

SAMBUCO BACCHE: adulterazione

Introduzione

Gli integratori alimentari a base di bacche di sambuco sono ampiamente utilizzati per alleviare i sintomi delle infezioni delle vie respiratorie superiori associate a raffreddori e influenze. Diversi studi clinici supportano, ad esempio, i benefici di questo frutto nel trattamento dei sintomi del comune raffreddore. L'uso di questi prodotti, quale rimedio per il raffreddore e l'influenza ha registrato, negli ultimi anni, un rapido incremento, al punto che nel primo semestre del 2020 gli integratori a base di bacche di sambuco sono risultati tra gli integratori alimentari a base di erbe più venduti negli USA, (n.d.r. *così come in Italia ed in molti altri paesi nel mondo*), sia nel mercato di massa che nei canali di vendita al dettaglio naturali, contestualmente allo sviluppo e all'evoluzione della pandemia da COVID-19.

L'aumentata domanda per questi prodotti da parte dei consumatori, insieme alle difficoltà riscontrate nella catena di approvvigionamento delle bacche di sambuco a causa della pandemia, hanno portato ad una carenza di materie prime e ad un incremento dei prezzi degli ingredienti a base di questi frutti. Situazioni di questo tipo possono favorire la vendita di prodotti adulterati, sebbene in letteratura manchino dati sull'autenticità dei prodotti in commercio a base di questa pianta.

Al fine di valutare la qualità dei prodotti in commercio, l'American Botanical Council (ABC) ha condotto una indagine per raccogliere dati sull'autenticità delle bacche di sambuco coinvolgendo sia aziende che producono integratori alimentari a base di questo frutto sia i laboratori che analizzano ingredienti e prodotti finiti.



FONTE: Gafner S., Borchardt T., Bush M., Sudberg S., et al., *Features And News - Elder Berry Adulteration. Tales from the Elder: Adulteration Issues of Elder Berry: A review of analytical laboratory evidence documenting adulteration and fraud in the international market for elder berry ingredients. HerbalEGram, Issue 3, March 2021.*



Nello studio sono riportati i dati forniti da otto organizzazioni, concernenti l'analisi di 532 campioni, 58 (10,9%) dei quali non hanno superato le specifiche d'identità. I risultati mostrano che l'estratto di riso nero (*Oryza sativa* L.) è un adulterante tipico, essendo un ingrediente relativamente a basso costo che contiene alcuni dei composti antocianidinici presenti anche nelle bacche di sambuco, seppur non tutti.

Oltre ai dati sull'adulterazione, l'articolo fornisce una breve panoramica sulla tassonomia del sambuco, sulla composizione fitochimica, sui suoi usi benefici per la salute e sulla situazione del mercato negli Stati Uniti.

Identificazione botanica e tassonomia

Il sambuco europeo* (*Sambucus nigra* L., syn. *S. nigra* subsp. *nigra* L., Fam. *Adoxaceae*) è un albero con radici poco profonde che può crescere fino a 10 m in altezza e produce piccoli frutti rotondi (6-8 mm di diametro) che, a maturazione, sono di colore porpora scuro o viola. La specie è distribuita in gran parte dell'Europa, dalla Scandinavia meridionale alla Spagna settentrionale, dall'Italia alla Turchia e, ad est, fino alle montagne del Caucaso.¹ È stata inoltre introdotta nel Nord e Sud America e in Oceania. L'areale originario di una specie strettamente correlata e morfologicamente simile, il sambuco americano (*Sambucus canadensis* L., syn. *S. nigra* subsp. *canadensis* (L.) R. Bolli), si estende dalla Nuova Scozia e dal Quebec fino alla Florida, le Indie occidentali e l'America centrale e, ad ovest, dal Manitoba alle montagne del Messico.^{2,3} Altre specie di sambuco usate per scopi salutistici includono il sambuco meridionale (*S. australis* Cham & Schldtl.), il sambuco blu (*S. cerulea* Raf.), il nano (*S. ebulus* L.), il cinese (*S. javanica* subsp. *chinensis* (Lindl.) Fukuoka, syn. *S. chinensis* Lindl.) e il sambuco Williams (*S. williamsii* Hance).⁴

Incertezze esistono sulla corretta classificazione tassonomica delle principali specie di sambuco in commercio. Le cinque banche dati consultate⁵⁻⁹ per la stesura di questo articolo considerano *S. cerulea*, *S. nigra* e *S. canadensis* come

* Altro nome comunemente usato per *S. nigra* è sambuco nero o sambuco nero europeo, per distinguere la specie dal sambuco rosso (*S. racemosa*). Allo stesso modo, sambuco nero americano è usato per *S. canadensis*.

specie separate, collocandole alternativa-
mente nella famiglia delle *Viburnaceae*^{5,8,9}
o *Adoxaceae*^{6,7}. Il National Plant Germ-
plasm System ((NPGS) degli Stati Uniti
classifica anche il *S. nigra* subsp. *ni-*
gra come una specie separata. Que-
sto, nonostante la più recente valu-
tazione tassonomica di genere da
parte di Bolli (1994),¹⁰ che ha propo-
sto di classificare cinque taxa prece-
dentemente separati (compresi *S.*
canadensis e *S. cerulea*) come sotto-
specie di *Sambucus nigra*. Bolli ha an-
che sostenuto la collocazione del genere
in una famiglia separata - *Sambucaceae*.

Una revisione del lavoro di Bolli da parte di Ap-
plequist¹¹ nel 2015 accredita il livello di sottospecie di *S. nigra* subsp. *canadensis*,
ma non quello di *S. cerulea*, poiché quest'ultima è più facilmente distinguibile da
S. nigra in base alle sue caratteristiche morfologiche.

Secondo Applequist, il genere *Sambucus* dovrebbe essere collocato nella fami-
glia *Adoxaceae*.¹¹ Tuttavia, diverse pubblicazioni del 2020 e 2021 collocano il
Sambucus nelle *Viburnaceae*,^{5,8,9} mentre la maggior parte delle pubblicazioni
precedenti al 2015 lo pongono nelle *Caprifoliaceae*.^{3,4,12-14}

Come se tale confusione tassonomica non fosse sufficiente, vi sono anche opi-
nioni differenti sull'uso del nome comune inglese “elder” (sambuco) rispetto a
“elderberry” (sambuco/bacche di sambuco). La letteratura più antica usa co-
munemente il termine “elder” (sambuco) per la pianta, e specifica le parti della
pianta come “elder berry” (bacche di sambuco), “elder leaves” (foglie di sam-
buco) e “elder flowers” (fiori di sambuco). Più recentemente, il termine “elder-
berry” ha preso piede nella letteratura per identificare il frutto, mentre “el-
derflower” è usato per indicare il fiore.^{15,16} L'EMA (Agenzia europea per i medi-
cinali) mostra un approccio interessante e usa “elderberry”¹⁷ e “elder flower”¹⁸
nei suoi testi ufficiali, mentre la seconda edizione dell'American Herbal Product
Association's Herbs of Commerce⁴ specifica che il nome della pianta è “Euro-
pean elder” per *S. nigra* e “American elder” per *S. nigra* subsp. *canadensis*.





Storia d'uso

Le bacche del sambuco europeo sono state usate per vari scopi sin da prima della comparsa di documentazioni storiche. Scavi archeologici hanno riportato alla luce che gli alberi di sambuco sono coltivati da millenni. Per esempio, i semi di sambuco scoperti in quelle che oggi sono Austria, Francia, Italia e Svizzera, sono stati datati all'età della pietra e del bronzo (1.000-4.000 a.C.).¹⁹⁻²²

Le bacche di sambuco sono state usate per molto tempo nella medicina popolare.

Informazioni sulle proprietà salutistiche di questo frutto si trovano spesso in scritti che risalgono all'antichità, comprese le opere di Ippocrate (ca. 460-370 a.C.), Plinio il Vecchio (ca. 23-79 d.C.) e Dioscoride (ca. 40-90 d.C.).¹³ Durante il medioevo, in Europa, tutte le parti della pianta del sambuco venivano usate per i loro effetti benefici con una vasta gamma di indicazioni. Il *Theatrum Botanicum* di John Parkinson del 1640²³ include descrizioni approfondite sugli usi medicinali di varie parti del sambuco, come ad esempio gli effetti diuretici delle bacche e l'uso della radice per curare i morsi di vipera.

Allo stesso modo, diverse parti del sambuco americano erano usate nella medicina tradizionale di molti popoli indigeni americani. Le tribù dei Cherokee e degli Iroquois usavano preparati a bacche di sambuco americano per trattare la febbre, e i Rappahannock anche per alleviare i reumatismi.^{12,24} Le bacche erano impiegate da altre tribù per problemi gastrointestinali,²⁴ come purgante ed emetico,¹² mentre i frutti maturi essiccati per trattare la diarrea.²⁴ Mentre molti di questi usi ed indicazioni sono scomparsi nel tempo, i fiori e i frutti del sambuco sono ancora ampiamente utilizzati nella medicina tradizionale.²⁵ Le bacche di sambuco sono per lo più usate sotto forma di succo o sciroppo come blando lassativo, diuretico e agente diaforetico per il comune raffreddore.^{13,25,26}

Cultivar e composizione fitochimica

Gli alberi di sambuco sono coltivati come piante ornamentali o da frutto in molte aree dell'Europa, dell'Africa settentrionale, dell'Asia orientale e del Nord America. L'interesse commerciale per le bacche e i fiori di sambuco ha portato allo sviluppo di molte cultivar di questa pianta.²⁷

La coltivazione del sambuco è cominciata all'inizio del XX secolo e ha raggiunto il suo apice a metà del secolo portando alla produzione di diverse cultivar di sambuco europee (es. Haschberg, Korsør, Samdal, Sampo e Samyl) e americane (es. Adams, Johns, Nova, Scotia e York), alcune delle quali più usate per scopi commerciali.

I principali composti delle bacche di sambuco includono zuccheri, acidi organici, terpenoidi, composti fenolici e costituenti volatili. Sulla base del contenuto di questi metaboliti riferiti sia ai frutti freschi (peso fresco, PF) che a quelli secchi (peso secco, PS), riportato da diversi studi in letteratura, e della quantità di acqua delle bacche (72%-78%),²⁸ sembra ragionevole applicare un fattore di disidratazione di quattro. Il sambuco europeo contiene 2,6-10,5 g di glucosio, 2,6-6,3 g di fruttosio e 0,05-1,0 g di saccarosio per 100 g PF di bacche.²⁸ I principali acidi organici sono l'acido citrico (10,4-999 mg/100 g PF) e l'acido malico (7,4-882 mg/100 g PF), con quantità minori di acido tartarico e shikimico. Gli acidi ursolico e oleanolico sono i triterpenoidi più abbondanti nelle bacche.²⁸

I composti fenolici includono invece proantocianidine, antociani, glicosidi flavonolici e quantità minori di derivati dell'acido caffeoilchinico (per es. acido clorogenico) e fenoli semplici.

Le antocianine nel sambuco europeo sono dominate da cianidina-3-*O*-glucoside e cianidina-3-*O*-sambubioside, con quantità minori di cianidina-3,5-*O*-diglucoside e cianidina-3-*O*-sambubioside-5-*O*-glucoside. Il contenuto totale di antociani nelle bacche di sambuco europeo varia tra 149-1.368 mg/100 g PF^{28,29-32} I glicosidi flavonolici includono principalmente rutina (29,0-52,0 mg/100 g PF) e isoquercitrina (6,4-26,5 mg/100 g PF),^{29,32} con piccole quantità di campferolo- e isoramnetina-3-*O*-rutinosidi e 3-*O*-glucosidi.



Tabella 1 – Concentrazione di antociani selezionati nelle bacche di diverse specie di sambuco (espressa in mg/100 g PF) ^{29-32,36}

Specie di sambuco	Cianidina-3-O-glucoside	Cianidina-3-O-sambubioside	Cianidina-3,5-O-diglucoside	Cianidina-3-O-sambubioside-5-O-glucoside	Cianidina-3-O-[6-O-(E)-p-cumaril]sambubioside-5-O-glucoside
<i>S. canadensis</i>	0,03-62,7	1,7-39,4	6,3-94,6	40,8-195	130,6-594,2
<i>S. cerulea</i>	2,9	63,4	n.d.	n.d.	n.d.
<i>S. ebulus</i>	84,5	244,8	91,6	42,0	n.d.
<i>S. nigra</i>	44,8-73,8	122,2-630,8	5,9-47,1	16,0-82,6	n.d.

n.d. = non rilevabile

Le bacche di sambuco americano contengono quantità simili di zuccheri e acidi organici. In uno studio del 2015 sono state riportate concentrazioni di glucosio e fruttosio, rispettivamente, di 1,4-2,6 g/100 g PF e 1,4-3,1 g/100 g PF³³, mentre il contenuto di acido citrico era di 163-501 mg/100 g PF e di acido malico 194-441 mg/100 g PF.³³ La concentrazione di rutina varia da 3,5 a 170 mg/100 g PF.^{33,34} La rutina è il flavonolo predominante anche nelle bacche di sambuco americano; tuttavia, in tre delle nove cultivar analizzate sono state trovate quantità leggermente superiori di isoramnetina-3-*O*-rutinoside (1,4-16,9 mg/100 g PF).³³ Le concentrazioni di isoquercitrina variano da 0,4 a 48,5 mg/100 g PF.^{33,34} Contrariamente al sambuco europeo, il profilo degli antociani nelle bacche di sambuco americano è dominato dalla cianidina-3-*O*-[6-*O*-(E)-p-cumaril]sambubioside-5-*O*-glucoside; pertanto, la presenza di questo composto p-cumarilato può essere utilizzato come marcatore per distinguere tra le due specie. Altre antocianine nel sambuco americano includono cianidina-3-*O*-sambubioside-5-*O*-glucoside, cianidina-3,5-*O*-diglucoside, cianidina-3-*O*-glucoside, cianidina-3-*O*-sambubioside e cianidina-3-*O*-[6-*O*-(Z)-p-cumaroil]sambubioside-5-*O*-glucoside. La concentrazione totale di antociani nelle bacche di sambuco americano varia da 208 a 1.005 mg/100 g PF.³⁰ Gli intervalli di concentrazione dei singoli antociani sono riportati in **Tabella 1**. I profili degli antociani di *S. cerulea* e *S. ebulus* sembrano essere simili a quello di *S. nigra*. Nessun dato quantitativo sulle singole antocianine presenti in *S. williamsii* è disponibile in letteratura; uno studio del 2016 ha rilevato un contenuto totale di antocianine di 32 mg/100 g PF ed identificato la cianidina-3-*O*-(E)-p-cumaroilsambubioside-5-*O*-glucoside come il pigmento principale di questa specie.³⁵

Il mercato delle bacche di sambuco

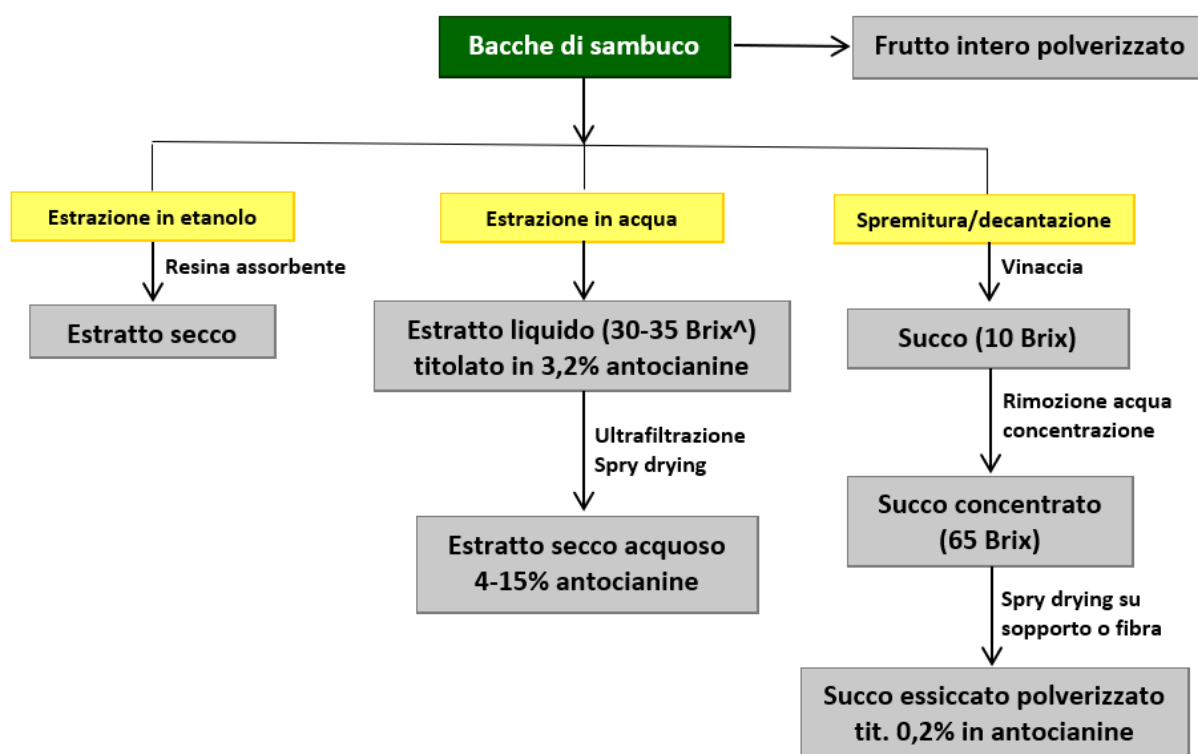
Sebbene le bacche di sambuco siano state utilizzate per molto tempo nella medicina tradizionale, nei Paesi occidentali la comparsa di integratori alimentari a base di sambuco e di farmaci a base di questa pianta sul mercato sono un fenomeno piuttosto recente.

Il *Codex delle preparazioni galeniche* del 1992,³⁷ per esempio, un libro contenente tutte le preparazioni medicinali utilizzate dai farmacisti in Svizzera, non elenca alcun prodotto contenente bacche di sambuco. Uno dei primi prodotti a base di bacche di sambuco ad entrare sul mercato, nel 1992, è stato uno sciroppo.³⁸

Il sambuco è apparso per la prima volta nel report annuale dell'ABC (American Botanical Council) sul mercato USA degli integratori alimentari a base botanici nel 2008, classificandosi al 16° posto tra i prodotti più venduti nel canale mass-market.³⁹ A quel tempo, venivano riportate le vendite al dettaglio riferite solo a questo canale. Molto popolari in quel periodo erano le pastiglie per la tosse contenenti estratti di fiori di sambuco, alcune delle quali vendute come integratori alimentari. Dal 2017-2018 è stato osservato un netto balzo di popolarità soprattutto dei prodotti a base di bacche di sambuco. Questo incremento era stato in parte associato alla grave stagione influenzale 2017-2018 e alla divulgazione dei risultati di uno studio clinico del 2016 che mostrava come l'utilizzo di bacche di sambuco riducesse i sintomi del comune raffreddore.⁴⁰



Figura 1 - Integratori alimentari di bacche di sambuco disponibili negli Stati Uniti



^ Il valore di Brix indica i grammi di saccarosio presenti in 100 g di liquido (ad esempio un succo di bacche di sambuco con 10 Brix contiene 10 g di saccarosio in 100 g di succo). La figura è stata modificata da Monagas (2021).⁴²

Questa tendenza positiva del commercio è proseguita, e sulla base dei dati disponibili, il 2020 è stato un altro anno da record per le vendite di prodotti a base di sambuco, con una crescita stimata di circa il 200% rispetto alle vendite del 2019.⁴¹

Sul mercato sono presenti numerosi preparati a base di bacche di sambuco (Figura 1). In commercio sono standardizzati in antociani e il loro costo sul mercato varia proprio in base alla concentrazione di queste sostanze. Nel 2021, il prezzo di un estratto di bacche di sambuco all'ingrosso, contenente il 7% di antociani, era nell'ordine di 160-190 \$/kg, mentre i costi di estratti contenenti il 14% di antociani variavano tra 270 e 300 \$/kg. Al contrario, estratti di "bacche di sambuco", in cui sono state trovate adulterazioni con estratto di riso nero (*Oryza sativa* L., *Poaceae*) si trovano sul mercato a soli 14 \$/kg.

Adulterazioni

Se da una parte, durante la pandemia da COVID-19, si è assistito ad un incremento della popolarità degli integratori alimentari a base di bacche di sambuco, grazie al maggior interesse dei consumatori per i prodotti a base di piante

con presunti effetti “immunomodulatori” ed “antivirali”, dall'altra, a causa della chiusura delle frontiere e delle aziende che producono tali ingredienti in Cina e in India, le spedizioni di preparazioni a base di bacche di sambuco hanno subito dei forti ritardi.^{43,44} Questo ha sollevato non poche preoccupazioni nell'industria degli integratori alimentari sul fatto che la domanda superasse l'offerta e che alcuni degli estratti di bacche di sambuco e degli integratori alimentari a base di questo frutto in commercio durante la pandemia fossero di bassa qualità o adulterati.⁴⁵⁻⁴⁸



Al momento della stesura di questo articolo (febbraio 2021) non è stato trovato in letteratura alcuno studio riportante l'adulterazione delle bacche di sambuco o di loro estratti. Al contrario, alcuni studi hanno suggerito che gli stessi estratti di bacche sono stati usati come adulteranti, ad esempio come additivi coloranti non dichiarati per il vino^{50,51} o per adulterare estratti di mirtillo.^{52,53} Tuttavia, una tesi di dottorato del 2016 mostra come, in quegli anni, l'adulterazione dei prodotti a base di bacche di sambuco fosse una procedura abbastanza comune.⁵⁴ In questo lavoro di tesi sono stati analizzati 29 integratori alimentari a base di bacche di sambuco (14 sciroppi, 5 tinture, 4 in forma di pastiglie, 3 concentrati e 3 in forma di capsule), tre campioni di frutti sfusi ed un campione di bacche polverizzate, venduti negli Stati Uniti (n = 31), in Irlanda (n = 1) e in Svizzera (n = 1). Nello specifico, è stato determinato il loro contenuto in zuccheri, antociani, acidi organici, vitamina C e proantocianidine totali.

In 8 di questi campioni (2 prodotti ciascuno di sciroppi, tinture, capsule e pastiglie) sono state identificate peonidina, peonidina-3-O-glucoside o peonidina-3-O-galattoside, antocianine non presenti nelle bacche di sambuco. Inoltre, le bacche di sambuco polverizzate contenevano principalmente cianidina-3-O-glucoside e peonidina-3-O-glucoside, che ricordano le principali antocianine trovate in un estratto di riso nero. Nel caso di un integratore in capsule, si è trovata una composizione in antociani non indicativa delle bacche di sambuco, con l'80,5% di cianidina-3-O-glucoside, l'11,6% di cianidina-3-O-galattoside, il 3,4% di cianidina-3-O-arabinoside, il 2,9% di cianidina e l'1,7% di peonidina-3-O-glucoside (calcolata come percentuale di antociani totali).⁵⁴ Il prodotto presentava anche un livello insolitamente alto di acido isocitrico, probabilmente dovuto alla presenza in formulazione del frutto liofilizzato di mora (*Rubus* spp.,



Rosaceae). La peonidina-3-*O*-glucoside non è nota per essere contenuta né nelle bacche di sambuco né nelle more.⁵⁵

In un estratto di bacche di sambuco studiato per i suoi effetti antiossidanti, antinfiammatori e citotossici è stato rilevato un profilo antocianico spurio.⁵⁶

L'estratto era descritto come un integratore alimentare, disponibile sul mercato mondiale, a base di un estratto di bacche di sambuco della specie *Sambucus williamsii* Hance contenente l'88,2% di cianidina-3-*O*-glucoside e il 9,7% di peonidina-3-*O*-glucoside, suggerendo nuovamente

un'adulterazione con estratto di riso nero.⁵⁶

Dati attuali dell'industria sull'autenticità delle bacche di sambuco

Al fine di valutare l'attuale situazione del mercato USA per quanto riguarda l'autenticità degli estratti di bacche di sambuco in commercio e dei prodotti finiti a base di questo frutto, l'ABC ha avviato una indagine invitando le aziende produttrici di integratori alimentari e i laboratori di analisi a fornire dati analitici in merito.

Metodi

In totale sono state 14 le realtà contattate per partecipare all'indagine e fornire i dati analitici a loro disposizione sulla qualità delle bacche di sambuco: 8 laboratori di analisi specializzati nell'identificazione di ingredienti botanici, tre aziende produttrici di integratori alimentari a base di bacche di sambuco e due fornitori di estratti. È stato chiesto loro di condividere i dati sulle analisi delle bacche di sambuco in forma anonima o modificata (ossia senza il nome del fornitore o del produttore per rispettare gli accordi di riservatezza). I dati sono stati forniti da 8 organizzazioni, di cui 6 hanno condiviso i rapporti effettivi delle analisi, mentre le altre due hanno condiviso solo i dati relativi ai campioni che non hanno superato le specifiche di identità. In totale sono stati analizzati 532 campioni, sebbene alcuni campioni potrebbero essere stati testati da più laboratori. I campioni analizzati comprendevano estratti sfusi, bacche di sambuco intere o polverizzate e prodotti finiti. Le analisi sono state condotte con diversi metodi di analisi quali cromatografia su strato sottile ad alta prestazione (HPTLC, n = 510), cromatografia liquida ad alta prestazione con rivelatore UV visibile (HPLC-

Tabella 2 - Risultati dei test sui prodotti con bacche di sambuco

Azienda/Laboratorio*	Metodo di analisi	Totale campioni analizzati	Adulterato/Test d'identità fallito
Laboratorio 1	HPTLC ^a	369	32
Azienda 1	HPTLC ^a /HPLC ^b	11	4
Laboratorio 2	WGS ^a	2	0
Laboratorio 3	HPTLC ^a	55	2
Azienda 2	UV/Vis ^a	6	0
Azienda 3	HPTLC ^c /HPLC ^b	33	16
Azienda 4	HPLC ^a	10	4
Laboratorio 4	HPTLC ^a	46	0
Totale		532	58

* Le aziende in grassetto hanno incluso prodotti della concorrenza nelle loro analisi.

^a Metodo registrato.

^b Farmacopea degli Stati Uniti (USP), monografia dell'estratto secco delle bacche di sambuco europeo.⁵⁷

^c Metodo messo a punto da NSF-INA (National Science Foundation - Institute for Nutraceutical Advancement).

Vis, n = 50), spettrofotometria ultravioletta/visibile (UV/Vis) con analisi chemiometrica (n = 6) e identificazione basata sul DNA mediante sequenziamento dell'intero genoma (WGS, n = 2). Due laboratori hanno utilizzato una combinazione di HPTLC e HPLC-Vis.

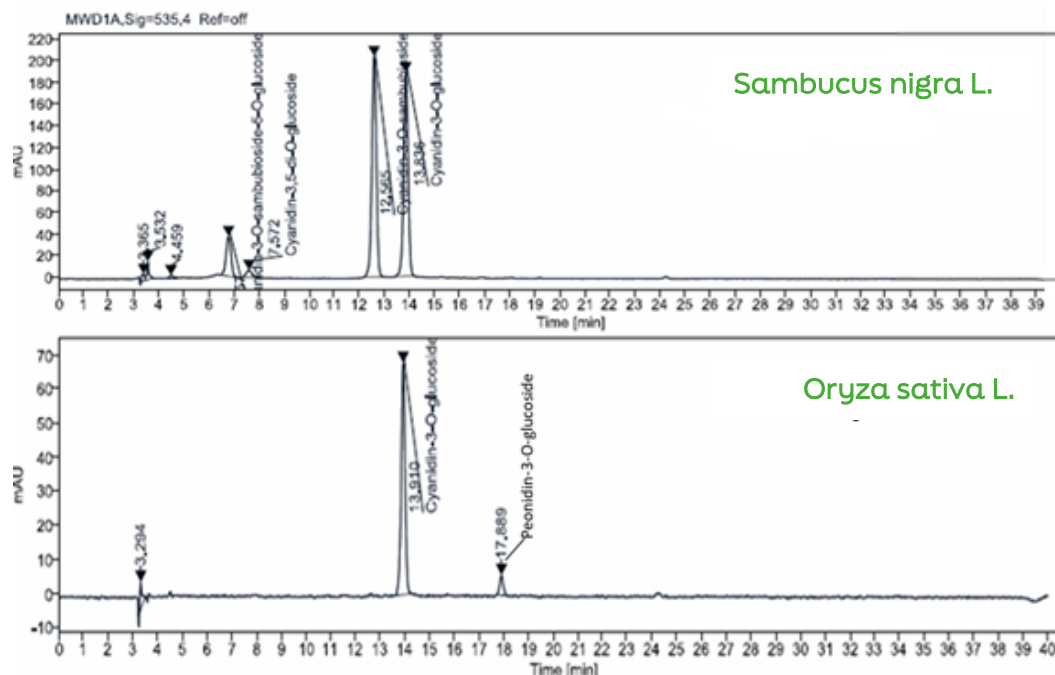
Risultati

Dei 532 campioni analizzati, quelli che non hanno superato le specifiche del test di identità a causa di differenze nell'impronta analitica rispetto ai campioni standard autentici sono stati 58 (10,9%). Adulterazioni sono state rilevate più frequentemente da produttori di bacche di sambuco che hanno analizzato prodotti della concorrenza (Tabella 2).

Identità degli adulteranti

Due aziende hanno tentato di caratterizzare l'identità degli adulteranti, individuando l'estratto di riso nero come comune adulterante sulla base sia del confronto dell'impronta digitale delle antocianine dell'estratto delle bacche di sambuco con quella di un estratto di riso nero autentico (Figura 2)⁵⁸, sia del confronto con i dati pubblicati in letteratura sulla composizione delle antocianine. La principale antocianina dell'estratto di riso nero è la cianidina-3-*O*-glucoside. Il riso nero contiene anche piccole quantità di peonidina-3-*O*-glucoside e tracce di cianidina-3,5-*O*-diglucoside e cianidina-3-*O*-rutinoside, ma manca la caratteristica cianidina-3-*O*-sambubioside presente in alcune delle specie autentiche di bacche di sambuco in commercio (Tabella 1).^{59,60} Nonostante siano stati rilevati altri adulteranti in alcuni degli estratti di sambuco sfusi (Figura 3), la loro

Figura 2 - Cromatogramma HPLC-Vis di un estratto di bacche di sambuco autentico e di bacche di sambuco sfuse contenenti un estratto di riso nero

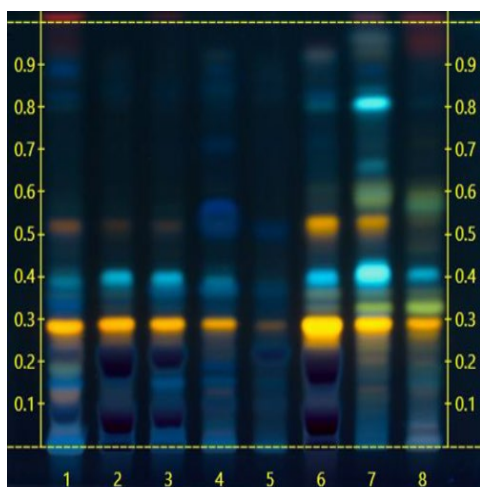


identità non è stata determinata. Inoltre, in diversi estratti di bacche di sambuco in commercio e in altre preparazioni per integratori alimentari, altamente diluiti, la presenza di antociani è molto difficile da rilevare.

Di recente sul mercato statunitense degli integratori alimentari sono comparsi prodotti contenenti estratti ricavati dal frutto di *Sambucus williamsii* Hance,

una specie di sambuco dalle bacche rosse che cresce nel nord-est della Cina, in Giappone e in Corea.⁶¹ A differenza del sambuco europeo e americano, per i quali le parti di interesse sono rappresentati da fiori e bacche, del sambuco Williams la medicina tradizionale cinese usa i ramoscelli. Chiamati *jie gu mu* in cinese, questi ramoscelli sono usati in combinazione con altre erbe per trattare le fratture ossee.⁶²⁻⁶⁴ Gli steli e i rami di sambuco Williams sono usati anche nella medicina tradizionale coreana in individui con ossa rotte e per il trattamento dell'osteoporosi.⁶⁵

Figura 3. Analisi HPTLC di estratti commerciali di bacche di sambuco



Campioni 1-2: bacche di sambuco europeo autentiche
Campioni 3-6: prodotti commerciali di bacche di sambuco
Campioni 7: fiore di sambuco europeo autentico
Campioni 8: bacca di sambuco blu autentica

Nel corso di questa indagine sono stati analizzati, HPLC-Vis e/o HPTLC, anche quattro campioni di un estratto di bacche di sambuco Williams, proveniente da due diversi fornitori. Nel caso di un fornitore, i campioni sono risultati contenere o un estratto di riso nero o una miscela di riso nero ed estratti di sambuco europeo. I campioni dell'altro fornitore presentavano esattamente lo stesso profilo in antociani delle bacche di sambuco europeo, contraddicendo così i risultati di uno studio che ha indicato la cianidina-3-*O*-(*E*)-*p*-cumarilsambubioside-5-*O*-glucoside come antocianina principale (si veda paragrafo "Cultivar e composizione fitochimica"), con altre antocianine acilate come componenti minori³⁵.

Non è chiaro se la seconda serie di campioni fosse sambuco europeo erroneamente etichettato come sambuco Williams o se il su citato studio sia stato condotto sulla specie sbagliata.

Ulteriori indagini sulla composizione delle bacche di sambuco Williams sono necessarie per fornire chiari criteri di distinzione tra questa ed altre specie di *Sambucus*.



Considerazioni sulla stabilità

Gli antociani sono noti per essere inclini all'ossidazione, con luce, temperatura, contenuto di acqua e pH che ne influenzano la stabilità,⁶⁶⁻⁶⁹ in particolare nelle formulazioni liquide.^{54,69}

Una degradazione sostanziale è stata osservata anche nelle bacche di alcuni fornitori che, prima di inviare la merce ai produttori di sciroppi ed estratti, la sterilizzano mediante l'uso di vapore. I trattamenti di sterilizzazione a vapore possono anche cambiare considerevolmente il profilo degli antociani,⁶⁷ portando ad un prodotto di colore più marroncino a causa della perdita di antociani e della formazione di vari tipi di polimeri.^{70,71} Come menzionato sopra, molti degli estratti non presentano antociani rilevabili. È possibile che alcuni degli ingredienti o dei prodotti che hanno fallito il test d'identità della tabella 2 siano dovuti a processi di produzione impropri. Pur non essendo tecnicamente adulterati, la degradazione degli antociani può compromettere l'efficacia del prodotto.

Conclusioni

L'aumentata popolarità degli estratti di bacche di sambuco e degli integratori alimentari a base di questa pianta, combinata con la scarsità delle forniture e l'aumento dei costi delle materie prime, causati dai problemi di approvvigionamento legati alla pandemia da COVID-19, hanno reso disponibili sul mercato, da parte di fornitori fraudolenti e senza scrupoli, estratti di bacche di sambuco diluiti o adulterati a prezzi bassi.

L'adulterante più comune sembra essere l'estratto di riso nero, ma anche altri materiali non identificati vengono utilizzati come adulteranti. Nonostante l'esatta identificazione tassonomica del sambuco americano e di quello europeo sia oggetto di dibattito scientifico, le due specie possono essere distinte in base al loro differente profilo in antociani. Nessun errore di etichettatura tra sambuco europeo e americano, o viceversa, è stato rilevato negli estratti in commercio o nei prodotti finiti. Tuttavia, uno dei casi citati suggerisce una possibile errata etichettatura del sambuco europeo scambiato per sambuco Williams.

I risultati di questa indagine indicano che i produttori di integratori alimentari a base di erbe devono prestare molta attenzione nell'acquisto degli ingredienti e predisporre controlli per valutare la qualità dei loro prodotti al fine di rilevare problemi di adulterazione, come la sostituzione fraudolenta non dichiarata, la diluizione e/o la contaminazione, controlli la cui frequenza dovrebbe aumentare durante particolari periodi di incremento delle vendite di taluni prodotti o improvvise interruzioni o carenze della catena di approvvigionamento delle materie prime e degli ingredienti.



Riferimenti bibliografici

1. Atkinson M.D., Atkinson E. *Sambucus nigra* L. *J Ecology*. 2002; 90: 895-923.
2. Britton N.L., Brown H.A. *An Illustrated Flora of the Northern United States and Canada*. Vol. 3. New York, NY: Dover Publications, Inc.; 1970.
3. Weakley A.S. *Flora of the Southeastern United States*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill, North Carolina Botanical Garden; 2020: 1605-1606.
4. McGuffin M., Kartesz J.T., Leung A.Y., Tucker A.O. *Herbs of Commerce*. 2nd ed. Silver Spring, MD: American Herbal Products Association; 2000.
5. *Sambucus nigra* L. [Viburnaceae] - Medicinal Plant Names Services. Royal Botanical Gardens, Kew; 2020.
6. <https://mpns.science.kew.org/mpnsportal/plantDetail?plantId=486519&query=sambucus+nigra&filter=&fuzzy=false&name-Type=all&db=wcsCmp>. Accessed January 15, 2021.
7. The Plant List. Version 1.1. 2013. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2486519>.
8. Info Flora 2004-2021 The National Data and Information Center of the Swiss Flora; 2021. <https://www.infoflora.ch/en/flora/sambucus-nigra.html>
9. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden; 2021. <https://www.tropicos.org/name/6000026>.
10. Germplasm Resources Information Network (GRIN-Taxonomy). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System; 2021. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=32994>.
11. Bolli R. *Revision of the Genus Sambucus*. Vol. 223. Berlin, Germany: J. Cramer; 1994.
12. Applequist W.L. A brief review of recent controversies in the taxonomy and nomenclature of *Sambucus nigra* sensu lato. *Acta horticulturae*. 2015; 1061: 25-33.
13. Moerman D.E. *Sambucus canadensis*. Native American Ethnobotany. Portland, OR: Timber Press, Inc.; 1998.
14. Brinckmann J., Engels G. European elder. *HerbalGram*. 2013; 97: 1-7.
15. Wilson K.L. Report of the General Committee: 15. *Taxon*. 2016; 65: 1150-1151.
16. Uzlasir T., Kadiroglu P., Selli S., Kelebek H. LC-DAD-ESI-MS/MS characterization of elderberry flower (*Sambucus nigra*) phenolic compounds in ethanol, methanol, and aqueous extracts. *J Food Process Preserv*. e14478.
17. Milena V., Tatjana M., Gökhan Z., et al. Advantages of contemporary extraction techniques for the extraction of bioactive constituents from black elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers. *Ind Crops Prod*. 2019; 136: 93-101.
18. Assessment report on *Sambucus nigra* L., fructus. London, United Kingdom: European Medicines Agency Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC); 2014: 1-25.
19. European Union herbal monograph on *Sambucus nigra* L., flos. London, United Kingdom: European Medicines Agency Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC); 2018: 1-7.
20. Schmidl A., Kofler W., Oeggel-Wahlmüller N., Oeggel K. Land use in the Eastern Alps during the Bronze Age - An archaeobotanical case study of a hilltop settlement in the Montafon (Western Austria). *Archaeometry*. 2005; 47: 455-470.
21. Schmidl A., Oeggel K. Subsistence strategies of two Bronze Age hill-top settlements in the eastern Alps - Friaga/Bartholomäberg (Vorarlberg, Austria) and Ganglegg/Schluderns (South Tyrol, Italy). *Veget Hist Archaeobot*. 2005; 14: 303-312.
22. Bouby L., Fages G., Treffort J.M. Food storage in two Late Bronze Age caves of Southern France: palaeoethnobotanical and social implications. *Veget Hist Archaeobot*. 2005; 14: 313-328.



23. Jacomet S., Brombacher C., Dick M. Palaeoethnobotanical work on Swiss neolithic and bronze age lake dwellings over the past ten years. In: Renfrew J., ed. *New Light on Early Farming*. Edinburgh, Scotland, United Kingdom: University Press; 1991: 257-276.
24. Parkinson J. *Theatrum Botanicum: The Theater of Plants, or, An Herball of Large Extent*. London, United Kingdom: Thomas Cotes; 1640.
25. Native American Ethnobotany - A database of plants used as drugs, foods, dyes, fibers, and more, by native Peoples of North America. 2020.
26. <http://naeb.brit.org/uses/search/?string=sambucus&page=1>.
27. Teuscher E., Willuhn G., Loew D. *Sambuci fructus*. In: Blaschek W., ed. *Wichtl - Teedrogen und Phytopharmaka*. Stuttgart, Germany: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH; 2016: 586-588.
28. Demirezer L.Ö., Ersöz T., Saraçoğlu I., Şener B., Köroğlu A., Yalçın F.N. *Mürver meyvesi. A'dan Z'ye Tibbi Bitkiler*. Istanbul, Turkey: Hayykitap; 2019: 323-324.
29. Charlebois D., Byers P.L., Finn C.E., Thomas A.L. Elderberry: Botany, horticulture, potential. In: Janick J., ed. *Horticultural Reviews*. Vol 37. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2010: 213-280.
30. Ferreira S.S., Silva A.M., Nunes F.M. *Sambucus nigra* L. fruits and flowers: Chemical composition and related bioactivities. *Food Rev Int*. 2020: 1-29.
31. Anton A.M., Pinteá A.M., Rugină O., et al. Preliminary studies on the chemical characterization and antioxidant capacity of polyphenols from *Sambucus* sp. *Dig J Nanomat Bios*. 2013; 8: 973-980.
32. Lee J., Finn C.E. Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars. *J Sci Food Agric*. 2007; 87: 2665-2675.
33. Wu X., Gu L., Prior R.L., McKay S. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem*. 2004; 52: 7846-7856.
34. Veberic R., Jakopic J., Stampar F., Schmitzer V. European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chem*. 2009; 114: 511-515.
35. Thomas A.L., Byers P.L., Gu S., et al. Occurrence of polyphenols, organic acids, and sugars among diverse elderberry genotypes grown in three Missouri (USA) locations. *Acta horticulturae*. 2015; 1061: 147-154.
36. Mudge E., Applequist W.L., Finley J., et al. Variation of select flavonols and chlorogenic acid content of elderberry collected throughout the Eastern United States. *J Food Compos Anal*. 2016; 47: 52-59.
37. Feng C., Su S., Wang L., et al. Antioxidant capacities and anthocyanin characteristics of the black-red wild berries obtained in Northeast China. *Food Chem*. 2016; 204: 150-158.
38. Mikulic-Petkovsek M., Schmitzer V., Slatnar A., et al. Investigation of anthocyanin profile of four elderberry species and interspecific hybrids. *J Agric Food Chem*. 2014; 62: 5573-5580.
39. Chobaz P., Kohler S., Meier A., Santschi M. *Codex Galenica* 1992. Lausanne, Switzerland: Galenica AG; 1991.
40. Blackburn N. Study shows Israeli elderberry extract effective against avian flu. *Israel21c*. 2006.
41. Cavaliere C., Rea P., Lynch M.E., Blumenthal M. Herbal supplement sales experience slight increase in 2008. *HerbalGram*. 2009; 82: 58-61.
42. Tiralongo E., Wee S.S., Lea R.A. Elderberry supplementation reduces cold duration and symptoms in air-travellers: A randomized, double-blind placebo-controlled clinical trial. *Nutrients*. 2016; 8: 182.
43. Forecasting top consumer health trends for 2021 and beyond. Sarasota, FL: Informa PLC; 2021.
44. Monagas J.M. Goals and objectives for the elderberry standards development open forum. *USP Open Forum: Elderberry Standards Development*; January 22, 2021, 2021; Rockville, MD.
45. Mister S. CRN member-identified supply chain disruptions for dietary supplements. 2020.
46. <https://www.crnusa.org/sites/default/files/Daily/202003/CRN%20Supply%20Chain%20Disruption%20Summary.pdf>.
47. Raterman K. Herbal companies brace for the supply chain impact of COVID-19. *HerbalGram*. 2020; 126: 66-74.
48. WholeFoods Magazine Staff. Artemis raises concerns on adulteration of elderberry. *WholeFoods Magazine*. 2020.
49. Krawiec S. Alkemist Labs warns industry of falsified certificates of analysis being circulated. *Nutritional Outlook*. 2020.

50. Daniells S. Experts sound alarm over 2021 botanical supply challenges. *NutraIngredients*. 2020.
51. Schultz H. Elderberry demand continues; so does adulteration. *NutraIngredients*. 2020.
52. Krawiec S. Alkemist Labs warns industry of falsified certificates of analysis being circulated. *Nutritional Outlook*. 2020.
53. Csapó J., Albert C. Wine adulteration and its detection based on the rate and the concentration of free amino acids. *Acta Agraria Debreceniensis*. 2018; 150: 139-151.
54. Drábek J., Jalůvková M., Frébort I. Kvantitativní PCR detekce nepovoleného přibarvování vína bezinkami (*Sambucus nigra*). *Chem Listy*. 2007; 101: 550-555.
55. Foster S., Blumenthal M. The adulteration of commercial bilberry extracts. *HerbalGram*. 2012 (96): 63-74.
56. Giacomelli L., Appendino G., Franceschi F., Togni S., Pace R. Omne Ignotum pro Magnifico: characterization of commercial bilberry extracts to fight adulteration. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2014; 18: 3948-3953.
57. Galetti J.A. A competitive assessment of commercial elderberry (*Sambucus* sp.) products and the evaluation of copigmentation within elderberry tinctures. Orono, ME: School of Food and Agriculture, University of Maine; 2016.
58. Fan-Chiang H.-J., Wrolstad R.E. Anthocyanin pigment composition of blackberries. *J Food Sci*. 2005; 70: C198-C202.
59. Strugała P., Loi S., Bażanów B., et al. A comprehensive study on the biological activity of elderberry extract and cyanidin 3-O-glucoside and their interactions with membranes and human serum albumin. *Molecules*. 2018; 23(10): 2566.
60. United States Pharmacopeia. European elderberry dry extract. USP43-NF38. Rockville, MD: United States Pharmacopeial Convention; 2021.
61. Gafner S. Adulteration of European elder berry extracts on the rise. *Botanical Adulterants Monitor*. 2020;20.
62. Bordiga M., Gomez-Alonso S., Locatelli M., et al. Phenolics characterization and antioxidant activity of six different pigmented *Oryza sativa* L. cultivars grown in Piedmont (Italy). *Food Res Int*. 2014; 65: 282-290.
63. Hou Z., Qin P., Ren G. Effect of anthocyanin-rich extract from black rice (*Oryza sativa* L. japonica) on chronically alcohol-induced liver damage in rats. *J Agric Food Chem*. 2010; 58: 3191-3196.
64. Kim H.H. Chemical constituents from *Sambuci lignum* and their biological activity. Naju, South Korea: Department of Pharmaceutical Engineering, Dongshin University; 2019.
65. Xiao H.-H., Zhang Y., Cooper R., Yao X.-S., Wong M.-S. Phytochemicals and potential health effects of *Sambucus williamsii* Hance (Jiegumu). *Chin Med*. 2016; 11(1): 36.
66. Xiao H.-H., Sham T.-T., Chan C.-O., et al. A metabolomics study on the bone protective effects of a lignan-rich fraction from *Sambucus williamsii* ramulus in aged rats. *Front Pharmacol*. 2018; 9 (932).
67. Yang B., Lin X., Tan J., She X., Liu Y., Kuang H. Root bark of *Sambucus williamsii* Hance promotes rat femoral fracture healing by the BMP-2/Runx2 signaling pathway. *J Ethnopharmacol*. 2016; 191: 107-114.
68. Suh W.S., Subedi L., Kim S.Y., Choi S.U., Lee K.R. Bioactive lignan constituents from the twigs of *Sambucus williamsii*. *Bioorg Med Chem Lett*. 2016; 26: 1877-1880.
69. Wang B.C., He R., Li Z.M. Antioxidant activity of blueberry anthocyanins. *Food Technol Biotechnol*. 2010; 48(1): 42-29.
70. Weber F., Larsen L.R. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Res Int*. 2017; 100: 354-365.
71. Patras A., Brunton N.P., O'Donnell C., Tiwari B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends Food Sci Technol*. 2010; 21: 3-11.
72. Gradinaru G., Biliaderis C.G., Kallithraka S., Kefalas P., Garcia-Viguera C. Thermal stability of *Hibiscus sabdariffa* L. anthocyanins in solution and in solid state: effects of copigmentation and glass transition. *Food Chem*. 2003; 83: 423-436.
73. He F., Liang N.N., Mu L., et al. Anthocyanins and their variation in red wines. II. Anthocyanin derived pigments and their color evolution. *Molecules*. 2012; 17: 1483-1519.
74. Marszałek K., Woźniak Ł., Skąpska S., Mitek M. High pressure processing and thermal pasteurization of strawberry purée: quality parameters and shelf life evaluation during cold storage. *J Food Sci Technol*. 2017; 54: 832-841.