

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE  
KOPIĢĀ AKADĒMISKĀ MAĢISTRA STUDIJU PROGRAMMA  
“UZTURZINĀTNE”

MINERĀLVIELU SATURS MANDELĒS UN  
VALRIEKSTOS, UN TO ŪDENS EKSTRAKTOS

Maģistra darbs

Autors: Kārlis Brants  
Stud. apl. Nr. KB19076  
Darba vadītājs: Dr.chem., prof. Artūrs Vīksna

RĪGA 2022

## KOPSAVILKUMS

**Minerālvielu saturs mandelēs un valriekstos, un to ūdens ekstraktos** Brants K., zinātniskais vadītājs profesors Dr.ķīm. Vīksna Artūrs.

Maģistra darbs 77 lappuses, 27 attēli, 11 tabulas, 52 literatūras avoti, 6 pielikumi.

Latviešu valodā.

**MANDELES, VALRIEKSTI, MINERĀLVIELAS, INDUKTĪVI SAISTĪTĀS PLAZMAS MASSPEKTROMETRIJA**

Mandeles un valriekstus var pieskaitīt pie funkcionālās pārtikas izejvielām, kuras satur šķiedrvielas, olbaltumvielas, minerālvielas, polinepiesātinātās taukskābes u.c. bioloģiski aktīvus savienojumus, tai skaitā fitātus. Maģistra darbā izvērtēta literatūra par fitātu ietekmi uz minerālvielu biopieejamību. Veikta minerālvielu kvantitatīvā daudzuma noteikšana mandelēs un valriekstos un to ūdens ekstraktos, izmantojot inductīvi saistītās plazmas masspektrometriju (ICP-MS).

## ANNOTATION

**Mineral content in almonds and walnuts and their water extracts** Brants K.,  
scientific supervisor Professor Dr.chem. Viksna Artūrs.

Master's thesis 77 pages, 27 figures, 11 tables, 52 literature sources, 6 appendices.  
Written in Latvian Language.

ALMONDS, WALNUTS, MINERALS, INDUCTIVELY COUPLED PLASMA  
MASS SPECTROMETRY

Almonds and walnuts can be considered as functional food ingredients containing fiber, protein, minerals, polyunsaturated fatty acids, etc. biologically active compounds, including phytates. The literature on the effect of phytates on the bioavailability of minerals is evaluated in the master's thesis. Quantitation of minerals in almonds and walnuts and their aqueous extracts was performed using inductively coupled plasma mass spectrometry.

## SATURA RĀDĪTĀJS

1	Riekstu nozīme.....	9
1.1.	Riekstu popularitāte un pieprasījums.....	9
1.2.	Riekstu ietekme uz veselību .....	10
1.3.	Riekstu uzturvērtība.....	11
1.4.	Mandeļu raksturojums .....	12
1.5.	Valriekstu raksturojums .....	13
1.6.	Fitoķīmiskās vielas riekstos .....	13
2	Fitāti riekstos .....	14
2.1.	Fitātu raksturojums .....	14
2.2.	Fitātu ietekme uz barības vielu pieejamību .....	15
2.3.	Fitātu satura samazināšana pārtikas produktos .....	16
2.3.1.	Smalcināšana .....	16
2.3.2.	Mērcēšana.....	17
2.3.3.	Termiskā apstrāde.....	17
2.3.4.	Fermentācija .....	18
2.3.5.	Diedzēšana.....	18
2.3.6.	Publiski pieejamā literatūrā aprakstītās metodes.....	18
3	Metodes .....	19
3.1.	Riekstu paraugu izvēle.....	19
3.2.	Riekstu paraugu grupu izveide .....	19
3.3.	Riekstu smalcināšana.....	21
3.4.	Riekstu mērcēšana .....	21
3.5.	Ūdens ekstrakta iegūšana.....	22
3.6.	Riekstu kaltēšana .....	22
3.7.	Kaltētu riekstu smalcināšana .....	22
3.8.	Paraugu mineralizācija.....	22
3.9.	Mīnerālvielu noteikšana.....	23
3.9.1.	Induktīvi saistītas plazmas masspektrometrija .....	23
3.10.	Izmantotie reaģenti un gāzes.....	24
3.11.	Izmantotās iekārtas .....	25
4	Rezultāti .....	26
4.1.	Mīnerālvielu saturs mandelēs .....	26
4.2.	Mīnerālvielu saturs valriekstos .....	27
4.3.	Smagie metāli riekstos .....	28

4.4.	Minerālvielu koncentrācija mandelēs pēc ekstrakcijas.....	29
4.5.	Minerālvielu koncentrācija valriekstos pēc ekstrakcijas.....	32
4.6.	Elementu koncentrācijas riekstos un to ekstraktos. ....	33
5	Diskusija.....	38
5.1.	Minerālvielu koncentrācijas mandeļu kontroles grupā.....	38
5.2.	Minerālvielu koncentrācijas valriekstu kontroles grupā.....	39
5.3.	Dažādu izcelsmes reģionu riekstu izvērtējums. ....	41
5.4.	Riekstu elementu pārejas ekstraktos izvērtējums. ....	41
5.5.	Riekstu mikroelementu uzturvērtības izvērtējums. ....	42
5.6.	Pb un Cd riska izvērtējums. ....	44
	Secinājumi .....	46
	Izmantotās literatūras saraksts .....	48
	Pateicības .....	48
9	Pielikumi .....	53

## APZĪMĒJUMU SARAKSTS

MUFA – mononepiesātinātās taukskābes (*monounsaturated fatty acids* – angl.)

PUFA – polinepiesātinātās taukskābes (*polyunsaturated fatty acids* – angl.)

KVS – kardiovaskulārās slimības

KSS – koronārās sirds slimības

IP – inozitola pentafosfāts

dw – sausais iesvars (*dry weight* – angl.)

ICP-MS – induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija

## IEVADS

Rieksti ir bagāti ar uzturvērtību, tajos ir daudz olbaltumvielu, šķiedrvielu, mononepiesātināto taukskābju (MUFA) un polinepiesātināto taukskābju (PUFA), vairāki nozīmīgi vitamīni (piem., vitamīni A, E, B3, B6 un B9), minerālvielas (piem., Ca, Mg, K, Fe, Se, Zn) un dažādi fitoelementi (Ros, 2010). Regulāram riekstu patēriņam ir saistība ar zemāku saslimšanu ar kardiovaskulārajām slimībām (KVS), kā arī pastāv saistība ar zemāku mirstību kopumā. KVS riska samazināšanos saista ar holesterīna līmeņa pazemināšanos, patērējot uzturā riekstus (Zhou, et al., 2014).

Rieksti satur arī bioaktīvus savienojumus, ko sauc par fitoķīmiskām vielām, no kurām atsevišķām ir anti-uzturvielu īpašības. Lai gan pastāv vairākas anti-uzturvielas, visbiežāk graudaugos, pākšaugos un riekstos ir atrodami fitāti (Thavarajah, et al., 2009). Fitātiem piemīt minerālvielu, piemēram, Fe, Zn, Ca un Mg biopieejamību ietekmējoša iedarbība. Palielinoties fitātu:minerālvielu attiecībai riekstā, samazinās minerālvielu biopieejamība (Schlemmer, et al., 2009). Tas ir svarīgi gan cilvēkiem, kuri jau tā uzturā uzņem nepietiekami daudz minerālvielu, gan arī cilvēkiem, kuri pārsvarā uzņem vegānisku vai veģetāru uzturu, kurā ietilpst produkti ar augstu fitātu saturu.

Sabiedriski pieejamajā literatūrā pēdējo gadu laikā var atrast arvien vairāk informāciju par riekstu “aktivizēšanas” metodēm, lai rieksti sniegtu pēc iespējas lielāku labumu veselībai. Ar terminu “aktivizēšana” saprot riekstos esošo enzīmu inhibitoru neitralizāciju, tādējādi nodrošinot paaugstinātu uzturvielu biopieejamību, uzlabotu gremošanu un izmaiņas riekstu tekstūrā un garšā (Cottis, 2012). Lai gan publiskajā literatūrā ir salīdzinoši daudz informācijas par riekstu “aktivizēšanu”, nav daudz zinātnisku pierādījumu, kas apstiprinātu vai noraidītu šādus apgalvojumus. Kaut arī nepastāv vienprātība par labāko riekstu aktivizēšanas metodi, lielākā daļa protokolu (Mack, 2020) iesaka mērcēt riekstus sālsūdenī apmēram 12 stundas, kam seko žāvēšana 12-24 stundas (Mack, 2020) (Guy, 2016). Apgalvo, ka sāls palīdz aktivizēt fermentus, kas ir atbildīgi par fermentu inhibitoru deaktivizēšanu riekstos (Harris, 2008). Tāpēc ir būtiski izpētīt riekstu aktivizēšanas ietekmi uz fitātu un minerālvielu saturu, lai gūtu uz pierādījumiem balstītus apgalvojumus par riekstu kopējās uzturvērtības optimizāciju. Riekstu aktivizēšana ir ļoti laikietilpīgs process. Uztura speciālistam sniedzot nepamatotas riekstu patēriņa rekomendācijas savam pacientam, lielais laika un darba ieguldījums riekstu pagatavošanā var pacientam kļūt par šķērsli regulāram riekstu patēriņam. Un tādējādi negatīvi atsaukties uz pacienta veselību.

Vairāki veikti pētījumi ar graudiem un pākšaugiem ziņo par fitātu koncentrācijas samazināšanos mērcēšanas rezultātā. Fitātu koncentrācija samazinās jo īpaši tādā gadījumā, ja mērcēšanu apvieno ar paraugu smalcināšanu (Majzooobi, et al., 2014). Vienlaikus secināja, ka graudiem un pākšaugiem mērcēšana arī palielina ūdenī šķīstošo vitamīnu un minerālvielu izskalošanos, jo īpaši tad, ja samazināja daļiņu izmēru (Lestienne, et al., 2005). Tāpēc ir lietderīgi izpētīt mērcēšanas ietekmi gan uz veselīgiem, gan smalcinātiem riekstiem. Ņemot vērā to, ka literatūrā riekstu mērcēšanā iesaka pievienot sāli, ir svarīgi pārbaudīt, vai sāls pievienošana ietekmē fitātu un minerālvielu saturu mērcētajos riekstos.

Tāpēc šī **pētījuma mērķis** ir noteikt uzturvērtību noteicošo mikro- un makroelementu saturu veselās un smalcinātās mandelēs un valriekstos un to ūdens ekstraktos.

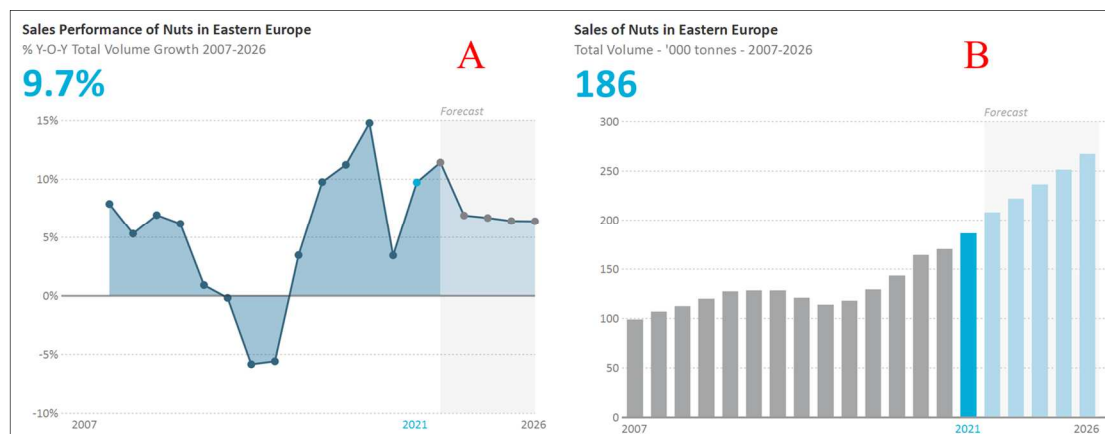
**Darba uzdevumi ir:**

- 1) Apkopot literatūru par mandeļu un valriekstu ķīmisko sastāvu, par uzturvērtību noteicošajām un ietekmējošajām sastāvdaļām un ķīmiskajiem savienojumiem.
- 2) Ar induktīvi saistītās plazmas masspektrometrijas metodi noteikt ķīmisko elementu K, P, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni saturu mandelēs un valriekstos, un to ūdens ekstraktos.
- 3) Izmantojot iegūto analīžu rezultātus, veikt mandeļu un valriekstu uzturvērtības novērtēšanu pēc mikro- un makroelementu satura.
- 4) Izvirzīt tālākos pētījumu virzienus mandeļu un valriekstu sastāvā esošo mikro- un makroelementu biopieejamības palielināšanai.

# 1 RIEKSTU NOZĪME

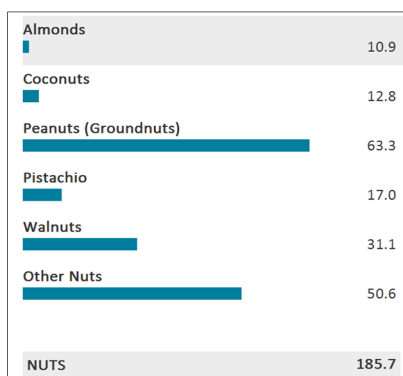
## 1.1. Riekstu popularitāte un pieprasījums

Rieksti ir pieprasīti visā pasaulē un ir ļoti populāri veselīga dzīvesveida piekritēju vidū. Arvien vairāk cilvēku izvēlas savus uztura paradumus balstīt morāles, ķermeņa labsajūtas, optimālas veselības vai citādos principos, kas palielina to pieprasījumu pēc riekstiem un dažādiem to izstrādājumiem. Pēdējo 14 gadu laikā riekstu tirgus pieprasījums Austrumeiropā ir gandrīz divkāršojies, 2021. gadā sasniedzot 186'000 t (EuroMonitor, 2021). Ņemot vērā 2021. gada tirgus pieaugumu par 9,7 % un ik gadu prognozēto tirgus pieaugumu lielāku par 5 % (1.1. att. (A)), paredz, ka tuvāko 5 gadu laikā riekstu patēriņš pieaugs līdz aptuveni 265'000 t gadā<sup>-1</sup> (1.1. att. (B)).



**1.1. attēls. Esošā un prognozētā tirgus izaugsme (A) un pieprasījums (B) Austrumeiropas riekstu tirgū no 2007. līdz 2026. gadam (EuroMonitor, 2021)**

Valrieksti un mandeles 2021. gadā bija 5 visvairāk notirgoto riekstu vidū Austrumeiropā (1.2. att.). Valriekstu patēriņš bija aptuveni 2x mazāks par zemesriekstu patēriņu (attiecīgi 31,1 un 63,3 tūkst. t), savukārt pieprasījums pēc mandelēm bija aptuveni viena trešdaļa no valriekstu pieprasījuma (10,9 tūkst. t). Šo riekstu veidu popularitātei noteikti par labu nāk ne tikai to plašā pieejamība šajā reģionā, bet arī to labvēlīgā ietekme uz veselību.



1.2. attēls. Populārāko riekstu patēriņa sadalījums pa riekstu veidiem Austrumeiropā 2021. gadā (tūkst. t) (attiecīgi *almonds* un *walnuts* – angl.) (EuroMonitor, 2021)

## 1.2. Riekstu ietekme uz veselību

Meta-analīze apliecina, ka pacienta riekstu patēriņam ir apgriezta saistība ar kopējo mirstību (van den Brandt & Schouten, 2015), (Luu, et al., 2015). Tika apstiprināts, ka lielāks riekstu patēriņš ir labvēlīgs un ka tas ir saistīts ar kopējās mirstības samazināšanos neatkarīgi no cilvēka dzimuma, rases un sociālekonomiskā stāvokļa (Luu, et al., 2015).

Tāpat meta-analīzes ziņo par KVS biežuma un mirstības no KVS samazināšanos, uzturā patērējot 2 porcijas riekstu, salīdzinot ar riekstu nelietošanu (Zhou, et al., 2014). Intervences pētījumi ziņo, ka KVS samazināšanās lielā mērā ir saistīta ar riekstu holesterīna līmeni pazeminošo iedarbību (Sabate, et al., 2010). Pētījumi liecina, ka riekstu patēriņa holesterīna līmeni pazeminošā ietekme ir atkarīga no devas, un tā ir izteiktāka pacientiem ar augstāku zema blīvuma lipoproteīnu (ZBL) holesterīna līmeni vai zemāku ķermeņa masas indeksu (ĶMI) (Sabate, et al., 2010). Riekstu patēriņam ir arī apgriezta saistība ar vairākiem KVS mediatoriem, piemēram, oksidatīvo stresu, iekaisumu un endotēlija disfunkciju (Alexiadou & Katsilambros, 2011). Svarīgi arī pieminēt, ka vairāki pētījumi ziņo par to, ka riekstu patērētājiem jau dabiski ir citāds dzīvesveids, tāpēc viņi ir slaidāki, retāk smēķē, biežāk vingro, uzturā patērē vairāk augļu un dārzeņu, kā arī biežāk papildus uzturā uzņem vitamīnus un uztura bagātinātājus. Ļoti iespējams, ka šie faktori arī ietekmē pētījumos uzrādīto KVS saistību ar riekstu patēriņu.

Regulārs riekstu patēriņš ir mazāk pētīts saistībā ar citu slimību izcelšanos. Atsevišķi pētījumi ziņo par insulta riska samazināšanos, īpaši sievietēm (Zhang, et al., 2015), bet pārsvarā pētījumi par riekstu patēriņa uzturā ietekmi uz insultu neziņo (Luu, et al., 2015), (Zhou, et al., 2014).

Pētījumi par riekstu uzņemšanas un vēža riska saistību uzrāda pretrunīgus rezultātus. Atsevišķas meta-analīzes uzrādīja statistiski nozīmīgu kopējā vēža sastopamības un mirstības riska samazināšanos (van den Brandt & Schouten, 2015) (Wu, et al., 2015). Pētījumā riekstu

uzņemšanai uzturā ir konstatēta statistiski nozīmīga saistība ar atsevišķiem vēža veidiem - kolorektālo, dzemdes, aizkuņģa dziedzera (Wu, et al., 2015). Vēža sastopamības un mirstības risks un riekstu patēriņš uzturā kopumā uzrāda statistiski nozīmīgu saistību, taču pierādījumu par riekstu patēriņa ietekmi uz konkrētiem vēža veidiem vēl joprojām ir maz.

Riekstu patēriņa saistība ar 2. tipa cukura diabētu uzrādīja atšķirīgus rezultātus, no kuriem lielākā daļa saistību neuzrādīja (Luu, et al., 2015), (Zhou, et al., 2014). Meta-analīze ziņoja par riska samazināšanos par 12%, palielinot riekstu patēriņu par 1 porciju dienā. Tomēr, pielāgojot riekstu patēriņu KMI, šī apgrieztā saistība ievērojami samazinājās (Luo, et al., 2014).

Pierādījumi pastāvīgi liecina par apgrieztu saistību starp riekstu patēriņu uzturā un kopējo mirstību un KVS risku, taču trūkst konsekventu pierādījumu par riekstu uzņemšanas uzturā saistību ar citām slimībām.

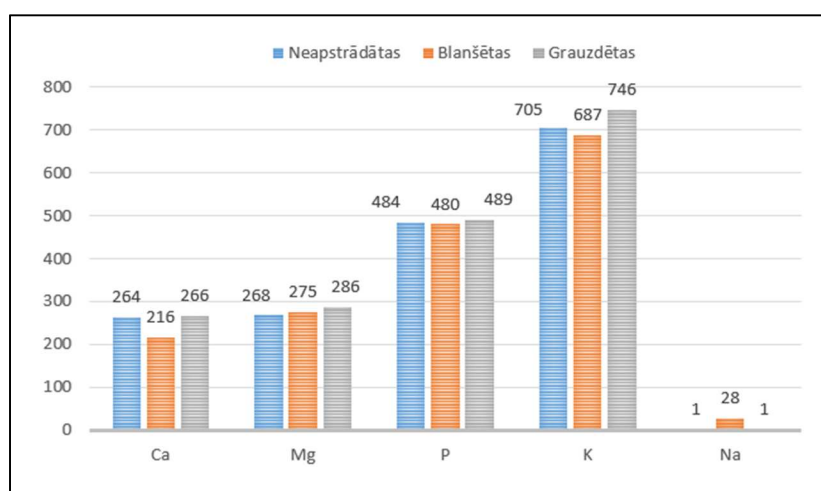
### 1.3. Riekstu uzturvērtība

Rieksti ir izkaltuši augļi, kas satur cietās čaumalās noslēgtas sēklas (Ros, 2010). Visbiežāk uzturā patērētie rieksti ir koku rieksti, piemēram, mandeles, Brazīlijas rieksti, Indijas rieksti, lazdu rieksti, makadāmijas rieksti, pekanrieksti, ciedru rieksti, pistācijas un valrieksti (Ros, 2010). Parasti riekstos ir augsts tauku un zems ogļhidrātu saturs un dažādu tauku veidu proporcijas katram riekstam ir unikālas. Rieksti ir bagāti ar uzturvielām, nodrošinot makroelementus, piemēram, olbaltumvielas, šķiedrvielas, mononepiesātinātās taukskābes (MUFA) un polinepiesātinātās taukskābes (PUFA) (1. Pielikums), kā arī mikroelementus, tostarp vitamīnus (A, E, B3, B6, B9), minerālvielas (kāliju, kalciju, dzelzi, magniju, cinku, selēnu) **Error! Reference source not found.** (Ros, 2010) (2. Pielikums). Dominējošās taukskābes, kas atrodamas riekstos, ir MUFA un PUFA (linolskābe un alfa-linolēnskābe) (Ros, 2010), (Alexiadou & Katsilambros, 2011). Valrieksti ir bagātākais linolskābes un alfa-linolēnskābes avots (Ros, 2010), (Chen & Blumberg, 2008). Dažādi riekstu veidi atšķiras arī mikroelementu ziņā. Piemēram, Brazīlijas rieksti ir ļoti bagāts selēna avots, bet zemesrieksti un lazdu rieksti nodrošina lielu daudzumu vitamīna B9. Mandeles, lazdu rieksti, valrieksti un ciedru rieksti ir labi E vitamīna avoti (Ros, 2010). Tradicionāli rieksti tiek lietoti, lai uzlabotu gremošanu, uzlabotu imūnsistēmu, brūču dzīšanu un labāku asinsriti. No dažādajiem riekstiem mandeles un valrieksti ir visvairāk pētītie rieksti, un dažādi pētījumi ir uzsvēruši to aizsargājošo ietekmi uz cilvēka fizioloģiju (Ni, et al., 2021).

#### 1.4. Mandeļu raksturojums

Mandeles aug tropu klimata joslā, un lielākie mandeļu audzēšanas reģioni ir Kalifornijas štats ASV, Vidusjūras valstis, Austrālija, Centrālāzija, Argentīna un Čīle (Kester, et al., 1991). Plašais augšanas apgabals un dažādās šķirnes ir par iemeslu atšķirīgam mandeļu uzturvielu sastāvam, jo atšķiras mandeļu genotips, vides un augšanas apstākļi (Tabasum, et al., 2018). Mandeles ir koncentrēts enerģijas avots ar ievērojamu taukskābju, olbaltumvielu, šķiedrvielu, vitamīnu, minerālvielu, fenolu un fitosterolu daudzumu (Grundy, et al., 2016).

Mandeles satur vairāk sārmus veidojošas minerālvielas nekā skābju veidojošas, kas tās padara par retu ar olbaltumvielām bagātu un kaulus stiprinošu ēdienu. Tās satur dažādus fenolu savienojumus, galvenokārt proantocianidīnu, flavonoīdus un fenolskābes, kas lielākoties atrodas mandeļu miziņā un atbild par sēklas antioksidatīvajām īpašībām (Grundy, et al., 2016). Tādas minerālvielas kā P, K un īpaši Ca ir atrodamas mandelēs lielos daudzumos (att. 1.3.). Dažādi apstrādātām mandelēm saglabājas augsta K/Na attiecība, kas ir īpaši labvēlīga normāla asinsspiediena saglabāšanai (Bernat, et al., 2014).



1.3. attēls. Minerālvielu daudzums (g/100 g) dažādi apstrādātās mandelēs (USDA, 2020)

Kaut gan mandeles cilvēki uzturā lieto jau daudzus gadsimtus, tikai pēdējā gadsimta laikā zinātnes un tehnoloģiju attīstības rezultātā ir noteikta mandeļu uzturvērtība, ķīmiskais sastāvs, to lietošanas uzturā pozitīvā ietekme uz dažādiem veselības aspektiem. Pētījumi pierāda, ka tās ir nozīmīgas cilvēka uzturā, jo satur augstas kvalitātes olbaltumvielas, svarīgas minerālvielas un lielu daudzumu vērtīgu taukskābju (Olatidoye, et al., 2011). Zinātnieki ir pierādījuši, ka mandeļu lietošana uzturā spēj mazināt sirdsslimību risku un risku saslimt ar II tipa diabētu, ko izskaidro ar mandelēs esošo bioaktīvo savienojumu spēju kontrolēt glikozes uzsūkšanās ātrumu asinīs (Tabasum, et al., 2018).

## 1.5. Valriekstu raksturojums

Valriekstu kokam, kas pieder *Juglandaceae* dzimtai, ir 18 dažādas sugas, un tas ir sastopams Vidusjūras reģionā, Austrumāzijā, Indijā, ASV, Kanādā, Centrālamerikā un Andu reģionos. No 18 sugām Anatolijas valrieksts (*Juglandaceae regia* L, pazīstams arī kā Irānas valrieksts) ir visplašāk audzētā un komerciāli nozīmīgākā šķirne tā izmēra, salduma, plānas miziņas un viegli nolaužamo čaumalu dēļ (Binici, et al., 2021).

Valrieksti ir vērtīgs enerģijas un olbaltumvielu avots, taču visvairāk tos novērtē to sastāvā esošo taukskābju dēļ, kas veido līdz pat 70 % no valrieksta masas. Valriekstu eļļu veido:

- 72 % polinepiesātinātās taukskābes:
  - 59 % linolskābe (omega-6);
  - 13 %  $\alpha$ -linolēnskābe (omega-3);
- 18 % mononepiesātinātās taukskābes (oleīnskābe);
- 10 % piesātinātās taukskābes.

Valrieksti satur taukos šķīstošos vitamīnus A un E un ūdenī šķīstošos vitamīnus B1, B2, B3, B5, B9, C vitamīnu un minerālvielas (Binici, et al., 2021).

Valrieksts ir arī vērtīgs Mn un Cu avots, kas ir būtiskas minerālvielas svarīgos antioksidatīvas iedarbības enzīmos. Epidemioloģiskajos pētījumos par antioksidantu un taukskābju ietekmi uz veselību ir konstatēts, ka valriekstiem ir aizsargājoša iedarbība pret dažādām slimībām, piemēram, sirds un asinsvadu slimībām, vēzi, kataraktu un novecošanos. Pētījumā konstatēja, ka polinepiesātinātās taukskābes palīdz samazināt sirds un asinsvadu slimību risku, kur galvenais polinepiesātināto taukskābju avots bija valrieksti un valriekstu eļļa (Lavedrine, et al., 1999). Valriekstu sastāvā esošie fenoli ir svarīgākās sastāvdaļas, kas ir atbildīgas par valriekstu antioksidatīvajām īpašībām. Pētījumā atklāja, ka uzturā lietojot 48 g valriekstu dienā<sup>-1</sup>, samazinās zema blīvuma lipoproteīnu līmenis (ZBL) asinīs (Abbey, et al., 1994).

## 1.6. Fitokīmiskās vielas riekstos

Valriekstos, mandelēs un citos riekstos ir arī daudz bioaktīvo savienojumu, ko sauc par fitokīmiskajām vielām. Svarīgākās fitokīmiskās vielas ir karotenoīdi, fenolskābes, polifenoli, fitosterīni, fitāti un lignāni. Dažādi faktori, kas ietekmē fitokīmisko vielu sastāvu riekstos, ir riekstu veids, genotips, apstākļi pirms un pēc ražas novākšanas, kā arī uzglabāšanas apstākļi (Chen & Blumberg, 2008). Fitātus uzskata arī par anti-uzturvielām, jo tie spēj samazināt minerālu biopieejamību organismā (Thavarajah, et al., 2009).

## 2 FITĀTI RIEKSTOS

### 1.1. Fitātu raksturojums

Fitāti ir vieni no dominējošajiem bioaktīvajiem savienojumiem riekstos (Kumar, et al., 2010). Fitīnskābe (mioinozitola heksafosfāts jeb IP6), ir daudz atrodama augu izcelsmes pārtikas produktos, īpaši pākšaugos, graudaugos un riekstos. Funkcionāli fitīnskābe auga sēklā kalpo par fosfora uzglabāšanas formu (Schlemmer, et al., 2009). Fitīnskābe veidojas sēklas nogatavošanās laikā, un tā var saturēt no 60 līdz 90 % no kopējā fosfora (Kumar, et al., 2010). Fitīnskābe veido stabilus savienojumus ar katjoniem un brīvā formā atrodas kalcija, magnija vai kālija sāļu formā, kā arī jauktu sāļu formā, ko sauc par fitātiem (Gibson, et al., 2010). Sēklu sastāvā mazākā daudzumā (< 15 %) sastopami arī inozitola pentaosfāti, inozitola tetraosfāti un inozitola trifosfāti (saīsinājumi attiecīgi IP5, IP4 un IP3). Šie inozitola fosfāti ir rezultāts, kas rodas fermentam fitāzei apstrādājot fitīnskābi (Schlemmer, et al., 2009). Šiem fosfātiem ir zemāka saistīšanās spēja ar minerālvielām, un tāpēc tie mazāk ietekmē minerālvielu biopieejamību (26). Fitīnskābes saturs riekstos var svārstīties no 0,1 līdz 9 % riekstu sausās masas (dw), bet pākšaugos un graudaugos tas var būt attiecīgi no 0,2-2,9 % un 0,06-2,2 %. Starp riekstiem tieši mandelēs, valriekstos un Brazīlijas riekstos ir visaugstākais fitātu saturs (**Error! Reference source not found.** tab.) (Schlemmer, et al., 2009). Fitātu satura diapazons starp dažādiem riekstu tipiem un savstarpēji saistāms ne tikai dažādām riekstu botāniskajām šķirnēm, bet arī ar atšķirīgiem vides apstākļiem, klimatiskajiem apstākļiem, augšanas vietu, augsnes tipu, izmantoto mēslojumu, augšanas sezonu, ražas novākšanas gadu, dažādiem riekstu nogatavināšanas posmiem, kā arī uzglabāšanas apstākļiem (Schlemmer, et al., 2009).

Lai arī fitātu saturs augos ir ļoti dažāds, pētījumos pastāv pretrunas starp fitātu pozitīvo un negatīvo ietekmi uz veselību. Literatūrā ir minēts, ka fitāti traucē minerālvielu un mikroelementu biopieejamību, tomēr atsevišķi pētījumi liecina arī par fitātu labvēlīgo ietekmi (Schlemmer, et al., 2009), (Kumar, et al., 2010). Fitātu pozitīvā iedarbība saistīta ar to antioksidatīvo un pretvēža iedarbību, nodrošinot aizsardzību pret resnās zarnas un krūts vēzi, kā arī palīdz profilaktiski pret aknu, prostatas, aizkuņģa dziedzera vēža iestāšanos (Schlemmer, et al., 2009), (Kumar, et al., 2010). Fitātu pozitīvo iedarbību saista arī ar nierakmeņu veidošanās novēršanu, samazinātu koronārās sirds slimības (KSS) risku un samazinātu zobu bojāšanās un zobu kariesa risku (Schlemmer, et al., 2009), (Kumar, et al., 2010). Veiktie pētījumi bija veikti ar dzīvniekiem vai *in vitro*, kas ierobežo pētījumu rezultātu attiecināmību uz cilvēkiem.

Fitīnskābes/fitātu saturs 100 g<sup>-1</sup> riekstu

Rieksti	Fitīnskābe/fitāti, mg·100 g <sup>-1</sup> (dw <sup>a</sup> )
Mandeles	350 – 9420
Valrieksti	200 – 6690
Brazīlijas rieksti	290 – 6340
Indijas rieksti	190 – 4980
Zemesrieksti	170 – 4470
Ciedru rieksti	200
Lazdu rieksti	230 - 920

<sup>a</sup>dw – dry weight; sausais svars

## 2.1. Fitātu ietekme uz barības vielu pieejamību

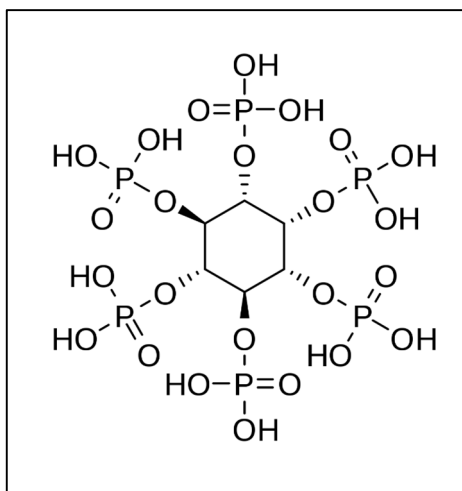
Fitātus pieskaita pie anti-uzturvielām, jo tie traucē tādu atsevišķu minerālvielu un mikroelementu kā, piemēram, dzelzs, kalcija, magnija un cinka uzsūkšanos zarnās. Fitātu klātbūtne pārtikā var palielināt mikroelementu deficīta risku gadījumos, ja šī minerālelementa uzņemšana ir zema (Schlemmer, et al., 2009).

Fitīnskābes molekulā sešas negatīvi lādētas fosfātu grupas ir kovalenti saistītas ar nelielu inozitola molekulu, tāpēc molekulai ir liels negatīvā lādiņa blīvums (2.1. att.) (Schlemmer, et al., 2009). Negatīvi lādētie skābekļa atomi uz blakus esošajām fosfora grupām fitātā ir izkārtoti tā, ka pozitīvi lādētie katjoni var veidot ciešas saites ar katru fitātu grupu (Schlemmer, et al., 2009), (Kumar, et al., 2010). Tādā veidā fitīnskābe var veidot spēcīgus kompleksus ar metāla joniem, īpaši cinku, magniju, kalciju un dzelzi.

Šiem joniem piesaistoties fitātam, rezultātā veidojas sāļi. Šie sāļu savienojumi šķīst tikai skābā vidē (kuņģī), tomēr neitrālā vidē (zarnās) tie izgulsnējas un kļūst nešķīstoši. Šī iemesla dēļ uzskata, ka fitāti ir cilvēkiem nesagremojami un izraisa pasliktinātu mikroelementu biopieejamību un uzsūkšanos (Schlemmer, et al., 2009). Cilvēka organismā trūkst enzīma fitāzes, tāpēc ir ierobežotas spējas hidrolizēt fitātu molekulas. Tas arī liedz organismā uzņemt fosforu no fitātu sāļiem (Gibson, et al., 2010).

IP6 un IP5 ir nozīmīgākās fitīnskābes formas, kas traucē mikroelementu un minerālvielu biopieejamību. Zemāku grupu inozīta fosfātiem (IP) ir mazāk negatīva ietekme uz minerālvielu un mikroelementu biopieejamību, jo tie nespēj veidot noturīgus savienojumus (Thavarajah, et al., 2009). Ir vairāki faktori, kas ietekmē fitātu inhibējošo iedarbību uz minerālvielām. To skaitā

ir fitīnskābes un minerālvielu attiecība, fitāzes enzīma klātbūtne, vides pH, vides temperatūra, inhibitoru koncentrācija, kā arī citu pārtikā esošo minerālvielu klātbūtne (Thavarajah, et al., 2009), (Schlemmer, et al., 2009).



2.1. attēls. *Fitīnskābes molekula ar sešām fosfātgrupām* (Anon., 2021)

## 2.2. Fitātu satura samazināšana pārtikas produktos

Pētījumi liecina, ka pārtikas pārstrādes metodes ir efektīvas fitātu satura mazināšanai. Lai mazinātu fitātus pārtikas produktos, var izmantot vairākas metodes kā, piemēram, smalcināšanu, mērcēšanu, sauso karsēšanu, fermentāciju, diedzēšanu, vārīšanu, eksogēnu enzīmu pievienošana vai šo metožu kombināciju (Kumar, et al., 2010).

Graudaugos fitāti atrodas grauda dīgļos un aleurona slānī, kas tieši saskaras ar endospermu, taču endospermā fitātu nav. Pākšaugos fitāti galvenokārt atrodas endospermā un dīgļlapu olbaltumvielu ķermenī (Schlemmer, et al., 2009). Pētījumi liecina, ka riekstu miziņā atrodas antioksidanti, taču fitātu lokalizācija riekstos nav aprakstīta (Ros, 2010).

### 2.2.1. Smalcināšana

Smalcināšana ir izplatīta graudu, pākšaugu un riekstu apstrādes metode. Pētījums, kurā pārbaudīja kviešu kliju daļiņu izmēra samazināšanas ietekmi uz fitīnskābes saturu, uzrādīja statistiski nozīmīgu fitīnskābes samazināšanos (par 12,5-56,9 %), samazinot kliju daļiņas no 1200 μm līdz 90 μm (24). Jāpiemin, ka kliju daļiņu samazināšana vienlaicīgi samazināja kalcija, dzelzs un cinka saturu attiecīgi par 0,080-0,046 %, 0,026-0,016 % un 0,006-0,003 % (Majzoobi, et al., 2014). Šī fitīnskābes samazināšanās, iespējams, saistīta ar virsmas laukuma palielināšanos. Malšanai un daļiņu izmēra samazināšanai ir lielāka ietekme uz fitīnskābes

samazināšanos, ja to apvieno ar citām apstrādes metodēm, piemēram, mērcēšanu, fermentāciju un diedzēšanu (Kruger, et al., 2014).

### **2.2.2. Mērcēšana**

Mērcēšanu pasniedz kā vienkāršu un praktisku metodi, lai palielinātu minerālvielu pieejamību graudos un pākšaugos, samazinot fitātu saturu, izmantojot endogēnās fitāzes hidrolīzi, kā arī pasīvo difūziju mērcēšanas vidē (Afify, et al., 2011).

Mērcēšanu var veikt atsevišķi vai kā pirmapstrādi citām apstrādes metodēm, piemēram, fermentācijai vai diedzēšanai (Kumar, et al., 2010). Līdz šim tikai dažos pētījumos ir pārbaudīta mērcēšanas ietekme uz fitātu saturu riekstos. Fitīnskābes saturs palielinājās, kad veselas mandeles 15 stundas mērcēja ūdenī 25 °C temperatūrā, un tas bija vēl augstāks, ja mandeles mērcēja 40 °C temperatūrā. Pētījumā netika sniegts iespējams skaidrojums fitātu pieaugumam, taču autori izmantoja netiešu fitātu analīzes metodi, pieņemot, ka viss mandelēs esošais fosfors ir ieslēgts fitāta savienojumos, kas, iespējams, pārvērtēja kopējo fitīnskābes saturu mandelēs (Lin Lin, et al., 2017). Citā pētījumā novēroja, ka ne mērcēšanas ilgums 4 vai 12 h, ne arī sāls pievienošana mērcēšanas ūdenim nav efektīva metode fitātu satura mazināšanai (Kumari, 2017). Daudzos pētījumos ir pētīta mērcēšanas ietekme uz fitātu saturu veselos un maltos graudos un pākšaugos (25-34, 54).

Mērcējot kukurūzas graudus 6–12 stundas, novēroja fitātu samazinājumu par 57% bet, mērcējot maltu kukurūzu istabas temperatūrā vienu stundu, novēroja fitīnskābes samazinājumu par 51% (Kruger, et al., 2014). Graudu malšana vai smalcināšana izraisa vēl lielāku fitīnskābes samazināšanos. Pētījumā ir minēts, ka maltu graudu mērcēšana nelabvēlīgi ietekmē minerālvielu pieejamību, kas atsvēr fitātu samazināšanas labvēlīgo ietekmi (Kruger, et al., 2014). To izskaidro ar palielinātu malto graudu virsmas laukumu, kur kopā ar fitātiem mērcēšanas ūdenī izskalojas arī citas uzturvielas. Tāpat konstatēja, ka zaudētā fitāta daudzumu palielina ilgāks mērcēšanas laiks, lielāks mērcēšanas šķidrums daudzums, paraugu noskalošana pēc mērcēšanas šķidrums noliešanas un šķidrums maiņa mērcēšanas procesā. Fitātu hidrolīze palielinās, ja mērcēšanas laikā fitātus pakļauj optimālai hidrolīzes temperatūrai (45-65 °C) un atbilstošam vides pH (5-6) (Kruger, et al., 2014). Šie faktori ir jāņem vērā, mērcējot graudus un pākšaugus, taču mērcēšanas ietekme uz riekstiem ir maz pētīta.

### **2.2.3. Termiskā apstrāde**

Karsēšana ir devusi dažādus rezultātus attiecībā uz fitīnskābes saturu. Vienā pētījumā pākšaugu grauzdēšana samazināja fitīnskābes saturu. Palielinot gan temperatūru, gan karsēšanas ilgumu, novēroja arvien lielāku fitīnskābes samazināšanos (Kaur, et al., 2012). Citā pētījumā atklāja, ka karstums neietekmē fitātu saturu lauka zirņos, aunazirņos un faba pupās

(Ene-obong & Obizoba, 1996). Svarīgi termiskās apstrādes parametri, kas raksturo iegūto rezultātu dažādību, ir termiskās apstrādes laiks, temperatūra un mitruma zuduma neievērošana.

#### **2.2.4. Fermentācija**

Fermentācija uzrādīja efektīvāti fitīnskābes samazināšanai gan graudaugos, gan pākšaugos (Majzoobi, et al., 2014). Apstrādes gaitā radušies fermentētie skābprodukti rada šaubas par šo produktu izmantojamību cilvēka uzturā. Topošajiem pētījumiem par riekstu fermentāciju būtu jānovērtē gan metodes efektivitāte fitātu samazināšanai riekstos, gan arī tas, vai tiek ietekmēta riekstu izmantojamība cilvēka uzturā.

#### **2.2.5. Diedzēšana**

Graudu diedzēšana ievērojami samazina fitīnskābes daudzumu, jo graudi dīgšanas procesā izmanto fitātu kā neorganiskā fosfora avotu (Kumar, et al., 2010). Graudaugos un pākšaugos, kuru endospermā ir augsts fitīnskābes saturs, dīgšanas laikā fitāzes enzīms hidrolizē fitīnskābi neorganiskos fosfātos un inozitolos (Liang, et al., 2008). Diedzēšanu apvienojot ar fermentāciju, tika panākta gandrīz pilnīga fitāta noārdīšanās (Valencia, et al., 1999).

#### **2.2.6. Publiski pieejamā literatūrā aprakstītās metodes**

Sabiedriskajā literatūrā ir pieejama informācija par dažādām ieteicamām riekstu “aktivizēšanas” metodēm, kas nodrošinātu maksimālu labumu veselībai. Terminu “aktivizēšana” attiecina uz riekstos esošo enzīmu inhibitoru neitralizāciju, tādējādi nodrošinot lielāku uzturvielu biopieejamību, uzlabotu gremošanu un izmaiņas riekstu tekstūrā un garšā (Cottis, 2012). Nezinātniskajā literatūrā ir vairākas izplatītas riekstu aktivizēšanas prakses, kurās mērcēšanas laiku ietekmē rieksta cietība. Piemēram, mandeles un lazdu riekstus, ieteicams mērcēt ilgāk, salīdzinot ar valriekstiem un Indijas riekstiem, kas ir mīkstāki. Kā piedeva mērcēšanas ūdenim tiek ieteikta sāls, ko pievieno, lai izveidotu atbilstošu vides pH un aktivizētu fermentus, kas ir atbildīgi par fermentu inhibitoru deaktivizēšanu riekstos (Harris, 2008), (Mack, 2020).

## 3 METODEDES

### 3.1. Riekstu paraugu izvēle

Pētījumam izvēlējās dažādu izcelsmes reģionu un zīmolu riekstus, kas nopērkami mazumtirdzniecības veikalos Latvijā. Katram riekstu veidam izvēlējās arī vienu bioloģiski (BIO) audzētu variantu (3.1. tab.). Izvēlējās valriekstus no ASV, Ukrainas, Ķīnas un bioloģiski audzētus valriekstus no ASV. Mandelēm divu atšķirīgu zīmolu variantus izvēlējās no ASV, blanšētu mandeļu variantu no Spānijas un bioloģiski audzētu variantu no Itālijas. Katra zīmola un izcelsmes valsts riekstu veidam piešķīra savu kārtas numuru.

3.1. tabula.

Pētījumā izvēlēto riekstu raksturlielumi

Numurs	Rieksti	Riekstu forma	Izcelsmes valsts	Zīmols
1	Mandeles	Veselas	ASV	<i>Gemoss</i>
2	Mandeles	Veselas	ASV	<i>AlisCo</i>
3	Mandeles	Veselas, BIO	Itālija	<i>Gemoss</i>
4	Mandeles	Veselas, blanšētas	Spānija	<i>AlisCo</i>
5	Valrieksti	Gabaliņi	Ukraina	<i>Gemoss</i>
6	Valrieksti	Pusītes	ASV	<i>Gemoss</i>
7	Valrieksti	Gabaliņi	Ķīna	<i>Gemoss</i>
8	Valrieksti	Pusītes, BIO	ASV	<i>Gemoss</i>

### 3.2. Riekstu paraugu grupu izveide

Izveidoja 5 riekstu paraugu grupas atkarībā no izvēlētā mērcēšanas protokola. Mērcēšanas protokolus izveidoja, apkopojot biežāk izmantotās metodes internetā pieejamajā literatūrā (Guy, 2016), (Mack, 2020). Pirms pētījuma šīs metodes izmēģināja iepriekš, lai pārlicinātos par to īstenojamību.

Pētījumā riekstus izmantoja divās frakcijās - gan veselā frakcijā (tādā, kā rieksti ir iepakojumā), gan smalcinātas frakcijas veidā (apzīmējumi attiecīgi *V-Vesels* un *S-Smalcināts*). Abām frakcijām izmantoja divus mērcēšanas veidus – mērcēšanu ultratīrā ūdenī (apzīmējums *H2O*) un mērcēšanu ultratīra ūdens un NaCl 1,5 % šķīdumā (apzīmējums *NaCl*).

Rezultātā izveidoja sekojošas 5 riekstu apstrādes grupas:

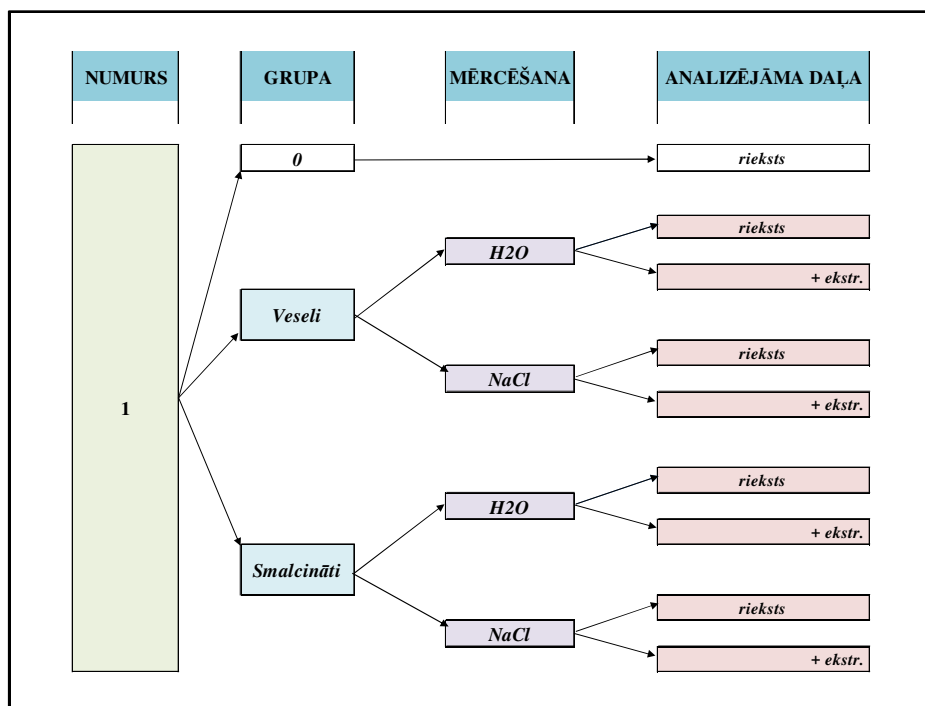
- 1)  $O$  jeb kontroles grupa – to veidoja nemērcēti rieksti, kurus analizēja tādus, kādi tie ir oriģināliepakojumā.
- 2)  $V_{H_2O}$  - veseli rieksti, mērcēti ultratīrā ūdenī;
- 3)  $V_{NaCl}$  – veseli rieksti, mērcēti ultratīra ūdens un NaCl 1,5 % šķīdumā;
- 4)  $S_{H_2O}$  - smalcināti rieksti, mērcēti ultratīrā ūdenī;
- 5)  $S_{NaCl}$  – smalcināti rieksti mērcēti ultratīra ūdens un NaCl 1,5 % šķīdumā.

Pēc riekstu mērcēšanas atdalītos ūdens un sālsūdens ekstraktus izmantoja minerālvielu noteikšanas analizēs (apzīmējums *ekstr.*). Katram riekstu kārtas numuram veica analīzes veseliem ( $V$ ) un smalcinātiem ( $S$ ) riekstiem mērcētiem gan  $H_2O$ , gan NaCl un to ūdens vai sālsūdens ekstraktiem ( $e$ ), kā arī kontroles ( $O$ ) grupai (3.1. att.).

NUMURS	GRUPA	MĒRCĒŠANA	ANALIZĒJAMA DAĻA
1	0	-	rieksts
2			
3			
4	Veseli	$H_2O$	rieksts
5			
6	Smalcināti	NaCl	+ ekstr.
7			
8			

3.1. attēls. Riekstu analizējamo paraugu izveides princips.

Vienam riekstu kārtas numuram veica 8 analīzes, bet kopā minerālvielu noteikšanai analizēja  $n = 8 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 + 8$  (kontrolē) = 72 paraugus. Viena kārtas numura analīžu piemēru skatīt 3.2. att.



3.2. attēls. Piemērs viena riekstu kārtas numura analīžu plānam.

### 3.3. Riekstu smalcināšana

No katras grupas iesvēra 25 g riekstu un smalcināja pārtikas blenderī (*Sage BFP 580 SIL*). Smalcināšanai izvēlēto laiku izvēlējās atkarībā no riekstu cietības. Izvēlētie laika posmi iepriekš tika pārbaudīti praktiski, lai iegūtu vienmērīgi smalcinātus riekstus.

Riekstu smalcināšanas laiks:

- Mandelēm – 20 sekundes;
- Valriekstiem – 15 sekundes.

Sasmalcinātos riekstus ievietoja pārtikas kvalitātes gaisa necaurlaidīgā iepakojumā un uzglabāja tumšā vietā istabas temperatūrā līdz tālākai izmantošanai paraugu sagatavošanā.

### 3.4. Riekstu mērcēšana

Riekstu mērcēšanai izmantoja dejonizētu, ultratīru ūdeni (ūdens elektrovadītspēja  $0,055 \mu\text{S cm}^{-1}$ ), kas nodrošināja, ka ūdens ir pilnībā attīrīts no jebkādiem piejaukumiem. Sālsūdenī mērcētajiem riekstu paraugiem izmantoja ultratīra ūdens un NaCl 1,5 % šķīdumu. No katra riekstu parauga iesvēra 5 g ( $\pm 0,05$  g) riekstu un 50 ml polipropilēna stobriņā tiem attiecīgi pievienoja 25 ml ultratīru ūdeni vai 1,5 % sālsūdens šķīdumu, kas nodrošināja, ka rieksti ir pilnībā iemērkti ūdenī. Riekstus mērcēja 16 h istabas temperatūrā.

### 3.5. Ūdens ekstrakta iegūšana

Pēc mērcēšanas riekstus nofiltrēja ar filtrpapīru un ieguva attiecīgi riekstu masu vai veselus riekstus un to ūdens vai sālsūdens ekstraktus. No katra ekstrakta 5 ml pārlēja polipropilēna stobriņā un tiem pievienoja 0,1 ml HNO<sub>3</sub>, lai novērstu iespējamu pelēšanu un mikroorganismu savairošanos. Šos ekstraktus bez papildus apstrādes izmantoja minerālvielu noteikšanā ar masspektrometru (apraksts zemāk).

### 3.6. Riekstu kaltēšana

Pēc mērcēšanas nofiltrētos riekstus un riekstu masas izklāja uz atsevišķiem filtrpapīriem vienā kārtā un 24 h kaltēja 40 °C temperatūrā “*Memmert*” žāvēšanas skapī.

### 3.7. Kaltētu riekstu smalcināšana

Izkaltētus veselus riekstus sasmalcināja, izmantojot kafijas dzirnaviņas. Smalcināšanas laiks bija 10 sekundes abiem riekstu veidiem. Daļiņu izmērs pēc smalcināšanas bija ~0-2 mm.

### 3.8. Paraugu mineralizācija

Mineralizācijas iekārtas teflona traukos iesvēra 0,2-0,3 g riekstu parauga (svēršanas precizitāte ± 0,05 mg), kuram pievienoja 6 ml HNO<sub>3</sub> un 2 ml HCl, un veica paraugu mineralizāciju (mikroviļņu ekstrakcijas iekārta “*Milestone Start E*”). Iekārtā paraugus 15 minūtēs uzsildīja līdz 160 °C temperatūrai, tad 35 minūtes karsēja 160 °C temperatūrā un pēc tam aptuveni 45 minūtes ļāva brīvi atdzist līdz 50-60 °C temperatūrai, pirms tos no iekārtas izņēma (3.2. tab.). Paraugu mineralizāciju veica 2 atkārtojumos. Katrā paraugu mineralizācijas sērijā iekļāva arī vienu tukšo (kontroles) paraugu tikai ar mineralizācijas šķīdumiem. Visus iegūtos šķīdumus kvantitatīvi pārlēja 50 ml polipropilēna stobriņos un atšķaidīja ar ultratīru ūdeni līdz 25 ml tilpumam. Šos šķīdumus tālāk izmantoja analīzēs minerālvielu noteikšanai.

3.2. tabula

Paraugu mineralizācijas parametri

Nr.	Posms	Laiks, min	Jauda, W	Temperatūra, °C
1	Uzsilšana	15	1000	160
2	Karsēšana	35	1000	160
3	Atdzišana	45	-	50-60

### 3.9. Minerālvielu noteikšana

Mineralizācijā iegūtajiem paraugiem makro-, mikro- un retzemju elementu masas koncentrācijas noteica ar induktīvi saistītās plazmas masspektrometru “*Agilent 8900 Triple-Quadrupole ICP-MS*” (ICP-MS). Lai noteiktu elementu saturu šķīdumos, mērījumus veica duālā kvadrupola režīmā ar radio frekvences jaudu 1550 W un He plūsmas ātrumu 5 ml min<sup>-1</sup>.

#### 3.9.1. Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija

Mūsdienās arvien lielāku nozīmi gūst videi draudzīgs, ekoloģisks un veselīgs dzīvesveids, tāpēc dažādu piesārņotāju un bīstamu vielu klātbūtnes noteikšana kļūst par svarīgu priekšnoteikumu dažādu vides un pārtikas kvalitātes procesu uzraudzībā. Kopš induktīvi saistītās plazmas masspektrometrijas (ICP-MS) metodes ieviešanas 1980. gados tā ir kļuvusi par daudzpusīgāko atsevišķu elementu noteikšanai izmantoto metodi farmācijas un pārtikas analizēm, kā arī vides, ģeoloģijas, arheoloģijas un kriminālistikas nozarēs (Lohitla, 2017). Salīdzinot ar citām noteikšanas metodēm, ICP-MS uzrāda plašu pielietojamības potenciālu, jo īpaši ļoti precīzu un komplicētu kvantitatīvo analīžu veikšanai, kas bieži tiek izmantotas biomedicīnā, piemēram, biomarķieru skrīningā un to kvantificēšanā (tab.3.3) (Profrock & Prange, 2012).

3.3. tabula.

Dažādu analīžu iekārtu parametru salīdzinājums (Lohitla, 2017)

Parametri/	Liesmas AAS	GFAAS	ICP-AES	ICP-MS
Noteikšanas precizitāte	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{ng}\cdot\text{L}^{-1} - \mu\cdot\text{L}^{-1}$	$< \text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$
Elementu skaits	68+	50+	73	82
Noteikšanas laiks	10-15 s <i>elementam</i>	3-4 min <i>elementam</i>	1-60 <i>elementi</i> $\text{min}^{-1}$	Visi <i>elementi</i> $< 1 \text{ min}^{-1}$
Parauga tilpums	mL	$\mu\text{L}$	mL	$\mu\text{L}$
Iekārtas izmaksas	<i>zemas</i>	<i>augstas</i>	<i>vidējas</i>	<i>ļoti augstas</i>
Testēšanas izmaksas	<i>zemas</i>	<i>vidējas</i>	<i>augstas</i>	<i>augstas</i>

Darbība bez  
uzraudzības

*nē*

*jā*

*jā*

*jā*

Jonizējot paraugu ar induktīvi saistīto plazmu un tad izmantojot masspektrometru, lai atdalītu un kvantificētu jonus, iespējams noteikt metālu un nemetālu koncentrāciju paraugā līdz pat 1 daļiņai  $10^{-15}$  (viena kvadriljonā daļa jeb *ppq*) (Lohitla, 2017). ICP-MS iekārta var noteikt elementu koncentrāciju paraugā vairāk nekā 70 dažādiem ķīmiskajiem elementiem (att. 3.3) (Lazarenko, 2020).

Noteikšanas robežas																	
<span style="color: blue;">■</span> <0,1 - 1 ppt (ng·L <sup>-1</sup> ) <span style="color: green;">■</span> 1 - 10 ppt (ng·L <sup>-1</sup> ) <span style="color: yellow;">■</span> 10 - 100 ppt (ng·L <sup>-1</sup> ) <span style="color: orange;">■</span> 0,1 - 1 ppb (μg·L <sup>-1</sup> ) <span style="color: red;">■</span> 1 - 10 ppb (μg·L <sup>-1</sup> )																	
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg								
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

3.3. attēls. Ar ICP-MS nosakāmie ķīmiskie elementi un to noteikšanas robežas (Lazarenko, 2020)

Induktīvi saistītās plazmas kā plazmas gāzi galvenokārt izmanto cēlgāzes, piemēram, argonu. Argona gāzē notiek analizējamo parauga sastāvdaļu efektīva iztvaikošana, disociācija, atomizācija un jonizācija. Turklāt šis process tik augstā temperatūrā (6000-8900 °C) nodrošina katras parauga molekulas pilnīgu fragmentāciju, atstājot tikai to nosakāmās atomu sastāvdaļas – atomus, jonus un neitrālas daļiņas. Šīs atomu sastāvdaļas pēc tam var izmantot, lai atklātu sarežģītākus savienojumus – olbaltumvielas, nukleīnskābes un citas organiskās molekulas (Profrock & Prange, 2012).

Pirms ICP-MS metodes pielietošanas testējamais paraugs ir iepriekš jā sagatavo. Bieži to panāk ar mikroviļņu mineralizāciju, kuras gaitā slēgtā teflona traukā paraugs tiek izšķīdināts un mineralizēts augstas tīrības skābēs (HNO<sub>3</sub>, HCl) vai peroksīdā.

### 3.10. Izmantotie reaģenti un gāzes

- Slāpekļskābe HNO<sub>3</sub> (30-32 %), “Merck-Suprapur”, Vācija;

- Sālsskābe HCl (39 %), “Merck-Suprapur”, Vācija;
- Argons Ar (99,999 %), “AGA”, Latvija
- Hēlijs He (99,994 %), “AGA”, Latvija
- Standartšķīdums “ICP-MS-68A-A-100”, *High Purity Standards*, 2 % HNO<sub>3</sub>. 10 mg L<sup>-1</sup> Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ho, In, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Na, Nd, Ni, P, Pb, Pr, Rb, Re, Sc, Se, Sm, Sr, Tb, Th, Tl, Tm, U, V, Y, Yb, Zn;
- Standartšķīdums “ICP Multi-element standard solution VI”, Merck, Vācija.

### 3.11. Izmantotās iekārtas

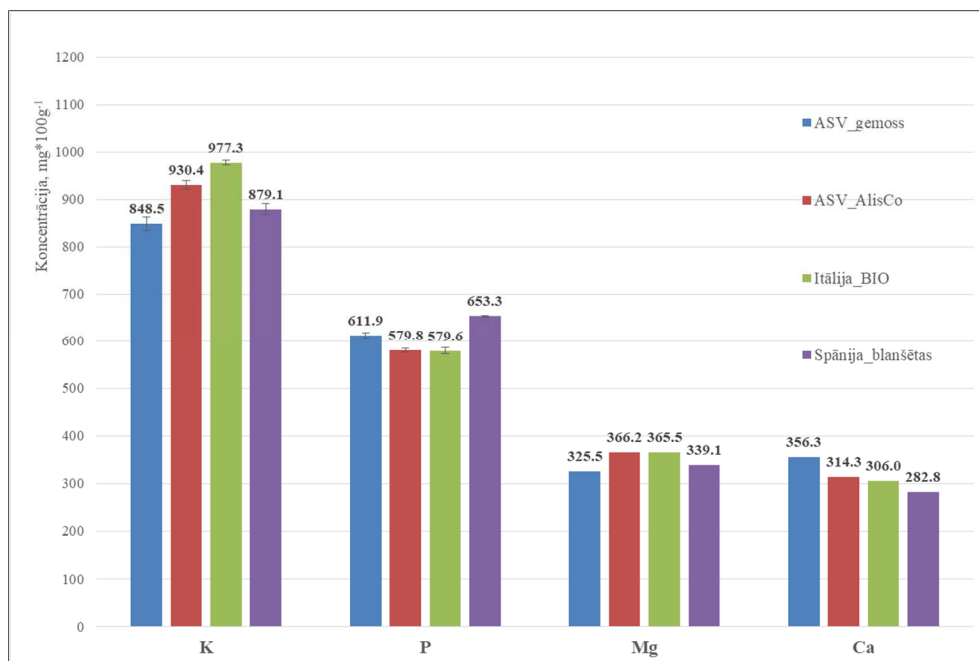
- Ultratīra ūdens iegūšanas iekārta “Adrona B30”, Latvija. Ūdens elektrovadītspēja 0,055 μS cm<sup>-1</sup>;
- Žāvēšanas skapis “Mettler”, Vācija. Temperatūras intervāls 0-220 °C;
- Analītiskie svāri “Mettler Toledo ME204”, Šveice. Precizitāte ±0,05 mg;
- Mikroviļņu ekstrakcijas iekārta “Milestone Start E”, Itālija;
- Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrs “Agilent 8900 Triple Quadrupole ICP-MS”, ASV.

## 4 REZULTĀTI

Ar induktīvi saistītās plazmas masspektrometru iegūtos rezultātus pārrēķināja no  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  uz  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  produkta, jo tas ir praksē pielietotais mikro- un makrouzturvielu izteikšanas veids pārtikas produktiem. Ar ICP-MS noteica elementu Li, Be, B, Na, Mg, Al, P, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Cd, Cs, Ba, La, Ce, Pb un Bi koncentrācija mandeļu un valriekstu paraugos. Šajā darbā izvērtēja tikai uzturā nozīmīgāko elementu koncentrācijas – Na, Mg, P, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn un Cr. Visu noteikto elementu koncentrācijas riekstu paraugos attēlotas 3. pielikumā.

### 4.1. Minerālvielu saturs mandelēs

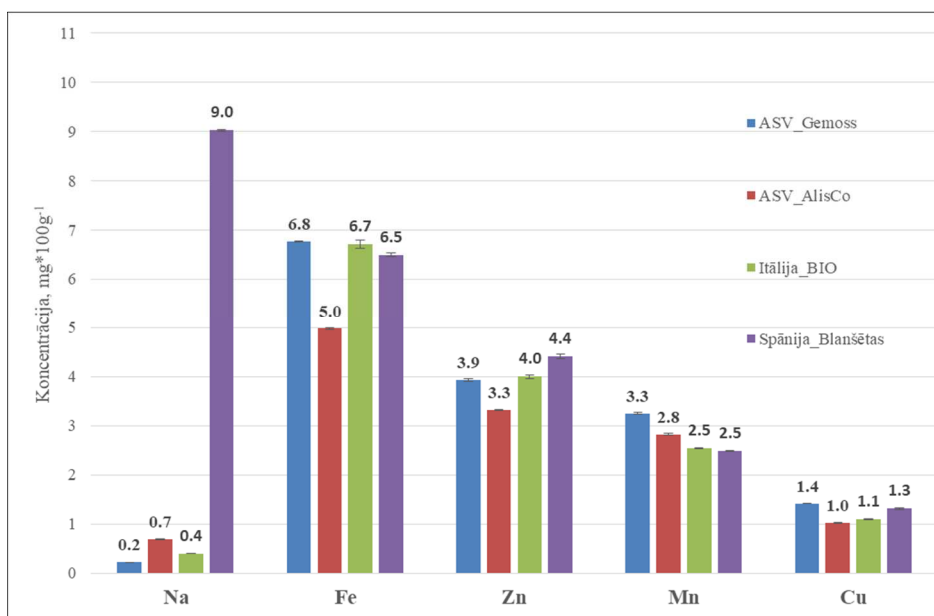
Vislielāko K koncentrāciju kontroles grupā uzrādīja Itālijā bioloģiski audzētās mandeles ( $977,3\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), kas bija par 11 % lielāka par Spānijā audzētajām mandelēm ( $879,1\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (att. 4.1). Savukārt tieši Spānijā audzētās blanšētās mandeles uzrādīja vislielāko P koncentrāciju ( $653,3\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ). Mg koncentrācijas visos mandeļu paraugos bija līdzīgā daudzumā, robežās no  $325,5\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  (ASV\_gemoss) līdz  $366,5\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  (ASV\_AlisCo). Noteiktā Ca koncentrācija bija robežās no  $282,2\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  (Spānija) līdz  $356,3\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  (ASV\_gemoss).



4.1. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu mandelēs.

Spānijā audzētās blanšētās mandeles uzrādīja salīdzinoši augstu Na saturu ( $9,0\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ), kura koncentrācija vairāk nekā 12 x pārsniedzot tuvāko sekotāju no

ASV\_AlisCo ( $0,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) (att. 4.2.). Fe un Zn koncentrācijas bija līdzvērtīgas visiem reģioniem, variējot robežās no attiecīgi  $5,0$  līdz  $6,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  un  $3,3$  līdz  $4,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , kur abos gadījumos zemāko robežu uzrādīja ASV\_AlisCo mandeles. Iegūtās Mn koncentrācijas bija savstarpēji līdzvērtīgas, variējot robežās no  $2,5$  līdz  $3,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , savukārt Cu – no  $1,0$  līdz  $1,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

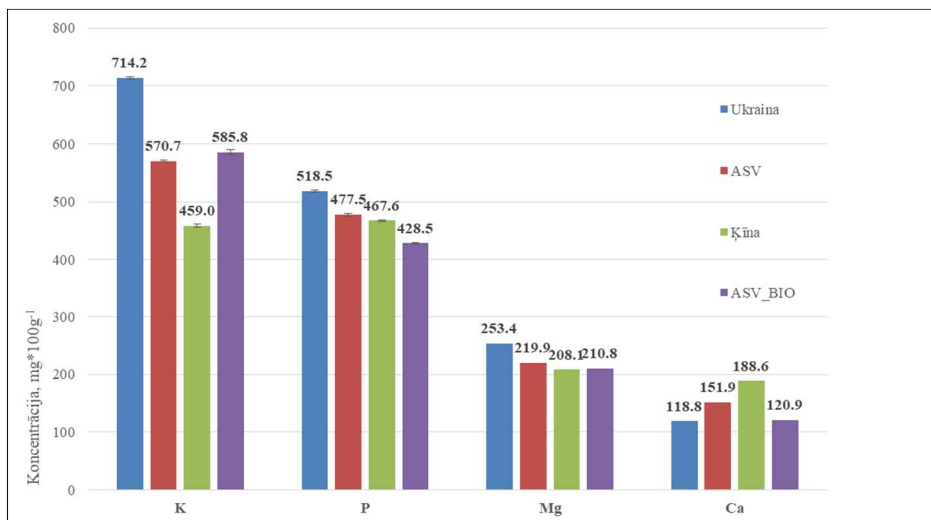


4.2. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu mandelēs.

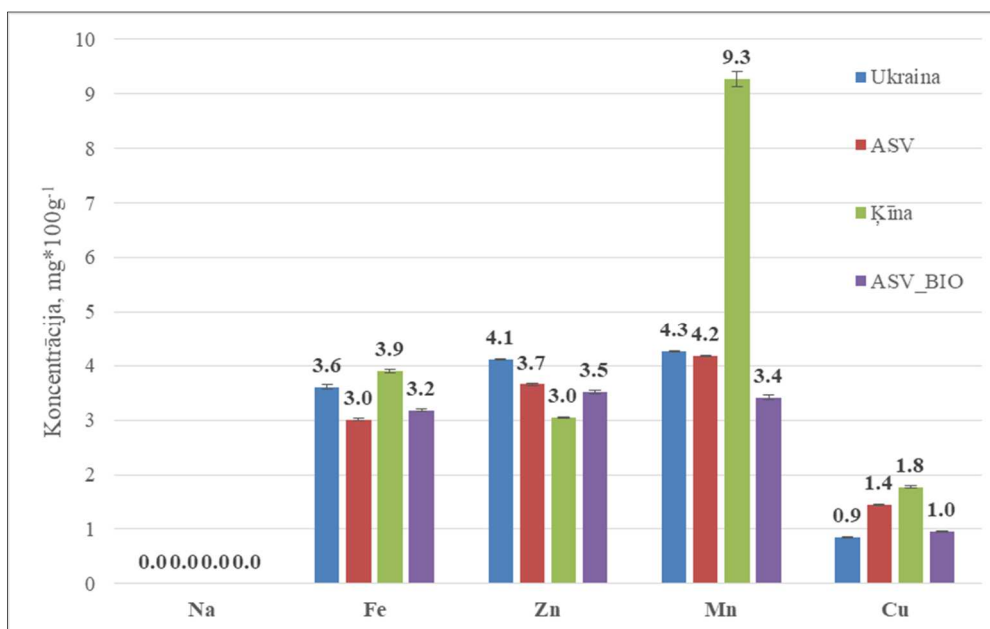
#### 4.2. Minerālvielu saturs valriekstos

Visaugstāko K, P un Mg koncentrāciju uzrādīja valrieksti no Ukrainas ar attiecīgi  $714,2$ ,  $518,5$  un  $253,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  lielām koncentrācijām (att. 4.3). Viszemāko K koncentrāciju ( $459,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) uzrādīja valrieksti no Ķīnas. P koncentrācijas bija savstarpēji līdzvērtīgas, variējot robežās no  $428,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  ASV\_biolģiski audzētajiem valriekstiem līdz jau pieminētajiem Ukrainas valriekstiem  $518,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Mg koncentrācijas bija robežās no  $210,8$  līdz  $253,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (attiecīgi ASV\_bio un Ukrainas valrieksti). Visaugstāko Ca koncentrāciju uzrādīja Ķīnas valrieksti ar  $188,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , kur otra augstākā Ca koncentrācija bija ASV valriekstiem ar  $151,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Valriekstu kontroles grupā visi valriekstu veidi uzrādīja Na koncentrāciju zem iekārtas noteikšanas robežas (att. 4.4) Savukārt Fe un Zn variēja robežās no attiecīgi  $3,0$  līdz  $3,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  un  $3,0$  līdz  $4,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Vairāk nekā  $2 \times$  lielāku Mn koncentrāciju par valriekstiem no valriekstu reģioniem uzrādīja Ķīnas valrieksts ( $9,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), kamēr pārējo reģionu valriekstu koncentrācijas bija robežās no  $3,4$  līdz  $4,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Visaugstākā Cu koncentrācija bija Ķīnas valriekstā ( $1,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), kamēr viszemāko uzrādīja Ukrainas valrieksts ( $0,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).



4.3. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu valriekstos

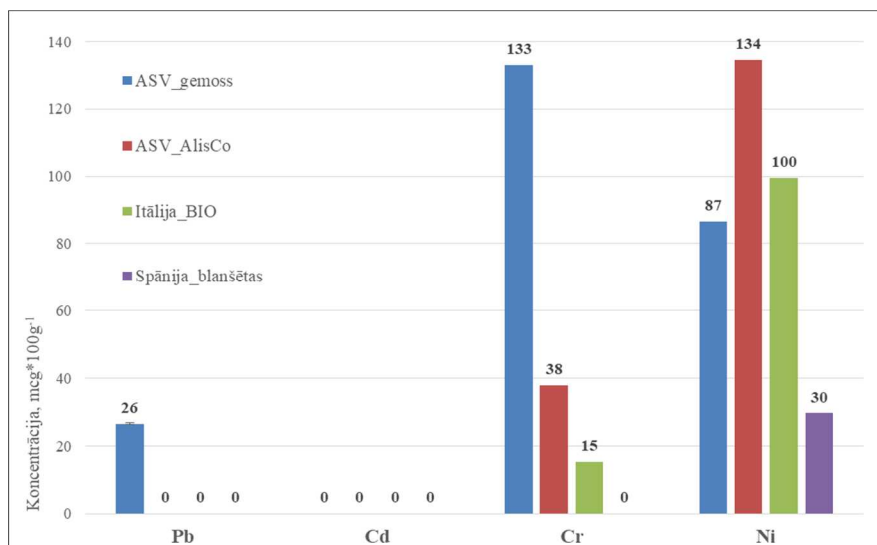


4.4. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu valriekstos.

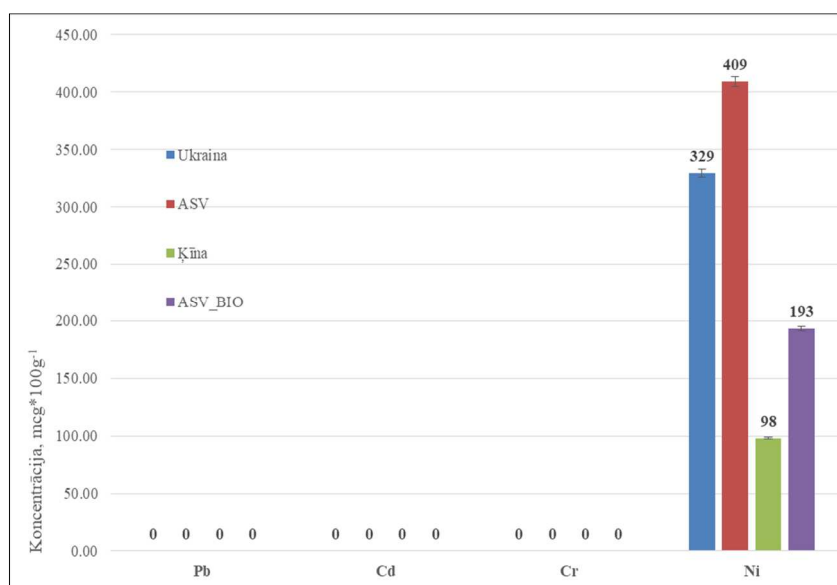
#### 4.3. Smagie metāli riekstos

Analizētajos paraugos Pb koncentrāciju konstatēja mandelēs no ASV ( $26 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), taču pārējos mandeļu un valriekstu paraugos Pb bija zemāks par iekārtas noteikšanas robežu (att. 4.5 un att. 4.6). Cd bija zem noteikšanas robežas visiem gan mandeļu, gan valriekstu kontroles paraugiem. Cr koncentrācija uzrādījās mandelēs no ASV un bioloģiski audzētajās Itālijas mandelēs. Pārējos mandeļu un valriekstu paraugos Cr bija zem noteikšanas robežas. Ni koncentrācijas konstatēja visu reģionu paraugos gan mandelēs, gan valriekstos. Mandelēs

visaugstākā Ni koncentrācija bija ASV mandelēm (*ASV\_AlisCo* 134  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), bet viszemākā blanšētām mandelēm no Spānijas (30  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Valriekstu paraugos augstākā Ni koncentrācija bija riekstiem no ASV (409  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), bet viszemākā – Ķīnas valriekstos (98  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ).



4.5. attēls. Pb, Cd, Cr un Ni koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu mandelēs

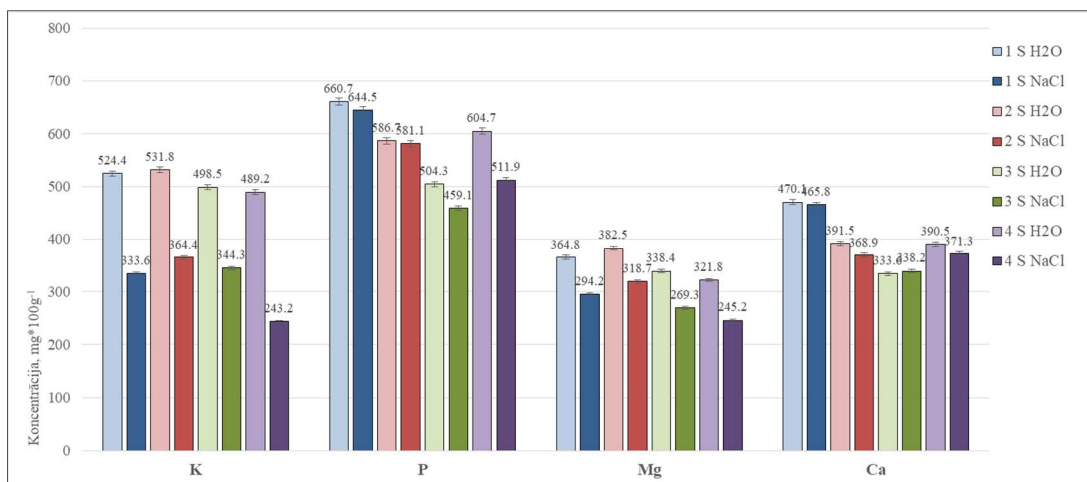


4.6. attēls. Pb, Cd, Cr un Ni koncentrācija dažādu izcelsmes reģionu valriekstos

#### 4.4. Minerālvielu koncentrācija mandelēs pēc ekstrakcijas.

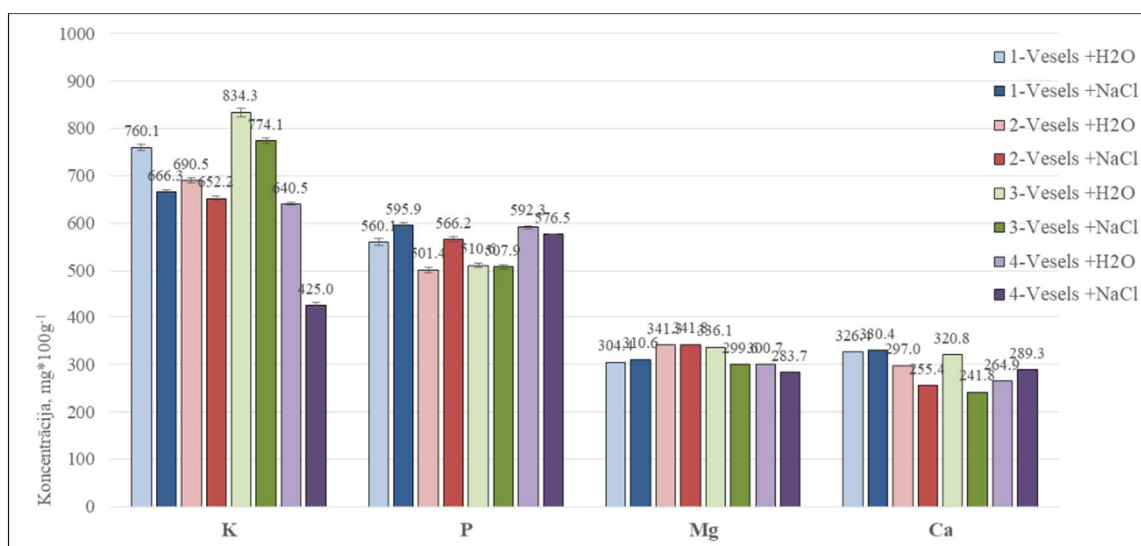
Smalcinātu mandeļu K, P, Mg un Ca koncentrācijas pēc mērcēšanas 1,5 % sālsūdenī bija zemākas par koncentrācijām, kas bija pēc mērcēšanas ūdenī (att. 4.7). K koncentrācijām lielākā atšķirība starp pēc-ekstrakcijas koncentrācijām bija 101 %, savukārt P tā bija 18 % un

abos gadījumos ar smalcinātām Spānijas blanšētajām mandelēm. Tādu pašu tendenci samazināties minerālvielu koncentrācijai pēc mērcēšanas sālsūdenī uzrādīja arī visi paraugi Mg un Ca tikai ar vienu izņēmumu, kad viens mandeļu paraugs (Itālija\_bio) uzrādīja Ca koncentrācijas palielināšanos no 333,6 līdz 338,2 mg·100g<sup>-1</sup>.



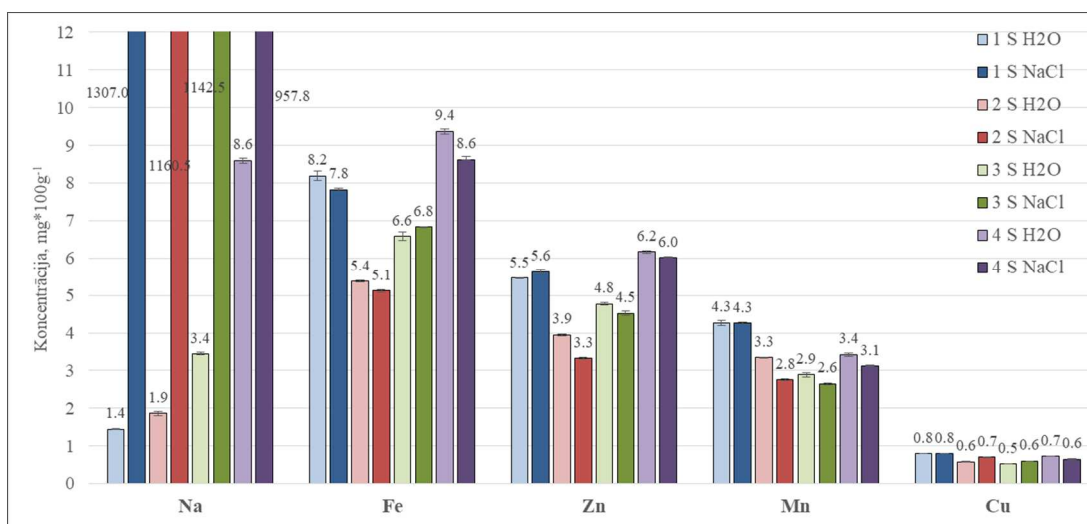
4.7. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācija smalcinātās mandelēs pēc ekstrakcijas

Veselās mandelēs K koncentrācija pēc ekstrakcijas sālsūdenī bija mazāka par koncentrāciju pēc ekstrakcijas ūdenī visos paraugos (att. 4.8). P un Mg gadījumā pēc atšķirīgām apstrādēm koncentrācijas bija līdzvērtīgas vai palielinājās, bet Ca gadījumā koncentrācijas gan palielinājās (no 264,9 līdz 289,3 mg·100g<sup>-1</sup>) gan samazinājās (no 320,8 līdz 241,8 mg·100g<sup>-1</sup>), gan palika praktiski nemainīga (no 326,0 līdz 330,4 mg·100g<sup>-1</sup>).



4.8. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācijas veselās mandelēs pēc ekstrakcijas

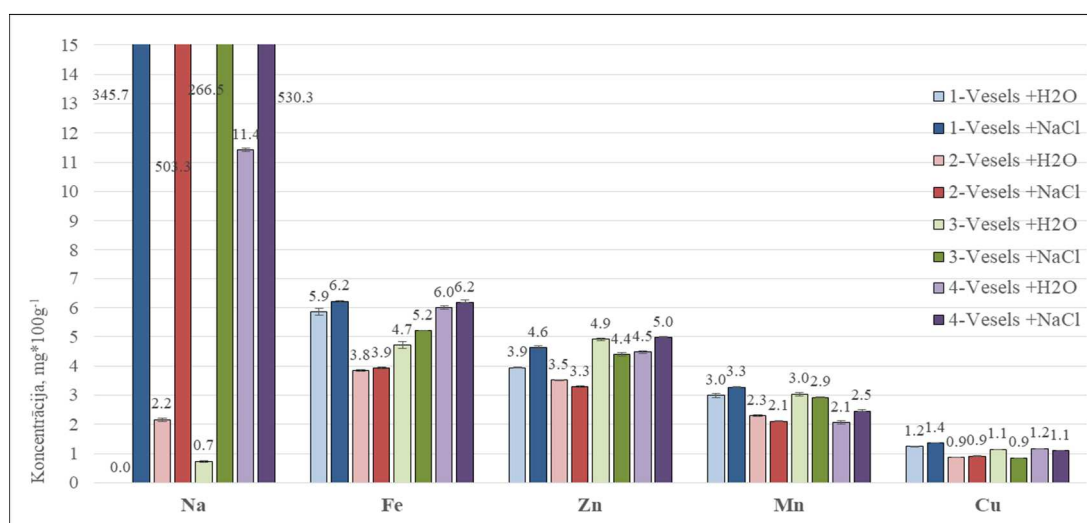
Pēc mērcēšanas sālsūdenī Na koncentrācija smalcinātās mandelēs palielinājās, kad mazākais pieaugums bija blanšētām mandelēm no 8,6 līdz 957,8 mg·100g<sup>-1</sup>, bet lielākais bija *ASV\_gemoss* mandelēm no 1,4 līdz 1307,0 mg·100g<sup>-1</sup> (att. 4.9). Fe koncentrācija mandelēs pēc mērcēšanas sālsūdenī samazinājās visiem paraugiem, izņemot *Itālijas\_bio* mandelēm, kur Fe koncentrācija palika tikpat kā nemainīga (no 6,6 līdz 6,8 mg·100g<sup>-1</sup>). Mn un Cu koncentrācijas pēc mērcēšanas ūdenī un pēc mērcēšanas sālsūdenī bija līdzīgas.



4.9. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija smalcinātās mandelēs pēc ekstrakcijas

Arī veselām mandelēm mērcēšana sālsūdenī ievērojami palielināja Na koncentrāciju, salīdzinot ar mērcēšanu ūdenī (att.

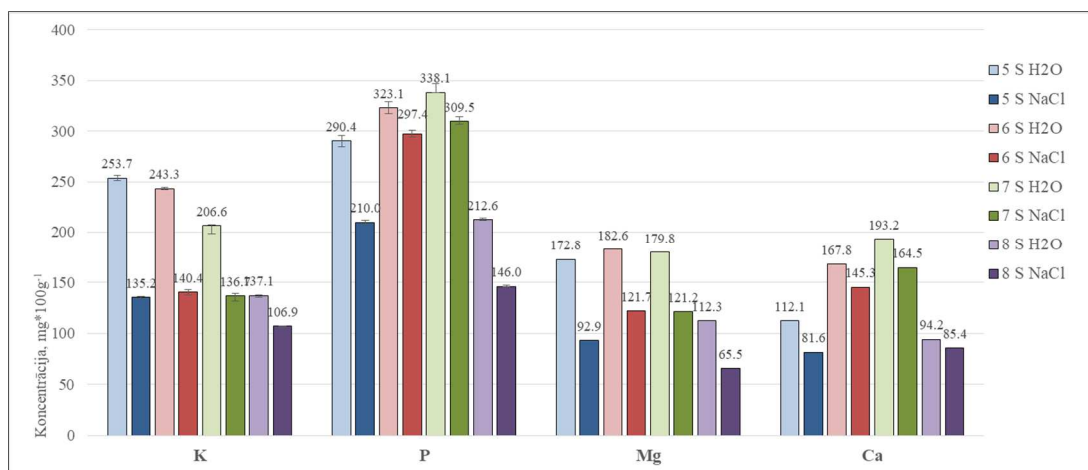
4.10). Cu, Mn, Fe un Zn uzrādīja līdzīgas koncentrāciju vērtības pēc mērcēšanas sālsūdenī un ūdenī.



4.10. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija veselās mandelēs pēc ekstrakcijas

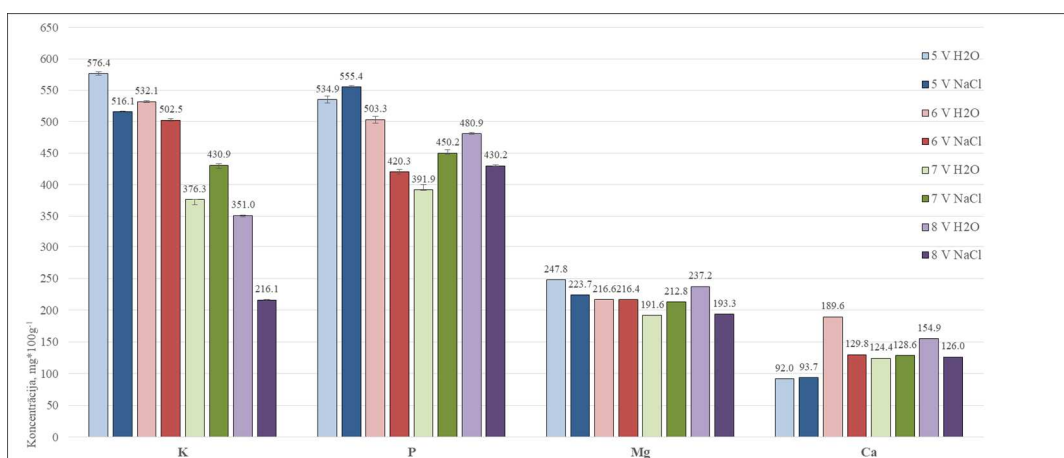
#### 4.5. Minerālvielu koncentrācija valriekstos pēc ekstrakcijas.

Visos paraugos smalcinātu valriekstu K, P, Mg un Ca koncentrācijas pēc mērcēšanas 1,5 % sālsūdenī bija zemākas par koncentrācijām, kas bija pēc mērcēšanas ūdenī (att. 4.11). K koncentrācijām lielākā atšķirība starp pēc-ekstrakcijas koncentrācijām bija 88 % (Ukrainas valriekstiem), savukārt P tā bija 45 % (ASV<sub>bio</sub>). Vislielākā Mg koncentrāciju atšķirība pēc dažādās apstrādes bija Ukrainas valriekstiem (85 % atšķirība; 172,8 un 92,9 mg·100g<sup>-1</sup>). Vislielākā Ca koncentrāciju atšķirība pēc dažādās apstrādes bija Ukrainas valriekstiem (37 % atšķirība; 112,1 un 81,6 mg·100g<sup>-1</sup>).



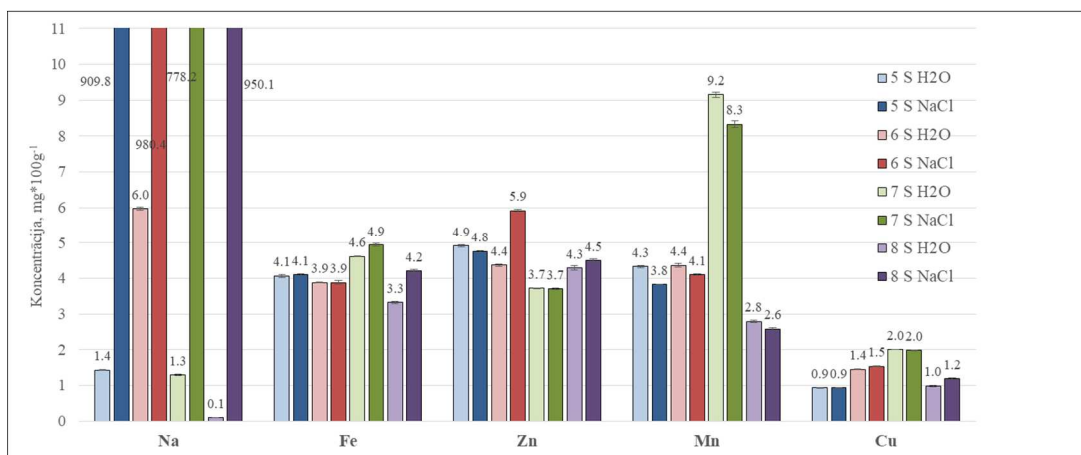
4.11. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācija smalcinātos valriekstos pēc ekstrakcijas

Veselos valriekstos K koncentrācija pēc sālsūdens ekstrakcijas ir zemāka par to pēc ūdens ekstrakcijas visos gadījumos, izņemot Ķīnas valriekstiem, kuriem novēroja koncentrācijas palielināšanos (376,6 mg·100g<sup>-1</sup> ūdenī un 430,9 mg·100g<sup>-1</sup> sālsūdenī) (att. 4.12). P, Mg un Ca koncentrāciju vērtības valriekstos praktiski neatšķīrās pēc to ūdens vai sālsūdens ekstrakcijas.

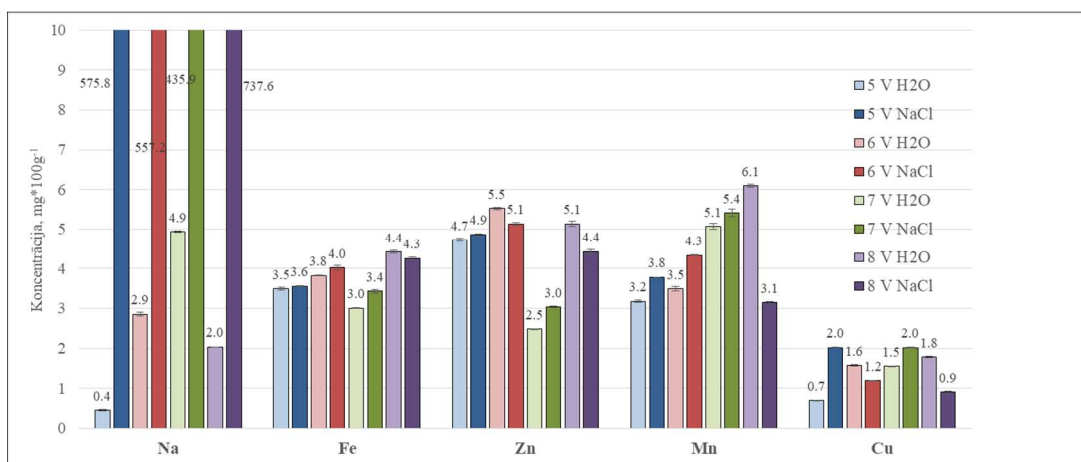


4.12. attēls. K, P, Mg un Ca koncentrācija veselos valriekstos pēc ekstrakcijas

Pēc mērcēšanas sālsūdenī Na koncentrācija smalcinātos valriekstos palielinājās visos variantos gan smalcinātos (att. 4.13), gan veselos (4.14) valriekstos. Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācijas uzrādīja tendenci pēc ūdens un sālsūdens ekstrakcijas mainīties salīdzinoši mazos intervālos, izņemot veselo valriekstu *ASV\_Bio* variantu, kura Mn koncentrācija pēc sālsūdens ekstrakcijas bija gandrīz uz pusi mazāka par to pēc ūdens ekstrakcijas (attiecīgi 3,1 un 6,1 mg·100g<sup>-1</sup>).



4.13. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija smalcinātos valriekstos pēc ekstrakcijas



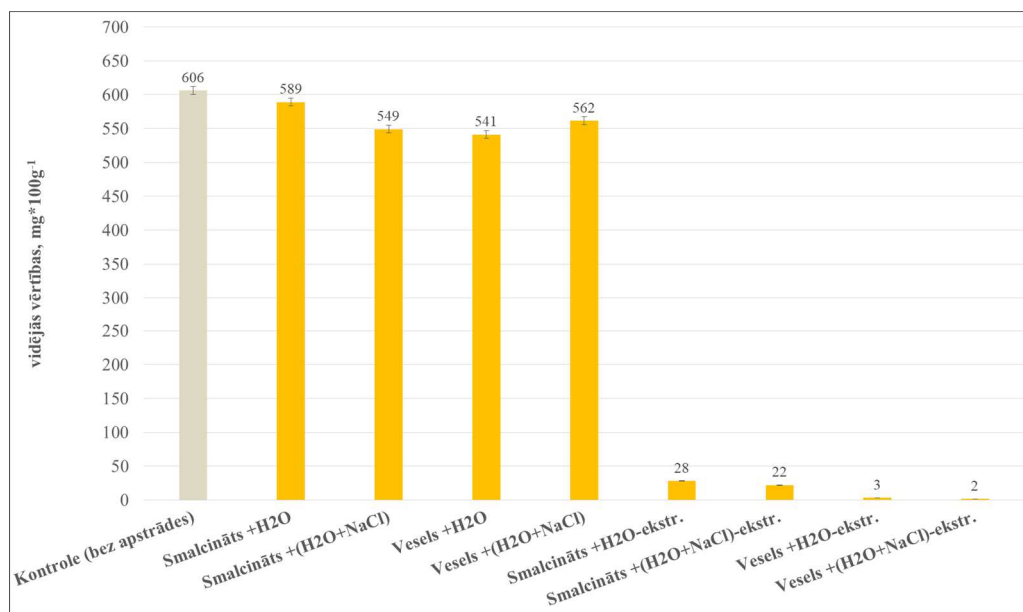
4.14. attēls. Na, Fe, Zn, Mn un Cu koncentrācija veselos valriekstos pēc ekstrakcijas

#### 4.6. Elementu koncentrācijas riekstos un to ekstraktos.

Elementu koncentrāciju attēlošanai un raksturošanai aprēķināja elementu koncentrācijas vidējās vērtības. Visu turpmāko rezultātu atspoguļošanā izmantotas elementu vidējās vērtības. Atsevišķu nozīmīgāko elementu (K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn un Cu) koncentrācijas dažādi apstrādātajos riekstos un to ekstraktos attēlotas 4. pielikumā.

Mandeļu paraugu vidū vislielāko P koncentrāciju saturēja kontroles paraugs (606 mg·100g<sup>-1</sup>) (att. 4.15). Smalcināts rieksts pēc H<sub>2</sub>O ekstrakcijas saturēja par 9 % vairāk P nekā

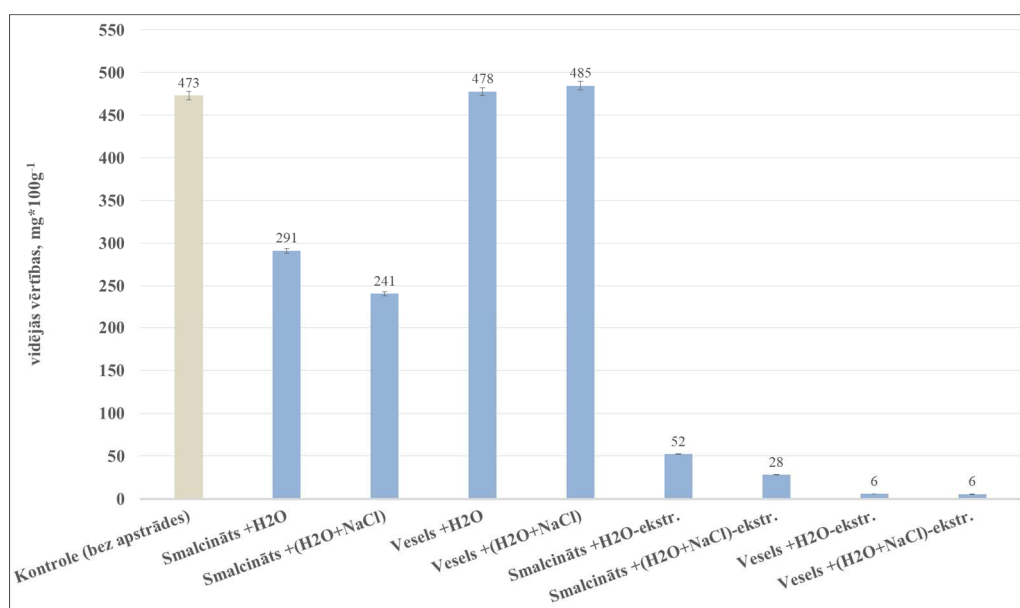
vesels rieksts. Smalcināts rieksts pēc sālšūdens ekstrakcijas saturēja par 2 % mazāk P nekā tāds pats vesels rieksts. Maltā rieksta ekstrakti bija ar aptuveni 10 x lielāku P koncentrāciju par vesela rieksta ekstraktiem.



4.15. attēls. Fosfora saturs dažādi apstrādātās mandelēs un to ekstraktos

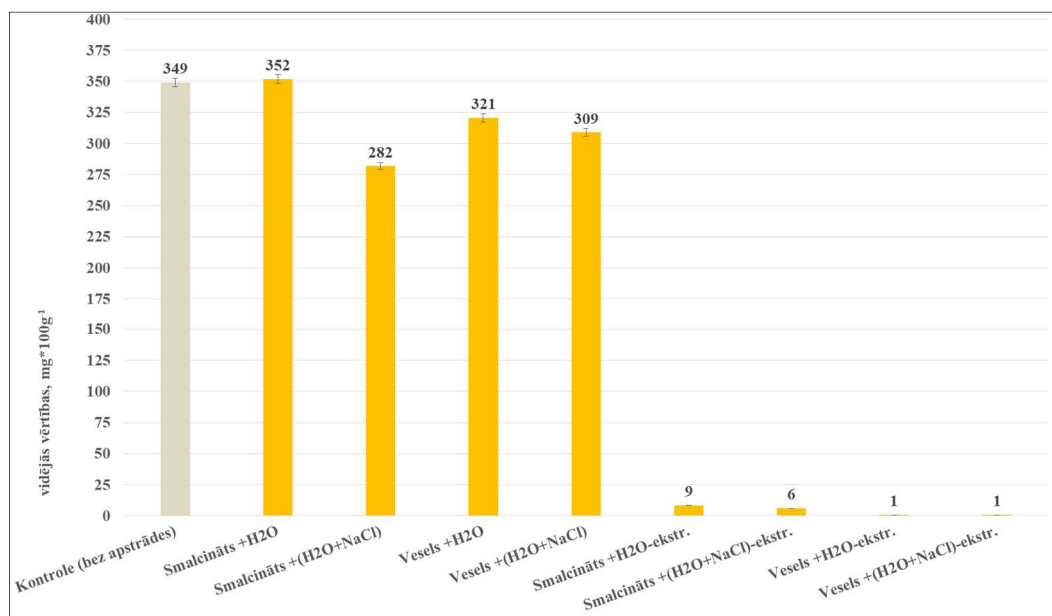
Valriekstu paraugos visaugstākās P koncentrācijas bija kontroles un veselā rieksta ūdens un sālšūdens paraugiem (attiecīgi 473, 478 un 485 mg·100g<sup>-1</sup>) (att.

4.16). Smalcināts rieksts pēc sālšūdens ekstrakcijas uzrādīja par 21 % zemāku P koncentrāciju nekā rieksts pēc ūdens ekstrakcijas. Smalcinātu riekstu ekstrakti uzrādīja augstāku P koncentrāciju, salīdzinot ar veselu riekstu ekstraktiem.



4.16. attēls. Fosfora saturs dažādi apstrādātos valriekstos un to ekstraktos

Vislielāko Mg koncentrāciju mandeļu paraugos uzrādīja kontroles grupas un smalcinātie rieksti ūdens ekstraktos (att. 4.17). Smalcinātas mandeles no sālsūdens ekstrakta uzrādīja par 25 % mazāku Mg saturu nekā mandeles no ūdens ekstrakta. Smalcinātu mandeļu ekstrakti saturēja 6-9 x lielāku Mg koncentrāciju par veselu riekstu ekstraktiem.

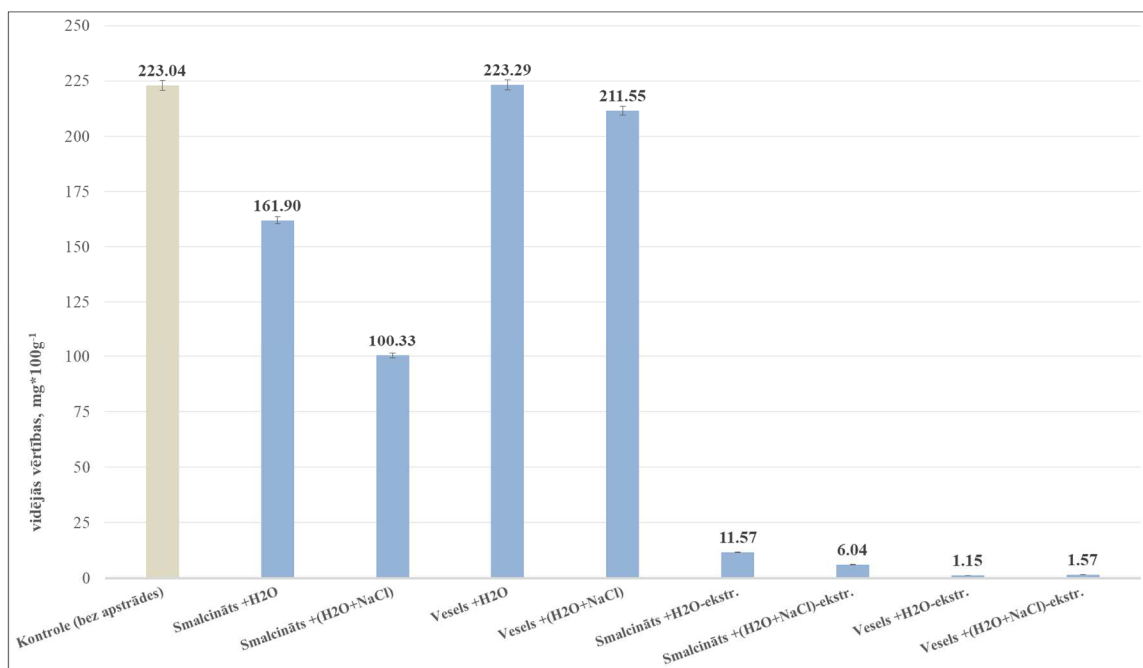


4.17. attēls. Magnija saturs dažādi apstrādātās mandelēs un to ekstraktos

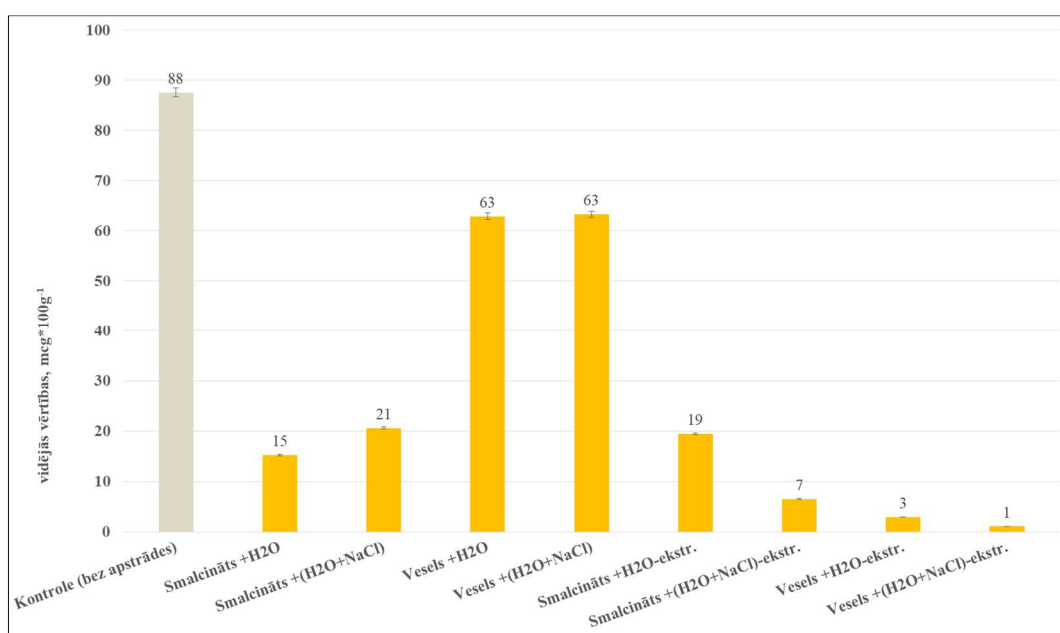
Vislielāko Mg koncentrāciju valriekstu paraugos uzrādīja kontroles grupas rieksti un veseli rieksti no ūdens ekstrakta, kuri uzrādīja par 5,5 % lielāku Mg koncentrāciju nekā veseli valrieksti pēc sālsūdens ekstrakta (att. 4.18). Smalcinātu valriekstu ūdens un sālsūdens ekstrakti saturēja 4-10 x lielāku Mg koncentrāciju nekā veselo riekstu ekstrakti.

Rezultātu atspoguļojumu smago metālu saturam riekstos izteica  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  ar elementu koncentrācijas vidējām vērtībām. Vairāku smago metālu (Pb, Cd, Ni un Cr) saturs dažādi apstrādātajos riekstos un to ekstraktos attēlots 5. pielikumā.

Vislielākā Ni koncentrācija bija kontroles grupas mandelēm ( $88 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), tai sekoja veseli rieksti pēc ūdens un saldūdens ekstrakcijām ( $63 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (att. 4.19). Smalcināti rieksti ūdens un sālsūdens ekstraktos uzrādīja attiecīgi 15 un  $21 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  Ni koncentrācijas, kamēr paši to ekstrakti attiecīgi  $19$  un  $7 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Veselo riekstu ūdens un sālsūdens ekstrakti saturēja vismazāk Ni (attiecīgi 3 un  $1 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ).

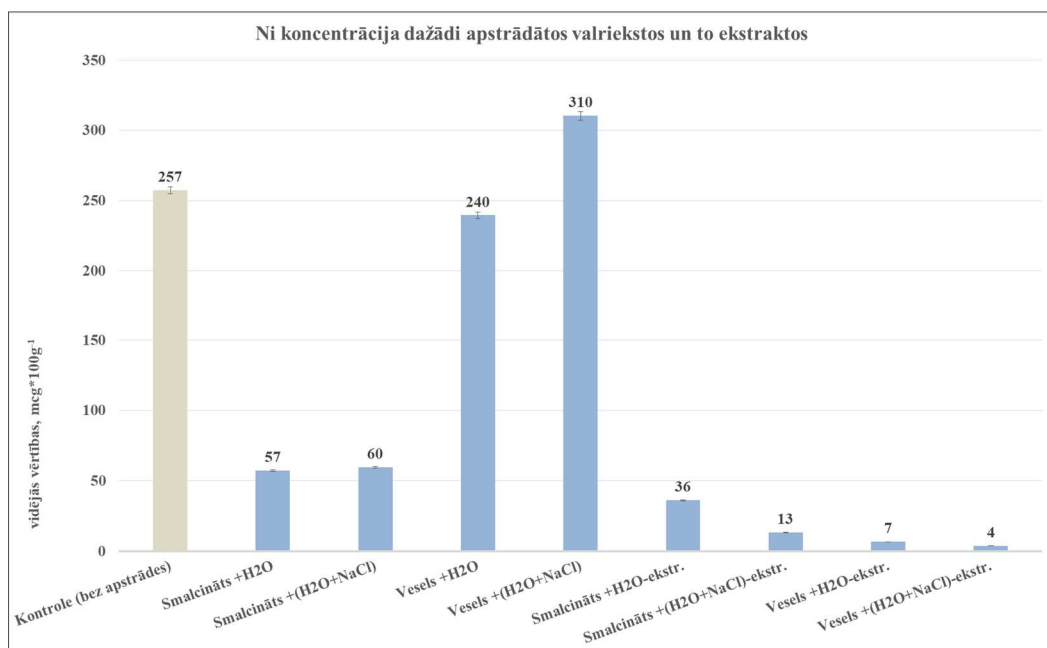


4.18. attēls. Magnija saturs dažādi apstrādātos valriekstos un to ekstraktos



4.19 attēls. Niķeļa saturs dažādi apstrādātās mandelēs un to ekstraktos (μg·100g<sup>-1</sup>)

Vislielāko Ni saturu uzrādīja veseli sālšūdens, ūdens un kontroles grupas valrieksti (attiecīgi 310, 240 un 257 μg·100g<sup>-1</sup>)(att. 4.20). Smalcinātie rieksti pēc ekstrakcijas saturēja aptuveni 4 x mazāk Ni nekā kontroles grupa. Vismazāk Ni saturēja veselo riekstu ūdens un sālšūdens ekstrakti (attiecīgi 7 un 4 μg·100g<sup>-1</sup>).



**4.20. attēls. Niķeļa saturs dažādi apstrādātos valriekstos un to ekstraktos ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )**

## 5 DISKUSIJA

### 5.1. Minerālvielu koncentrācijas mandeļu kontroles grupā

Elementu sastāva analizētajos mandeļu paraugos salīdzinājums ar dažādiem literatūras datiem ir attēlots tab. 5.7. Vidējā Na koncentrācija paraugos bija par 26 % mazāka nekā minēta literatūrā (Gama, et al., 2018), taču aptuveni 3,7 x lielāka par uztura datubāzē uzrādīto (fooddata.dk, 2022). Noteiktā vidējā Mg koncentrācija bija par 16 % un 32% lielāka, kā arī noteiktā P koncentrācija bija par 21 % un 24 % lielāka, salīdzinot ar attiecīgi literatūras un datubāzes datiem. Vidējā K koncentrācija bija par 24 % augstāka nekā datubāzē minētā un 1,5 x pārsniedza literatūrā rakstīto. Vidējā Ca koncentrācija bija par 57 % un 22 % lielāka nekā minēts attiecīgi literatūrā un uztura datubāzē. Arī vidējā Mn koncentrācija 2,77 mg·100g<sup>-1</sup> izrādījās lielāka par literatūras datus minēto (2,60 un 2,40 mg·100g<sup>-1</sup>). Noteiktā vidējā Fe koncentrācija paraugos (6,24 mg·100g<sup>-1</sup>) pārsniedza pētījumos un datubāzē uzrādīto attiecīgi 1,95 un 1,83 reizes. Vara koncentrācija paraugos bija par 34 % un 21 % lielāka nekā attiecīgi pētījumos un uztura datubāzē, bet noteiktā Zn koncentrācija bija lielāka par attiecīgi 87 % un 18 %. Paraugos Se un Cd koncentrācija bija zemāka par iekārtas noteikšanas robežu. Pētījumos nav minētas šo elementu koncentrācijas, bet uztura datubāzē minēts attiecīgi 2,20 un 1,00 μg·100g<sup>-1</sup> mandeļu. Vidējā Cr koncentrācija aptuveni 6,2 x pārsniedza datubāzē pieminēto 6,50 μg·100g<sup>-1</sup>. Tāpat arī vidējās Al un B koncentrācijas (attiecīgi 2,24 un 3,35 mg·100g<sup>-1</sup>) pārsniedza zinātniskajā literatūrā minētās (attiecīgi 0,40 un 1,90 mg·100g<sup>-1</sup>). Niķeļa koncentrācija uzrādījās trīs pakāpes zemāka par uztura datubāzē noteikto (attiecīgi 0,09 un 76,00 μg·100g<sup>-1</sup>).

5.1. tabula.

**Mandeļu minerālvielu satura salīdzinājums ar citiem literatūras avotiem (mg·100 g<sup>-1</sup>)**

Min.v.	ICP-MS vērtības		(Gama, et al., 2018)	(fooddata.dk, 2022)
	vid	± SN		
<b>Na</b>	2,58	0,01	3,50	0,70
<b>Mg</b>	349,08	2,87	300,00	264,00
<b>P</b>	606,15	4,62	500,00	489,00
<b>K</b>	908,85	10,01	600,00	730,00
<b>Ca</b>	314,87	3,02	200,00	257,00
<b>Mn</b>	2,77	0,01	2,60	2,40
<b>Fe</b>	6,24	0,04	3,20	3,40

<b>Cu</b>	1,21	0,01	0,9	1,00
<b>Zn</b>	3,91	0,03	2,10	3,30
<b>Se</b>	<sub>-a</sub>	<sub>-a</sub>	<sub>-b</sub>	2,20
<b>Cr</b>	46,48	0,63	<sub>-b</sub>	6,50
<b>Al</b>	2,24	0,02	0,40	<sub>-b</sub>
<b>B</b>	3,35	0,04	1,90	<sub>-b</sub>
<b>Ni</b>	0,09	0,00	<sub>-b</sub>	76,00
<b>Cd</b>	<sub>-a</sub>	<sub>-a</sub>	<sub>-b</sub>	1,00
<b>Pb</b>	0,00662	0,00007	<sub>-b</sub>	<sub>-b</sub>

<sub>-a</sub> – zem iekārtas noteikšanas robežas

<sub>-b</sub> – literatūras avotā netika noteikts

## 5.2. Minerālvielu koncentrācijas valriekstu kontroles grupā

Elementu sastāva analizētajos valriekstu paraugos salīdzinājums ar dažādiem literatūras datiem ir attēlots tab. 5.7. Vidējā Na koncentrācija paraugos bija zemāka par iekārtas noteikšanas robežu, taču avotos minēts, ka Na koncentrācija valriekstos var būt pat  $4,20 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (Gama, et al., 2018).

Noteiktā vidējā Mg koncentrācija  $223,04 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  bija aptuveni divreiz mazāka par literatūrā minēto ( $450 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , bet par 57 % lielāka par uztura datubāzē pieminēto. Fosfora koncentrācija valriekstos apskatītajos literatūras avotos nebija noteikta, taču ar ICP-MS iekārtu noteiktā bija par 28 % augstāka nekā uztura datubāzē (attiecīgi  $473,04$  un  $369,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Vidējā K koncentrācija ( $582,41 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) bija visaugstākā, salīdzinot ar apskatītajiem pētījumu (Gama, et al., 2018) un (Rodushkin, et al., 2007) un (Fodevareinstituttet, 2022) datubāzes datiem (attiecīgi  $277,10$ ,  $510,00$  un  $380,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Vidējā Ca koncentrācija ( $145,06 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) bija visaugstākā starp apskatītās literatūras datiem. Noteiktā Mn koncentrācija valriekstos ( $5,28 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) izrādījās visaugstākā starp apskatītās literatūras datiem, uzrādot par 65 un 55 % lielāku vērtību nekā attiecīgi (Cindric, et al., 2018) un (Rodushkin, et al., 2007) pētījumos. Ar ICP-MS noteiktā vidējā Fe koncentrācija paraugos ( $3,42 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) pārsniedza (mineral compo) un Frida uzrādītās koncentrācijas (attiecīgi  $2,70$  un  $2,30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), bet bija par 17 % mazāku vērtību nekā (Rodushkin, et al., 2007). Noteiktās Cu un Zn koncentrācijas bija līdzīgas ar (Rodushkin, et al., 2007) pētījumā uzrādītājām (attiecīgi  $1,26$  un  $3,58 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  un attiecīgi  $1,60$  un  $3,30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Se, Cr un Cd uzrādīja koncentrācijas vērtības zem iekārtas noteikšanas robežas, savukārt (Cindric, et al., 2018) šiem elementiem uzrādīja attiecīgi  $19,40$ ,  $3,00$  un  $0,40 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  koncentrācijas. Noteiktā vidējā Al

koncentrācija (attiecīgi 0,83 mg·100g<sup>-1</sup>) pārsniedza (Cindric, et al., 2018) un (Rodushkin, et al., 2007) pētījumos uzrādītās (attiecīgi 0,51 un 0,03 mg·100g<sup>-1</sup>). Savukārt (Rodushkin, et al., 2007) uzrādīja par 3,6 x lielāku B koncentrāciju nekā noteica ICP-MS. Arī valriekstos niķeļa koncentrācija (0,26 µg·100g<sup>-1</sup>) uzrādījās trīs pakāpes zemāka par (Cindric, et al., 2018) un (Fodevareinstituttet, 2022) uzrādīto (attiecīgi 600,00 un 250,00 µg·100g<sup>-1</sup>), bet bija līdzvērtīgi salīdzināma ar (Rodushkin, et al., 2007) (0,16 µg·100g<sup>-1</sup>).

5.2. tabula

**Valriekstu minerālvielu satura salīdzinājums ar citiem literatūras avotiem**  
(mg·100 g<sup>-1</sup>)

Min.v	ICP-MS		(Cindric, et al., 2018)	(Rodushkin, et al., 2007)		(Fodevar einstituitt et, 2022)
	vid	± SN		vid	± SN	
<b>Na</b>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	4,20	0,18	0,08	- <sup>b</sup>
<b>Mg</b>	223,04	2,56	142,60	450,00	80,00	142,00
<b>Ca</b>	145,06	1,90	106,20	120,00	30,00	83,20
<b>Mn</b>	5,28	0,05	3,20	3,40	1,50	2,50
<b>Fe</b>	3,42	0,03	2,70	4,10	1,10	2,30
<b>Cu</b>	1,26	0,01	0,80	1,60	0,30	1,10
<b>Zn</b>	3,58	0,02	2,40	3,30	0,80	2,70
<b>Se</b>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	0,019	0,0012	0,0010	0,0012
<b>Cr</b>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	0,003	0,0001	0,0001	- <sup>b</sup>
<b>Al</b>	0,83	0,02	0,51	0,03	0,02	- <sup>b</sup>
<b>B</b>	1,63	0,04	1,30	5,88	1,62	- <sup>b</sup>
<b>Ni</b>	0,0003	0,00	0,600	0,0002	0,0002	0,250
<b>Cd</b>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	0,0004	0,0001	0,0001	- <sup>b</sup>
<b>Pb</b>	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>	0,03310	- <sup>b</sup>	- <sup>b</sup>	- <sup>b</sup>

-<sup>a</sup> – zem iekārtas noteikšanas robežas

-<sup>b</sup> – literatūras avotā netika noteikts

### 5.3. Dažādu izcelsmes reģionu riekstu izvērtējums.

Trim no 4 mandeļu veidiem uz marķējuma sniegtā informācija praktiski sakrīt, atšķiroties tikai ogļhidrātu daudzumam ( $9,5$  un  $21,7 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) ( $6$ . pielikums). Diviem veidiem – Itālijā ekoloģiski audzētām mandelēm un mandelēm no ASV – marķējumā norādītā uzturvērtība sakrīt pilnībā. To var izskaidrot ar faktu, ka tās ir no viena zīmola (*Gemoss*). Vienīgā atšķirīgā uzturvērtība ir blanšētajām mandelēm no Spānijas (*AlisCo*). Vienāda vai līdzīga uzturvērtība marķējumā ne vienmēr uzrāda līdzvērtīgas minerālvielu koncentrācijas analizēs. K, P, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu koncentrācijas ir līdzvērtīgas un salīdzināmas, taču smago metālu aina, īpaši Cr, koncentrācija atšķiras pat 9 reizes.

Trim no 4 valriekstu veidiem uz marķējuma sniegtā informācija pilnībā sakrīt valriekstiem no Ukrainas, ASV un Ķīnas (visi viena zīmola - *Gemoss*). Ceturtais atšķirīgais variants ir *Gemoss* zīmola ekoloģiski audzētie valrieksti no ASV. Iegūtās minerālvielu P, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Cu koncentrācijas šiem 3 valriekstu veidiem ir salīdzināmas, izņemot K koncentrācijas atšķirības ( $714,2$  un  $459,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  - atšķiras par 55 %) un gandrīz divtik lielāku Mn koncentrāciju Ķīnas valriekstiem, ko varētu skaidrot ar iespējamu riekstu apstrādes metodi derīguma termiņa pagarināšanai.

Vienādā vai līdzīgi minētā uzturvērtība uz produkta iepakojuma var norādīt uz iespējamu datubāzu uzturvērtības informācijas izmantošanu savu produktu marķēšanai, vienu un to pašu riekstu piegādātāju izmantošanu vai uzņēmuma vienkāršotu pieeju produkta marķējuma veidošanai dažādiem sava zīmola produktiem. Lai arī kāda būtu patiesā situācija, neņemot vērā pāris atsevišķu elementu koncentrāciju atšķirības, kopējais elementu saturs dažādas izcelsmes un zīmolu apskatītajos riekstos ir līdzvērtīgs. Lai precīzāk noteiktu, vai mikroelementu saturs ir tiešām atšķirīgs, būtu nepieciešams analizēt vairākus katra parauga atkārtojumus, kā arī apskatīt vēl citu zīmolu piedāvātos riekstus.

### 5.4. Riekstu elementu pārejas ekstraktos izvērtējums.

Nosakot elementu saturu riekstu ekstraktos un salīdzinot to ar kontroles grupas riekstu elementu koncentrāciju, var spriest par šo elementu pāreju no rieksta ekstraktā (5.3 un 5.4 tabulas). Apskatot gan mandeļu, gan valriekstu ekstraktos esošos elementus, redzams, ka vairāk K un Ca pāriet no rieksta uz NaCl nekā uz H<sub>2</sub>O ekstraktu. Arī Mn un Mg uzrāda šādu tendenci. Savukārt, vairāk P un Cu pāriet no rieksta uz H<sub>2</sub>O nekā uz NaCl ekstraktu. Šādu tendenci uzrāda arī Zn un Fe.

Citā pētījumā minēts, ka mērcēšana būtiski neietekmēja Zn ekstrakciju (Kumari, 2017). Arī šajā darbā Zn bija viens no minerālelementiem, kas izšķīda vismazāk - ar to līdzvērtīgi vai vēl mazāk izšķīda Fe, Mn un Cu.

Ir redzams, ka minerālvielas kaut arī mazos daudzumos, bet ekstraktos pāriet. Šajā pētījumā to paveica uzlējuma veidā, stāvošiem riekstiem esot viscaur zem ūdens. Minerālvielu ekstrakciju palielināt varētu, riekstus maisījumā pastāvīgi maisot vai sildot, vai ik pa laikam nomainot ekstrakcijas šķīdumu pret jaunu. Ņemot vērā to, ka riekstu mērcēšana ir laikietilpīgs process, būtu lietderīgi novērtēt arī īsāka mērcēšanas laika ietekmi uz fitātu un minerālvielu koncentrāciju.

### **5.5. Riekstu mikroelementu uzturvērtības izvērtējums.**

Pētījumā noteikto riekstu minerālvielu P, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn un Cr koncentrāciju vidējās vērtības salīdzināja ar ieteicamajām minerālvielu dienas devām pieaugušajiem (5.6. un 5.7. tab.) (Veselības Ministrija, 2017), (Eiropas Komisija, 2011). Aprēķināja to katras uzturvielas daudzumu, ko cilvēks uzņemt dienas laikā uzturā, apēdot 50 g izvēlēto riekstu. Šo lielumu izteica procentuāli no visas ieteicamās dienas devas, pēc kura izdarīja secinājumus par rieksta iespējamo ieguldījumu minerālelementu ieteicamās dienas devas nodrošināšanā. Tad šo lielumu salīdzināja ar uzturvielu daudzumu, kas paliek riekstā pēc mērcēšanas ūdenī, ņemot vērā to, ka visbiežāk mērcēšanas laikā uzturvielas riekstā samazinās, jo tās pāriet no rieksta ūdens ekstraktā. Katru elementu šādi novērtējot un pārlicinoties, vai 100 g produkta spēj nodrošināt 15 % no minētās uzturvielu vērtības, tad šādam produktam tirgū uz marķējuma var piemērot norādi [MINERĀLVIELAS NOSAUKUMS] AVOTS. Ja šis elements 100 g produkta spēj nodrošināt 30 % no minētās uzturvielu vērtības, tad produktam var piemērot norādi DAUDZ [MINERĀLVIELAS NOSAUKUMS] (Eiropas Komisija, 2006).

Piemēram, apēdot 50 g mērcētu vai svaigu mandeļu dienā<sup>-1</sup>, iespējams uzņemt attiecīgi 45,1 % vai 50,5 % no dienas nepieciešamā fosfora daudzuma (tab. 5.6). Apēdot 50 g valriekstu dienā<sup>-1</sup>, iespējams uzņemt 39,4 % no dienas nepieciešamā fosfora daudzuma (tab. 5.7). Un tikpat kā viss šis fosfors saglabājas riekstā arī pēc mērcēšanas ūdenī. Savukārt mandeles un valrieksti ir mazs Na avots, tāpēc 50 g abu riekstu gan svaigā veidā, gan mērcēti nodrošina tikai 0,1 % no dienas ieteicamā Na daudzuma uzturā. Šāda porcija svaigu vai mērcētu mandeļu nodrošina attiecīgi 69,3 vai 65,0 % dienas nepieciešamā Mn daudzuma. Bet šāda porcija valriekstu – gan svaigu, gan mērcētu - pavisam droši nodrošina dienas nepieciešamā Mn daudzuma uzņemšanu. Var pieminēt, ka avotos pastāv atšķirības par Mn ieteicamo dienas devu, kas ietekmē arī šeit aprēķināto procentuālo dienas nodrošinājumu

5.3. tabula

## Mandeļu minerālelementu vidējās vērtības un to procentuāla pāreja ekstraktos

MANDELES	K		P		Ca		Mg		Na		Fe		Zn		Mn		Cu	
	909		606		315		349		2.6		6.2		3.9		2.8		1.2	
vid koncentrācija mg/100g	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl
ekstraktā	9.8	13.8	2.5	1.8	0.6	1.7	0.7	0.8	0.1	55.4	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02
% ekstraktā	1.1%	1.5%	0.4%	0.3%	0.2%	0.5%	0.2%	0.2%	3.8%	**	0.6%	0.5%	0.8%	0.3%	0.7%	0.7%	3.3%	1.7%

\* - vērtība zemāka par iekārtas noteikšanas robežu

\*\* - Na pieaugums pēc sālšūdens ekstrakcijas

5.4. tabula.

## Valriekstu minerālelementu vidējās vērtības un to procentuāla pāreja ekstraktos

VALRIEKSTI	K		P		Ca		Mg		Na		Fe		Zn		Mn		Cu	
	582		473		145		223		0		3.4		3.6		5.3		1.3	
vid koncentrācija mg/100g	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaCl
ekstraktā	10	12	6.1	5.9	1	2.2	1.2	1.6	0.2	40.9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.06	0.03	0.01
% ekstraktā	1.7%	2.1%	1.3%	1.2%	0.7%	1.5%	0.5%	0.7%	*	*	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.8%	1.1%	2.3%	0.8%

\* - vērtība zemāka par iekārtas noteikšanas robežu

(Eiropas Komisija, 2011), (Veselības Ministrija, 2017). Tāpēc autors izmantoja to Mn atsauces vērtību, kas ir rekomendēta nesenāk (2017.g).

Pēc iegūtajiem rezultātiem mandelēm var piemērot norādes: “daudz fosfora”, “daudz mangāna”, daudz magnija”, “daudz vara”, kā arī norādes “cinka avots”, “dzelzs avots” un “kalcijs avots”. Valriekstiem var piemērot norādes: “daudz fosfora”, “daudz mangāna”, “daudz magnija”, “daudz vara” un “cinka avots”.

Lai arī produkts satur zināmu minerālvielu daudzumu un to var dēvēt par konkrētu minerālvielu avotu, reāli nav zināms tas, cik daudz šīs minerālvielas ir biopieejama un uzsūcas ķermenī. Tāpēc turpmākos pētījumos būtu vērtīgi noskaidrot ne tikai minerālvielu koncentrāciju produktā, bet arī izmantot tādas metodes, kas ļauj spriest par produktā esošo minerālvielu biopieejamību. Viens no veidiem, kā to panākt, varētu būt saistīts ar fitātu izolēšanu vai to sastāva izmaiņām.

## 5.6. Pb un Cd riska izvērtējums.

Pētījumā iegūtās riekstu Pb un Cd koncentrācijas salīdzināja ar EK Regulas 1881/2006 pieļaujamām piesārņotāju maksimālajām vērtībām pārtikas produktos (tab. 5.7) (EK1881, 2006). Regula atsevišķi neizdala riekstus un to maksimālo atļauto piesārņojuma līmeni, tāpēc noteiktās koncentrāciju vidējās vērtības salīdzināja ar grupas “graudi un pākšaugi” pieļaujamajām piesārņotāju koncentrācijām. Tā kā ICP-MS iekārta nespēja noteikt Pb un Cd koncentrācijas katrā pētījuma paraugu kontroles grupā, tad izmantoja lielākās vidējās vērtības no grupām, kur iekārta koncentrāciju noteica. Pb saturs mandelēs un valriekstos ir attiecīgi 3 un 2,8 x mazāks par maksimāli pieļaujamo. Cd saturs mandelēs ir 3 x mazāks par maksimāli pieļaujamo.

5.5. tabula.

**Maksimāli pieļaujamais un noteiktais Pb un Cd saturs riekstos**

Metāliskie elementi	Pb		Cd	
	<i>mandelēs</i>	<i>valriekstos</i>	<i>mandelēs</i>	<i>valriekstos</i>
Vidējā vērtība (mg·kg <sup>-1</sup> )	0,066	0,072	0,03	- <sup>a</sup>
Pieļaujamā norma <sup>b</sup> (mg·kg <sup>-1</sup> )	<b>0,20</b>		<b>0,10</b>	

<sup>a</sup> vērtība zemāka par iekārtas noteikšanas robežu

<sup>b</sup> R1881/2006 -riekstu normas nav atsevišķi izdalītas, tāpēc salīdzinājumā pieņemtas tādas vērtības kā pārtikas grupai “graudi un pākšaugi”

5.6. tabula.

## Mandeļu iespējamais ieguldījums minerālelementu ieteicamajā dienas devā

MANDELES	P *		K *		Na *		Ca *		Mn **		Mg *		Fe *		Cu *		Zn *		Cr **	
	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O
Vidējā koncentrācija, mg/kg	6060	5411	9090	7313	25.8	35.8	3150	3022	27.7	26.0	3490	3206	62.4	51.0	12.1	11.1	39.1	42.1	0.0465	0.004
Dienā rekomendētā* deva, mg	<b>600</b>		<b>3500</b>		<b>2000</b>		<b>800</b>		<b>2</b>		<b>350</b>		<b>15</b>		<b>0.9</b>		<b>9</b>		<b>0.04</b>	
No iegūtajiem rezultātiem, dienā uzņemot 50 g riekstu	303	271	455	366	1	2	158	151	1.4	1.3	175	160	3.1	2.6	0.6	0.6	2.0	2.1	0.0023	0.00020
Dienā uzņemto metālisko elementu daudzums % saskaņā ar VM* rekomendācijām	50.5%		13.0%		0.1%		19.7%		69.3%		49.9%		20.8%		67.2%		21.7%		5.8%	
MĒRCĒJOT H2O, NO TĀ UZŅEM:	45.1%		10.4%		0.1%		18.9%		65.0%		45.8%		17.0%		61.7%		23.4%		0.5%	

5.7. tabula

## Valriekstu iespējamais ieguldījums minerālelementu ieteicamajā dienas devā

VALRIEKSTI	P *		K *		Na *		Ca *		Mn **		Mg *		Fe *		Cu *		Zn *		Cr **	
	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O	vesels	+H2O
Vidējā koncentrācija, mg/kg	4730	4730	5820	4590	25.8	25.7	1450	1402	52.8	44.5	2230.0	2230.0	34.2	34.2	12.6	12.6	35.8	35.8	0.01139	0.01139
Dienā rekomendētā* deva, mg	<b>600</b>		<b>3500</b>		<b>2000</b>		<b>800</b>		<b>2</b>		<b>350</b>		<b>15</b>		<b>0.9</b>		<b>9</b>		<b>0.04</b>	
No iegūtajiem rezultātiem, dienā uzņemot 50 g riekstu	237	237	291	230	1.3	1.3	73	70	2.6	2.2	112	112	1.7	1.7	0.6	0.6	1.8	1.8	0.00057	0.00057
Dienā uzņemto metālisko elementu daudzums % saskaņā ar VM*	39.4%		8.3%		0.1%		9.1%		132.0%		31.9%		11.4%		70.0%		19.9%		1.4%	
MĒRCĒJOT H2O, NO TĀ UZŅEM:	39.4%		6.6%		0.1%		8.8%		111.3%		31.9%		11.4%		70.0%		19.9%		1.4%	

\* LR Veselības Ministrijas rekomendācijas

\*\* Regulas 1169/2011 rekomendācijas

## 6 SECINĀJUMI

1. ICP-MS ir ērta metode uzturā svarīgo minerālelementu noteikšanai produktā.  
Ir nepieciešams regulēt metodiku tā, lai ar iekārtu būtu iespējams detektēt arī Se, ko šobrīd metodes specifikas dēļ nevarēja izdarīt.
2. Dažādos reģionos audzētiem riekstiem uz marķējuma minētā uzturvērtības informācija bija identiska un analīzēs atšķīrās tikai atsevišķu mikro- un makroelementu saturs (valriekstiem K, Mn un mandelēm Cr), bet lielākoties elementu saturs bija līdzvērtīgs.
3. Veicot mandeļu un valriekstu ekstraktu ar ūdeni un sālsūdeni, nav vērojama būtiska ķīmisko elementu daudzuma pāreja ūdens fāzē.  
P un Cu lielāku pāreju novēroja ūdenī, bet K un Ca lielāka elementu pāreja notika tieši sālsūdenī.
4. 50 g mandeļu uzturā spēj nodrošināt vismaz 50 % no dienā rekomendētajām P, Mn, Mg un Cu devām, bet 50 g valriekstu - vismaz 50 % no dienā rekomendētajām Cu un Mn devām.
5. Ikdienas uztura vajadzībām valriekstu un mandeļu mērcēšana ūdenī vai sālsūdenī būtiski nemazina minerālelementu saturu riekstos.  
Lai noteiktu riekstu mērcēšanas ieguvumus, būtu jāapskata minerālelementu biopieejamības izmaiņas mērcēšanas rezultātā.
6. P koncentrācija riekstos mērcēšanas ietekmē būtiski nemainījās, tāpēc nevar spriest par fitātu koncentrācijas izmaiņām riekstā.
7. Nepieciešams veikt turpmākus pētījumus par mandelēs un valriekstos esošo fitātu satura un daudzuma samazināšanas iespējām minerālelementu biopieejamības uzlabošanas nolūkos.

## PATEICĪBAS

Izsaku pateicību darba vadītājam Artūram Vīksnam par pēdējā brīža atbalstu darba plānošanā un izstrādē.

Izsaku pateicību Mārim Bērtiņam par veltīto laiku un paskaidrojumiem eksperimentu laikā, kā arī par analīžu veikšanu un ICP-MS datu primāro apstrādi.

Paldies Vitālijam Lazarenko par iepazīstināšanu ar darba iekārtām.

Izsaku dziļu pateicību asoc. prof. un programmas vadītājai Ida Jākobsonei par regulāras saziņas uzturēšanu, par patieso ieinteresētību tēmā un sirsnīgo atbalstu jo īpaši pirmajos un pēdējos metros. Paldies par ticību maniem spēkiem. Laiks ir vienmēr.

Paldies Mārai un Alvilam Brantiem par ieklausīšanos manos stāstos par “garšīgākiem riekstiem” un par atbalstu šo garo gadu laikā.

A very warm thank you to Christiana, Sofia and Bathu – thank you all for your support, for your patience, understanding and love during the last busy days, early mornings and late nights.

Thank you to everyone who has helped me along the way.

## IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Abbey, M., Noakes, M., Belling, G. & P.J., N., 1994. Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasma cholesterol and low-density-lipoprotein cholesterol. *Am J Clin Nutr.*, 59(5), pp. 995-999.
2. Afify, A. E.-M. M., El-Beltagi, H. & Omran, A., 2011. Bioavailability of iron, zinc, phytate and phytase activity during soaking and germination of white sorghum varieties. *PLOS ONE*.
3. Alexiadou, K. & Katsilambros, N., 2011. Nuts: anti-atherogenic food?. *Eur J Intern Med*, 2(22), pp. 141-146.
4. Anon., 2021. *wikipedia*. [Tiešsaiste]  
Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Phytic\\_acid](https://en.wikipedia.org/wiki/Phytic_acid)  
[Piekļūts 15 01 2022].
5. Bernat, N., Chafer, M., Chiralt, A. & Gonzalez-Martinez, C., 2014. Development of a non-dairy probiotic fermented product based on almond milk and inulin. *Food Science and Technology International*, 21(6), pp. 440-453.
6. Binici, H. I., Sat, I. G. & Aoudeh, E., 2021. Nutritional Composition and Health Benefits of Walnut and its Products. *Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty*, 2(52), pp. 224-230.
7. Chen, C.-Y. O. & Blumberg, J. B., 2008. Phytochemical composition of nuts. *Asia Pac J Clin Nutr*, 17(1), pp. 329-32.
8. Cindric, J. I., Zeiner, M. & Hlebec, D., 2018. Mineral Composition of Elements in Walnuts and Walnut Oils. *Environmental Research and Public Health*, 15(2674), p. 9.
9. Cottis, H., 2012. *Whole lifestyle nutrition*. [Tiešsaiste]  
Available at: <https://wholelifestylenutrition.com/recipes/appetizers-snacks/is-soaking-nuts-necessary-how-to-properly-soak-your-organic-raw-nuts/>  
[Piekļūts 15 01 2022].
10. Eiropas Komisija, 2006. *1924/2006*. [Tiešsaiste]  
[Piekļūts 26 05 2022].
11. Eiropas Komisija, 2011. *R1169*. [Tiešsaiste]  
[Piekļūts 26 05 2022].
12. EK1881, 2006. *1881*. [Tiešsaiste]  
[Piekļūts 26 05 2022].

13. Ene-obong, H. N. & Obizoba, I. C., 1996. Effect of domestic processing on the cooking time, nutrients, antinutrients and in vitro protein digestibility of the African yambean (*Sphenostylis stenocarpa*). *Plant Foods Hum Nutr.*, 49(1), pp. 43-52.
14. EuroMonitor, 2021. *EuroMonitor*. [Tiešsaiste]  
Available at: <https://www.euromonitor.com/search?term=walnuts&tab=Reports>  
[Pieklūts 13 05 2022].
15. Fodevareinstituttet, D., 2022. *Frida fooddata.dk*. [Tiešsaiste]  
[Pieklūts 26 05 2022].
16. fooddata.dk, F., 2022. *Almond Nutritional Composition*, Denmark: DTU Fodevareinstituttet.
17. Gama, T., Wallace, H. & Trueman, S., 2018. *Variability in crude protein and mineral nutrient concentrations of almonds*. Australia, Acta Hort.
18. Gibson, R., Bailey, K. B., Gibbs, M. & Ferguson, E. L., 2010. A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. *Food Nutr Bull*, 31(2), pp. 134-46.
19. Grundy, M. M.-L., Lapsley, K. & Ellis, P. R., 2016. A review of the impact of processing on nutrient bioaccessibility. *International Journal of Food Science and Technology*, Sējums 51, pp. 1937-1946.
20. Guy, L., 2016. *Body+Soul*. [Tiešsaiste]  
Available at: <https://www.bodyandsoul.com.au/nutrition/what-are-activated-nuts/news-story/d918e3bfc0ef73393509aceb311f81bd>  
[Pieklūts 15 01 2022].
21. Harris, K., 2008. *The Nourishing Gourmet*. [Tiešsaiste]  
Available at: <https://www.thenourishinggourmet.com/soaking-nuts/>  
[Pieklūts 15 01 2022].
22. Kaur, S., Sharma, S., Dar, B. N. & Singh, B., 2012. Optimization of process for reduction of antinutritional factors in edible cereal brans. *Food Sci Technol Int*, 18(5), pp. 445-54.
23. Kester, D. E., Gradziel, T. M. & Grassely, C., 1991. Almonds (*Prunus*). %1J. N. Moore & J. R. Ballington Jr., red. *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. -: ISHS Acta Horticulturae 290, pp. 701-730.

24. Kruger, J., Oelofse, A. & Taylor, J. R. N., 2014. Effects of aqueous soaking on the phytate and mineral contents and phytate:mineral ratios of wholegrain normal sorghum and maize and low phytate sorghum. *Int J Food Sci Nutr*, 65(5), pp. 539-46.
25. Kumari, S. V., 2017. *The Effect of Soaking Almonds and*, Dunedin: University of Otago, New Zealand.
26. Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. & Becker, K., 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chemistry*, 120(4), pp. 945-959.
27. Lavedrine, F., Zmirou, D., Ravel, A. & Balducci, F., 1999. Blood Cholesterol and Walnut Consumption: A Cross-sectional Survey in France. *Preventive Medicine*, 28(4), pp. 333-339.
28. Lazarenko, V., 2020. *KOKSNES PELNU IETEKME UZ ĶĪMISKO ELEMENTU SATURU MEŽA AUGSNĒ UN MELLENĒS (VACCINIUM MYRTILLUS L.)*, Rīga: Latvijas Universitāte.
29. Lestienne, I., Icard-Verniere, C., Mouquet-Rivier, C. & Picq, C., 2005. Effect of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents. *Food Chemistry*, 89(3), pp. 421-425.
30. Liang, J., Han, B.-Z., Nout, M. J. R. & Hamer, R. J., 2008. Effects of soaking, germination and fermentation on phytic acid, total and in vitro soluble zinc in brown rice. *Food Chem*, 110(4), pp. 821-828.
31. Lin Lin, L., Giam, F. X. Y. & Foo, X. M., 2017. Effects of Pre-germination Treatment on the Phytate and Phenolic Contents of Almond Nuts. *Journal of Nuts*, 8(1), pp. 73-80.
32. Lohitla, K., 2017. *SlideShare*. [Tiešsaiste] Available at: <https://www.slideshare.net/KarumazziLohitha/elemental-analysis-trace-metals-by-icpms> [Pieklūts 26 05 2022].
33. Luo, C. u.c., 2014. Nut consumption and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 1(100), pp. 256-69.
34. Luu, H. N. u.c., 2015. Prospective evaluation of the association of nut/peanut consumption with total and cause-specific mortality. *JAMA Intern Med.*, 175(5), pp. 755-66.
35. Mack, R., 2020. *Lorna Jane Active Living*. [Tiešsaiste] Available at: <https://www.movenourishbelieve.com/nourish/everything-you-need-to->



48. van den Brandt, P. A. & Schouten, L. J., 2015. Relationship of tree nut, peanut and peanut butter intake with total and cause-specific mortality: a cohort study and meta-analysis. *Int J Epidemiol.*, 44(3), pp. 1038-49.
49. Veselības Ministrija, 2017. *Ieteicamās enerģijas un uzturvielu devas Latvijas iedzīvotājiem*, Rīga: Veselības Ministrija.
50. Wu, L. u.c., 2015. Nut consumption and risk of cancer and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.*, 73(7), pp. 409-25.
51. Zhang, Z. u.c., 2015. Nut consumption and risk of stroke. *Eur J Epidemiol.*, 30(3), pp. 189-96.
52. Zhou, D. u.c., 2014. Nut consumption in relation to cardiovascular disease risk and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr.*, 1(100), pp. 270-277.

## PIELIKUMI

1. Pielikums

**Makrouzturvielu saturs 100 g<sup>-1</sup> riekstu**

<b>Uzturvielas</b>	<b>Mandeles</b>	<b>Valrieksti</b>	<b>Brazīlijas rieksti</b>	<b>Indijas rieksti</b>	<b>Zemesrieksti</b>	<b>Ciedru rieksti</b>	<b>Lazdu rieksti</b>
<b>Enerģija (kJ/kcal)</b>	2270 / 568	2890 / 723	2790 / 698	2400 / 600	2480 / 620	2500 / 625	2550 / 638
<b>Olbaltumvielas (g)</b>	21,2	25,7	12,0	17,0	23,7	24,0	14,8
<b>Ogļhidrāti (g)</b>	4,6	4,0	3,8	16,8	13,9	12,6	5,2
<b>Šķiedrvielas (g)</b>	12,2	6,4	8,0	5,9	8,0	4,9	10,4
<b>Tauki – kopā (g)</b>	49,4	64,5	68,2	49,2	49,7	50,7	59,8
<b>SFA<sup>1</sup> (g)</b>	3,7	6,5	17,4	8,4	6,9	7,8	5,7
<b>MUFA<sup>2</sup> (g)</b>	30,9	12,4	22,4	31,1	24,6	19,2	42,4
<b>PUFA<sup>3</sup> (g)</b>	12,1	42,5	25,4	7,5	15,7	21,5	8,7
<b>Linolskābe (g)</b>	12,2	38,1	20,5	7,7	15,6	33,2	7,8
<b>Alfalinolēnskābe (g)</b>	0,0	9,1	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1

<sup>1</sup>SFA – Saturated fatty acids – piesātinātās taukskābes.

<sup>2</sup>MUFA – Monounsaturated fatty acids – mononepiesātinātās taukskābes.

<sup>3</sup>PUFA – polyunsaturated fatty acids - polinepiesātinātās taukskābes.

## 2. Pielikums

Mikrouzturvielu saturs 100 g<sup>-1</sup> riekstu

Mikrouzturvielas	Mandeles	Valrieksti	Brazīlijas rieksti	Indijas rieksti	Zemesrieksti	Ciedru rieksti	Lazdu rieksti
Vitamīns E (mg)	26	15	7	1	7	14	17
Vitamīns B6 (mg)	0,1	0,9	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2
Vitamīns B3 (mg)	7	5,9	4,3	7,3	17,0	8,7	6,7
Vitamīns B9 (μg)	50	66	22	25	150	58	110
Kālijs (mg)	710	580	760	550	660	600	900
Fosfors (mg)	480	320	590	530	360	510	280
Kalcijs (mg)	260	130	180	34	54	26	180
Magnijs (mg)	275	158	376	292	168	251	163
Dzelzs (mg)	3,7	3,3	2,8	5,0	2,3	9,2	2,0
Cinks (mg)	3,1	2,3	4,2	5,5	3,3	4,3	2,1
Selēns (μg)	3	58	1300	33	8	5	76

3. Pielikums

ICP-MS iegūtie rezultāti

GRUPA	Li		Be		B		Na		Mg	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	34.4	- <sup>c</sup>	86.6	28.6	1.4	177.6	5.3	4.3	0.9
1-0	- <sup>c</sup>	11.4	- <sup>c</sup>	43.3	218.7	1.8	19.3	1.9	28718.1	1.0
2-0	- <sup>c</sup>	24.1	- <sup>c</sup>	100	419.6	1.1	58.2	1.7	31115.3	1.4
3-0	- <sup>c</sup>	23.2	- <sup>c</sup>	114.6	426.4	0.4	41.1	1.0	38083.0	0.1
4-0	- <sup>c</sup>	8.3	- <sup>c</sup>	33.3	168.3	1.5	803.9	0.2	30224.9	0.8
5-0	- <sup>c</sup>	0.0	- <sup>c</sup>	78.1	193.8	2.7	- <sup>c</sup>	0.4	22653.7	0.7
6-0	- <sup>c</sup>	44.6	- <sup>c</sup>	114.6	136.3	2.9	- <sup>c</sup>	0.6	20396.3	0.7
7-0	- <sup>c</sup>	32.9	- <sup>c</sup>	173.2	127.9	2.9	- <sup>c</sup>	1.1	21350.7	1.4
8-0	- <sup>c</sup>	36.5	- <sup>c</sup>	173.2	176.2	1.5	- <sup>c</sup>	1.5	22841.2	1.9
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	32.7	- <sup>c</sup>	173.2	19.0	5.4	- <sup>c</sup>	1.6	8.6	9.0
1 S H2O	- <sup>c</sup>	17.8	- <sup>c</sup>	86.6	208.8	2.0	132.3	1.0	33522.5	1.0
1 S NaCl	- <sup>c</sup>	25.0	- <sup>c</sup>	0	218.8	0.8	129289.3	1.1	29100.8	1.0
2 S H2O	- <sup>c</sup>	20.4	- <sup>c</sup>	100	289.7	1.7	167.5	2.8	34441.2	0.9
2 S NaCl	- <sup>c</sup>	50.6	- <sup>c</sup>	86.6	285.1	2.0	103420.6	0.3	28404.1	1.4
3 S H2O	- <sup>c</sup>	8.3	- <sup>c</sup>	86.6	277.8	1.4	349.7	1.0	34366.7	0.9
3 S NaCl	- <sup>c</sup>	28.9	- <sup>c</sup>	69.3	281.6	2.3	106165.7	1.2	25023.6	0.5
4 S H2O	- <sup>c</sup>	54.5	- <sup>c</sup>	100	143.3	0.9	778.2	0.8	29126.0	1.8
4 S NaCl	- <sup>c</sup>	28.4	- <sup>c</sup>	69.3	140.8	2.3	93100.0	0.5	23831.4	0.6
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	86.6	- <sup>c</sup>	173.2	17.4	3.7	- <sup>c</sup>	3.5	5.7	10.5
5 S H2O	- <sup>c</sup>	65.5	- <sup>c</sup>	45.8	226.9	1.2	158.1	1.3	19151.6	0.7
5 S NaCl	- <sup>c</sup>	69.3	- <sup>c</sup>	100	210.0	1.2	96800.9	1.4	9886.3	0.9
6 S H2O	- <sup>c</sup>	39.4	- <sup>c</sup>	N/A	154.4	0.4	619.8	0.7	18980.0	0.9
6 S NaCl	- <sup>c</sup>	20.8	- <sup>c</sup>	173.2	159.4	1.3	90859.2	0.8	11279.0	0.9
7 S H2O	- <sup>c</sup>	28.6	- <sup>c</sup>	173.2	123.3	1.5	115.0	1.4	16074.4	0.7
7 S NaCl	- <sup>c</sup>	39.0	- <sup>c</sup>	N/A	133.4	2.1	76479.8	0.3	11906.9	1.6
8 S H2O	- <sup>c</sup>	6.0	- <sup>c</sup>	57.7	165.0	1.7	10.0	0.8	11697.4	1.2
8 S NaCl	- <sup>c</sup>	50.0	- <sup>c</sup>	108.3	163.3	0.9	80644.8	0.8	5563.5	2.2

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Li		Be		B		Na		Mg	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	87.4	- <sup>c</sup>	86.6	22.3	8.1	0.0	1.0	12.3	4.6
1 V H2O	- <sup>c</sup>	25.0	- <sup>c</sup>	114.6	177.1	1.3	0.0	1.7	27615.3	0.8
1 V NaCl	- <sup>c</sup>	39.6	- <sup>c</sup>	173.2	184.8	3.1	31850.0	0.6	28609.8	0.3
2 V H2O	- <sup>c</sup>	87.7	- <sup>c</sup>	173.2	322.1	1.2	201.6	1.0	31790.9	0.3
2 V NaCl	- <sup>c</sup>	32.2	- <sup>c</sup>	100	303.6	3.5	42803.9	1.5	29069.0	1.0
3 V H2O	- <sup>c</sup>	16.7	- <sup>c</sup>	66.7	289.2	0.8	68.5	1.5	31227.1	1.4
3 V NaCl	- <sup>c</sup>	35.7	- <sup>c</sup>	173.2	202.1	0.7	24836.8	1.5	27926.1	1.1
4 V H2O	- <sup>c</sup>	173.2	- <sup>c</sup>	N/A	136.6	1.8	1116.4	0.8	29395.5	0.2
4 V NaCl	- <sup>c</sup>	28.6	- <sup>c</sup>	34.6	133.4	1.5	52838.2	0.4	28272.5	0.6
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	40.8	- <sup>c</sup>	86.6	16.3	9.8	76.7	0.7	19.6	6.4
5 V H2O	- <sup>c</sup>	12.4	- <sup>c</sup>	173.2	196.5	2.1	44.0	0.3	24291.4	0.4
5 V NaCl	- <sup>c</sup>	45.8	- <sup>c</sup>	43.3	186.0	0.6	50716.4	0.4	19703.3	0.7
6 V H2O	- <sup>c</sup>	28.9	- <sup>c</sup>	124.9	105.4	1.1	273.9	0.5	20784.6	1.5
6 V NaCl	- <sup>c</sup>	173.2	- <sup>c</sup>	100	158.8	1.5	49191.7	0.9	19102.2	1.3
7 V H2O	- <sup>c</sup>	75.5	- <sup>c</sup>	86.6	99.8	4.1	414.9	1.3	16090.3	1.3
7 V NaCl	- <sup>c</sup>	52.9	- <sup>c</sup>	173.2	107.8	1.8	35166.9	1.2	17167.6	0.9
8 V H2O	- <sup>c</sup>	47.2	- <sup>c</sup>	86.6	193.9	0.7	195.3	0.8	22784.5	0.3
8 V NaCl	- <sup>c</sup>	19.9	- <sup>c</sup>	114.6	173.5	1.6	59273.9	1.2	15536.4	1.2
1 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	9.6	- <sup>c</sup>	43.3	1253.2	0.8	26576.9	0.8	82523.9	0.6
1 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	45.8	- <sup>c</sup>	N/A	0.9	18.5	0.0	37.3	41.5	153.4
2 S H2O ekstr.	4.1	3.2	- <sup>c</sup>	24.8	3920.7	1.2	1058.9	0.5	128106.4	0.4
2 S NaCl ekstr.	0.7	17.6	- <sup>c</sup>	34.6	1279.1	0.4	1368594.8	1.0	84565.8	1.5
3 S H2O ekstr.	2.0	3.2	- <sup>c</sup>	65.5	2884.6	1.8	18722.6	0.7	124276.7	1.1
3 S NaCl ekstr.	0.8	7.5	- <sup>c</sup>	34.6	1187.5	1.0	1212732.7	0.7	85948.8	1.4
4 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	14.3	- <sup>c</sup>	86.6	21.0	26.6	3101.5	74.7	434.9	76.9
4 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	26.8	- <sup>c</sup>	57.7	379.9	1.7	1037178.5	0.6	69584.9	1.0

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Li		Be		B		Na		Mg	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
5 S H2O ekstr.	1.0	6.4	- <sup>c</sup>	22.9	357.6	1.4	2306.6	1.1	143649.4	0.8
5 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	33.8	- <sup>c</sup>	69.3	104.9	1.0	956406.2	1.1	67826.7	0.9
6 S H2O ekstr.	0.2	3.8	- <sup>c</sup>	66.1	264.0	0.6	6413.3	0.7	88124.7	0.8
6 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	10.5	- <sup>c</sup>	100	69.9	1.6	839536.0	0.8	49789.7	0.8
7 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	20.8	- <sup>c</sup>	49.5	139.9	1.2	4669.9	0.6	73761.5	1.1
7 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	5.5	- <sup>c</sup>	100	39.3	4.5	751235.7	0.7	46806.7	0.8
8 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	19.8	- <sup>c</sup>	43.3	216.9	0.4	2065.1	4.0	148137.1	0.7
8 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	40.5	- <sup>c</sup>	173.2	66.2	3.2	670787.0	0.7	72588.8	0.7
1 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	12.0	- <sup>c</sup>	24.8	782.9	0.2	1506.9	5.6	8123.3	0.8
1 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	5.0	- <sup>c</sup>	25	170.1	3.6	617411.3	0.8	5396.8	1.0
2 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	6.3	- <sup>c</sup>	57.3	1930.8	0.3	569.8	5.6	2193.8	1.3
2 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	18.2	- <sup>c</sup>	100	526.2	1.0	562101.6	0.7	7624.8	0.8
3 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	11.4	- <sup>c</sup>	21.7	666.4	0.7	1646.2	2.5	1789.8	1.3
3 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	50	176.2	0.7	525431.6	0.5	5214.4	0.3
4 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	33.6	- <sup>c</sup>	43.3	519.8	2.2	1070.3	2.5	15728.1	0.6
4 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	9.8	- <sup>c</sup>	173.2	102.6	2.2	468802.3	0.6	13563.2	0.5
5 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	13.8	- <sup>c</sup>	53.9	195.8	0.4	472.7	5.5	10687.4	1.1
5 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	7.3	- <sup>c</sup>	114.6	39.6	2.1	448242.4	0.9	14134.1	1.1
6 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	39.2	- <sup>c</sup>	13.3	87.5	1.1	2357.0	3.3	6568.0	0.8
6 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	34.5	- <sup>c</sup>	36.7	46.7	5.1	411033.0	0.7	12470.9	0.7
7 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	20.7	- <sup>c</sup>	34.6	118.4	1.8	3619.5	2.4	13163.5	0.9
7 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	33.9	- <sup>c</sup>	43.3	17.4	2.4	389121.8	1.1	11421.0	1.2
8 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	15.0	- <sup>c</sup>	35.3	390.9	0.6	699.2	9.7	14783.5	0.6
8 V NaCl ekstr.	0.7	5.3	- <sup>c</sup>	91.7	98.8	1.2	353846.4	0.6	23546.8	0.8
1-4 S H2O+NaCl	- <sup>c</sup>	21.7	- <sup>c</sup>	17.3	69.1	1.7	9135.7	2.3	2756.3	1.4
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	45.8	- <sup>c</sup>	43.3	34.7	4.6	141.7	1.2	14.5	4.1
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	33.3	- <sup>c</sup>	86.6	4.4	11.9	328499.1	0.8	8.6	3.2

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Al		P		K		Ca		V		Cr	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	5.3	3.5	6.4	13.4	19.2	2.3	172.8	12.7	- <sup>c</sup>	3.9	- <sup>c</sup>	4.5
1-0	269.5	0.4	53998.3	0.9	74872.0	1.7	31443.0	0.6	0.2	5.1	11.7	1.4
2-0	230.2	1.5	49262.8	0.7	79049.2	1.0	26699.5	1.2	0.2	4.1	3.2	1.4
3-0	191.7	1.5	60390.5	1.2	101839.7	0.5	31887.6	1.0	0.2	2.3	1.6	0.8
4-0	122.3	0.7	58218.1	0.3	78346.0	1.3	25206.9	1.1	- <sup>c</sup>	2.2	- <sup>c</sup>	1.7
5-0	89.2	1.4	46356.7	1.0	63846.3	0.7	10618.7	1.5	0.1	0.7	- <sup>c</sup>	0.4
6-0	53.1	1.7	44291.8	0.7	52937.2	1.0	14093.5	1.6	- <sup>c</sup>	2.0	- <sup>c</sup>	6.2
7-0	159.2	2.4	47978.1	0.4	47095.9	0.7	19352.2	0.9	- <sup>c</sup>	4.1	- <sup>c</sup>	3.5
8-0	19.6	3.6	46432.3	0.9	63472.1	0.5	13102.4	1.4	- <sup>c</sup>	1.7	- <sup>c</sup>	5.1
<i>kontrolšk.</i>	4.5	7.7	13.3	18.8	22.3	4.6	57.1	12.0	- <sup>c</sup>	7.0	- <sup>c</sup>	4.2
1 S H2O	84.3	1.4	60709.9	0.5	48183.5	0.9	43195.0	1.4	- <sup>c</sup>	3.3	2.5	1.5
1 S NaCl	95.3	1.9	63757.7	2.0	33004.7	0.9	46075.3	0.5	- <sup>c</sup>	1.7	2.2	0.9
2 S H2O	70.5	1.0	52824.0	1.7	47884.8	0.9	35248.9	0.3	- <sup>c</sup>	2.7	0.5	1.5
2 S NaCl	51.9	0.3	51790.1	1.4	32477.1	0.1	32873.1	0.4	- <sup>c</sup>	3.4	0.2	1.1
3 S H2O	108.9	1.4	51220.6	1.4	50624.6	0.3	33875.8	1.2	0.2	0.7	0.8	1.0
3 S NaCl	142.2	1.6	42656.6	1.1	31994.4	0.4	31428.3	1.8	- <sup>c</sup>	2.4	0.1	3.8
4 S H2O	6.7	2.9	54736.7	0.5	44281.9	1.2	35347.6	2.2	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	0.8
4 S NaCl	151.9	2.3	49757.4	1.5	23636.2	2.3	36092.5	0.6	- <sup>c</sup>	0.6	0.8	2.5
<i>kontrolšk.</i>	2.0	5.9	13.8	8.9	13.0	3.3	29.1	29.5	- <sup>c</sup>	6.2	- <sup>c</sup>	55.2
5 S H2O	34.8	3.5	32171.1	1.9	28113.2	1.1	12417.0	2.0	- <sup>c</sup>	1.9	0.1	1.2
5 S NaCl	41.9	1.7	22339.2	1.0	14383.8	0.5	8682.7	0.9	- <sup>c</sup>	3.3	- <sup>c</sup>	1.6
6 S H2O	22.0	1.5	33579.3	1.8	25288.4	0.4	17437.7	0.7	- <sup>c</sup>	2.2	0.3	1.5
6 S NaCl	31.4	2.5	27564.8	1.2	13012.4	1.7	13464.4	1.5	- <sup>c</sup>	1.8	- <sup>c</sup>	3.7
7 S H2O	66.2	3.5	30222.9	2.5	18470.2	0.2	17271.9	0.8	- <sup>c</sup>	3.8	- <sup>c</sup>	1.4
7 S NaCl	64.2	1.2	30421.7	1.6	13437.1	1.8	16163.6	1.3	- <sup>c</sup>	1.8	- <sup>c</sup>	2.4
8 S H2O	29.2	3.2	22146.1	0.8	14275.0	0.5	9807.1	2.3	- <sup>c</sup>	6.6	1.2	1.8
8 S NaCl	13.5	2.8	12390.9	0.9	9075.1	0.5	7248.8	1.6	- <sup>c</sup>	4.6	- <sup>c</sup>	1.9

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Al		P		K		Ca		V		Cr	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	7.5	7.5	19.1	13.4	20.4	0.2	69.9	25.6	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	51.4
1 V H2O	51.8	3.5	50809.7	1.4	68952.3	0.8	29611.5	1.1	- <sup>c</sup>	2.9	1.1	2.1
1 V NaCl	47.2	1.6	54898.8	0.8	61376.3	0.6	30434.3	0.4	- <sup>c</sup>	3.2	1.1	1.1
2 V H2O	31.4	1.7	46714.4	1.0	64325.8	0.7	27667.7	0.9	- <sup>c</sup>	1.3	0.4	1.0
2 V NaCl	33.3	1.1	48148.7	0.8	55465.4	1.4	21721.1	1.8	- <sup>c</sup>	3.0	6.4	2.3
3 V H2O	42.3	5.1	47445.2	0.8	77524.3	0.8	29805.1	2.1	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	3.6
3 V NaCl	55.8	3.1	47333.3	0.8	72145.5	0.8	22533.9	1.2	- <sup>c</sup>	5.4	- <sup>c</sup>	1.6
4 V H2O	6.6	5.7	57911.8	0.7	62623.5	0.3	25899.4	1.0	- <sup>c</sup>	1.9	- <sup>c</sup>	1.6
4 V NaCl	6.5	3.7	57445.1	0.1	42344.9	1.4	28821.6	1.0	- <sup>c</sup>	3.3	- <sup>c</sup>	4.4
<i>kontrolšk.</i>	7.0	1.0	28.1	11.9	71.5	1.8	141.8	8.5	- <sup>c</sup>	2.2	0.1	2.6
5 V H2O	14.9	4.0	52440.2	0.4	56514.4	0.3	9016.2	1.5	- <sup>c</sup>	2.1	0.4	0.3
5 V NaCl	14.5	3.8	48923.4	0.4	45454.2	0.6	8251.6	2.3	- <sup>c</sup>	3.1	0.3	1.8
6 V H2O	12.2	1.0	48298.0	0.9	51057.9	1.0	18191.4	1.3	- <sup>c</sup>	6.3	0.4	1.8
6 V NaCl	9.9	1.1	44357.0	1.8	37108.0	0.3	11458.1	0.7	- <sup>c</sup>	1.9	- <sup>c</sup>	3.5
7 V H2O	17.2	5.0	32918.1	1.1	31611.7	1.6	10450.2	1.5	- <sup>c</sup>	3.5	- <sup>c</sup>	1.7
7 V NaCl	23.9	2.0	36324.0	1.6	34762.4	1.8	10377.2	3.4	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	2.0
8 V H2O	17.0	5.5	46186.8	0.4	33713.4	0.1	14879.8	0.6	- <sup>c</sup>	2.9	3.6	0.6
8 V NaCl	18.5	2.7	34567.7	0.5	17362.2	0.9	10125.9	1.1	- <sup>c</sup>	7.4	- <sup>c</sup>	2.6
1 S H2O ekstr.	78.4	3.1	300662.9	1.6	627612.9	0.7	35237.3	1.7	9.8	1.2	3.9	0.9
1 S NaCl ekstr.	0.0	124.9	80.8	145.0	201.0	132.6	21.1	165.6	- <sup>c</sup>	30.8	- <sup>c</sup>	50.7
2 S H2O ekstr.	124.2	4.5	424731.7	0.5	747400.5	0.4	39898.6	1.4	6.1	0.6	6.5	0.6
2 S NaCl ekstr.	83.2	6.6	325946.6	2.2	641965.4	1.5	38478.9	1.5	36.9	0.3	1.3	0.3
3 S H2O ekstr.	82.6	1.7	373688.3	0.9	682620.0	2.1	31592.3	0.3	0.9	1.6	4.2	1.1
3 S NaCl ekstr.	90.9	3.9	281145.0	2.2	613030.1	1.1	35573.3	0.8	0.5	1.8	2.0	0.8
4 S H2O ekstr.	0.0	82.8	858.8	77.8	1009.8	73.3	117.2	82.3	- <sup>c</sup>	18.8	- <sup>c</sup>	55.9
4 S NaCl ekstr.	58.0	4.0	250446.9	0.7	504598.7	0.6	24205.6	0.5	- <sup>c</sup>	3.3	0.5	1.4

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Al		P		K		Ca		V		Cr	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
5 S H2O ekstr.	28.2	1.4	664668.8	0.8	569183.9	0.4	31205.8	0.6	- <sup>c</sup>	7.4	3.0	2.0
5 S NaCl ekstr.	18.0	5.2	335100.6	1.6	451356.2	1.8	31219.5	0.3	0.1	1.4	0.1	3.4
6 S H2O ekstr.	49.1	3.2	421518.7	1.2	413544.3	1.0	30202.8	0.8	5.4	0.8	2.1	1.9
6 S NaCl ekstr.	18.8	0.8	219521.4	0.9	338673.2	0.5	32332.7	1.0	- <sup>c</sup>	3.9	0.8	1.4
7 S H2O ekstr.	31.2	19.9	347036.8	0.6	292171.2	1.2	28473.7	0.5	- <sup>c</sup>	5.7	4.4	0.4
7 S NaCl ekstr.	11.2	2.6	204744.6	0.4	249267.9	0.6	39142.9	0.4	- <sup>c</sup>	3.9	- <sup>c</sup>	3.1
8 S H2O ekstr.	28.2	0.5	624227.0	0.7	438070.5	0.8	43444.0	1.0	- <sup>c</sup>	1.5	3.4	0.7
8 S NaCl ekstr.	15.6	5.4	346815.9	0.5	343497.2	0.3	49216.5	0.6	- <sup>c</sup>	1.4	0.7	0.9
1 V H2O ekstr.	54.9	1.2	35463.5	1.0	113044.9	0.9	10619.4	1.6	48.4	0.6	2.1	0.5
1 V NaCl ekstr.	32.0	1.8	11674.1	1.5	128537.0	1.4	19904.2	2.1	21.3	0.5	0.5	1.7
2 V H2O ekstr.	32.8	3.9	8868.6	0.5	36017.3	1.8	3697.5	5.7	- <sup>c</sup>	1.8	2.2	0.5
2 V NaCl ekstr.	28.5	0.8	8578.7	0.3	129525.8	0.6	22743.3	1.1	- <sup>c</sup>	4.1	2.8	2.2
3 V H2O ekstr.	47.9	1.3	6862.4	1.3	35599.8	1.8	2534.0	2.3	4.4	1.7	1.2	0.5
3 V NaCl ekstr.	23.0	1.9	5562.7	1.3	59517.6	0.5	16051.2	0.6	- <sup>c</sup>	3.0	0.1	2.4
4 V H2O ekstr.	34.8	6.5	79279.6	0.9	190381.0	0.6	6074.6	0.6	- <sup>c</sup>	0.4	2.3	0.2
4 V NaCl ekstr.	26.2	1.3	44487.0	1.5	232656.4	1.0	7426.4	0.4	0.2	2.8	0.2	3.0
5 V H2O ekstr.	35.8	0.6	61994.9	0.6	113564.1	1.4	7239.5	2.2	3.2	1.8	1.9	0.7
5 V NaCl ekstr.	25.9	2.0	47016.9	1.5	101028.1	1.1	19677.9	0.9	- <sup>c</sup>	4.9	0.6	0.7
6 V H2O ekstr.	26.8	5.2	35979.7	11.2	52895.6	1.9	7994.1	1.5	0.1	2.2	0.9	1.2
6 V NaCl ekstr.	15.3	3.8	36962.9	0.4	124242.5	0.8	18172.5	1.9	- <sup>c</sup>	7.9	1.2	14.8
7 V H2O ekstr.	24.4	2.4	46839.3	2.0	78003.9	0.9	13242.5	2.2	- <sup>c</sup>	3.3	1.7	0.8
7 V NaCl ekstr.	20.6	2.1	34579.9	1.6	50282.8	0.6	25840.6	1.9	- <sup>c</sup>	4.1	2.1	0.6
8 V H2O ekstr.	41.2	2.7	90628.0	1.0	130784.2	0.6	11280.0	1.1	9.3	0.6	2.2	2.4
8 V NaCl ekstr.	19.3	3.3	98233.1	0.9	208660.7	1.0	24166.3	0.8	9.6	0.7	0.1	0.3
1-4 S H2O+NaCl	26.3	4.3	10002.6	0.6	9653.7	1.5	1168.7	4.7	0.3	8.3	0.7	1.9
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	28.5	8.2	13.8	82.8	3.6	46.9	19.6	- <sup>c</sup>	11.1	- <sup>c</sup>	10.5
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	30.4	- <sup>c</sup>	45.6	175.2	2.0	101.8	25.0	- <sup>c</sup>	6.5	- <sup>c</sup>	2.2

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	0.8	5.5	16.5	2.7	- <sup>c</sup>	5.1	- <sup>c</sup>	6.2	1.4	2.0	100.9	3.2
1-0	286.9	0.6	597.1	0.1	0.5	1.6	7.6	0.5	124.9	0.2	346.8	0.5
2-0	240.0	0.5	423.1	0.3	- <sup>c</sup>	3.5	11.4	1.0	86.8	0.7	282.3	0.2
3-0	264.1	0.3	699.1	1.2	0.1	1.3	10.4	1.4	113.6	0.7	416.4	0.9
4-0	221.3	0.5	578.6	0.6	0.4	0.9	2.6	1.6	116.7	1.1	392.9	1.1
5-0	380.6	0.1	322.5	1.1	0.2	2.4	29.4	1.0	76.1	1.0	367.2	0.3
6-0	387.4	0.3	279.2	0.8	0.4	1.0	37.9	0.9	134.3	0.1	338.8	0.4
7-0	951.1	1.5	399.6	0.9	0.3	2.8	10.0	0.8	182.1	0.9	312.1	0.2
8-0	370.3	1.3	344.6	0.7	0.4	0.6	20.9	1.4	103.5	1.2	380.8	0.8
<i>kontrolšk.</i>	0.0	2.7	0.0	2.3	- <sup>c</sup>	1.3	- <sup>c</sup>	3.9	2.5	3.2	- <sup>c</sup>	1.4
1 S H2O	392.2	1.7	752.3	1.5	0.6	1.4	0.2	2.0	73.3	0.8	502.1	0.3
1 S NaCl	421.5	0.5	773.9	0.4	0.5	2.7	1.1	0.6	78.9	0.5	557.2	1.0
2 S H2O	300.8	0.6	484.3	0.5	0.1	0.3	3.4	0.9	52.3	0.6	355.3	0.5
2 S NaCl	245.4	0.7	456.5	0.6	0.1	2.5	4.4	2.0	62.2	1.4	296.6	0.8
3 S H2O	293.2	1.7	668.6	1.7	0.2	0.5	2.1	1.6	53.4	1.5	484.7	0.8
3 S NaCl	246.1	0.7	634.6	0.2	0.2	0.4	2.1	1.4	55.4	0.7	420.1	1.4
4 S H2O	309.9	1.4	848.2	0.7	0.3	2.5	- <sup>c</sup>	1.5	66.2	0.7	558.2	0.5
4 S NaCl	303.1	1.2	837.9	0.9	0.4	1.7	- <sup>c</sup>	1.2	63.2	0.8	584.6	0.4
<i>kontrolšk.</i>	0.0	4.1	0.0	1.8	- <sup>c</sup>	8.4	- <sup>c</sup>	4.6	1.1	5.8	- <sup>c</sup>	3.7
5 S H2O	479.1	0.5	450.5	1.0	0.2	2.3	7.4	2.6	102.9	0.9	544.4	0.8
5 S NaCl	407.3	0.0	436.6	0.4	0.1	1.9	4.7	1.6	99.0	1.0	506.2	0.4
6 S H2O	453.1	1.2	403.5	0.4	0.4	0.9	12.4	1.2	150.5	1.1	454.0	0.7
6 S NaCl	380.4	0.3	359.4	1.4	0.3	0.8	7.5	1.0	141.5	0.7	548.4	0.6
7 S H2O	818.6	0.8	412.6	0.1	0.4	1.0	1.3	1.3	179.4	0.4	332.1	0.4
7 S NaCl	818.1	1.1	485.3	0.8	0.3	1.3	2.7	0.5	194.3	0.3	364.1	0.7
8 S H2O	290.6	1.3	345.9	1.1	0.1	0.1	2.9	0.8	102.6	2.2	446.5	1.5
8 S NaCl	219.1	1.0	356.5	1.0	0.3	1.3	7.3	2.2	100.5	2.0	381.9	1.2

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	0.2	0.4	4.2	1.8	- <sup>c</sup>	0.6	- <sup>c</sup>	3.6	2.8	0.4	- <sup>c</sup>	2.5
1 V H2O	271.1	1.1	531.3	1.4	0.6	1.1	2.8	1.5	112.6	1.2	357.5	0.5
1 V NaCl	301.4	1.1	572.8	1.0	1.1	2.6	6.7	1.6	125.5	1.3	426.2	0.8
2 V H2O	214.0	1.4	357.7	0.9	0.2	1.3	9.4	0.7	81.3	0.5	327.9	0.5
2 V NaCl	178.9	0.2	334.7	0.3	0.1	1.3	7.0	1.7	77.4	1.3	279.2	1.5
3 V H2O	282.1	1.5	438.7	0.6	0.3	1.3	10.5	1.5	105.9	1.0	456.9	0.8
3 V NaCl	272.3	0.9	486.1	0.2	0.4	1.6	7.7	0.9	79.7	0.5	410.2	0.3
4 V H2O	202.1	0.7	586.6	0.5	0.1	1.1	0.7	1.1	114.6	0.3	437.4	0.7
4 V NaCl	244.5	0.8	615.6	0.1	0.9	1.4	1.6	1.7	109.7	0.3	496.4	1.1
<i>kontrolšk.</i>	0.0	5.0	2.3	28.5	- <sup>c</sup>	3.5	- <sup>c</sup>	5.0	1.9	4.2	- <sup>c</sup>	2.0
5 V H2O	311.8	1.2	342.3	0.8	0.5	1.5	27.5	0.1	68.4	0.5	463.7	1.1
5 V NaCl	333.3	0.2	313.6	0.5	0.6	1.9	45.4	1.1	177.5	1.1	428.6	1.7
6 V H2O	335.4	1.3	367.2	2.1	1.3	2.1	28.9	1.3	150.9	1.9	529.7	1.3
6 V NaCl	382.7	1.0	355.1	0.6	0.5	0.6	25.9	0.9	105.0	0.3	452.9	0.1
7 V H2O	426.1	1.1	252.5	1.0	0.1	1.8	7.7	2.3	129.9	0.6	208.1	0.9
7 V NaCl	436.4	0.1	276.6	1.3	0.5	3.1	9.0	0.5	162.6	0.7	244.9	0.8
8 V H2O	585.6	0.3	425.0	0.8	0.2	0.7	27.2	0.5	171.1	0.4	493.4	0.4
8 V NaCl	252.9	0.3	342.0	0.7	0.6	3.0	25.7	1.0	72.6	1.9	355.8	0.6
1 S H2O ekstr.	507.1	0.4	790.8	0.5	6.3	0.6	306.3	0.5	2082.9	0.4	1647.5	0.9
1 S NaCl ekstr.	0.0	147.6	0.0	125.0	- <sup>c</sup>	57.8	- <sup>c</sup>	124.6	- <sup>c</sup>	143.0	- <sup>c</sup>	132.5
2 S H2O ekstr.	766.9	0.7	1239.1	0.1	3.3	0.7	224.7	1.2	1747.2	0.9	1652.7	0.8
2 S NaCl ekstr.	423.7	0.9	661.2	3.0	1.6	1.1	105.9	0.6	774.8	0.5	832.3	0.7
3 S H2O ekstr.	533.0	0.3	1307.0	0.7	4.1	0.8	232.7	1.1	1615.7	1.1	2222.1	1.0
3 S NaCl ekstr.	384.1	0.8	854.9	0.2	1.9	1.4	87.3	0.7	847.0	0.1	1021.2	0.4
4 S H2O ekstr.	1.1	76.9	0.8	75.9	- <sup>c</sup>	76.0	- <sup>c</sup>	75.9	4.4	76.0	- <sup>c</sup>	75.5
4 S NaCl ekstr.	367.5	0.4	985.3	0.4	4.1	0.7	62.1	0.1	863.8	0.2	589.9	0.4

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
5 S H2O ekstr.	1391.3	0.8	126.4	0.7	5.9	0.4	534.8	0.5	381.1	0.5	639.1	0.6
5 S NaCl ekstr.	706.6	0.8	27.6	0.6	1.7	1.2	190.1	0.5	113.3	0.5	234.3	0.6
6 S H2O ekstr.	1036.8	0.5	79.3	0.8	5.3	0.8	438.6	0.8	725.6	0.2	693.9	0.7
6 S NaCl ekstr.	489.3	0.8	27.5	0.3	1.7	1.0	160.0	0.1	209.4	0.2	116.1	0.3
7 S H2O ekstr.	1807.3	0.3	36.8	0.4	4.2	0.3	143.8	0.6	657.7	0.1	282.4	0.5
7 S NaCl ekstr.	1180.2	0.2	17.1	1.1	1.5	0.8	55.4	0.6	159.0	0.4	88.9	0.4
8 S H2O ekstr.	1713.1	0.4	36.9	0.6	3.8	0.4	297.5	0.5	448.2	0.2	463.2	0.5
8 S NaCl ekstr.	1121.1	0.7	19.4	0.2	1.2	2.1	110.5	0.5	136.9	0.3	280.6	0.5
1 V H2O ekstr.	344.3	0.6	483.7	0.9	0.9	0.3	27.6	0.7	757.0	0.8	478.8	0.9
1 V NaCl ekstr.	267.1	0.4	207.5	0.4	0.2	1.0	8.8	0.5	278.2	0.5	164.8	0.1
2 V H2O ekstr.	111.2	0.8	179.9	0.5	- <sup>c</sup>	2.3	37.0	1.3	304.9	0.6	280.1	1.1
2 V NaCl ekstr.	264.9	0.7	123.8	0.5	- <sup>c</sup>	4.3	11.9	1.4	159.5	0.6	186.4	0.8
3 V H2O ekstr.	70.7	0.8	180.4	0.5	- <sup>c</sup>	1.7	28.6	0.4	248.7	0.5	135.4	0.1
3 V NaCl ekstr.	205.1	0.3	106.1	0.4	- <sup>c</sup>	1.2	9.9	0.9	153.7	0.6	83.1	0.7
4 V H2O ekstr.	355.0	0.6	805.0	0.4	0.6	1.6	22.9	0.5	449.2	0.7	292.4	0.2
4 V NaCl ekstr.	233.5	0.6	653.5	0.4	0.3	1.7	11.7	0.4	246.5	0.0	71.6	0.2
5 V H2O ekstr.	171.8	0.5	125.7	0.2	0.7	1.0	101.1	0.6	426.0	0.6	180.3	0.7
5 V NaCl ekstr.	324.4	0.5	52.1	0.6	- <sup>c</sup>	1.1	37.4	0.1	100.0	0.5	67.1	0.6
6 V H2O ekstr.	203.5	0.4	87.7	0.5	0.2	0.4	25.5	0.5	290.9	0.2	70.1	0.6
6 V NaCl ekstr.	349.9	0.4	41.0	0.7	0.1	2.6	30.5	0.3	118.7	0.1	51.5	0.4
7 V H2O ekstr.	863.0	0.8	103.0	0.5	0.3	0.5	34.8	0.2	180.5	0.2	98.7	0.7
7 V NaCl ekstr.	1021.9	0.7	38.5	0.4	- <sup>c</sup>	4.4	7.3	0.2	106.3	0.6	17.8	0.8
8 V H2O ekstr.	282.4	0.3	147.2	0.5	0.3	2.3	98.2	0.4	439.7	0.5	185.0	0.7
8 V NaCl ekstr.	512.6	0.2	217.5	0.4	0.2	2.0	71.5	0.3	65.7	0.5	247.5	0.5
1-4 S H2O+NaCl	13.4	0.7	89.4	0.3	0.7	1.8	4.5	1.7	43.5	0.3	- <sup>c</sup>	0.6
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	3.5	- <sup>c</sup>	3.6	- <sup>c</sup>	17.0	- <sup>c</sup>	2.7	7.2	2.4	- <sup>c</sup>	5.3
kontrolšk.	- <sup>c</sup>	0.3	- <sup>c</sup>	4.9	- <sup>c</sup>	10.8	- <sup>c</sup>	2.9	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	3.5

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	As		Se		Rb		Sr		Cd		Cs	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	9.3	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	8.8	- <sup>c</sup>	5.4	- <sup>c</sup>	2.3
1-0	- <sup>c</sup>	11.4	- <sup>c</sup>	24.2	90.2	0.8	159.1	0.7	- <sup>c</sup>	5.3	- <sup>c</sup>	1.8
2-0	- <sup>c</sup>	15.5	- <sup>c</sup>	13.5	112.6	1.0	105.5	0.9	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	1.5
3-0	- <sup>c</sup>	6.7	- <sup>c</sup>	30.2	102.9	1.3	117.4	1.0	- <sup>c</sup>	3.8	- <sup>c</sup>	0.1
4-0	- <sup>c</sup>	8.7	- <sup>c</sup>	27.6	92.0	0.7	120.7	1.3	- <sup>c</sup>	14.1	- <sup>c</sup>	0.6
5-0	- <sup>c</sup>	14.2	- <sup>c</sup>	18.3	29.2	0.8	38.8	0.2	- <sup>c</sup>	14.3	- <sup>c</sup>	2.1
6-0	- <sup>c</sup>	11.2	- <sup>c</sup>	27.0	96.3	1.0	124.7	0.6	- <sup>c</sup>	16.9	- <sup>c</sup>	0.6
7-0	- <sup>c</sup>	10.6	- <sup>c</sup>	5.9	87.2	1.1	282.8	1.0	- <sup>c</sup>	20.8	- <sup>c</sup>	0.9
8-0	- <sup>c</sup>	3.8	- <sup>c</sup>	24.8	44.4	0.7	69.9	0.8	- <sup>c</sup>	25.0	- <sup>c</sup>	0.2
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	19.9	- <sup>c</sup>	42.8	- <sup>c</sup>	6.2	- <sup>c</sup>	7.3	- <sup>c</sup>	43.3	- <sup>c</sup>	1.2
1 S H2O	- <sup>c</sup>	10.7	- <sup>c</sup>	32.7	58.1	0.6	243.6	0.5	- <sup>c</sup>	11.3	0.1	1.9
1 S NaCl	- <sup>c</sup>	12.1	- <sup>c</sup>	32.8	37.8	0.7	257.0	0.1	- <sup>c</sup>	10.2	0.3	0.4
2 S H2O	- <sup>c</sup>	11.4	- <sup>c</sup>	13.6	77.6	0.1	159.1	1.0	- <sup>c</sup>	3.2	0.1	0.4
2 S NaCl	- <sup>c</sup>	11.2	- <sup>c</sup>	22.7	51.4	0.7	143.1	0.3	- <sup>c</sup>	7.4	0.1	1.5
3 S H2O	- <sup>c</sup>	12.6	- <sup>c</sup>	4.6	53.4	1.4	139.9	0.9	- <sup>c</sup>	9.7	0.1	1.3
3 S NaCl	- <sup>c</sup>	7.4	- <sup>c</sup>	34.0	32.6	0.5	131.5	0.7	- <sup>c</sup>	1.8	0.1	0.6
4 S H2O	- <sup>c</sup>	18.5	- <sup>c</sup>	6.7	56.7	0.4	189.6	0.9	- <sup>c</sup>	13.3	0.1	1.2
4 S NaCl	- <sup>c</sup>	17.4	- <sup>c</sup>	6.7	28.4	1.5	202.1	1.3	- <sup>c</sup>	6.3	0.1	1.5
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	22.0	- <sup>c</sup>	60.6	- <sup>c</sup>	12.9	- <sup>c</sup>	8.3	- <sup>c</sup>	50.0	- <sup>c</sup>	3.8
5 S H2O	- <sup>c</sup>	9.6	- <sup>c</sup>	29.8	15.1	0.6	53.6	1.2	- <sup>c</sup>	48.2	- <sup>c</sup>	3.4
5 S NaCl	- <sup>c</sup>	1.8	- <sup>c</sup>	16.5	6.6	0.6	44.9	1.1	- <sup>c</sup>	33.3	- <sup>c</sup>	3.7
6 S H2O	- <sup>c</sup>	8.8	- <sup>c</sup>	36.1	35.2	0.9	180.8	0.7	- <sup>c</sup>	23.5	- <sup>c</sup>	1.3
6 S NaCl	- <sup>c</sup>	11.2	- <sup>c</sup>	27.9	19.5	0.5	153.5	0.3	- <sup>c</sup>	24.4	- <sup>c</sup>	0.7
7 S H2O	- <sup>c</sup>	8.0	- <sup>c</sup>	25.8	34.9	0.2	291.5	0.2	- <sup>c</sup>	33.3	0.1	1.5
7 S NaCl	- <sup>c</sup>	2.1	- <sup>c</sup>	46.8	22.6	1.4	301.2	0.2	- <sup>c</sup>	24.1	- <sup>c</sup>	0.2
8 S H2O	- <sup>c</sup>	13.5	- <sup>c</sup>	5.8	9.7	0.9	62.4	0.7	- <sup>c</sup>	37.8	- <sup>c</sup>	4.3
8 S NaCl	- <sup>c</sup>	20.0	- <sup>c</sup>	18.9	5.2	0.9	59.4	1.4	- <sup>c</sup>	36.1	- <sup>c</sup>	2.9

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	As		Se		Rb		Sr		Cd		Cs	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	18.5	- <sup>c</sup>	16.4	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	1.0	- <sup>c</sup>	66.8	0.1	1.7
1 V H2O	- <sup>c</sup>	6.0	- <sup>c</sup>	15.7	70.5	1.1	151.2	0.7	- <sup>c</sup>	11.3	0.1	1.3
1 V NaCl	- <sup>c</sup>	7.3	- <sup>c</sup>	25.8	66.7	0.7	170.2	0.5	- <sup>c</sup>	6.1	0.1	1.1
2 V H2O	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	21.1	93.4	2.2	132.2	1.0	- <sup>c</sup>	7.8	0.1	1.3
2 V NaCl	- <sup>c</sup>	10.7	- <sup>c</sup>	10.6	92.1	1.2	87.9	1.5	- <sup>c</sup>	8.1	0.1	1.0
3 V H2O	- <sup>c</sup>	13.5	- <sup>c</sup>	11.8	60.4	1.4	116.2	0.7	- <sup>c</sup>	7.5	0.1	1.4
3 V NaCl	- <sup>c</sup>	3.9	- <sup>c</sup>	26.8	58.6	0.8	76.4	2.4	- <sup>c</sup>	2.2	0.1	1.4
4 V H2O	- <sup>c</sup>	4.3	- <sup>c</sup>	13.2	75.5	0.7	82.7	0.8	- <sup>c</sup>	11.6	0.1	1.6
4 V NaCl	- <sup>c</sup>	13.0	- <sup>c</sup>	8.6	35.7	0.4	114.0	1.6	- <sup>c</sup>	4.9	0.2	1.6
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	14.2	- <sup>c</sup>	33.0	- <sup>c</sup>	12.0	- <sup>c</sup>	4.7	- <sup>c</sup>	60.6	- <sup>c</sup>	0.8
5 V H2O	- <sup>c</sup>	5.9	- <sup>c</sup>	5.4	36.8	0.4	31.9	0.3	- <sup>c</sup>	29.9	- <sup>c</sup>	2.7
5 V NaCl	- <sup>c</sup>	20.5	- <sup>c</sup>	21.1	40.2	0.1	21.9	1.0	- <sup>c</sup>	24.1	- <sup>c</sup>	0.9
6 V H2O	- <sup>c</sup>	14.3	- <sup>c</sup>	17.6	42.1	1.7	143.2	1.5	- <sup>c</sup>	32.7	- <sup>c</sup>	2.2
6 V NaCl	- <sup>c</sup>	10.2	- <sup>c</sup>	32.7	46.1	0.3	86.1	0.7	- <sup>c</sup>	31.6	- <sup>c</sup>	1.2
7 V H2O	- <sup>c</sup>	15.9	- <sup>c</sup>	34.8	69.8	1.3	190.0	0.7	- <sup>c</sup>	43.3	- <sup>c</sup>	0.8
7 V NaCl	- <sup>c</sup>	18.6	- <sup>c</sup>	24.2	48.2	1.0	174.8	0.9	- <sup>c</sup>	22.3	- <sup>c</sup>	1.2
8 V H2O	- <sup>c</sup>	13.2	- <sup>c</sup>	19.4	21.1	1.3	103.7	0.3	- <sup>c</sup>	16.4	- <sup>c</sup>	1.0
8 V NaCl	- <sup>c</sup>	3.6	- <sup>c</sup>	12.2	10.4	1.2	43.6	0.4	- <sup>c</sup>	32.9	- <sup>c</sup>	1.1
1 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	22.5	922.8	0.8	87.8	1.1	- <sup>c</sup>	4.3	1.1	0.1
1 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	31.5	- <sup>c</sup>	40.3	- <sup>c</sup>	121.6	- <sup>c</sup>	125.5	- <sup>c</sup>	173.2	- <sup>c</sup>	3.2
2 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	7.8	- <sup>c</sup>	22.1	1498.3	0.5	85.6	0.9	- <sup>c</sup>	0.9	1.5	0.7
2 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	13.3	- <sup>c</sup>	35.0	870.8	1.5	45.2	1.4	- <sup>c</sup>	4.1	2.1	6.3
3 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	7.9	- <sup>c</sup>	12.2	976.9	0.7	71.5	0.6	- <sup>c</sup>	2.5	1.8	3.6
3 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	12.1	- <sup>c</sup>	23.9	544.0	0.9	42.1	0.4	- <sup>c</sup>	1.7	1.8	2.6
4 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	58.8	- <sup>c</sup>	18.2	0.09	70.3	- <sup>c</sup>	76.5	- <sup>c</sup>	87.2	1.0	7.1
4 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	6.7	- <sup>c</sup>	8.1	588.2	0.4	39.2	0.3	- <sup>c</sup>	11.7	1.7	3.3

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	As		Se		Rb		Sr		Cd		Cs	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
5 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	11.7	- <sup>c</sup>	14.9	513.4	0.3	54.5	1.2	- <sup>c</sup>	2.1	1.1	6.5
5 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	11.6	- <sup>c</sup>	5.4	229.4	0.8	30.1	0.5	- <sup>c</sup>	8.8	1.0	3.3
6 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	17.4	960.6	0.4	132.5	0.2	- <sup>c</sup>	4.9	4.1	1.8
6 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	4.3	- <sup>c</sup>	38.0	479.6	0.6	112.5	0.9	- <sup>c</sup>	15.6	2.5	1.2
7 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	4.6	- <sup>c</sup>	21.7	938.8	1.0	263.0	1.0	- <sup>c</sup>	11.6	3.1	2.6
7 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	6.4	- <sup>c</sup>	19.2	465.4	0.5	323.3	0.5	- <sup>c</sup>	3.0	1.9	2.0
8 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	7.2	- <sup>c</sup>	4.7	584.0	0.6	90.2	1.3	- <sup>c</sup>	7.7	1.2	6.0
8 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	4.3	- <sup>c</sup>	30.8	257.2	0.3	79.0	0.1	- <sup>c</sup>	5.6	0.9	0.9
1 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	9.1	- <sup>c</sup>	19.5	178.3	0.7	36.1	0.3	- <sup>c</sup>	1.4	0.8	4.1
1 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	15.5	- <sup>c</sup>	58.8	131.1	0.9	54.8	0.7	- <sup>c</sup>	1.8	1.3	5.6
2 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	7.7	- <sup>c</sup>	23.6	102.2	0.7	13.9	0.2	- <sup>c</sup>	0.8	1.8	5.5
2 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	10.9	- <sup>c</sup>	42.4	273.7	0.3	31.8	0.5	- <sup>c</sup>	13.2	1.7	1.6
3 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	31.9	55.8	0.9	7.8	1.0	- <sup>c</sup>	7.5	2.1	5.0
3 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	14.7	- <sup>c</sup>	43.6	62.4	0.8	21.6	0.3	- <sup>c</sup>	10.4	1.6	0.4
4 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	15.9	- <sup>c</sup>	7.0	480.2	0.5	20.8	0.6	- <sup>c</sup>	6.8	2.3	5.9
4 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	20.7	- <sup>c</sup>	9.1	249.6	0.5	14.3	0.6	- <sup>c</sup>	11.8	1.3	0.9
5 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	6.8	- <sup>c</sup>	7.1	123.9	1.2	22.3	0.6	- <sup>c</sup>	5.6	1.7	4.9
5 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	21.3	- <sup>c</sup>	45.4	107.0	0.6	15.8	0.6	- <sup>c</sup>	3.8	1.2	0.6
6 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	9.2	- <sup>c</sup>	49.2	94.7	2.9	36.4	0.3	- <sup>c</sup>	8.7	2.1	2.9
6 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	7.5	- <sup>c</sup>	33.3	270.9	0.3	46.7	0.5	- <sup>c</sup>	3.8	1.7	0.5
7 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	14.5	- <sup>c</sup>	11.0	284.6	0.4	138.7	0.4	- <sup>c</sup>	3.6	2.7	2.8
7 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	14.3	- <sup>c</sup>	20.4	113.4	0.5	164.7	1.1	- <sup>c</sup>	13.3	1.2	0.5
8 V H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	6.3	- <sup>c</sup>	17.3	150.0	0.6	45.7	0.3	- <sup>c</sup>	6.0	1.3	4.7
8 V NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	11.8	- <sup>c</sup>	14.8	143.7	0.6	23.0	0.3	- <sup>c</sup>	10.4	0.7	1.9
1-4 S H2O+NaCl	- <sup>c</sup>	5.6	- <sup>c</sup>	46.5	22.1	0.9	1.3	1.0	- <sup>c</sup>	18.0	0.5	2.2
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	8.7	- <sup>c</sup>	28.4	- <sup>c</sup>	4.2	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	86.6	1.4	3.5
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	36.5	- <sup>c</sup>	11.1	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	4.4	- <sup>c</sup>	44.1	2.3	2.3

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Ba		La		Ce		Pb		Bi	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	14.9	- <sup>c</sup>	5.9	- <sup>c</sup>	15.9	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	5.2
1-0	33.1	1.0	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	1.7	2.3	1.1	- <sup>c</sup>	1.5
2-0	25.5	1.6	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	6.8	- <sup>c</sup>	2.9	- <sup>c</sup>	3.8
3-0	23.1	1.8	- <sup>c</sup>	1.8	- <sup>c</sup>	1.6	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	4.8
4-0	65.2	1.0	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	3.2	- <sup>c</sup>	0.9	- <sup>c</sup>	6.9
5-0	20.8	1.3	- <sup>c</sup>	1.1	0.1	0.5	- <sup>c</sup>	0.8	- <sup>c</sup>	8.5
6-0	29.3	0.7	- <sup>c</sup>	6.2	- <sup>c</sup>	6.6	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	7.2
7-0	56.6	0.2	- <sup>c</sup>	3.5	- <sup>c</sup>	6.9	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	2.1
8-0	17.1	0.5	- <sup>c</sup>	20.3	- <sup>c</sup>	3.1	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	2.5
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	5.9	- <sup>c</sup>	5.9	- <sup>c</sup>	21.2	- <sup>c</sup>	6.9	- <sup>c</sup>	1.0
1 S H2O	50.3	0.3	- <sup>c</sup>	3.3	- <sup>c</sup>	4.9	- <sup>c</sup>	1.3	- <sup>c</sup>	2.6
1 S NaCl	54.2	0.2	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	1.9	- <sup>c</sup>	2.1	- <sup>c</sup>	12.2
2 S H2O	38.4	0.5	- <sup>c</sup>	1.8	- <sup>c</sup>	0.7	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	7.8
2 S NaCl	35.1	1.0	- <sup>c</sup>	10.0	- <sup>c</sup>	7.4	- <sup>c</sup>	5.3	- <sup>c</sup>	8.1
3 S H2O	20.8	1.7	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	4.2	- <sup>c</sup>	1.2	- <sup>c</sup>	8.9
3 S NaCl	19.8	1.2	- <sup>c</sup>	4.3	- <sup>c</sup>	2.9	- <sup>c</sup>	1.6	- <sup>c</sup>	3.2
4 S H2O	104.4	0.5	- <sup>c</sup>	4.1	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	4.7
4 S NaCl	103.4	0.3	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	3.2	- <sup>c</sup>	0.9	- <sup>c</sup>	12.0
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	17.5	- <sup>c</sup>	35.2	- <sup>c</sup>	46.2	- <sup>c</sup>	5.4	- <sup>c</sup>	7.3
5 S H2O	29.5	0.8	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	2.9	- <sup>c</sup>	3.6
5 S NaCl	27.6	0.9	- <sup>c</sup>	3.2	- <sup>c</sup>	3.7	3.1	1.7	- <sup>c</sup>	9.3
6 S H2O	47.8	0.5	- <sup>c</sup>	4.3	- <sup>c</sup>	1.5	- <sup>c</sup>	0.8	- <sup>c</sup>	7.2
6 S NaCl	39.3	0.5	- <sup>c</sup>	3.9	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	5.8	- <sup>c</sup>	5.0
7 S H2O	60.3	0.3	- <sup>c</sup>	5.1	- <sup>c</sup>	1.1	- <sup>c</sup>	4.4	- <sup>c</sup>	11.1
7 S NaCl	67.0	0.8	- <sup>c</sup>	7.4	- <sup>c</sup>	4.4	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	17.3
8 S H2O	17.5	0.9	- <sup>c</sup>	5.8	- <sup>c</sup>	6.9	- <sup>c</sup>	2.3	0.4	4.0
8 S NaCl	16.1	1.4	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	7.0	- <sup>c</sup>	1.1	- <sup>c</sup>	1.9

-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

GRUPA	Ba		La		Ce		Pb		Bi	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
<i>kontrolšk.</i>	0.0	10.5	- <sup>c</sup>	2.0	- <sup>c</sup>	5.6	- <sup>c</sup>	2.0	- <sup>c</sup>	7.4
1 V H2O	33.6	0.6	- <sup>c</sup>	3.3	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	3.7	- <sup>c</sup>	5.0
1 V NaCl	28.2	0.8	- <sup>c</sup>	4.0	- <sup>c</sup>	11.5	- <sup>c</sup>	2.1	- <sup>c</sup>	2.9
2 V H2O	24.4	1.7	- <sup>c</sup>	4.1	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	0.5	- <sup>c</sup>	3.6
2 V NaCl	18.3	1.6	- <sup>c</sup>	3.6	- <sup>c</sup>	6.5	- <sup>c</sup>	0.6	- <sup>c</sup>	8.1
3 V H2O	20.3	2.1	- <sup>c</sup>	4.4	- <sup>c</sup>	4.7	- <sup>c</sup>	3.3	- <sup>c</sup>	3.5
3 V NaCl	6.1	0.9	- <sup>c</sup>	4.5	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	1.0	- <sup>c</sup>	1.8
4 V H2O	122.9	0.5	- <sup>c</sup>	8.7	- <sup>c</sup>	12.0	- <sup>c</sup>	1.0	- <sup>c</sup>	3.2
4 V NaCl	43.4	0.8	- <sup>c</sup>	0.2	- <sup>c</sup>	27.3	- <sup>c</sup>	5.2	- <sup>c</sup>	3.4
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	4.1	- <sup>c</sup>	18.3	- <sup>c</sup>	9.0	- <sup>c</sup>	5.1	- <sup>c</sup>	3.8
5 V H2O	10.9	1.7	- <sup>c</sup>	5.6	- <sup>c</sup>	11.2	- <sup>c</sup>	1.6	- <sup>c</sup>	3.0
5 V NaCl	7.7	0.1	- <sup>c</sup>	10.4	- <sup>c</sup>	3.9	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	4.5
6 V H2O	122.4	1.0	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	6.7	- <sup>c</sup>	1.3	- <sup>c</sup>	7.0
6 V NaCl	34.6	1.3	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	6.7	- <sup>c</sup>	1.4	- <sup>c</sup>	10.1
7 V H2O	21.6	1.4	- <sup>c</sup>	6.6	- <sup>c</sup>	7.8	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	2.3
7 V NaCl	31.3	0.6	- <sup>c</sup>	9.0	- <sup>c</sup>	3.1	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	3.4
8 V H2O	29.6	0.5	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	11.7	- <sup>c</sup>	1.0	- <sup>c</sup>	7.1
8 V NaCl	17.9	0.7	- <sup>c</sup>	10.7	- <sup>c</sup>	12.1	- <sup>c</sup>	2.1	- <sup>c</sup>	1.1
1 S H2O ekstr.	23.4	1.7	0.1	3.1	0.1	2.3	20.9	1.4	0.8	19.0
1 S NaCl ekstr.	- <sup>c</sup>	145.5	- <sup>c</sup>	155.6	- <sup>c</sup>	173.2	- <sup>c</sup>	13.5	- <sup>c</sup>	43.6
2 S H2O ekstr.	28.0	0.4	0.1	0.8	0.2	26.3	23.4	0.9	- <sup>c</sup>	7.7
2 S NaCl ekstr.	9.7	1.1	- <sup>c</sup>	1.7	- <sup>c</sup>	1.8	5.8	1.4	- <sup>c</sup>	2.3
3 S H2O ekstr.	19.1	0.7	- <sup>c</sup>	1.2	- <sup>c</sup>	1.6	20.8	1.2	- <sup>c</sup>	4.1
3 S NaCl ekstr.	6.9	1.5	- <sup>c</sup>	3.0	- <sup>c</sup>	0.9	6.2	3.1	- <sup>c</sup>	3.8
4 S H2O ekstr.	- <sup>c</sup>	78.6	- <sup>c</sup>	77.0	- <sup>c</sup>	74.4	- <sup>c</sup>	19.5	- <sup>c</sup>	67.0
4 S NaCl ekstr.	9.5	1.6	- <sup>c</sup>	2.3	- <sup>c</sup>	1.8	6.0	1.4	- <sup>c</sup>	7.6

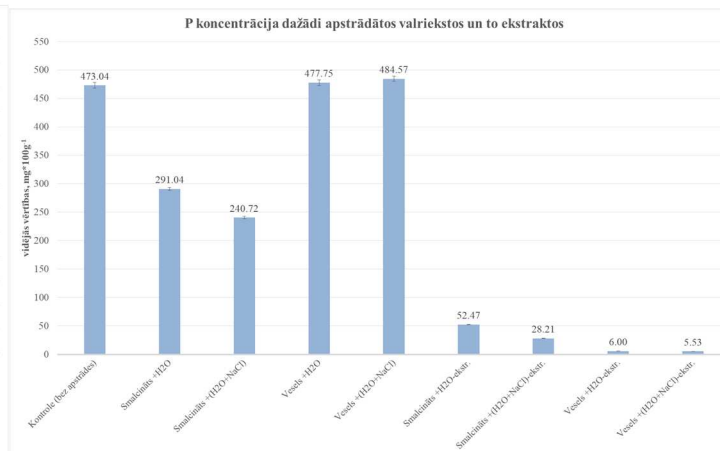
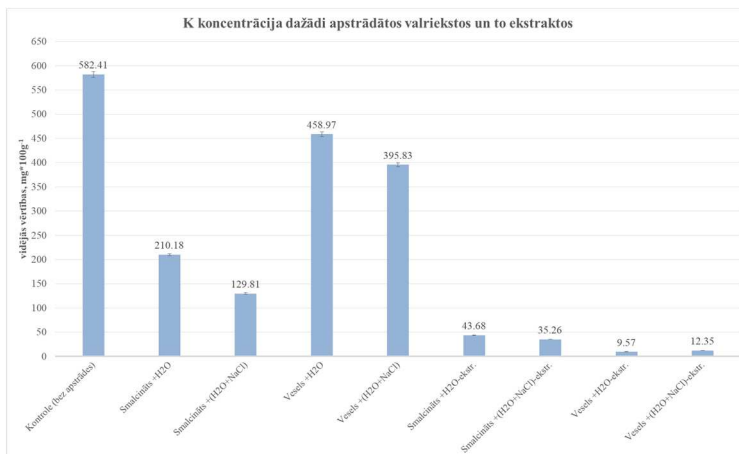
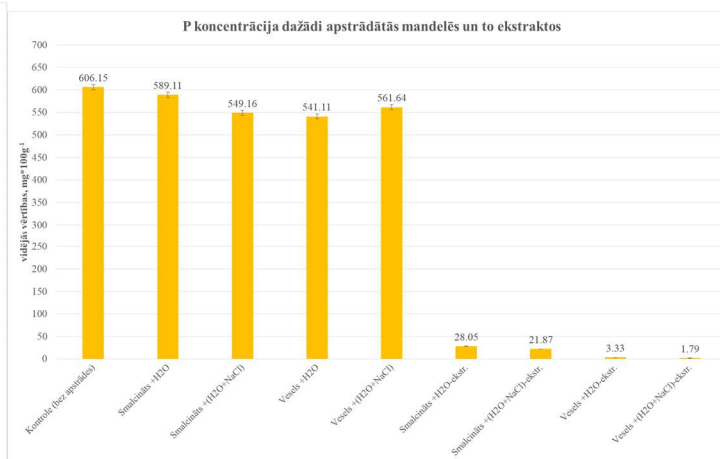
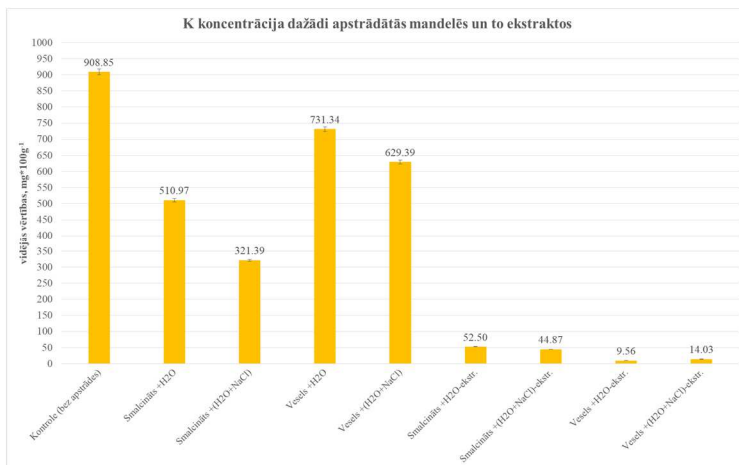
-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robežas

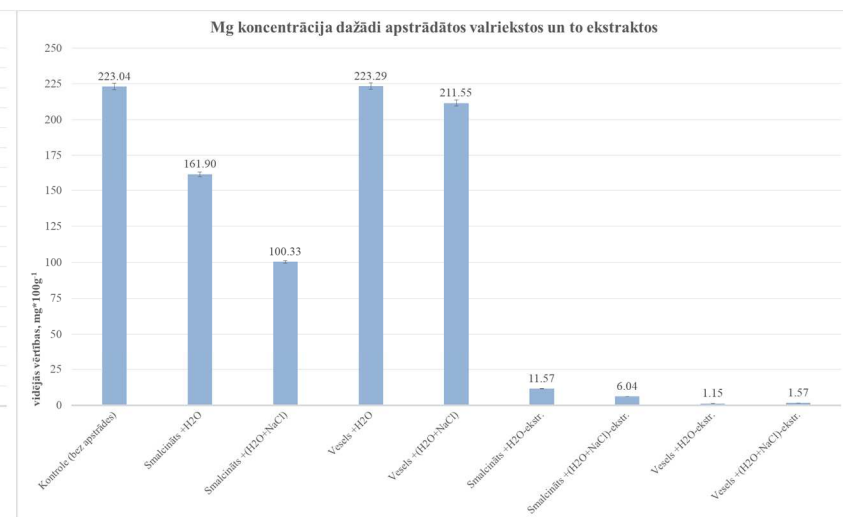
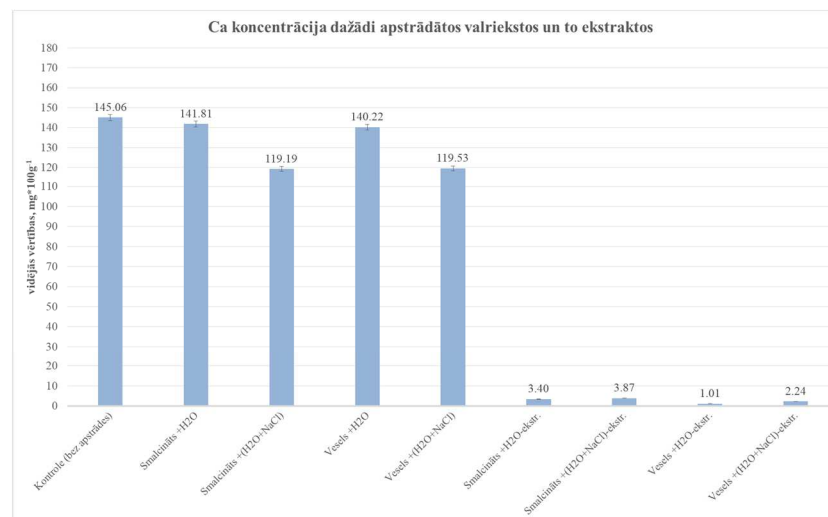
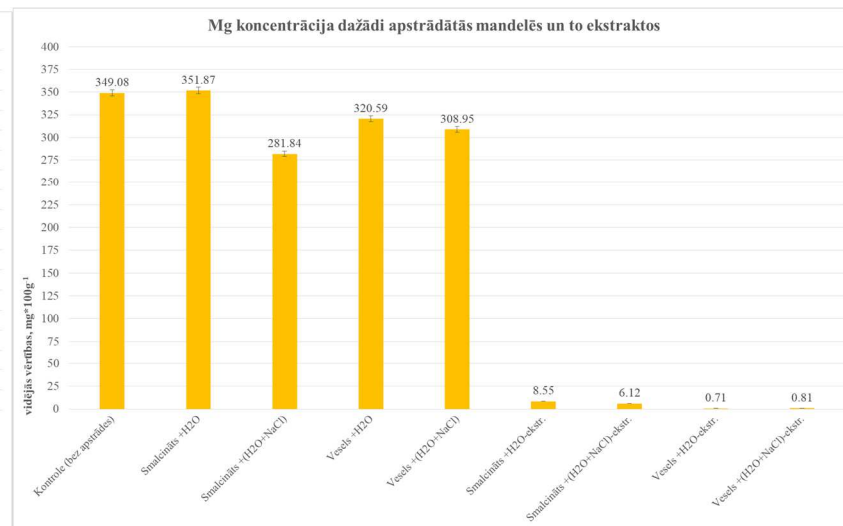
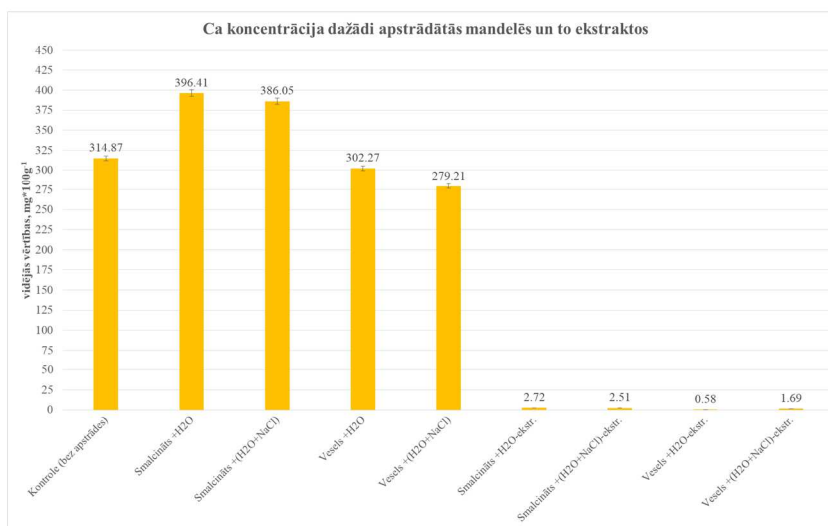
GRUPA	Ba		La		Ce		Pb		Bi	
	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD	ug/L	RSD
5 S H2O ekstr.	13.9	0.4	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	1.9	17.7	0.8	- <sup>c</sup>	12.3
5 S NaCl ekstr.	3.9	2.7	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	2.7	3.9	1.8	- <sup>c</sup>	11.4
6 S H2O ekstr.	21.2	1.0	0.3	2.0	- <sup>c</sup>	0.3	22.8	0.3	- <sup>c</sup>	9.6
6 S NaCl ekstr.	5.9	1.0	- <sup>c</sup>	4.6	- <sup>c</sup>	6.6	2.3	0.4	- <sup>c</sup>	14.5
7 S H2O ekstr.	18.2	0.4	- <sup>c</sup>	2.0	- <sup>c</sup>	0.4	14.0	0.8	- <sup>c</sup>	12.9
7 S NaCl ekstr.	14.6	1.0	- <sup>c</sup>	4.7	- <sup>c</sup>	2.5	4.0	1.1	- <sup>c</sup>	8.5
8 S H2O ekstr.	12.8	2.9	- <sup>c</sup>	2.4	- <sup>c</sup>	0.5	18.9	0.3	- <sup>c</sup>	14.4
8 S NaCl ekstr.	6.2	1.9	- <sup>c</sup>	1.7	- <sup>c</sup>	5.6	2.4	0.7	- <sup>c</sup>	11.3
1 V H2O ekstr.	8.8	1.1	- <sup>c</sup>	2.8	- <sup>c</sup>	1.3	10.7	0.9	- <sup>c</sup>	3.3
1 V NaCl ekstr.	10.9	0.4	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	3.5	3.9	0.4	- <sup>c</sup>	3.6
2 V H2O ekstr.	1.6	0.8	- <sup>c</sup>	8.1	- <sup>c</sup>	1.7	0.6	0.7	- <sup>c</sup>	6.8
2 V NaCl ekstr.	6.4	0.9	- <sup>c</sup>	1.0	- <sup>c</sup>	2.1	1.7	0.8	- <sup>c</sup>	2.2
3 V H2O ekstr.	1.3	2.8	- <sup>c</sup>	4.9	- <sup>c</sup>	2.0	1.4	1.6	- <sup>c</sup>	10.2
3 V NaCl ekstr.	1.5	0.0	- <sup>c</sup>	3.7	- <sup>c</sup>	4.6	1.7	1.2	- <sup>c</sup>	10.1
4 V H2O ekstr.	8.5	0.5	- <sup>c</sup>	1.4	- <sup>c</sup>	1.4	2.8	1.0	- <sup>c</sup>	0.7
4 V NaCl ekstr.	1.9	2.5	- <sup>c</sup>	3.4	- <sup>c</sup>	1.5	3.2	0.9	- <sup>c</sup>	10.6
5 V H2O ekstr.	5.2	2.0	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	1.0	7.4	1.5	- <sup>c</sup>	12.8
5 V NaCl ekstr.	3.2	2.3	- <sup>c</sup>	0.5	- <sup>c</sup>	1.4	4.9	1.2	- <sup>c</sup>	21.4
6 V H2O ekstr.	7.2	0.4	- <sup>c</sup>	2.7	- <sup>c</sup>	2.8	9.4	1.1	- <sup>c</sup>	9.3
6 V NaCl ekstr.	6.1	1.7	- <sup>c</sup>	1.6	- <sup>c</sup>	4.0	9.8	0.9	- <sup>c</sup>	14.3
7 V H2O ekstr.	10.6	1.2	- <sup>c</sup>	4.6	- <sup>c</sup>	0.8	15.4	0.2	- <sup>c</sup>	7.8
7 V NaCl ekstr.	14.1	0.4	- <sup>c</sup>	2.5	- <sup>c</sup>	4.6	1.7	1.7	- <sup>c</sup>	5.9
8 V H2O ekstr.	9.0	2.4	- <sup>c</sup>	1.2	- <sup>c</sup>	1.3	19.0	0.2	- <sup>c</sup>	4.2
8 V NaCl ekstr.	3.3	0.5	0.4	0.3	- <sup>c</sup>	1.8	1.4	0.2	- <sup>c</sup>	16.3
1-4 S H2O+NaCl	- <sup>c</sup>	4.6	- <sup>c</sup>	4.9	- <sup>c</sup>	7.8	0.5	2.4	- <sup>c</sup>	4.6
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	13.1	- <sup>c</sup>	24.4	- <sup>c</sup>	124.9	- <sup>c</sup>	2.0	- <sup>c</sup>	10.1
<i>kontrolšk.</i>	- <sup>c</sup>	3.7	- <sup>c</sup>	22.5	- <sup>c</sup>	49.5	- <sup>c</sup>	6.2	- <sup>c</sup>	3.0

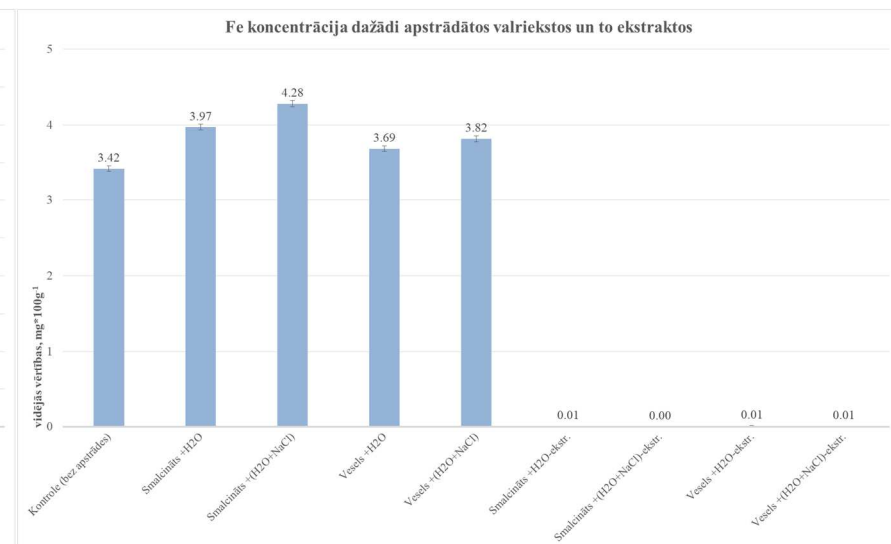
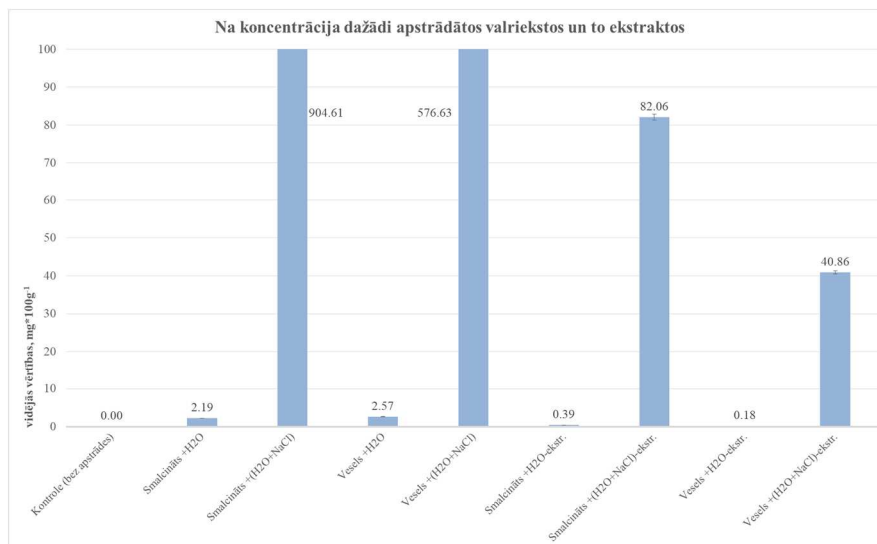
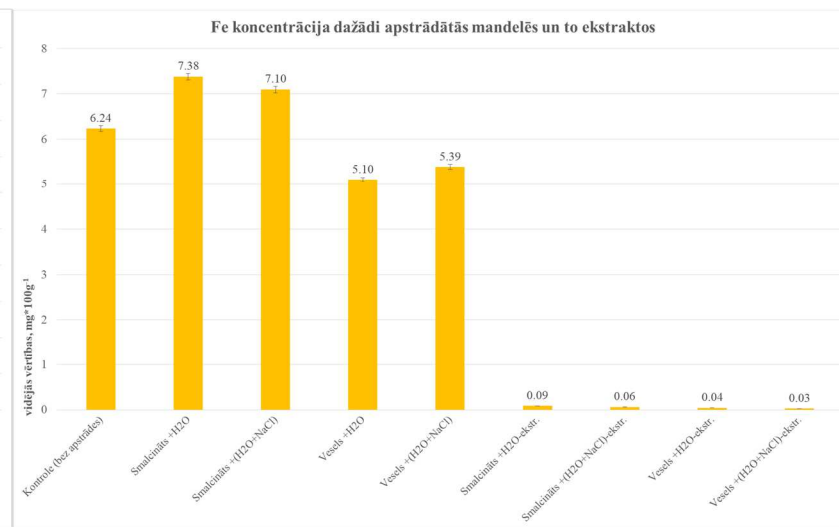
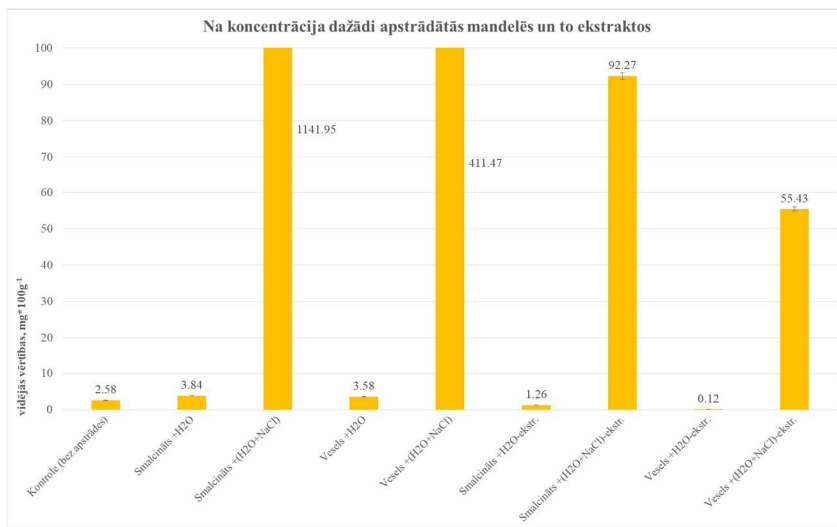
-<sup>c</sup> – zem metodes noteikšanas robeža

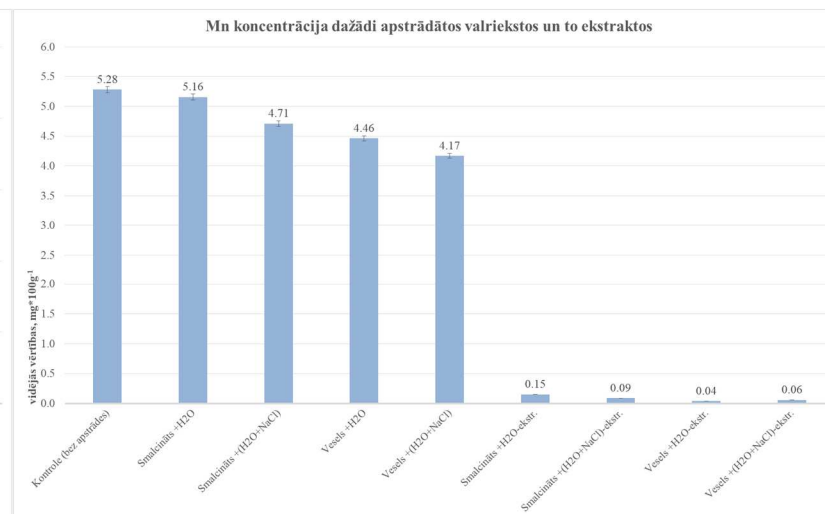
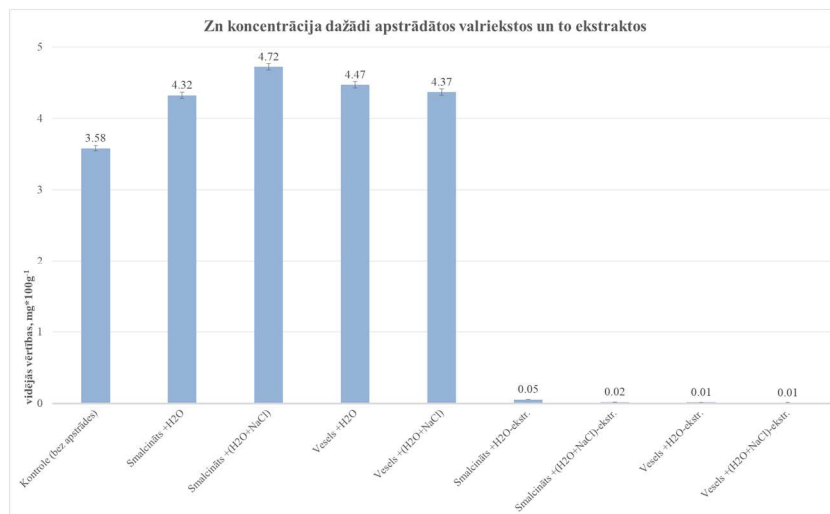
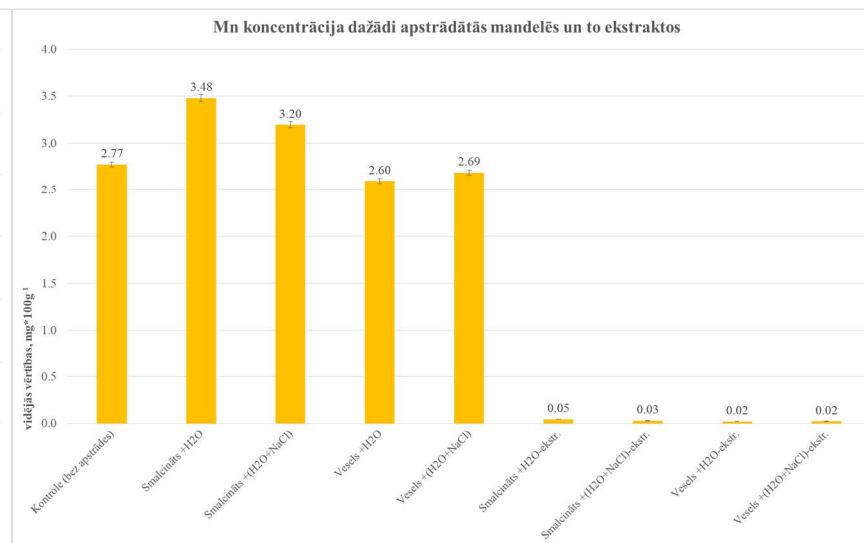
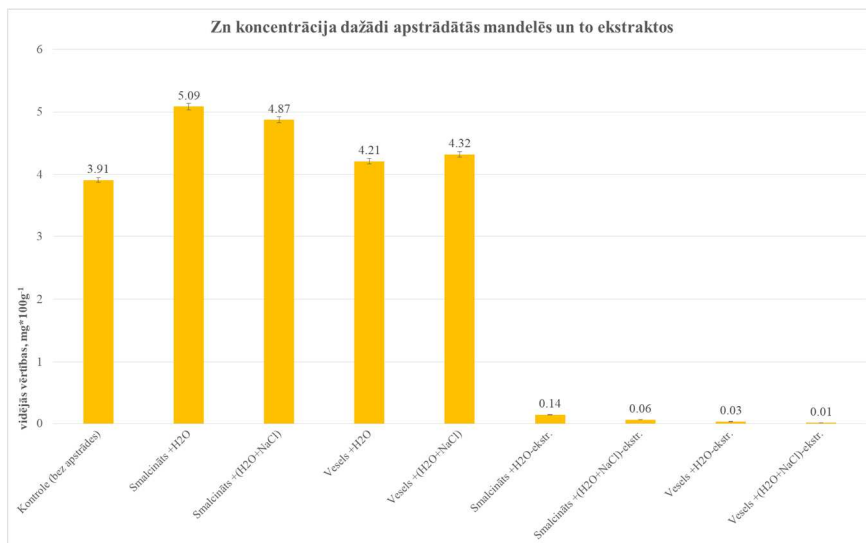
#### 4. Pielikums

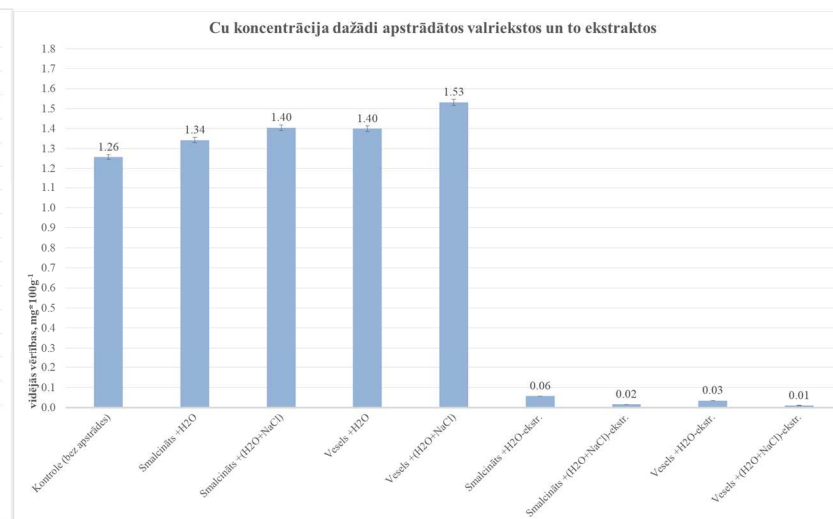
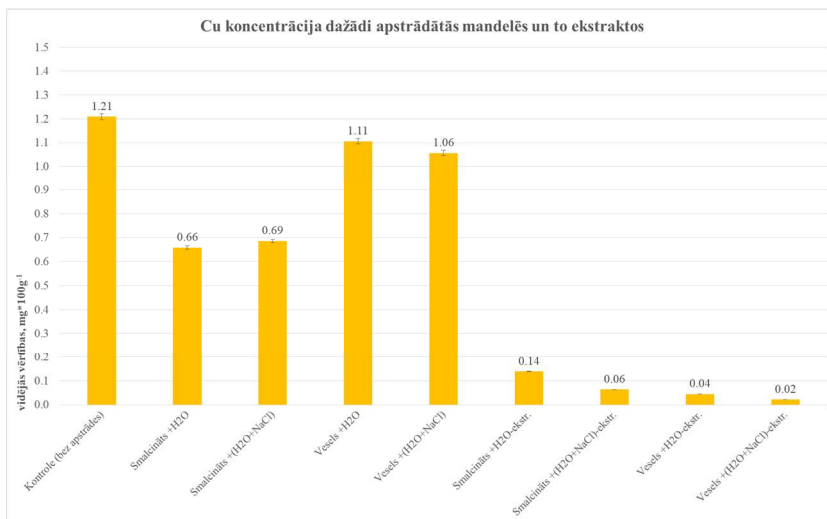
### Atsevišķu elementu koncentrācijas dažādi apstrādātos riekstos un to ekstraktos, mg·100g<sup>-1</sup> (vērtība “0,00” nozīmē “zemāk par iekārtas noteikšanas robežu”)





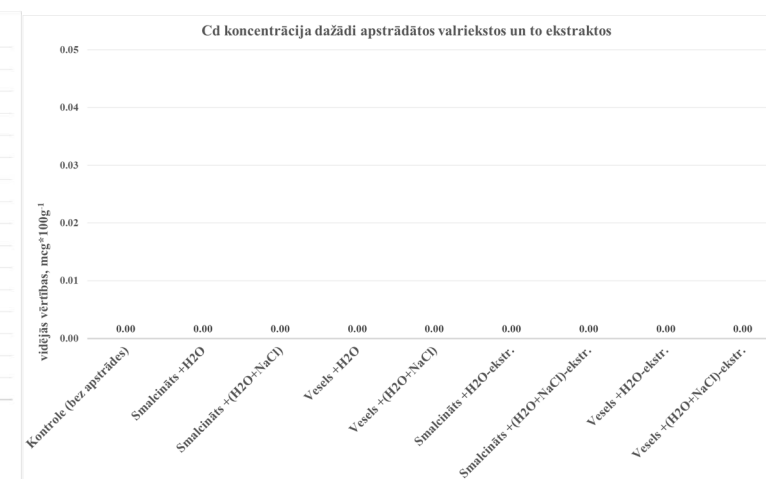
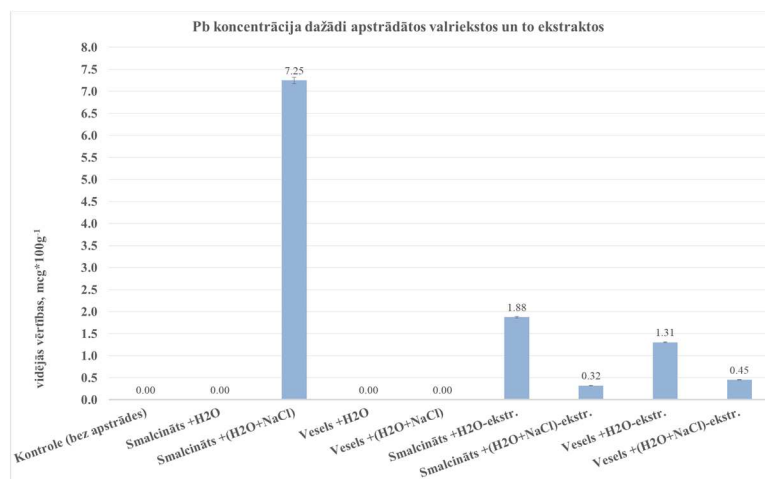
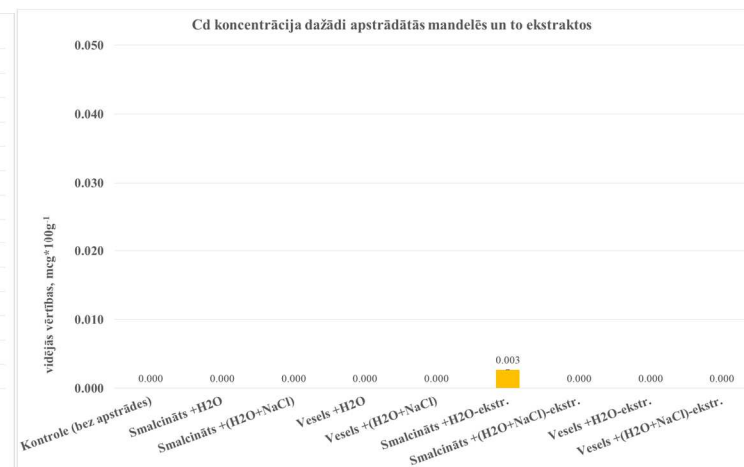
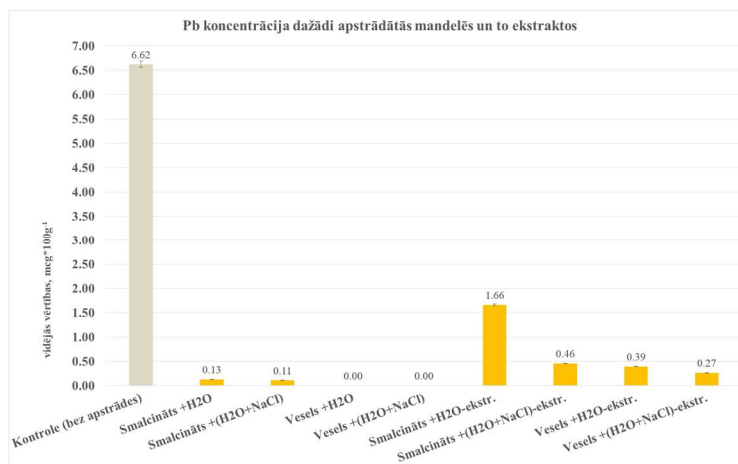






## 5. Pielikums

Smago metālu koncentrācijas riekstos un to ekstraktos,  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (vērtība “0,00” nozīmē “zemāk par iekārtas noteikšanas robežu”)



## 6. Pielikums

## Pētījumā izmantoto mandeļu marķējumā norādītā uzturvērtība

Grupa	Zīmols	Izcelsmes valsts	UZTURVĒRTĪBA								
			E.vērt., kJ	E.vērt., kcal	Tauki, g	-tostarp piesāt. tauksk.	Ogļhidrāti	-tostarp cukuri	Olbaltumvielas	Šķiedrvielas	Sāls
1	Gemoss	ASV	2447	592	49.4	3.7	9.5	3.9	21.2	12.2	0.0
2	AlisCo	ASV	2297	550	49.4	3.7	21.7	3.9	21.2	12.2	0.0
3	Gemoss	Itālija*	2447	592	49.4	3.7	9.5	3.9	21.2	12.2	0.0
4	AlisCo	Spānija	2568	621	52.6	3.8	4.7	4.7	26.8	10.8	0.0

\*Rieksti audzēti bioloģiskajā saimniecībā

## Pētījumā izmantoto valriekstu marķējumā norādītā uzturvērtība

Grupa	Zīmols	Izcelsmes valsts	UZTURVĒRTĪBA								
			E.vērt., kJ	E.vērt., kcal	Tauki, g	-tostarp piesāt. tauksk.	Ogļhidrāti	-tostarp cukuri	Olbaltumvielas	Šķiedrvielas	Sāls
5	Gemoss	Ukraina	2843	689	65.2	6.1	7.0	2.6	15.2	6.7	0.0
6	Gemoss	ASV	2843	689	65.2	6.1	7.0	2.6	15.2	6.7	0.0
7	Gemoss	Ķīna	2843	689	65.2	6.1	7.0	2.6	15.2	6.7	0.0
8	Gemoss	ASV*	2700	653	59.0	3.4	3.1	1.1	24.1	6.8	0.0

\*Rieksti audzēti bioloģiskajā saimniecībā

Maģistra darbs „Minerālvielu saturs mandelēs un valriekstos, un to ūdens ekstraktos” ir izstrādāts Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Kārlis Brants *paraksts*

26.05.2022.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr.chem., prof. Artūrs Vīksna *paraksts*

26.05.2022.

Recenzents: Dr.chem., docente Agnese Osīte

Darbs iesniegts LU Bioloģijas fakultātē

26.05.2022.

Lietvede: Vita Brusbārde

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

2022.gada 2. jūnijā prot. Nr. , vērtējums

Komisijas sekretārs/e: Dr. biol. Vizma Nikolajeva