ananászlé, gránátalmalé, paradicsomlé és meggylé. Ebben az évben gyűjtött mintáknak nem csak a mikroelemtartalmát, hanem az összes titrálható savtartalmát, illetve a C-vitamin tartalmát is meghatároztuk jodometriás eljárás segítségével.

A kapott eredményeket összehasonlítottunk egymással, illetve az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság által kiadott különböző tanulmányok és szabványok alapján összegyűjtött adatokhoz (2. és 3. táblázat), valamint a Horodnyij és társai által kiadott „Agrokémiai elemzés: Tankönyv” című könyvben felállított ukrain határértékekhez hasonlítottuk (4. táblázat). Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) által kiadott összegző jelentésből, melyben leírják a tápanyagok étrendi referenciaértékét, kiderül a mikroelemek napi megfelelő bevitele. Ezeket az értékeket a felnőtt nőkre és férfiakra vonatkozólag egy táblázatban gyűjtöttük össze, ugyanis különböző mikroelemek bevitelében a két nem között eltérés mutatkozik.

A kobalt, króm, ólom és kadmium esetében olyan határértékek voltak megadva, melyek szervezetbe történő bejutása a kutatások alapján nem okoz károkat magában egy felnőtt szervezetben.

2. táblázat

A réz, cink, mangán és vas napi megfelelő beviteli mennyisége
 Forrás: EFSA Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (2006):
 Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. 482 pp.

Mikroelemek megnevezése	Napi megfelelő beviteli mennyiség (mg/nap)	
	<i>Férfiak</i>	<i>Nők</i>
Réz (Cu)	1,6	1,3
Cink (Zn)	16,3	7,5-12,7
Mangán (Mn)	3	3
Vas (Fe)	11	16

3. táblázat

A nehézfémek maximális beviteli mennyisége
 Forrás: EFSA Journal

Nhézfémek megnevezése	Maximális beviteli mennyiség
Kobalt (Co)	0,012 mg/nap
Króm (Cr)	0,057-0,084 mg/nap
Ólom (Pb)	0,0015 mg/ttkg/nap
Kadmium (Cd)	0,0004 mg/ttkg/nap

4. táblázat

Ukrajnai határértékek a mikroelemek gyümölcslevegekben található maximális mennyiségére
 vonatkozóan

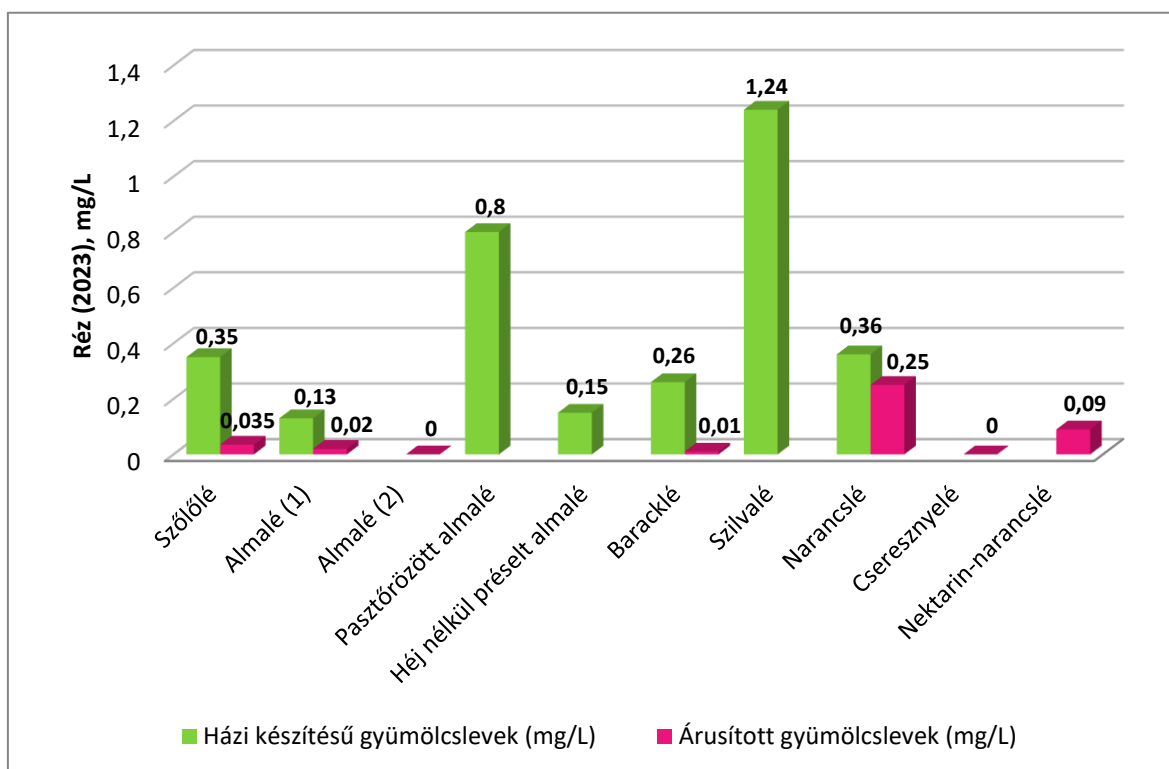
Forrás: Городній, М. et al. (2007): Агрoхімічний аналіз: Підручник. 624 pp.

Kémiai elem	Gyümölcslé, üdítő italok (mg/L)
Réz	5
Cink	10
Króm	0,1
Ólom	0,4
Kadmium	0,02

3.1. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek réztartalma

A vizsgált minták réztartalmáról általánosan elmondható, hogy a házi készítésű gyümölcslevekben jelentősen nagyobb mennyiségben található réz, mint az árusított gyümölcslevekben. A minták réztartalma a 6. és a 7. ábrán látható.

A 2023-ban végzett vizsgálatok (6.ábra) során a gyümölcslevek réztartalmának átlaga 0,264 mg/L, a házi készítésű gyümölcslevekben ez az átlag 0,47 mg/L, míg az árusítottakban 0,058mg/L. A fentebb leírt átlagmennyiség alátámasztja, hogy a házi készítésűekben számottevően nagyobb a réztartalom. A levek közül a házi készítésű szilvalé rendelkezett a legnagyobb mennyiségű réztartalommal, melynek egy literben található mennyisége egy felnőtt nő napi réz bevitelének 95,4 %-át fedezi, míg a felnőtt férfiaknál a 77,5 %-át. Egy liter gyümölcslé elfogyasztása napi szinten kevés egyénre jellemző, ezért, hogy realiztikusabb képet kapjunk, kiszámoltuk, hogy egy pohár (2 dl) gyümölcs- és zöldséglé elfogyasztása esetén hány százalékot fedez a napi szükséges beviteli mennyiségből egy-egy mikroelem esetén. A továbbiakban is egy pohár jelölésével 2dl-ben mért mennyiségre vonatkoztatunk. Egy pohár szilvalé elfogyasztása a réz napi referenciaértékének nők esetében 19,08%-át, férfiak esetében 15,5%-át fedezi.

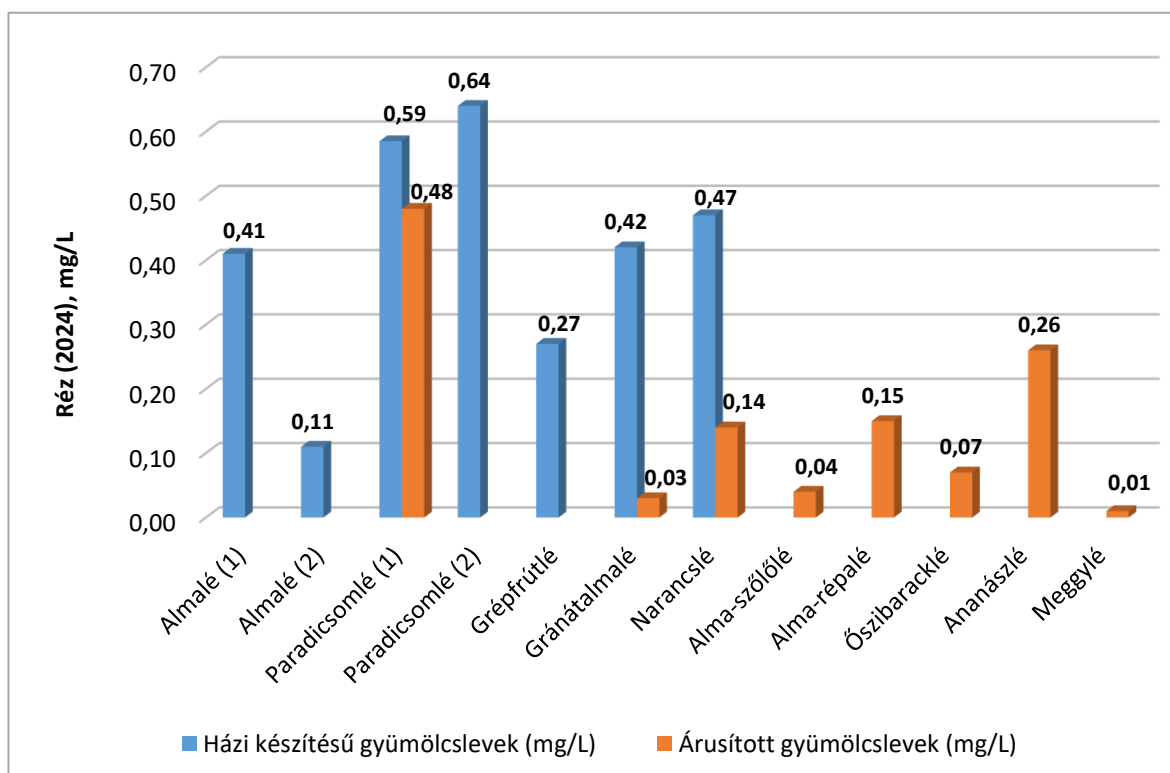


6. ábra
A gyümölcslevek réztartalma (2023)
Saját forrás

Az árusított gyümölcslevek közül a legnagyobb réztartalommal a narancslé rendelkezett. Összességében a legalacsonyabb mértékben rezet az árusított baracklé tartalmazott, a házi készítésűek közül pedig az almalé. Az egyik árusított almalében és a cseresznyelében nem volt kimutatható réz jelenléte.

A vizsgált minták mediánja 0,14 mg/L. Megfigyeltük, hogy a házi készítésű szőlőlé tízszeresen több rezet tartalmazott, mint az üzletben vásárolt. Az almaleveknél a házi készítésű tizenháromszor annyi rezet tartalmaz, mint az árusítottak átlaga. A házi készítésű baracklében pedig huszonhatszor több réz van, mint az árusítottban. Az Ukrajnában felállított határértékeket vizsgálva a gyümölcslevek egy literjében lévő réz mennyisége egyik mintánál sem lépte át a megengedett mennyiséget. Az árusított gyümölcslevek alacsony réztartalma arra enged bennünket következtetni, hogy esetlegesen a gyümölcsleveket a feldolgozás során hígítják.

A 2024-ban begyűjtött minták vizsgálatának eredményei (lásd 7. ábra) szerint a gyümölcs- és zöldséglevek réztartalmának átlaga 0,272 mg/L volt. A házi készítésű levek esetében ez az érték 0,42 mg/L, míg az árusított levekben 0,15 mg/L.



7. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek réztartalma (2024)
Saját forrás

Ez az adat azt mutatja, hogy a házi készítésű levek meglehetősen magasabb réztartalommal rendelkeznek. Különösen az egyik házi készítésű paradicsomlé emelkedett ki, amelynek egy literje egy felnőtt nő napi rézbevitelének 49,2%-át, míg egy felnőtt férfi esetében 40%-át fedezi. Ha ezt a mennyiséget egy pohár paradicsomlé bevitelére vonatkoztatva számoljuk ki, akkor ez az érték nők esetében 9,84%-ra, férfiak esetében 8%-ra csökken. Az árusított levek közül a paradicsomlének volt a legmagasabb réztartalma. A legalacsonyabb réztartalommal az árusított levek közül a meggylé rendelkezett, míg a házi készítésűek közül az egyik almalé.

A vizsgált minták rézkoncentrációjának mediánértéke 0,26 mg/L volt. Megállapítottuk, hogy az üzletben vásárolt, házilag elkészített gránátalmalé réztartalma tizenkétszerese a boltban vásároltnak. A narancslevek esetében a házi készítésű változat háromszor nagyobb mennyiségű rezet tartalmazott. A házi készítésű és árusított paradicsomlevek nagyjából azonos mennyiségben tartalmaztak rezet. Az Ukrajnában érvényes határértékek alapján egyik minta réztartalma sem haladta meg a megengedett mennyiséget literenként.

3.2. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek cinktartalma

A vizsgált minták cinktartalmánál, ahogy a réztartalomnál is leszögezhető, hogy a házi készítésű levek általánosságban nagyobb mennyiségű cinket tartalmaznak, mint az üzletben vásároltak.

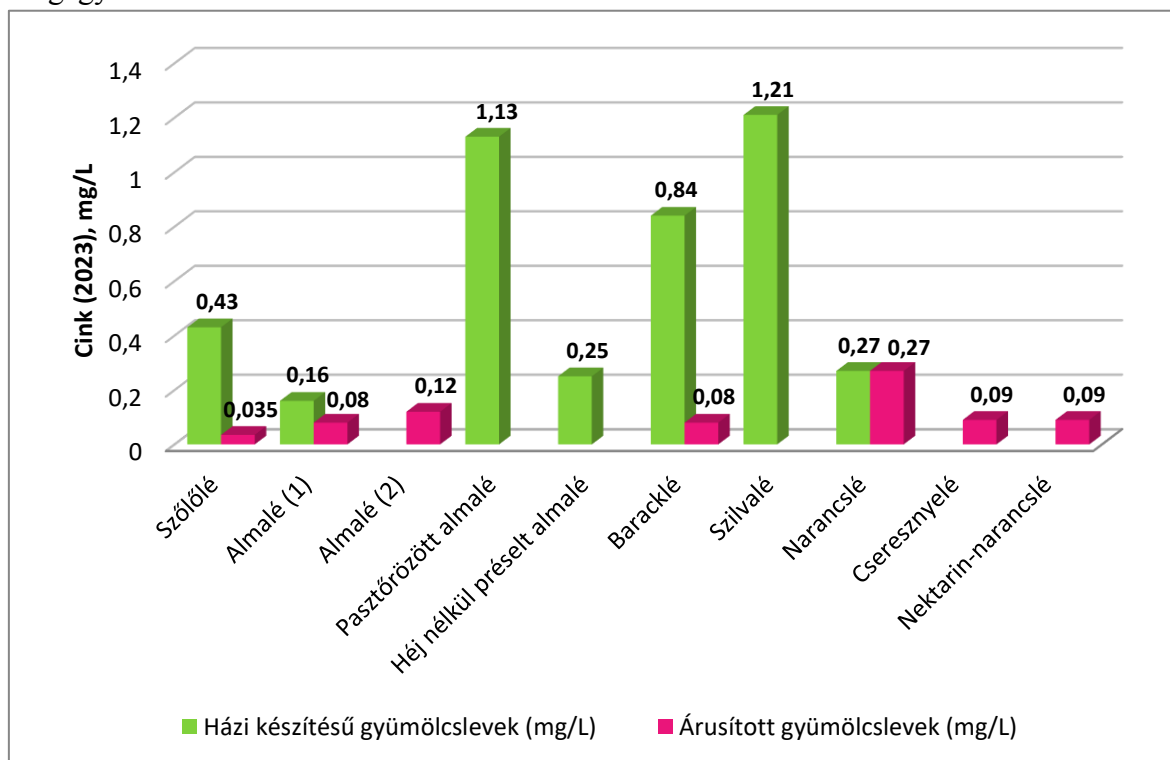
A 2023-s mintákban fellelhető cinktartalom a 8. ábrán látható. A gyümölcslevek cinktartalmának átlaga 0,361 mg/L, a házi készítésű gyümölcslevekben ez az átlag 0,613 mg/L, míg az árusítottakban 0,109 mg/L. Ez az átlagmennyiség bizonyítja, hogy a házi készítésűekben számottevően nagyobb a cinktartalom. A gyümölcslevek közül a házi készítésű szilvalé rendelkezett a legnagyobb mennyiségű cinkkel, ami 1,21 mg/L volt. A szilvalé egy literében található cink mennyiség egy felnőtt nő napi cink bevitelének 9,5-16,1%-át fedezi, míg a felnőtt férfiaknál a 7,4%-át. Egy pohár házi készítésű szilvalé elfogyasztása a napi beviteli értéknek nők esetén 1,9-3,22%-át, férfiaknál 1,48%-át fedezi. A gyümölcslevekben nincs kiemelkedően nagy mennyiségű cink. Az árusított gyümölcslevek közül a legnagyobb cinktartalommal a narancslé rendelkezett.

A legkisebb mértékű cink koncentrációt összességében az árusított szőlőlé mutatta, a házi készítésűek közül pedig az almalé.

A vizsgált minták mediánja 0,205 mg/L. Kiszámoltuk, hogy a házi készítésű szőlőlében megközelítőleg tizenkétszer több cink található, mint a vásárolt szőlőlében. A

házi készítésű almaleben tizenhatszor több cinket mértünk a vizsgálatok során, mint az árusított almalevek átlagában. Az árusított barackléhez képest a házi készítésű baracklében megközelítőleg tizenegyszer több cink található.

Az Ukrajnában felállított határértékeket vizsgálva a gyümölcslevek egy literjében lévő cink mennyisége egyik mintánál sem lépte át a megengedett határértéket. Megemlítendő, hogy a házilag elkészített üzletben vásárolt narancs és az árusított narancslé cinktartalma megegyezett.

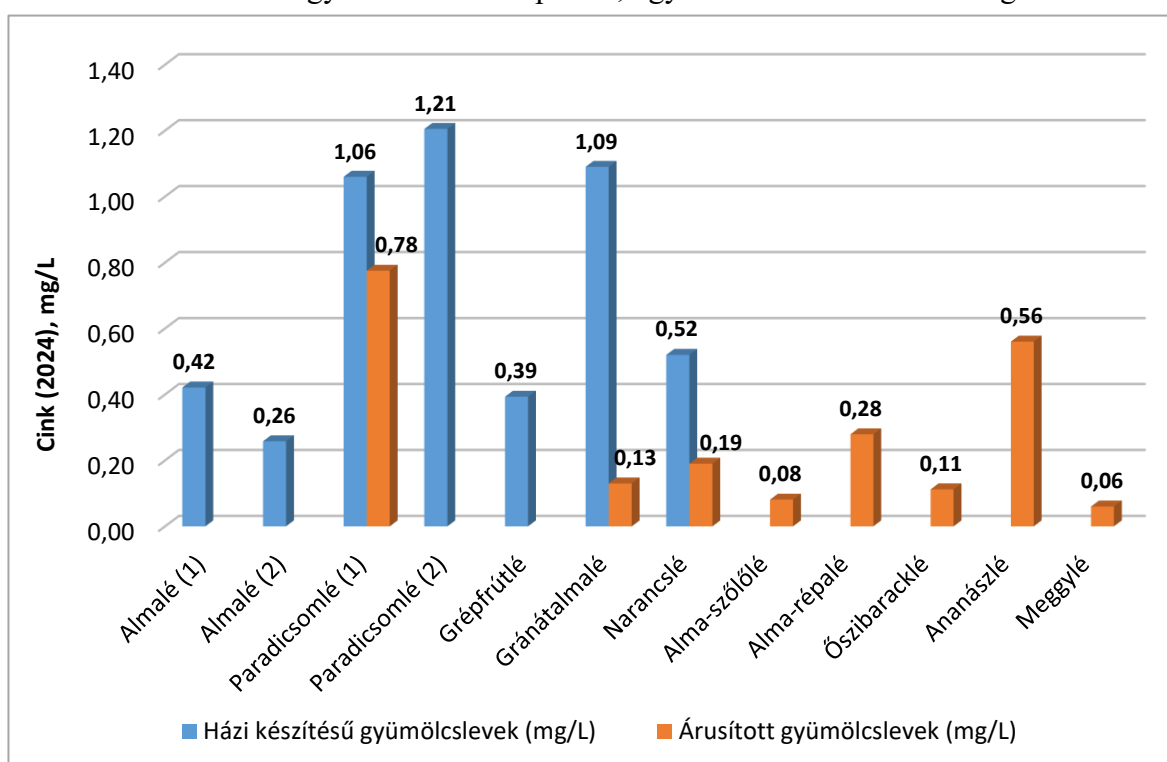


8. ábra
A gyümölcslevek cinktartalma (2023)
Saját forrás

A 2024-ben vizsgált gyümölcs- és zöldséglevek cinktartalma a 9. ábrán látható.

Ebben az évben vizsgált levek cinktartalmáról megállapítható, hogy a 2023-ban vizsgáltakhoz viszonyítva, itt is általánosságban nézve a házi készítésű gyümölcslevek nagyobb koncentrációban tartalmazzak cinket, mint a kereskedelemben felvásároltak. Ezt a megállapítást alátámasztják az általunk kiszámolt adatok, melyek szerint a házi készítésű gyümölcs- és zöldséglevek átlag cinkkoncentrációja 0,71 mg/L, az árusítottaké pedig 0,27 mg/L. A levek közül a legmagasabb mennyiségű cinket az egyik házi készítésű paradicsomlé tartalmazta. Ez a mennyiség megegyezik a 2023-ban vizsgált gyümölcsle minták legmagasabb értékével, amit a szilvalében állapítottunk meg.

Az árusított levek közül szintén a paradicsomlé volt az, amelyik a legnagyobb koncentrációban tartalmazott cinket, ennek az értéke 0,78 mg/L volt. A szóban forgó paradicsomlé literenként egy felnőtt nő napi cinkbevitelének 6,2 -10,4%-át fedezi, míg egy felnőtt férfi esetében ez az érték 4,8%. Egy pohár lé elfogyasztásával a nők napi cinkszükségletük 1,24-2,08%-át, míg a férfiak 0,96%-át tudják fedezni. A legcsekélyebb mennyiségben a házi készítésű levek közül az egyik almale, a felvásároltak közül pedig a meggylé tartalmazott cinket. Az Ukrajnában a gyümölcslevek cinkkoncentrációjára felállított határértéket egyik minta sem lépte túl, ugyanis ez a határérték 10 mg/L.



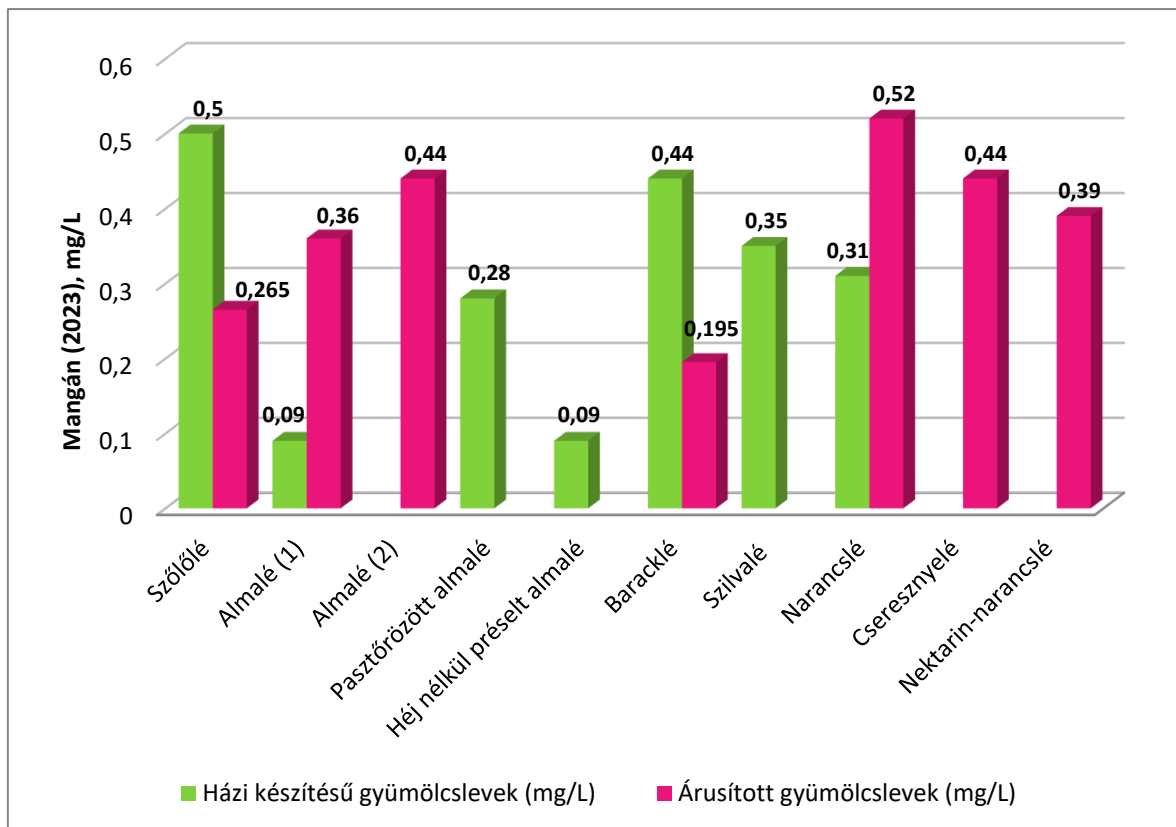
9. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek cinktartalma (2024)
Saját forrás

A vizsgált levek mediánértéke 0,39 mg/L. Kiszámoltuk, hogy a házi készítésű gránátalmalé több mint nyolcszor annyi cinket tartalmaz, mint az árusított gránátalmalé. A 2024-es narancslé minták vizsgálata során megfigyelhettük, hogy a házi készítésű közel háromszor több cinket tartalmaz, mint a kereskedelemben vásárolt. Ezzel az eredménnyel ellentétben, a 2023-ban begyűjtött narancslevek vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a cinkkoncentráció megegyező volt a különböző eljárás során készített leveknél.

3.3. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek mangántartalma

A 2023-ban vizsgált minták mangántartalmát vizsgálva már nem mondható el egyöntetűen az, mint a réz-, cink- és vastartalomnál, ugyanis a házi készítésű és árusított gyümölcslevek mangántartalma rendkívül változatos. A minták mangántartalma a 10. ábrán látható.

A gyümölcslevekben lévő mangán átlagos mennyisége 0,334 mg/L volt. Ezeket az értékeket külön-külön megvizsgálva a házi készítésű gyümölcslevek mangántartalmának átlaga 0,294 mg/L volt, ellenben az árusított gyümölcsleveké 0,373 mg/L. Ezek az adatok alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy az átlagot nézve az üzletben vásárolt gyümölcslevek nagyobb mangántartalommal rendelkeznek.

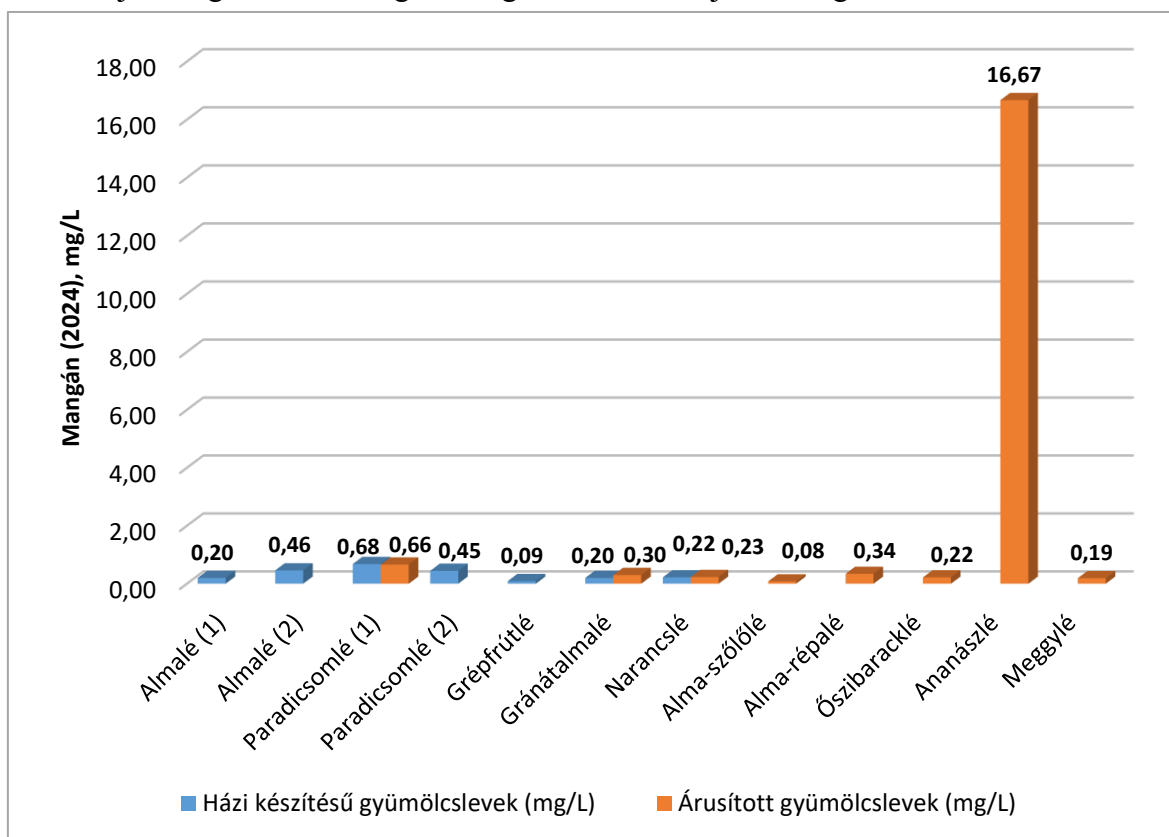


10. ábra
A gyümölcslevek mangántartalma (2023)
Saját forrás

A legmagasabb mangántartalommal a gyümölcslevek közül az árusított narancslé rendelkezett, 0,52 mg mangánt tartalmaz literenként. Ennek a narancslének egy literje egy felnőtt férfi és nő napi mangánszükségletének 17,3%-át biztosítja, aminek egy pohárral történő elfogyasztás ezt az értéket 3,46%-ra módosítja. Összességében nézve a legkisebb mangántartalommal a házi készítésű almalé rendelkezik. A baracklé az árusított

gyümölcslevek közül a legalacsonyabb mennyiségű mangánt tartalmazza. Az összes vizsgált minta mediánja 0,355 mg/L. A szőlőlevek esetében a házi készítésű nagyjából kétszer annyi mangánt tartalmaz, mint az árusított szőlőlé. A baracklevek esetében ugyanez a fennállás, hiszen az árusított barackléhez képest a házi készítésűben megközelítőleg kétszer annyi mangán található. Az almalevek és a narancslevek esetében a szóban forgó megállapítás megfordul, ugyanis itt az árusított gyümölcslevek nagyobb mennyiségben tartalmazzak mangánt.

A 2024-ben begyűjtött gyümölcs- és zöldségféle minták mangántartalmát a 11. ábrán tekinthetjük meg. A levek átlagos mangánkoncentrációja 1,40 mg/L volt.



11. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek mangántartalma (2024)
Saját forrás

A házi készítésű levekben ennek az elemnek az átlagos tartalma 0,33 mg/L, míg a kereskedelemben vásároltaké 2,34 mg/L. Ez a két átlag jelentősen eltér egymástól. A levek mangánkoncentrációja egy literre tekintve 0,08-0,68 mg/L érték között mozog, egy levet kivéve, ahol kiugróan magas, 16,67 mg/L koncentrációt mértünk. Ez a szélsőséges érték határozottan növeli az átlagkoncentrációt. A legmagasabb mangán mennyiséget az árusított ananászlében mértük. A mangánnak ez a mennyisége a felnőtt férfiak és nők esetében is, több mint ötszörösen meghaladja a napi megfelelő beviteli mennyiséget. Még ha csak egy

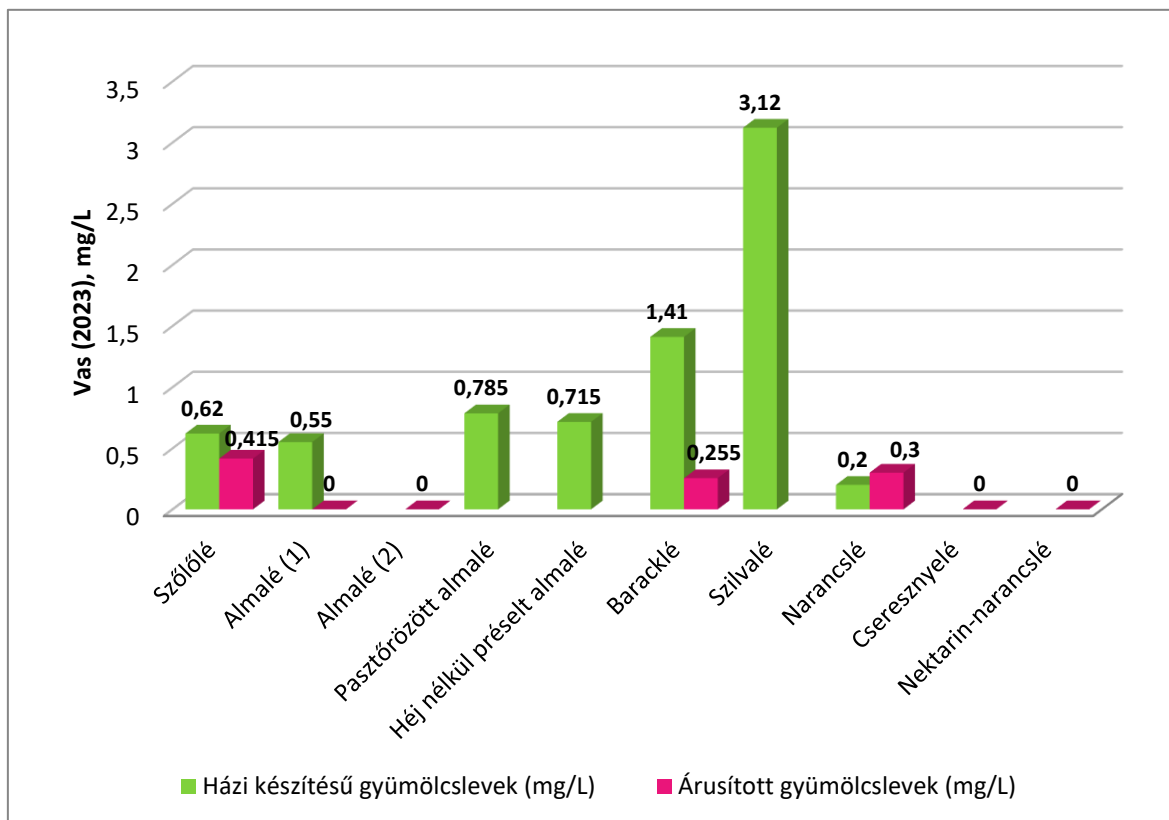
pohárral is fogyasztunk, az is enyhén átlépi a napi megengedett értéket 0,334 mg/L-el. Ilyen nagy értéket a 2023-s minták vizsgálata során sem mértünk, hisz a mangán tartalma 0,09-0,52 mg/L között mozgott, hasonló skálán, mint a 2024-s, az ananászlé kivételével.

Az összes gyümölcs- és zöldségleveket vizsgálva megállapítható, hogy a legalacsonyabb mértékben az árusított alma-szőlőlé tartalmazott mangánt.

A vizsgált minták mediánja 0,23 mg/L. A paradicsomlevek, narancslevek és gránátalmalevek esetében az árusított levek nagyobb koncentrációban tartalmazzak mangánt, mint a házi készítésűek.

3.4. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek vastartalma

A 2023-ban vizsgált minták vastartalmát megfigyelve kijelenthető, hogy a házi készítésű gyümölcslevekben sokkal magasabb a vas mennyisége, mint az árusított gyümölcslevekben. A gyümölcslevek vastartalmát a 12. ábrán tekinthetjük meg.



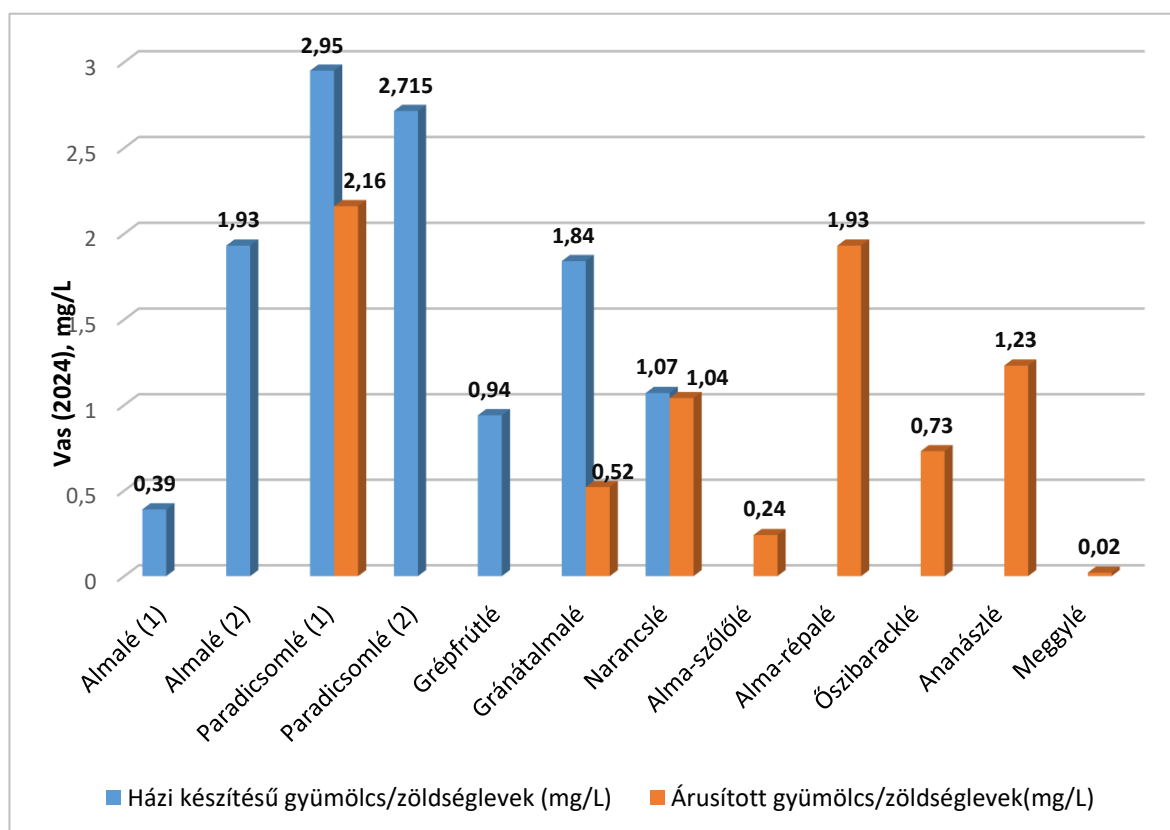
12. ábra
A gyümölcslevek vastartalma (2023)
Saját forrás

A vas gyümölcslevekben mért átlagkoncentrációja 0,598 mg/L volt. A házi készítésű gyümölcslevekben a vas átlagmennyisége 1,057 mg/L, míg az árusított gyümölcslevekben

0,139 mg/L. Ezek az adatok alapján elmondhatjuk, hogy a házi készítésű gyümölcslevekben közel nyolcszoros mennyiségű vastartalmat mértünk, mint az árusított gyümölcslevekben.

A legmagasabb vastartalma a szilvalének volt, melynek mennyisége magasan kiemelkedik a többi közül. A szilvalében 3,12 mg/L vaskoncentrációt mértünk. Ennek a gyümölcslének egy literjében található vas mennyisége a nők napi vasbevitelének 19,5%-át, a férfiaknak pedig 28,4%-át fedezi. Ez a mennyiség egy pohár fogyasztását nézve lecsökken, nők esetében 3,9 %-ra, férfiaknál pedig 5,68%-ra. Az árusított gyümölcslevek közül a legnagyobb vastartalommal a szőlőlé rendelkezett, egy literben 0,415 mg vasat mértünk. Az árusított almalevek, a cseresznyelé és a nektarin-narancslé esetében nem tudtuk kimutatni a vas jelenlétét. A legalacsonyabb vastartalommal a házi készítésű gyümölcslevek közül a narancslé rendelkezett, melynek értéke 0,2 mg/L volt. Az árusított gyümölcslevek közül a legalacsonyabb értéket a baracklé mutatta, 0,255 mg/L vastartalommal. A vizsgált minták mediánja 0,3575 mg/L volt.

A 2024-s minták vastartalma a 13. ábrán tekinthető meg



13. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek vastartalma (2024)
Saját forrás

A 2024-ben begyűjtött és kielemezésre került levek mintáinak vastartalmáról, akárcsak a 2023-ban végzett kutatás esetén, leszögezhető, hogy a házi készítésű levek esetében magasabb átlagos vaskoncentrációt mértünk, mint az árusítottak esetében

A mintákban vizsgált vastartalom átlagkoncentrációja 1,31 mg/L volt. Ez az érték a házi készítésűekre mérten 1,69 mg/L, az árusítottakra 0,98 mg/L. A 2023-s mérésekhez viszonyítva ezek az átlagkoncentrációk magasabbnak bizonyultak. A vasat legnagyobb mennyiségben a paradicsomlevelek tartalmazták, ezekből is az egyik házi készítésű paradicsomlé mutatotta a legmagasabb, 2,95 mg/L koncentrációt. Ennek a paradicsomlének egy literjében lévő vas mennyisége egy felnőtt férfi napi ajánlott vasbevitelének 26,8%-át fedezi, egy felnőtt nőt vizsgálva pedig 18,4%-ot. Amennyiben ezt az értéket egy pohár elfogyasztására vetítjük le, akkor ez a mennyiség a nők napi referenciaértékének 3,68%-át, a férfiaknak pedig 5,36%-át fedezi.

Figyelemfelkeltő, hogy a házi készítésű és az árusított naracslé vastartalma hasonló, közel megegyezik. A gránátalmaleveket vizsgálva kiszámolhatjuk, hogy a házi készítésű több, mint háromszor nagyobb mértékű vaskoncentrációval rendelkezik. A levek közül a legalacsonyabb értéket a meggylé esetében mértük. A levekben mért vas tartalmának mediánja 1,07 mg/L.

3.5. A házi készítésű és árusított gyümölcslevelek kobalttartalma

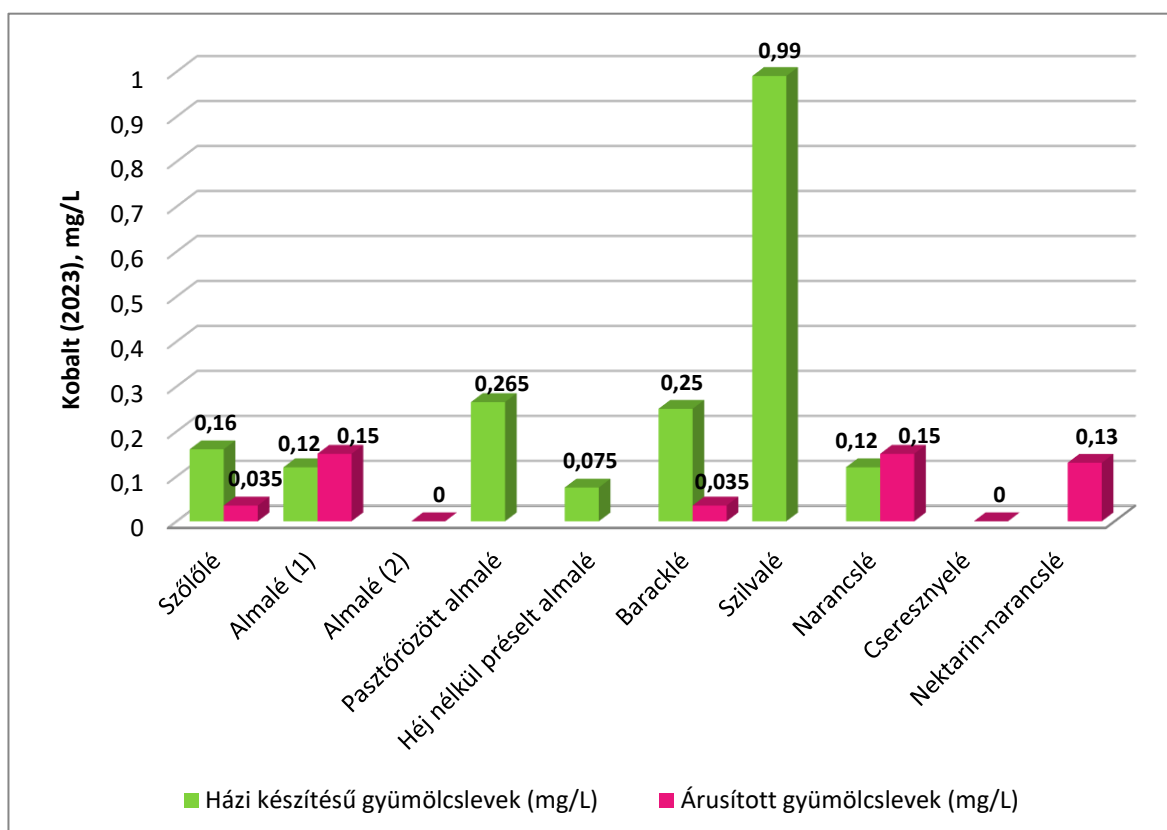
A 2023-ban vizsgált minták kobalttartalma széles skálán mozog. Megfigyelhettük, hogy a cseresznyelé kivételével, minden minta egy literjében található kobalttartalom átlépte az ember számára naponta bevihető mennyiséget. A minták kobalttartalma a 14. ábrán tekinthető meg.

A kobalt gyümölcslevekben mért átlagmennyisége 0,177 mg/L volt. A házilag készített gyümölcslevek átlagosan 0,283 mg/L kobaltot tartalmaznak, míg az üzletben vásárolt gyümölcslevek átlagosan 0,071 mg/L-t. A házi készítésű gyümölcslevek átlaga mintegy négyszer nagyobb az árusított gyümölcslevek kobalttartalmának átlagánál. A legnagyobb és egyben ugrásszerűen kiemelkedő kobalttartalommal a házi készítésű szilvalé rendelkezik, melynek értéke 0,99 mg/L.

Ez az érték megközelítőleg nyolcvankétszerese a napi megengedett beviteli értéknek. Amennyiben az ember csak egy pohárral fogyaszt el, ami nagyjából 2 dl-nek felel meg, akkor is a napi beviteli maximum több, mint tizenhatszorosát juttatja a szervezetébe. A vizsgált minták kobalttartalmát illetően a legkevesebb kobaltot az árusított szőlőlé és baracklé

tartalmazta, viszont még így is a napi maximális bevitel közel háromszorosát tartalmazták literenként.

A házi készítésű szőlőlé és baracklé több kobaltot tartalmaz, mint az üzletben árusított megfelelője, viszont az almalé és a narancslé esetében az árusított levek magasabb kobalttartalommal rendelkeznek, mint a házi készítésűek. Ez megfigyelhető volt a gyümölcslevek mangán koncentrációjánál is.



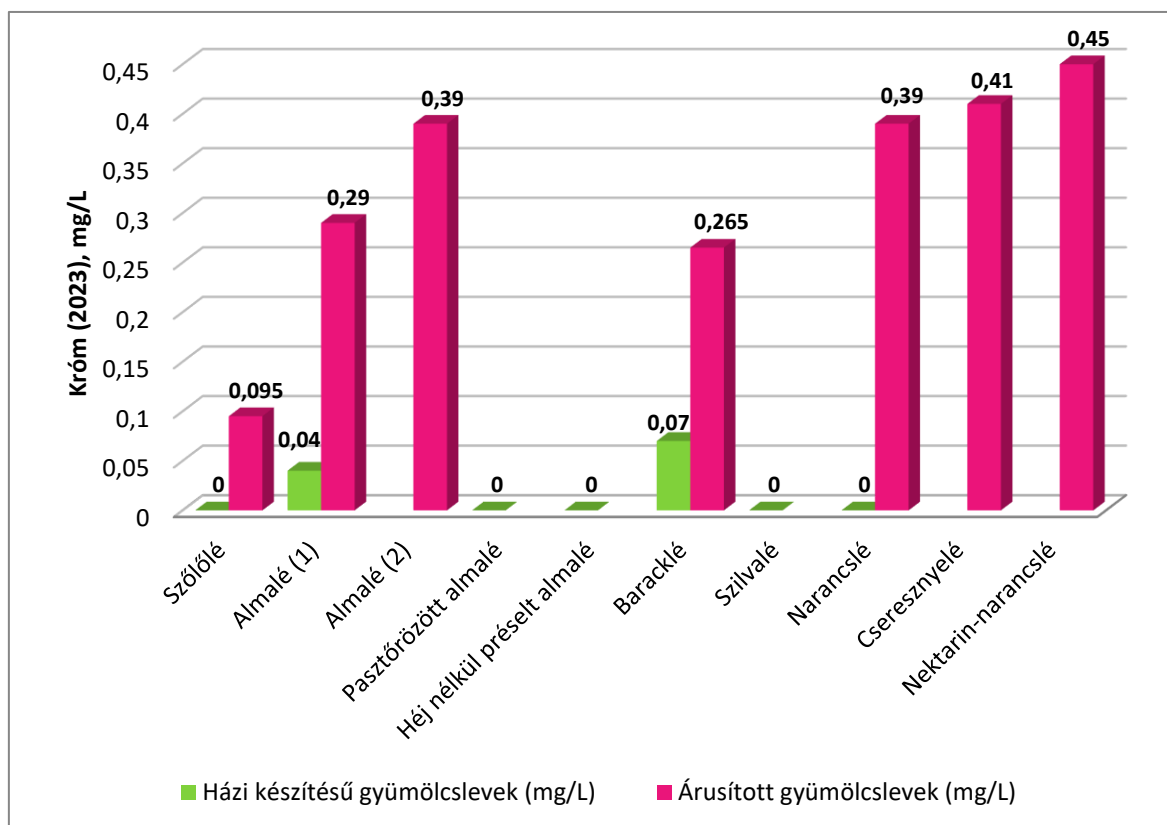
14. ábra
A gyümölcslevek kobalttartalma
Saját forrás

3.6. A házi készítésű és árusított gyümölcslevek krómtartalma

A 2023-ban vizsgált minták krómtartalmáról általánosan elmondható, hogy az árusított gyümölcslevekben számottevően nagyobb mennyiségben található króm, mint a házi készítésű gyümölcslevekben. A minták krómtartalma a 10. ábrán található.

A vizsgált gyümölcslevek krómtartalmának átlaga 0,171 mg/L. A házi készítésű gyümölcslevek króm tartalmának átlaga 0,016 mg/L, az árusítottaké pedig 0,327 mg/L, ami azt jelenti, hogy az üzletekben árusított levek nagyjából hússzor annyi krómot tartalmaznak az átlagot nézve. A legmagasabb króm tartalommal rendelkező gyümölcsle a árusított nektarin-narancslé, melynek egy literjében 0,45 mg króm található. Ez a mennyiség az

ötszöröse-nyolcszorosa a napi maximálisan megengedett beviteli értéknek. Amennyiben a fent említett gyümölcslezből csak egy pohár elfogyasztása történik meg, abban az esetben is a napi maximálisan megengedett mennyiségének közel kétszerese juthat a szervezetbe.



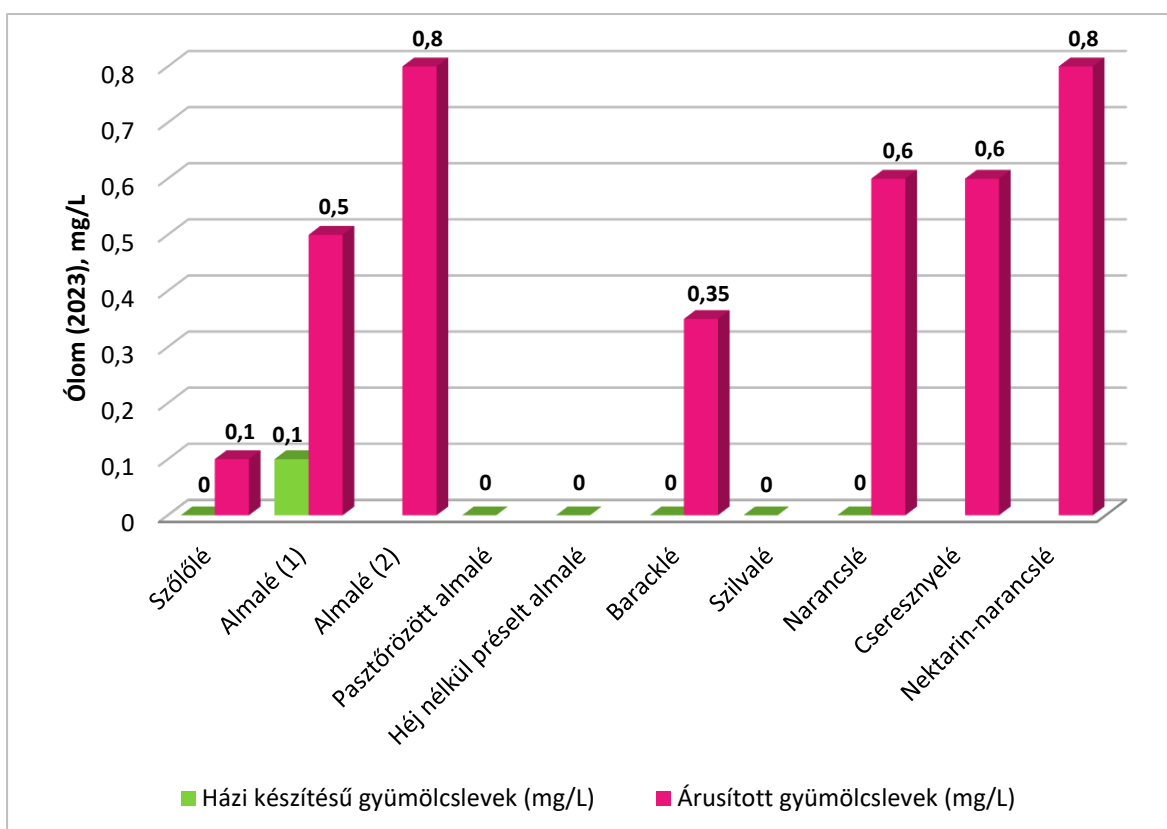
15. ábra
A gyümölcslevek krómtartalma (2023)
Saját forrás

A házi gyümölcslevek közül a baracklé rendelkezik a legnagyobb értékkel, ami 0,07 mg/L, ez beleesik a megengedett értéktartományba. Az otthon készített gyümölcslevek közül csak az almalében és a baracklében volt kimutatható a króm, az árusított gyümölcsleveknél pedig az összes mintában kimutattuk ezt a nehézfémet. Az árusított gyümölcslevek közül a króm legalacsonyabb mennyiségét a szőlőlében mértük, ami egy kicsivel a megengedett határérték felett van. Az összes vizsgált minta mediánja 0,0825 mg/L. Az Ukrajnában felállított határértékeket vizsgálva a gyümölcslevek egy literjében lévő króm mennyisége egyik mintánál sem lépte át a megengedett mennyiséget a házi készítésű gyümölcslevek esetében. Az árusított gyümölcsleveknél viszont a szőlőlé kivételével mindegyik gyümölcsleves a megengedettnél több krómot tartalmazott. Az árusított gyümölcslevekben vizsgált jelentősen magasabb krómkoncentráció arra enged következtetni, hogy a gyümölcslevek gyártási folyamatában történik ezen készítmények krómmal történő szennyeződése. Azok a

berendezések, amelyek a gyümölcsle gyártás folyamatában vesznek részt, gyakran készülnek krómot is tartalmazó ötvözetekből. A minták feltehetőleg itt szennyeződnek.

3.7. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek ólomtartalma

A 2023-s minták ólomtartalmát vizsgálva megállapítható, hogy az árusított gyümölcslevek mintái sokkal nagyobb koncentrációban tartalmaznak ólmot, mint a házi készítésűeké. A házi készítésű gyümölcslevek közül csak egy mintában volt kimutatható ólomtartalom. A minták ólomtartalma a 16. ábrán látható.



16. ábra
A gyümölcslevek ólomtartalma (2023)
Saját forrás

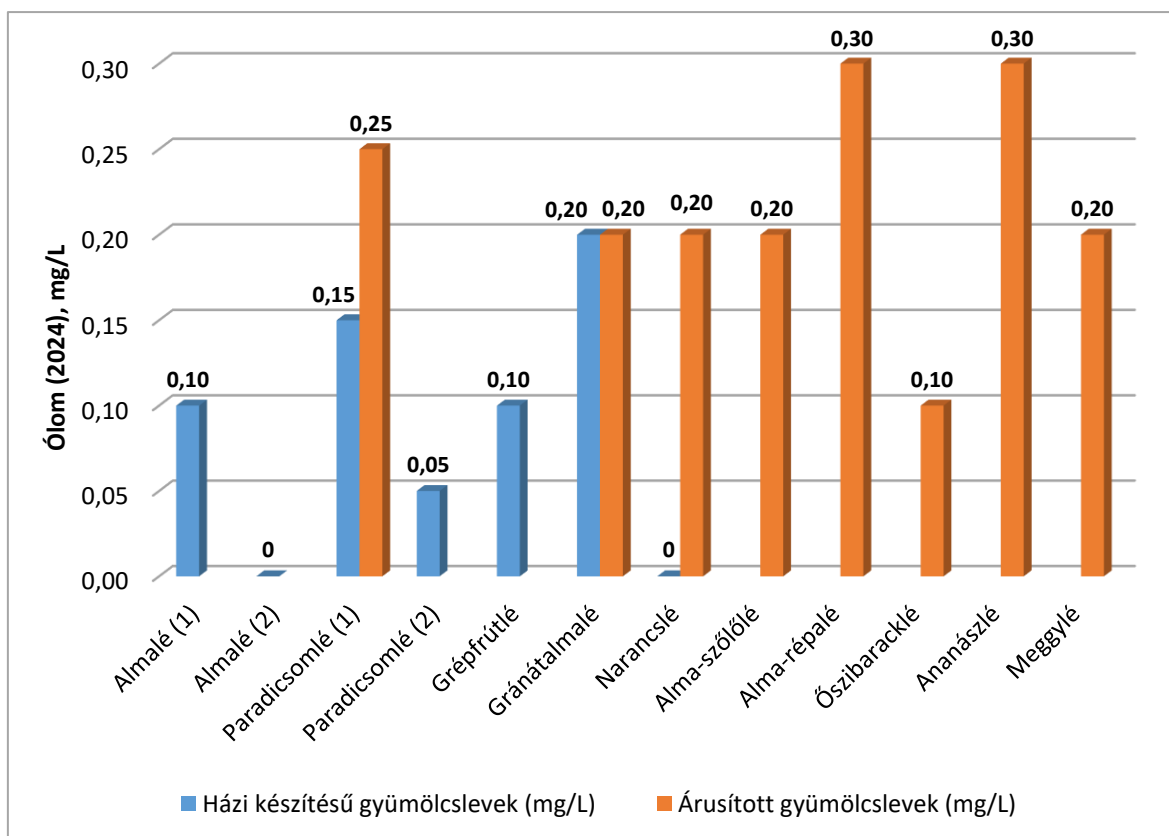
A vizsgált gyümölcsle mintákban található ólom átlagkoncentrációja 0,275 mg/L. A házi készítésű gyümölcslevekben az ólom átlagkoncentrációja 0,014 mg/L, az árusítottakéban 0,536 mg/L, ami megközelítőleg harmincnegyszer nagyobb mennyiség. Az ólom legmagasabb mennyiségben az árusított nektarin-narancslében volt jelen, egy literjében 0,8 mg ólmot mértünk. Ez a mennyiség egy 60 kilogrammos ember napi megengedett ólombevitelének nagyjából a kilencszeres értékét teszi ki. Ha egy azonos súlyú egyén csak egy pohárral fogyaszt el ebből az italból, abban az esetben is a napi testsúlykilogramorra kiszámolt megengedett érték közel kétszeresét viszi be a szervezetébe.

A legalacsonyabb ólom koncentrációval a házi készítésű almalé és az árusított szőlőlé rendelkezett. A vizsgált minták mediánja 0,1 mg/L.

A házi készítésű almalé és a héj nélkül préselt almalé ugyanazon helyről és fáról szedett almából készültek, Figyelemre méltó megfigyelés, hogy a héj nélküli almalében nem volt kimutatható ólom jelenléte, viszont az almalében, melynek készítése során a gyümölcsöt a héjával együtt centrifugáltuk, 0,1 mg/L ólom mennyiségét mutattunk ki. Ebből a megfigyelésből arra következtethetünk, hogy az ólom a növények héjában rakódik le. Mint tudjuk, a járművek kipufogó gázai ólom tartalmú vegyületeket bocsátanak ki, melyek a légtérbe jutva a növények leveleire, terméseinek héjára rakódik le. Esetünkben is ez okozhatta az ólom jelenlétét az almalében.

Az Ukrajnában felállított határértékeket vizsgálva a gyümölcslevek egy literjében lévő ólom mennyisége egy mintánál, az almalénél lépte át a megengedett mennyiséget a házi készítésű gyümölcslevekénél. Az árusított gyümölcslevek esetében minden gyümölcslevesben az ólom koncentrációja jelentősen átlépte a megengedett határértéket.

A 2024-s vizsgálatnak az eredményei a 17. ábrán tekinthetők meg.



17. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek ólomtartalma (2024)
Saját forrás

A 2024-ben begyűjtött gyümölcs- és zöldséglé minták ólomtartalmát vizsgálva megállapítható, hogy az árusított gyümölcslevek mintái nagyobb mennyiségben tartalmaznak ólmot, mint a házi készítésűek.

A vizsgált mintákban az ólom átlagkoncentrációja 0,16 mg/L. A házi készítésű levekben az ólom átlagkoncentrációja 0,09 mg/L, míg az üzletekben vásároltakban ez az érték 0,22 mg/L volt. Az ólom legmagasabb koncentrációját az árusított alma-répalé és az ananászlé mutatta, amely leveknek egy literjében 0,3 mg ólom volt mérhető. Ez az érték egy 60 kilogrammos ember napi megengedett ólombevitelének több mint háromszorosa. Egy pohár fogyasztása a fentebb említett levekből nem lépi át a napi megengedett beviteli mennyiséget 60 kg testtömegre számítva. A legalacsonyabb ólomkoncentrációt az egyik házi készítésű paradicsomlében mutattuk ki. A házilag készített egyik almalében és a narancslében nem volt kimutatható ólom jelenléte. A vizsgált minták értékének mediánja 0,2 mg/L.

Az Ukrajnában felállított határértékekhez viszonyítva az ebben az évben vizsgált minták egyike sem lépi át a megengedett határértéket, ugyanis az 0,4 mg/L. Érdekes, hogy a házi készítésű és az árusított gránátalmalé ugyanannyi ólmot tartalmazott. Megfigyeltük, hogy a 2023-as minták ólomkoncentrációjához viszonyítva, az árusított barack- és narancslé alacsonyabb értékeket mutatott.

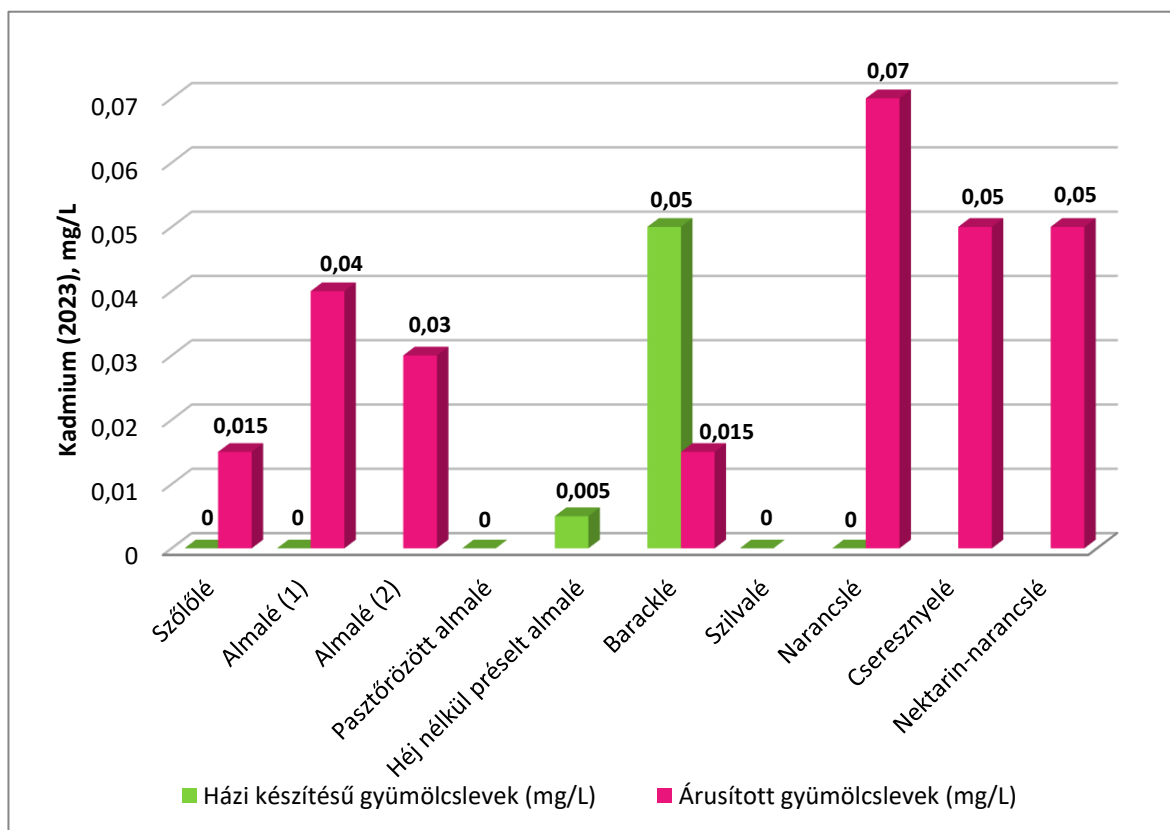
3.8. A házi készítésű és árusított gyümölcs- és zöldséglevek kadmium tartalma

A 2023-ban kielemezésre kerülő gyümölcslel mintákat megfigyelve megállapítható, hogy az árusított gyümölcslevek nagyobb mennyiségben tartalmaznak kadmiumot. A házi készítésű gyümölcslevekből csak két minta esetén volt kimutatható kadmium. A vizsgált minták kadmium tartalma a 18. ábrán megtekinthető.

A kadmium átlagkoncentrációja a gyümölcslevekben 0,0232 mg/L. Az árusított levekben a kadmium átlagkoncentrációja 0,0386 mg/L, míg a házi készítésű gyümölcslevekben a kadmium átlagmennyisége 0,0079 mg/L. Az üzletben vásárolt gyümölcslevekben megközelítőleg ötször több mennyiségű kadmium található, mint a házi készítésűekben. A legnagyobb koncentrációban a vásárolt narancslé tartalmazott kadmiumot, egy literben 0,07 milligrammot mértünk. Ez az érték egy 60 kilogrammos ember napi megengedett kadmium bevitelének közel háromszoros mennyiségét jelenti. Amennyiben viszont az ember egy pohárral fogyaszt belőle, akkor a napi megengedett kadmium beviteli mennyiség a határérték alatt lesz, ugyanis így csak 0,014 mg kadmium jut

a szervezetbe. A házilag készített héj nélkül préselt almalé tartalmazta a legkevesebb mennyiségű kadmiumot.

Az Ukrajnában felállított határértékeket vizsgálva a gyümölcslevek egy literjében lévő kadmium mennyisége a házi készítésű gyümölcslevek esetében a baracklénél mutatott magasabb értéket a megengedettnél. Az árusított gyümölcsleveknél a szőlőlé és a baracklé kivételével minden gyümölcslemben a megengedettnél több kadmium volt kimutatható.



18. ábra
A gyümölcslevek kadmiumtartalma (2023)
Saját forrás

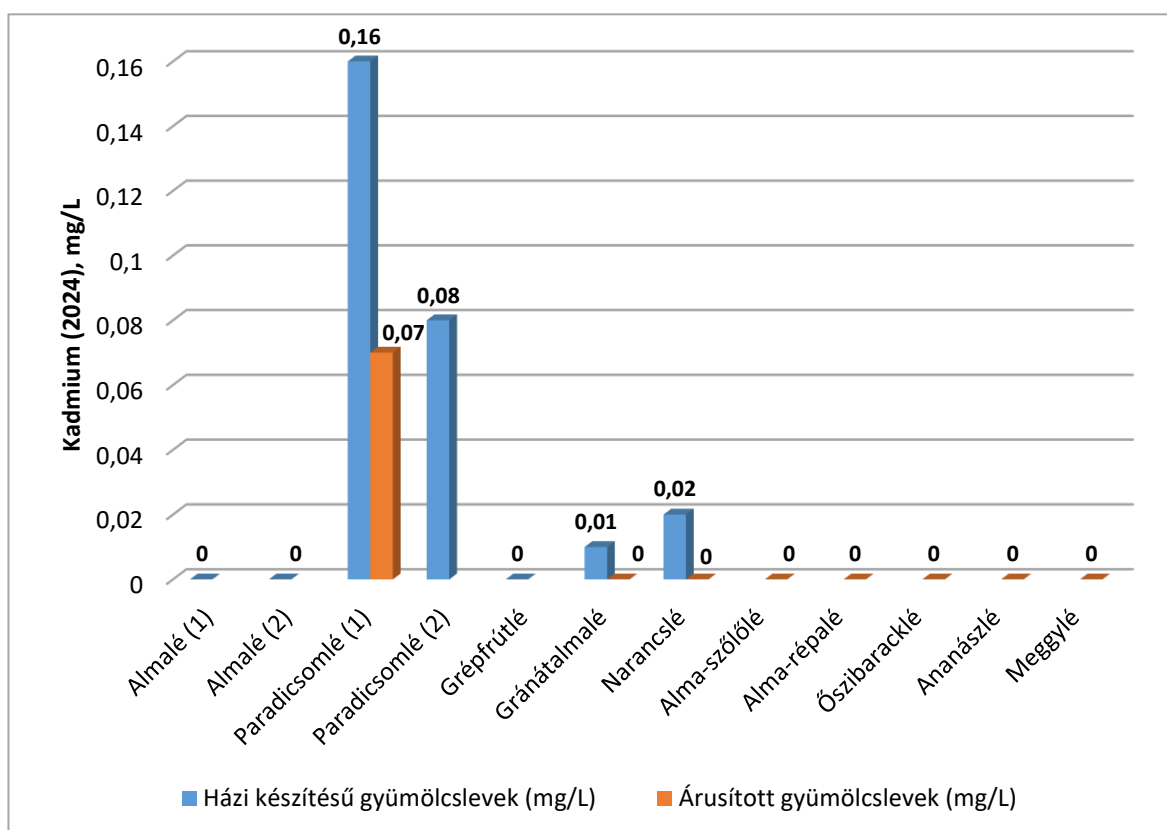
Megfigyelhetjük, hogy az árusított gyümölcslevek nagyobb mennyiségben tartalmaznak kadmiumot, mint a házi készítésűek. A talaj kadmium szennyezésének legfőbb forrása a műtrágyahasználat. Feltételezésünk szerint a gyümölcslevek gyártásához felhasznált gyümölcsök termesztése során nagyobb műtrágya adagok kerülnek kijuttatásra, így a növényekbe, azok terméseibe is bejutott a kadmium.

A 2024-ben begyűjtésre és kiemelésre került gyümölcs- és zöldséglevekben található kadmium mennyiséget vizsgálva megfigyeltük, hogy ebben az esetben ennek a nehézfémnek a mennyisége átlagosan magasabb volt a házi készítésű levekben. A kadmium levekben mért mennyisége a 19. ábrán látható. A levek kadmiumkoncentrációjának átlaga 0,0227 mg/L. Az átlag 0,0386 mg/L a házi készítésű, 0,0088 mg/L az árusított levekre nézve.

Az egyik házi készítésű paradicsomlében mértük a legmagasabb kadmium koncentrációt, ami 0,16 mg/L volt. Ez a meghatározott mennyiség pontosan nyolcszorosa az Ukrajnában engedélyezett határértéknek. Ennek a paradicsomlének egy literje egy felnőtt, 60 kg súlyú ember számára közel hétszer meghaladja a kadmium napi maximálisan megengedett beviteli mértékét. Ebből a paradicsomléből egy pohár elfogyasztása azonos súlyú egyén esetén enyhén átlépi a napi megengedett beviteli mennyiséget.

A házi készítésű leveket vizsgálva elmondhatjuk, hogy a paradicsomleveknél, a gránátalmánél és a narancslénél volt kimutatható kadmium mennyiség. A kereskedelemben vásárolt leveknél csak a paradicsomlének volt kimutatható kadmium tartalma.

Megfigyeltük, hogy a 2023-ban vizsgált árusított narancs és baracklé esetében kimutatható volt a kadmium bizonyos mértékű koncentrációja, viszont a 2024-ben begyűjtött minták esetében nem. Leszögezhetjük, hogy a 2023-as vizsgálatnál ellentétben itt a házi készítésű levekben mértünk átlagosan magasabb kadmium tartalmat.



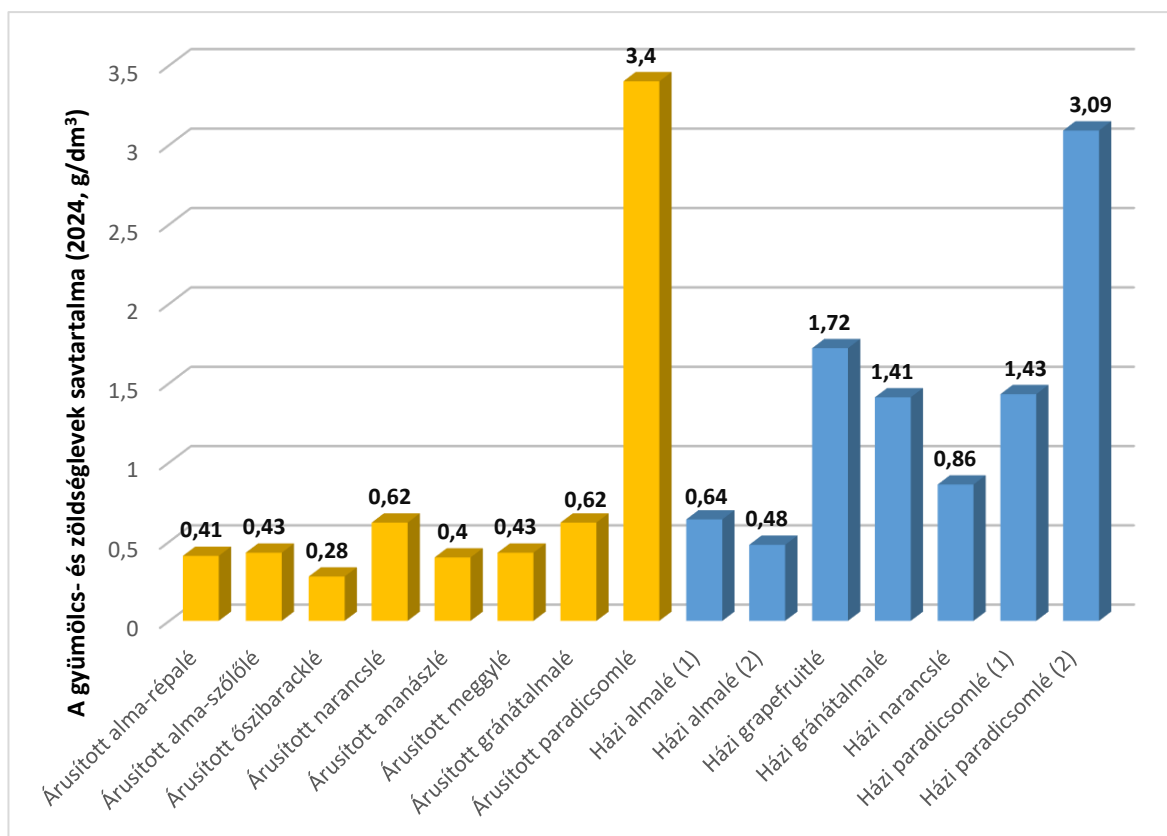
19. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek kadmiumtartalma (2024)
Saját forrás

3.9. A gyümölcs- és zöldséglevelek összes titrálható savtartalma

A gyümölcsök savanykás íze a bennük található szerves savaknak köszönhető. Ezek közül az almasav, a borkósav és a citromsav a leggyakoribb, míg más savak csak kivételesen és kisebb mennyiségben fordulnak elő.

A gyümölcsökben a szerves savak bioszintézise eltér egymástól. A különböző gyümölcsfajtákban különböző szerves savak találhatók nagyobb mennyiségben. Ebből adódóan az almatermésűeknél az összes savtartalmat almasavban, míg a bogyós gyümölcsöknél citromsavban szokás meghatározni (JURICS és LINDNER, 1965).

Fontosnak tartottuk, hogy a gyümölcs- és zöldséglevelek vizsgálatánál nem csak a mikroelemek és nehézfémek tartalmát határozzuk meg, hanem többek között az összes titrálható savtartalmat és a C-vitamin tartalmat is, ugyanis ezek a tényezők hatással vannak ezen levek humánbiológiai hatására.



20. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevelek savtartalma (2024)
Saját forrás

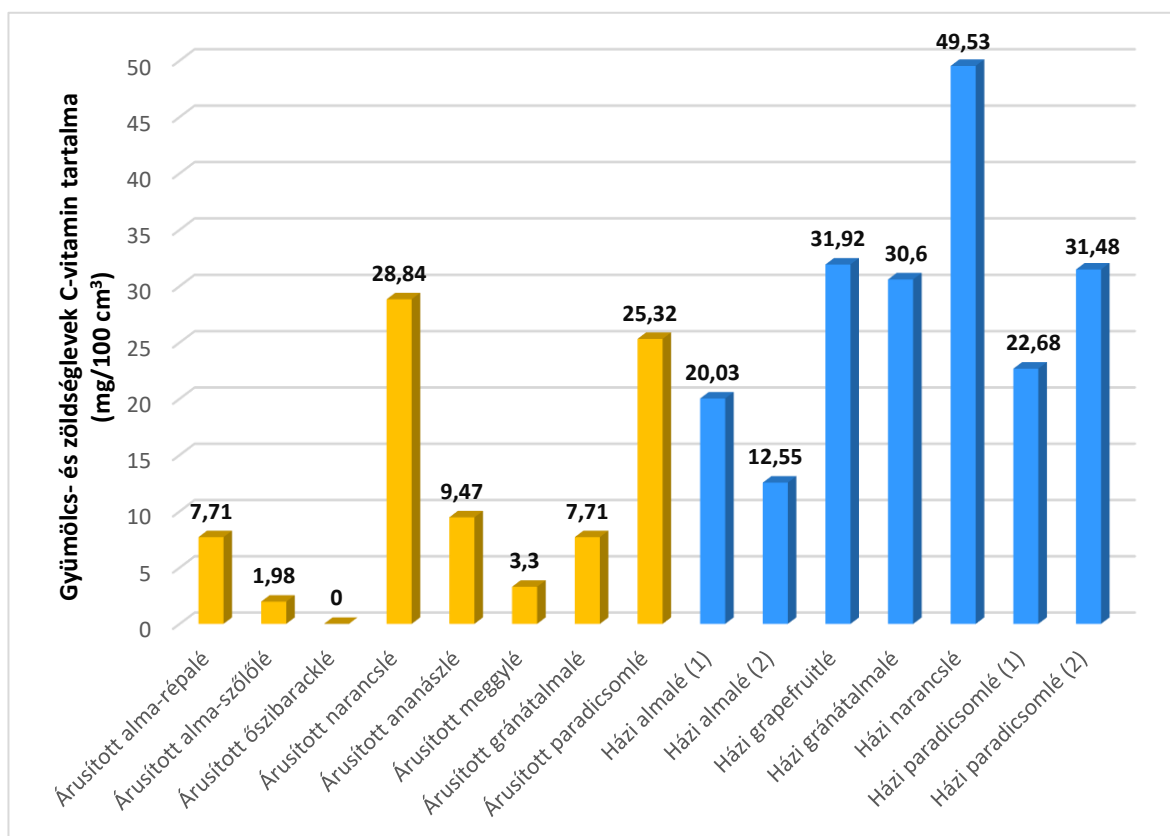
A 2024-ben begyűjtésre és vizsgálatra került gyümölcs- és zöldséglevelek összes titrálható savtartalmát határoztuk meg, melynek az eredményei a 20. ábrán látható.

Az ábrát megfigyelve láthatjuk, hogy a legmagasabb összes titrálható savtartalommal az árusított paradicsomlé rendelkezik, majd ezt követte az egyik házi készítésű paradicsomlé. A legalacsonyabb értéket az árusított levek közül az alma-szőlőlé mutatta, a házilag készítették közül pedig az egyik almalé. A levek savtartalma 0,28-3,4 g/dm³ között mozgott.

3.10. A gyümölcs- és zöldséglevek C-vitamin tartalma

A gyümölcs- és zöldséglé minták C-vitamintartalma, melyeket 2024-ben vizsgáltunk, a 21. ábrán tekinthető meg.

A legnagyobb mennyiségben C-vitamint a házi narancslé tartalmazott, többet, mint az üzletben vásárolt. Legalacsonyabb mennyiségben az árusított alma-szőlőlé tartalmazott C-vitamint, továbbá az üzletben vásárolt őszibaracklé esetében nem volt kimutatható ezen vitaminnak a tartalma. A házi készítésű gránátalmalé közel négyszer magasabb C-vitamin tartalommal rendelkezett, mint az árusított. A gyümölcs- és zöldséglevek C-vitamin koncentrációja, az őszibarack kivételével, 1,98-49,53 mg/100 cm³ között mozgott.



21. ábra
A gyümölcs- és zöldséglevek C-vitamin tartalma (2024)
Saját forrás

ÖSSZEFOGLALÁS

A munka céljával a Kárpátalján, legfőképpen Beregszász és Nagyberég környékén fellelhető házi készítésű és az üzletek polcain árusított gyümölcs- és zöldséglevelek mikroelem tartalmának vizsgálatát választottuk.

A kutatásunkhoz 2023 során 7-7 mintát gyűjtöttünk be mind házi készítésű gyümölcslevekből, mind az üzletekben árusított gyümölcslevekből. A házilag termesztett gyümölcsök közül almát, barackot, szilvát és szőlőt gyűjtöttünk be Nagyberég térség területén. Emellett sikerült házilag termesztett almából készült pasztőrözött almalevet begyűjtenünk. Üzletben vásárolt narancs is került otthoni feldolgozásra. A házi készítésű gyümölcsleveket gyümölcscentrifuga segítségével készítettük. Az árusított gyümölcslevek között fellelhető volt szőlőlé, baracklé, narancslé, cseresznyelé, nektarin- narancslé és két féle gyártótól vásárolt almalé.

2024-ben 15 minta begyűjtésére került sor, ebből 7 házi készítésű, 8 pedig árusított gyümölcs- és zöldséglé. A házi készítésű levek között megtalálhatóak voltak pasztőrözött alma- és paradicsomlevek, illetve üzletben vásárolt gyümölcsből saját kezű feldolgozással készült grépfrút-, gránátalma- és narancslé. Az üzletben felvásárolt gyümölcs- és zöldséglevelek a következők voltak: alma-szőlőlé, alma-répalé, őszibaracklé, narancslé, ananászlé, gránátalmalé, meggyel és paradicsomlé.

A 2024-s minták nem csak mikroelem-tartalmát, de az összes titrálható savtartalmát és C-vitamint tartalmát is meghatároztuk. Eredményeink szerint összességében a legmagasabb savtartalommal a paradicsomlevek rendelkeztek. A gyümölcs- és zöldséglevek savtartalma 0,28-3,4 g/dm³ közötti skálán mozgott. Ami a C-vitamint illeti, legnagyobb koncentrációt a házi készítésű narancslé esetében mértük, 49,53 mg/100cm³-t.

A gyümölcs- és zöldséglé minták roncsolását mikrohullámú roncsoló készülék segítségével végeztük. A mintákat végül pedig az Agilent Technologies 240 típusú atomabszorpciós spektrofotométer segítségével megvizsgáltuk.

A munkánk során megmértük a különböző levek réz (Cu), cink (Zn), mangán (Mn), vas (Fe), kobalt (Co), króm (Cr), ólom (Pb), kadmium (Cd) mennyiségét mind a házi készítésű, mint az árusított gyümölcs- és zöldséglevekben. Megfigyeltük, hogy a réz, a cink és a vas koncentrációja magasabb volt a házi készítésű levekben. A mangán és a kobalt koncentrációja változatosan oszlott el a gyümölcslevek fajtái között. A króm és az ólom szintje jelentősen magasabb volt az árusított gyümölcslevekben, mint a házi készítésűekben. A kadmium koncentrációjának vizsgálata során a két éven különböző eredményeket

kaptunk, ugyanis a 2023-s vizsgálat esetében az árusított levekben, míg a 2024-s vizsgálat során a házi készítésű gyümölcslevekben mértünk magasabb mennyiséget. Ezek az adatok alapján azt a következtetést tudjuk levonni, hogy a gyümölcslevek a gyártási folyamat során, illetve maga a gyümölcs termesztése során ezekkel az anyagokkal szennyeződnek.

РЕЗЮМЕ

Метою роботи було дослідити вміст мікроелементів в фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах, які були відібрані на Закарпатті, переважно в Берегові, Великих Берегах та їх околицях.

Для дослідження у 2023 році збрали 7-7 зразків фруктових соків домашнього виробництва і таких, що продаються в магазинах. Серед домашніх соків були яблучний, персиковий, сливовий та виноградний з села Великі Береги. Окрім того, мали пастеризований яблучний сік, виготовлений із домашніх яблук. Куплений у магазині апельсини були перероблені на сок в домашніх умовах. Домашні соки виготовляли за допомогою соковижималки. Серед продажних фруктових соків були виноградний, персиковий, апельсиновий, вишневий, нектариново-апельсиновий і яблучний двох різних виробників.

У 2024-му році відібрано 15 зразків, з них 7 домашніх та 8 комерційних фруктових і овочевих соків. Серед домашніх соків були пастеризований яблучний і томатний, а також грейпфрутовий, гранатовий та апельсиновий, які виготовлені нами з продажних фруктів. Комерційні фруктові та овочеві соки були наступні: яблучно-виноградний, яблучно-морквяний, персиковий, апельсиновий, ананасовий, гранатовий, вишневий і томатний.

У зразках 2024-го року ми визначали не лише вміст мікроелементів, а й загальний вміст титрованих кислот та вітаміну С. Згідно з нашими результатами, томатний сік мав найвищий загальний вміст кислот. Вміст кислоти фруктових та овочевих соків коливається від 0,28 до 3,4 г/дм³. Що стосується вітаміну С, то найвища його концентрація була в домашньому апельсиновому соку – 49,53 мг/100 см³.

Мінералізацію зразків фруктових та овочевих соків проводили за допомогою пристрою для мікрохвильової деструкції. Вміст мікроелементів визначили за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра Agilent Technologies 240.

У фруктових та овочевих соках, виготовлених у домашніх та промислових умовах нами були визначені вміст купруму (Cu), цинку (Zn), мангану (Mn), феруму (Fe), кобальту (Co), хрому (Cr), свинцю (Pb), кадмію (Cd). Встановили, що концентрації купруму, цинку та феруму були вищими в домашніх соках. Концентрація мангану та кобальту була різною для різних видів соків. Вміст хрому та свинцю були значно вищими в комерційних соках, ніж у домашніх. Для кадмію нами отримані різні результати за два роки. У 2023-у році кадмію було більше у

комерційних соках, тоді як у 2024-у році його концентрація була більшою у домашніх фруктових соках. На підставі цих даних можна зробити висновок, що фруктові соки забруднюються цими речовинами в процесі виробництва та під час вирощування самих плодів.

IRODALOMJEGYZÉK

1. ABD ELNABI, M. K. – ELKALINY, N. E. – ELYAZIED, M. M. – AZAB, S. H. – ELKHALIFA, S. A. – ELMASRY, S. – MOUHAMED, M. S. – SHALAMESH, E. M. – ALHORIENY, N. A. – ABD ELATY, A. E. – ELGENDY, I. M. – ETMAN, A. E. – SAAD, K. E. – TSIGKOU, K. – ALI, S. S. – KORNAOS, M. – MAHMOUD, Y. A.-G. (2023): Toxicity of Heavy Metals and Recent Advances in Their Removal: A Review. – *Toxics* 11:7, p. 1-31.
2. AGOSTONI et al. (2014): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. – *EFSA Journal* 12(10):3845, 25 pp.
3. AGOSTONI et al. (2014): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for zinc. – *EFSA Journal* 12(10):3844, 76 pp.
4. AGUILAR et al. (2009): Assessment of the safety of cobalt(II) chloride hexahydrate added for nutritional purposes as a source of cobalt in food supplements and the bioavailability of cobalt from this source. – *EFSA Journal* 1066, p. 1-8.
5. ALEXANDER et al. (2009): Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. – *EFSA Journal* 980, p. 1-139.
6. ALEXANDER et al. (2010): Scientific Opinion on Lead in Food. – *EFSA Journal* 8(4):1570, 151 pp.
7. BELITZ, H.-D. – GROSCH, W. – SCHIEBERLE, P. (2009): *Food Chemistry*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1070 pp.
8. BRAGANÇA, V. – MELNIKOV, P. – ZANONI, L. (2012): Trace Elements in Fruit Juices. – *Biological Trace Element Research* 146: 256-261.
9. BRESOON et al. (2015): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. – *EFSA Journal* 13(10):4253, 51 pp.
10. CSAPÓ, J. – CSAPÓ, J. (2004): *Élelmiszerkémia*. Scientia Kiadó, Kolozsvár, 601 pp.
11. CSUTORÁS, CS. – KÁLLAY, M. – MURÁNYI, Z. (2012): *Élelmiszer- és borászati kémia*. Eszterházi Károly Főiskola Nyomda, Eger, 120 pp.
12. EFSA SCIENTIFIC PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, NUTRITION AND ALLERGIES (2006): Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. 482 pp.
13. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2017): Dietary reference values for nutrients: Summary report – EFSA supporting publication 2017:e15121, 92 pp.
14. FÜLEKY, GY. (1999): *Tápanyag-gazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 714 pp.

15. FÜLEKY, GY. (2007): Agrokémia Mezőgazdasági mérnök hallgatók részére. Gödöllő, 97 pp.
16. GUBICSKÓNÉ, K. – SZABÓ, Z. (2015): Élelmiszer-tudományi ismeretek. Medicina Könyvkiadó Zrt, Budapest, 347 pp.
17. HARGITAI, L. (1986): Alkalmazott talajtan és agrokémia. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest, 348 pp.
18. HARMANKAYA, M. – GEZGIN, S. – ÖZCAN, M. (2012): Comparative evaluation of some macro- and micro-element and heavy metal contents in commercial fruit juices. – Environ Monit Assess 184: 5414-5420.
19. KÁDÁR, I. (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, MTA TAKI, Budapest, 104 pp.
20. KÁDÁR, L. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest, 388 pp.
21. KÁTAI, J. (2011): Talajökológia. Debreceni Egyetem, Debrecen, 124 pp.
22. LOCH, J. – KISS, SZ. (2014): Agrokémia BSc hallgatók számára. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 202 pp.
23. LOCH, J. – NOSTICZIUS, Á. (2004): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 407 pp.
24. NAGY, B. – NAGY-LŐRINCZ, ZS. – BAKACS, M. – ILLÉS, E. – SARKADI NAGY, E. – ERDEI, G. – MARTOS, É. (2017): A magyar lakosság mikroelem-bevitele. – Orvosi Hetilap 158(21): 803-810.
25. NÉMETH, B. (2010): Környezet diagnosztika fizikai módszerei – 2. Atomspektroszkópia. Pécsi Tudományegyetem Fizikai Intézet, 32 p.
26. NÉMETH, B. (2010): Környezet diagnosztika fizikai módszerei – 2. Atomspektroszkópia. Pécsi Tudományegyetem Fizikai Intézet, 32 p.
27. PEREI, K. – PERNYESZI, T. – LAKATOS, GY. (2012): Bioremedáció. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 195 pp.
28. SIMON, L (2006): Toxikus elemek akkumulációja, fitoindikációja és fitoremedációja a talaj-növény rendszerben. Nyíregyházi Főiskola, Nyíregyháza, 205 pp.
29. SZABÓ, A. (2013): Mikroelemek esszencialitása és az élelmiszervizsgálat. – Élelmiszervizsgálati közlemények 59(3): 35-105.
30. SZABÓ, P.B. – ZAKUPSZKI, Z.B. (2019): Iparági szaktechnológiai gyakorlatok. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 36 pp.

31. TAKÁCS, S. (2018): Mikroelemek: Gyógyszerek vagy mérgek? – Egészségtudomány 62:1-2, p. 29-38.
32. TÓTH, E. – KALOCSAI, R. – DORKA-VONA, V. – GICZI, ZS. (2018): Az esszenciális mikroelemek szerepe a növények élettani folyamataiban. – Acta Agronomica Óváriensis 59(2): 126-150.
33. VELIMIROVIĆ, D. – MITIĆ, S. – TOŠIĆ, S. – KALIČANIN, B. – PAVLOVIĆ, A. – MITIĆ, M. (2013): Levels of Major and Minor Elements in Some Commercial Fruit Juices Available in Serbia. – Tropical Journal of Pharmaceutical Research 12(5): 805-811.
34. W. JURICS, É. – LINDNER, K. (1965): Élelmiszereink összetételének legújabb adatai XIX: Gyümölcsseink almasav, borkősav, citromsav tartalma félrett és érett állapotban. – Élelmiszervizsgáló közlemények 11:1-2, p. 40-49.
35. ГОРОДНИЙ, М. ЕТ АL. (2007): Агрохімічний аналіз: Підручник. 624 pp.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A mikroelemek növényi szárazanyagban található általános mennyisége.....	11
2. táblázat: A réz, cink, mangán és a vas napi megfelelő beviteli mennyisége	28
3. táblázat: A nehézfémek maximális beviteli mennyisége	28
4. táblázat: Ukrajnai határértékek a mikroelemek gyümölcslevekben található maximális mennyiségére vonatkozóan.....	28
5. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált réz mennyisége (2023).....	57
6. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált cink mennyisége (2023).....	58
7. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált mangán mennyisége (2023).....	58
8. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált vas mennyisége (2023)	58
9. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált kobalt mennyisége (2023).....	59
10. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált króm mennyisége (2023)	59
11. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált ólom mennyisége (2023)	59
12. táblázat: A gyümölcslevekben vizsgált kadmium mennyisége (2023).....	60
13. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált réz mennyisége (2024).....	60
14. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált cink mennyisége (2024).....	61
15. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált mangán mennyisége (2024).....	61
16. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált vas mennyisége (2024)	62
17. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált ólom mennyisége (2024)	62
18. táblázat: A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált kadmium mennyisége (2024).....	63

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Teflonedények	20
2. ábra: A Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsoló programja.....	21
3. ábra: A Berghof Speedwave Two mikrohullámú roncsoló	21
4. ábra: Atomabszorpciós spektrofotométer	22
5. ábra: Levekből készült szűrlet a C-vitamin tartalmának meghatározásához.....	25
6. ábra: A gyümölcslevek réztartalma (2023)	29
7. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek réztartalma (2024).....	30
8. ábra: A gyümölcslevek cinktartalma (2023)	32
9. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek cinktartalma (2024).....	33
10. ábra: A gyümölcslevek mangántartalma (2023).....	34
11. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek mangántartalma (2024).....	35
12. ábra: A gyümölcslevek vastartalma (2023)	36
13. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek vastartalma (2024)	37
14. ábra: A gyümölcslevek kobalttartalma (2023)	39
15. ábra: A gyümölcslevek krómtartalma (2023).....	40
16. ábra: A gyümölcslevek ólomtartalma (2023)	41
17. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek ólomtartalma (2024)	42
18. ábra: A gyümölcslevek kadmiumtartalma (2023)	44
19. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek kadmiumtartalma (2024)	45
20. ábra: A gyümölcs és zöldséglevek savtartalma (2024)	46
21. ábra: A gyümölcs- és zöldséglevek C-vitamin tartalma (2024)	47
22. ábra: Házi készítésű gyümölcslevek (2023)	57
23. ábra: A vizsgálathoz előkészített, roncsolt minták	57

MELLÉKLETEK



22. ábra
Házi készítésű gyümölcslevek (2023)
Saját forrás



23. ábra
A vizsgálathoz előkészített,
roncsolt minták
Saját forrás

5. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált réz mennyisége (2023)
Saját forrás

Cu - Réz		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0,35	0,035
Almalé (1)	0,13	0,02
Almalé (2)		0
Pasztőrözött almalé	0,8	
Héj nélkül préselt almalé	0,15	
Baracklé	0,26	0,01
Szilvalé	1,24	
Narancslé	0,36	0,25
Cseresznyelé		0
Nektarin-narancslé		0,09

6. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált cink mennyisége (2023)
Saját forrás

Zn - Cink		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0,43	0,035
Almalé (1)	0,16	0,08
Almalé (2)		0,12
Pasztörözött almalé	1,13	
Héj nélkül préselt almalé	0,25	
Baracklé	0,84	0,08
Szilvalé	1,21	
Narancslé	0,27	0,27
Cseresznyelé		0,09
Nektarin-narancslé		0,09

7. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált mangán mennyisége (2023)
Saját forrás

Mn - Mangán		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0,5	0,265
Almalé (1)	0,09	0,36
Almalé (2)		0,44
Pasztörözött almalé	0,28	
Héj nélkül préselt almalé	0,09	
Baracklé	0,44	0,195
Szilvalé	0,35	
Narancslé	0,31	0,52
Cseresznyelé		0,44
Nektarin-narancslé		0,39

8. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált vas mennyisége (2023)
Saját forrás

Fe - Vas		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0,62	0,415
Almalé (1)	0,55	0
Almalé (2)		0
Pasztörözött almalé	0,785	
Héj nélkül préselt almalé	0,715	
Baracklé	1,41	0,255
Szilvalé	3,12	
Narancslé	0,2	0,3
Cseresznyelé		0
Nektarin-narancslé		0

9. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált kobalt mennyisége (2023)
Saját forrás

Co - Kobalt		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0,16	0,035
Almalé (1)	0,12	0,15
Almalé (2)		0
Pasztörözött almalé	0,265	
Héj nélkül préselt almalé	0,075	
Baracklé	0,25	0,035
Szilvalé	0,99	
Narancslé	0,12	0,15
Cseresznyelé		0
Nektarin-narancslé		0,13

10. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált króm mennyisége (2023)
Saját forrás

Cr -Króm		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0	0,095
Almalé (1)	0,04	0,29
Almalé (2)		0,39
Pasztörözött almalé	0	
Héj nélkül préselt almalé	0	
Baracklé	0,07	0,265
Szilvalé	0	
Narancslé	0	0,39
Cseresznyelé		0,41
Nektarin-narancslé		0,45

11. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált ólom mennyisége (2023)
Saját forrás

Pb - Ólom		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0	0,1
Almalé (1)	0,1	0,5
Almalé (2)		0,8
Pasztörözött almalé	0	
Héj nélkül préselt almalé	0	
Baracklé	0	0,35
Szilvalé	0	
Narancslé	0	0,6
Cseresznyelé		0,6
Nektarin-narancslé		0,8

12. táblázat
A gyümölcslevekben vizsgált kadmium mennyisége (2023)
Saját forrás

Cd - Kadmium		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcslevek (mg/L)	Árusított gyümölcslevek (mg/L)
Szőlőlé	0	0,015
Almalé (1)	0	0,04
Almalé (2)		0,03
Pasztőrözött almalé	0	
Héj nélkül préselt almalé	0,005	
Baracklé	0,05	0,015
Szilvalé	0	
Narancslé	0	0,07
Cseresznyelé		0,05
Nektarin-narancslé		0,05

13. táblázat
A gyümölcs- és zöldséglevekben vizsgált réz mennyisége (2024)
Saját forrás

Cu - Réz		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldséglevek (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldséglevek (mg/L)
Almalé (1)	0,41	
Almalé (2)	0,11	
Paradicsomlé (1)	0,59	0,48
Paradicsomlé (2)	0,64	
Grépfrútlé	0,27	
Gránátalmalé	0,42	0,03
Narancslé	0,47	0,14
Alma-szőlőlé		0,04
Alma-répalé		0,15
Őszibaracklé		0,07
Ananászlé		0,26
Meggylé		0,01

14. táblázat
A gyümölcs- és zöldségvekben vizsgált cink mennyisége (2024)
Saját forrás

Zn - Cink		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldségvek (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldségvek (mg/L)
Almalé (1)	0,42	
Almalé (2)	0,26	
Paradicsomlé (1)	1,06	0,78
Paradicsomlé (2)	1,21	
Grépfrútlé	0,39	
Gránátalmalé	1,09	0,13
Narancslé	0,52	0,19
Alma-szőlőlé		0,08
Alma-répalé		0,28
Őszibaracklé		0,11
Ananászlé		0,56
Meggylé		0,06

15. táblázat
A gyümölcs- és zöldségvekben vizsgált mangán mennyisége (2024)
Saját forrás

Mn - Mangán		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldségvek (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldségvek (mg/L)
Almalé (1)	0,20	
Almalé (2)	0,46	
Paradicsomlé (1)	0,68	0,66
Paradicsomlé (2)	0,45	
Grépfrútlé	0,09	
Gránátalmalé	0,20	0,30
Narancslé	0,22	0,23
Alma-szőlőlé		0,08
Alma-répalé		0,34
Őszibaracklé		0,22
Ananászlé		16,67
Meggylé		0,19

16. táblázat
A gyümölcs- és zöldséglevékben vizsgált vas tartalma (2024)
Saját forrás

Fe - Vas		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldséglevék (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldséglevék (mg/L)
Almalé (1)		
Almalé (2)		
Paradicsomlé (1)		
Paradicsomlé (2)		
Grépfrútlé		
Gránátalmalé		
Narancslé		
Alma-szőlőlé		
Alma-répalé		
Őszibaracklé		
Ananászlé		
Meggylé		

17. táblázat
A gyümölcs-és zöldséglevékben vizsgált ólom tartalma (2024)
Saját forrás

Pb - Ólom		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldséglevék (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldséglevék (mg/L)
Almalé (1)	0,10	
Almalé (2)	0	
Paradicsomlé (1)	0,15	0,25
Paradicsomlé (2)	0,05	
Grépfrútlé	0,10	
Gránátalmalé	0,20	0,20
Narancslé	0	0,20
Alma-szőlőlé		0,20
Alma-répalé		0,30
Őszibaracklé		0,10
Ananászlé		0,30
Meggylé		0,20

18. táblázat
A gyümölcs- és zöldségvekben vizsgált kadmium tartalma (2024)
Saját forrás

Cd - Kadmium		
A minta megnevezése	Házi készítésű gyümölcs/zöldségvek (mg/L)	Árusított gyümölcs/zöldségvek (mg/L)
Almalé (1)	nem kimutatható	
Almalé (2)	nem kimutatható	
Paradicsomlé (1)	0,16	0,07
Paradicsomlé (2)	0,08	
Grépfrütlé	0	
Gránátalmalé	0,01	nem kimutatható
Narancslé	0,02	nem kimutatható
Alma-szőlőlé		nem kimutatható
Alma-répalé		0
Őszibaracklé		nem kimutatható
Ananászlé		0
Meggylé		0

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni hálámat és köszönetemet témavezetőmnek, Dr. Csoma Zoltánnak, aki nélkül ez a szakdolgozat nem jöhetett volna létre.

Kivételes szakértelme, türelme és folyamatos támogatása nélkül nem tudtam volna ilyen színvonalú munkát végezni. Hálás vagyok, hogy segített a szakirodalom összegyűjtésében, a minták vizsgálatában és az eredmények kielemezésében. Köszönöm, hogy odafigyeléssel kísérte munkámat. Mindig számíthattam értékes tanácsaira, iránymutatásaira és bátorítására, amelyek nélkülözhetetlenek voltak a dolgozatom elkészítése során.

Звіт про перевірку схожості тексту OxSico

Назва документа:

Simon_Klaudia_szakdolgozat_2024.pdf

Ким подано:

Шірокаї-Кудрон Ласло Габорович

Дата перевірки:

2024-06-07 09:53:45

Дата звіту:

2024-06-07 10:55:57

Ким перевірено:

I + U + DB + P + DOI

Кількість сторінок:

64

Кількість слів:

12842

Схожість 4%	Збіг: 45 джерела	Вилучено: 11 джерела
Інтернет: 12 джерела	DOI: 0 джерела	База даних: 0 джерела
Перефразовування 1%	Кількість: 30 джерела	Перефразовано: 284 слова
Цитування 27%	Цитування: 292	Всього використано слів: 12073
Включення 1%	Кількість: 7 включення	Всього використано слів: 107
Питання 0%	Замінені символи: 0	Інший сценарій: 7 слова