

Az ásványianyag-tartalom alakulása hazai viszonyok között termesztett homoktövisfajták bogyóiban

FICZEK GITTA¹, GRANIT SELIMAJ^{1,2}, SZALÓKI-DORKÓ LILLA²,
SIMON GERGELY¹, MÁTÉ MÓNIKA²

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet,
Gyümölcsstermesztési Tanszék, Budapest
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,
Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, Budapest

E-mail: ficzek.gitta@uni-mate.hu

Összefoglalás

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) termesztése, fogyasztása az egészségtudatos táplálkozás egyre nagyobb mértékű térhódításával egyre növekszik. Ezzel összefüggésben a beltartalmi összetevőinek feltárása és az egyes fajták közötti különbségek kutatása különösen aktuális feladat. Ismert, hogy az emberi szervezetnek a normális működéséhez számos tápanyagra, vitaminra, ásványi anyagra és egyéb biológiailag értékes anyagra van szüksége, melyek nagy részét élelmiszereink elfogyasztásával fedezünk. Az ásványi anyagok közül számos makro- és mikroelem van, melyek funkciójuk révén nélkülözhetetlenek a szervezet számára. Jelen kutatásban öt hazai termesztésű homoktövisfajta (az 'Askola', a 'Clara', a 'Habego', a 'Leikora' és a 'Mara') bogyójának makro- (K, Na, Mg, P, Ca) és mikroelem (Fe, Zn, Cr, Co, Mn, Mo) tartalmát vizsgáltuk ICP-OES technikával. Eredményeik alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált homoktövisfajták legnagyobb mennyiségben káliumot (1076-1443 mg/100g), kalciumot (173-226 mg/100g) és foszfort (160-263 mg/100g) tartalmaztak. A mikroelemek közül a vas (2,5-8,1 mg/100g), a mangán (0,9-1,6 mg/100g) és a cink (0,9-1,3 mg/100g) emelhető ki. A fajták közül makroelemek tekintetében a 'Leikora', mikroelemek esetében pedig az 'Askola' és a 'Leikora' mutatkozik ígéretesnek.

Kulcsszavak: homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.), ásványi anyagok, makroelemek, mikroelemek

Irodalmi áttekintés

Az ásványi anyagok nélkülözhetetlenek az emberi szervezet normális működéséhez. Szervezetünk közel 4-5%-át teszik ki, energiát nem adó, ám létfontosságú elemei táplálkozásunknak. A szervezet számos működésében hasznosak, a szív működéstől a csontok, fogak felépítésén át egyes enzimatikus folyamatok szabályozásáig.

A kalcium (Ca) a csontokban és fogakban található, azok keménységének, szilárdságának biztosításában vesz részt. A lágy szövetekben található kalciumnak az ingerlékenység szabályozásában, a véralvadásban és egyes enzimek működésében van szerepe. Javasolt napi átlagos beviteli értéke 800 mg. A foszfor (P) szintén a fogak és a csontok szilárdságát biztosítja. Szerves kötésben egyes fehérjék, nukleinsavak, enzimek és bizonyos B-vitaminok aktív alakjának építőköve. A javasolt napi szükséglet 620-775 mg között van.

A nátriumnak (Na) a káliummal (K) együtt a sav-bázis egyensúly megtartásában van szerepe, valamint az ingerület-átvitelben, ideg- és izomműködésben és az ozmotikus nyomás fenntartásában. Nátriumból naponta 2000 mg (2 g), káliumból 3100-3500 mg (3,1-3,5 g) szükséges az elektrolit-egyensúly fenntartásához. A magnéziumnak (Mg) az ideg- és izomműködésben, a csontok felépítésében, valamint a fehérje-, szénhidrát- és zsíryanycserében van szerepe. Javasolt napi beviteli értéke 300-350 mg (Rodler 2005; Salgó 2007).

A vas (Fe) a vörösvértestek oxigénszállító molekulájának, a hemoglobinnak a felépítésében fontos, részt vesz az oxigén-, a széndioxid- és az elektronszállításban. Naponta 10-15 mg bevitelre szükséges. A cink (Zn) számos enzim, valamint az inzulin alkotórésze, részt vesz a fehérje-, zsír-, szénhidrát- és nukleinsav anyagcserében, napi szükséglete 9-10 mg. A szervezetnek naponta 1,1 mg rézre (Cu) van szüksége a zavartalan vérképzéshez, valamint a központi idegrendszer működéséhez. A mangán (Mn) szintén enzimek aktivátora (napi szükséglete 4 mg), részt vesz a szénhidrát- és lipid-anyagcserében a krómhoz (Cr) hasonlóan, melyből a napi igény 0,12 mg (Rodler 2005; Salgó 2007).

A szervezet napi makro- és mikroelem szükségletének fedezésében a gyümölcsök különösen fontos szerepet töltenek be (Rodler 2005; Ficzek et al. 2008). Közülük is kiemelkedik a homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.), mely több mint 190 bioaktív anyagot tartalmaz. Az optimális arányú ásványianyag-tartalma mellett gazdag vitaminokban (B1, B2, B9, C, E, K), telítetlen zsírsavakban, de tartalmaz karotinoidokat, tokoferolokat és esszenciális aminoszavakat is (Christaki 2012; Krejcarová et al. 2015; Malinowska és Olas 2016; Ficzek et al. 2019; Rentsendavaa et al. 2021). Biológiailag aktív anyagai révén tudományos kutatásokkal igazolták pozitív hatását daganatos és szív-érrendszeri betegségek esetében, valamint bőr- máj- gyomor- és cukorbetegség kezelésében (Kim 2013; Edraki et al. 2014; Sayegh et al. 2014; Chakraborty et al. 2015; Chandra et al. 2018).

A homoktövis bogyója több, mint 24 kémiai elemet tartalmaz, de a magjában és leveleiben is megtalálható számos makro- és mikroelem (Bal et al. 2011). Legnagyobb mennyiségben nitrogént, káliumot (6,2-726 mg/100g), foszfort (8,6-290 mg/100g), kalciumot (5,6-240 mg/100g), magnéziumot (3,98-110 mg/100g) és nátriumot (0,69-120 mg/100g) tartalmaz. A létfontosságú mikroelemek közül megtalálható benne a vas (0,16-17,6 mg/100g), a cink (0,002-3,2 mg/100g), a réz (0,01-1,3 mg/100g), a mangán (0,08-2,2 mg/100g), és a króm (0,03-0,09 mg/100g) is (Sabir et al. 2005; Ercisli et al. 2007; Souci et al. 2008; Arif et al. 2010; Bal et al. 2011; Hussain et al. 2014; Krajcerova et al. 2015; Nazir et al. 2017; Vaitkevičienė et al. 2019; Zenkova és Pinchykova 2019).

Jelen tanulmány célja, hogy öt, hazai ökológiai adottságok között termesztett homoktövisfajta gyümölcsének ásványi elemeit vizsgálja és összehasonlítsa, különös tekintettel egyes makro- (K, Ca, Mg, Na, P) és mikroelemekre (Fe, Zn, Cu, Cr, Mn, Mo). Az eredmények hozzájárulhatnak a funkcionális tulajdonságokkal rendelkező élelmiszerek előállításához történő fajtakiválasztáshoz.

Anyag és módszer

Növényi anyag

Jelen kutatásunk során öt homoktövis fajta, az 'Askola', a 'Clara', a 'Habego', a 'Leikora' és a 'Mara' gyümölcsseit vizsgáltuk a 2020-as évben. A kutatási anyag a Cornus Vitali Kft. Rákóczi falván lévő (É.sz. 47°11'87", K.h. 20°21'97) ökológiai gazdálkodású ültetvényéből származott. A bogyókat a teljes érettség állapotában szüreteltük, mikor a fajtára jellemző szintet elérték. Mivel a kocsány nehezen vált el a vesszőtől, a bogyókat a termővesszőkkel együtt szüreteltük. A gyümölcsmintákat (1 kg/fajta) a mérésekig -28 °C-on fagyaszta tároltuk. Felengedtetést követően a bogyók ásványianyag-tartalmát (makro- és mikorelem-tartalom) három ismétlésben mértük.

Mintaelőkészítés

A mintákat 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd ennek 0,2 g-ját, 3 ismétlésben, 2,0 ml salétromsavval és 2,0 ml hidrogén-peroxiddal 24 órán keresztül állni hagytuk, ezt követően kuktában 30 percig főztük. A roncsolás után hamumentes redős szűrőpapíron átszűrt mintákat 10 ml-re feltöltöttük. A kapott oldatból ICP-OES technikával vizsgálták a minták Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P és Zn tartalmát a MATE Élelmiszerkémia és Analitika Tanszéken, ahol, a mennyiségi meghatározást multielemes külső kalibrációval végezték, és minőségbiztosítási céllal 6 mintánként referenciamintából előkészített mintát vizsgáltak.

Statisztikai értékelés

Az adatok statisztikai elemzését IBM SPSS Statistics 25 programmal végeztük el. A kis mintaelemszám ($n=3$) és az eloszlásvizsgálat a nemparaméteres próbák alkalmazását indokolta. A nemparaméteres próbák közül a Kruskal-Wallis tesztet alkalmaztuk. A rangszámokon alapuló Kruskal-Wallis teszttel 95%-os megbízhatósági szinten ($p=0,005$) vizsgáltuk a minták közötti szignifikáns különbséget.

Eredmények és megvitatásuk

Vizsgálatainkban kiemelt jelentőségűek voltak azok a makroelemek, amelyek a szervezet ionháztartásában, valamint a biokémiai folyamatok zavartalan működésében töltenek be meghatározó szerepet (Ca, K, Mg, Na és P), illetve azok a mikroelemek (Fe, Cu, Zn, Mn), amelyek a szervezet antioxidáns státuszának kialakításához járulnak hozzá. Korábbi kutatási eredmények alapján az egyes homoktövis genotípusok bogyóinak ásványianyag-tartalmában jelentős eltérések vannak, valamint különböző klimatikus adottságok (Sabir et al. 2005; Ercisli és Orhan 2007; Souci et al. 2008; Arif et al. 2010; Bal et al. 2011; Hussain et al. 2014), továbbá az érettségi állapot is jelentősen befolyásolja az ásványi elem-tartalmat (Arif et al. 2010).

A vizsgált homoktövisfajták bogyóinak makroelem tartalma

Jelen kutatásunkban vizsgált fajták ('Askola', 'Clara', 'Habego', 'Leikora' és 'Mara') bogyóiban a makroelemek mennyiségét az 1. táblázat tartalmazza.

A vizsgált fajták termésében jelentős káliumtartalmat mértünk, mely érték 1076,7 – 1443,3 mg/100g között mozgott. Kiemelkedő káliumtartalma volt a 'Leikora' (1443,3 mg/100g) termésének, amely statisztikailag igazolhatóan eltért az 'Askola' termésében mért (1076,7 mg/100g) legalacsonyabb értéktől (2. táblázat). Eredményeinkhez hasonló értéket (1165,4 mg/100g szá.) mért Ion és mtsai (2019) román vad genotípus termésében. Ezen értékektől kis mértékben marad el a vad török genotípusban mért 726 mg/100g érték (Ercisli et al. 2007), míg számos tanulmány jelentősen alacsonyabb 6,2-192 mg/100g értékekről számol be (Souci et al. 2008; Bal et al. 2011; Zenkova - Pinchykova 2019) (3. táblázat).

1. táblázat. A kutatásba vont homoktövisfajták gyümölcsének makroelem-tartalma (mg/100g) (átlag±szórás)

	K	Na	P	Mg	Ca
Askola	1076,7±68,1	97,0±11,6	160,0±26,4	89,0±11,0	173,3±5,8
Clara	1350,0±62,4	113,3±5,8	263,3±25,2	90,33±7,09	193,3±11,5
Habego	1243,3±66,6	58,0±1,7	190,0±26,4	84,3±14,0	226,7±23,1
Leikora	1443,3±37,9	99,3±1,2	210,0±10,0	93,7±14,2	220,0±26,4
Mara	1276,7±68,1	116,7±11,5	186,7±32,1	91,3±10,0	213,3±11,5

Table 1. Macroelement content of the berries of the investigated sea buckthorn cultivars (average± standard deviation)

2. táblázat. A kutatásba vont homoktövisfajták különbözősége a bogyók makroelem-tartalma alapján

	Clara	Habego	Leikora	Mara	Clara	Habego	Leikora	Mara
	K				Na			
Askola	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Clara		ns	ns	ns		*	ns	ns
Habego			ns	ns			ns	*
Leikora				ns				ns
	P				Ca			
Askola	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*
Clara			ns	*		ns	ns	ns
Habego			ns	ns			ns	ns
Leikora				ns				ns

A vizsgálatot Kruskal Wallis módszerrel végeztük, p=0,005 szinten.

*: van szignifikáns különbség, ns: nincs szignifikáns különbség

Table 2. Dissimilarity of the berries of the investigated sea buckthorn cultivars according to their macroelement content

The assay was performed by the Kruskal Wallis method at p = 0.005.

*: there is a significant difference, ns: there is no significant difference

A legkisebb nátriumtartalma a 'Habego' gyümölcsének (58 mg/100g) volt, amely érték csaknem fele a 'Clara' (113,3 mg/100g) és a 'Mara' (116,7 mg/100g), gyümölcsében mért mennyiségének. Az 'Askola' (97 mg/100g) és a 'Leikora' (99,3 mg/100g) nátriumtartalma a többi vizsgált fajtától statisztikailag igazolhatóan nem különbözött. A korábbi kutatási eredményektől (2-28,5 mg/100g) saját eredményeink jelentősen eltérnek (3. táblázat), amely arra utal, hogy a homoktövis fajták bogyóinak nátriumtartalmát a genetikai háttér és a környezeti tényezők együttesen befolyásolják.

A vizsgált homoktövisfajták foszfortartalma eltérően alakult. Kiemelkedő mennyiségű foszfor a 'Clara' gyümölcsében képződött (263,3 mg/100g), melyet szintén magas értékkel a 'Leikora' (210 mg/100g) követett. A gyümölcsök foszfortartalma a 'Habego' (190 mg/100g), 'Mara' (186,7 mg/100g) és az 'Askola' (160 mg/100g) fajták esetében jelentősen kisebb volt. Eredményeiknél nagyobb foszfortartalmat mértek török genotípusok gyümölcsében (Ercisli et al. 2007), míg pakisztáni (Sabir et al. 2005; Arif et al. 2010) és india (Bal et al. 2011) tanulmányok jelentősen kisebb értékekről számolnak be (3. táblázat).

A vizsgált homoktövisfajták termésének magnéziumtartalma jelentősen nem különbözött egymástól (84,3-93,7 mg/100g), szignifikáns különbség nem volt kimutatható. Korábbi kutatások, jelen kutatási eredményeinktől kissé magasabb és jelentősen alacsonyabb értékekről is beszámolnak (3. táblázat).

Jelentős kalciumtartalma a 'Habego' (226,7 mg/100g), a 'Leikora' (220 mg/100g) és a 'Mara' (213,3 mg/100g) gyümölcsének volt, amely értékek szignifikánsan különböztek a legkisebb értéket képviselő 'Askola' (173,3 mg/100g) kalcium tartalmától. Eredményeinkhez hasonló értéket (196 mg/100g) mértek török genotípusokban (Ercisli et al. 2007), míg jelentősen kisebb értéket pakisztáni (Sabir et al. 2005; Arif et al. 2010; Hussain et al. 2014), indiai (Bal et al. 2011; Nazir et al. 2017) és fehéroroszországi ökológiai adottságok között (Zenkova - Pinchikova 2019).

3. táblázat. Homoktövis genotípusok gyümölcsének ásványianyag-tartalma szakirodalmi adatok alapján (mg/100g)

	saját adat	Sabir et al. 2005	Ercisli et al. 2007	Souci -et al. 2008	Arif et al. 2010	Bal et al. 2011	Hussain et al. 2014	Nazir et al. 2017	Zenkova -Pinchikova 2019
K	1076-1443	14-36	726	133		6,2-80		24,7	22-192
Na	58-116	2-8		3,5		0,69-12,5			19,6-28,5
P	160-263	11-13,3	710	8,6	45	0,74-13,3			
Mg	89-94	15-24	146	30	14	3,98-24		1,9	6,4-7,6
Ca	173-226	7-9,8	196	42	6-10	6,7-25,6	2,14-6,75	16,9	5,6-7,1

	saját adat	Sabir et al. 2005	Ercisli et al. 2007	Souci-et al. 2008	Arif et al. 2010	Bal et al. 2011	Hussain et al. 2014	Nazir et al. 2017	Zenkova - Pinchykova 2019
Fe	2,5-8,7	4-15	0,7	0,44		0,16-1,09	6,4-17,6	2,61	0,31-0,54
Zn	0,8-1,3		3,2				0,002-0,11	0,127	0,12
Cr	<0,05						0,05-0,09		0,03-0,08
Cu	0,8-1,2		2,4				0,01-0,03		0,049-0,085
Mn	0,9-1,6		2,2						0,08-0,1
Mo	0,05-0,07								

Table 3. Mineral content of berries of sea buckthorn genotypes based on literature data

A makroelemek minőségi és mennyiségi meghatározása mellett, nagyon fontos egymáshoz viszonyított arányuk figyelembevétele is, mivel a vérnyomás kedvező szinten tartásában és ezzel összefüggésben az érrendszer épségének megőrzésében fontos szerepet játszik a táplálkozás során bevitt makroelemek (Ca, Mg, K, Na) egymáshoz viszonyított aránya. A humán szervezet számára ideális $\text{Na}+\text{Ca} / \text{K}+\text{Mg} = 1$ érték helyett a jelenlegi hazai táplálkozási szokások mellett ez az érték 2,0–2,5. A vizsgált homoktövisfajták $\text{Na}+\text{Ca} / \text{K}+\text{Mg}$ arányát a 4. táblázat tartalmazza.

Ezen számított értékek alapján megállapítható, valamennyi vizsgált homoktövisfajta gyümölcsének fogyasztása hozzájárul a szervezet megfelelő $\text{Na}+\text{Ca} / \text{K}+\text{Mg} = 1$ arányának fenntartásához. Ezzel nagymértékben hozzájárulhat a helytelen táplálkozás okozta eltolódott arány ideális értéken tartásához.

4. táblázat. A kutatásba vont homoktövisfajták gyümölcsének $\text{Na}+\text{Ca} / \text{K}+\text{Mg}$ aránya

fajta	$\text{Na}+\text{Ca} / \text{K}+\text{Mg}$
Askola	0,23±0,01
Clara	0,21±0,01
Habego	0,21±0,02
Leikora	0,20±0,01
Mara	0,24±0,01

Table 4. $\text{Na} + \text{Ca} / \text{K} + \text{Mg}$ ratio of the berries of the investigated sea buckthorn cultivars

A vizsgált homoktövisfajták mikroelem-tartalma

A mikroelemek létfontosságú szerepet töltenek be a szervezet anyagcsere-folyamatainak zavartalan lezajlásában. A szervezet biológiai reakcióiban katalizátorként hatnak, felgyorsítják azokat, a metalloenzimek integráns részét képezik.

A mikroelemek közül a vizsgált fajták legnagyobb mennyiségben vasat tartalmaztak (5. táblázat). Kiemelkedő mennyiséget a 'Leikora' gyümölcsében mértünk (8,07 mg/100g), amelynél szignifikánsan kisebb volt a 'Clara' (3,53 mg/100g), a 'Habego' (2,57 mg/100g) és a 'Mara' (2,53 mg/100g) gyümölcsének a vastartalma (6. táblázat). Eredményeinkkel összhangban vannak Hussain mtsai (2017), valamint Nazir és mtsai (2017) eredményei, míg Sabir és mtsai (2005) magasabb, Bal és mtsai (2011), valamint Zenkova - Pinchykova (2019) alacsonyabb értéket mértek (3. táblázat).

A vas mellett a vizsgált homoktövisfajtáknak jelentős volt a cink-, réz- és a mangántartalma. A legmagasabb cinktartalma a 'Clara' (1,27 mg/100g) és az 'Askola' (1,1 mg/100g) gyümölcsének volt, amelyektől a többi vizsgált fajta 10-15%-kal elmaradt. Legalacsonyabb cinktartalommal a 'Leikora' (0,86 mg/100g) jellemezhető. Eredményeinkkel összhangban hasonló értékeket mértek pakisztáni és fehérórosz genotípusokban (Nazir et al. 2017; Zenkova - Pinchykova 2019), míg török vad genotípusokban 2-4-szer nagyobb cinktartalmat mutattak ki (Ercisli et al. 2007).

Réztartalom tekintetében a vizsgált fajták többsége közel azonos 0,8-1 mg/100g közötti értéket ért el. Ettől eltérően kiemelkedő réztartalmat találtunk a 'Habego' (1,2 mg/100g) gyümölcsében. Ezen értékeknél 2-3-szor nagyobb volt a török vad genotípusoknak (Ercisli et al. 2007), míg jelentősen kisebb volt pakisztáni (Hussain et al. 2017) és fehéróroszországi (Zenkova - Pinchykova 2019) genotípusoknak a réztartalma (3. táblázat).

A vastartalomhoz hasonlóan a 'Leikora' esetében mértük a legnagyobb (1,57 mg/100g) mangántartalmat, melytől kismértékben maradt el a 'Habego' (1,27 mg/100g), mely értékektől szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott a 'Mara' gyümölcse (0,92 mg/100g). Eredményeinkhez hasonló, azoknál kicsit magasabb értéket mértek török genotípusokban (Ercisli et al. 2007), míg fehéróroszországi ökológiai körülmények között a többi mikroelemhez hasonlóan, jelentősen kisebb mangántartalmat mértek (Zenkova - Pinchykova 2019).

A vizsgált fajták krómtartalma, a korábbi kutatási eredményekhez hasonlóan a kimutatási határ körül volt (<0,05 mg/100g). Az 'Askola', a 'Habego' és a 'Leikora' gyümölcsében kicsivel a kimutatási határ fölött molibdént is ki tudtunk mutatni.

5. táblázat. A kutatásba vont homoktövisfajták gyümölcsének mikroelem-tartalma (mg/100g) (átlag±szórás)

	Fe	Zn	Cr	Cu	Mn	Mo
Askola	4,97±0,35	1,1,±0,24	<0,05	0,81±0,13	1,06±0,06	0,07±0,01
Clara	3,53±0,15	1,27±0,21	<0,05	0,83±0,17	1,10±0,01	<0,05
Habego	2,57±0,21	1,03±0,33	<0,05	1,20±0,17	1,27±0,06	0,06±0,01
Leikora	8,07±0,50	0,86±0,05	<0,05	0,1±0,09	1,57±0,06	0,06±0,01
Mara	2,53±0,38	1,04±0,20	<0,05	0,95±0,02	0,92±0,03	<0,05

Table 5. Microelement content of the berries of the investigated sea buckthorn cultivars (average±standard deviation)

6. táblázat. A kutatásba vont homoktövisfajták gyümölcsének különbözősége mikroelem-tartalom alapján

	Clara	Habego	Leikora	Mara	Clara	Habego	Leikora	Mara
	Fe				Zn			
Askola	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Clara		ns	*	ns		ns	*	ns
Habego			*	ns			ns	ns
Leikora				*				ns
	Cu				Mn			
Askola	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Clara		*	ns	ns		ns	ns	ns
Habego			ns	ns			ns	*
Leikora				ns				*

A vizsgálatot Kruskal Wallis módszerrel végeztük, $p=0,005$ szinten.

*: van szignifikáns különbség, ns: nincs szignifikáns különbség

Table 6. Dissimilarity of the berries of the investigated sea buckthorn cultivars according to their microelement content

The assay was performed by the Kruskal Wallis method at $p = 0.005$.

*: there is a significant difference, ns: there is no significant difference

Következtetés

Az utóbbi évek élelmiszertudományi kutatásai nagy hangsúlyt fektetnek az élelmiszerek és táplálékok ásványianyag-tartalmára, különös tekintettel az antioxidáns védelmi rendszerbe fontos szerepet betöltő elemekre (Mg, Zn, Cu). Ezért kiemelt jelentőségű az egyes homoktövisfajták gyümölcsében az ásványianyag-tartalom ismerete.

Eredményeink alapján a vizsgált homoktövisfajták makro- és mikroelem tartalmuknak köszönhetően alkalmasak a humán szervezet számára nélkülözhetetlen ásványi anyagok természetes forrásból történő pótlására. Kiemelt K-tartalmuk miatt fontos szerepet tölthetnek be a humán szervezet megfelelő Na/K arányának fenntartásában és jelentős mennyiségben tartalmaznak vasat, valamint kisebb mennyiségben antioxidáns enzimek képződéséhez nélkülözhetetlen cinket, rezet és mangánt.

A vizsgát homoktövisfajták között a gyümölcsök makro- és mikroelem tartalma alapján sorrendet állítottunk fel, melyet a 7. és 8. táblázat tartalmaz. A makroelemek bevitele tekintetében egyértelműen a 'Leikora' fajta mutatja a legkedvezőbb tulajdonságokat, ezt követi a 'Clara' és a 'Habego'. Mikroelemek esetében az 'Askola' fajta áll az első helyen, ezt követi a 'Leikora' és a 'Clara'.

7. táblázat. Fajták sorrendje makroelem-tartalmuk alapján

	K	Na	P	Mg	Ca
1	Leikora	Habego	Clara	Leikora	Habego
2	Clara	Askola	Leikora	Mara	Leikora
3	Mara	Leikora	Habego	Clara	Mara
4	Habego	Clara	Mara	Askola	Clara
5	Askola	Mara	Askola	Habego	Askola

Table 7. Order of varieties according to their macroelement content

8. táblázat. Fajták sorrendje mikroelem-tartalmuk alapján

	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
1	Leikora	Clara	Habego	Leikora	Askola
2	Askola	Askola	Mara	Habego	Leikora
3	Clara	Mara	Clara	Clara	Habego
4	Habego	Habego	Askola	Askola	Clara
5	Mara	Leikora	Leikora	Mara	Mara

Table 8. Order of varieties according to their microelement content

Csak kevés tanulmány foglalkozik homoktövis genotípusok bogyóinak ásványianyag-tartalmával, bár az utóbbi években egyre több kutatási eredmény jelenik meg e témában, amelyek főként vad genotípusok ásványianyag-tartalmáról számolnak be. A szakirodalomban saját kutatási eredményeinkkel egybehangzó és azoktól jelentősen eltérő adatokat is találunk. Az eltérés egyrészt azzal magyarázható, hogy a gyümölcsök makro- és mikroelem összetétele alapvetően genetikailag determinált, a termesztett fajták előállításánál fő szempont volt a jobb beltartalom, amely sok esetben magasabb ásványianyag-tartalommal párosul. Másrészt a környezeti hatások, a talaj felvehető tápelem-tartalma is jelentősen befolyásolja az egyes tápelemek mennyiségét a gyümölcsökben, hiszen az „ásványianyag-tápláléklánc” legfontosabb elemének a talajt tekinthetjük (Oliver 1997). A vad genotípusok főként gyenge tápanyagmegkötő képességű homoktalajokon fordulnak elő, míg a termesztett fajtákból létesült ültetvények talajára a jobb tápanyag ellátottság és a megfelelő tápanyag visszapótlás jellemző. Ezért fontosnak tartjuk a jövőben a gyümölcsök ásványianyag-összetételének vizsgálata mellett a talaj tápelem-tartalmának vizsgálatát, valamint a tápanyag visszapótlás mértéke és gyümölcsök ásványianyag-tartalma közötti összefüggés tisztázását is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 támogatásával, valamint a Kertészettudományi Doktori Iskola támogatásával valósult meg. Továbbá, köszönetet mondunk a Cornus Vitali Kft.-nek a gyümölcsminták biztosításáért.

Irodalomjegyzék

1. Arif, S., Ahmed, S.D., Shah, A.H., Hassan, L., Awan, S.I., Hamid, A. and Batool, F. 2010. Determination of optimum harvesting time for vitamin C, oil and mineral elements in berries sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). Pak. J. Bot. 42(5): 3561-3568.
2. Bal, L.M., Meda, V., Naik, S.N. and Satya, S. 2011. Sea buckthorn berries: a potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmeceuticals. Food Res. Int. 44: 1718-1727.
3. Chakraborty, M., Karmakar, I., Haldar, S., Nepal, A. and Haldar, P.K. 2015. Anticancer and antioxidant activity of methanol extract of *Hippophae salicifolia* in EAC induced Swiss albino mice. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 7(8): 180-184.
4. Chandra, S., Zafar, R., Dwivedi, P., Shinde, L.P. and Prita, B. 2018. Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). The Pharma Innovation, 7(5, Part D): 258.
5. Christaki, E. 2012. *Hippophae Rhamnoides* L. (Sea Buckthorn): A Potential Source of Nutraceuticals. Food and Public Health, 2(3): 69-72. DOI: 10.5923/j.fph.20120203.02
6. Edraki, M., Akbarzadeh, A., Hosseinzadeh, M., Tanideh, N., Salehi, A. and Koochi-Hosseinabadi, O. 2014. Healing effect of sea buckthorn, olive oil, and their mixture on full-thickness burn wounds. Food Chem. Toxicol. 47(6): 1146-53. DOI: 10.1016/j.fct.2009.02.002.
7. Ercisli, S. and Orhan, E. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. J. Food Chemistry, 103(4): 1380-1384. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.10.054
8. Ficzek, G., Kállay, T-né, Stéger-Máté, M., Lelik, L., Bujdosó, G. and Tóth, M. 2008. Changes in mineral content of fruits of sour cherry varieties during maturation period. Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business. Szeged, 2008. november 5-6. Proceedings of International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business. 159-165.
9. Ficzek, G., Mátravölgyi, G., Furulyás, D., Rentsendavaa, C., Jócsák, I., Papp, D., Simon, G., Végvári, Gy. and Stéger-Máté, M. 2019. Analysis of bioactive compounds of three sea buckthorn cultivars (*Hippophaë rhamnoides* L. 'Askola', 'Leikora', and 'Orangeveja') with HPLC and spectrophotometric methods. Eur. J. Hortic. Sci. 84(1): 31-38. DOI: 10.17660/eJHS.2019/84.1.5
10. Hussain, M., Ali, S., Awan, S., Hussain, M. and Hussain, I. 2014. Analysis of minerals and vitamins in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pulp collected from Ghizer and Skardu districts of Gilgit-Baltistan. International Journal of Biosciences, 4(12): 144-152.
11. Ion, V.A., Parvulescu, O. C., Velcea, D., Popa, O. and Ahmad, M. 2019. Physico-chemical Parameters and Antioxidant Activity of Romanian Sea Buckthorn Berries. Rev. Chim. 70(12): 4187-4193.
12. Kim, M.W. 2013. Effect of Sea Buckthorn Leaves on Hepatic Enzyme Levels in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 42(1): 40-45. DOI: 10.3746/jkfn.2013.42.1.040
13. Krejcarová, J., Straková, E., Suchý, P. and Karásková, K. 2015. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities - A review. Acta Veterinaria Brno, 84(3): 257-268.
14. Malinowska, P. and Olas, B. 2016. Sea buckthorn – valueble plant for health. Kosmos, 65(2): 285-292
15. Nazir, F., Salim, R. and Bashir, M. 2017. Chemical and antioxidant properties of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). The Pharma Innovation Journal, 6(12): 173-176.
16. Oliver, M.A. 1997. Soil and human health: a review. Eur. J. Soil. Sci. 48: 573-592.
17. Rentsendavaa, C., Székely, D., Furulyás, D., Végvári, Gy., Gonelimali, F., Kumar, P. and Stéger-Máté, M. 2021. Stability of Carotene and Phenols of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Juice with Pomace during Storage. Periodica Polytechnica Chemical Engineering, 65(2): 210-218.
18. Rodler I. 2005. Új Tápanyagtáblázat. Medicina, Budapest.

19. Sabir, S.M., Maqsood, H., Hayat, M., Khan, M.Q. and Khalio, A. 2005. Elemental and nutritional analysis of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica*) berries of Pakistani origin. *J. Med. Food*. 8: 518-522.
20. Salgó A. 2007. Élelmiszer-kémia. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest.
21. Sayegh, M., Miglio, C. and Ray, S. 2014. Potential cardiovascular implications of Sea Buckthorn berry consumption in humans. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 65(5): 521-8. DOI: 10.3109/09637486.2014.880672.
22. Souci, S.W., Fachmann, W. and Kraut, H. 2008. Food composition and nutrition tablet. 7th revised and completed edition.
23. Vaitkevičienė, N., Jarienė, E., Danilčenko, H., Kulaitienė, J., Mažeika, R., Hallmann, E. and Blinstrubienė, A. 2019. Comparison of mineral and fatty acid composition of wild and cultivated sea buckthorn berries from Lithuania. *J. Elem.* 24(3): 1101-1113. DOI: 10.5601/jelem.2019.24.1.1759.
24. Zenkova, M. and Pinchykova, J. 2019. Chemical composition of Sea-buckthorn and Highbush Blueberry fruits grown in the Republic of Belarus. *Food Science and Applied Biotechnology*, 2(2): 121-129.

Differences in mineral content of berries of sea buckthorn cultivars grown under Hungarian ecological conditions

FICZEK, G.,¹ SELIMAJ, G.,^{1,2} SZALÓKI-DORKÓ, L.,² SIMON, G.,¹ MÁTÉ, M.²

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture,
Department of Fruit Growing, Budapest

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
Institute of Food Science and Technology,
Department of Fruit and Vegetable Processing Technology, Budapest

E-mail: Ficzek.Gitta@uni-mate.hu

Summary

The cultivation and consumption of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is increasing with the extending prevalence of health-conscious nutrition. In this context, investigation of nutritional value and finding differences between varieties are especially current tasks. It is well known that the human body needs many nutrients, vitamins, minerals and other biologically valuable substances for normal functioning. Most of these can be provided by consuming foods. There are a number of macro- and microelements among minerals which are essential for the human body. In this research, the macro- (K, Na, Mg, P, Ca) and microelement (Fe, Zn, Cr, Co, Mn, Mo) content of five domestically grown sea buckthorn cultivars ('Askola', 'Clara', 'Habego', 'Leikora' and 'Mara') were examined by ICP-OES technique. According to our results potassium (1076-1443 mg / 100g), calcium (173-226 mg / 100g) and phosphorus (160-263 mg / 100g) are found in the highest quantity in the studied sea buckthorn cultivars. Among the microelements, iron

(2.5-8.1 mg / 100g), manganese (0.9-1.6 mg / 100g) and zinc (0.9-1.3 mg / 100g) are the most important. Regarding macroelements, 'Leikora' had the highest values, and for microelements 'Askola' and 'Leikora' proved to be the best.

Keywords: Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), minerals, macroelements, microelements

Szerzők

Ficzek Gitta (kapcsolattartó szerző) – PhD, adjunktus, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Granit Selimaj – PhD hallgató, MATE, Kertészettudományi Doktori Iskola, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Szalóki-Dorkó Lilla – PhD, adjunktus, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Simon Gergely – PhD, docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Máté Mónika – PhD, docens, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.