



DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-,
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR

CSAJBÓK JÓZSEF

**A FENNTARTHATÓ
NÖVÉNYTERMESZTÉS
A KLÍMAVÁLTOZÁS
TÜKRÉBEN**

PROF. DR. SÁRVÁRI MIHÁLY 80 ÉVES



DEBRECEN
2024



DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-,
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR

A FENNTARTHATÓ NÖVÉNYTERMESZTÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN



Debrecen
2024. október 29.

Szerkesztő:

Dr. Csajbók József, egyetemi tanár
Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar

Lektor:

Dr. Pepó Péter, egyetemi tanár, MTA doktora
Dr. Kutasy Erika, egyetemi docens

Felelős kiadó:

Dr. Stündl László, egyetemi tanár, dékán

Nyomdai munkálatok:
Litográfia Nyomda

ISBN 978-963-490-654-4



Prof. Dr. Sárvári Mihály
80. születésnapja tiszteletére

TARTALOMJEGYZÉK

<i>CSAJBÓK József</i> Bevezető	9
<i>SÁRVÁRI Mihály</i> Termesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésbiztonságára	11
<i>ÁBRAHÁM Éva Babett</i> Termésbiztonság növelésének lehetősége a szójatermesztésben lombkezeléssel	22
<i>ÁRENDÁS Tamás – BÓNIS Péter – SUGÁR Eszter – HOLLÓS Roland – MARTON L. Csaba – SPITKÓ Tamás – FODOR Nándor</i> Kukoricahibridek N-reakciója trágyázási tartamkísérletben	29
<i>BERZSENYI Zoltán</i> A klímaváltozás hatása és ökológiai intenzifikáció a fenntartható növénytermesztésben	35
<i>BOTKÓ Zsombor – KINCSES Sándorné – SZILÁGYI Anett – KOVÁCS Béla</i> Hegyaljai borok toxikus- és potenciálisan toxikus elemtartalmának vizsgálata	42
<i>BOZÓKI Boglárka – KOVÁCS Gergő Péter – GYURICZA Csaba</i> Hagyományos és talajkímélő alapművelési eljárások értékelése eltérő évjáratokban	48
<i>CSAJBÓK József – VIRÁG István Csaba – KUTASY Erika</i> Kukorica genotípusok tesztelési eredményei a Hajdúsági löszháton	55
<i>DÓKA Lajos Fülöp – SZABÓ Éva – VAD Attila – SZABÓ András</i> Az öntözés, tápanyagellátás és a vetésváltás kukoricatermés beltartalmára gyakorolt hatásának vizsgálata	63
<i>EL HALLOF Nóra</i> Az NPK műtrágyázás és a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésmennyisége közötti összefüggés vizsgálata	69
<i>FUTÓ Zoltán</i> Különböző kukoricahibridek szárazság- és sótűrése a klímaváltozás tükrében	75
<i>HOFFMANN Sándor – LEPOSSA Anita</i> A termés és a talaj szerves anyag tartalmának összefüggései különböző trágyázási stratégiák függvényében	83
<i>JAKAB Péter – VARGA Péter – TAR Melinda</i> Kukorica hibridek töszámreakciójának vizsgálata 2022 évben	89

<i>JOLÁNKAI Márton – KASSAI M. Katalin</i>	
A klímaváltozás kihívásai a szántóföldi növénytermesztésben	94
<i>KÁTAI János – ZSUPOSNÉ OLÁH Ágnes – BALLÁNÉ KOVÁCS Andrea – TÁLLAI Magdolna</i>	
A C és N körforgalom néhány talajparaméterének változása a görbeházi műtrágyázási tartamkísérletben	100
<i>KISS Erzsébet</i>	
Kukoricahibridek teljesítménye a tenyésztők és az évjáratok tükrében	107
<i>KÖNCZÖL Péter</i>	
Az állománysűrűség hatása a kukoricahibridek terméseredményeire, illetve a termést kialakító komponensekre	120
<i>KUTASY Erika Tünde – CSAJBÓK József – VIRÁG István Csaba</i>	
Vízellátás és állománysűrűség hatása a FAO 300-as kukorica hibridek minőségére és produktivitására eltérő évjáratokban	126
<i>MARTON L. Csaba – PINTÉR János – SPITKÓ Tamás – SZŐKE Csaba – BERZY Tamás – CSEPREGI HEILMANN Eszter – PÓK István – ÁLDOTT SIPOS Ágnes</i>	
Kukorica beltenyésztett törzsek termése és morfológiai tulajdonságai ökológiai termesztésben	139
<i>NAGY János</i>	
Magyarország földhasználatának 80 éve (1944–2024)	145
<i>PEPÓ Pál</i>	
Korszerű genetikájú kukorica hibridek a fenntarthatónövénytermesztés szolgálatában	150
<i>PEPÓ Péter</i>	
A tartamkísérletek új eredményei kukoricánál	155
<i>SERES Emese – ZSOMBIK László</i>	
A köles termesztéstechnológiájának fejlesztése homok talajon	161
<i>SOJNÓCZKI István – HONTI László</i>	
A kukorica kelési dinamikájának a termésre gyakorolt hatása	178
<i>SZABÓ András – RAGÁNNÉ SZABÓ Éva – DÓKA Lajos Fülöp</i>	
A napraforgó agrotechnikai tényezőinek vizsgálata eltérő évjáratokban	184
<i>SZABÓ Éva – SZABÓ András – DÓKA Lajos</i>	
Az évjárat, a tápanyagellátás és a termés kapcsolata eltérő őszi búza genotípusok esetében	191

VÁGVÖLGYI Sándor

A növénytermesztés biológiai alapjaiban rejlő lehetőségek, tekintettel a
klimaváltozás hazai kihívásaira 197

KÖSZÖNTÉSEK 203

BIRKÁS Márta

Sárvári Mihály 80..... 204

CSÉP Miklós János

Sárvári professzor úr 80 éves évfordulójára 205

FUTÓ Zoltán

Dr. Sárvári Mihály, a hazai kukorica kutatások atyja 208

IZSÁKI Zoltán

Fél évszázad az agrárfelsőoktatás szolgálatában..... 211

KOVÁCS Péter

Tisztelt Tanár Úr 213

MOLNÁR Zsuzsa

Köszöntő..... 214

SZABÓ Péter

„A Tanár Úr” 215

VAD Attila

Tisztelt Professzor Úr..... 216

ZSOMBIK László

Tisztelt Professzor Úr..... 217

FÉNYKÉPEK, EMLÉKEK, DÍJAK 219

HEGYALJAI BOROK TOXIKUS- ÉS POTENCIÁLISAN TOXIKUS ELEMTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

BOTKÓ Zsombor¹ – KINCSES Sándorné² – SZILÁGYI Anett³ – KOVÁCS Béla⁴

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet, 4032 Debrecen Böszörményi út 138., email: botkowsombor00@gmail.com

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet, 4032 Debrecen Böszörményi út 138., email: kincsesi@agr.unideb.hu

³Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet, 4032 Debrecen Böszörményi út 138., email: szilagyi.anett@agr.unideb.hu

⁴Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet, 4032 Debrecen Böszörményi út 138., email: kovacs@agr.unideb.hu

Bevezetés

Az élelmiszerekben előforduló veszélyek között egyre növekvő tudományos érdeklődés övezi a toxikus és potenciálisan toxikus elemek vizsgálatát. Míg a potenciálisan toxikus elemek bizonyos mértékig szükségesek a szervezet megfelelő működéséhez, mint ahogyan például a cink esetében ismert, enzimek kofaktorai, addig a toxikus elemek bevitelét minden formában kerülni kell, hiszen semmilyen nutritív funkcióval nem rendelkeznek, ugyanakkor számos közülük súlyos egészségkárosító hatással bírhat, mint a kadmium vagy az ólom. Bár az említett elemcsoportok magasabb koncentrációja a hazai borokban is valós és ismert veszélyforrás, ennek ellenére mérésük nem számít általános gyakorlatnak. Magyarország a nemzetközi borpiac prominens szereplője, ennek fenntartása érdekében pedig naprakész ismeretekkel kell rendelkezünk a borainkban esetlegesen előforduló kémiai veszélyekről.

Irodalmi áttekintés

A toxikus- és potenciálisan toxikus elemek mind a szőlőtermesztés, mind pedig a borkészítés folyamataiban jelen vannak. A szőlőben az elemek mennyisége több tényezőtől függ. A helytelen növényvédelmi gyakorlat nyomán jelenhetnek meg egyes fémek magasabb koncentrációkban a szőlőben és kerülhetnek át a borbá. Jó példát jelentenek erre a szőlőtermesztésben igencsak gyakran használt réz-tartalmú gombaölőszerek, mint például a bordóilé, melyek alkalmazása nyomán nemcsak a szőlőbogyók, de egyben a talaj is szennyeződhet (Alloway, 2013). Szintén forrásként említhetők a termőhelyek közelében a jelentős fémszennyezést kibocsátó objektumok. Ilyenek például a különböző ipari létesítmények, de az országutak is. Eltérő termőterületről származó borminták esetében, azoknál az italoknál, melyek szőlőtermőhelyei közelében ilyen objektumok voltak, magasabb ólom és cink tartalmat rögzítettek, amit az ezekből származó légköri szennyezésnek tudtak be (Onache et al., 2022).

A technológiában főleg a borászati kezelőanyagok közül leginkább a bányászati termékek, kiváltképpen a bentonit okozhatják a borok elemekkel való szennyeződését, hiszen alkalmazása növelheti például akár az arzén, a kadmium és az ólom mennyiségét is, de szintén jelentős mennyiségű alumínium kioldódását több irodalmi adat említi (Rakonczás et al., 2023). A króm és a nikkel esetében több esetben felmerül lehetséges forrásként a borászatban nagy mennyiségben alkalmazott saválló acéltartályok anyaga is,

hiszen e két fém azok anyagában, mint ötvöző jelenik meg. Ennek jelentőségéről megoszlanak a vélemények, mivel ellentmondásos eredmények vannak az ilyen tartályokból történő kioldódások realitását és hatását illetően (Tariba, 2011).

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz száraz Furmint borokat használtunk, mivel (a pincészetekkel folytatott egyeztetés nyomán) ez kerül legnagyobb mennyiségben fogyasztásra, továbbá egy klasszikusan tokaji fajta. A vizsgált települések Abaújszántó, Tarcal, Szegi és Hercegkút voltak. Ezek mindegyike borászati szempontból jelentősnek mondható, továbbá így közelítőleg a teljes régió lefedésre került. A vizsgálatokhoz 25 tétel került kiválasztásra, a 2020-as évjáratból.

A mintaelőkészítés során Kovács et al. (1996) módszerét használtuk. Ennek során elemanalitikai tisztaságú salétomsavat és hidrogén-peroxidot (Fluka, Buchs, Svájc), valamint atmoszférikus elektromos blokkreszotát alkalmaztunk. A méréseket induktív csatolású plazma tömegspektrometria segítségével végeztük Thermo Scientific Elemental XSeries II (Bréma, Németország) típusú analitikai berendezéssel. Ennek során a ^{27}Al , ^{52}Cr , ^{55}Mn , ^{57}Fe , ^{60}Ni , ^{63}Cu , ^{66}Zn , ^{75}As , ^{114}Cd és ^{208}Pb izotópok alkalmazásával történt az elemtartalmak meghatározása. Az eredmények három párhuzamos mérés átlagaként kerültek megadásra.

A kockázateértékeléshez az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatalának (USEPA) módszerét alkalmaztuk a „target hazard quotient” (THQ), valamint a „hazard-index” (HI) érték megállapítására. A napi bevétel megállapításánál 60 kg-os embert és napi 100 cm³ bor fogyasztását feltételeztük. Amennyiben ezek az értékek 1 alattiak voltak, úgy a THQ esetében az adott elem, míg a HI esetében valamennyi vizsgált elem koncentrációja nem jelentett kockázatot a fogyasztókra nézve. Az ehhez szükséges referencia dózisokat a Risk Assessment Information System (RAIS) adatbázisából nyertük ki (RAIS, 2023).

A települések közötti eltérések azonosítása Kruskal-Wallis teszt segítségével történt, Bonferroni-korrekcióval. Más kutatások átlagával való összehasonlításhoz egymintás T-próbát használtunk. Az adatok közötti kapcsolat megállapítása a Pearson-féle korrelációs együttható alapján történt. Az alap szignifikancia szint valamennyi vizsgálat esetében 0,05-ban került megállapításra. Az említett vizsgálatok, valamint az általános leíró statisztikák mindegyikéhez SPSS 27.0.1 szoftvert (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) használtunk, míg főkomponens-elemzéshez (PCA) a Vektor Direktor 2.0 (KAX Group, Sydney, Ausztrália) programot. A modell validálása Leave-One-Out keresztvalidációval történt.

Eredmények és értékelésük

Az elvégzett vizsgálatok leíróstatisztikáját az 1. táblázat tartalmazza. Különösen pozitív, hogy a legtoxikusabbnak számító As, Cd és Pb esetében valamennyi elem mennyisége kimutatási határ alatt volt, az összes vizsgált tételben. Korábbi cikkeinkben hegyaljai viszonylatban a legtöbb tétel határérték feletti kadmium-tartalommal rendelkezett. Fontos azonban megemlíteni, hogy az abban a munkában készült tételek közel 25 évvel ezelőtti környezeti állapotokat és borászati gyakorlatot tükröztek. Azóta egyrészt a nehézfémek kibocsátása is csökkent, ezen felül pedig átalakult a borászati gyakorlat. Jobb minőségűek például az élelmiszeripari felhasználásra szánt edények, illetve derítés során már nem jellemző a tétel hosszú kontakt ideje a bentonittal, ami a toxikus elemek egyik

gyakori forrásának tekinthető a borászatban, továbbá a kezelőanyaggyártók is nagyobb gondot fordítanak a migrációs vizsgálatokra. Az említett három elemen kívül az OIV (International Organisation of Vine and Wine) a réznél és a cinknél állapít meg határértéket, előbbi esetében 1, utóbbinál 5 mg/dm³-ben (Tariba, 2011). Az 1. táblázatból azonban az látható, hogy ezeket a határértékeket még a maximum értékek sem érik el egyik tétel esetében sem. Így összességében megállapítható, hogy valamennyi minta megfelel a borokra vonatkozó nemzetközileg elismert előírásoknak.

1. táblázat: A vizsgált tételek elemtartalmának leíró statisztikája (µg/dm³)

	Al	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Átlag (1)	1530	20,5	1100	2720	49,1	197	1430	<2	<0,4	<0,8
Szórás (2)	726	5,93	389	1100	14,6	53,5	520	-	-	-
Medián (3)	1290	18,9	1010	2370	49,8	198	1360	-	-	-
Minimum (4)	602	14,3	735	1310	24,9	118	664	-	-	-
Maximum (5)	3080	34,1	2310	5460	83,1	325	2900	-	-	-

Table 1. Descriptive statistics of the elemental content of the samples examined

(1) Mean, (2) Error, (3) Median, (4) Minimum, (5) Maximum

Más kutatásokkal történő összevetés során elsősorban fehérboros tanulmányokat használtunk, mivel a vörös- és fehérborok között a héjon áztatás jelentős eltérések forrása lehet. Az összehasonlítás alapján számos esetben találtunk szignifikáns eltéréseket, amelyek elsősorban a vizsgált területek eltérő geokémiájával, illetve az éghajlattal magyarázhatók. Az összevetés szerint a vizsgált tételek Al-, Cr-, Mn-, Fe- és Ni-, valamint Cu- és Zn-tartalma relatívan magasnak tekinthetők. A Cu és a Zn kivételével ezek elsősorban a talajból felvett, litogén eredetű elemek, amelyek magasabb mennyisége gyakori olyan vulkanikus területeken, mint a Hegyalja. Érdekes, hogy Torović et al. (2023) eredményeinél az Al-, Mn- és Fe- mennyiségek nem mutattak szignifikáns eltérést. Mivel az a kutatás a szintén hasonló tufás kőzetekből felépülő szerbiai Tarcalahegység területére korlátozódott, így előfordulhat, hogy valóban a terroir hatását látjuk, azonban ennek igazolására pontos talajtani vizsgálatokra van szükség. A Cu és a Zn viszonylag magas mennyisége szintén származhat a talajból, ugyanakkor tekintve, hogy a tokaji területeken régóta zajlik szőlőművelés, előfordulhat, hogy a korábbi növényvédőszeres használatának nyomait látjuk, ahogyan azt más kutatások is leírják. Fontos azonban megjegyezni, hogy az értékek így is elmaradnak egy szennyezett területhez képest. Bora et al. (2020) kutatásukban egy metallurgias tevékenység miatt kontaminálódott terület borait vizsgálták Romániában. Ennek nyomán látható, hogy Hegyalja esetében jó eséllyel nem áll fenn jelentős szennyezés. Az ebben a kutatásban rögzített átlagértékek például Cr-nál 22-szer, Cu-nél 6-szor, Zn esetében pedig több mint 3-szor magasabbak voltak, mint az általunk vizsgált borok fém tartalmai. Ez nem meglepő, hiszen jelentős szennyezéssel járó tevékenység nem zajlott a Tokaji-borvidéken.

Az elvégzett kockázatértékelés nyomán a borok elemtartalmuk alapján nem jelentenek napi 100 cm³, de még napi 1 dm³ fogyasztása esetén sem pusztán az elemtartalmukból fakadó jelentős nem-karcinogén kockázatot THQ értékük alapján. Ez a megállapítás az elemek együttes hatását vizsgáló HI-index esetében is igaz. Fontos azonban megemlíteni,

hogy ezek nem számolnak a toxicitást befolyásoló egyéb tényezőkkel, mint például az egyéni fogékonyság, vagy az elemek potenciáló hatásával, nem beszélve a mértéktelen alkoholfogyasztás káros következményeiről.

Az elemek mennyisége az átlagértékek alapján a következő sorrendet követte: $Fe > Al > Zn > Mn > Cu > Ni > Cr$. Ezt azonban a Cu, Ni és Cr kivételével minden településhez hozzárendelni. A statisztikai próba csak a Mn-koncentrációkban talált jelentős eltérést a Tarcal-Hercegkút ($p=0.009$), valamint a Tarcal-Tállya ($p=0.046$) viszonylatában, míg az Al-koncentrációkra ez csak a Tarcal-Hercegkút ($p=0.009$) esetében volt igaz. Az ezek közötti különbségek jó eséllyel a termőhelyi adottságokból fakadhatnak. Az, hogy a régió belül kevés eltérés adódott, várható tény volt, hiszen egyik település esetében sem beszélhetünk az elemtartalmat nagy-mértékben befolyásoló egyedi tényezőkről. Ezen felül pontosan a régiókon belül jellemző elemösszetétel az alapja a borok multielemes azonosításának az eredetvédelemben.

A Pearson-féle korrelációs együtthatók meghatározása nyomán a legerősebb kapcsolatok az Al - Mn ($r=0.588$) és a Fe - Ni ($r=0.543$) között álltak fent, amik közepesen erősnek tekinthetők. Bár ilyenkor felmerül a közös forrás is, azonban itt jó eséllyel csupán az adatok hasonló alakulásáról lehet szó. Azonos eredetű ezek esetében a talaj vagy a kezelőanyagok jelenthetnek, azonban ennek lehatárolására további vizsgálatokra van szükség. Noha az említett elempárok ötvözőanyagként is használatosak, ilyen formában azonban valószínűtlen, hogy az edényzet alkotó elemeinek a hatását látnánk. Valódi összefüggés esetén vagy a bentonit használata, vagy a talajtani adottságok következtében kialakuló hasonló mobilizálási képesség, vagy a porszennyezés miatt állhatnak fenn a fenti kapcsolatok.

A PCA alapján az adatok a validálás után még 5 főkomponenssel is csak a teljes variancia csekély része, 25,4%-a magyarázható, ami véleményünk szerint az alacsony mintaszámra és az azonos településeken belül is előforduló magas szórásra vezethető vissza. Így nem volt meglepő, hogy a score-ok ábrázolása során a termőhelyek pontjai átfedtek egymás között, ugyanakkor egy-két mintacsoport így is részben különválasztható. A PC1 mentén ilyen csoportot alkotnak a Fe-, Ni- és Al-tartalmuk alapján a hercegkúti és a tarcali tételek, igaz részben ezek is átfednek másokkal. A PC2 esetében a hercegkúti mintákon kívül a szegi minták is közösen elválnak a többi településtől. Ez a főkomponens leginkább a Cr, Mn és Cu mennyiségével korrelált. Ugyanakkor az említett két csoport egymástól nem válik el. A PC3 esetében gyakorlatilag egy ilyen csoport sem fordul elő. Ez a főkomponens leginkább a Zn mennyiségével mutatott összefüggést, illetve egymáshoz képest közel azonos mértékben a Mn- és a Cu-tartalommal. Így összességében megállapítható, hogy a vizsgált elemek alapján nincsenek a településeknek megfelelő, jól elkülönülő pontcsoportok.

Következtetések

Összességében a vizsgált tételekkel kapcsolatban megnyugtató eredmények születtek, hiszen egyik borminta elemtartalma sem haladta meg a vonatkozó határértékeket, a kockázatértékelési számítások alapján pedig azok még hosszú ideig tartó fogyasztásuk esetén sem jelentenek kockázatot a fogyasztókra nézve. A jelenlegi adatok alapján jól tetten érhető a borászati technológia hazai fejlődése, hiszen a korábbi magas eredményeket elsősorban kezelőanyagokhoz és berendezésekhez, edényzetekhez társították, bár a környezetszennyezés sem elhanyagolható tényező. Ugyanakkor a

későbbiekben is indokoltnak tarjuk a mostani munka folytatását, hiszen a megfelelőség folyamatos garantálása, csak egy jól kiépített monitoring rendszeren keresztül valósulhat meg. Ez jelenleg sem jogszabályi, sem borászati szolgáltatói laboratóriumi oldalról nem áll még rendelkezésre, mindazonáltal alapvető fontosságúnak érezzük a magyar borok jó hírének megtartása érdekében.

Bár a PCA eredménye alapján a vizsgált borok nem voltak jól elkülöníthetők egymástól elemtartalmuk alapján, viszont ilyen irányban is érdemes lehet folytatni a kutatást. Ennek során elsősorban a mintaszám növelésére, illetve a mérések több évjáratra való kiterjesztésére lenne szükség, továbbá egy megfelelően összeállított és fenntartott referencia adatbázis kiépítésére, akár a korábban említett monitoring rendszerrel összehangoltan. Egy ilyen rendszernek az élelmiszerbiztonsági és -minőségi szempontokon túl valós eredetvédelmi funkciója is lehet.

Összefoglalás

Az élelmiszerekben előforduló toxikus és potenciálisan toxikus elemek napjainkra egyre nagyobb figyelmet kapnak az élelmiszertudományban. Munkánkban a tokaji borvidék néhány jelentősebb településéről származó száraz Furmint tételben vizsgáltuk az Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, As, Cd és Pb mennyiségét ICP-MS technika segítségével. Az eredmények értékelése a nemzetközi irodalmi adatokkal és az OIV által megállapított határértékekkel történő összevetésen túl az említett elemek által okozott kockázat értékelésére is kiterjedt a THQ és HI értékek meghatározásával. Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy valamennyi tétel megfelel a vonatkozó határértékeknek, illetve azok élethosszig tartó expozíció esetén sem jelentenek kockázatot a fogyasztókra elemtartalmuk alapján. Igaz az összehasonlítás alapján az elemtartalmak relatíve magasnak mondhatók, ugyanakkor nem vonható le olyan következtetés, hogy a tételek szennyezettek lennének. A települések borai között csak néhány esetben fordultak elő szignifikáns eltérések, ami nem volt meglepő, hiszen egy szűk, geokémiai szempontból relatíve egységes területet vizsgáltunk. Az adatok kemometriai elemzése is megtörtént főkomponens-elemzés (PCA) segítségével. Az elemtartalom ismeretének bár lehet eredetvédelmi jelentősége, azonban a vizsgált tételek adatai nem tették lehetővé azok település szerinti elhatárolását.

Kulcsszavak: elemtartalom, borok, ICP-MS, kockázatértékelés, toxikus elemek, borászat, Tokaj, Hegyalja

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Sárvári Mihály professzor úrnak, hogy lehetőségünk volt a fenti cikk megjelentetéséhez, egyben a fenti borokkal való koccintással sok erőt, egészséget kívánunk a professzor úrnak mind a magán, mind a tudományos életben.

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-2-I. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom

- Alloway, B. J.: 2013. Sources of Heavy Metals and Metalloids in Soils. 11–50. In: *Heavy Metals in Soils. Environmental Pollution* (szerk.: Alloway, B.), Springer, Dordrecht. 614 p. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7_2
- Bora, F. D.; Bunea, C. I.; Chira, R.; Bunea, A.: 2020. Assessment of the Quality of Polluted Areas in Northwest Romania Based on the Content of Elements in Different Organs of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Molecules*. 25. 3. 750. <https://doi.org/10.3390/molecules25030750>
- Kovács, B.; Györi, Z.; Csapó, J.; Loch, J.; Dániel, P.: 1996. A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 27: 1177–1198. p. <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>
- Onache, P. A.; Ionete, R. E.; Iordache, A. M.; Florea, A.; Sumedrea, D. I.; Iliescu, M.; Tanase, A.: 2022. Monitoring the Content of Heavy Metals in The Soil and Wines from Different Wine-Growing Areas of Romania. *Int. Multidiscip. Res. Anal.* 5. 343–354. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v5-i2-16>
- RAIS: 2024. RAIS Toxicity Values and Physical Parameters Search. https://rais.ornl.gov/cgi-bin/tools/TOX_search?select=chemtox Letöltve: 2024.01.24.
- Rakonczás, N.; Kállai, Z.; Kovács, B.; Antal, G.; Szabó, S.; Holb, I. J.: 2023. Comparison and Intercorrelation of Various Bentonite Products for Oenological Properties, Elemental Compositions, *Volatile Compounds and Organoleptic Attributes of White Wine*. *Foods*. 12. 2. 355. <https://doi.org/10.3390/foods12020355>
- Torović, L.; Lukić, D.; Majkić, T.; Beara, I.: 2023. Elemental Profile and Health Risk of Fruška Gora Wines. *Foods*. 12. 15. 2848. <https://doi.org/10.3390/foods12152848>
- Tariba, B.: 2011. Metals in wine—impact on wine quality and health outcomes. *Biological Trace Element Research*. 144. 143–156. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9052-7>

Investigation of toxic- and potentially toxic element content of wines from Hegyalja

Abstract

We have investigated the content of toxic and potentially toxic elements in dry Furmint wines from Tokaj-Hegyalja. Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Ni, As, Cd and Pb concentrations were determined using ICP-MS technique after atmospheric digestion. Results were then compared with the permissible limits of elements established by the International Organisation of Vine and Wine (OIV). Risk assessment was performed using the method proposed by the United States Environmental Protection Agency (USEPA), target hazard quotient (THQ) and hazard-index (HI) values were calculated to evaluate the non-carcinogenic risks associated with the elemental content of the wines. According to the results, all analyzed wine complied with the current regulations. None of them can pose any significant risk to the consumers when 100 cm³ consumed daily over a lifetime. Comparison of the samples with other studies suggests that the content of some metals like Al, Mn, Fe, Zn and Cu can be considered relatively high, however, concentrations of these elements haven't suggested contamination of the area. Higher content of these elements is most likely to be attributed to the volcanic origin of the soil in the vine growing areas. Smaller differences between the examined growing areas were present, but only in few cases can be considered statistically significant. The use of principal component analysis (PCA) revealed that the analyzed elements are not applicable to distinguish the samples from each other according to their origin.

Keywords: elemental content, ICP-MS, risk assessment, toxic, wine, Tokaj, Hegyalja