

A vörös áfonya (*Vaccinium vitis-idaea* L.) össz-antocianin tartalma néhány állományánál a Keleti-Kárpátokban*

KÖBÖLKUTI Zoltán Attila^{1*} és LASLO Éva²

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Növénytani Tanszék és Soroksári Botanikus Kert; 1118 Budapest, Villányi út 29–43.;
*zoltanattila.kobolkuti@gmail.com

²Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Biomérnöki Tanszék;
530104 Miercurea Ciuc, Piața Libertății 1, Románia; lasloeva@sapientia.siculorum.ro

Elfogadva: 2016. március 7.

Kulcsszavak: Keleti-Kárpátok, össz-antocianin, *Vaccinium vitis-idaea*, vörös áfonya.

Összefoglalás: A vörös áfonya (*Vaccinium vitis-idaea* L.) évszázadok óta használatos az erdélyi népgyógyászatban és hagyományos táplálkozásban, a néphit által egészségvédő hatással felruházott vadnövény. Beltartalmi összetevői tekintetében számos nem tápanyagként hasznosuló, ám az egészségre előnyös hatással bíró vegyületet ír le a nemzetközi szakirodalom. Célkitűzésként négy erdélyi: Maroshévíz, Gyergyó, Csík, Udvarhely tájegységből gyűjtött vörös áfonya minta össz-antocianin tartalmának spektrofotometriás meghatározását és összehasonlítását, ezek termőhelyi viszonyok által okozott változásának vizsgálatát fogalmazzuk meg. Az azonos körülmények között tárolt vörös áfonya termésminták össz-antocianin tartalma 166,49–324,52 mg/100 g szárazanyag között változott és azokban az állományokban (Büdösfürdő, Bélbor) mértünk nagyobb mennyiséget (304,88 valamint 324,52 mg/100 g szárazanyag), amelyek kevésbé zárt erdőkben voltak és több napfény érte őket a termés érése során.

Bevezetés

A vörös áfonya (*Vaccinium vitis-idaea* L.) az a vadontermő gyümölcsfaj, amely a sajátos domborzati viszonyoknak, termőhelyi adottságoknak köszönhetően jól képviseli az erdélyi vadnövénygyűjtés hagyományait, jelenlegi helyzetét. Az erdélyi populációival kapcsolatos román és magyar szakirodalom meglehetősen szegényes, az állományok helyéről, nagyságáról, számáról kevés a fellelhető adat, mindössze egy-két szerző publikációira lehet támaszkodni (HÖHN 1996–97, 1998). A beltartalmi összetevők és ezek egészségvédő hatásával kapcsolatban is alig néhány említést tartalmaz az irodalom (RÁCZ és CSEDŐ 1970, BUTURĂ 1979,

* Elhangzott előadás a Botanikai Szakosztály 1470. szakülésén, 2015. november 9-én.

RAB 2001, OROIAN 2011). Ugyanakkor a külföldi szakirodalmi adatok alapján tudjuk, hogy a vörös áfonyában található polifenolok (katechinek, flavonoidok, antociánok) (SU 2012), szerves savak (aszkorbinsav, benzoésav, urzolsav, szalicilsav stb.) (HÄKKINEN et al. 1999), fémkomplexek és egyéb összetevők számos emberi egészségre gyakorolt hatással rendelkeznek. Ezek közül a legfontosabbak: protektív hatás kardiovaszkuláris megbetegedések esetén (BISHAYEE et al. 2015, ISAAC et al. 2015), gyulladáscsökkentő hatás, daganatos betegségek elleni védelem (STONER et al. 2008), antibakteriális, antivirális és gombaellenes hatás (SU 2012), vércukorszint-csökkentő hatás (YANG és KORTESNIEMI 2015), a retina sejtjeit védő (WANG et al. 2015), és gyomorfekély esetén kuratív hatás (BURGER et al. 2002). Ismert továbbá a növény asztmaellenes és májvédő hatása, valamint szabadgyökök elleni védelemben való hatékonysága (ZHENG és WANG 2003, MANE et al. 2011). Vizsgálataink célja különböző erdélyi (Keleti-Kárpátok) élőhelytípusokból gyűjtött vörös áfonya termések össz-antocianin tartalmának, valamint ezen belül a közel azonos környezeti tényezőkkel jellemezhető termőhelyekről gyűjtött termésminták össz-antocianin mennyiségének mérése és összehasonlítása.

Erdélyben a sajátos és természeti kincsekben gazdag földrajzi környezet, nemzedékek tapasztalata, a népszokások és hagyományok sajátos, igen gazdag növényismereti tudáshoz juttatták elődeinket. A vadnövények felhasználásának célját és módját nemzedékek tapasztalata, a közösség hagyománya alakította. A növények neveit illetően feltűnő, hogy a természetű növények elnevezése nagy területen megegyező, a táplálkozásra, gyógyításra, mágikus célokra összegyűjtött vadnövények népi terminológiája viszont gyakran már falvanként is eltérő lehet (BEKE 1935). Gyümölcsneveink közül a meggy tűnik a legrégebbinek, kétségtelenül ugor eredetű szavunk (RAPAICS 1940). A vörös áfonya esetében a „meggy” szó használata szerepel a fásmeggy, havasi meggy megnevezésekben, de ismert a piroskokojza név is (RAB 2001). A Hargita megyei Zetelakán a vörös kukojza megnevezés terjedt el (RÁCZ és CSEDŐ 1970). Az áfonya népi megnevezései tekintetében az derül ki az erdélyi gyűjtési adatok tükrében, hogy áfonya és kokojza, mindkettő a *Vaccinium*-ra vonatkozik, rokon értelműek, és nem egy növényfajt, hanem egy növénynemzetséget (genus) neveznek meg. Mindkettőnek vannak piros (ill. vörös) és fekete jelzői: az előbbieket a *V. vitis-idaea* L., az utóbbiakat a *V. myrtilus* L. jelölője (PÉNTEK és SZABÓ 1976). A vörös áfonyát cserző- és festőnövényként (PÁLFALVI 2012) és emellett számos betegség enyhítésére is fogyasztották és fogyasztják. A népgyógyászatban termését szemfájás és látási panaszok esetén, míg levelét vízajtó teaként vese- és vérnyomáspanaszok ellen használták (RAB 2001). A Kovászna megyei Magyarhermány és Vargyas községekben továbbá a Hargita megyei Székelyvarság, Zetelaka, Kápolnásfalu területén termését anorexia kezelésében (RÁCZ és CSEDŐ 1970), köszvény gyógyításában és lázcsillapítóként használták (BUTURĂ 1979), továbbá antiszeptikus

hatásai végett alkalmasnak tartották a húgyhólyag és a húgyutak fertőzéseinek gyógyítására is (OROIAN 2011).

A vörös áfonya (*Vaccinium vitis-idaea* L., Ericaceae) az erdei fenyvesek, lucosok, havasi fenyérek örökzöld törpecserjéje. Cirkumpoláris elterjedésű faj, amely környezeti igényéből fakadóan Európában nemcsak az arktikus tájakon, de a szubalpin, alpin régióban is mindenütt megtalálható. Erdélyben jelentős vörös áfonya populációk találhatók a Nyugati-Kárpátokban, valamint a Keleti-Kárpátokban a maroshévízi tájegység (Drăgus, Büdös-patak, Vajda csúcs, Vajda-patak, Bâta Stejii, Bélbor, Fancsal), a gyergyói tájegység (Öreg-hegy, Kereszt-hegy, Tatárka, Gajnácsa, Dél-hegy, Cohárd), a csíki tájegység (Hargita vonulata, Csomád, Nagy-Hagymás) és az udvarhelyi tájegység (Bucsin-tető, Bogdán hegyese, Verőfény) területén (CSEDŐ 1980).

Korábban fel sem vetődött a fenntartható gazdálkodás vagy a gyűjthető vadnövénnyek óvásának problémája Erdélyben. Napjainkra egyrészt a magashegyi régiók ökoszisztémájára ható megváltozott abiotikus és biotikus stressz tényezők, köztük az átalakult társadalmi, gazdasági viszonyok okozta fokozott környezetkihasználás miatt egyre sürgetőbbé vált néhány vadon termő gyümölcsfaj, köztük a vörös áfonya erdélyi populációinak óvása. Napjainkban a vörös áfonya élőhelyeinek közelében a lakosság, elődeitől eltérően gyakran, bizonyos időnyhez köthető, kizárólagos megélhetési forrásnak tekinti a gyűjtési tevékenységet, ezzel is veszélyeztetve a havasi vadnövénnyek állományát és biológiai diverzitását. Jóllehet a gyűjtési helyeket és a gyűjtött gyümölcsmennyiséget illetően napjaink romániai szakirodalmá megglehetősen szegényes, következtetések néhány adattal kapcsolatban is levonhatók; az 1973-as és 1980-as gyűjtési adatok (FÜZI et al. 1973, CSEDŐ 1980) összevetésével megállapítható, hogy a maroshévízi tájegységből 1973-ban 2200 kg, 1980-ban 2800 kg; a csíki tájegységből 1973-ban 79 500 kg, 1980-ban 63 000 kg; és a Hargita vonulatának állományaiából 1973-ban 65 000 kg, 1980-ban 60 000 kg gyümölcsöt gyűjtöttek. Magyarországtól eltérően Romániában a vörös áfonya nem található meg a védett növények listáján. A 2011-ben megjelent 49-es és 262-es számú Környezetvédelmi Törvény szabályozza ugyan néhány, a vörös áfonya élőhelyének is számító terület védelmét, de magát a növényt és a gyűjthető mennyiséget azonban nem.

A vörös áfonya, elsősorban a benne termelődő arbutinnak köszönhetően az extrém környezeti tényezőkkel szemben nagyon ellenálló, mínusz negyven fokos hidegben, erős szeleknek kitétten is megél. Árnyéktűrő, de a tűző napot is elviseli, nem véletlenül a felső erdőhatár és a szubalpesi zóna, az 1300–1800 méter tengerszint fölötti magasságok lakója. Élőhelyeire a 4,5–8,0 °C átlaghőmérséklet jellemző, –35, +35 °C határértékekkel. Mivel gyökérzete viszonylag sekélyen, a talajfelszín közelében és inkább szétterülve található, a ritka és nagymennyiségű csapadék helyett a rendszeresen kis mennyiségű vízellátást kedveli. A savanyú

kémhatású talajokat igényli; legeredményesebben ott terem, ahol a pH 3,2–5 között van. Élőhelyeinek talaját rendszerint magas nyershumusz tartalom, de jó vízgazdálkodás és jó levegőztetés jellemzi (RITCHIE 1955).

Nagy biotikus értékkel rendelkező gyümölcsfaj, amely számos fontos hatóanyagot tartalmaz. Fontos összetevői a polifenolok. A vörös áfonyában jelen levő polifenol vegyületek közül a cserzőanyagok antioxidáns és adsztringens hatásúak (HEIONEN 2007). A cserzőanyagok közé tartozó antocianidinek szabadgyökmegkötő képességgel rendelkeznek (NEAMTU et al. 1993, ZORATTI et al. 2015). A vörös áfonyában elsősorban antocianidin-glikozidokként fordulnak elő (ANDERSEN 1985). LEE és FINN (2012) kutatásai alapján az antocianidin-glikozidok a következő eloszlásban találhatók meg a gyümölcsben: cianidin-3-galaktozid (79%), cianidin-3-glukozid (10%) és cianidin-3-arabinozid (11%). A flavonoidok vörös áfonyában előforduló legfontosabb képviselője a flavanol (HAKKINEN és KARENlampi 2000), valamint az izoquercitrin (DUDA-CHODAK et al. 2009). A glükóz-észterek közül kimutatható a vacciniin, elsősorban benzooesavhoz kapcsoltnak (NEAMTU et al. 1993, ROMAN et al. 2014) jelenik meg. Az arbutin erős antioxidáns, elsősorban a levél tartalmazza (SAARIO és KOIVUSALO 2002). A szerves savak közül az aszkorbinsav és a benzooesav van jelen, amelyek baktérium- és gombaölő hatással rendelkeznek (PUUPPONEN-PIMIÄ et al. 2001); az urzolsav antikarcinogén hatású (KONDO et al. 2011), kardioprotektív és gyulladáscsökkentő (IKEDA et al. 2008). A szalicilsav jelentős epidermisképző, gyulladáscsökkentő és lázcsillapító hatást fejt ki. A kávéssav bizonyítottan antioxidáns (GÜLÇİN 2006); a galluszsav egyrészt a tannin felépítésében van jelen, másrészt szabadon is előfordul a növényben; az almasav a gyümölcs savanykás ízét okozza, a borostyánkősav hidroxiszármazéka (VILJAKAINEN et al. 2002). Az alfa-ketoglutársav az aminosavképzés fontos faktora; a ciklohexán-karboxilsav a tannin felépítésében van jelen, de kismértékben szabadon is megtalálható a vörös áfonya gyümölcsében, adsztringens hatású, influenzaellenes gyógyszerkészítmények hatóanyaga (VILJAKAINEN et al. 2002).

Anyag és módszer

A gyümölcsminták származási helye és a gyűjtés ideje

A szükséges termésminták beszerzésekor mintegy 200 g-nyi, fogyasztási érettségi állapotban levő termés került gyűjtésre a felkeresett lelőhelyek populációiból. A lelőhelyek tengerszint fölötti magassága 1079 m (Lucs) és 1685 m (Madarasi-Hargita) között változott. Az első és utolsó minta begyűjtése között 4 nap telt el. A gyűjtés alatt a mintákat hermetikusan lezárt üvegedénybe helyeztük és mindegyik gyűjtési nap végén 5 °C-ra hűtöttük egészen a laboratóriumba történő elszállításukig. A laboratóriumban a termésmintákat turmixoltuk és –20 °C-ra

fagyasztva tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig, amelyre 14 nappal az utolsó gyűjtési napot követően került sor. A mintagyűjtési helyeket az 1. ábra szemlélteti.

1–4. minták: lucsi tőzegláp

Románia legnagyobb tőzeglápja, 1079 m feletti magasságban. A 120 hektáros láp 1955 óta védett. Félreeső helyzete miatt kevésbé érik külső hatások, leszámítva a legeltetést és a láp peremén az erdőkitermelést. Jellemző növényzete a tőzeges aljzaton kialakult erdefenyő, luc és nyírfajok alkotta tajgaerdő maradvány (*Pinetum sylvestris-Eriophoretosum vaginati*) (Soó 1944 cit. in POP 1960). Az aljnövényzetet az északi fenyvérek jellemző fajai alkotják, az *Empetrum nigrum* L., *Betula nana* L., *Andromeda polifolia* L. mellett legnagyobb mennyiségben az áfonyafajokat találjuk (*Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *V. oxycoccus* subsp. *microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Kitam.) (POP és SĂLĂGEANU 1965). A mintákat egymástól nagyobb távolságra, mintegy 3 km-re gyűjtöttük: az 1-est a tőzegláp pereméről, a 2-est a területet átszelő Kormos-patak közeléből, a 3-as a külön állományt alkotó



1. ábra. A vörös áfonya minták gyűjtési helyei (1 = Büdösfürdő; 2 = Madarasi-Hargita; 3 = Lucs; 4 = Galónya; 5 = Bélbor)

Fig. 1. The lingonberry sample collection sites (1 = Büdösfürdő; 2 = Madarasi-Hargita; 3 = Lucs; 4 = Galónya; 5 = Bélbor)

Betula nana populáció széléből származik, a 4-es minta gyűjtési helye ettől keletre helyezkedik el. A gyűjtött minták környezete: párás mikroklíma, sűrű és homogén fás növényállomány, féllárnyék. A gyűjtés ideje: 2013. augusztus 19.

5. minta: Madarasi-Hargita

A Hargita-hegység és a Székelyföld legmagasabb vulkáni tömbje, hegycsúcsa (1685 m) egy egykori rétegvulkáni kráter peremének északi maradványa. Déli oldalából ered a Hargita leghosszabb folyóvize, a Vargyas-patak. A mintát a Vargyas-patak közelében, lucfenyő-csoportosulás szélén gyűjtöttük. Ökológiai viszonyok: féllárnyék, szélnek kitett terület, alacsony páratartalom. Gyűjtés ideje: 2013. augusztus 19. Az egyetlen minta, amit vízben tároltunk.

6. minta: Csíkszentimrei Büdösfürdő

Csíkszentmihály és Csíkszentimre határán, 1250 m tengerszint feletti magasságban található. Közelében helyezkedik el a Bánya- és Vermed- patak forrásvidéke, egy borvizes- ún. mofettás-ingovány, mely botanikai és geológiai értékei miatt védett terület. Vörös áfonya állományát tekintve egységnyi területen jóval alacsonyabb tőszámot, illetve az állomány kisebb átlagmagasságát figyelhettük meg. Ökológiai viszonyok: napfénynek kitett hely, fás növényközösség hiánya, alacsony páratartalom, szélkitettség, vastag tőzegréteg. A minta gyűjtésének ideje: 2013. augusztus 20.

7. minta: Kelemen havasok, Galónya

A Keleti-Kárpátok vulkanikus vonulatának legmagasabb hegysége a Kelemen-havasok. Az Istenszéke tömbje 1380 m magas, a Maros jobb partján fekszik, teteje tulajdonképpen egy andezit sziklával körülvett plató. Növényzetét zárt lucosok jellemzik, melyet többfelé szőrfüves legelők tagolnak fel (HÖHN 1998). A gyűjtött minták környezete: féllárnyék, alacsony páratartalom, szélkitettség, elszórtan fás vegetáció. A minta gyűjtésének ideje: 2013. augusztus 22, helye az Istenszék alatti Galónya-patak völgye.

8. minta: Bélbor

Bélbor Hargita megye ásványvizekben leggazdagabb községe, közel 700 ásványvízforrással. Nyolc havasi lúp található a határában, legismertebb a „Párául Dorneanu”-lúp, amely tápanyagokban gazdag eutróf-tőzegtelen. A belterülettől nyugatra, a Dorneanu-patak völgyében, a patak jobb partján, 910 m magasságban lévő 3 hektárnyi védett terület, növényrezervátum. A lápot mészből gazdag szénsavas ásványvíz-források táplálják, ezért a tőzegen vékony mésztufa-rétege-

ket és mézskéreggel bevont növényi maradványokat találunk. Jégkorszaki maradvány-növényei: a háromlevelű vidrafű (*Menyanthes trifoliata* L.), a törpefűz (*Salix repens* L.), a szibériai hamuvirág (*Ligularia sibirica* (L.) Cass.) és több más tundrai relikturnövény (NYÁRÁDY 1929). A mintát a Bélbortól mintegy 400 m-es szintkülönbségre található Mogyorós-nyeregben (1440 m) gyűjtöttük. A gyűjtött minták környezete: széltől védett, napsütötte hegyoldal, elszórtan fás vegetáció. A gyűjtés ideje 2013. augusztus 23.

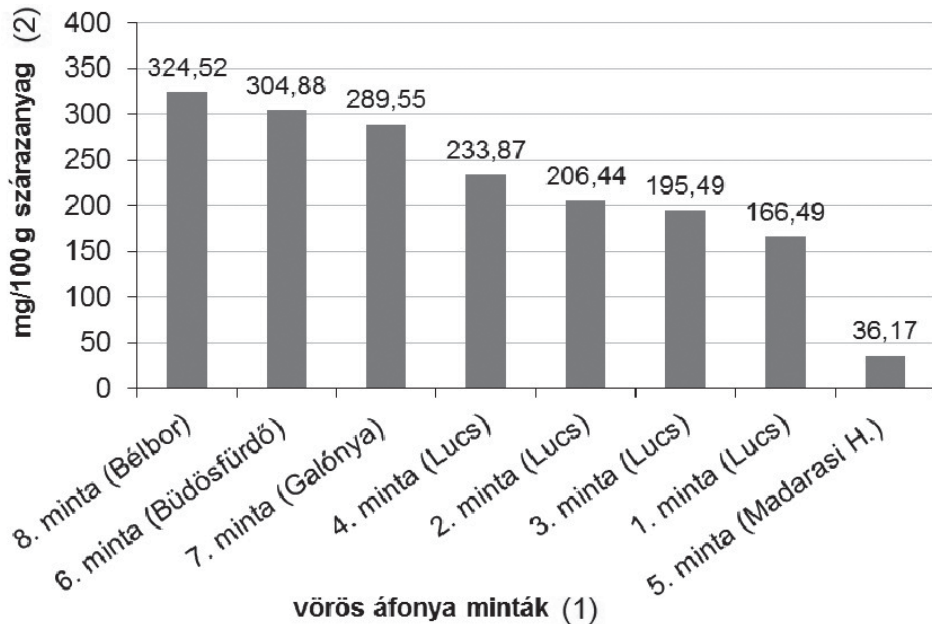
Az egyes antocianin komponensek elválasztására nem került sor a vizsgálat során, csupán az össz-antocianin tartalom meghatározását végeztük el a különböző vörös áfonya mintákon. Az össz-antocianin tartalom meghatározásának vizsgálata sósavas-etanolos színkinyerési eljárással FÜLEKI és FRANCIS (1968) módszere szerint történt. A vizsgált termésmintát felengedtetés után Mikro 22R Hettich laboratóriumi centrifugával 5000 fordulatszámon 15 percig centrifugáltuk, majd a felülúszóból 0,1 g-ot mértünk be, ehhez 0,2 ml cc. sósavat (HCl) adtunk, és 96%-os alkohollal 10 ml-re kiegészítettük. Az így előkészített minták abszorbanciáját 30 percig sötétben történő állás után Cary Varian UV-Visible spektrofotométeren mértük 550 nm-en, 3 ismétlésben. A spektrofotometriás meghatározás értékelési módja:

$$\text{Összes antocianin (mg/l)} = (\text{MW} \times A_{\text{max}} \times \text{DV}) / \varepsilon$$

ahol: A_{max} = abszorbancia, MW = molekulatömeg (cianidin-glükozid: 449,2 g/mol), DV = hígítás (ebben az esetben 100×), ε = extinkciós koefficiens ($3,34 \times 10^4$). Minden minta esetében a mért abszorbancia érték maximumát vettük figyelembe, az eredményeket mg cianidin-3-glükozid/100 g szárazanyagra vonatkoztattuk.

Eredmények

A maximális abszorbanciaérték alapján számított össz-antocianin tartalom (mg/100 g szárazanyag) az egyes populációkban az alábbiak szerint alakult: Bélbor: 324,52; Büdösfürdő: 304,88; Madarasi-Hargita: 36,17; Galónya: 289,55; Lucs 4: 233,87; Lucs 2: 206,44; Lucs1: 166,49; Lucs 3: 195,49 (2. ábra). Magasabb értéket a bélbóri és büdösfürdői mintavételi helyekről származó termések esetében találtuk; mindkét helyen hasonló ökológiai körülményeket tapasztaltunk, az állományok napsütötte, gyér fás vegetációjú környezetben fordultak elő, a tengerszint fölötti magasság 1250, illetve 1310 m között változott. Mivel célkitűzéseink között szerepelt a közel azonos környezeti háttérű helyekről származó minták össz-antocianin mennyiségének összehasonlítása is, ezért a lucsi tőzeglápban négy helyről történt mintavétel. A lucsi tőzegláp nagy kiterjedtsége, azonos klimatikus,



2. ábra. A vörös áfonya minták (1–8) össz-antocianin tartalma.

Fig. 2. Total anthocyanin content of lingonberry samples (1–8).

(1) Sample identifier; (2) mg/100 g dry matter.

edafikus viszonyai, valamint homogén növényzete révén az említett szempontoknak megfelelt. Spektrofotometriás meghatározásaink a Lucs-tőzezláp négy különböző helyről gyűjtött vörös áfonya termékek esetében, ha nem is akkora mértékben, mint a bélbori vagy büdösfürdői mintákkal történt összehasonlításakor, de eltéréseket mutattak. Így a Lucs 1: 166,49; Lucs 2: 206,44; Lucs 3: 195,14; Lucs 4: 233,87 mg/100 g szárazanyag volt, jóllehet mind a négy minta azonos ökológiai háttérű (talaj, fény, hőmérséklet, csapadék) helyről származott.

Megvitatás

A gyümölcsfejlődés utolsó fázisa az érés, ez pedig olyan minőségi változás, amely során a gyümölcsben biokémiai, biofizikai, fizikokémiai változások történnek és ezek sorozata határozza meg a gyümölcs külső és belső minőségi tulajdonságait. A gyümölcsérés genetikai, hormonális és környezeti hatások szabályozása alatt áll (KÁLLAY et al. 2010). Irodalmi adatok (BUTURĂ 1979) szerint a romániai vörös áfonya állományok esetében a gyümölcsérés július közepe–szeptember eleje közé esik. Egyes szerzők szerint (VYAS et al. 2015) viszont pozitív korreláció mutatható ki a tengerszint fölötti magasság és az össz-antocianin tartalom kö-

zött, ugyanakkor a termőhelyek növekvő tengerszint fölötti magassága későbbi gyümölcsérést is eredményez (LEE és FINN 2012). A legmagasabb értékeket a bélbóri és büdösfürdői mintavételi helyekről származó gyümölcsök esetében találtuk és mindkét mintavételi helyen hasonló ökológiai körülményeket tapasztaltunk (napsütötte, gyér fás vegetációjú környezet). Az össz-mintavételezés során a lelőhelyek tengerszint fölötti magassága 1079 m (Lucs), 1310 m (Bélbor), 1250 m (Büdösfürdő), 1380 m (Galónya) és 1685 m (Madarasi-Hargita) mentén változott, az első és utolsó minta begyűjtése között pedig csupán 4 nap telt el. Az eredményeket értékelve felvetődik az a kérdés, hogy az össz-antocianin eltéréseket nem csupán az eltérő termőhelyi viszonyok, hanem a tengerszint fölötti magasság által meghatározott eltérő érési idők és a rövid gyűjtési időintervallum is okozhatták. Eredményeink bár alátámasztják az irodalomban leírt esetleges ökotípusok jelenlétét (JOVANCEVIC et al. 2011), pontos választ nem adnak erre az utóbbi eshetőségre, okot szolgáltatva a további kutatásokra. Jóllehet a vörös áfonya vegetatív úton is szaporodik, és bár a Lucs-tózeplap négy mintavételi pontja mindegyikéből csupán egyszer történt mintavétel (aminek okán szignifikanciavizsgálat nem volt elvégezhető), az eltérő össz-antocianin tartalom az azonos klimatikus viszonyok közepette véleményünk szerint felveti eltérő genotípusok létezésének lehetőségét. E felvetés bizonyításához vagy elvetéséhez viszont további termésmorfológiai és beltartalmi mérések, valamint genetikai vizsgálatok szükségesek. A Madarasi-Hargitáról származó minta volt az egyetlen, amelyet vízben tároltunk, és amelynek össz-antocianin tartalma messze alulmúlta a többi vizsgált állományét. Értékelésünk szerint ennek oka elsősorban az eltérő tárolásmód, de befolyásolhatták az eltérő ökológiai viszonyok, valamint a nagy tengerszint fölötti magasság (1685 m) miatti kései érési idő is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Sapientia Erdélyi Tudományegyetem Biomérnöki Tanszéke keretében működő Biokémiai és Biotechnológiai Kutatóközpont munkatársainak, akik a mérések laboratóriumi hátterét biztosították.

Irodalomjegyzék

- ANDERSEN Ø. M. 1985: Chromatographic separation of anthocyanins in cowberry (lingonberry) *Vaccinium vitis-idaea* L. Journal of Food Science 50(5): 1230–1232.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10449.x>
- BEKE Ö. 1935: Népies növényneveink történetéhez. Vas Szemle II: 256–264, 381–390.
- BISHAYEE A., HASKELL Y., DO C., SIVEEN K. S., MOHANDAS N., SETHI G., STONER G. D. 2015: Potential benefits of edible berries in the management of aerodigestive and gastrointestinal tract cancers: preclinical and clinical evidence. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.982243>

- BURGER O., WEISS E., SHARON N., TABAK M., NEEMAN I., OFEK I. 2002: Inhibition of *Helicobacter pylori* adhesion to human gastric mucus by a high-molecular-weight constituent of cranberry juice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42(S3): 279–284.
<http://dx.doi.org/10.1080/10408390209351916>
- BUTURĂ V. 1979: Enciclopedie de etnobotanică românească. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 253 pp.
- CSEDŐ K. 1980: Plantele medicinale si condimentare din judetul Harghita. Comitetul Executiv al Consiliului Popular al judetului Harghita. Miercurea Ciuc, 711 pp.
- DUDA-CHODAK A., TARKO T., RUS M. 2009: Antioxidant activity of selected herbal plants. *Herba Polonica* 55(4): 65–77.
- FÜLEKI T., FRANCIS F. J. 1968: Quantitative methods for anthocyanins. *Food Science* 33(3): 266–274. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb01365.x>
- FÜZI I., CSEDŐ K., KISGYÖRGY Z., RÁCZ G. 1973: Plantele medicinale din județul Harghita. Intreprinderea Poligrafică Tîrgu Mures. Tîrgu Mures, 80 pp.
- GÜLÇİN İ. 2006: Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology* 217(2): 213–220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tox.2005.09.011>
- HÄKKINEN S. H., KARENlampi S. O. 2000: Influence of domestic processing and storage on flavanol contents in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(7): 2960–2965.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf991274c>
- HÄKKINEN S., HEINONEN M., KARENlampi S., MYKKÄNEN H., RUUSKANEN J., TÖRRÖNEN R. 1999: Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International* 32(5): 345–353. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00095-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00095-2)
- HEINONEN M. 2007: Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolics – a Finnish perspective. *Molecular Nutrition and Food Research* 51(6): 684–691.
<http://dx.doi.org/10.1002/mnfr.200700006>
- HÖHN M. 1996–97: Vascular flora of the Kelemen (Calimani) Mts. on side of the Maros (river) drainage area. *Studia botanica hungarica* 27–28: 75–108.
- HÖHN M. 1998: A Kelemen havasok növényzetéről. Menthor Kiadó. Marosvásárhely, 114 pp.
- IKEDA Y., MURAKAMI A., OHIGASHI H. 2008: Ursolic acid: an anti- and pro-inflammatory triterpenoid. *Molecular Nutrition and Food Research* 52(1): 26–42.
<http://dx.doi.org/10.1002/mnfr.200700389>
- ISAAK C. K., PETKAU J. C., KARIN O., DEBNATH S. C., SIOW Y. L. 2015: Manitoba lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) bioactivities in ischemia-reperfusion injury. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63(23): 5660–5669. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00797>
- JOVANCEVIC M., BALIJAGIC J., MENKOVIC N., SAVIKIN K., ZDUNIC G., JANKOVIC T., DEKIC-IVANKOVIC M. 2011: Analysis of phenolic compounds in wild populations of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) from Montenegro. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(6): 910–914.
- KÁLLAY T-NÉ, FICZEK G., ANDOR D., STÉGERNÉ MÁTÉ M., BORONKAY G., KIRILLA Z., BUJDOSÓ G., VÉGVÁRI GY., TÓTH M. 2010: Variety specific integrated fruit production development in order to optimize inner content value. *International Journal of Horticultural Science* 16(2): 27–31.
- KONDO M., MACKINNON S. L., CRAFT C. C., MATCHETT M. D., HURTA R. A., NETO C. C. 2011: Ursolic acid and its esters: occurrence in cranberries and other *Vaccinium* fruit and effects on matrix metalloproteinase activity in DU145 prostate tumor cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91(5): 789–796. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4330>
- LEE J., FINN C. E. 2012: Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) grown in the Pacific Northwest of North America: anthocyanin and free amino acid composition. *Journal of Functional Foods* 4(1): 213–218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2011.10.007>

- MANE C., LOONIS M., JUHEL CH., DUFOUR C., MALIEN-AUBERT C. 2011: Food grade lingonberry extract: polymorphic composition and *in vivo* protective effect against oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(7): 3330–3339.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf103965b>
- NEAMTU G., CÎMPEANU GH., SOCACIU C. 1993: *Biochimie vegetală (partea structurală)*. Editura Didactică și Pedagogică R. A. București, 347 pp.
- NYÁRÁDY E. GY. 1929: A vizek és a vízben bővelkedő talajok növényzetéről a Hargitában. In: CSUTAK V. (szerk.) *Emlékkönyv a Székely Nemzeti Múzeum ötvenéves jubileumára*. Székely Nemzeti Múzeum Kiadása, Sepsiszentgyörgy, 784 pp.
- OROIAN S. 2011: *Botanică Farmaceutică*. University Press Târgu Mureș. Târgu Mureș, 532 pp.
- PÁLFALVI P. 2012: A Gyimesi-hágó környékének flóralistája. 2. rész. A Csíki Székely Múzeum Évkönyve VIII. Csíki Székely Múzeum, Csíkszereda, 375 pp.
- PÉNTÉK J., SZABÓ A. 1976: *Ember és növényvilág. Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 366 pp.*
- POP E. 1960: *Mlastinile de turbă din Republica Populară Română*. Editura Academiei Republicii Populare Române, București, 511 pp.
- POP E., SĂLĂGEANU N. 1965: *Monumente ale naturii din Romania*. Editura Meridiane, București, 175 pp.
- PUPPONEN-PIMIÄ R., NOHYNEK L., MEIER C., KÄHKÖNEN M., HEINONEN M., HOPIA A., OKSMAN-CALDENTY K. M. 2001: Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology* 90(4): 494–507.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01271.x>
- RAB J. 2001: *Népi növényismeret a Gyergyói-Medencében*. Pallas Akadémia Könyvkiadó, Csíkszereda, 247 pp.
- RÁCZ G., CSEDŐ K. 1970: *Plantele folosite în medicina populară de pe versanții vestici ai munților Harghita*. Aluta, Sepsiszentgyörgyi Múzeum, 81 pp.
- RAPAICS R. 1940: *A Magyar gyümölcs. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 350 pp.*
- RITCHIE I. C. 1955: *Vaccinium vitis-idaea*. Biological flora of the British Isles. *Journal of Ecology* 43(2): 701–708. <http://dx.doi.org/10.2307/2257030>
- ROMAN I., PUICĂ C., TOMA V. A. 2014: The effect of *Vaccinium vitis-idaea* L. extract administration on kidney structure and function in alcohol intoxicated rats. *Studia Universitatis “Vasile Goldiș”, Seria Științele Vieții* 24(4): 363–367.
- SAARIO M., KOIVUSALO S., LAAKSO I. 2002: Allelopathic potential of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) litter for weed control. *Biological Agriculture and Horticulture* 20(1): 11–28.
<http://dx.doi.org/10.1080/01448765.2002.9754946>
- SOÓ R. 1944: *A székelyföld növényészövetkezeteiről*. Múzeumi Füzetek (Kolozsvár) 2(2): 12–59.
- STONER G. D., WANG L. S., CASTO B. C. 2008: Laboratory and clinical studies of cancer chemoprevention by antioxidants in berries. *Carcinogenesis* 9: 1665–1674.
<http://dx.doi.org/10.1093/carcin/bgn142>
- SU Z. 2012: Anthocyanins and flavonoids of *Vaccinium* L. *Pharmaceutical Crops* 3(1): 7–37.
<http://dx.doi.org/10.2174/2210290601203010007>
- VILJAKINEN S., VISTI A., LAAKSO S. 2002: Concentrations of organic acids and soluble sugars in juices from Nordic berries. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 52(2): 101–109. <http://dx.doi.org/10.1080/090647102321089846>
- VYAS P., CURRAN N. H., IGAMBERDIEV A., DEBNATH S. C. 2015: Antioxidant properties of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) leaves within a set of wild clones and cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 95(4): 663–669. <http://dx.doi.org/10.4141/cjps-2014-400>

- WANG Y., ZHANG D., LIU Y., WANG D., LIU J., JI B. 2015: The protective effects of berry-derived anthocyanins against visible light-induced damage in human retinal pigment epithelial cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(5): 936–944. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.6765>
- YANG B., KORTESNIEMI M. 2015: Clinical evidence on potential health benefits of berries. *Current Opinion in Food Science* 2: 36–42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2015.01.002>
- ZHENG W., WANG S. Y. 2003: Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(2): 502–509. <http://dx.doi.org/10.1021/jf020728u>
- ZORATTI L., JAAKOLA L., HAGGMAN H., GIONGO L. 2015: Anthocyanin profile in berries of wild and cultivated *Vaccinium* spp. along altitudinal gradients in the Alps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63(39): 8641–8650. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02833>

Total anthocyanin content of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) at several localities in the Eastern Carpathians

Z. A. KÖBÖLKUTI^{1*} and É. LASLO²

¹Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of Botany and Soroksár Botanical Garden; H-1118 Budapest, Villányi út 29–43, Hungary; *zoltanattila.kobolkuti@gmail.com

²Sapientia Hungarian University of Transylvania, Department of Technical and Natural Science; RO-530104 Miercurea Ciuc, Libertății Sq. 1, Romania; lasloeva@sapientia.siculorum.ro

Accepted: 7 March 2016

Key words: Eastern Carpathians, lingonberry, total anthocyanin, *Vaccinium vitis-idaea*.

Vaccinium vitis-idaea L. has been recognized by folklore and used for centuries in Transylvanian folk medicine and traditional diet. Several biochemical compounds of its fruits are proved to have beneficial impact on human health and are described in the literature. Based on the on-going interest in potential health benefits of lingonberry consumption, in this study we measured spectrophotometrically the total anthocyanin content of fruit samples from several localities of the species range in the Eastern Carpathians. The detected values were compared in the context of potential differences associated with site conditions. Total anthocyanin content ranged from 166.49 to 324.52 mg in 100 g dry matter, with the highest level measured in the samples from Búdösfürdő and Bélbor (304.88 and 324.52 mg, respectively), both from woodlands of sparse canopy where ripening fruits receive greater amount of solar radiation compared to the other, more shaded sites.