

Spradzeņu (*Fragaria iridis* Duchesne) un meža zemeņu (*Fragaria vesca* L.) bioloģiski aktīvo vielu izpēte

Pētījumu veica

Linards Kļaviņš

Zinātniskais asistents, MSc. biol.

Latvijas Dabas fonda GrassLIFE projekta LIFE16NAT/LV/000262 ietvaros



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**



Saturs

Izmantotie termini un skaidrojums.....	3
Kopsavilkums	4
1. Spradzene <i>Fragaria viridis</i> Duchesne	6
1.1. Spradzenes apraksts.....	6
1.2. Spradzeņu pielietojums tautas un tradicionālajā medicīnā.....	7
1.3. Spradzeņu garša un ēteriskās eļļas	8
1.4. Spradzenēs atrodamās vielas un to bioloģiskā aktivitāte	10
2. Meža zeme <i>Fragaria vesca</i> L.	12
2.1. Meža zemes apraksts.....	12
2.2. Meža zemeņu pielietojums tautas un tradicionālajā medicīnā	13
2.3. Meža zemeņu garša un ēteriskās eļļas.....	15
2.4. Meža zemenēs atrodamās vielas un to bioloģiskā aktivitāte	16
3. Materiāli un metodes.....	17
3.1. Augu materiāla ievākšana.....	17
3.2. Lapu un ogu ekstrakcija	18
3.3. Lapu un ogu ekstraktu analītiskais raksturojums.....	20
4. Rezultāti un to izvērtējums	22
5. Secinājumi	30
Literatūras avoti	31
Pielikumi.....	36

Izmantotie termini un skaidrojums

Antioksidanti - vielas, kas spēj inhibēt oksidācijas procesus. Oksidācija ir ķīmiska reakcija, kuras rezultātā var veidoties brīvie radikāļi, tādējādi novedot pie proteīnu, DNS vai organisma šūnu bojājumiem.

Brīvie radikāļi – vielas, kurām ir viens vai vairāki nesapāroti elektroni, kas rodas organisma procesu vai ārēju faktoru (smēķēšana, toksīni u.c.) ietekmē. Brīvie radikāļi iedarbojas uz DNS, šūnām vai organismam nepieciešamiem savienojumiem, mainot to ķīmisko struktūru.

Antiradikālā aktivitāte - raksturlielums, kuru izmanto, lai aprakstītu kāda savienojuma spēju reaģēt ar brīvo radikāli. Šīs aktivitātes raksturošanai tiek izmantotas dažādas metodes, piemēram, DPPH vai FRAP metodes.

Antioksidatīvā aktivitāte - kāda savienojuma spēja novērst oksidēšanās procesus.

Polifenoli - vielu grupa, kas plaši sastopama augos, tie sastāv no vairākiem, savā starpā saistītiem fenola gredzeniem. Šiem savienojumiem piemīt antioksidatīvās īpašības, samazinot dažādu slimību riskus.

Antociāni - viena no polifenolu apakšgrupām. Šie savienojumi ir ūdenī šķīstoši pigmenti, kas piešķir augļiem un ogām to raksturīgo krāsu, piemēram, zilu, violetu, sarkanu.

Tanīni – lielmolekulāru polifenolu grupa, kas atrodama daudzās augu sugās. Šie savienojumi nodrošina auga aizsardzību pret kaitēkļiem un regulē auga veidošanos. Augstās koncentrācijās tanīni atrodami dažāda veida kokos, to lapās un mizā. Tanīni ir vielas, kas tādiem produktiem kā aronijas, sarkanvīns, tēja, piedod muti savelkošu sajūtu

Alkaloīdi – dabiskas izcelsmes organiskās vielas, kas satur slāpekli. Alkaloīdi atrodami dažāda veida organismos – baktērijās, sēnēs, augos, dzīvniekos. Šiem savienojumiem ir plaša farmakoloģiskā iedarbība, alkaloīdi tiek lietoti pret malāriju, astmu, kā pretvēža, antimikrobiāli un cukura līmeni regulējoši savienojumi. Alkaloīdi var būt arī toksiski.

Ēteriskā eļļa – koncentrēts, ūdenī nešķīstošu vielu kopums. Ēteriskajās eļļās esošās vielas ir viegli gaistošas (viegli iztvaiko istabas vai cilvēka ķermeņa temperatūrā), tām ir izteiktas aromātiskās īpašības. Viegli gaistošās vielas izmanto kosmētikā, tīrīšanas līdzekļos, lai piešķirtu smaržu īpašības vai ēdienos un dzērienos lai nodrošinātu aromātu.

Lipīdi – vielu grupa, kas atrodama gan augos, gan dzīvnieku organismā, tie ir savienojumi, kas nešķīst ūdenī, bet labi šķīst eļļā. Cilvēka organismam svarīgi lipīdi ir taukos šķīstošie vitamīni, piemēram, vitamīns E, triglicerīdi (augu eļļas pamatsastāvs), steroli (vielas ar steroīdiem līdzīgi iedarbību).

GC/MS – gāzes hromatogrāfija ar masas spektrometrijas detekciju. Šo metodi izmanto, lai noteiktu lipīdu saturu iegūtajos augu ekstraktos vai citos produktos.

Kopsavilkums

Spradzenes un meža zemenes ir Eirāzijā un citur pasaulē izplatītas savvaļas ogas. Spradzene *Fragaria viridis* un meža zemene *Fragaria vesca* pieder rožu dzimtai, tāpat kā kultivētā zemene *Fragaria x ananassa*. Spradzenes no meža zemenēm atšķiras ar formu, krāsu, ogas stingrību un aromātu - tām ir izteikti citādāks aromāts, kuru raksturo pikanta, svaigi augļaina buķete.

Spradzenes tiek pielietotas tautas medicīnā (latviešu, krievu, bet arī austrumu tautu tradicionālajā medicīnā). Tautas medicīnā pielietojums ir visam augam - spradzeņu lapas, ziedi un ogas tiek ievāktas no maija līdz jūlijam, saknes – rudenī. Spradzeņu ogas izmanto nieru, aknu, sirds slimību gadījumā, kā veselību stiprinošu, pārtiku papildinošu piedevu, pateicoties to vitamīnu daudzumam. Tās izmanto kā ķermeni stiprinošu produktu, kas spēj regulēt kuņģa-zarnu trakta darbību, sekmē mikrobioma funkcionēšanu, iekaisuma procesu mazināšanos, toksīnu, metālu, izvadīšanu no organisma. Ogas svaigā un žāvētā veidā var lietot mazasinības, hipertensijas slimības gadījumā, cistītu un podagras ārstēšanai, nierakmeņu un žultsakmeņu veidošanās novēršanai un ārstēšanai. Spradzeņu sastāvs, salīdzinot ar meža zemenēm, ir maz pētīts.

Meža zemenes latviešu tradicionālajā medicīnā ir plaši izmantotas. Meža zemenes ir viens no vērtīgākajiem profilaktiski izmantojamajiem ārstniecības augiem. Meža zemeņu lapas un augļi pazemina asinsspiedienu, paplašina perifēros asinsvadus, palēnina sirds ritmu, var apturēt asiņošanu un ir ar antiseptisku un pretiekaisuma iedarbību.

Neskatoties uz meža zemeņu un spradzeņu plašo izplatību un pielietojumu tautas medicīnā, pētījumi par šo ogu bioloģiski aktīvo vielu saturu un iedarbību ir maz. Spradzeņu lapu un augļu ekstraktiem ir pierādīta antimikrobiālā aktivitāte, antioksidatīvās īpašības un noteikts mikroelementu saturs. Apkopojot vairāku pētījumu rezultātus, var secināt, ka spradzenes un meža zemenes ir potenciāls bioloģiski aktīvo vielu avots – aplūkotie pētījumi parāda, ka šo ogu mikroelementu saturs var būt pat vairākas reizes augstāks, nekā, piemēram, vīnogās vai kultivētajās zemenēs. Ekstraktos esošās vielas spēj būtiski ierobežot nevēlamu mikroorganismu attīstību.

Šī pētījuma ietvaros pirmo reizi veikts spradzeņu un meža zemeņu sastāvā ietilpstošo bioloģiski aktīvo vielu sastāva kompleksa izpēte. Spradzeņu sastāvā atrodami tādi savienojumi kā hlorogēnskābe, rutīns – šo vielu iedarbība uz organismu ir izpētīta un ir pamats uzskatīt, ka šīs vielas ir daļēji atbildīgas par spradzeņu raksturoto bioloģisko aktivitāti, kas aprakstīta arī tautas medicīnā. Lai pilnvērtīgi novērtētu šo ogu potenciālu veselības uzlabošanas nolūkos, ir nepieciešams veikt padziļinātu izpēti, novērtējot ogu ekstraktu antioksidatīvo īpašību potenciālu, individuālu vielu koncentrāciju un iedarbību uz mikroorganismiem vai cilvēka šūnām.

Pētījumā pierādīts, ka spradzeņu lapās ir augsts polifenolu saturs (līdz 4% sausās lapās), iegūtie ekstrakti uzrādīja spēju efektīvi saistīt brīvos radikāļus, bet polifenolu saturs spradzeņu, dārza un meža zemeņu ogās ir līdzīgs. Spradzeņu bioloģiski aktīvo vielu koncentrācija ir atkarīga no to ievākšanas vietas, to var ietekmēt augsnes sastāvs, klimatiskie faktori. Pirmo reizi spradzeņu lipīdu sastāvā ir atrastas vairākas vērtīgas vielas, piemēram, omega taukskābes, vitamīns E, steroli, kas var noteikt to veselību uzlabojošās īpašības, turklāt spradzeņu ogās ir konstatēts augstāks lipīdu saturs nekā dārza vai meža zemenēs. Metālu analīzes pētīto spradzeņu lapās un ogās parāda, ka spradzenes aug tīrās, neskartās vietās un spradzeņu esamība konkrētos biotopos liecina par augstu vides kvalitāti.

Galvenā spradzeņu un meža zemeņu vērtība, kas nosaka to izmantošanas potenciālu ir “stāsts” par šīm ogām un to nozīmi tradicionālajā latviešu kultūrā, etnobotānikā: šo ogu vērtību kā retiem, unikāliem augiem, kuru saglabāšana prasa tīru vidi, rūpes par to, dabas vērtību aizsardzību. No otras puses, spradzenes, meža zemes ir nozīmīgs bioloģiskās un ģenētiskās daudzveidības elements. Spradzeņu un meža zemeņu augstā uzturvērtība, to sastāvā ietilpstošās bioloģiski aktīvās vielas paver iespējas plašam šo ogu un to pārstrādes produktu pielietojumam pārtikā, veidojot veselību uzlabojošus produktus – funkcionālo pārtiku, kuras vērtību nosaka kultūrvēsturiskā un nacionālā nozīmība un sasaiste ar nacionālo identitāti un dabas vērtībām.

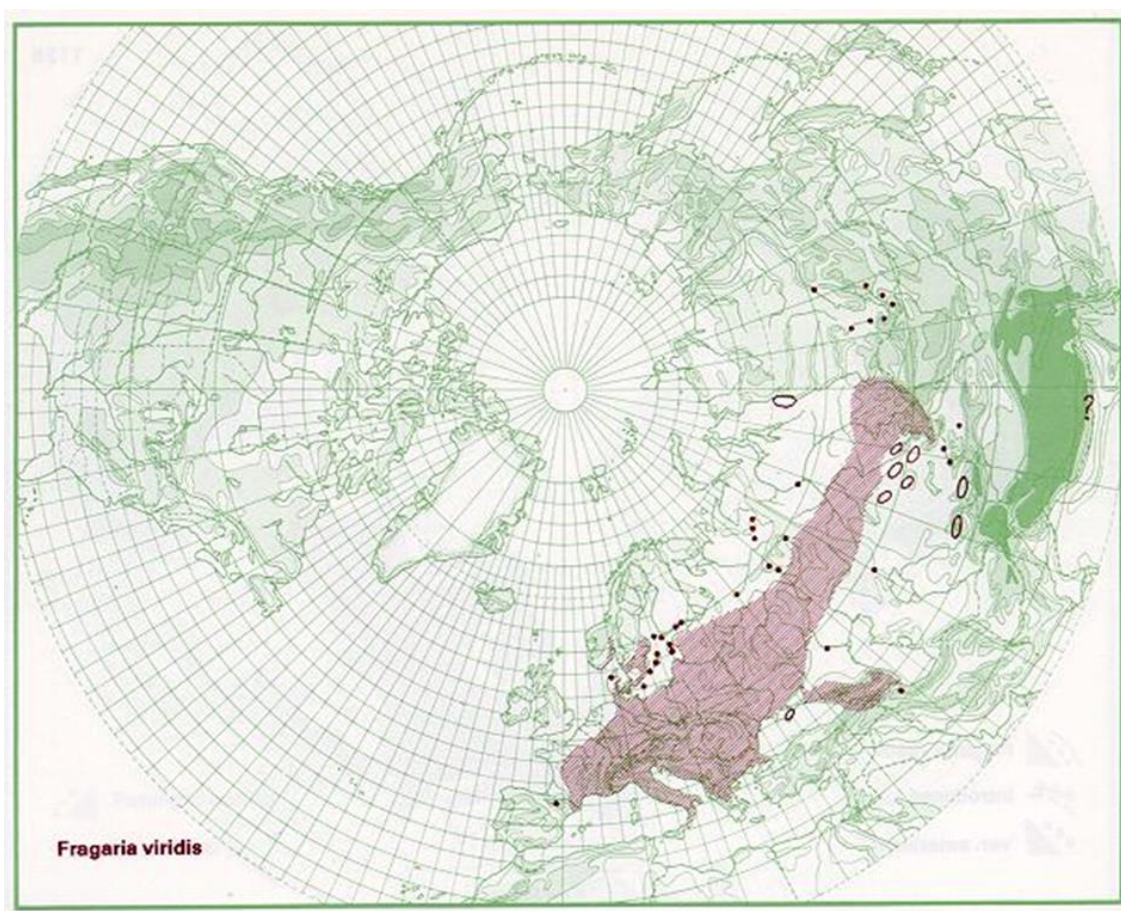
Ziņojumu “Zālāji un ekosistēmu pakalpojumi” sagatavoja MSc. biol. Linards Kļaviņš pēc Latvijas Dabas fonda pasūtījuma projekta GrassLIFE “Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana” (projekta nr. LIFE16NAT/LV/000262) ietvaros.

1. Spradzene *Fragaria viridis* Duchesne

Spradzene, jeb zaļā zemene; **angļu valodā**: creamy strawberry, green strawberry; **vāciski**: Knack-Erdbeere; **zviedru**: backsmultron; **igauņu**: muulukas; **lietuviešu**: šlaitinė žemuogė; **krievu**: земляника зеленая.

1.1. Spradzenes apraksts

Fragaria ģints sastāv no aptuveni 24 sugām, no kurām lielākā daļa ir diploīdi augi. Spradzene ir suga, kuras dabīgā izplatība ir no Baikāla (Sibīrija) līdz Eiropai (Hancock, 1999; Hummer et al., 2011). *F. viridis* ir izplatīta Eiropā un Āzijā: Rietum- un Austrumeiropā, izņemot Portugāli un lielāko Spānijas daļu, Vidusjūras dienvidu reģionā, Baltijas valstīs, Baltkrievijā, Ukrainā, Moldāvijā, Kaukāzā, Krievijas Federācijas Eiropas daļā, Rietum- un Austrumsibīrijā, Urālu kalnos, Centrālāzijā (Pavlov, 1961; Vdovina et al., 2014), Rietumķīnā (Jiajun et al., 2001), kā arī Irānā (Ghasemi et al., 2015) (1.attēls). Tiek uzskatīts, ka *F. viridis* un *F. vesca* (meža zemene) ir kultivētās zemeses (*Fragaria x ananassa*) priekšteči. Ņemot vērā *F. viridis* plašo ģeogrāfisko izplatību šajā sugā ir novērojama plaša ģenētiskā daudzveidība (Gruner et al., 2017). Eirāzijā *F. viridis* ir bieži sastopamas vienā dzīvotnē ar *F. vesca*, kas bieži noved pie šo sugu krustojšanās, veidojoties *Fragaria x bifera* (Paris, 2019).



1. attēls. Spradzeņu izplatība Ziemeļu puslodē (<http://linnaeus.nrm.se/>).

Spradzene ir sīks (garumā 5-25 cm) daudzgadīgs rožu dzimtas lakstaugš. Lapas rozetē, ir stīgas, kas mezglos sakņojas. Lapas trīsstaraini saliktas no ovālām 2-5 cm garām un 1,5-2,5 cm platām lapiņām ar lielzobainu

malu, gala pēdējais zobiņš īsāks nekā zobiņi tam abpus blakus. Lapiņu plātne apmatota. Ziednesis apmatots, augšdaļā zaro. Ziedi (diametrs līdz 20 mm) balti, izvietoti ziedneša zaru galos pa vienam (2. attēls). Vainaglapas savstarpēji pārsedzas, bet kauslapas garas, piekļautas pie augļa. Auglis ieapaļš, tā masa ir 1 – 2 g, grūti atdalāms no kauslapām (ziedgultnes), gatavs tumšsarkans vai violeti sarkans, ļoti smaržīgs, nedaudz lielāks par meža zemenēm. Ogas krāsa, kad tā ir pilnībā gatava, ir ķiršsarkana, bet uz tās var būt zaļganīgi-bāli segmenti. *F. viridis* ogas satur pigmentāciju tikai ārējā slāni (miziņā), un reizēm var nogatavoties nekļūstot sārtas (2, 3. attēls). Ogām raksturīgs, izteikts aromāts. Plūcot augli un tam notrūkstot, dzirdams raksturīgs knikšķis. Zied maijā un jūnijā, bet ogas ienākas jūnijā, jūlijā. Aug pakalnos, grāvmalās, sausās, saulainās vietās (Pētersone, 1976; Донецкая, 2016). Detalizētu šīs sugas aprakstu izveidoja *Antoine Nicolas Duchesne*, kas tika publicēts 1766.g (Duchesne, 1766).



2. attēls. *Fragaria viridis* Duchesne ziedi un augļi (Kirilov et al., 2019).

1.2. Spradzeņu pielietojums tautas un tradicionālajā medicīnā

Tautas medicīnā izmanto lapas, ziedus, ogas, sakneņus. Ievākšana: ziedus un lapas – ziedēšanas laikā, sakneņus – rudenī. Spradzenes ogas satur ogļhidrātus, askorbīnskābi, pektīnus, karotīnu, folijskābi, salicilskābi, ēteriskās eļļas, polifenolus, tajā skaitā antociānus, kas nosaka ogu krāsu. Ogu sastāvā atrasti daudzi mikroelementi (Fe, Co, Ca, P, Mn, B, Cu, Mo, V, Cr, un citi). Sakņu sastāvā atrasti līdz 9,4 % tanīnu, 1,5 % rutīns. Lapās ietilpst askorbīnskābe, karotīns, polisaharīdi, miecvielas, 2,3 % rutīns kā arī alkaloīdi (Донецкая, 2016).

Izmantošanai, spradzeņu lapas ievāc ar kātiņu (<1 cm), ziedēšanas laikā maijā-jūnijā, tad pat, kad ievāc ziedus. Izvieto vienā slānī un žāvē ēnā. Sakneņus ievāc rudenī (septembris-oktobris) vai agrā pavasarī. Tos rūpīgi skalo ar aukstu ūdeni, apžāvē, atdala atmirusās daļas, sadala nelielos gabalos un žāvē gaisā vai pie 40 – 50°C. Ogas ievāc jūnijā, jūlijā, kad tās ir gatavas, dienas laikā apžāvē gaisā, bet tad žāvē pie 45 – 65°C. Ieteicamais izmantošanas laiks ogām, saknēm – 3 gadi, lapām – 1 gads (Бандюкова, 1983). Ogu žāvēšanai mūsdienās var izmantot izsaldējošo žāvēšanu – liofilizāciju.

Spradzeņu ogas izmanto nieru, aknu, sirds slimību gadījumā, kā veselību stiprinošu, pārtiku papildinošu piedevu, pateicoties vitamīnu daudzumam to sastāvā. Tās izmanto kā ķermeni stiprinošu produktu, kas spēj regulēt kuņģa-zarnu trakta darbību, sekmē mikrobioma funkcionēšanu, iekaisuma procesu mazināšanos, toksīnu, tajā skaitā tādu vidi piesārņojošo vielu kā metālu, izvadīšanu no organisma. Ogas svaigā un žāvētā veidā var lietot mazasinības, hipertensiskās slimības gadījumā, cistītu un podagras ārstēšanai, nierakmeņu un žultsakmeņu veidošanās novēršanai un ārstēšanai. Pie dzemdes un pārlietas menstruālas asiņošanas, pie dzemdes fibromiomām lieto svaigus spradzeņu augļus (Pētersone, 1976). Ogas sekmīgi izmantojamas anēmijas ārstēšanai kā arī kuņģa čūlas un divpadsmit pirkstu zarnas čūlu ārstēšanai. Spradzeņu sastāvs, salīdzinoši ar meža zemenēm, ir maz pētīts.

Spradzenes plaši izmanto kulinārijā, gan svaigā, gan pārstrādātā veidā. No spradzenēm var sagatavot ļoti aromātiskus ievārījumus, želejas, kompotus. Ar ogām var dekorēt tortes un kūciņas, jo spradzenes ir vienas no vissaldākajām savvaļā augošajām ogām. Spradzenes var izmantot uzlējumu, ogu liķieru un vīnu pagatavošanai. Lapas var izmantot aromātiskas tējas pagatavošanai. Spradzenes un meža zemenes pirms kultivēto sugu parādīšanās, tika kultivētas Lietuvā (Natkevičaitė-Ivanauskiene, 1971) un Krievijā.

Izmantošana kosmētikā

Spradzeņu kauliņu eļļa ir audus barojoša. Tai piemīt antioksidatīvā aktivitāte, palielina ādas elastību, mīkstina un atjauno sausu, novecojušu ādu. Aizsargā un baro sausu matu saknes, efektīvi izklājas uz ādas un novērš blaugznu veidošanos (Бандюкова, 1983).

Sausam spradzeņu lapu ekstraktam piemīt antioksidatīva aktivitāte, balinoša, kairinājumu samazinoša, tonizējoša iedarbība un to var arī kā dabisku pigmentu pievienot kosmētiskiem produktiem. Ekstraktu, kas iegūts ar superkritisko CO₂, gatavo no spradzeņu lapām, tas ir eļļaina zaļas krāsas masa, kosmētiskajos produktos to izmanto kā pret iekaisuma līdzekli, pievieno kosmētikai 0,1-0,5% (Бандюкова, 1983).

Spradzeņu ogu sausais ekstrakts stimulē rētu sadzīšanu, tam piemīt pretapdegumu aktivitāte (veicina audu reģenerāciju), pretiekaisuma iedarbība, sašaurina poras, regulē sviedru izdalīšanos un līdz ar to sekmē ādas atjaunošanos. Ekstraktam raksturīga nomierinoša un baktericīda iedarbība un tas pielietojams taukainas, porainas ādas kopšanai. Spradzeņu ogu ekstraktam raksturīgas dabiskas krāsvielas īpašības un viegli aromatizējoša iedarbība, lietošanai var atšķaidīt ar ūdeni un glicerīnu, līdz 0,5 % pievieno kosmētikas produktiem (Бандюкова, 1983).

Tautas medicīnā ir zināmas vairākas spradzeņu ogu izmantošanas receptes. Maigākai un elastīgākai ādai un sīko krunciņu mazināšanai ēdamkaroti spradzeņu ogas saberž un aplej ar aukstu ūdeni, nofiltrē. Uzliek uz ādas ar vates tampona palīdzību. Šāds uzlējums sekmē arī kārpas, vasaras raibumu un pigmentācijas plankumu pazūšanu. Treknai porainai ādai – 1-2 ēdamkarotes saberztu ogu sajauc ar uzputotu olas baltumu, vienu tējkaroti cietes un augu eļļas, uznes uz sejas. Pēc 15 minūtēm noskalo ar siltu, tad vēsu ūdeni. No tām tiek gatavoti arī losjoni – pie 50 ml spradzeņu sulas pievieno 1 gramu sodas, 25 pilienus šņabja jeb 12 pilienus spirta, 25 pilienus trekna piena, masu uznes uz sejas un iztur 15-20 minūtes, noskalo ar siltu ūdeni. Maskas novecojušai ādai – samīcītas ogas sajauc ar krējumu un iztur 15-20 minūtes (Бандюкова, 1983).

1.3. Spradzeņu garša un ēteriskās eļļas

Savvaļas sugu *F. viridis* raksturo divas ievērojamas iezīmes, salīdzinājumā ar citām zemeņu sugām – tām ir unikāla garša. (Gruner et al., 2017). Spradzeņu lapas satur no 0,003 līdz 0,010% ēterisko eļļu, savukārt ogas satur no 0,01 līdz 0,05% ēterisko eļļu. Salīdzinājumam – dārza zemenes satur aptuveni 0,02%

ēterisko eļļu (Özcan and Haciseferoğulları, 2007), smiltsērķšķu lapas – 0.365%, bet smiltsērķšķu ogas – 1,260% ēterisko eļļu (Yue et al., 2017). Spradzeņu lapu ēteriskās eļļas satur aptuveni 77 viegli gaistošus savienojumus, bet ogu ēteriskajās eļļās ir atrodami 103 savienojumi, no kuriem aptuveni 1/3 nav identificēti (Kirillov et al., 2019). Piemēram, meža melleņu ogās (*Vaccinium myrtillus* L.) ir atrasti tikai 22 dažādi savienojumi (Bayar et al., 2018).



3. attēls. Spradzeņu ogas šķērs griezumā (Gruner et al., 2017).

Spradzeņu lapās galvenie viegli gaistošie savienojumi ir beta-linalols (0,8-8,9%), n-nonanāls (0,5-8,6%), tetradekanāls (2,1-5,9%), nerolidols (2,1%-4,8%), alfa-bisabolols (0,8%-6,7%). Linalols piešķir ziedu un citrusam līdzīgu aromātu un tam piemīt iemidzinoša, sāpes noņemšana, pretiekaisuma, antimikrobiāla, pretvēža aktivitāte un antioksidatīvas īpašības (Aprotosoie et al., 2014). n-nonanālam piemīt spēcīga augļu un ziedu smarža, tam piemīt pretiekaisuma, antivirāla (HIV), pret toksiskā iedarbība, kā arī brīvo radikāļu saistīšanas spēja (Ramya et al., 2015). Tetradekanālam piemīt maigs, bet bagātīgs aromāts ar īrisa notīm- to iegūst no kampara koka eļļas. Nerolidolam piemīt ziedu aromāts, to izmanto, lai atbaidītu kaitēkļus, kā arī kā līdzekli pret parazītiem, pelējuma sēnītēm, baktērijām (Chan et al., 2016).

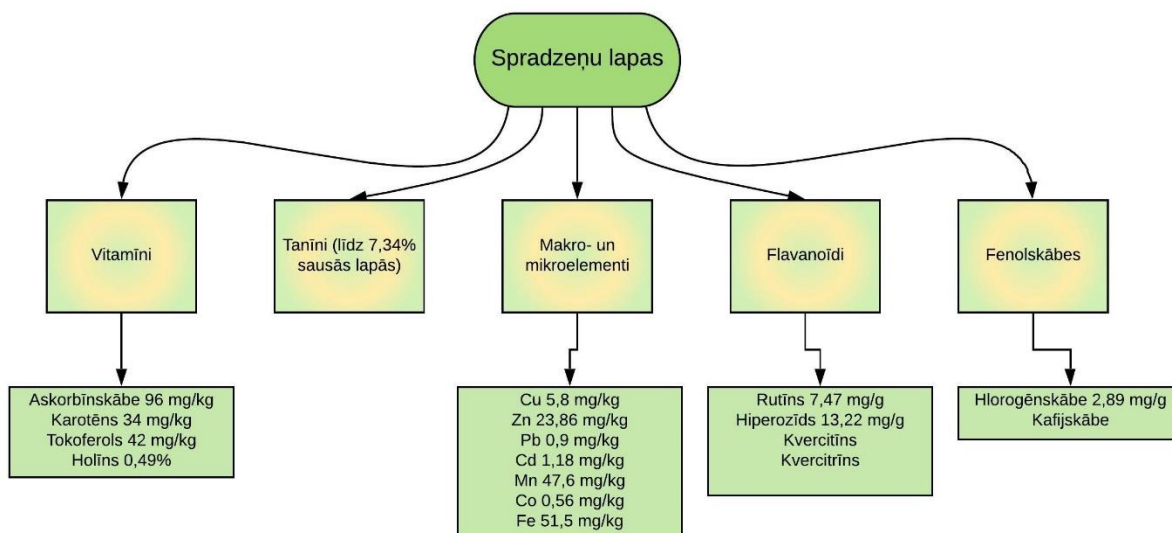
Galvenās viegli gaistošās vielas, kas tika atrastas spradzeņu ogās bija izoledēns (4,7-8,5%), metileigenols (3,3-8,4%), α -cedrēns (2,5-3,9%), nerolidol (1,1-4,8%), alfa-bisabolols (2,3-5,0%). Viegli gaistošo aromātisko vielu koncentrācija spradzenēs, salīdzinot ar kultivētajām zemenēm vai aromātisko *F. moschata* bija attiecīgi 2 un 4 reizes zemāka. Meža zemenēs un aromātisko *F. moschata* sastāvā esošā viela, metilantranilāts (piešķir saldu, augļu, vīnogu, apelsīnziedu aromātu), spradzenēs netika atrasta,

savukārt metileigenols (piešķir saldu, svaigu, pikantu, kanēļa, krustnagliņu aromātu) tika atrasts specifiski *F.viridis* sastāvā (Gruner et al., 2017; Kirilov et al., 2019). Pateicoties kompleksajai ēterisko eļļu kompozīcijai, kāda atrodama spradzenēs, šīm ogām ir spēcīga, specifiska medus, vīna un muskusa smarža. Ēteriskajās eļļās esošo vielu koncentrācija, mijiedarbojoties vienai ar otru, var pastiprināt iedarbības efektu (sinerģisks efekts). Neskatoties uz to, ka pētījumi, kas pierādītu spradzeņu lapu vai ogu ēterisko eļļu iedarbību, pagaidām nav veikti, ir pamats uzskatīt, ka ēterisko eļļu sastāvs var nodrošināt antimikrobiālu, pretvēža, antioksidatīvu, pretiekaisuma efektivitāti, balstoties uz pētījumiem par ēteriskajām eļļām, kurās ir atrasti raksturotie savienojumi (Agger et al., 2009; Kirilov et al., 2019).

Pētījumā, kur *Fragaria* savvaļas ogu garšas īpašības tika salīdzinātas ar kultivētām zemenēm, tika noskaidrots, ka savvaļas ogas saņēma mazāk pozitīvu garšas/smaržas vērtējumu. *F.viridis*, neskatoties uz augstāko kopējo skābumu, pēc garšas tika novērtētas kā mazāk skābas. *F. viridis* smarža un garša būtiski atšķiras no kultivētām zemenēm, kas patērētājam ir pierasta, līdz ar to sensoro īpašību salīdzinājums var būt neprecīzs un subjektīvs. Ogu tekstūra un stingrība arī būtiski atšķiras starp savvaļas zemenēm un kultivētām ogām, kas arī var ietekmēt garšas/aromāta uztveri. Spradzeņu aromāts tika raksturots kā “stinky”, “musty” (angļu val.), dūmakains un pikants ar paliekošu pēcgaršu, dažos gadījumos ogu aromāta vērtētāji īpaši uzsvēra spradzeņu īpatnēji svaigi-augļaino aromātu (Gruner et al., 2017).

1.4.Spradzenēs atrodamās vielas un to bioloģiskā aktivitāte

Informācijas par spradzenēm nav daudz un atrodamā informācija visbiežāk ir nacionāla mēroga zinātniskos žurnālos, kas publicēti, piemēram, Krievijā, Somijā, Vācijā un ir rakstīti attiecīgajā valodā. Vairāki pētījumi saistībā ar *F.viridis* koncentrējas uz šī auga ģenētiskā materiāla izpēti, piemēram, jaunu sugu/kultivāru iegūšanai (Ge et al., 2014; Bors and Sullivan, 2005; Trajkovski, 1996; Ahokas, 1998; Paponova et al., 2018) veģetatīvu augu pavairošanu (Ghasemi et al, 2015) vai auga-mikrobu mijiedarbības pētījumiem (Poponova et al., 2018; Berg et al., 2000).



4. attēls. Spradzeņu lapās atrastās vielas, makro- un mikroelementi (Bagdonaite et al., 2013; Gusev et al., 2016a; Gusev et al., 2016b; Zaitseva et al., 2010; Kirilov et al., 2019).

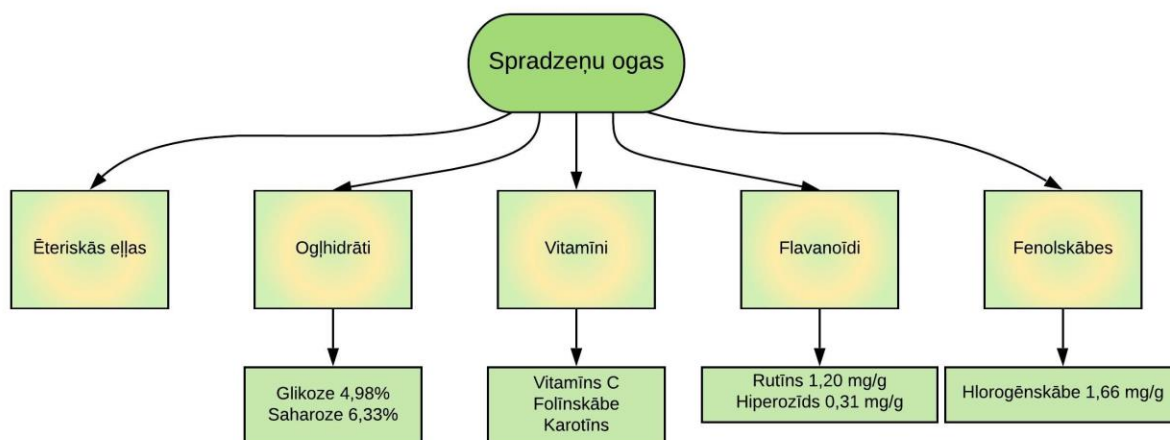
Spradzeņu ogas, saknes un lapas tiek pielietotas tradicionālajā/tautas medicīnā, tām tiek piedēvētas dažāda veida iedarbības un efekts pret dažāda veida slimībām. Tautas medicīnā tiek lietota uz praksi balstīta (*practice-based*) pieeja, līdz ar to konkrētas vielas vai vielu grupas, kas atbilst par attiecīgo iedarbību, visbiežāk netiek nosauktas.

Hlorogēnskābe un rutīns ir spēcīgi antioksidanti, tās ir vielas, kas spēj saistīt brīvos radikāļus, kuri veidojas cilvēka šūnās un var izveidot būtiskus bojājumus cilvēka DNS, līdz ar ko paaugstinās iespēja saslimt ar vēzi (Gioti et al., 2009). Rutīns ir atrodams augļos un dārzeņos, kā arī tējā un vīnā. Spradzeņu lapās ir augsts rutīna saturs, pat līdz 7,47 mg/g sausu lapu, kas ir augstāks kā meža zemenēs (3,50 mg/g) (Bagdonaite et al., 2013). Šai vielai tiek piedēvētas ne tikai antioksidatīvās īpašības, bet arī pretalerģiska, pretiekaisuma, pretvēža, antibakteriāla, antivirāla aktivitāte, asinsspiedienu un holesterīna koncentrāciju pazeminoša iedarbība (Sharma et al., 2013). Tautas medicīnā novērotie lapu uzlējuma efekti var daļēji tikt izskaidroti ar rutīna koncentrāciju spradzeņu vai meža zemeņu lapās. Bagdonaite et al. (2013) veiktajā pētījumā tika salīdzināta hlorogēnskābes un rutīna koncentrācija spradzeņu un meža zemeņu lapās un ogās, tiek secināts, ka gan šo augu lapas, gan ogas ir vērtīgs bioaktīvo vielu avots. Ir jāatzīmē, ka šajā pētījumā tika apskatītas tikai divas vielas, ar iespējamo bioloģisko aktivitāti, un ņemot vērā nelielo skaitu pētījumu, kas apskata spradzeņu pielietojumu, kā bioloģiski aktīvu vielu avotu, ir pamats uzskatīt, ka šis augs potenciāli satur arī citas vērtīgas vielas (4.attēls).

Krievu zinātnieki ir pētījuši spradzeņu lapu uzlējuma antimikrobiālo aktivitāti attiecībā pret Gram-negatīvām bakterijām. Pētījuma rezultāti pierāda, ka spradzeņu lapu uzlējums, būtiski samazina zarnu nūjiņu *E.coli* attīstību (2-10 reizes). Pētījuma autori uzskata ka antimikrobiālo aktivitāti nosaka spradzeņu lapās esošie flavonoidi: kvercītīns, rutīns hiperosīds, kafijskābe, hlorogēnskābe. Tiek atzīmēts, ka antimikrobiālā aktivitāte ir atkarīga no spradzeņu augšanas vietas. Turklāt augstā antimikrobiālā aktivitāte ļauj uzskatīt spradzenes par augiem, kuriem ir izteikta ārstnieciskā iedarbība un pielietojamība fitoterapijā (Gusev et al., 2016a). Ir pētīta arī lapu uzlējuma ietekme uz *Staphylococcus aureus* un parādīts, ka lapu ekstrakti ir izmantojami, lai panāktu ķīmiski terapeitiskus efektus, tādējādi atbalstot šāda veida produkta ieviešanu terapijā vai kā bioloģiski aktīvu piedevu pārtikai (Gusev et al., 2016b).

Pētīts arī mikroelementu saturs gan spradzeņu ogās, gan lapās. Spradzenēs atrasts plašs mikro-un makro-elementu sastāvs, kas nepieciešami cilvēka organismam, piemēram, Cu, Zn, Mn, Co, Fe un izteikts apgalvojums, ka spradzenes spēj biokoncentrēt augsnē esošos mikroelementus (Zaitseva et al., 2010; Dokuchaeva et al., 2014).

Mongoļu un Tibetas tradicionālajā medicīnā spradzeņu augļus iesaka lietot, lai novērstu novecošanos un pagarinātu mūža garumu. Tiek ieteikts arī spradzeņu ogas izmantot bērnu imūnsistēmas uzlabošanai. Tiek uzskatīts, ka polifenoli spradzeņu ogās nosaka to pretalerģisko iedarbību (5.attēls). Pierādīts, ka spradzeņu ogu sastāvā esošās vielas inhibē vairākus enzīmus (alfa-amilāzi, beta-glikozidāzi) līdz ar to tām ir asinsspiedienu samazinoša un hipoglikēmiska iedarbība. Tāpat eksperimentāli ir pierādīts, ka ogu patēriņš iedarbojas profilaktiski metaboliskā sindroma novēršanai (Капорматов, Махмудова, 2016).



5. attēls. Spradzeņu ogās atrastās vielas (Kirilov et al., 2019; Bagdonaite et al., 2013; Vdovina et al., 2014).

Krievu zinātnieku pētījumi ir pierādījuši, ka spradzeņu lapu sastāvā ietilpst holīns, kas ir nozīmīga viela nervu impulsu pārnesei nodrošināšanai un līdz ar to tam ir nozīmīga loma cilvēku metabolismā. Atkarībā no dažādiem faktoriem, spradzeņu lapās atrasts no 0,26 līdz 0,49% holīna. Tiek uzskatīts ka holīns ir viens no alkaloīdu priekštečiem un līdz ar to, tā klātbūtne rada interesi uzsākt alkaloīdu meklējumus šajā augā (Gusev et al., 2013).

Spradzenes ir nozīmīgs vairāku vitamīnu avots, tajās atrodama askorbīnskābe, tokoferols (Vitamīns E) un karotīni kuriem piemīt izteiktas antioksidantu īpašības. No pētītajiem vitamīniem spradzenēs visvairāk ir askorbīnskābes (līdz 70 mg/kg lapu) un karotīns (līdz 17 mg/kg), tokoferola saturs var sastādīt pat līdz 42 mg/kg. Dārza zemenēs ir atrodami 4,1 mg/kg tokoferola, avenēs 34,6 mg/kg, dzērvenēs 16,1 mg/kg, krūmmellenēs 10,5 mg/kg (Chun et al., 2006). Ieteicamā tokoferola dienas deva pieaugušajiem ir 12 mg/dienā (EFSA, 2019), līdz ar to aptuveni 300 gramu spradzeņu spēj nodrošināt dienā uzņemamo tokoferola daudzumu. Pierādīts arī, ka vitamīnu uzkrāšanās lapās ir atkarīga no spradzeņu augšanas apstākļiem (Dokuchaeva et al., 2015b). Vitamīnu saturs auga lapās ir atkarīgs no augšanas fāzes. Spradzenes, kas augušas mitrās, saulainās pļavās satur vairāk vitamīnu C un karotīnu. Pētījumā apskatītās spradzenes auga piesārņotā vidē, pētījuma autori uzskata, ka augstais vitamīnu (antioksidantu) saturs tika novērots, kā augu adaptācijas mehānisms (Dokuchaeva et al., 2015b).

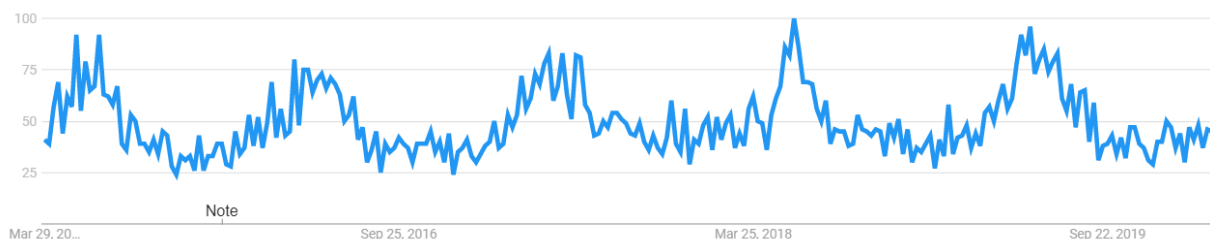
Spradzeņu lapās kuras ievāktas ziedēšanas laikā, atrastas relatīvi augstas tanīnu koncentrācijas (to saturs mainās no 5,7 līdz 7,3%). Turklāt augstākais tanīnu saturs konstatēts augiem, kas ir attīstījušies ar mitrumu bagātā vidē (Dokuchaeva et al., 2015a). Spradzenes ir iekļautas Krievijas ārstniecībā izmantojamo augu sarakstā - Krievijas ārstniecībā izmantojamo vielu reģistrs (Государственный реестр..., 2001).

2. Meža zemene *Fragaria vesca* L.

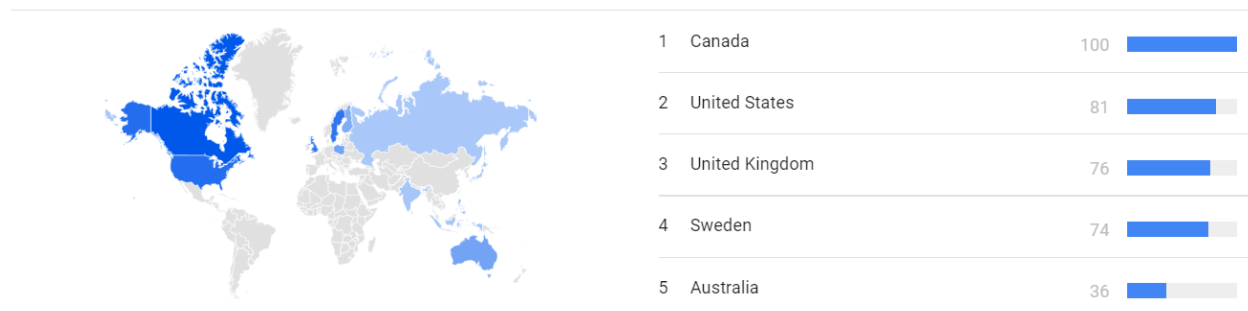
2.1. Meža zemenes apraksts

latviski: meža zemene; **angliski:** Wild Strawberry; **vāciski:** Wald-Erdbeere; **zviedru:** smultron; **igauņu:** metsmaasikas; **lietuviešu:** paprastoji žemuogė; **krievu:** земляника лесная

Meža zemene ir daudzgadīgs, visā ziemeļu puslodē sastopams, rožu dzimtas (Rosaceae) lakstaugs ar īsu, resnu sakneni un vienu vai vairākiem stumbriem. Lapas trīsstariņi saliktas, sakārtotas rozetē. Ziedi balti, nedaudzi, sakopoti vairogos. Zied maijā, jūnijā. Auglis sulīgs riekstiņu paauglis. Aug saulainos uzkalnos, izcirtumos, priežu un jauktos mežos, veido audzes (Rūbīne, Ozola, Eniņa, 1974). Meža zemesnes tiek audzētas patēriņam Itālijā (Doumett et al., 2011), Turcijā un citur, tās izmantojot alkoholisko dzērienu pagatavošanai, sīrupiem, kā piedevu piena produktiem, desertiem. Sabiedrības interese par meža zemenēm ir sezonāla (6. attēls) – visvairāk meklējumu interneta vietnē “Google” parādās ap meža zemeņu nogatavošanās laiku, no maija līdz jūlijam. Kanādā, kur meža ogas tiek ievāktas lielos daudzumos, interese par meža zemenēm ir visaugstākā, interese par šīm ogām ir arī Eiropas Ziemeļu valstīs un Krievijā (7., 8. attēls).



6.attēls. Termina “wild strawberry” (meža zemene) relatīvais Google meklējumu biežums 5 gadu garumā.



7. attēls. Termina “wild strawberry” (meža zemene) meklējumu sadalījums pēc valsts.

2.2. Meža zemeņu pielietojums tautas un tradicionālajā medicīnā

Lapas ievāc ziedēšanas laikā maijā, jūnijā un ātri žāvē ēnainā vietā vai labi vēdināmās telpās. Drogā ir līdz 5 cm garas lapas ar 1 cm garu kātu. To krāsa zaļa vai pelēkzaļa, smarža vāja, īpatnēja, garša savelkoša. Augļus ievāc sausā laikā no rīta, kad nožuvusi rasa, vai arī pēcpusdienā. Mitrā laikā ievāktie augļi ātri bojājas, bet karstumā ievāktie sasūti. Ievāc tikai veselus, nebojātus augļus, tos lieto svaigus vai arī vītina siltās, labi vēdināmās telpās un tad žāvē kaltēs līdz 70C°.



8.attēls. Meža zemene (*Fragaria vesca* L.).

Meža zemeņu augļos atrodamas skābes - citronskābe, askorbīnskābe, ābolskābe, vīnskābe, fosforskābe, hīnskābe, salicilskābe, cukuri (6-9,5%), ēteriskās eļļas, miecvielas (ap 0,4%) pektīnvielas (līdz 1,5%), antociāni- pelargonidīna 3-galaktozīds, cianidīda 3-glikozīds u.c., B grupas vitamīni, minerālvielas - dzelzs (40 reizes vairāk nekā vīnogās, 2 reizes vairāk nekā plūmēs), kālija, fosfora, kalcija, mangāna, nātrija sāļi, karotīni (0,3-0,5 %), tiamīns, samērā daudz folijskābe. Sēklās daudz dzelzs (Pētersone, 1976).

Lieto dietoterapijā pie avitaminozēm (augļus, lapu uzlējumu), kā maigu diurētisku līdzekli pie tūskām, ascīta, nierakmeņiem (lapu, augļu uzlējumu), kā pretiekaisuma līdzekli pie gastrītiem, zarnu trakta iekaisumiem ar caureju vai aizcietējumiem (lapu vai sakņu uzlējumu), kā simptomātisku līdzekli pie balsenes vēža (lapu novārījumu), pie hipertensīvās slimības, aterosklerozes - svaigus augļus lielā daudzumā.

Tautas medicīnā lieto pie nierakmeņiem, urīnpūšļa akmeņiem, žultsakmeņiem, žultsceļu un žultspūšļa iekaisumiem, pie dzeltenās kaites (uz 1 glāzi verdoša ūdens ņem 1 ēdamkaroti sasmalcinātu lapu vai ziedošus lakstus, ļauj 4 stundas stāvēt vai pavāra 15-20 minūtes, lieto pa ¼ glāzei 3 vai 4 reizes dienā; uz 1 glāzi verdoša ūdens ņem 2 ēdamkarotes sausu augļu, uzvāra, ļauj kādu stundu ievilkties, lieto pa ¼- ½ glāzei 3 reizes dienā, lieto arī svaigus augļus pa 0,5-1kg dienā apēdot tos 3 vai 4 reizēs), pie vēdera sāpēm (svaigus augļus), pie caurejas, dizentērijas (sakņu novārījumu, augļu vai lapu uzlējumu), pie čūlas slimībām (svaigus augļus), pie liesas slimībām (lapu uzlējumu), ēstgribas un gremošanas uzlabošanai, slāpju dzesēšanai saaukstēšanās gadījumā (svaigus augļus vai sulu); pie dzemdes un pārlietas menstruālas asiņošanas, pie dzemdes fibromiomas (sakņu novārījumu; sausu augļu vai lapu uzlējumu vai novārījumu; visa auga novārījumu; svaigus augļus); pie rahīta, vispārēja organisma spēku apsūkuma, pie mazasinības (svaigus augļus, augļu vai lapu uzlējumu); kā sviedrēšanas līdzekli (sausu augļu uzlējumu) pie bronhīta, klepus (sakņu, ar visiem augļiem ievāktu lakstu uzlējumu pa ēdamkarotei ik pēc pāris stundām), pie bronhiālās astmas (lapu novārījumu vai uzlējumu – uz 1 glāzi ūdens ņem 1 ēdamkaroti lapu, lieto katru dienu pa ½ -1 glāzei; lieto arī svaigu zemeņu sulu pa 4-8 karotēm tukšā dūšā), pret svīšanu naktī (lapu uzlējumu), kā sirds līdzekli pie sirds vājuma, aptaukošanās, aizdusas (ziedu uzlējumu); kā labu nomierinošu

līdzekli pie nervozitātes, hipertonijas (ziedu uzlējumu vai tinktūru; lapu uzlējumu; svaigus augļus), pret aterosklerozi (svaigas zemenes vai zemeņu uzlējumu- uz 1 glāzi ūdens ņem trīs-četras ēdamkarotes augļu, ļauj 4 stundas stāvēt, lieto pa ¼ glāzes pirms ēšanas; pie aterosklerozes lieto arī ziedošus lakstus), pret aptaukošanos (zemeņu augļu “kūres”), kā asinstitītāju līdzekli pie hroniskām ādas slimībām, (lakstu vai lapu uzlējumu, zemeņu kūres), pie podagras (šķipsnu ziedošus lakstus vai lakstus ar saknēm savāra glāzē ūdens, ļauj kārtīgi ievilkties, lieto ilgāku laiku kā tēju pa glāzei 1 vai 2 reizes dienā), pie reimatisma, išiasa, neiralģijām (sakņu vai ar visiem augliem ievāktu lakstu uzlējumu), lenteņu izdzišanai (apēd ļoti daudz svaigu zemeņu- pat līdz 3kg, pēc tam uzēd siļķi un daudz sīpolu loku); arī lieto pie asiņojošām brūcēm (lapu novārījuma aplikamos, nelielām brūcēm uzliek saspīestas zemenes vai zemeņu sulu, pie strutojošām ilgi nedzīstošām brūcēm, čūlām (svaigu vai sausu saplaucētu lapu aplikamos), pie mutes un rīkles glotādas iekaisumiem, pret mutes netīkamu smaku (zemeņu uzlējumu kā antiseptisku līdzekli skalošanai), pie angīnas (lapu uzlējumu skalošanai), pie hemoroīdu mezglu asiņošanas, iekaisumiem (lapu vai sakņu uzlējuma klizmas, aplikamos, sēdvannas, uzlējumu apmazgāšanai), pie aknu, reimatiskām, zobu sāpēm (uzliek saplaucētas svaigas vai sausas lapas), pie ekzēmām, pinnēm, ēdēm (tīras veselas zemenes nedaudz saspiež, tā, lai neiztecētu sula, uzliek uz vainas un atstāj 6-8 stundas; ekzēmas grūti ārstējamas un kā patstāvīga slimība sastopamas reti, tādēļ uzmanība jāvelta galvenokārt slimībai, kuras cēlonis ir ekzēma); lieto arī lapu novārījumu sejas un roku ādas kopšanai (lapu novārījuma aplikamos, lai āda būtu maiga, samtaina), vasaras raibumu nodzišanai (zemeņu sula) (Pētersone, 1976).

Zemeņu lapas pazemina asinsspiedienu, paplašina perifēros asinsvadus, palēnina sirds ritmu, palielina sirds kontrakciju amplitūdu, pastiprina dzemdes muskulatūras kontrakcijas (izmēģinājumi ar dzīvniekiem), tās ir diurētisks, žultsdzinējs, savelkošs, pretasiņošanas, pretsvīšanas, nomierinošs, antiseptisks, dezodorējošs, sāpes remdinošs līdzeklis. Zemeņu saknes ir savelkošs, diurētisks, žultsdzinējs, pretasiņošanas, antiseptisks līdzeklis. Zemeņu augļu darbība ir pretanēmijas, pretcingas, antiseptisks līdzeklis. Zemeņu augļu darbība ir pretanēmijas, pretcingas, antiseptiska, dezodorējoša, pretiekaisuma, sāpes remdinoša, tie uzlabo vielu maiņu, palielina diurēzi, žults sekrēciju un žultsskābju saturu žultī, tie ir viegls hipotensīvs un sviedrēšanas līdzeklis. Zemenes (it īpaši savvaļas, dārza zemeņu darbība daudz vājāka) ir viens no vērtīgākajiem profilaktiskajiem ārstniecības augiem, tās sevišķi nozīmīgas pavasarī, vasaras sākumā, kad citu svaigu augļu vēl maz. Ja zemenes nepanes (ieēdot zemenes, jūtamās sāpes vēderā, nelabums, parādās nātrene), tās var mēģināt lietot kopā ar krējumu, pienu vai cukuru 20-30 minūtes pēc ēšanas. Meža zemenes medicīnā lietoja jau tūkstoš gadu pirms mūsu ēras. Tiek minēts, ka ievērojamais zviedru dabas pētnieks un ārsts K.Linnejs no podagras izārstējies ar zemenēm (Pētersone, 1976).

Salīdzinot ar spradzenēm, meža zemenes Latvijā tika lietotas pret daudz un dažādām kaitēm, šo augu lietojums tautas medicīnā ir plaši aprakstīts- tas visticamāk ir saistīts ar plašāku meža zemeņu izplatību un pieejamību.

2.3. Meža zemeņu garša un ēteriskās eļļas

Meža zemenes tiek īpaši izceltas to cilvēkam tīkamā aromāta dēļ – selekcionāriem veidojot jaunas šķirnes, tieši meža zemenes tiek izmantotas, lai jaunajās šķirnēs piešķirtu specifisku gaistošo vielu spektru (Marta et al., 2004; Noguchi et al., 2002; Jones, 1966). Izvērtējot meža zemeņu garšas īpašības ir secināts, ka savvaļas ogas ir daudz aromātiskākas un aromāts ir spēcīgāks. Meža zemenes tiek raksturotas kā saldās, ar zemu skābumu, paliekošu, rūgtenu garšu, savukārt aromāts tiek raksturots kā saldu ziedu, kameļu sajaukums (Ulrich et al., 2007).

Meža zemeņu ēteriskajā eļļā ir atrastas līdz 300 dažādu vielu, kas pieder dažādām vielu grupām, piemēram, organiskās skābes, aldehīdi, ketoni, spirti, esteri, laktoni, sēra savienojumi, furāni, fenoli, terpēni. Ir noskaidrots, ka meža zemenes satur vairāk aromātisko vielu, kā kultivētās zemenes. Meža zemenēs galvenais aromātu veidojošais savienojums ir 2,5-dimetil-4-metoksi-3(2H)-furanons, jeb zemeņu furanona metil ēteris, kas sastāda aptuveni 11% no visām viegli gaistošajām vielām. Šis savienojums ir atrasts arī mango. Salīdzinājums starp meža zemeņu un spradzeņu aromātu pagaidām nav veikts, balstoties uz literatūras analīzi, var secināt, ka šo ogu aromāts ir atšķirīgs, ar dažām kopīgām iezīmēm. Meža zemenēs ir atrodami sugai specifiski esteri, kas tiek saistīti tieši ar meža zemenēm raksturīgo aromātu (metilantranilāts (Ulrich et al., 1997), metilnikotināts, karvilacetāts u.c.), ketoni (Pyysalo et al., 1979; Aharoni et al., 2004; Wintoch et al., 1991).

2.4. Meža zemenēs atrodamās vielas un to bioloģiskā aktivitāte

Meža zemeņu, tāpat kā citu ogu, bioloģiski aktīvo vielu sastāvu var būtiski ietekmēt ogu izcelsmes vieta un augšanas faktori. Kultivētu meža zemeņu minerālu, organisko skābju un ogļhidrātu saturs, atkarībā no audzēšanas apstākļiem, ir noteikts tikai vienā pētījumā (Caruso et al., 2004). Šie parametri var būtiski atšķirties atkarībā no pielietotajiem augu mēslošanas veidiem, augsnes minerālvielu satura, temperatūras, saules radiācijas. Informācija par savvaļas meža zemeņu minerālu saturu ir atrodama dažādos tautas medicīnu aprakstošos izdevumos, bet neskatoties uz to, informācija par minerālvielu koncentrāciju ogās vai lapās nav pieejama. Minerālvielu saturu citos *F. vesca* kultivāros ('Rugia' un 'Yellow Wonder') ir 3,58 g fosfora uz 1 kg sausu ogu, 14,02 g kālija, 3,06 g kalcija, 1,75 g magnija, 81,46 mg dzelzs, 12,12 mg cinka, 5,86 mg vara, kas indikatīvi norāda mikro un makroelementu saturu šajā sugā (Jurgiel-Małecka et al., 2017).

Meža zemenēs ir atrodamas arī bioaktīvas vielas - polifenoli (Peñarrieta et al., 2009). Ogās atrodami ogļhidrāti, glikoze un fruktoze, kopā sastāda ap 10% no ogu svara (Doumet et al., 2011). Polisaharīdu ekstraktiem ir parādīta antikoagulējoša aktivitāte (Pawlaczyk et al., 2009). Pētījumos, kur *F. vesca* antioksidatīvās īpašības tiek salīdzinātas ar kultivētajām zemenēm, ir pierādīts, ka meža zemenēs esošās vielas ir efektīvi brīvo radikāļu saistītāji (Halvorsen et al., 2002; Pellegrini et al., 2003; Jablonska-Rys et al., 2009). Antioksidatīvo efektu meža zemeņu ogās visticamāk piešķir polifenoli (0,7% svaigās ogās), askorbīnskābe (0,02%). Ogās ir atrasti tādi polifenoli kā pelargonidīna glikozīds, cianidīna glikozīds, peonidīna glikozīds (antociāni, kas piešķir ogām sarkano krāsu), elagīnskābe (Peñarrieta et al., 2009). Elagīnskābe tiek saistīta ar pretvēža iedarbību un tai tiek piedēvētas antitumogēnas īpašības (Wedge et al., 2001). Jaunākos pētījumos meža zemenēs ir atrasti vairāki elagīnskābes atvasinājumi, kas norāda uz iespējamu pretvēža aktivitāti, lietojot šīs ogas uzturā (Dias et al., 2016).

Meža zemeņu ogas satur arī eļļas, piemēram nepiesātinātās taukskābes- gamma-linoleīnskābe, linolēnskābe (omega-6) un linoleīnskābe (omega-3), ogu eļļa satur ļoti augstu polinepiesātināto taukskābju koncentrāciju, līdz 95%. No ogām iegūtā eļļa satur arī dažāda veida taukos šķīstošus vitamīnus- tokoferolus, jeb vitamīnu E, ar koncentrāciju līdz 2,35 mg/100 g svaigu ogu (Dias et al., 2016).

Meža zemeņu etanola ekstrakts parāda efektivitāti tādu cilvēkam patogēnu baktēriju inhibēšanā kā *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Eschericia coli* (Borah et al., 2012). Svaigu ogu ekstrakti parāda antimikrobiālo aktivitāti gan pret Gram-pozitīvām, gan Gram-negatīvām baktērijām, ieskaitot baktērijām, kam ir augsta izturība pret antibiotikām, piemēram, MRSA (meticilīna rezistentais *Staphylococcus aureus*). Biofilmas veidojošu *E.coli* celmu, kas var veidot urīnceļu iekaisumus, piestiprinoties pie urīnceļu sienām, var veiksmīgi inhibēt izmantojot meža zemeņu ekstraktus (Dias et al., 2016).

3. Materiāli un metodes

3.1. Augu materiāla ievākšana

Spradzeņu lapu analīzei ievākti paraugi 10 vietās, bet ogu analīzei – plānoto 20 paraugu vietā tika ievākti 19 paraugi (1., 2. tabula). Papildus analīze veikta vienam meža zemeņu un vienam māju zemeņu paraigam. Kopējais analizētais paraugu skaits – 33.

1. tabula. Ievāktu lapu paraugu izcelsme un piešķirtā identifikācija.

ID	Nosaukums	Ievākts/Saņemts	Ievāca	X	Y
LS 1	Līves, pret Avotkalnu	10.06.2020	Zane	648317	363247
LS 2	Beku pagalms	10.06.2020	Zane	625714	398041
LS 3	19BS165_38, Senči	10.06.2020	Katrīna	399113	326517
LS 4	15EB107_616, Riebiķi	10.06.2020	Katrīna	424603	319710
LS 5	18BS165_1, Drubazas	10.06.2020	Katrīna	414882	321393
LS 6	16EB107_24, Veģi	10.06.2020	Katrīna	407484	326903
LS 7	Buses pilskalns	10.06.2020	Katrīna	415163	317208
LS 8	17BS165_451, Sigulda	10.06.2020	Baiba	550597	336588
LS 9	20MM102_526, Zvārtes iezis	10.06.2020	Baiba	569136	345315
LS 10	20MM102_386, Pieškalns	10.06.2020	Baiba	574542	357140
LKON 1	Dārza zemes (Iecava)	16.06.2020	Linards	508477	272476
LKON 2	Meža zemes (Dzērbene)	14.06.2020	Linards	600654	343939

2. tabula. Ievāktu ogu paraugu izcelsme un piešķirtā identifikācija.

ID	Nosaukums	Ievākts/Saņemts	Ievāca	X	Y
OS1	16MG102_72, Jaunilīkas	12.07.2020	Zane	632904	391384
OS2	Līves, pret Avotkalnu	12.07.2020	Zane	648320	363247
OS3	Beku pagalms	12.07.2020	Zane	625714	398041
OS4	PS905_210, Kaģuciems	12.07.2020	Zane	641077	383012
OS5	PS905_102, Medenīša ezers	12.07.2020	Zane	643289	373897
OS6	17TK904_152, Gaujienas estrāde	12.07.2020	Zane	642668	378121
OS7	17VB1_164, Līves	12.07.2020	Zane	650178	361223
OS8	19BS165_38, Senči	12.07.2020	Katrīna	399111	326518
OS9	18BS165_1, Drubazas	12.07.2020	Katrīna	414882	321393
OS10	Buses pilskalns	12.07.2020	Katrīna	415163	317208
OS11	15EB107_616, Mācītājmāja	12.07.2020	Katrīna	424588	319705
OS12	18SR66_165, Stirnkalni	12.07.2020	Katrīna	424977	320632
OS13	16LA11_36, Lauri	12.07.2020	Baiba	554166	340517
OS14	19BS165_252, Sēnīte	12.07.2020	Baiba	538783	330798
OS15	20IK115_31, Cēsis	12.07.2020	Baiba	573670	352409
OS16	20MM102_386, Pieškalns	12.07.2020	Baiba	574542	357140
OS17	20MM102_526, Zvārtes iezis	12.07.2020	Baiba	569136	345315
OS18	17BS165_451, Sigulda	12.07.2020	Baiba	550597	336588

OS19	14SR66_418, Līgatne	12.07.2020	Baiba	562828	352409
OKON1	Dārza zemes (Iecava)	12.07.2020	Linards	508477	272476
OKON2	Meža zemes (Dzērbene)	12.07.2020	Linards	600654	343939

Spradzeņu lapas

Spradzeņu lapu ievākšana veikta jūnija sākumā (auga ziedēšanas laikā) (1. tabula). Ievācot lapas lietoti bezpūdera nitrila cimdi. Auga lapas ar visu kātiņu, aptuveni 10 g, ievāktas tās nogriežot ar skalpeli. Uzreiz pēc lapu nogriešanas lapas ievietotas gaisa necaurlaidīgos paraugu maisiņos, no kuriem tiek izspiests gaiss (nesabojājot un nesaspiežot paraugu). Maisiņi ar ievāktajiem paraugiem ievietoti aukstuma kastē, tā, lai paraugs nav tiešā kontaktā ar aukstum elementiem. Nākamajā dienā paraugi nogādāti laboratorijā.

Spradzeņu ogas

Spradzeņu ogu ievākšana veikta jūlijā, kad ogas ir pilnībā nogatavojušās. Ievācot ogas jālieto bezpūdera nitrila cimdi. Pirms ogu ievākšanas vēlams nomazgāt rokas un rūpīgi tās noskalot, lai uz rokām nebūtu ziepju vai kosmētikas līdzekļu atliekas. Ievāktās ogas jāuzglabā stikla traukos, kas iepriekš izskaloti ar tīru hloroformu. Trauku nosegšanai jāizmanto alumīnija folija. Katram paraugam nepieciešams ievākt ap 50 g ogu. Pēc paraugu ievākšanas tie ir jāievieto aukstum kastē un jānogādā laboratorijā pēc iespējas ātrāk, ne vēlāk kā 16 stundas pēc to ievākšanas.

3.2. Lapu un ogu ekstrakcija

Spradzeņu lapu sagatavošana ekstrakcijai

Nekavējoties, pēc lapu piegādāšanas, tās tika nosvērtas, ievietotas plastmasas konteineros un sasaldētas (-20°C, 24 stundas). Sasaldētās lapas tika ievietotas liofilizatorā Labconco, kur 40 mbar spiedienā lapu paraugi tika žāvēti 48 stundas (kondensatora temperatūra -60°C). Izsaldētie lapu paraugi tika smalcināti piestā, līdz tika iegūts smalks, viendabīgs pulveris. Sasmalcinātie spradzeņu lapu paraugi tika izmantoti metālu koncentrācijas noteikšanai, kā arī kopējo polifenolu koncentrācijas un antiradikālās aktivitātes noteikšanai. Paralēli spradzeņu lapu paraugiem, analīzēm tika sagatavoti kontroles paraugi – dārza zemeņu un meža zemeņu lapas.

Precīzu aprēķinu veikšanai, ievāktajiem paraugiem tika noteikts mitrums, kas tika izmantots mērījumu izteikšanai uz sausu vai svaigu lapu svaru (3.tabula).

3. tabula. Ievāktu lapu paraugu daudzums un mitrums.

ID	Svaigais svars, g	Sausais svars, g	Mitrums, %
LS 1	23.68	8.2	65.37
LS 2	21.28	6.6	68.98
LS 3	24.07	7.4	69.26
LS 4	11.89	4.1	65.52
LS 5	14.51	5.6	61.41
LS 6	26.8	8.6	67.91
LS 7	12.41	4.7	62.13
LS 8	37.92	12.8	66.24
LS 9	47.35	12.5	73.60
LS 10	39.94	12.8	67.95
LKON 1	68.6	18.3	73.32

Spradzeņu ogu sagatavošana ekstrakcijai

Nekavējoties, pēc ogu piegādāšanas, tās tika nosvērtas, ievietotas plastmasas konteineros un sasaldētas (-20°C, 24 stundas). Sasaldētās lapas tika ievietotas liofilizatorā Labconco, kur 40 mbar spiedienā lapu paraugi tika žāvēti 48 stundas (kondensatora temperatūra -60°C). Izsaldētie ogu paraugi tika smalcināti pietā, līdz tika iegūts smalks, viendabīgs pulveris. Sasmalcinātie spradzeņu ogu paraugi tika izmantoti metālu koncentrācijas noteikšanai, kā arī kopējo polifenolu koncentrācijas, antiradikālās aktivitātes un lipīdu profila noteikšanai. Paralēli spradzeņu ogu paraugiem, analīzēm tika sagatavoti kontroles paraugi – dārza zemeņu un meža zemeņu ogas.

Precīzu aprēķinu veikšanai, ievāktajiem paraugiem tika noteikts mitrums, kas tika izmantots mērījumu izteikšanai uz sausu vai svaigu ogu svaru (4.tabula).

4. tabula. Ievākto ogu paraugu daudzums un mitrums.

ID	Svaigais svars, g	Sausais svars, g	Mitrums, %
OS1	63.1	10.8	82.9
OS2	63.0	10.3	83.7
OS3	63.7	10.0	84.3
OS4	39.4	6.5	83.5
OS5	66.6	10.7	83.9
OS6	60.9	11.1	81.8
OS7	57.3	10.6	81.5
OS8	52.6	10.8	79.5
OS9	82.0	17.1	79.2
OS10	73.1	17.4	76.2
OS11	89.0	15.0	83.2
OS12	82.6	16.7	79.8
OS13	74.6	15.3	79.5
OS14	62.7	11.8	81.2
OS15	73.3	15.2	79.3
OS16	57.7	11.0	80.9
OS17	87.4	12.7	85.5
OS18	52.0	9.5	81.7
OS19	56.3	10.5	81.4
OKON1	97.0	20.5	78.9
OKON2	166.2	20.5	87.7

Spradzeņu lapu un ogu ekstrakti kopējo polifenolu un DPPH mērījumiem

Sasmalcinātas spradzeņu lapas vai ogas (attiecīgi 3 vai 5 g) tika iesvērtas ekstrakcijai paredzētā 100 mL ar vāku noslēdzamā stikla traukā. Nosvērtais paraugs tika apliets ar 30 mL 70% etanola un ekstrakcijas trauks tika ievietots ultraskaņas ģeneratorā ar jaudu 300 W, tika veikta 15 minūšu parauga apstrāde ar ultraskaņu. Pēc ultraskaņas apstrādes paraugs tika filtrēts izmantojot Whatman kvantitatīvo filtrpapīru

(43. klase). Filtrāts tika savākts, filtrā nonākušās smalkās daļiņas kopā ar filtru tika ievietotas ekstrakcijas traukā un atkārtoti aplietas ar 30 mL etanola. Ekstrakcijas process ultraskaņā tika atkārtots 3 reizes, līdz iegūtais ekstrakts bija bezkrāsains. Iegūtais spirta ekstrakts tika pārnest uz 100 mL mērkolbu un atšķaidīts līdz 100 mL atzīmei. Sagatavotie ekstrakti tika uzglabāti 4°C līdz analīžu veikšanai, ne ilgāk kā pēc piecām dienām.

Spradzeņu lapu un ogu mineralizācija metālu koncentrācijas noteikšanai

Sasmalcinātās spradzeņu lapas vai ogas (0.1 g) tika iesvērtas teflona kapsulās un aplietas ar 5 mL slāpekļskābes un 1 mL ūdeņraža peroksīdu. Parauga mineralizācijai tika izmantota Milestone Ethos One mikroviļņu ekstrakcijas iekārta, kurā paraugs tika karsēts 3 stundās pie 200°C 100 bar spiedienā. Pēc parauga mineralizācijas un pilnīgas atdzišanas, paraugs tika pārņemts 50 mL mērkolbā un atšķaidīts līdz 50 mL atzīmei. Nekavējoties pēc paraugu atšķaidīšanas tie tika nodoti tālākai analīzei. Paraugi tika sagatavoti 3 atkārtojumos.

Spradzeņu ogu ekstrakti lipīdu profila noteikšanai

Sasmalcinātās spradzeņu ogas (5 g) tika ievietotas ar vāku noslēdzamā 100 mL stikla traukā un aplietas ar 50 mL hloroforma. Ekstrakcijas trauks tika ievietots ultraskaņas ģeneratorā uz 15 minūtēm. Pēc ultraskaņas apstrādes paraugs tika filtrēts. Filtrs kopā ar smalkajām parauga daļiņām tika ievietots atpakaļ ekstrakcijas traukā un atkārtoti apliets ar 50 mL hloroforma. Ekstrakcijas process tika atkārtots 3 reizes. Visi iegūtie filtrāti tika ielieti vakuum izturīgā apaļkolbā un paraugs tika ietvaicēts pazeminātā spiedienā 40°C līdz aptuveni 5 mL tilpumam. Koncentrētais ekstrakts tika pārņemts uz 20 mL pudelīti, lai atbrīvotos no atlikušā šķīdinātāja paraugs tika žāvēts slāpekļa plūsmā līdz viss šķīdinātājs bija iztvaikojis. Sagatavotie paraugi tika uzglabāti 4°C līdz analīžu veikšanai.

3.3. Lapu un ogu ekstraktu analītiskais raksturojums

Kopējo polifenolu noteikšana (Folin-Ciocalteu metode)

Kopējais polifenolu daudzums tika noteikts izmantojot Folīna-Šikoltē (*Folin-Ciocalteu*) spektrofotometrisko metodi (Folin and Ciocalteu, 1927; Siriwoharn et al., 2004). Standartlīknes sagatavošanai tika izmantota galluskābe koncentrācijas intervālā no 0,025 līdz 0,350 mg/mL. 1 mL standarta tika sajaukts ar 5 mL Folīna-Šikoltē reaģenta, atšķaidīta ar demineralizētu ūdeni (1:10) un pievienoti 4 mL 7,5% nātrija karbonāta šķīduma. Paraugi tika inkubēti 20–30 minūtes tumsā un nomērīti pie 765 nm pret destilētu ūdeni stikla kivetēs (Shimadzu UV-1800). Paraugu sagatavošana tika veikta tādā pašā veidā kā standartu sagatavošana, atšķaidot paraugu atkarībā no iespējamās polifenolu koncentrācijas, tā, lai iegūtais mērījums būtu standartlīknes lineārajā intervālā. Kopējais polifenolu daudzums tika izteikts kā galluskābes ekvivalenti uz 100 g sausu ogu.

Antiradikālās aktivitātes noteikšana (DPPH)

2,2-difenil-2-pikrilhidrazilhidrāta (DPPH) antiradikālā aktivitāte tika spektrofotometriski noteikta izmantojot laboratorijai pielāgotu metodi (Brand-Williams et al., 1995). Šīs metodes pamatā ir DPPH spēja reducēties ūdeņraža donora klātbūtnē (antioksidants), veidojot DPPH-H rekombinanto (ne-radikālo) formu (Bondet et al., 1997). 10 mg DPPH tika izšķīdināti 250 mL 80% metanolā, lai iegūtu DPPH šķīdumu, kura sorbcija ir no 0,95 līdz 1,10 pie 517 nm. DPPH šķīdums tika svaigi sagatavots pirms katras analīzes. 200 µL parauga vai parauga atšķaidījums tika pievienoti 3 mL DPPH šķīduma. Paraugs tika inhibēts vismaz 30 minūtes tumsā un sasniedzot stabilus sorbcijas rādījumus tika veikts mērījums. Standartlīkne (1–5 µM)

tika sagatavota izmantojot 5,7,8-tetrametilhromān-2-karbonskābi (Trolox), kas tika izšķīdināta 96% etanolā. Visi mērījumi tika veikti izmantojot stikla kivetes un Shimadzu UV-1800 spektrofotometru.

Antiradikālās aktivitātes noteikšana (FRAP)

Antioksidantu spēju ietekmēt Fe(III) reducēšanos raksturo dzelzs reducēšanas kavēšanas potenciāls (FRAP), kas tika noteikts pēc Benzie and Strain, 1996 modificētas metodes (Biskup et al., 2013). Šajā metodē tiek mērīta Fe (III) reducēšana par Fe (II) antioksidanta klātbūtnē. Lai sagatavotu FRAP reaģentu ir nepieciešams acetāta buferis 300 mM, atšķaidīta HCl 40 mM, 2,3,6- tri [2-piridil]-s-triazīns (TPTZ) 10 mM, un dzelzs (III) hlorīda šķīdums 20 mM. Svaigi, pirms katras analīzes tika sagatavots FRAP reaģents, kas sastāv no 200 mL acetāta bufera, 20 mL TPTZ šķīduma, 20 mL dzelzs hlorīda šķīduma un 24 mL demineralizēta ūdens. Sajauktais FRAP reaģents tika turēts 37°C ūdens vannā. 30 µL piemērots parauga atšķaidījums tika ievietots kivetē un strauji pievienots 1 mL FRAP reaģenta. Paraugi tika mērīti stikla kivetēs pret demineralizētu ūdeni pie 593 nm pēc 15 minūšu inkubācijas perioda izmantojot Shimadzu UV-1800 spektrofotometru. Kalibrācijas līkne tika konstruēta izmantojot 1000 µM Trolox standartšķīdumu intervālā no 1 līdz 10 mM. Stipri iekrāsotiem paraugiem par blanku tika lietots demineralizēts ūdens kopā ar 30 µL parauga.

Metālu koncentrācijas noteikšana (ICP-OES)

Mineralizētajos paraugos metālu koncentrācija tika noteikta izmantojot ICP-OES (induktīvi saistītās plazmas spektrometrija ar optiskās emisijas detektēšanu; Thermo Scientific iCAP 7000series) metodi. Sagatavotie paraugi tika ievadīti sistēmā ar automātisko injekcijas sistēmu, katrs mērījums tika atkārtots 5 reizes. Katram paraugam tika sagatavoti 3 atkārtojumi. Metālu koncentrācija izteikta kā µg/1 g sausu ogu.

Lipīdu profila noteikšana (GC-MS)

Spradzeņu ogu lipīdu profila noteikšanai tika izmantots GC-MS (gāzes hromatogrāfija-masas spektrometrija). Iepriekš sagatavotie lipīdu ekstrakti tika nosvērti (5 mg) hromatogrāfijas pudelītēs. Paraugs tika izšķīdināts 1300 µL piridīna, kam vēlāk tika pievienots 200 µL BSTFA (N,O-Bis (trimethylsilyl) trifluoroacetamide). Paraugs tika karsēts 1 stundu 60°C. Pēc parauga inkubēšanas paraugs tika ievietots automātiskajā paraugu menedžerī. GC-MS analīzes tika veiktas izmantojot GC-2010 Plus sistēmu apvienojumā ar GC-MS QP-2010 Ultra masas spektrometru (Shimadzu). Hromatogrāfiskā sadalījuma nodrošināšanai tika izmantota Restek Rxi®-5MS kolonna (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm; Crossbond® 5% diphenyl + 95% dimethyl polysiloxane (Restek). He (hēlijs) tika izmantots kā nesējgāze ar kopējo plūsmas ātrumu 10.8 mL/min un kolonnas plūsmas ātrumu 0.71 mL/min (AGA, Latvia). Plūsmas sadalījuma attiecība tika uzstādīta 1:10, injekcijas temperatūra 290 °C. Izmantotā temperatūras programma: krāsns temperatūra 75 °C (10 min) paaugstināta līdz 150 °C ar ātrumu 30 °C/min un noturēta 7 min, pacelta līdz 310 °C ar ātrumu 10 °C/min un noturēta 14 min. Injekcijas tilpums 1 µL.

4. Rezultāti un to izvērtējums

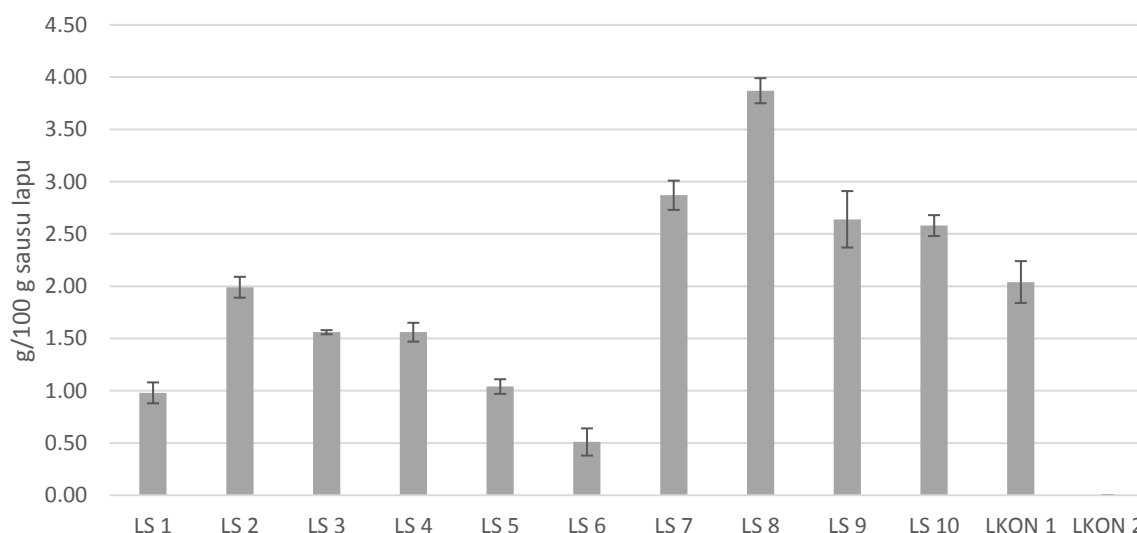
Veiktā literatūras izpēte, kurā tika apkopota informācija par jau veiktajiem pētījumiem, parādīja, ka šīs ogas ir maz pētītas. Spradzeņu lapās ir pētīts dažu elementu saturs, vitamīni un polifenoli, savukārt pētījumos par ogām ir apskatīti tikai nedaudzi savienojumi, kas var nodrošināt ogu un auga ekstraktu bioloģisko aktivitāti. Lai veiktu spradzeņu salīdzinājumu ar citām ogu sugām ir nepieciešams veikt plašus pētījumus, kuros tiktu izmantotas konkrētas metodes, lai iegūtos rezultātus varētu savstarpēji salīdzināt.

Šajā pētījumā tika veikta spradzeņu lapu un ogu izpēte. Spradzeņu lapās tika noteikts kopējais polifenolu sastāvs un no lapām iegūto ekstraktu potenciāls saistīt brīvos radikāļus. Šāda pieeja ļaus izvērtēt spradzeņu lapu ekstraktu potenciālu turpmākiem pētījumiem, lai identificētu savienojumus, kas ir atbildīgi par konkrēto aktivitāti. Spradzeņu ogās tiks noteikts lipīdu sastāvs (ogu eļļas), kas dos ieskatu spradzenēs vēl nepētītā vielu grupā, nosakot individuālus savienojumus. Latvijā augušas spradzenes iepriekš nav pētītas un pētījumu par spradzenēs esošajiem lipīdiem nav veikti.

Spradzeņu lapu ekstraktu polifenolu saturs un to antiradikālā aktivitāte

Polifenolu saturs spradzenēs ir maz pētīts, ir identificēti daži savienojumi, kas ietilpst šajā savienojumu grupā. Pētījumi kuros salīdzināti spradzeņu lapu paraugi, parāda, ka to saturs (metālu, vai bioaktīvu vielu saturs, ekstraktu īpašības) ir atkarīgs no to ievākšanas vietas, vietas specifikas, vides faktoriem (lietus, saule) (nodaļa 1.4). Šajā pētījumā tika ievākti desmit spradzeņu lapu paraugi dažādās izcelsmes vietās, paralēli spradzeņu paraugiem tika izmantoti divi kontroles paraugi, dārza zemenes (LKON1) un meža zemenes (LKON2), ar mērķi salīdzināt spradzenes ar citām *Fragaria* ģints sugām (informācija par paraugiem atrodama nodaļā 3.2).

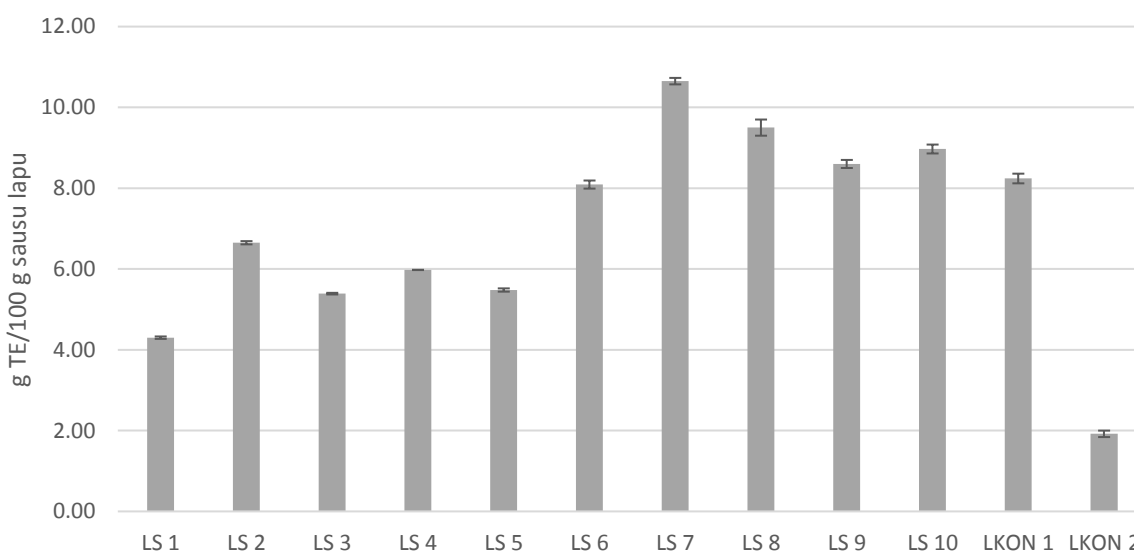
Sagatavotie spradzeņu lapu paraugi tika ekstrahēti, izmantojot iepriekš aprakstītas metodes, kas paredzētas efektīvai polifenolu ekstrakcijai. Iegūtajos ekstraktos tika noteikts kopējais polifenolu saturs, kas tika izteikts kā g polifenolu/100 g sausu lapu (9.attēls).



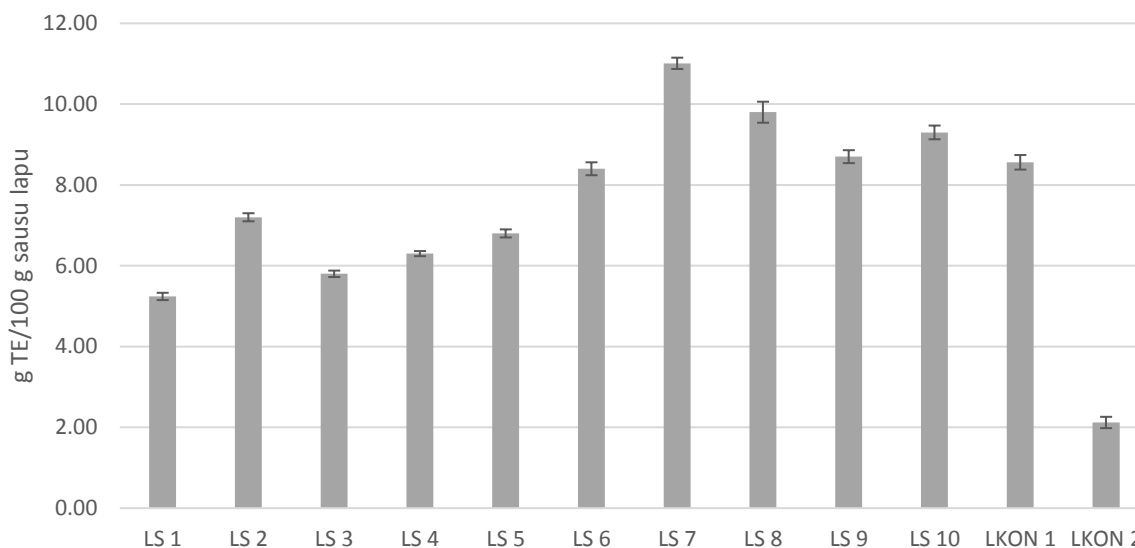
9. attēls. Kopējo polifenolu saturs (g/100 g sausu lapu) spradzeņu lapās. Stabiņi parāda vidējo polifenolu saturu ievāktajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

legūtie rezultāti parāda, ka vidējais polifenolu daudzums spradzeņu lapās ir 2 g/100 g sausu lapu. Spradzeņu lapu paraugos polifenolu saturs būtiski atšķiras, atkarībā no ievākšanas vietas, tas svārstās no 0,5 līdz 3,9 g/100 g sausu lapu. Polifenolu saturs spradzeņu lapās ir salīdzināms ar polifenolu saturu dārza zemeņu lapās, savukārt, meža zemeņu lapās netika atrasti polifenoli, vai arī tie bija zemākā koncentrācijā par noteikšanas sliekšni.

Polifenolu galvenais darbības mehānisms organismā ir brīvo radikāļu saistīšana, lai novērtētu sagatavoto lapu ekstraktu spēju saistīt brīvos radikāļus, tikai veikti mērījumi, izmantojot DPPH un FRAP metodes (10.;11. attēls). Izmantotās metodes parāda, ka lapu ekstraktos esošie polifenoli spēj efektīvi saistīt brīvos radikāļus. Salīdzinājumā ar kontroles paraugiem, specifiskās vietās ievāktiem spradzeņu lapu ekstraktiem ir augstāka spēja saistīt brīvos radikāļus, nekā dārza zemeņu vai meža zemeņu lapu ekstraktiem. C-vitamīns, kas ir plaši izmantots antioksidants, kuru lieto slimības laikā un profilakses nolūkos, lai uzlabotu imunitāti, spēj saistīt 1,6 g TE/100 g vielas, kas ir ievērojami zemāka saistīšanas spēja, nekā sagatavotajiem spradzeņu ogu un lapu ekstraktiem. Neskatoties uz to, ka meža zemeņu lapās netika atrasti polifenoli, arī šis ekstrakts spēj saistīt brīvos radikāļus, kas visticamāk izskaidrojams ar citu vielu grupu klātesamību paraugā, piemēram, vitamīni vai fenolskābes.



10. attēls. Brīvo radikāļu saistīšanas spēja spradzeņu lapu ekstraktiem, izmantojot DPPH brīvo radikāļu noteikšanas metodi. Stabiņi parāda vidējo DPPH saistīšanas spēju sagatavotajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

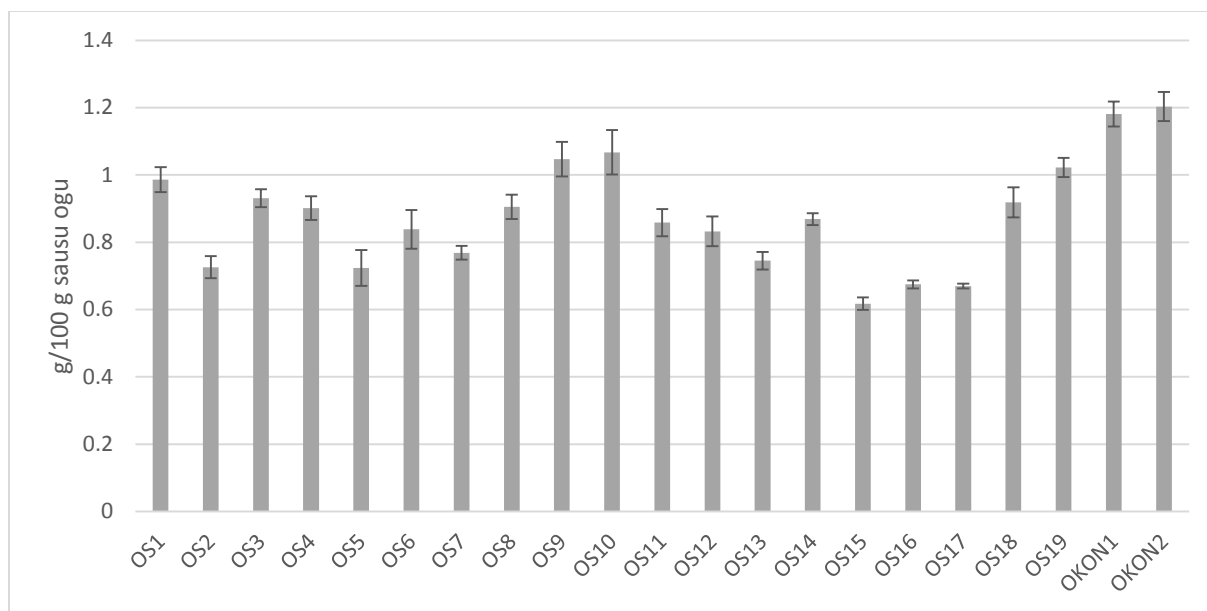


11. attēls. Dzelzs reducēšanas kavēšanas potenciāls spradzeņu lapu ekstraktiem, izmantojot FRAP noteikšanas metodi. Stabiņi parāda vidējo FRAP reducēšanas spēju sagatavotajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

Spradzeņu ogu ekstraktu polifenolu saturs un to antiradikālā aktivitāte

Lai novērtētu spradzeņu ogu polifenolu saturu, tika ievākti deviņpadsmit paraugi dažādās Latvijas vietās, salīdzināšanas nolūkos tika izmantotas dārza zemeņu un meža zemeņu ogas.

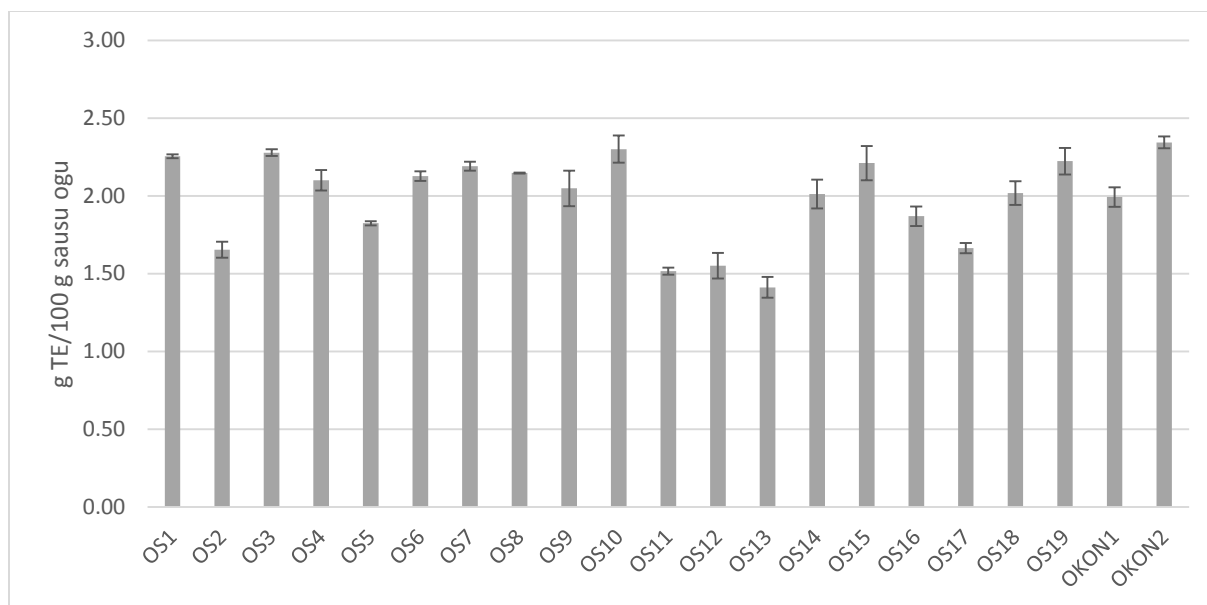
legūtie rezultāti parāda, ka spradzeņu ogās vidējais polifenolu saturs ir 0,85 g/100g ogu. Līdzīgi kā spradzeņu lapu paraugos, arī ogās atrastais polifenolu saturs mainās atkarībā no ogu ievākšanas vietas (12. attēls). Lapās tika atrasts augstāks polifenolu saturs, nekā ogās, kas visticamāk skaidrojams ar tādu polifenolu grupu kā tanīnu esamību lapās. Izmantotie kontroles paraugi parāda, ka spradzeņu, meža zemeņu un dārza zemeņu ogās ir līdzīgs polifenolu saturs. Lai salīdzinātu spradzeņu ogu polifenolu saturu ar citām Latvijā savvaļā augošām vai kultivētām ogām, tika veikti papildus eksperimenti, kur tika noteikts polifenolu saturs meža mellenēs (*Vaccinium myrtillus*), brūklenēs (*Vaccinium vitis-idaea*), krūmmellenēs (*Vaccinium corymbosum*), zilenēs (*Vaccinium uliginosum*) un upenēs (*Ribes nigrum*) (1. pielikums). Veiktie eksperimenti parāda, ka *Fragaria* ģints ogu polifenolu saturs ir aptuveni 2 līdz 3 reizes zemāks, kā *Vaccinium* ģints ogās. Jāņem vērā, ka spradzeņu ogās ir atrodamas vairākas vielu grupas, kas netika apskatītas šī pētījuma ietvaros, kurām ir augsta bioloģiskā vērtība. Piemēram, *Fragaria* ģints ogās, atšķirībā no citām ogām, ir atrasta augsta elagīnskābes un tās atvasinājumu koncentrācija, kas šīs ģints ogas padara par unikālām (Peñarrieta et al., 2009; Wedge et al., 2001; Dias et al., 2016).



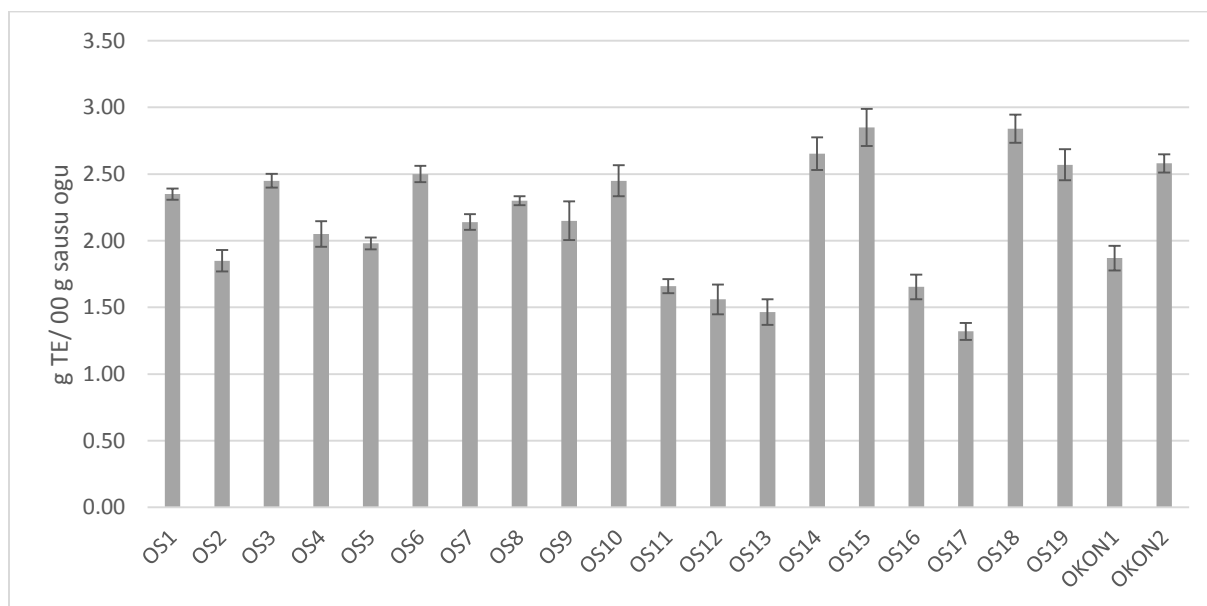
12. attēls. Kopējo polifenolu saturs spradzeņu ogās. Stabiņi parāda vidējo polifenolu saturu ievāktajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

Spradzeņu ogu ekstraktiem tika novērtēta spēja saistīt brīvos radikāļus izmantojot divas metodes, DPPH un FRAP (13.; 14. attēls). Abas izmantotās metodes korelē savā starpā, kā arī ar kopējo polifenolu daudzumu, kas norāda uz to, ka polifenoli ir galvenie antioksidanti šajās ogās. Spradzeņu ogu ekstraktu spēja saistīt brīvos radikāļus ir salīdzināma ar dārza uz meža zemenēm.

Kopējo polifenolu satura un brīvo radikāļu saistīšanas spēja spradzeņu ogu ekstraktos parāda, ka spradzenes ir līdzvērtīgas dārza vai meža zemenēm. Atšķirīgie rezultāti, atkarībā no ievākšanas vietas, parāda, ka šī suga ir kā indikator organisms, kas aug tīrās, neskartās vietās un tās bioaktīvo vielu (piemēram, polifenolu) saturs ir atkarīgs no apkārtējās vides faktoriem. Ir jāuzsver arī citas šo ogu īpašības, kas ir unikālas tikai šai sugai, piemēram, to aromāts.



13. attēls. Brīvo radikāļu saistīšanas spēja spradzeņu ogu ekstraktiem, izmantojot DPPH brīvo radikāļu noteikšanas metodi. Stabiņi parāda vidējo DPPH saistīšanas spēju sagatavotajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.



14. attēls. Dzelzs reducēšanas kavēšanas potenciāls spradzeņu ogu ekstraktiem, izmantojot FRAP noteikšanas metodi. Stabiņi parāda vidējo FRAP reducēšanas spēju sagatavotajos paraugos, kļūdas intervāls parāda mērījumu nenoteiktību ($n=5$). Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

Metālu saturs spradzeņu lapās un ogās

Metālu saturs individuālos paraugos ir atrodams 3. un 4. pielikumā.

Pētījuma ietvaros veikta metālu un citu mikroelementu sastāva analīze spradzeņu, meža zemeņu un dārza zemeņu sastāvā. Noteikts 29 elementu saturs gan ogās, gan lapās, kas raksturo gan veselībai nozīmīgu minerālvielu klātbūtni, gan piesārņojumu ar potenciāli toksiskiem elementiem (5. tabula).

5. tabula. Makro- un mikro-elementu vidējais saturs spradzeņu lapās un ogās. Rezultāti izteikti kā $\mu\text{g}/1\text{ g}$ sausu ogu.

Elements	Ogas, spradzeņu	Ogas, dārza zemeses	Ogas, meža zemeses	Lapas, spradzenes	Lapas, dārza zemeses	Lapas, meža zemeses
K	13582.7	11143.8	13508.3	12355.0	15403.6	21708.8
Ca	3200.7	2454.3	2734.3	7129.8	7418.3	11644.1
Mg	1800.2	1709.9	1268.4	3189.7	3224.1	3688.3
P	1809.5	2277.9	2144.3	2830.4	2701.7	1312.1
S	500.8	807.9	675.7	1165.4	1411.6	1817.0
Si	34.6	16.1	99.2	151.9	159.9	132.1
Fe	16.7	21.0	31.8	49.9	59.1	103.8
Na	22.5	<7	62.4	5.9	51.1	37.6
Ba	21.5	11.9	8.4	40.3	16.1	83.1
Mo	19.2	50.0	25.4	44.8	20.8	141.2
Zn	11.1	7.6	10.1	18.5	12.9	18.4
Sr	7.5	11.8	8.1	17.5	23.4	18.5
Al	7.0	1.4	7.7	31.6	39.8	57.1
B	6.4	6.4	7.7	10.4	33.5	25.1
Cu	3.8	3.6	4.1	5.4	1.4	6.7
Mn	0.4	1.4	0.4	0.5	1.0	0.3
Ti	0.6	0.4	0.7	1.8	2.4	3.7
Pb	1.1	<0.5	0.6	0.9	0.5	0.5
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.2	<0.2
Co	<0.3	<0.3	<0.3	<0.2	<0.2	<0.2
Cr	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sb	<1.5	<1.5	<1.5	<0.7	<0.7	<0.7
Se	<3	<3	<3	<2	<2	<2
Tl	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	<0.5
As	<3	<3	<3	3.1	3.0	<3
Be	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Li	0.7	0.6	<0.5	<2	<2	<2
Ni	0.6	<0.6	<0.6	<0.4	<0.4	<0.4

Nepieciešams uzsvērt, ka elementu klātbūtne, kas liecinātu par vides piesārņojumu pētītajos paraugos atrasta minimālos daudzumos, daudzos gadījumos zem noteikšanas robežsliekšņa. Šādu elementu piemēri

ir As, Be, V, Tl, Se, Sb, Cd un citi. Citu metālisko elementu un nemetālu koncentrācijas, kas varētu liecināt par piesārņojumu visos pētīto ogu paraugos nav atrastas un iegūtās vērtības ir ievērojami zemākas, salīdzinot ar metālisko elementu un mikroelementu saturu Latvijā augušu ogu un augļu paraugos (Vinceviča-Gaile 2015). Analizējot iegūtos rezultātus atzīmējams, ka novērojamas atšķirības starp savvaļā ievāktu ogu paraugiem un dārza zemenēm. Piemēram, mikroelements molibdēns Latvijas dabas vidē ir atrodams nepietiekamā daudzumā un līdz ar to lauksaimniecībā izmantojamām kultūrām to pievieno kā mikroelementu: to apliecina vairāk kā divas reizes augstākas Mo vērtības dārza zemenēs, salīdzinot ar savvaļas ogām. Tas pats attiecas uz tādiem elementiem kā Mn, Sr, P un citiem. No otras puses, vairāki elementi, kuru klātbūtne ir būtiska un raksturo konkrētā produkta augstu kvalitāti, spradzenēs un meža zemenēs ir augstākas nekā dārza zemenēs. Šādu elementu piemērs ir kālijs (K), kalcijas (Ca), magnijs (Mg). Kopumā spradzenes un meža zemenes, tāpat kā dārza zemenes ir uzskatāmas par vērtīgu mikroelementu avotu un nesatur vielas, kuru paaugstinātu daudzumu uzņemšana varētu apdraudēt cilvēka veselību. Metālu koncentrāciju salīdzinājums ar citām Latvijā augošām ogām ir atrodams 5.pielikumā.

Lipīdu saturs spradzeņu ogās

Lipīdi ir ūdenī nešķīstošas vai mazšķīstošas vielas, kas atrodamas ogu sēkliņās un mīkstumā (ogu eļļas). Lai noteiktu lipīdu saturu spradzeņu ogās, tika veikta ogu ekstrakcija, paraugu derivatizācija un analīze izmantojot GC/MS metodi. Literatūrā netika atrasta informācija par spradzeņu ogu lipīdu saturu, tāpēc šis uzskatāms par unikālu pētījumu. Analizētajos 19 spradzeņu ogu paraugos un 2 kontroles paraugos tika atrastas 7 dažādas savienojumu grupas (6.tabula), kurās ietilpst 41 individuāli savienojumi (2. pielikums).

6.tabula. Lipīdu grupu sadalījums analizētajos spradzeņu ogu paraugos. Rezultāti izteikti kā mg/100 g sausu ogu (n=3). Krāsas norāda augstāku (zaļš) vai zemāku (sarkans) vielu koncentrāciju atkarībā no vielu grupas. Paraugu nosaukumu atšifrējums atrodams nodaļā 3.2.

Paraugs	Taukskābes	Ogļhidrāti	Alkāni	Steroli	Triterpenoīdi	Spirti	Vitamīni
OS 1	13.78	0.72	2.01	85.52	0.00	0.00	0.00
OS 2	6.57	4.71	3.88	63.55	0.00	1.56	1.36
OS 3	13.37	7.49	1.05	55.04	0.00	0.00	0.00
OS 4	3.18	4.22	1.92	28.93	1.19	0.07	0.00
OS 5	10.18	4.27	2.07	49.27	1.67	0.49	0.00
OS 6	9.59	2.70	1.33	46.67	0.00	0.00	0.00
OS 7	8.36	6.13	2.76	43.92	1.50	1.11	0.00
OS 8	16.60	14.62	5.30	105.82	0.00	2.19	2.97
OS 9	15.27	9.31	4.49	62.71	3.22	1.41	0.00
OS 10	9.59	5.32	3.84	54.65	3.00	1.52	0.00
OS 11	17.30	11.23	7.12	116.88	0.00	2.88	3.14
OS 12	11.70	7.64	4.72	91.82	7.43	2.30	2.08
OS 13	10.53	10.02	0.76	83.17	0.00	0.00	0.00
OS 14	12.59	9.26	0.99	88.67	0.00	0.00	0.00
OS 15	3.53	5.06	0.12	20.96	0.00	0.00	0.00
OS 16	1.97	7.50	0.27	33.21	0.00	0.00	0.00
OS 17	4.68	14.73	0.62	84.90	0.00	0.00	0.00
OS 18	15.53	18.56	3.44	154.24	6.89	0.00	0.00

OS 19	4.62	5.03	0.30	25.08	0.00	0.00	0.00
OKON 1	2.03	0.40	0.05	15.45	0.00	0.07	0.00
OKON 2	10.09	3.43	0.49	68.41	0.00	0.00	1.62

Nozīmīgākās vielu grupas, kas tika atrastas spradzeņu lipīdu sastāvā ir taukskābes, steroli un triterpenoīdi. Šo grupu savienojumiem piemīt dažāda veida iedarbība cilvēka organismā, tie samazina sirds slimību riskus, regulē holesterīna un cukura līmeni asinīs, tiem piemīt imunsistēmu stiprinošas īpašības, tie samazina vēža šūnu dalīšanos un prostatas hiperplāziju (Siddiqui et al., 2004; Saeidnia et al., 2014). Spradzeņu lipīdos ir atrodamas omega-3 un -6 taukskābes, kā arī beta-sitosterols – šīs vielas ir svarīgas cilvēka uzturā, tās nodrošina organisma normālu darbību un stiprina imunitāti. Līdzīgi polifenolu saturam ogās, arī lipīdu saturs ir atkarīgs no ogu ievākšanas vietas. Paraugs, kas tika ievākts Siguldā (OS18) ir īpaši bagāts ar steroliem un taukskābēm. Sterolu un taukskābju saturs dārza un meža zemenes ir ievērojami zemāks nekā spradzenēs. Oglhidrāti, jeb cukuri, spradzenēs ir ievērojami augstākās koncentrācijās nekā dārza vai meža zemenēs, kas izskaidro spradzeņu augsto salduma pakāpi. Tādas vielu grupas kā alkāni un spirti atbild par augu aizsardzību, šiem savienojumiem ir maza nozīme cilvēka veselības uzlabošanai. Iegūtie rezultāti parāda, ka no analizētajām *Fragaria* ģints ogām, tieši spradzenēs ir atrodams augstākais vērtīgo sterolu un taukskābju saturs.

Salīdzinot spradzenēs atrasto lipīdu saturu ar citām, Latvijā augošām ogām, var secināt, ka šīs ogas ir vērtīgs lipīdu avots. Spradzeņu paraugos tika atrasts vitamīns E (tokoferols) (līdz 3,14 mg/100 g ogu), kas, piemēram, dzērvenēs tika atrasts koncentrācijā 0,11 mg/100 g ogu, brūklenēs 0,35 mg/100 g ogu, meža mellenēs 0,08 mg/100 g, pīlādžos 0,33 mg/100 g ogu. Spradzenēs atrastais ogļhidrāts saharoze (cukurs) citās Latvijā augošās ogās nav atrodams vai ir atrodams ļoti mazā koncentrācijā – šīs vielas klātesamība spradzenēs īpaši augstā koncentrācijā ir unikāla (2.pielikums). Iegūtie spradzeņu lipīdu ekstrakti saturēja arī taukskābes, piemēram, 9-oktadekānskābi, jeb oleīnskābi, kas krūmmellenēs ir atrodama koncentrācija 10,2 mg/100 g ogu, dzērvenēs 3,2 mg/100 g, brūklenēs 6,2 mg/100 g, meža mellenēs 4,0 mg/100 g, savukārt spradzenēs šī taukskābe bija atrodama koncentrācijās no 0,47 līdz 5,39 mg/100 g. Vērtīgais β -sitosterols spradzenēs tika atrasts augstās koncentrācijās, atkarībā no ogu ievākšanas vietas tās saturēja 14,73 - 134,04 mg/ 100 g ogu. β - sitosterols citās ogās ir atrodams ievērojami zemākās koncentrācijās – 8,4 mg/100 g krūmmelleņu, brūklenēs 1,9 mg/100 g, meža mellenēs 0,85 mg/100 g (Klavins et al., 2016). Kopumā spradzenēs tika atrasts mazāks skaits dažāda veida lipīdu, bet esošie savienojumi tika atrasti augstās koncentrācijās (2.pielikums; Klavins et al., 2016). Iegūtie rezultāti apstiprina - lipīdu un citu ogās esošu savienojumu saturs var būtiski atšķirties no ogu ievākšanas vietas.

5. Secinājumi

1. Spradzeņu lapās ir augsts polifenolu saturs (līdz 4% sausās lapās) turklāt iegūtie ekstrakti uzrādīja spēju efektīvi saistīt brīvos radikāļus.
2. Spradzeņu, dārza un meža zemeņu ogās ir līdzīgs polifenolu saturs (1,4 – 2,4 g polifenolu/100 g ogu).
3. Spradzeņu bioloģiski aktīvo vielu koncentrācija ir atkarīga no to ievākšanas vietas. Ietekmējošie faktori var būt augsnes sastāvs, lokāls piesārņojums, nokrišņu un saņemtais saules radiācijas daudzums, kā arī citi.
4. Spradzeņu lipīdos ir atrodami vairāki vērtīgi savienojumi, piemēram, omega taukskābes (līdz 17,3 mg/100 g ogu), vitamīns E (līdz 3,1 mg/100 g), steroli (līdz 154 mg/100 g).
5. Spradzenēs tika identificēts 41 savienojums, kas ir mazāk, kā, piemēram, meža mellenēs, kurās ir identificēti 73 savienojumi vai dzērvenēs, kurās ir identificēti 75 savienojumi, neskatoties uz to, spradzenēs esošo savienojumu koncentrācija bija ievērojami augstāka.
6. Spradzenēs tika atrasta īpaši augsta saharozes koncentrācija, kas citās Latvijā augošās ogās ir zemā koncentrācijā vai vispār nav atrodama. Augstā cukura koncentrācija spradzenes padara par vienām no vissaldākajām savvaļā augošajām ogām.
7. Spradzeņu ogās ir augstāks lipīdu saturs kā dārza vai meža zemenēs, kas, iespējams, ietekmē to bioloģisko aktivitāti un izmantošanas potenciālu uzturā un veselības uzlabošanas nolūkos.
8. Metālu analīzes spradzeņu lapās un ogās parāda, ka spradzenes aug tīrās, nepiesārņotās vietās.
9. Spradzeņu esamība konkrētos biotopos liecina par augstu vides kvalitāti.
10. Spradzenes, dārza un meža zemenes nāk no vienas ģints, pēc noteiktajiem parametriem tās ir līdzīgas. Simts bagātāko polifenolu avotu sarakstā, dārza zemenes tiek ierindotas 6.vietā pēc polifenolu un 12.vietā pēc antioksidantu satura (Pérez-Jiménez et al., 2010), ņemot vērā *Fragaria* ģints ogu līdzību, ir pamats uzskatīt, ka arī spradzenes ir viens no vērtīgākajiem antioksidantu un polifenolu avotiem.

Literatūras avoti

Pētersone, A. (1976). Ārstniecības augi, izdevniecība "Liesma".

Agger, S., Lopez-Gallego, F., Schmidt-Dannert, C. (2009). Diversity of sesquiterpene synthases in the basidiomycete *Coprinus cinereus*. *Molecular Microbiology*. 72, 1181-1195. DOI: 10.1111/j.1365-2958.2009.06717.x

Aharoni, A., Giri, A. P., Verstappen, F. W., Berteau, C. M., Sevenier, R., Sun, Z., ... & Bouwmeester, H. J. (2004). Gain and loss of fruit flavor compounds produced by wild and cultivated strawberry species. *The Plant Cell*, 16(11), 3110-3131.

Ahokas, H. (1998). A method to induce polyploids from adult strawberry plants, *Fragaria* spp., avoiding tissue culture in vitro. *Plant Breeding*, 117(5), 500-502.

Aprotosoaei, A.C., Hancianu, M., Costache, I.-I., Miron, A. (2014). Linalool: A review on a key odorant molecule with valuable biological properties. *Journal of Flavours and Fragrances*. 29, 193-219. DOI: 10.1002/ffj.3197

Bagdonaite, E., Jakstas, V., Raudonis, R., & Janulis, V. (2013). Chlorogenic acid, rutin and hyperoside content in *Fragaria vesca*, *F. viridis* and *F. moschata* in Lithuania. *Natural Product Research*, 27(2), 181-184.

Bayar, Y., Onaran, A., Yilar, M., & Gul, F. (2018). Determination of the essential oil composition and the antifungal activities of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and bay laurel (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(2), 548-555.

Benzie, I. F., Strain, J. J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.

Biskup, I., Golonka, I., Gamian, A., Sroka, Z. (2013) Antioxidant activity of selected phenols estimated by ABTS and FRAP methods. *Postępy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej*, 67, 958-963.

Bondet, V., Brand-Williams, W., Berset, C. (1997) Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *LWT-Food Science and Technology*, 30(6), 609-615.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. L. W. T. (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.

Berg, G., Kurze, S., Buchner, A., Wellington, E. M., & Smalla, K. (2000). Successful strategy for the selection of new strawberry-associated rhizobacteria antagonistic to *Verticillium* wilt. *Canadian Journal of Microbiology*, 46(12), 1128-1137.

Borah, M., Ahmed, S., & Das, S. (2012). A comparative study of the antibacterial activity of the ethanolic extracts of *Vitex negundo* L., *Fragaria vesca* L., *Terminalia arjuna* and *Citrus maxima*. *Asian Journal of Pharmaceutical & Biological Research*, 2(3).

Bors, R. H., & Sullivan, J. A. (2005). Interspecific hybridization of *Fragaria vesca* subspecies with *F. nilgerrensis*, *F. nubicola*, *F. pentaphylla*, and *F. viridis*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(3), 418-423.

Caruso, G., Villari, A., & Villari, G. (2004). Quality characteristics of *Fragaria vesca* L. Fruits influenced by NFT solution EC and shading. *Acta Horticulturae*, 648, 167-175

- Chan, W.-K., Tan, L.T.-H., Chan, K.-G., Lee, L.-H., Goh, B.-H., (2016). Nerolidol: A sesquiterpene alcohol with multi-faceted pharmacological and biological activities. *Molecules* 21, 529. DOI: 10.3390/molecules21050529
- Chun, J., Lee, J., Ye, L., Exler, J., & Eitenmiller, R. R. (2006). Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2-3), 196-204.
- Dias, M. I., Barros, L., Morales, P., Cámara, M., Alves, M. J., Oliveira, M. B. P., ... & Ferreira, I. C. (2016). Wild *Fragaria vesca* L. fruits: a rich source of bioactive phytochemicals. *Food & Function*, 7(11), 4523-4532.
- Dokuchaeva, Y.A., Filippova, A.V., Safonov, M.A. (2014). Peculiarities of trace elements accumulation in *Fragaria viridis* (Duch.) Weston tissues. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 3, 139-141 [krievu val.].
- Dokuchaeva, Y.A., Gusev, N.F., Nemereshina, O.N. (2015a). The content and localization of tanids in the leaves of *Fragaria viridis* (Duch.) Weston in Orenburg Preduralye. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 5, 175-178 [krievu val.].
- Dokuchaeva, Y.A., Nemereshina, O.N., Gusev, N.F. (2015b). Vitamins content in the leaves of *Fragaria viridis* Duch. (Weston) growing in the steppe zone of Orenburg Preduralye. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 1, 140-142 [krievu val.].
- Doumett, S., Fibbi, D., Cincinelli, A., Giordani, E., Nin, S., & Del Bubba, M. (2011). Comparison of nutritional and nutraceutical properties in cultivated fruits of *Fragaria vesca* L. produced in Italy. *Food Research International*, 44(5), 1209-1216.
- Duchesne, M. (1766). Le Fraisier verd. In *Histoire Naturelle Des Fraisiers* (Paris), pp.370.
- EFSA, 2019. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Ge, C. F., Zhang, H. Y., Chen, B. Y., Cai, B. H., & Qiao, Y. S. (2014). Characteristics and evaluation of self-ross progenies of *Fragaria viridis* Duch. *Journal of Plant Genetic Resources*, 15, 630-638.
- Ghasemi, Y., Beacknejad, S., Sohrevardi, F., Sharifani, M., Amiri, E., & Nematzadeh, G. A. (2015). Adventitious shoot and root regeneration of wild strawberry (*F. viridis* duch.) by means of tissue culture medium optimization. In *Biological Forum* (Vol. 7, No. 2, p. 436). Research Trend.
- Gioti, E. M., Fiamegos, Y. C., Skalkos, D. C., & Stalikas, C. D. (2009). Antioxidant activity and bioactive components of the aerial parts of *Hypericum perforatum* L. from Epirus, Greece. *Food Chemistry*, 117(3), 398-404.
- Gruner, P., Ulrich, D., Neinhuis, C., & Olbricht, K. (2017). *Fragaria viridis* Weston: diversity and breeding potential of an underutilised strawberry species. *Acta Horticulturae*, 1156, 203-208.
- Gusev, N.F., Dokuchaeva, Y.A., Nemereshina, O.N. (2016a). Influence of infusions of wild strawberry leaves on the growth of *Staphylococcus aureus*. *Medical Almanac* 5, 215-217 [krevu val.].
- Gusev, N.F., Dokuchaeva, Y.A., Sycheva, M.V., Nemereshina, O.N. (2016b). Biochemical peculiarities and antibacterial effect of *Fragaria viridis* preparations. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 4, 206-209 [krievu val.].
- Gusev, N.F., Petrova, G.V., Dokuchaeva, Y.A., Nemereshina, O.N. (2013). Choline content in strawberry species of the Southern Preduralye. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 1, 221-224 [krievu val.].

H. Rubīne, S. Ozola, V. Eniņa. (1974). Ārstniecības augu sagatavošana un liletošana, izdevniecība "Zvaigzne".

Halvorsen, B. L., Holte, K., Myhrstad, M. C. W., Barikmo, I., Hvattum, E., & Remberg, S. F. (2002). A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *Journal of Nutrition*, 132, 461–471.

Hancock, J.F. (1999). The Strawberry species. In: *Strawberries*. pp. 25– 46. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Hummer, K.K.E., Basil, N., Njuguna, W. (2011). *Fragaria*. In: Kole, C. (ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Klavins, L., Kviesis, J., Steinberga, I., Klavina, L., & Klavins, M. (2016). Gas chromatography-mass spectrometry study of lipids in northern berries. *Agronomy Research*, 14(S2), 1328-46.

Pawlaczyk, I., Czerchawski, L., Pilecki, W., Lamer-Zarawska, E., & Gancarz, R. (2009). Polyphenolic-polysaccharide compounds from selected medicinal plants of Asteraceae and Rosaceae families: Chemical characterization and blood anticoagulant activity. *Carbohydrate Polymers*, 77(3), 568-575.

Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F., & Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European journal of clinical nutrition*, 64(3), S112-S120.

Jablonska-Rys, E., Zalewska-Korona, M., & Kalbarczyk, J. (2009). Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17, 115–120

Jiajun, L., Mingqin, D., Luping, W., Mochizuki, T., Noguchi, Y., Sone, K. (2001). *Fragaria viridis* Duch. distributed in China was certified by classificatory observation and RAPD analysis. *Acta Horticulturae*, 28, 119-122.

Jones, J.K. (1966). Evolution and breeding potential in strawberries. *Scientific Hort* 18:121–130

Jurriel-Matecka, G., Gibczyńska, M., Siwek, H., & Buchwał, A. (2017). Comparison of fruits chemical composition of selected cultivars wild strawberry (*Fragaria vesca* L.). *European Journal of Horticultural Science*, 82(4), 204-210.

Marta, A.E., Camadro, E.L., Az-Ricci, J.C., Castagnaro, A.P. (2004). Breeding barriers between the cultivated strawberry, *Fragaria* × *ananassa*, and related wild germplasm. *Euphytica* 136:139–150

Natkevičaitė-Ivanauskiene M. (1971). Lietuvos TSR flora. Vilnius; 4: 187–92.

Noguchi, Y., Mochizuki, T., & Sone, K. (2002). Breeding of a new aromatic strawberry by interspecific hybridization *Fragaria* × *ananassa* × *F. nilgerrensis*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural science*, 71(2), 208-213.

Paponova, S. S., Chetverikov, P. E., Pautov, A. A., Yakovleva, O. V., Zukoff, S. N., Vishnyakov, A. E., & Lutova, L. A. (2018). Gall mite *Fragariocoptes setiger* (Eriophyoidea) changes leaf developmental program and regulates gene expression in the leaf tissues of *Fragaria viridis* (Rosaceae). *Annals of applied biology*, 172(1), 33-46.

Paris, H. S. (2019). The drawings of Antoine Nicolas Duchesne for his natural history of the gourds. *Publications scientifiques du Muséum*.

Pavlov, N.V. (1961). *Flora of Kazakhstan*, Vol. 4. Publishing house of Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma-Ata, USSR.

- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., Del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., et al. (2003). Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition*, 133, 2812–2819.
- Peñarrieta, J. M., Alvarado, J. A., Bergenståhl, B., & Åkesson, B. (2009). Total antioxidant capacity and content of phenolic compounds in wild strawberries (*Fragaria vesca*) collected in Bolivia. *International Journal of Fruit Science*, 9, 344–359.
- Pyysalo, T., Honkanen, E., & Hirvi, T. (1979). Volatiles of wild strawberries, *Fragaria vesca* L., compared to those of cultivated berries, *Fragaria x ananassa* cv *Senga Sengana*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 27(1), 19–22.
- Ramya, B., Malarvili, T., & Velavan, S. (2015). Gc-MS analysis of bioactive compounds in *Bryonopsis Laciniosa* fruit extract. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(8), 3375.
- Saeidnia, S., Manayi, A., Gohari, A. R., & Abdollahi, M. (2014). The story of beta-sitosterol-a review. *European Journal of Medicinal Plants*, 590–609.
- Sharma, S., Ali, A., Ali, J., Sahni, J. K., & Baboota, S. (2013). Rutin: therapeutic potential and recent advances in drug delivery. *Expert opinion on investigational drugs*, 22(8), 1063–1079.
- Siddiqui, R. A., Shaikh, S. R., Sech, L. A., Yount, H. R., Stillwell, W., & Zaloga, G. P. (2004). Omega 3-fatty acids: health benefits and cellular mechanisms of action. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 4(8), 859–871.
- Trajkovski, K. (1996). Further work on species hybridization in *Fragaria* at Balsgård. In III International Strawberry Symposium 439 (pp. 67–74).
- Ulrich, D., Hoberg, E., Rapp, A., & Kecke, S. (1997). Analysis of strawberry flavour—discrimination of aroma types by quantification of volatile compounds. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205(3), 218–223.
- Ulrich, D., Komes, D., Olbricht, K., & Hoberg, E. (2007). Diversity of aroma patterns in wild and cultivated *Fragaria* accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(6), 1185.
- Vdovina, T. A., Serova, O. A., & Kadantseva, N. M. (2014). A Study of the Major Phytocoenotic and Economic Attributes of *Fragaria Viridis* (Duch.) Weston in Natural Conditions (through the Example of East Kazakhstan Region). *European Researcher*, 84(10-1), 1728–1735.
- Vincēviča-Gaile Z. (2014). Vides apstākļu ietekme uz mikro- un makroelementu saturu pārtikas produktos Latvijā. Disertācija: LU
- Wedge, D. E., Meepagala, K. M., Magee, J. B., Smith, S. H., Huang, G., & Larcom, L. L. (2001). Anticarcinogenic activity of strawberry, blueberry, and raspberry extracts to breast and cervical cancer cells. *Journal of Medicinal Food*, 4(1), 49–51.
- Wintoch, H., Krammer, G., & Schreier, P. (1991). Glycosidically bound aroma compounds from two strawberry fruit species, *Fragaria vesca* f. *semperflorens* and *Fragaria X ananassa*, cv. Korona. *Flavour and Fragrance Journal*, 6(3), 209–215.
- Zaitseva, V.N., Gusev, N.F., Nemereshina, O.N. (2010). On the question of microelements contents in the on-land parts of *Fragaria viridis* (Duch.) Weston growing in the Orenburg Preduralye. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University* 4, 240–241 [krievu val.].
- Государственный реестр лекарственных средств. Т. 1. М.:Минздрав РФ, Фонд фарм информации, 2001. 1277 с.

Донецкая Е. Лекарственные растения в быту, медицине, косметике. Описание растений, выращивание и сбор, сроки хранения, показания, рецепты, противопоказания, косметика. Царство растений, том растений, от Ж до К. Москва, 2016 г.

Кароматов И.Дж., Махмудова Г.Ф.Кизи (2016). Лечебное растение земляника. Биология и интегративная медицина, №4., 55-65.

Siriwoharn, T., Wrolstad, R. E., Finn, C. E., Pereira, C. B. (2004) Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus L. Hybrids*) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8021-8030.

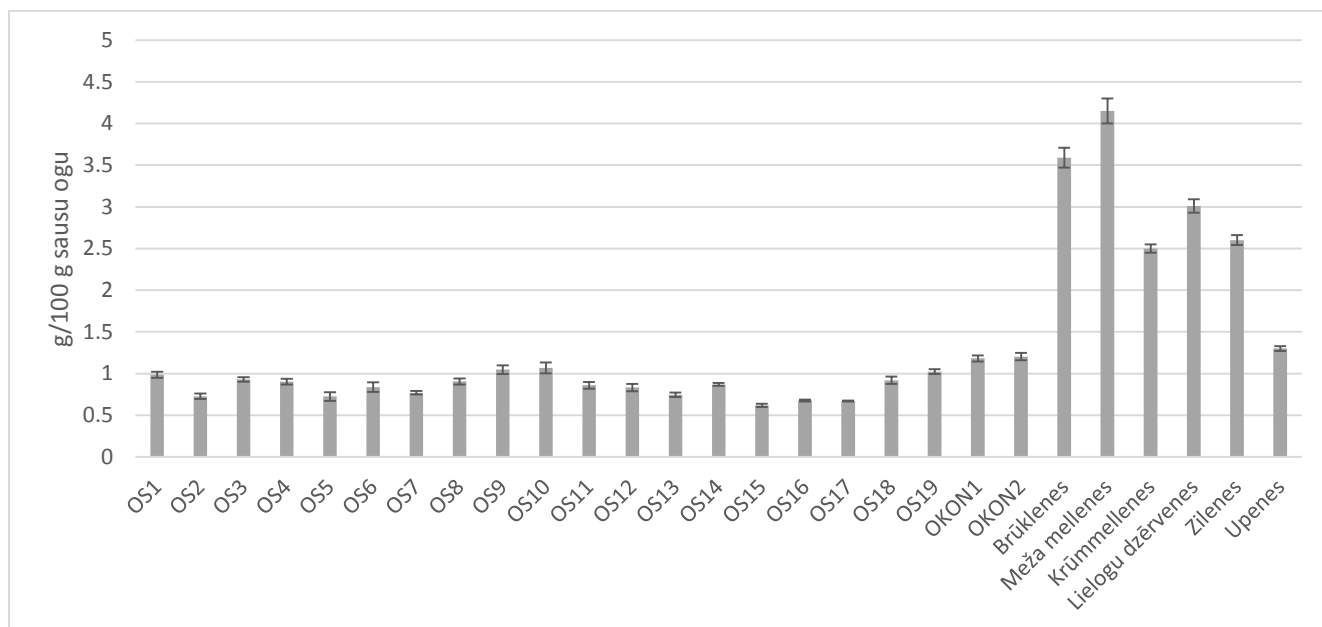
Folin, O., Ciocalteu, V. (1927) On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 73(2), 627-650.

Özcan, M. M., & Haciseferoğulları, H. (2007). The strawberry (*Arbutus unedo L.*) fruits: chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 1022-1028.

Yue, X. F., Shang, X., Zhang, Z. J., & Zhang, Y. N. (2017). Phytochemical composition and antibacterial activity of the essential oils from different parts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*). *journal of food and drug analysis*, 25(2), 327-332.

Pielikumi

1. pielikums. Polifenolu saturs spradzeņu ogās un citās Latvijā augušās ogās ($n=5$).



2. pielikums. Spradzeņu lipīdu ekstraktos atrastie individuālie savienojumi. Vērtības izteiktas kā mg/100g sausu ogu.

RT, min	Substance	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7	OS 8	OS 9	OS 10	OS 11	OS 12	OS 13	OS 14	OS 15	OS 16	OS 17	OS 18	OS 19	OKON 1	OKON 2
Fatty acids																						
7.941	trimethyl-, phosphate	0.48	0.75	1.15	0.23	0.87	1.03	0.84	1.73	1.36	1.02	2.57	1.64	1.13	1.44	0.49	0.33	1.15	2.87	0.89	0.39	2.42
8.605	Hexanoic acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
15.966	Malic acid	0.19	0.52	0.60	0.21	0.33	0.62	0.25	0.80	0.43	0.32	0.50	0.60	0.40	0.34	0.00	0.00	0.00	0.58	0.24	0.00	0.27
28.902	Citric acid	0.60	0.00	2.09	0.70	0.93	1.21	1.18	3.12	1.51	1.36	2.47	2.19	1.86	2.41	0.66	0.00	0.00	1.63	1.39	0.24	3.66
34.397	Palmitic Acid	0.00	0.70	1.13	0.56	0.91	0.97	0.88	1.87	1.50	0.95	2.03	1.31	1.29	1.67	0.45	0.48	1.02	1.85	0.45	0.21	0.85
38.372	9,12-Octadecadienoic acid	5.97	1.68	4.10	0.58	3.38	2.68	2.43	4.47	5.00	2.89	4.62	2.78	2.84	3.29	0.98	0.59	1.23	3.53	0.77	0.46	1.29
38.524	9-Octadecenoic acid	5.39	1.41	3.73	0.50	3.37	2.65	2.39	3.85	4.88	2.64	4.32	2.66	2.55	2.83	0.80	0.47	0.93	3.27	0.68	0.57	1.17
38.648	Linoleic Acid	0.33	0.00	0.25	0.34	0.24	0.23	0.18	0.34	0.27	0.19	0.46	0.29	0.24	0.34	0.08	0.00	0.18	0.00	0.09	0.06	0.00
39.102	Stearic acid	0.65	0.00	0.32	0.07	0.15	0.19	0.22	0.42	0.31	0.21	0.32	0.24	0.21	0.27	0.07	0.10	0.16	0.53	0.11	0.06	0.43
43.381	Arachidic acid	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbohydrates																						
28.729	Carbonhydrates	0.00	0.16	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	1.53	2.59	0.10	0.00	0.00
29.005	Carbonhydrates	0.16	0.74	1.13	0.66	0.63	0.65	0.99	1.73	1.29	0.76	1.58	0.73	1.82	1.65	0.44	0.62	0.60	0.00	0.77	0.17	1.67
31.203	Carbonhydrates	0.00	0.40	0.52	0.28	0.28	0.22	0.44	0.73	0.49	0.31	0.86	0.38	0.80	0.79	0.23	0.32	1.26	2.06	0.40	0.06	0.64
31.383	Carbonhydrates	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.55	0.42	0.27	0.15	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.08	0.20	0.00	0.00	0.03	0.00
32.457	Carbohydrate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
33.793	Carbonhydrates	0.00	0.51	0.65	0.33	0.36	0.31	0.00	1.01	0.62	0.40	1.10	0.53	1.05	1.01	0.33	0.44	1.10	1.87	0.50	0.08	0.84
38.100	Carbonhydrates	0.16	2.91	0.28	0.13	0.28	0.20	0.17	0.41	1.12	0.22	0.68	0.60	0.28	0.41	0.00	0.08	0.27	2.71	0.32	0.00	0.00
43.056	Carbonhydrates	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.531	Sucrose	0.40	0.00	4.91	2.59	2.72	1.31	3.97	10.33	5.52	3.48	6.69	5.11	6.07	5.18	4.05	4.88	9.78	9.31	2.94	0.03	0.28
Alkanes																						
44.552	Pentacosane	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.536	Hexacosane	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.391	Heptacosane	0.36	0.47	0.25	0.30	0.32	0.26	0.30	0.39	0.00	0.29	0.82	0.34	0.18	0.17	0.00	0.06	0.16	0.67	0.07	0.00	0.00
50.282	Octacosane	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.011	Nonacosane	1.43	1.62	0.81	0.84	0.84	0.86	1.11	1.62	1.48	1.24	2.56	1.45	0.58	0.66	0.12	0.21	0.46	2.41	0.23	0.05	0.00
53.764	Triacotane	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55.383	Untriacontane	0.22	1.15	0.00	0.27	0.59	0.21	0.90	2.12	1.67	1.51	2.50	1.87	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.27
58.566	Trtriacontane	0.00	0.64	0.00	0.08	0.32	0.00	0.46	1.17	0.87	0.79	1.24	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
Sterols																						
58.233	Campesterol	2.95	1.38	0.00	0.82	1.31	1.63	1.62	4.12	0.00	1.99	0.00	2.64	2.47	2.80	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00	0.48	0.00
59.641	.beta.-Sitosterol	76.95	59.47	52.83	28.11	45.62	43.17	39.50	85.10	55.48	47.12	107.72	79.15	70.26	80.88	14.73	26.94	80.57	134.04	25.08	11.40	64.86
59.871	Isofucosterol	5.62	2.70	2.21	0.00	2.33	1.86	2.80	13.02	7.23	5.54	9.16	6.38	4.08	5.00	0.00	0.00	1.81	12.42	0.00	2.50	3.55
60.849	Stigmasterol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	0.00	0.00	0.00	3.65	6.36	0.00	0.00	0.00	0.00	7.78	0.00	0.46	0.00
61.711	Cycloartenol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23	6.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Triterpenes																						
64.640	Oleanolic acid	0.00	0.00	0.00	1.19	1.67	0.00	1.50	0.00	3.22	3.00	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.89	0.00	0.00	0.00
Alcohols																						

45.599	1-Docosanol	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.356	1-Tetracosanol	0.00	0.37	0.00	0.00	0.17	0.00	0.31	0.00	0.37	0.33	0.49	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
52.847	1-Hexacosanol	0.00	0.40	0.00	0.07	0.21	0.00	0.37	0.62	0.50	0.41	0.79	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
56.125	1-Octacosanol	0.00	0.30	0.00	0.00	0.12	0.00	0.24	0.40	0.54	0.28	0.84	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57.724	1-Nonacosanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.29	0.39	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59.209	1-Triacontanol	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.30	0.00	0.21	0.37	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.454	1-Dotriacontanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamins																						
58.998	.alpha.-Tocopherol	0.00	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97	0.00	0.00	3.14	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62

3. pielikums. Metālu saturs spradzeņu ogās. Vērtības izteiktas kā µg/1g sausu ogu.

	OS 1	OS 2	OS 3	OS 4	OS 5	OS 6	OS 7	OS 8	OS 9	OS 10	OS 11	OS 12	OS 13	OS 14	OS 15	OS 16	OS 17	OS 18	OS 19	OKON 1	OKON 2
Al	9.0	31.4	6.5	1.3	7.2	3.4	5.9	4.1	6.2	11.5	4.5	10.4	1.3	2.4	<0.9	1.8	10.0	6.0	3.3	1.4	7.7
B	6.2	5.9	6.8	6.2	6.4	<5	8.5	5.8	<5	<5	6.3	7.3	<5	5.7	<5	5.9	5.9	5.7	<5	6.4	7.7
Ba	20.5	20.8	6.1	28.6	18.2	22.1	44.4	18.8	20.4	11.6	14.3	17.8	17.5	30.5	47.8	43.1	0.8	5.6	19.3	11.9	8.4
Ca	3024.9	4731.8	3748.2	2861.2	2497.1	3503.1	4019.3	3400.6	2833.4	4283.3	3019.8	4683.9	2520.9	2761.3	3065.4	3028.6	1153.9	3165.1	2511.4	2454.3	2734.3
Cu	3.3	3.7	3.5	3.6	4.3	5.1	3.6	4.2	2.1	3.6	4.3	4.1	4.4	4.7	4.1	3.8	2.5	3.2	3.9	3.6	4.1
Fe	18.7	37.4	18.5	11.9	12.1	15.0	18.2	16.4	15.5	22.1	18.5	21.5	10.1	14.7	13.2	12.1	16.3	12.9	12.4	21.0	31.8
K	10970.8	13503.2	13382.0	15127.2	13419.1	13250.5	10419.8	14602.7	14228.8	15211.1	13921.9	13547.8	12871.3	13616.8	14749.7	13401.6	14510.3	14373.7	12963.6	11143.8	13508.3
Mg	2146.3	2437.2	1524.3	1800.8	1855.2	2187.7	1889.3	2193.3	1666.7	1915.7	1614.0	2039.6	1684.9	1687.4	1624.2	1559.3	1202.3	1640.5	1535.1	1709.9	1268.4
Mn	0.3	0.9	0.7	0.5	0.7	0.4	<0.3	0.4	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3	<0.3	<0.3	0.3	0.4	0.3	<0.3	1.4	0.4
Mo	12.0	10.8	13.7	19.6	8.0	12.6	28.5	50.2	34.7	19.6	25.9	12.6	13.4	33.4	12.7	16.6	11.3	12.6	17.1	50.0	25.4
Na	<7	37.5	21.2	<7	14.8	<7	<7	<7	10.9	<7	18.3	19.0	<7	<7	12.0	<7	19.2	43.5	28.1	<7	62.4
P	2045.3	2127.9	2058.4	2012.2	1901.4	1733.2	1073.3	1921.2	1930.9	2029.5	1982.9	1907.9	1453.3	1942.2	1355.9	1442.4	1919.0	1929.0	1613.9	2277.9	2144.3
Pb	<0.5	0.9	1.2	<0.5	2.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	1.8	0.9	<0.5	<0.5	0.6
S	497.2	676.8	488.5	517.0	394.1	615.1	562.5	530.2	434.0	550.8	694.6	518.6	389.9	518.8	444.8	442.0	347.5	466.9	426.4	807.9	675.7
Si	30.1	85.5	29.1	17.2	35.5	33.8	68.5	34.5	34.8	52.3	42.7	54.2	20.0	18.0	12.6	16.1	34.9	14.5	22.7	16.1	99.2
Sr	2.6	13.6	4.7	12.0	12.5	2.6	6.5	13.7	27.0	4.4	4.7	7.2	3.0	8.0	3.2	2.9	<0.06	2.1	3.7	11.8	8.1
Ti	0.7	1.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.5	0.6	1.1	0.5	0.9	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.7
Zn	10.2	11.1	14.9	9.2	7.9	11.4	10.3	10.2	7.7	12.3	13.2	10.5	12.2	14.8	11.3	12.1	9.4	9.9	11.6	7.6	10.1
Cd	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Co	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Cr	10.5	0.6	<0.4	<0.4	<0.4	10.1	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.6	2.8	<0.4	<0.4	<0.4	0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sb	<1.5	<1.5	1.9	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Se	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Te	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
As	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Be	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Li	1.0	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	0.8	0.5	0.8	0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.6	<0.5
Ni	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6

4. pielikums. Metālu saturs spradzeņu lapās. Vērtības izteiktas kā µg/1g sausu lapu.

	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LS8	LS9	LS10	LKON1	LKON2
Al	59.6	23.0	27.9	19.1	55.5	19.0	22.3	29.0	15.0	45.9	39.8	57.1
B	12.7	10.8	8.9	11.4	7.2	10.7	13.9	10.0	8.1	<5	33.5	25.1
Ba	71.0	44.6	37.8	34.5	44.6	43.9	46.7	22.1	40.3	17.3	16.1	83.1
Ca	7519.8	5676.9	6289.4	5695.6	6137.1	7625.6	7880.9	9584.1	6483.9	8405.1	7418.3	11644.1
Fe	67.4	42.9	45.9	36.0	74.4	42.7	46.9	41.9	43.6	57.1	59.1	103.8
K	15303.4	10453.7	11260.3	11101.5	11574.3	12798.5	10482.8	14062.0	13270.8	13242.9	15403.6	21708.8
Mg	3553.2	2217.1	3368.1	2758.2	3235.7	3649.1	3351.0	3639.6	3205.7	2919.3	3224.1	3688.3
Mn	0.8	1.6	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	1.0	0.3
Mo	24.8	47.1	83.9	56.6	67.5	29.8	43.6	40.4	37.1	17.4	20.8	141.2
Na	<2	<2	<2	10.4	3.9	<2	3.7	3.2	8.5	5.4	51.1	37.6
P	3028.0	3162.2	2662.5	2219.5	3065.1	1809.2	3237.9	3073.3	3135.8	2910.4	2701.7	1312.1
Pb	1.2	1.1	<0.1	0.6	0.7	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.5	0.5
S	1179.6	989.1	1091.4	1137.2	1107.8	1372.8	1141.9	1053.0	1437.3	1143.3	1411.6	1817.0
Si	198.5	201.7	143.6	119.3	134.0	168.7	182.5	131.3	123.3	116.1	159.9	132.1
Sr	33.9	17.4	22.7	18.4	34.6	8.7	13.2	8.7	11.6	5.7	23.4	18.5
Ti	3.0	1.4	1.4	1.1	2.3	1.4	1.6	1.8	1.0	2.6	2.4	3.7
Zn	19.2	42.1	16.1	15.3	12.8	15.4	17.9	13.2	16.9	16.1	12.9	18.4
Cd	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Co	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cr	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Cu	11.7	6.7	4.6	3.7	3.0	6.5	6.5	3.0	4.0	4.2	1.4	6.7
As	<3	3.2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3.0	3.0	<3
Be	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Li	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Ni	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sb	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7
Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tl	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
V	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

5.pielikums. Metālu saturs dažādās ogās, rezultāti izteikti kā µg/g sausu ogu

	<i>Spradzenes</i>	<i>Dārza zemenes</i>	<i>Meža zemenes</i>	<i>Meža mellenes</i>	<i>Avenes</i>	<i>Krūmmellenes</i>	<i>Kazenes</i>
K	13 582.7	11 143.8	13 508.3	5 458.25	1 390	954	1 594
Ca	3 200.7	2 454.3	2 734.3	1 065.38	283	82	285
Mg	1 800.2	1 709.9	1 268.4	468.74	211	119	243
P	1 809.5	2 277.9	2 144.3	1 032.46	1 365	989	1 458
S	500.8	807.9	675.7	746.81			
Si	34.6	16.1	99.2	22.43			
Fe	16.7	21	31.8	26.14	13.3	8.2	10.9
Na	22.5	<7	62.4	19.77			
Ba	21.5	11.9	8.4	10.63	0.8	<0.5	<0.5
Mo	19.2	50	25.4	0.13			
Zn	11.1	7.6	10.1	6.75	3	1.32	2.6
Sr	7.5	11.8	8.1	1.96			
Al	7	1.4	7.7	21.04	8.3	1.2	2.8
B	6.4	6.4	7.7	5.13			
Cu	3.8	3.6	4.1	4.03	0.52	0.32	0.99
Mn	0.4	1.4	0.4	141.28	4.3	2.2	28.7
Pb	1.1	<0.5	0.6	0.24			
Cd	<0.1	<0.1	<0.1	0.04			
Co	<0.3	<0.3	<0.3	0.07			
Cr	<0.4	<0.4	<0.4	0.21			
Se	<3	<3	<3	0.51			
V	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
As	<3	<3	<3	0.31			
Be	<0.01	<0.01	<0.01	0.00			
Ni	0.6	<0.6	<0.6	0.81			