5. pārskata perioda aktivitātes un rezultāti

Populārzinātnisks kopsavilkums par paveikto laika posmā no 20.05.2018. līdz 19.08.2018.

Pārskata periodā ir uzsākts darbs pie blakusproduktu ķīmiskā sastāva analīzes. Šobrīd sadarbojoties ar vairākam institūcijām, kā Latvijas Universitātes - Ģeogrāfijas un Zemes Zinātņu Fakultāti, Latvijas Lauksaimniecības universitātes - Pārtikas un Vides Higiēnas institūtu, Igaunijas Dabaszinātņu universitātes - Pārtikas Higiēnas un Veterinārās medicīnas institūtu, tiks izvērtēti pieci ābolu spiedpalieku veidi. Pētījumā ietvaros sagatavots un iesniegts zinātniskais raksts: ***Crab apple (Malus spp.) pomace: A promising and underutilized source of lipophilic bioactive compounds with antimicrobial activity (Paradīzes/savvaļas ābolu (Malus spp.) spiedpaliekas: perspektīvs un neatbilstoši izmantojams lipofīlo bioloģiski aktīvo savienojumu avots ar antibakteriālo aktivitāti*** (2. pielikums). Zinātniskais raksts tika sagatavots un iesniegts uz izskatīšanu žurnālā "***Food Chemistry***". Pētījums tika vērsts uz eļļas kvalitatīvo un kvantitatīvo izvērtēšanu, izmantojot Clarus 580 PerkinElmer gāzu hromatogrāfu, kas aprīkots ar masselektīvo detektoru ar kvadrupola tipa analizatoru Clarus SQ 8 C.

Pētījuma kopsavilkums

Āboli (*Malus* × *domestica* Borkh.) ir viena no svarīgākajām augļkopības kultūrām visā pasaulē. Saskaņā ar FAOSTAT datiem [1], pasaulē pēdējo piecu desmitgažu laikā ābolu produkcija ir palielinājusies par 424% no 17 053 651 miljoniem tonnu 1961. gadā līdz 89 300 299 tonnām 2016. gadā. Galvenās ražošanas valstis ietver (dilstošā secībā) Ķīna, ASV , Polija, Turcija, Irāna, Itālija, Krievija, Uzbekistāna un Ukraina. Ir simtiem ābolu šķirņu, bet šobrīd pasaulē dominē tikai 5 iecienītākās ābolu šķirnes: 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Delicious', 'Granny Smith' un 'Gala'. Pašlaik no deserta āboliem ražo vairākus pārtikas produktus, ieskaitot sulu (2 098 091 L - EU-28) [2], ābolu mērces, salātus (žāvētus, saldētus un konservētus) un sidru (saldais un sausais) (138 760 0 L - ES-28) [3, 4]. Palielinoties pieprasījumam pēc augu valsts izcelsmes pārtikas produktiem, pieaug arī blakusproduktu apjoms. Pēdējie dati par blakusproduktu daudzumiem norāda, ka pārtikas pārstrādes nozari visvairāk ietekmē atkritumu daudzumu. Eiropā pārtikas blakusproduktu daudzums pārstrādes sektorā sastāda 19% jeb 17 miljonu tonnu gadā, savukārt kopējais pārtikas produktu atkritumu daudzums (vidējais rādītājs uz 28 Eiropas Savienības dalībvalstīm) sastāda aptuveni 87.6 miljonu tonnu (noteikts uz 2012. gadu pamatojoties uz FUSIONS EU Project) [5]. Ražošanas mērogā, no ābolu kopējā daudzuma tikai 75% tiek izmantoti sulai (75% sulas iznākums), savukārt atlikušie 25% tiek izmesti atkritumos, vai nereti izmanto neefektīvi, kā barības vielas dzīvniekiem vai komposta ražošanai [3, 6]. Šos blakusproduktus var "pārstrādāt" un turpmāk izmantot kā pārtikas produktu sastāvdaļas, ražojot pārtikas produktus ar funkcionālām īpašībām "*super food*" (diētisko šķiedrvielu batoniņus, cepumus, smalkmaizītes, maizes, piena pārstrādes produktus) [7]. Pēdējos gados deserta āboli, kā arī to blakusprodukti ir plaši pētīti. Pētījumi tika vērsti gan uz ķīmiskā sastāva analizēšanu [8–10], gan uz ābolu bioloģiski aktīvo vielu ietekmes pārbaudi (klīniskie pētījumi) [10]. Tomēr jāatzīmē, ka joprojām diezgan maz ir zināms par lipofīlo jeb taukos šķīstošo savienojumu sastāvu paradīzes ābolos, kas pazīstami arī kā savvaļas āboli un pieder pie *Malus* ģints (*Rosaceae* ģints). Šobrīd, paradīzes ābeles/ābolus izmanto ne tikai dekoratīvos nolūkos, bet arī kā vienu no svarīgākajiem sēklu avotiem, kas bagātīgi satur to saucamo E vitamīnu, jeb E vitamīna grupu, kas ietver četrus tokoferola un četrus tokotrienola izomērus (α, β, γ un δ). Paradīzes āboli satur arī citas bioloģiski aktīvas vielas, kuru pielietojumu var atrast gan pārtikas, gan kosmētikas ražošanā [11]. Pārtikas ražošanas rūpniecības aizvien vairāk koncentrējas uz kvalitatīvu pārtikas produktu izstrādi ar paaugstinātu funkcionalitāti, tādēļ paradīzes āboliem pēdējā laikā tiek pievērsta paaugstināta interese [12, 13]. No literatūras avotiem zināms, ka paradīzes ābolus izmanto želejas,

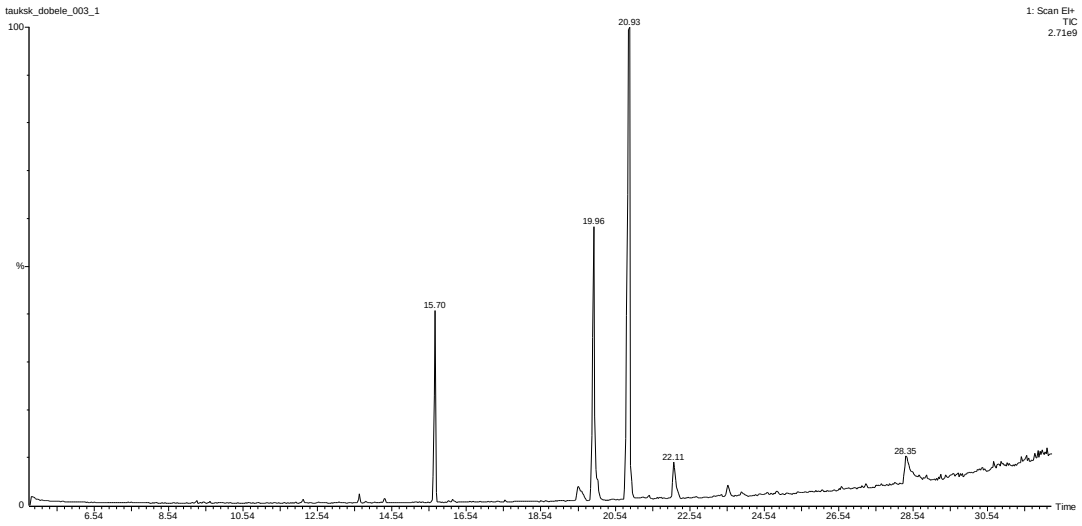
džemu, dzērienu [14] un vīna [15] ražošanā. Piemērām, zinātnieks Dadwal un domubiedri [14] konstatēja, ka ekstrakti, kas iegūti no Himalaju paradīzes ābolu sēklām vai mīkstuma (*Malus baccata*), satur ne tikai mērenas polifenolu koncentrācijas (floretīns un floridzīns), bet arī taukskābju molekulas, piemēram, palmitīnskābi, etilpalmitātu, linolēnu, kurus jau kopš seniem laikiem izmantoja medicīniskiem mērķiem [16].

Zinātniskajā literatūra minēts, ka visbiežāk sastopamie fitosteroli cilvēku uzturā ir β-sitosterols, kampesterols, stigmasterols [17]. *In vitro* pētījumu rezultāti norāda, ka lietojot uzturā ar fitosteroliem bagātu pārtiku, daļēji var samazināt zema blīvuma lipoproteīna (ZBL) holesterīna līmeni asins serumā, samazinot holesterīna uzsūkšanos zarnās [18]. Savukārt *in vivo* pētījumu dati, kas apkopoti 41 met analīzēs, pāradīts, ka 2 g stanolu vai sterolu lietošana dienā samazina zema blīvuma lipoproteīnu asinīs par 10% [19]. Pie tam, *in vivo* pētījumi pierādīja fitosterolu spēju mazināt lipoproteīnu oksidēšanos pelēm, kas tika baroti ar produktiem ar augstu tauku saturu, tādējādi parādot arī pretvēža iedarbību [20]. Iepriekš veiktie pētījumi pierādīja, ka *Malus* ģints blakusprodukti var tikt izmantoti tādu terapeitisku vielu ražošanā, kas atradīs pielietojumu pārtikas, farmācijas un kosmētikas ražošanā, tādējādi veicinās blakusproduktu daudzuma samazināšanos [21], kā arī radīs iespēju uzlabot gan vides kvalitāti, gan apstākļus pārstrādes sektorā.

Pētījuma rezultāti

Taukskābju saturs paradīzes ābolu spiedpaliekās

Taukskābēm ir ne tikai liela nozīme cilvēku uzturā, bet tas ietekmē kopējo eļļas kvalitāti un citu ķīmisku savienojumu saturu un stabilitāti. Taukskābju metīlesteru (TSME) profīla un satura analizēšana veikta, izmantojot gāzu-hromatogrāfisku atdalīšanu, kas aprīkots ar masselektīvo detektoru ar kvadrupolu tipa analizatoru (Clarus SQ 8 C). (3 Tabula_2. pielikums). Pētījuma laikā četru paradīzes un viena deserta ābolu spiedpaliekās tika identificēti un kvantitatīvi novērtēti 17 taukskābju metīlesteri, starp kuriem nepiesātināto taukskabju pārstāvji, galvenokārt linolskābes (no 43,0 līdz 57,8%) un oleīnskābes (no 19,4 līdz 25,5%) bija dominējoši (att. 1.). Savukārt starp piesātinātām taukskābēm dominējošā bija palmitīnskābe (no 8.7 līdz 13.0%). Turklāt līdzīgas taukskābju metīlesteru koncentrācijas tika konstatētas komerciālajās ķirbju un sojas pupu eļļās [22], kur linolskābes, oleīnskābes un palmitīnskābes koncentrācijas no kopējiem taukskābju metilesteriem bija 47,1, 34,1, 10,7% un 50,8, 24,6, 10,2%.



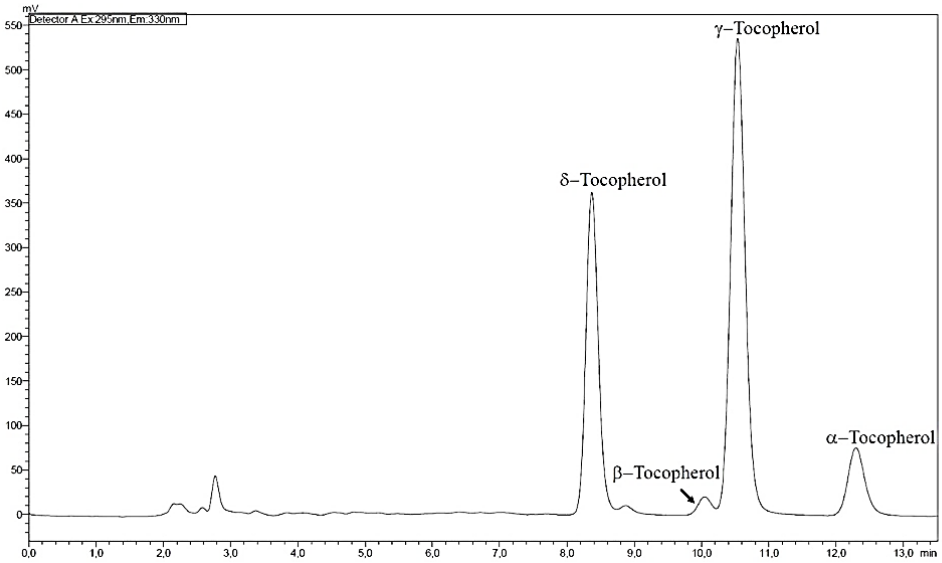
1. att. Bērnu prieks ābolu spiedpalieku taukskābju hromatogramma, kas iegūta uz Omegawax 205 kolonnas pēc eļļas pāresterificēšanās reakcijas.

Mazākos daudzumos tādas taukskābes kā α-linolēnskābe un arahidonskābe, tika atrastas paradīzes ābolu spiedpaliekās. Šo taukskābju koncentrācijas bija robežās no 1,8-4,7% un 0,7-3,9%. Vērts piebilsts, ka uzrādītais α-linolēnskābes daudzums mūsu paraugos ir ievērojami augstāks, nekā ziņots iepriekš *Prunus avium* kauliņu kodolos [23], *Malus bacata* sēklās [14]*Vitis* spp., [24] eļļā un *Viburnum opulus* lipofīlos izvilkumos [25]. Analizējamos paraugos tika konstatētas arī brīvās taukskābes, kas ir mazāk stabilas un tādēļ tās ir vairāk pakļautas oksidācijas riskam (4. tabula_2. pielikums).

Analizējot brīvo taukskābju sastāvu, tika noskaidrots, ka linolskābe un oleinksābe ir dominējošie savienojumi paradīzes ābolu spiedpaliekās. Šo savienojumu daudzums svārstās robežās no 13,3-54,3% un 26,7-32,9%. Savukārt, ņemot vērā 9,10-dihidroksistearīnskābes (brīvo taukskābju oksidēšanas rezultātā izveidots savienojums) saturu analizējamos paraugos, kas ir vienīgais pārstāvis no šīs taukskābju grupas, bija atrasts ar mazāk saturu par 0,1% no kopējo taukskābju satura. Relatīvi mazs oksidēto taukskābju saturs var būt saistīts ar salīdzinoši augstu tokoferolu jeb E vitamīna saturu eļļas paraugos, jo ir zināms, ka E vitamīnam piemīt aizsargfunkcijas pret tauku oksidēšanos [26]. Starp alifātiskajiem spirtiem, nonakosan-10-ols bija dominējošais savienojums, kas tika identificēts visās spiedpalieku eļļās. Nonacosan-10-ola koncentrācijas svārstījās diapazonā no 78,8% līdz 90,0%. Pētījuma rezultāti parādīja, ka eļļas, kas tika iegūtas, izmantojot *Malus* ģints ābolu spiedpaliekas īpaši šķirni 'Ola' bagātīgi satur neizvietojamās taukskābes: α-linolēnskābi (omega-3), linolskābi (omega-6) un oleīsnskābi, kas būtiski ietekmē asins lipoproteīnus un holesterīna vielu maiņu. Mērķtiecīga blakusproduktu un progresīvo tehnoloģiju izmantošana veicinās blakusproduktu daudzuma samazināšanos, kā arī radīs iespēju uzlabot gan vides kvalitāti, gan apstākļus pārstrādes sektorā.

Tokohromanolu jeb E vitamīna saturs paradīzes ābolu spiedpaliekās

Tokohromanoli jeb E vitamīns ir taukos šķīstošo bioloģiski aktīvo savienojumu grupa, kas sastāv galvenokārt no četriem tokoferola un četriem tokotrienola izomēriem (α, β, γ, δ). Agrāk bija pazīstams tika E vitamīns, ko uzskatīja par spēcīgu antioksidatīvu vielu [27], savukārt pašlaik šo aktivitāti saista ne tikai ar α-tokoferolu. Tokohromanoli tiek uzskatīti par spēcīgiem antioksidantiem, kas sintezējas tikai fotosintēzes ceļā visos augu audos, tādēļ šos savienojums var uzņemt tikai ar pārtikas produktiem [28]. Analizējot tokoferolu saturu eļļas paraugos (att. 2. un 4. Tabula_2. pielikums) var redzēt, ka visos ābolu spiedpalieku eļļās tika identificēti un kvantificēti četri tokoferolu izomēri (α-alfa, β-beta, γ-gamma, δ-delta). Izņemot *Malus* Bērnu prieks, dominējošais tokoferolu izomērs ābolu spiedpalieku eļļā bija α-tokoferols, kas svārstījās diapazonā no 4,4-13,9 mg mL^{-1} eļļā (sadalījums procentos no 14.1 līdz 60.0% no kopējā E vitamīna daudzuma). Pētījuma rezultāti norāda, ka δ-tokoferols ir otrais tokohromanolu izomērs, kas tika atrasts testējamo eļļu paraugos ar sadalījumu procentos no 13.5 līdz 70%. Salīdzinoši augsts δ-tokoferola saturs tika konstatēts *Malus* Bērnu prieks ābolu spiedpalieku eļļā ar koncentrāciju 21.5 mg mL^{-1}. Turklāt jāatzīmē, ka pētījumā iegūtas δ-tokoferola koncentrācijas *Malus* Bērnu prieks ābolu spiedpalieku eļļā ir 13.5 un 20-reizes lielākas nekā ziņots iepriekš *Jatropha curcas* L. un *Malus* × *domestica* Borkh eļļās [26].



2. att. Šķirnes 'Ola' ābolu spiedpalieku eļļas tokoferolu hromatogramma, kas iegūta uz SHIMADZU AEŠH sistēmas, izmantojot Luna PFP kolonnu.

Pirmais *in vivo* modelis, kas tika vērsts uz tokoferolu antineoplastisko aktivitātes pārbaudi pierādīja, ka δ-tokoferols salīdzinājumā α- vai γ-tokoferolu ir visaktīvākais izomērs, kas spēj efektīvi inhibēt audzēja šūnu augšanu, iespējams pateicoties brīvo radikāļu: reaktīvā skābekļa un reaktīvā slāpekļa savienojumu (angl. *Reactive oxygen species ROS, Reactive nitrogene species RNS*) neitralizēšanai, kā arī apoptozes inducēšanai [29]. Kopējais tokoferolu saturs ābolu spiedpalieku eļļās svārstījās diapazonā no 16,8 līdz 30,9 mg mL^{-1}. Kā jau bija gaidāms, viszemākais kopējo tokoferolu saturs tika konstatēts deserta ābolu spiedpalieku eļļā, savukārt lielākais *Malus* Bērnu prieks, *Malus* 'Ola' un *Malus* × *Soulardii* ābolu spiedpalieku eļļās. Tikai dažos pētījumos ir ziņots par tokoferolu klātbūtni paradīzes un deserta ābolu eļļas [21, 30]. Kaut arī iepriekš minētajos pētījumos autori atzīmēja, ka eļļas paraugi, kas tika iegūti no deserta ābolu seklām saturēja ievērojami lielākas tokoforelu koncentrācijas (no 19,1 līdz 37,9 mg mL^{-1} eļļā), salīdzinot ar eļļas paraugiem, kas iegūti no paradīzes āboliem (13,0 līdz 20,3 mg mL^{-1} eļļā). Šī pētījuma rezultāti liecina, ka paradīzes ābolu spiedpaliekas var uzskatīt par nedārgu un pie tam dabīgu E vitamīna avotu. Turklāt šī pētījuma rezultāti varētu būt noderīgi kosmētikas ražošanas uzņēmumiem, kas specializējas uz ādas kopšanas līdzekļu izstrādi.

Fitosterolu saturs paradīzes ābolu spiedpaliekās

Fitosteroli ir savienojumi, kam piemīt antioksidatīvas īpašības, kas tiek plaši izplatīti augu audos [31]. Pētījumā, kas ietver sevī rezultātus no 41 met analīzēm [19] rāda, ka 2 g stanolu vai sterolu lietošana dienā samazina zema blīvuma lipoproteīnu asinīs par 10%. Pateicoties fitosterolu antioksidatīvām īpašībām, pēdējās desmitgadēs interese par šiem savienojumiem būtiski pieauga. Pārtikas ražotāji ar mērķi uzlabotu pārtikas produktu funkcionalitāti un palielinātu uzturvērtību cenšas pievienot attīrītus fitosterolus daudziem pārtikas produktiem [31]. Fitosterolu un triterpēnu profils un saturs analizējamos paradīzes un deserta ābolu spiedpalieku eļļās ir atspoguļots 5. tabulā (2. pielikums). Kopumā tika identificēti un kvantificēti 11 bioloģiski aktīvie savienojumi, tostarp 5 fitosteroli (kampesterols, stigmasterols, β-sitosterols, izofukosterīns un Δ7-avenasterols) un 6 triterpēni (skvalēns, α-amirīns, lupeols, 24-metilēn-cikloartanols, uvaols un ursolīna aldehīds). Analizējamos eļļas paraugos sitosterols bija dominējošais savienojums, kas atrasts visās pārbaudītajās spiedpalieku eļļās ar procentuālo sadalījumu 10,3-94,5%. Otrais dominējošais savienojums, kas tika atrasts eļļas paraugos, bija kampesterols ar procentuālo sadalījumu 0,1 līdz 4,6%. Vērts pieminēt, ka starp esošajiem fitosteroliem ābolu spiedpalieku eļļā no *Malus* Bērnu prieka āboliem stigmasterols bija dominējošais izomērs ar saturu 111,0 mg mL^{-1} eļļā (87,8%), savukārt citos eļļas paraugos šis savienojums netika atrasts. Līdzīgus rezultātus ziņoja zinātnieks da Silva un domubiedri [31], norādot, ka galvenais fitosterolu izomērs ābolu eļļas paraugos bija β-sitosterols (94,0%). Starp analizētajiem triterpēniem tika konstatēts, ka lupeols un uvaols ir dominējošie savienojumi ābolu spiedpalieku eļļās. Triterpēnu saturs eļļas paraugos svārstījās

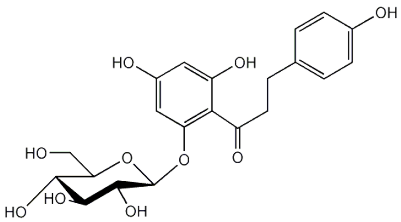
robežās no 0,1-66,3% un no 0,2-68,9%. Jaunākie pētījumi liecina par bioloģiski aktīva lupeola klātbūtni dārzeņu un augļu sastāvā, tostarp *Brassica oleracea, Capsicum* spp. *Cucumis sativus, Solanum lycopersicum* un *augļiem* kā *Olea* spp. *Ficus carica, Mangifera indica, Fragaria* spp. un *Vitis* spp. [32, 33]. Žurnālā ***Cancer Letters*** pamatojoties uz *in vitro* un *in vivo* pētījumu rezultātiem lupeols raksturots, kā netoksisks, bez blakusparādībām jauns pretiekaisuma un pretvēža līdzeklis ar lielu potenciālu [47]. Nepieciešams piebilst, ka atrastais lupeola saturs ābolu spiedpalieku eļļās 99-, 16- un 2-reizes lielāks nekā ziņots iepriekš zinātniskajā literatūrā par olīvu augļiem, alvejas lapām un žeņšeņa eļļu [34]. Šī pētījuma rezultāti liecina, ka *Malus* spp. paradīzes ābolu spiedpalieku eļļās, it īpaši *Malus* Bērzukroga dzeltenais un šķirne *Malus* "Ola" par izcilu lupeola avotu, kuru var lietot kā preventīvo līdzekli pret ādas vēzi [33].

Kopējo karotinoīdu saturs paradīzes ābolu spiedpaliekās

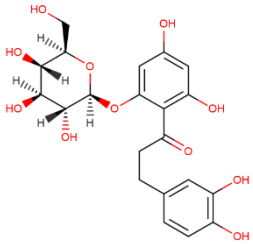
Kaut arī tiek uzskatīts, ka karotinoīdi atrodas desertos un paradīzes ābolu, citronu, vīnogulāju, mango, meloņu sēklu eļļās [31], šobrīd mūsu zināšanas ir limitētas attiecībā pret karotinoīdu saturu paradīzes ābolu spiedpalieku eļļā. Pārbaudot kopējo karotinoīdu saturu paradīzes ābolu spiedpalieku eļļās tika konstatēts, ka eļļas paraugs, kas bija iegūts no *Malus* Bērzukroga dzeltenais spiedpaliekām saturēja vislielāko karotinoīdu koncentrāciju, savukārt eļļa, kas tika ekstrahēta no deserta šķirnes 'Gita' āboliem vismazāko, attiecīgi 14,5 un 5,1 mg mL^{-1}(5. tabula_2. pielikums). Līdzīgus rezultātus ziņoja Brazīlijas zinātnieks Santos un kolēģi, pētot dažādas eksotiskas eļļas [35]. Savukārt, pētījumā iegūtie dati par karotinoīdu saturu ābolu spiedpalieku eļļās ir būtiski lielāki, nekā konstatēja zinātnieku kolektīvs no Vācijas, pētot saulespuķu sēklu eļļu [36]. Pamatojoties uz Biesalski un domubiedru ziņojumu, žurnālā ***Clinical Nutrition*** [37] tiek uzskatīts, ka ieteicamā diennakts karotinoīdu deva, kas nepieciešama dažādu slimību profilaksei ir 2-4 mg dienā. Var pieļaut, ka tikai 0,2178 un 0,4356 mg iegūtas eļļas dienā spēj nodrošināt nepieciešamo beta-karotīna daudzumu dienā.

Pārskata periodā ir sagatavots un iesniegts viens populārzinātniskais raksts "Augu blakusproduktu paplašināšanas iespējas", kas ir nopublicēts žurnālā "Agrotops" augustā numurā (3. pielikums).

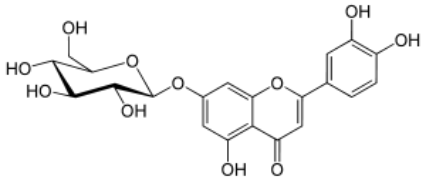
Pārskata periodā Dārzkopības institūtam sadarbojoties ar Igaunijas Dabaszinātņu universitātes, Pārtikas Higiēnas un Veterinārās medicīnas institūtu tiks izvērtēti hidrofīlie bioloģiski aktīvie savienojumi (polifenoli) piecos ābolu spiedpalieku veidos. Pētījumā ietvaros tika analizēti polifenolu iznākumi atkarībā no šķīdinātāju veida un koncentrācijām. Balstoties uz sākotnējā pārbaudes testa rezultātiem - polifenolu iznākumiem, tika izvēlēts piemērotākais organiskais šķīdinātājs tālākām darbam ar LC-DAD-ESI-MS/MS sistēmu. Pētījumā ietvaros, ābolu spiedpalieku 30% spirta izvilkumos tika atrasti 25 polārie bioloģiski aktīvie savienojumi (attēls 3.). Veicot antioksidantu aktivitātes pārbaudi, izmantojot Igaunijas zinātnieces [38] izstrādāto 2009. gadā *On-line*-AEŠH-DPPH brīvo radikāļu savākšanas metodi/testu tika secināts, ka cianidīna-3-*O*-glikozīds, kā arī luteolīna-glikozīds ir visefektīvākie brīvo radikāļu savācēji. Pētījums tiek turpināts.



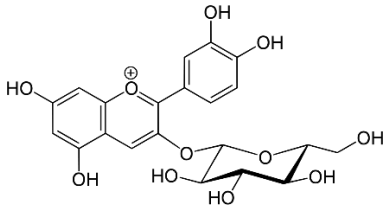
Floridzīns, *m/z* 435



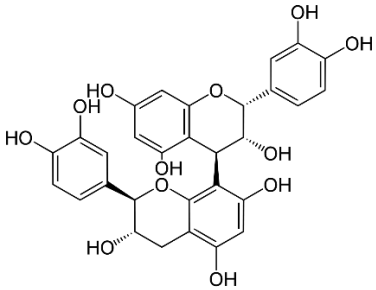
Hidroksifloretīna-glikozīds, *m/z* 451



Luteolīna-glikozīds (cinarozīds), *m/z* 447



Cianidīna-glikozīds, *m/z* 449(+)



Procianidīns B1, m/z 577

Izmantotā literatūra

1. (2018) FAOSTAT. Food and Agriculture Organization Statistics. Database. Retrieved from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
2. (2016) Statistica. Retrieved June 1, 2018, from https://www.statista.com/statistics/423198/production-volume-of-apple-juice-eu/
3. Shalini R, Gupta DK (2010) Utilization of pomace from apple processing industries: A review. J Food Sci Technol 47:365–371 . doi: 10.1007/s13197-010-0061-x
4. AICV (2017) European Cider Trends 2017
5. Stenmarck Å, Jensen C, Quested T, Moates G (2016) Estimates of European food waste levels
6. Kitrytė V, Povilaitis D, Kraujalienė V, et al (2017) Fractionation of sea buckthorn pomace and seeds into valuable components by using high pressure and enzyme-assisted extraction methods. LWT - Food Sci Technol 1–5 . doi: 10.1016/j.lwt.2017.02.041
7. Radenkovs V, Juhnevica-Radenkova K, Górnaś P, Seglina D (2018) Non-waste technology through the enzymatic hydrolysis of agro-industrial by-products. Trends Food Sci Technol 77:64–76 . doi: 10.1016/J.TIFS.2018.05.013
8. Zhang M, Zhang G, You Y, et al (2016) Effects of relative air humidity on the phenolic compounds contents and coloration in the “Fuji” apple (Malus domestica Borkh.) peel. Sci Hortic (Amsterdam) 201:18–23 . doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.017
9. Gosch C, Halbwirth H, Kuhn J, et al (2009) Biosynthesis of phloridzin in apple (Malus domestica Borkh.). Plant Sci 176:223–231 . doi: 10.1016/j.plantsci.2008.10.011
10. Xiao Z, Zhang Y, Chen X, et al (2017) Extraction, identification, and antioxidant and anticancer tests of seven dihydrochalcones from Malus ‘Red Splendor’ fruit. Food Chem 231:324–331 . doi: 10.1016/j.foodchem.2017.03.111
11. Stojiljković D, Arsić I, Tadić V (2016) Extracts of wild apple fruit (Malus sylvestris (L.) Mill., Rosaceae) as a source of antioxidant substances for use in production of nutraceuticals and cosmeceuticals. Ind Crops Prod 80:165–176 . doi: 10.1016/j.indcrop.2015.11.023
12. Mihailović NR, Mihailović VB, Kreft S, et al (2018) Analysis of phenolics in the peel and pulp of wild apples (Malus sylvestris (L.) Mill.). J Food Compos Anal 67:1–9 . doi: 10.1016/j.jfca.2017.11.007

13. Riekstina-dolge R, Kruma Z, Karklina D, Dimins F (2014) Physical-chemical parameters of Latvian apple juices and their suitability for cider production. Int J Biol Biomol Agric Food Biotechnol Eng 8:263–267
14. Dadwal V, Agrawal H, Sonkhla K, et al (2018) Characterization of phenolics , amino acids , fatty acids and antioxidant activity in pulp and seeds of high altitude Himalayan crab apple fruits (Malus baccata). J Food Sci Technol. doi: 10.1007/s13197-018-3133-y
15. Li X, Kang L, Hu J, et al (2008) Aroma Volatile Compound Analysis of SPME Headspace and Extract Samples from Crabapple (Malus sp.) Fruit Using GC-MS. Agric Sci China 7:1451–1457 . doi: 10.1016/S1671-2927(08)60402-2
16. Anez-Bustillos L, Dao DT, Fell GL, et al (2017) Redefining essential fatty acids in the era of novel intravenous lipid emulsions. Clin Nutr 37:784–789 . doi: 10.1016/j.clnu.2017.07.004
17. Calpe-Berdiel L, Escolà-Gil JC, Blanco-Vaca F (2009) New insights into the molecular actions of plant sterols and stanols in cholesterol metabolism. Atherosclerosis 203:18–31 . doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2008.06.026
18. Derdemezis CS, Filippatos TD, Mikhailidis DP, Elisaf MS (2010) Effects of plant sterols and stanols beyond low-density lipoprotein cholesterol lowering. J Cardiovasc Pharmacol Ther 15:120–134 . doi: 10.1177/1074248409357921
19. Katan MB, Grundy SM, Jones P, et al (2003) Efficacy and Safety of Plant Stanols and Sterols in the Management of Blood Cholesterol Levels. Mayo Clin Proc 78:965–978 . doi: 10.4065/78.8.965
20. Llaverias G, Escolà-Gil JC, Lerma E, et al (2013) Phytosterols inhibit the tumor growth and lipoprotein oxidizability induced by a high-fat diet in mice with inherited breast cancer. J Nutr Biochem 24:39–48 . doi: 10.1016/j.jnutbio.2012.01.007
21. Górnaś P (2015) Unique variability of tocopherol composition in various seed oils recovered from by-products of apple industry: Rapid and simple determination of all four homologues (α, β, γ and δ) by RP-HPLC/FLD. Food Chem 172:129–134 . doi: 10.1016/j.foodchem.2014.09.051
22. Tuberoso CIG, Kowalczyk A, Sarritzu E, Cabras P (2007) Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. Food Chem 103:1494–1501 . doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.014
23. Górnaś P, Rudzińska M, Raczyk M, et al (2016) Impact of Species and Variety on Concentrations of Minor Lipophilic Bioactive Compounds in Oils Recovered from Plum Kernels. J Agric Food Chem 64:898–905 . doi: 10.1021/acs.jafc.5b05330
24. Jung J, Yi B, Kim M-J, Lee J (2018) Influence of Different Moisture Contents on the Stability of Tocochromanols in Bulk Oils at 25°C Storage. JAOCS, J Am Oil Chem Soc 197–207 . doi: 10.1002/aocs.12001
25. Kraujalis P, Kraujalienė V, Kazernavičiūtė R, Venskutonis PR (2017) Supercritical carbon dioxide and pressurized liquid extraction of valuable ingredients from Viburnum opulus pomace and berries and evaluation of product characteristics. J Supercrit Fluids 122:99–108 . doi: 10.1016/j.supflu.2016.12.008
26. Rodrigues J, Miranda I, Furquim L, et al (2015) Storage stability of Jatropha curcas L. oil naturally rich in gamma-tocopherol. Ind Crops Prod 64:188–193 . doi: 10.1016/j.indcrop.2014.10.048
27. Traber MG, Atkinson J (2007) Vitamin E, antioxidant and nothing more. Free Radic Biol Med 43:4–15 . doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.03.024
28. DellaPenna D, Mène-Saffrané L (2011) Vitamin E. In: Advances in Botanical Research. pp 179–227
29. Li GX, Lee MJ, Liu AB, et al (2011) δ-tocopherol is more active than α- or γ-tocopherol in inhibiting lung tumorigenesis in Vivo. Cancer Prev Res 4:404–413 . doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-10-0130
30. Górnaś P, Segliņa D, Lacis G, Pugajeva I (2014) Dessert and crab apple seeds as a promising and rich source of all four homologues of tocopherol (α, β, γ and δ). LWT - Food Sci Technol

59:211–214 . doi: 10.1016/j.lwt.2014.05.006
31. da Silva AC, Jorge N (2017) Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste. Eur J Lipid Sci Technol 119:1–5 . doi: 10.1002/ejlt.201600024
32. Saleem M (2009) Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. Cancer Lett 285:109–115 . doi: 10.1016/j.canlet.2009.04.033
33. Santiago LA, Mayor ABR (2014) Lupeol: An antioxidant triterpene in Ficus pseudopalma Blanco (Moraceae). Asian Pac J Trop Biomed 4:109–118 . doi: 10.1016/S2221-1691(14)60218-5
34. Peschel S, Franke R, Schreiber L, Knoche M (2007) Composition of the cuticle of developing sweet cherry fruit. Phytochemistry 68:1017–1025 . doi: 10.1016/j.phytochem.2007.01.008
35. Santos MFG, Alves RE, Roca M (2015) Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon. Grasas y Aceites 66:e086 . doi: 10.3989/gya.1062142
36. Fromm M, Bayha S, Kammerer DR, Carle R (2012) Identification and quantitation of carotenoids and tocopherols in seed oils recovered from diffrent Rosaceae Species. J Agric Food Chem 60:10733–10742
37. Biesalski HK, Böhles H, Esterbauer H, et al (1997) Antioxidant vitamins in prevention. Clin Nutr 16:151–155 . doi: 10.1016/S0261-5614(97)80245-2
38. Helmja K, Vaher M, Püssa T, Kaljurand M (2009) Analysis of the stable free radical scavenging capability of artificial polyphenol mixtures and plant extracts by capillary electrophoresis and liquid chromatography – diode array detection – tandem mass spectrometry. 1216:2417–2423 . doi: 10.1016/j.chroma.2009.01.040

Informāciju sagatavoja Vitalijs Radenkovs

19.09.2018.