

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

**DAŽU ELEMENTU SATURA IZVĒRTĒJUMS MEDŪ  
UN BIŠU MAIZĒ**

BAKALĀURA DARBS

Autore: **Zane Ozoliņa**

Stud. apl.: zo11012

Vadītāja: Dr.ķīm. Vita Rudoviča

RĪGA

2014

## KOPSAVILKUMS

**Dažu elementu saturs izvērtējums medū un bišu maizē.** Ozoliņa Z. Darba vadītāja Dr. ķīm. Rudoviča V. Bakalaura darbs. 47 lpp., 24 attēli, 5 tabulas, 38 literatūras avoti, 3 pielikumi. Latviešu valodā.

Bakalaura darbā noteikts metālisko elementu saturs medus un bišu maizes paraugos, kuri ievākti dažādos Latvijas novados. Paraugu sagatavošanai izmantota sausā mineralizācija un mineralizācija 65% slāpekļskābes šķīdumā. Elementu koncentrācijas noteikšanai paraugos izmantota liesmas atomabsorbciometrija, elektrotermālā atomabsorbciometrija un liesmas fotometrija. Veikta rezultātu izvērtēšana, savstarpēji salīdzinot elementu saturu medū un bišu maizē ar literatūrā norādītajiem datiem.

MEDUS, BIŠU MAIZE, MAKRO- UN MIKRO ELEMENTI, LIESMAS ATOMABSORBCIOMETRIJA, LIESMAS FOTOMETRIJA

## **ABSTRACT**

**Evaluation of elemental content in honey and bee bread.** Ozoliņa Z. Supervisor Dr.chem. Rudoviča V. Bachelor's thesis. 47 pages, 24 illustrations, 5 tables, 38 references, 3 attachments. In Latvian.

Element content in honey and bee bread samples, which are collected in different regions of Latvia, is defined in Bachelor's thesis. Dry mineralization and mineralization in 65% in nitric acid solution is used for samples preparation. Flame atomic absorptiometry, electrothermal atomic absorptiometry and flame photometry are used for element concentration determination in samples. The result assessment has been done comparing element content in honey and bee bread according to the data presented in literature.

HONEY, BEE BREAD, MACRO – AND MICROELEMENTS, FLAME ATOMIC ABSORPTIOMETRY, FLAME PHOTOMETRY

# SATURS

IEVADS .....	5
1. LITERATŪRAS APRAKSTS .....	6
1.1. Medus, tā fizikālās īpašības un ķīmiskais sastāvs .....	6
1.2. Bišu maize, tās ķīmiskais sastāvs .....	10
1.3. Metāliskie elementi un to saturs medū un bišu maizē .....	11
1.4. Paraugu sagatavošana metālisko elementu noteikšanai.....	13
Metālisko elementu analīzes metodes .....	14
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA .....	17
2.1. Izmantotās vielas, aparatūra un trauki .....	17
2.2. Paraugu izvēle un ķīmiskā apstrāde .....	18
2.3. Metālisko elementu satura noteikšana ar liesmas atomabsorbciometru.....	20
3. REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS.....	27
3.1. Makro - un mikroelementu satura izvērtējums bišu maizē.....	27
3.2. Makro - un mikroelementu satura izvērtējums medū.....	28
SECINĀJUMI .....	33
IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....	34
1.Pielikums .....	38
2.Pielikums .....	39
3.Pielikums .....	44

## IEVADS

Medus ir vērtīga uztura sastāvdaļa, to plaši izmanto ikdienā kā cukura aizstājēju. Tā ķīmiskais sastāvs ir sarežģīts, kopumā tas var saturēt līdz pat 200 sastāvdaļām, no kurām galvenās ir dažādi ogļhidrāti un ūdens. Medus ķīmiskais sastāvs ir mainīgs, medus sastāvā esošie metāliskie elementi variē atkarībā no botāniskās un ģeogrāfiskās izcelsmes ar vietai un laikam raksturīgām klimata izmaiņām.

Metālisko elementu sastāva novērtēšana medū var dod ieskatu ne tikai par medus izcelsmes (ģeogrāfisko) vietu, bet arī par vides piesārņojumu

Bišu maize ir svarīga proteīnu, minerālvielu avots, ne tikai bišu stropā, bet arī cilvēkam. Cilvēki bišu maizi lieto uzturā, lai uzņemtu organismam nepieciešamās vielas un uzlabotu organisma funkcionēšanu. Kā piemēru var minēt aminoskābes, minerālvielas un vitamīnus.

Daudzās valstīs tiek pievērsta liela uzmanība metālisko elementu satura kontrolei biškopības produktos. Līdz ar to nepieciešamas ātras analīzes metodes kvantitatīvā sastāva novērtēšanai biškopības produktos.

Bakalaura darba mērķis: novērtēt dažu makro- un mikroelementu saturu Latvijā iegūtos biškopības produktos - medū un bišu maizē.

Darba uzdevumi:

- apkopot literatūru par medus un bišu maizes ķīmisko sastāvu, to fizikālām īpašībām.;
- apkopot literatūru par iespējamām metālisko elementu koncentrācijas noteikšanas metodēm biškopības produktu analīzē;
- veikt paraugu mineralizāciju;
- noteikt metālisko elementu kvantitatīvo saturu dažādu veidu medus un bišu maizes paraugos;
- savstarpēji salīdzināt iegūtos rezultātus un izvērtēt darbā izmantoto paraugu sagatavošanas metožu lietojamību ikdienas medus un bišu maizes analīžu veikšanai.

# 1. LITERATŪRAS APRAKSTS

## 1.1. Medus, tā fizikālās īpašības un ķīmiskais sastāvs

Medus ir visizplatītākais bišu ražotais produkts, kuru plaši lieto visā pasaulē tā ārstniecisko īpašību un uzturvērtības dēļ. Šīs īpašības galvenokārt nosaka minerālvielu saturs medū. Tāpēc savā pētnieciskajā darbā izvēlējos analizēt metālisko elementu daudzumu medū.

**Medus klasifikācija.** Bišu savākto medu klasificē vairākās kategorijās vai nu pēc tā izcelsmes, sagatavošanas vai apstrādes procesa.

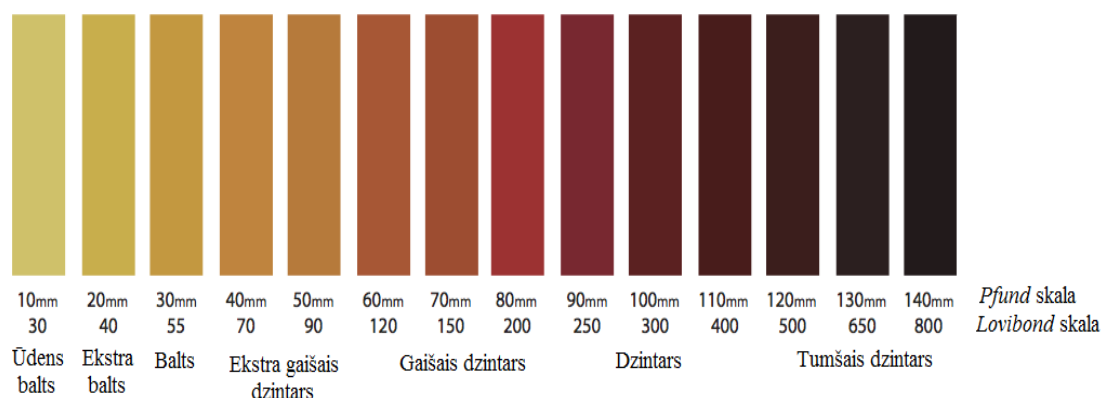
Pēc botāniskās izcelsmes biškopji medu iedala lapu, ziedu un jauktajā medū. Bites, pārstrādājot nektāru, iegūst visbiežāk sastopamo ziedu medu. Ja medus ir ražots no vienas augu sugas ziedu nektāra, to dēvē par monofloru medu. Par polifloru to sauc gadījumos, kad medus ražošanai tiek izmantoti vairāku augu sugu ziedu nektāri. Monofloru ziedu medu nosauc pēc tās augu sugas, no kuras ir ievākts nektārs medus ražošanai (liepu, griķu, āboliņu utt.). Katras augu sugas medum ir tikai tam raksturīgās garšas un krāsas īpašības. Polifloram medum šādu noteiktu īpašību nav. Otrs medus izcelsmes avots ir uz lapām atrodamais šķīdums, kas radies, augiem izdalot šūnsulu, vai no dažādu insektu vielmaiņas galaproduktiem. To bites ievāc bez ienesuma vai neliela ienesuma periodos, lai ražotu medu. Šim medum ir zaļgana nokrāsa, specifiska garša un mazāks kristalizēšanās laiks. Izņēmums ir skuju koku lapu medus, tas var sakristalizēties jau atrodoties medus šūnās. Jauktais medus ir lapu un ziedu medus maisījums [1].

Medu pēc tā apstrādes un sagatavošanas iedala:

- šūnu medus – saglabāts tā dabiskais veidols ar medus šūnām;
- šūnu gabalu medus (medus ar šūnu daļām);
- tecināts medus – iegūst tecinot atvākotās bezperu kāru šūnas;
- izsviests medus – iegūst centrifugējot atvākotās bezperu kāru šūnas;
- spiests medus – iegūst spiežot bezperu kāru šūnas, tās nesildot vai sildot temperatūrā, kas nepārsniedz 45°C;
- filtrēts medus – iegūst atdalot svešas organiskās un neorganiskās vielas, putekšņus;
- rūpnieciskais medus – pārkarsēts, sarūdzis vai iesācis rūgt, piemērots izmantošanai citos pārtikas produktos, kā sastāvdaļa [2].

**Medus fizikālās īpašības.** Medum, atkarībā no tā izcelsmes un ieguves, piemīt dažāda krāsa, garša un konsistence. Krāsa un konsistence ir tās fizikālās īpašības, kuras var novērtēt vizuāli un, kurām tiek pievērsta liela uzmanība.

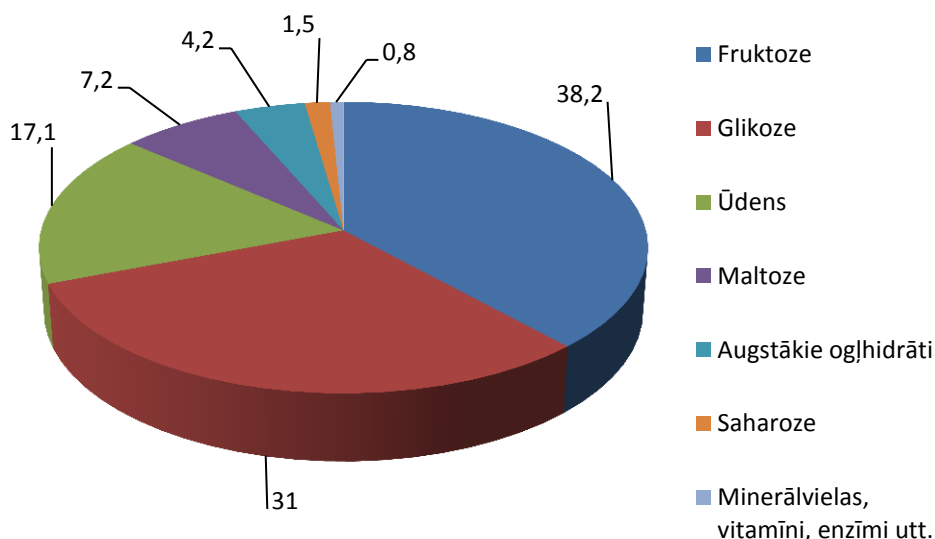
Svarīga medus kvalitātes zīme ir tā krāsa. Šķidra medus krāsa variē no caurspīdīgas (kā ūdenim) līdz tumšai dzintara krāsai vai melnai, atkarībā no minerālvielu satura un izmantotā nektāra. Lai medu būtu vieglāk un ērtāk klasificēt pēc krāsas īpatnībām, tiek izmantotas divas skalas: *Pfund* un *Lovibond*. Abās skalās medus krāsa tiek salīdzināta ar noteiktiem standartiem. Salīdzinājums starp abām skalām ir parādīts 1.1. attēlā. *Pfund* krāsu mērītājs vizuāli salīdzina šķidru medu, kas iepildīts ķīļveida stikla trauciņā, ar tādas pašas formas dzintara krāsas stikla standartu. Medus krāsas intensitāti izsaka kā attālumu milimetros gar salīdzināšanas stikla ķīli. *Pfund* skalas mērītāji ir lēti un ērti lietojami, tomēr rādījumi var atšķirties dažādu mērījumiem izmantoto instrumentu starpā. Vēsturiski lielāku popularitāti ir iemantojusi *Pfund* skala, tāpēc tā tiek biežāk izmantota [3, 23lpp.].



**1.1. att. Medus krāsas un to salīdzinājums ar standartiem, izmantojot *Pfund* un *Lovibond* skalas [4]**

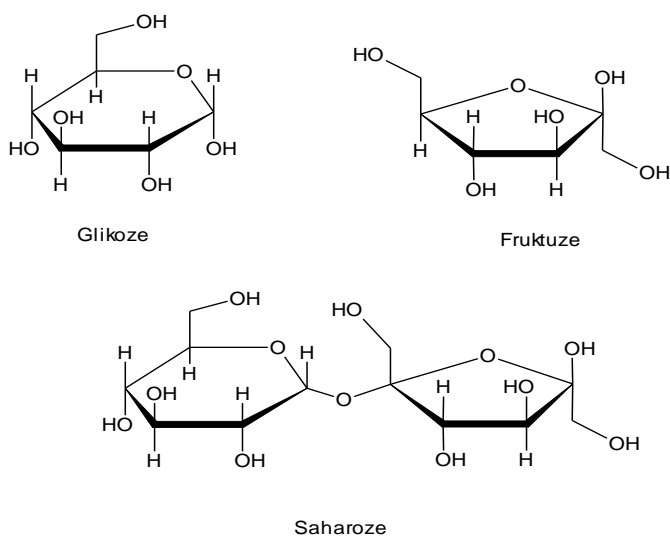
Tikko no stropa izņemts medus ir pārsātināts šķīdums, jo tas satur vairāk cukuru, nekā ūdenī apkārtējā temperatūrā var izšķīst, tāpēc pēc laika novērojama medus kristalizācija. Viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē kristalizācijas ātrumu ir divu galveno cukuru – fruktozes un glikozes – attiecība. Medus paraugi, kuros ir ļoti augsts glikozes līmenis, kristalizējas uzreiz pēc ievākšanas, bet tie, kuros glikozes līmenis ir zems – nekristalizējas vai kristalizācijas process notiek lēni. Medus kristalizēšanās straujāk notiek 13°C – 17°C temperatūrā, turklāt kristalizācijas centru izveide notiek ātrāk, ja medus tiek maisīts vai kratīts. Temperatūru intervāla no -42°C līdz -51°C, tīrs medus sāk pārvērsties cietā agregātstāvoklī, veidojot amorfu vielu. Šī temperatūra ir atkarīga ūdens sastāva, jo vairāk ūdens, jo zemāka temperatūra, kurā medus sāk ieņemt amorfo vielas stāvokli. Piemēram, medus, kura ūdens masas koncentrācija ir 90%, amorfis paliek jau -13°C līdz -20°C temperatūrā [3,15.lpp; 5].

**Medus ķīmiskais sastāvs.** Medu raksturo daudzveidīgs ķīmiskais sastāvs. Tā sastāvā ietilpst cukuri, aminoskābes, proteīni, minerāli, skābes un ūdens. Ķīmiskais sastāvs medū parādīts 1.2. attēlā. Tā ķīmiskais sastāvs ir mainīgs, to ietekmē klimatiskie apstākļi, flora, no kuras tas vāks, un citi apkārtējās vides apstākļi. Piemēram, ir vērojama atšķirības ziedu medum no lapu medus. To var redzēt 1.1. tabulā.



1.2.att. Medus ķīmiskais sastāvs (%) [3, 27.lpp.; 6]

Cukuri ir galvenā medus sastāvdaļa, tie veido apmēram 95% no medus sausā svara. Galvenie cukuri, kas atrodas medū, ir fruktoze un glikoze, kas ir saharozes hidrolīzes reakcijas produkti. Šo savienojumu cikliskās struktūras redzamas 1.3. attēlā. Svarīgākie disaharīdi medū ir saharoze un maltoze. Bez nosauktajiem, medū ir konstatēti vēl apmēram 25 citi cukuri [3, 27.lpp.].



1.3.att. Galveno medū sastopamo cukuru cikliskās struktūras

Aminoskābju un proteīnu saturs medū ir neliels līdz 0,7% (skat. 1.1. tabula). Tomēr medus satur gandrīz visas cilvēkam svarīgās aminoskābes. Prolīns ir visvairāk sastopamā aminoskābe, kas liecina arī par medus gatavības pakāpi. Dabīgā medū prolīna saturam jābūt lielākam par 200 mg kg<sup>-1</sup>. Ja šī vērtība ir mazāka par 180 mg kg<sup>-1</sup>, tas var liecināt, ka medum papildus ir piejaukts cukurs [3, 28.lpp.].

Medus gatavošanas procesā, bites pievieno dažādus enzīmus, kas ir galvenie proteīni medū. Amilāze hidrolizē cieti par maltozi un ir relatīvi stabila pret sildīšanu un ilgu uzglabāšanu. Invertāze, galvenokārt, katalizē saharozes sadalīšanos par fruktozi un glikozi, bet arī ir atbildīga arī par dažādu citu cukuru veidošanos [3,28.lpp.; 6].

Skābju saturs medū ir relatīvi mazs, bet tām ir liela nozīme medus garšas veidošanā. Galvenā skābe – glikonskābe, glikozes oksidēšanās produkts. Tomēr medū ir noteiktas arī tādas skābes kā etiķskābe, skudrskābe, citronskābe, ābolskābe un citas. Skābju saturs ietekmē medus pH vērtību, tāpēc lielākā daļa ir vidēji skābi to pH vērtības ir zem 7. Ziedu medus pH vērtības variē no 3,3 līdz 4,6, bet lapu medum, pateicoties augstākam minerālu saturam, pH vērtības variē no 4,5 līdz 5,0. Pateicoties fosfātu, karbonātu un citu minerālu sāļiem, tie izveido bufersistēmu, ja medum pievieno nelielus skābes vai bāzes daudzumus pH vērtības būtiski nemainās [3,28.lpp.].

*1.1.tabula*

**Medus ķīmiskais sastāvs [3,27.lpp.]**

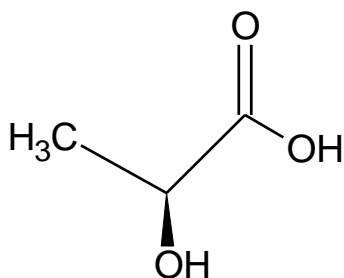
Sastāvdaļas, g 100g <sup>-1</sup>	Ziedu medus		Lapu medus	
	Vidējā vērtība	Min- max	Vidējā vērtība	Min- max
Ūdens saturs	17,2	15,0 – 20,0	16,3	15,0 – 20,0
Fruktoze	38,2	30,0 – 45,0	31,8	28,0 – 40,0
Glikoze	31,3	24,0 – 40,0	26,1	19,0 – 32,0
Saharoze	0,7	0,1 – 4,8	0,5	0,1 – 4,7
Citi disaharīdi	5,0	28,0	4,0	16,0
Melicitoze	< 0,1		4,0	0,3 – 22,0
Citi oligosaharīdi	4,4	0,5 – 1,0	14,1	0,1 – 6,0
Cukuri kopā	79,7		80,5	
Minerālvielas	0,2	0,1 – 0,5	0,9	0,6 – 2,0
Aminoskābes, proteīni	0,3	0,2 – 0,4	0,6	0,4 – 0,7
Organiskās skābes	0,5	0,2 – 0,8	1,1	0,8 – 1,8
pH	3,9	3,5 – 4,5	5,2	4,5 – 6,5

## 1.2. Bišu maize, tās ķīmiskais sastāvs

Strops ir bagātīga krātuve, kurā uzglabājas daudz vērtīgu produktu – ziedputekšņi, vasks, medus, bišu maize, propoliss. Viens no vērtīgākajiem produktiem ir bišu maize, ko bites izmanto kā proteīnu, mikroelementu un vitamīnu avotu [7, 8].

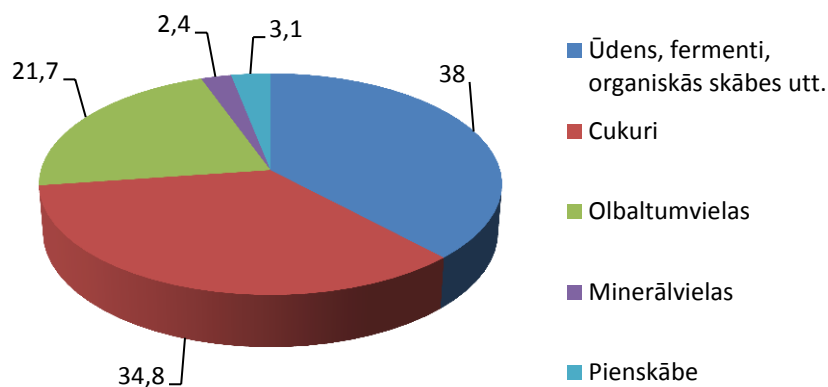
Ievāktie putekšņi ir lieliska izejviela bišu maizes veidošanai stropā. Medus kārēs savāktie putekšņi tiek sajaukti ar medu, vaska daļiņām un bišu dziedzeru sekrētiem. Tam seko divas nedēļas ilgs nogatavināšanās process, kurā, pateicoties mikroorganismiem, mitrumam un temperatūrai (35-36°C), izveidojas bišu maize. Tā kalpo kā uzturlīdzeklis bitēm un peru piena izstrādei [8].

Pateicoties bišu maizes gatavošanā izmantoto izejvielu klāstam, tā ir vērtīgs produkts, kurā ir līdz pat 240 dažādu bioloģiski aktīvo vielu, kas nepieciešamas cilvēka organismam. Ja bitēm ir pieejams plašs un daudzveidīgs augu klāsts, bioloģiski aktīvo vielu daudzums var palielināties. Putekšņus aptver ārējais apvalks, ko cilvēka organismam ir smagi pārstrādāt, bet bišu maizes sastāvā esošā pienskābe (1.3. attēls), šo apvalku sagrauj, tādā veidā ļaujot organismā nokļūt apmēram 90% vērtīgo bioloģiskie aktīvo vielu [9].



### 1.3.att. Pienskābes struktūrformula

Bišu maizes saturā ir apmēram 34,8% cukuru un 21,7% olbaltumvielas. Tajā ir liels dažādu minerālvielu (1.3. tabula) un aminoskābju saturs. Ir atrastas 28 dažādas aminoskābes, to skaitā 9 neizstājamās, kuras cilvēka organisms nespēj saražot pats. Bišu maizē ir atrodami vismaz pieci dažādi B grupas vitamīni, kā arī A, D, K un E vitamīni. Turklāt tā ir dabiski bagātāka ar dažādiem fitohormoniem, flavonoīdiem, minerālvielām un aminoskābēm nekā putekšņi. Bišu maizes ķīmisko sastāvu var apskatīt 1.4.attēlā [9,10].



1.4.att. Bišu maizes ķīmiskais sastāvs (%) [11]

Visu vērtīgo bioloģiski aktīvo vielu dēļ, bišu maize tiek lietota homeopātiskajā medicīnā. Ir veikti pētījumi, kas apliecina, tās pozitīvo ietekmi anēmijas slimnieku ārstēšanā. Šādu pētījumu 1976. gadā veica *R.P. Leonnawitschujus*, kad slimniekiem katru dienu deva noteiktu daudzumu bišu maizes. Rezultātā pacientiem palielinājās ēstgriba un tika novērots svara pieaugums [12].

### 1.3. Metāliskie elementi un to saturs medū un bišu maizē

Vieni no nepieciešamākajiem elementiem cilvēka organismā dažādu savienojumu veidā ir kalcījs, nātrijs, kālijs, dzelzs, cinks, varš un mangāns.

Medus sastāvā var ietilpt līdz 0,9% dažādu makro – un mikroelementu, kuru sastāvs mainās atkarībā no medus izcelsmes vietas un veida. 1.2. tabulā var redzēt, kā mainās elementu saturs atkarībā no izcelsmes vietas. Vairums metālisko elementu medū un bišu maizē nonāk no augsnes, caur augu - zieda nektārā, ko tālāk ievāc bites, nogādājot to stropā. Arī ūdenī, dažādos aerosolos un atmosfēras piesārņojumā esošie metāliskie elementi var nonākt medū. Tāpēc metālisko elementu monitorings medū un bišu maizē ir svarīgs, lai noteiktu ne tikai medus izcelsmi, tā uzturvērtību, bet, iespējams, konstatētu arī tā toksicitāti [13-15].

Makroelementu saturs medū, atkarībā no tā izcelsmes vietas un veida, var sasniegt 0,17% no medus sausās masas. Kālijs, nātrijs un kalcījs ir galvenie medū sastopamie makroelementi. Tomēr pietiekami lielos daudzumos ir atrasti arī citi, piemēram, varš, dzelzs, magnijs, mangāns un cinks [14].

Metālisko elementu saturs medū dažādās valstīs

Valsts	Metālisko elementu saturs, mg kg <sup>-1</sup>					
	Cu	Zn	Mn	Ca	K	Na
Slovēnija [14,16]	0,37-15,50	0,55-11,20	0,12- 66,4	0,03-274	183-5810	90,2-727
Itālija [14, 17]	0,17- 5,90	0,72-3,66	0,13- 16,9	137-409	147-4136	56,6-232
Polija [14, 18]	0,01- 2,63	0,01-39,7	0,13- 13,2	ZNR*-159	7,77-4221	0,38-89,6
Šveice [14, 18]	0,05- 3,32	0,02-4,13	0,13- 12,3	-	-	-
Brazīlija [20]	0,01- 0,70	0,01-7,10	0,08- 18,8	-	-	-
Čehija [14, 21]	0,11- 0,88	0,40-3,42	1,16- 8,99	11,2-142	-	-
Portugāle [22, 23]	0,41- 0,74	0,41-0,90	0,83-0,64	6,24-134	117-2590	90,2-727
Spānija [14, 24]	0,16- 0,23	0,16-0,25	0,13- 9,47	10,1-15,9	129- 239	3,0- 9,9

\*ZNR- zem noteikšanas robežas

Liels daudzums dzelzs, kobalta, fosfora un kalcija saturs ir noteikts arī bišu maizes sastāvā. Bez nosauktajiem, dažādos daudzumos ir konstatēts arī cinka, vara, niķeļa, nātrija un vēl vismaz 11 dažādu elementu saturs [10]. Tabulā 1.3. parādīts atsevišķu elementu daudzumu bišu maizē.

Metālisko elementu saturs bišu maizē

Valsts	Metālisko elementu saturs mg kg <sup>-1</sup>					
	Mn	Zn	Cu	Ca	K	Na
Moldova [25]	14,2	33,8	10,5	1600	3380	66,4
Rumānija [26]	-	29,5-31,9	-	1165-1206	3921	-
Serbija [7]	29,92	44,09	-	6500	7400	-

#### 1.4. Paraugu sagatavošana metālisko elementu noteikšanai

Metālisko elementu satura noteikšanai dažādos paraugos, nepieciešams sagraut paraugā esošos organiskos savienojumus. Lai to izdarītu, visbiežāk lietotās paraugu mineralizācijas metodes ir sausā mineralizācija, slapjā mineralizācija mikroviļņu krāsnī un mineralizācija skābēs, paraugus karsējot, un šķīdināšana skābēs. Katram paraugam ir nepieciešams savs sagatavošanas process un piemērotākie apstākļi [27].

**Medus paraugu sagatavošana.** Pirms ķīmisko analīžu veikšanas medus paraugus homogenizē, lai sastāvdaļu saturs visā paraugā būtu viendabīgs. Paraugus, kuros ir notikusi kristalizācija, silda 65°C temperatūrā, sildīšanas procesā tos regulāri apmaisot, līdz notiek pilnīga homogenizācija un cukuru kristāli izšķīst. Literatūrā ir minētas vairākas medus paraugu sagatavošanas metodes metālisko elementu noteikšanai [20].

Viena no metodēm, ko izmanto medus paraugu sagatavošanai, ir sausā mineralizācija. Tās pamatā ir paraugu sadalīšana, to pārpelnojojot. Paraugus tiek karsēti mufelkrāsnī vairākas stundas. Ieteiktā paraugu pārpelnošanas temperatūra ir 500°C vai 600°C. Pēc mineralizācijas iegūtos parauga pelnus šķīdina skābēs, piemēram, slāpekļskābē vai sālsskābē [21, 22].

Otra metode paraugu sagatavošanai ir slapjā mineralizācija. Metodes pamatā ir paraugu apstrādāšana ar stiprām skābēm paaugstinātā temperatūrā noslēgtā sistēmā. Uz paraugu iedarbojas ar koncentrētu skābi, visbiežāk koncentrētu slāpekļskābi, vai 65% slāpekļskābes un 30% ūdeņraža peroksīda maisījumu tilpumu attiecībā 9:1. Šādā veidā tiek sagrauta parauga struktūra un visi nosakāmie elementi dažādu savienojumu veidā pāriet skābes šķīdumā. Pēc apstrādes ar skābēm, paraugi tiek ievietoti mikroviļņu krāsnī, tālākai parauga mineralizācijai. Process krāsnī ilgst no 15 līdz 30 minūtēm, mainot krāsns jaudu, tiek kontrolēta paraugu mineralizēšanās temperatūra. Ja ir sekmīgi izvēlēta mineralizācijas temperatūra un ilgums, iegūst caurspīdīgu šķīdumu, bez tajā suspendētām daļiņām. Šķīduma tilpumam pēc mineralizācijas mikroviļņu krāsnī nevajadzētu mainīties [18, 21, 28, 29].

Trešā metode ir šķīdināšana skābēs. Šīs metodes pamatā ir medus tieša šķīdināšana skābē, neveicot iepriekšēju apstrādi. Šķīdināšanai izmanto 0,1 M slāpekļskābi vai koncentrētu slāpekļskābes un ūdeņraža peroksīda maisījumu attiecībā 1:2 [21, 30].

**Bišu maizes paraugu sagatavošana.** Kvantitatīvā satura noteikšanai bišu maizē parasti izmanto sauso mineralizāciju. Paraugus karsē mufelkrāsnī 450°C vai 600 °C temperatūrā, iegūstot pelēkbaltus pelnus. Pēc mineralizācijas paraugus šķīdina 6 M sālsskābē vai slāpekļskābē [7, 26].

## Metālisko elementu analīzes metodes

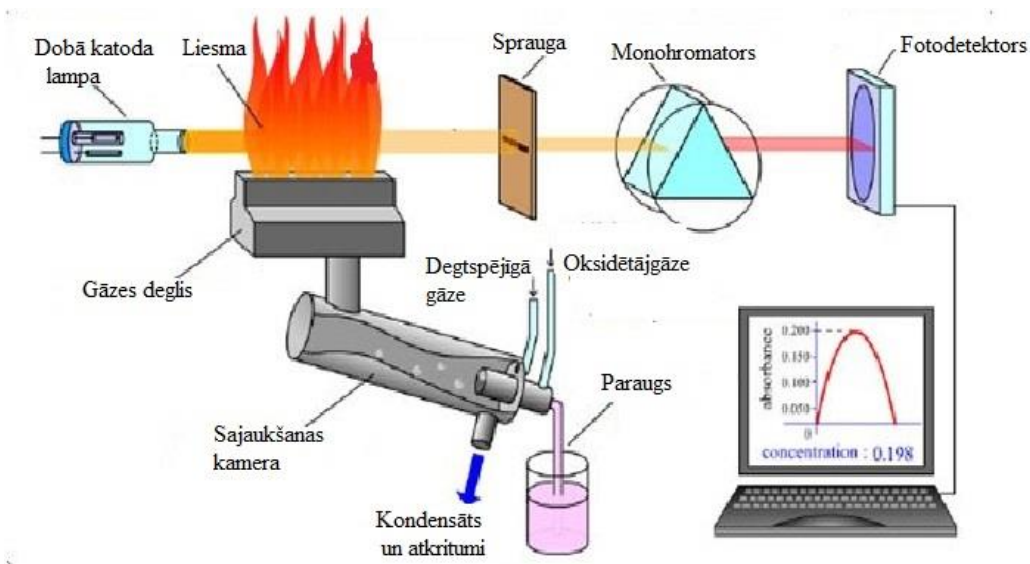
Minerālvielu koncentrācijas noteikšanai dažādos paraugos tiek izmantotas vairākas analīzes metodes, kuras izvēlas, vadoties pēc tā, kādus metāliskos elementus vēlas noteikt, kā arī pēc tā, cik daudz pētāmā elementa analizējamais paraugs varētu saturēt.

Literatūrā visbiežāk minētās analīzes metodes minerālvielu satura noteikšanai biškopības produktos ir liesmas fotometrija, liesmas atomabsorbciometrija, elektrotermālā atomabsorbciometrija un induktīvi saistītā plazmas masspektrometrija. Darbā aprakstīti šo analīzes metožu darbības pamatprincipi.

**Atomabsorbciometrija.** Metodes pamatā ir analīta atomizēšana. Atomtvaikā notiek atoma ierosināšana, absorbējot elektromagnētiskā starojuma kvantu ar noteiktu viļņu garumu., Viens no atoma ārējiem elektroniem pārvietojas uz augstāku enerģijas līmeni. Šāds ierosinātais stāvoklis pastāv ļoti īsu brīdī. Elektronam atgriežoties sākumstāvoklī, veidojas enerģijas difference, kas tiek izstarota fotonu veidā [31].

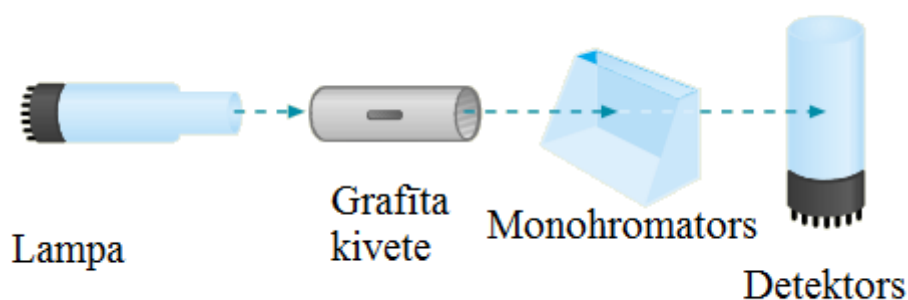
Gaismai jābūt monohromatiskai, lai to absorbētu atomtvaiks. Tomēr izmantojot tikai monohromatorus nevar iegūt pietiekamas intensitātes un stipri monohromatisku gaismas plūsmu. Šī iemesla dēļ tiek izmantotas dobā katoda lampas. Dobumā, kas izveidots lampā, ievietota nosakāmā elementa viela. Lampa ir pildīta ar neonu vai argonu, pazeminātā spiedienā. Starp katodu un anodu pieliekot nepieciešamo spriegumu, izveidojas inertās gāzes joni, kas triecas pret katoda dobumā esošajiem atomiem. Tā rezultātā notiek katoda lampā esošā elementa atomu ierosināšana. Elektroniem atgriežoties pamatstāvoklī, tiek izstarota gaisma, ko absorbē liesmā esošais atomtvaiks [31,32].

Liesmas atomabsorbciometrijā (FAAS) atomtvaiks tiek iegūts ar liesmas palīdzību. Liesmu iegūst izmantojot divas gāzes – degtspējīgo (acetilēns, propāns) un oksidējošo gāzi (gaiss, slāpekļa (I) oksīds, skābeklis). Abas gāzes deglī sajaucas, maisījums plūst caur degļa atveri, virs kura, ar dzirksteles palīdzību tiek iedegta liesma. Liesmas atomabsorbciometra principiālā shēma parādīta 1.5. attēlā. Viens no liesmas atomabsorbciometrijas trūkumiem ir, ka liesmu sasniedz neliela daļa no ievadītā parauga daudzuma [31-33].



1.5.att. Liesmas atomabsorbciometra uzbūve [32]

Elektrotermālajā jeb grafīta krāsns atomabsorbciometrijā (GFAAS) paraugs tiek ievadīts tieši grafīta krāsniņā, kur tiek karsēts speciālā temperatūru režīmā, lai atbrīvotos no šķīdinātāja un atomizētu nosakāmo elementu. Atomtvaiks nonāk grafīta kivetē, kur to apstaro attiecīgā elementa lampas stari. Grafīta krāsns ir efektīvs atomizators, jo atomizēšanai nepieciešams izmantot mazus analīta tilpums (1–30  $\mu\text{L}$ ). Salīdzinot ar LAAS metodi, sērijveida analīzes ir jāveic ilgākā laikā. Grafīta krāsns atomabsorbciometra vienkāršota uzbūve parādīta 1.6.attēlā [32,33].

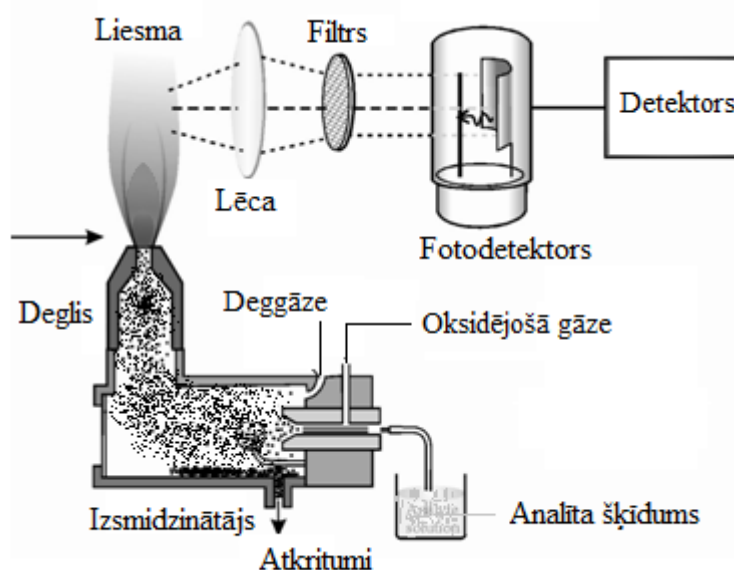


1.6.att. Elektrotermālā atomabsorbciometra shēma [34]

Atomabsorbciometrijā parasti izmanto kalibrēšanas taisnes metodi. Lai konstruētu kalibrēšanas grafiku, nepieciešams pagatavot standartšķīdumu sēriju ar dažādām nosakāmā elementa masas koncentrācijām. Iegūtos rezultātus izmanto kalibrēšanas grafika izveidei, kurā uz abscisu ass atliek elementa masas koncentrāciju, bet uz ordinātu ass atbilstošo gaismas

absorbciju. Šādā veidā ar atomabsorbcimetrijas analīzes metodi var noteikt apmēram 50 elementus [31,32].

**Liesmas fotometrija.** Tā ir ātra, vienkārša un jutīga analīzes metode, ko izmanto sārmu un sārmzemju elementu noteikšanai šķīdumos. Tam par iemeslu kalpo šo grupu elementu zemā atomizācijas temperatūra un iespēja tos detektēt pie atsevišķiem viļņu garumiem redzamās gaismas spektrā. Liesmas fotometros, kura vienkāršota uzbūve parādīta 1.7. attēlā, kā deggāzi izmantojot propānu vai acetilēnu, bet kā oksidējošo gāzi – gaisu vai skābekli. Lai iegūtu monohromatisku gaismu tiek izmantoti filtri, kas reizē pilda arī monohromatora funkcijas [35]



1.7. att. Liesmas fotometra uzbūve [36]

**ICP-MS.** Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija, plaši izmanto metālu un dažādu nemetālisko elementu koncentrācijas noteikšanai šķīdumā.

Plazmā analīta šķīdums tiek ietvaicēts un veidojas sauss aerosols, kurš tālāk karstākā plazmas daļā sadalās molekulās un atomos. Sasniedzot vēl karstāku plazmas zonu, notiek atomizācija un jonizācija. Radušies vienkārši joni, tiek ievadīti masspektrometriskajā sistēmā. Tur tie parasti tiek analizēti ar kvadrupolu masas filtru. Atšķirībā no citām masspektrometrijas metodēm ar inductīvi saistītas plazmas masspektrometriju, iegūtie spektri ir vienkārši un ātri atšifrējami [37].

Ja salīdzina ICP-MS ar atomabsorbcimetrijas metodēm, tā ir ātrāka, ar augstāku noteikšanas jutību, bet diemžēl analīzes izmaksas dārgākas [29].

## 2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

### 2.1. Izmantotās vielas, aparatūra un trauki

Izmantotās vielas:

- Vara standartšķīdums,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck, R36/38, S26;
- Cinka standartšķīdums,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck, R36/38, S26;
- Mangāna standartšķīdums,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck, X, R36/38;
- Kalcija standartšķīdums,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck, R36/38, S26
- Kālija standartšķīdums,  $\text{KNO}_3$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck,
- Nātrija standartšķīdums,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\gamma = 1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$ , Merck,
- 65%  $\text{HNO}_3$ , Suprapure, Merck, R8, R35, S1/2, S23, S26, S36, S45
- Dejonizēts ūdens, *Millipore Simplicity<sup>TM</sup>*, elektrovadītspēja  $< 7,5 \mu\text{S}$ .

Reaģentu riska un drošības frāžu atšifrējumi doti 1.pielikumā [38].

Izmantotā aparatūra:

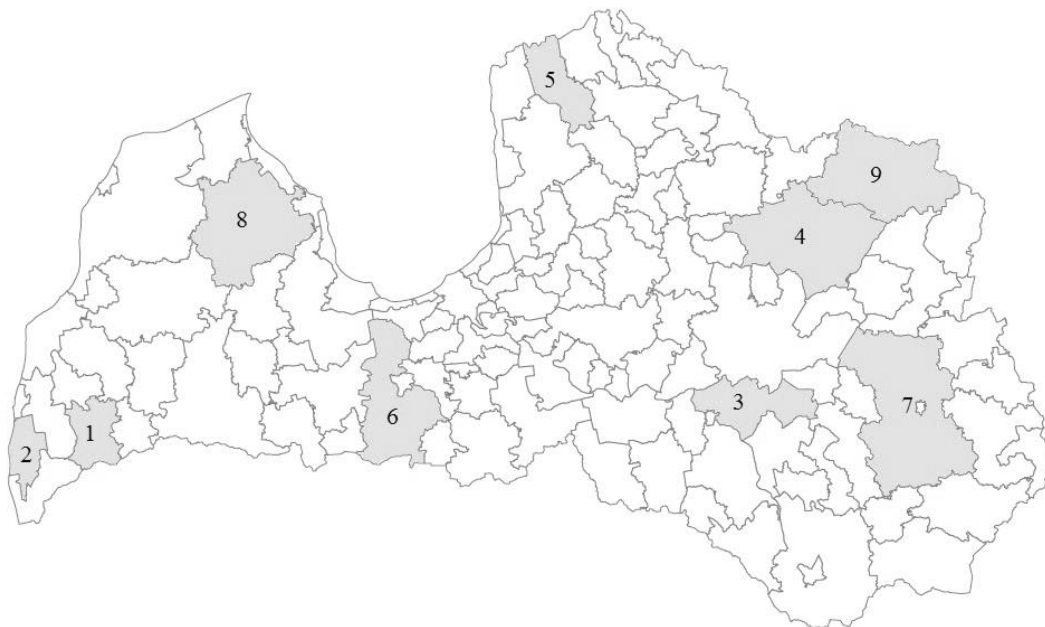
- Elektriskā plītiņa ALASKA max  $250^\circ\text{C}$ ;
- Analītiskie svāri Precisa XB 220A, 0,01-220g, kļūda  $\pm 0,0001\text{g}$ ;
- Elektrotermālais atomabsorbciometrs AAnalyst 600, PerkinElmer, nesējgāze- argons, plūsmas ātrums  $250 \text{ L min}^{-1}$ ;
- Liesmas fotometrs PFP7, Jenway, kļūda  $\pm 0,001$ , oksidējošā gāze – gaiss, degtspējīgā gāze – propāns;
- Liesmas atomabsorbciometrs Perkin Elmer AAnalyst 200, oksidējošā gāze – gaiss, plūsmas ātrums  $10,0 \text{ L min}^{-1}$ , degtspējīgā gāze- acetilēns, plūsmas ātrums  $2,50 \text{ L min}^{-1}$ ;
- Mufelkrāsns Nabertherm max  $3000^\circ\text{C}$ ,  $\pm 25^\circ\text{C}$ .

Izmantotie trauki:

- A klases 25mL, 100mL mērkolbas;
- Kvarca trauciņi;
- Mikropipete Pipet Lite 2-20  $\mu\text{L} \pm 0,2 \mu\text{L}$ ;
- Mikropipete Accumax 20- 200  $\mu\text{L} \pm 0,5 \mu\text{L}$ ;
- Mikropipete FinnpiPETTE® 100-1000  $\mu\text{L} \pm 3\mu\text{L}$ .

## 2.2. Paraugu izvēle un ķīmiskā apstrāde

*Paraugu raksturojums.* Analizēšanai paraugi tika ievākti no 9 atšķirīgiem Latvijas novadiem, dažādos gadalaikos. **Visi paraugi tik izvēlēti pēc nejaušības principa.** Vizuāli paraugu ņemšanas parādītas 2.1. attēlā.



### 2.1.att. Medus un bišu maizes paraugu izcelsmes vietas

Medus paraugi tika ievākti (ņemti Tu viņu ņēmi pati neievāci?) no Priekules (1), Nīcas (2), Krustpils (3), Gulbenes (4), Alojās (5) un Jelgavas (6) novadiem. Medus paraugu izcelsmes vietas atšķirās pēc apkārtējās ekoloģiskās sistēmas.

Saimniecības Priekules un Gulbenes novados ir specializējušās biškopībā, pārējās saimniecības ar biškopību nodarbojas savām vajadzībām. Īpaši jāatzīmē Krustpils novada saimniecība, tā atrodas Laukezera dabas rezervātā.

Medus paraugi tika iegūti, tecinot medu no atvākotām medus šūnām, tieši uzglabāšanas traukos, termiskā apstrāde netika veikta.

Bišu maizes paraugi tika ievākti no Rēzeknes(7), Talsu(8) un Alūksnes(9) novadiem. Divi no bišu maizes paraugiem tika ievākti no piemājas saimniecībām, kuras ar biškopību nodarbojas pašu vajadzībām. Talsu novadā tika ievākts paraugs saimniecībā, kas plaši nodarbojas ar medus un citu bišu pārstrādes produktu tirdzniecību. Arī bišu maizes paraugiem nebija veikta termiskā apstrāde, tie no kārū šūnām ievietoti uzglabāšanas traukos.

Pētījuma izstrādes laikā un apstrādājot datus, tika ieviests katram paraugam savs apzīmējums. Apzīmējuma pirmais burts, nozīmē parauga veidu medus (M) vai bišu maize

(B). Pirmais cipars apzīmē parauga numuru, otrais cipars paralēlo mērījumu. Medus paraugiem burts aiz cipariem norāda sagatavošanas veidu, sausā mineralizācija (SM) vai mineralizācija skābē (SS). Apzīmējumu saraksts sekojošs:

M11(SM); M12(SM); M13(SM); M11(SS); M12(SS); M13(SS)- maija pieneņu medus paralēlie paraugi, Priekules novads

M21(SM); M22(SM); M23(SM); M21(SS); M22(SS); M23(SS)- augusta viršu medus paralēlie paraugi, Priekules novads

M31(SM); M32(SM); M33(SM); M31(SS); M32(SS); M33(SS)- jūlija pļavas medus paralēlie mērījumi, Priekules novads

M41(SM); M42(SM); M43(SM); M41(SS); M42(SS); M43(SS)- jūnija un jūlija jauktā medus paralēlie paraugi, Nīcas novads

M51(SM); M52(SM); M53(SM); M51(SS); M52(SS); M53(SS)- jūnija un jūlija jauktā medus paralēlie paraugi, Krustpils novads

M61(SM); M62(SM); M63(SM); M61(SS); M62(SS); M63(SS)- septembra jauktā medus paralēlie paraugi, Gulbenes novads

M71(SM); M172(SM); M73(SM); M71(SS); M72(SS); M73(SS)- jūlija jauktais medus paralēlie paraugi, Jelgavas novads

M81(SM); M82(SM); M83(SM); M81(SS); M82(SS); M83(SS)- maija pūpolu medus paralēlie paraugi, Gulbenes novads

M91(SM); M92(SM); M93(SM); M91(SS); M92(SS); M93(SS)- jūlija jauktais medus paralēlie paraugi, Alojās novads

B11; B12; B13- bišu maizes paralēlie paraugi, Alūksnes novads

B21; B22; B23-bišu maizes paralēlie paraugi, Talsu novads

B31; B32; B33- bišu maizes paralēlie paraugi, Rēzeknes novads

***Medus paraugu sausā mineralizācija.*** Sausajai mineralizācijai ņēma medus paraugus ar masu apmēram 5 g, ar precizitāti  $\pm 0,0001$  g tos nosvēra kvarca trauciņos un uz elektriskās plītiņas, pakāpeniski paaugstinot temperatūru, karsēja, līdz paraugi bija pārogļojušies. Pārogļotos paraugus ievietoja mufelkrāsnī un karsēja 500°C temperatūrā 6 stundas, līdz paraugi pilnībā pārpelnojas, iegūstot pelēcīgu krāsu. Iegūtos pelnus kvarca trauciņā izšķīdināja 3 mL 65% slāpekļskābes šķīduma un ietvaicēja. Šķīdumus kvantitatīvi pārnesa 25 mL mērkolbās un uzpildīja līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni.

***Medus paraugu mineralizācija skābēs.*** Šķīdināšanai skābēs tika ņemti medus paraugi ar masu aptuveni 5 g, ar precizitāti  $\pm 0,0001$  g. Nosvērtajiem paraugiem kvarca trauciņos

pievienoja 5 mL 65% slāpekļskābes šķīduma un karsēja uz elektriskās plītiņas. Karsēšana ilga līdz viss medus bija izšķīdis un šķīduma tilpums bija apmēram 1mL. Iegūto paraugu šķīdumus kvantitatīvi pārnese 25 mL mērkolbās un uzpildīja līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni.

**Bišu maizes paraugu sausā mineralizācija.** Bišu maizes paraugus ar masu apmēram 5 g, ar precizitāti  $\pm 0,0001$  g nosvēra kvarca trauciņos un, pakāpeniski paaugstinot temperatūru, sildīja uz elektriskās plītiņas. Kad paraugi pāroģļojās, tos ievietoja mufelkrāsnī un karsēja 500°C temperatūrā 6 stundas, līdz paraugi pārpelnojas. Kvarca trauciņos iegūtos pelnus izšķīdināja 3 mL 65% slāpekļskābes šķīduma un ietvaicēja. Iegūto šķīdumu kvantitatīvi pārnese 25 mL mērkolbās un uzpildīja ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei.

### 2.3. Metālisko elementu satura noteikšana ar liesmas atomabsorbciometru

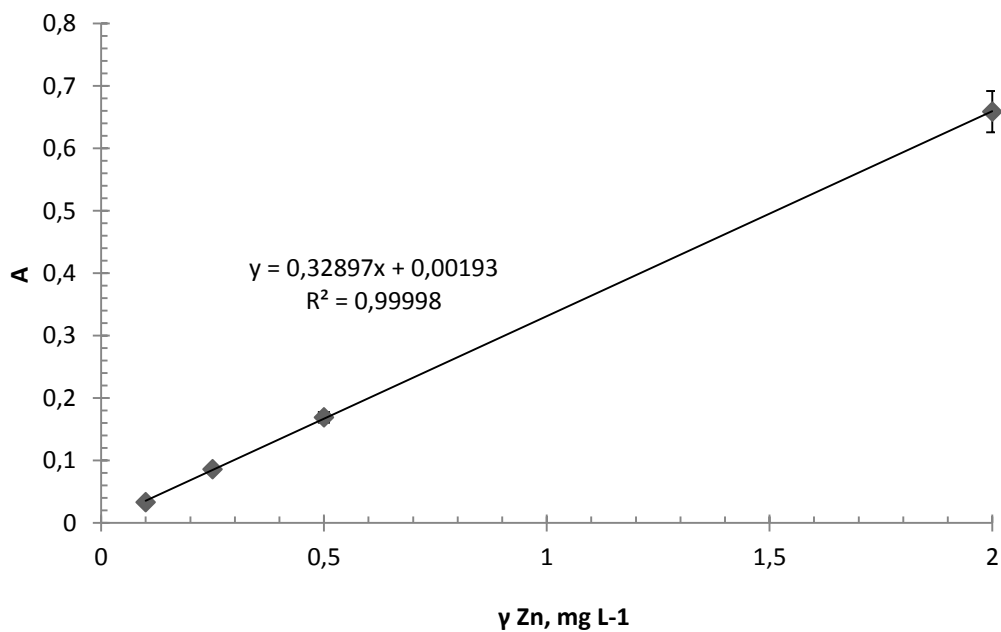
**Standartšķīdumu pagatavošana kalibrēšanas grafiku iegūšanai.** Vara, cinka, mangāna un kalcija kalibrēšanas grafikam nepieciešamās masas koncentrācijas šķīdumus gatavoja 100 mL mērkolbās no rūpnieciski ražotā standartšķīduma, kuros atbilstošā elementa masas koncentrācija bija 1000 mg L<sup>-1</sup>. Standartšķīdumu elementa masas koncentrācijas un atbilstošie tilpumi parādīti 2.1. tabulā.

2.1. tabula

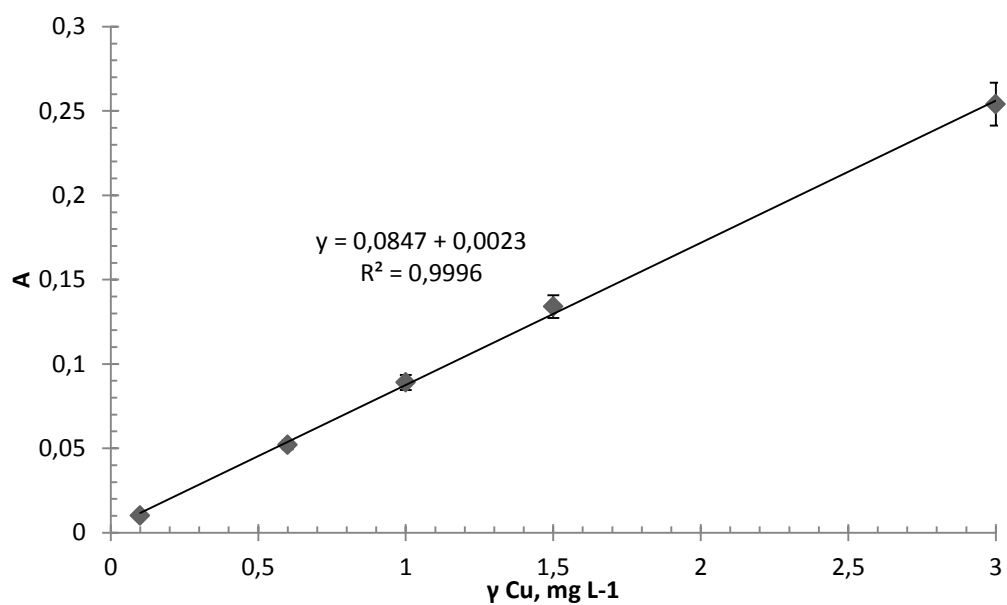
Standartšķīdumu masas koncentrācijas un atbilstošie šķīdumi

Elements	$\gamma$ , mg L <sup>-1</sup>	Vst., $\mu$ L	Elements	$\gamma$ , mg L <sup>-1</sup>	Vst., $\mu$ L
Zn	0,10	10	Mn	0,1	10
	0,25	25		0,4	40
	0,50	50		0,8	80
	2,00	200		1,0	100
Cu	0,1	10		2,0	200
	0,6	60	Ca	0,2	20
	1,0	100		1,0	100
	1,5	150		2,5	250
	3,0	300		4,0	400
		5,0		500	

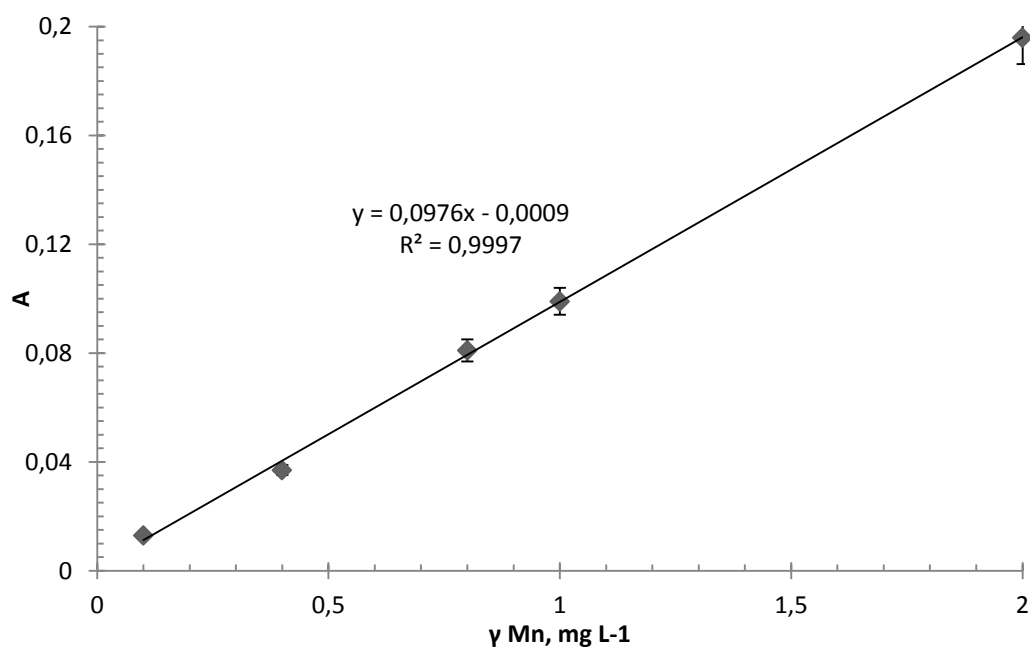
Izmantojot iegūtos datus, konstruēja kalibrēšanas grafikus  $A=f(\gamma)$ . Iegūtie kalibrēšanas grafiki apskatāmi 2.2., 2.3. un 2.4., 2.5. attēlos.



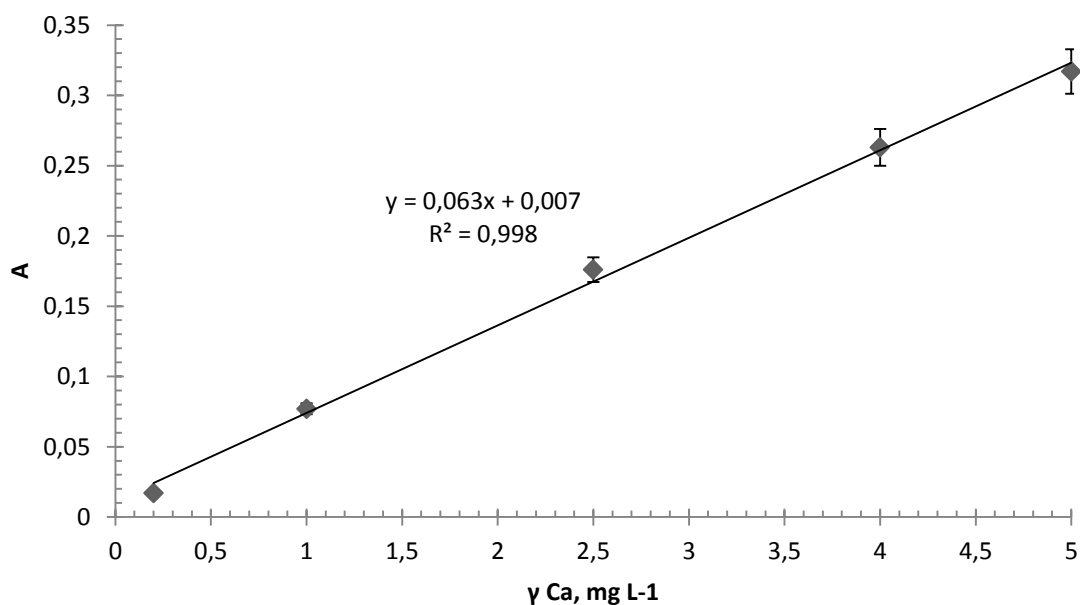
2.2 att. Kalibrēšanas grafiks cinka jonu noteikšanai ar liesmas atomabsorbciometru



2.3.att. Kalibrēšanas grafiks vara jonu noteikšanai ar liesmas atomabsorbciometru



2.4.att. Kalibrēšanas grafiks mangāna jonu noteikšanai ar liesmas atomabsorbciometru



2.5.att. Kalibrēšanas grafiks kalcija jonu noteikšanai ar liesmas atomabsorbciometru

Kalcija, vara, cinka un mangāna saturs ar liesmas atomabsorbciometriju tikai noteikts medus paraugos, kas sagatavoti izmantojot, sauso mineralizāciju un tiešo šķīdināšanu skābēs, kā arī ar sauso mineralizāciju sagatavotie bišu maizes paraugi.

Pētāmo elementu saturs analizējamos medus un bišu maizes paraugos tika izteikts kā elementa masas daļa miligramos uz vienu kilogramu parauga.

Lai aprēķinātu nosakāmā elementa daudzumu analizējamajā paraugā, tika izmantota formula (2.1.). Pēc šāda parauga tika veikti visi aprēķini un iegūti rezultāti par cinka, vara, mangāna un kalcija saturu medus un bišu maizes paraugos.

Tika veikta iegūto rezultātu statistiskā apstrāde. Katriem trim paralēļajiem paraugiem aprēķināts vidējais lielums, izmantojot vienādojumu (2.2.), standartnovirze pēc vienādojuma 2.3. un drošības intervāls pēc (2.4.) vienādojuma. Iegūto rezultātu statistiskās apstrādes rezultāti apskatāmi 2.pielikumā.

$$w_{elem} = \frac{\gamma \cdot V \cdot a}{m_{iesv}}, \text{ kur} \quad (2.1.)$$

$w_{elem}$  – masa pētāmajam elementam analizējamajā šķīdumā, mg

$\gamma$  – elementa masas koncentrācija analizējamajā šķīdumā, mg L<sup>-1</sup>

$V$  – šķīduma tilpums, L

$a$  – atšķaidījums

$m_{iesv}$  – iesvara masa, kg

Piemērs. Cinka satura aprēķināšanai bišu maizes paraugā B11:

$$w_{elem} = \frac{1,455 \text{ mg L}^{-1} \cdot 0,025 \text{ L} \cdot 3}{4,0663 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 26,836 \text{ mg kg}^{-1}$$

$$w_{vid} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{n}, \text{ kur}$$

(2.2.)

$w_{vid}$  – vidējais lielums

$w_1, w_2, w_3$  – paralēļie mērījumi

$n$  – mērījumu skaits

Piemērs. Cinka satura vidējās vērtības aprēķins bišu maizei, kas ievākta Alūksnes novadā:

$$w_{vid} = \frac{26,836 \text{ mg kg}^{-1} + 26,777 \text{ mg kg}^{-1} + 26,922 \text{ mg kg}^{-1}}{3} = 26,845 \text{ mg kg}^{-1}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{(w_1 - w_{vid})^2 + (w_2 - w_{vid})^2 + (w_3 - w_{vid})^2}{n - 1}}, \text{ kur} \quad (2.3.)$$

$S_n$  – Standartnovirze pie  $n$  mērījumu skaita

$w_1, w_2, w_3$  – iegūtā pētāmā elementa masas daļas paraugā atbilstoši paralēļajiem mērījumiem, mg kg<sup>-1</sup>

$w_{vid}$  – vidējā aprēķinātā pētāmā elementa masas daļa paraugā, mg kg<sup>-1</sup>

$n$ - veikto mērījumu skaits

Piemērs. Cinka saturs standartnovirzes aprēķināšanai bišu maizes paraugam, kas ievākts Alūksnes novadā:

$$S_n = \sqrt{\frac{(26,836 - 26,845)^2 + (26,777 - 26,845)^2 + (26,922 - 26,845)^2}{3-1}} = 0,07 \text{ mg kg}^{-1}$$

$$DI = \pm \frac{S_n \cdot t_{pn}}{\sqrt{n}}, \text{ kur} \quad (2.4.)$$

$DI$  – drošības intervāls

$S_n$  – standartnovirze

$n$  – mērījumu skaits ( $n=3$ )

$t_{pn}$  – Stjūdents koeficients ( $p=0,95$ )

Piemērs. Drošības intervāls cinka saturam Alūksnes novadā ievāktajai bišu maizei:

$$DI = \pm \frac{0,073 \cdot 4,3}{\sqrt{3}} = 0,18 \text{ mg kg}^{-1}$$

#### 2.4. Metālisko elementu koncentrācijas noteikšana ar liesmas fotometriju

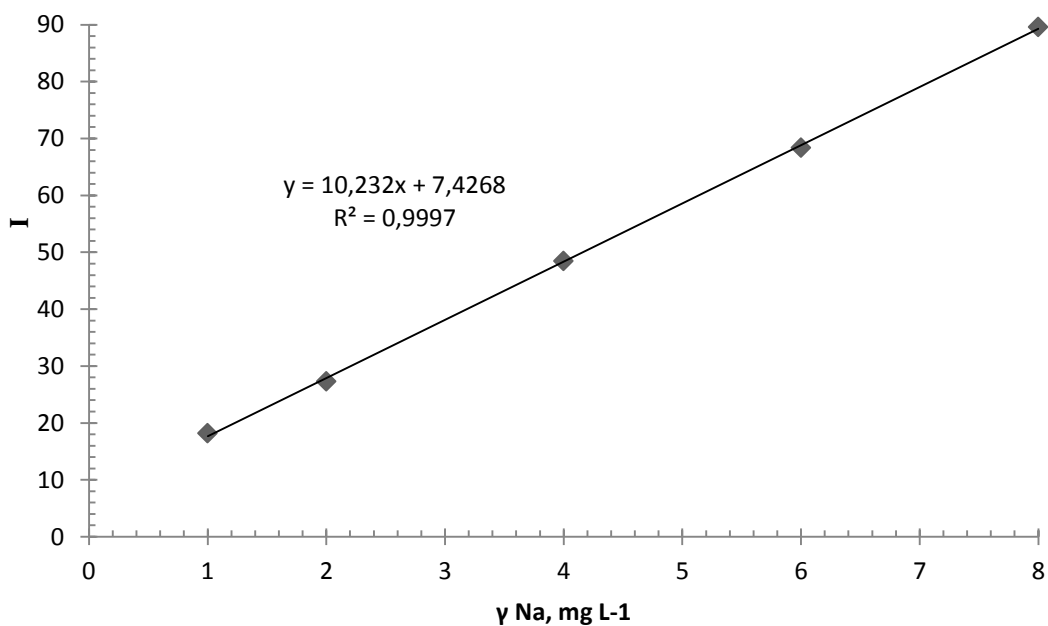
*Standartšķīdumu pagatavošana kalibrēšanas grafiku iegūšanai.* Kālija un nātrija kalibrēšanas grafikam nepieciešamās masas koncentrācijas šķīdumus gatavoja 100 mL mērkolbās no rūpnieciski ražotā standartšķīduma, kuros atbilstošā elementa koncentrācija bija 1000 mg L<sup>-1</sup>. Standartšķīdumu elementa masas koncentrācijas un atbilstošie tilpumi parādīti 2.2. tabulā.

2.2.tabula

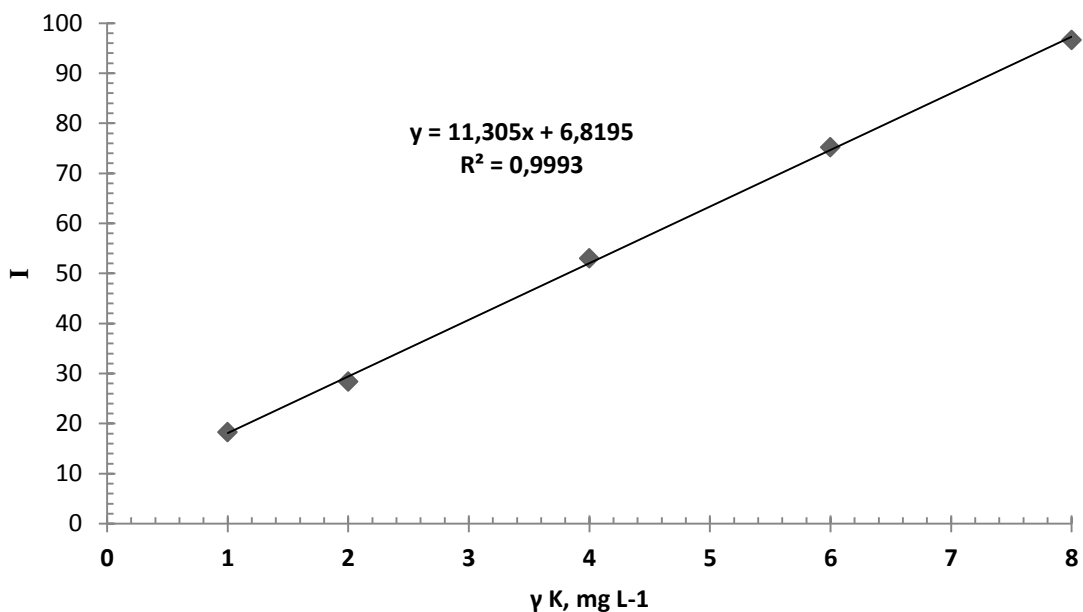
**Standartšķīdumu masas koncentrācijas un atbilstošie šķīdumi**

K		Na	
$\gamma$ , mg L <sup>-1</sup>	$V_{st.}$ , $\mu$ L	$\gamma$ , mg L <sup>-1</sup>	$V_{st.}$ , $\mu$ L
1,0	100	1,0	100
2,0	200	2,0	200
4,0	400	4,0	400
6,0	600	6,0	600
8,0	800	8,0	800

Izmantojot iegūtos datus, konstruēja kalibrēšanas grafikus  $A=f(\gamma)$  katra elementa noteikšanai ar liesmas fotometriju. Iegūtie kalibrēšanas grafiki apskatāmi 2.6. un 2.7. attēlā.



2.6.att. Kalibrēšanas grafiks nātrija jonu noteikšanai ar liesmas fotometrijas metodi



2.7.att. Kalibrēšanas grafiks kālija jonu noteikšanai ar liesmas fotometrijas metodi

No kalibrēšanas grafika (skat. 2.6. att) ieguva taisnes vienādojumu  $I=f(\gamma)$ , ko izmantoja, lai aprēķinātu nātrija masas koncentrāciju analizējamā šķīdumā. Aprēķiniem izmantota formula (2.5.). Savukārt, no kalibrēšanas grafika (2.7.att.) ieguva taisnes vienādojumu, ko izmantoja kālija masas koncentrācijas aprēķināšanai pēc formulas (2.6.).

$$\gamma_{Na} = \frac{I - 7,4268}{10,232}, \text{ kur} \quad (2.5.)$$

$\gamma_{Na}$  – nātrija jonu masas koncentrācija paraugā, mg L<sup>-1</sup>

$I$  – šķīduma gaismas intensitāte

Piemērs. Nātrija jonu masas koncentrācijas aprēķins bišu maizes paraugā B11:

$$\gamma_{Na} = \frac{16,2 - 7,4268}{10,232} = 0,857 \text{ mg L}^{-1}$$

$$\gamma_K = \frac{I - 6,8195}{11,305}, \text{ kur} \quad (2.6.)$$

$\gamma_K$  – kālija koncentrācija paraugā, mg L<sup>-1</sup>

$I$  – šķīduma gaismas intensitāte

Piemērs. Kālija koncentrācijas aprēķins bišu maizes paraugā B11:

$$\gamma_K = \frac{59,4 - 6,8195}{11,305} = 4,65 \text{ mg L}^{-1}$$

Kālija un nātrija masas daļu paraugā aprēķināja, izmantojot (2.1.) formulu. Paralēlo paraugu mērījumiem pēc (2.2.) formulas aprēķināja vidējo vērtību. Veica standartnovirzes un drošības intervāla aprēķinus, izmantojot formulas (2.3.) un (2.4.) attiecīgi. Nātrija un kālija gadījumā datu statistiskās apstrādes rezultāti apskatāmi 3.pielikumā.

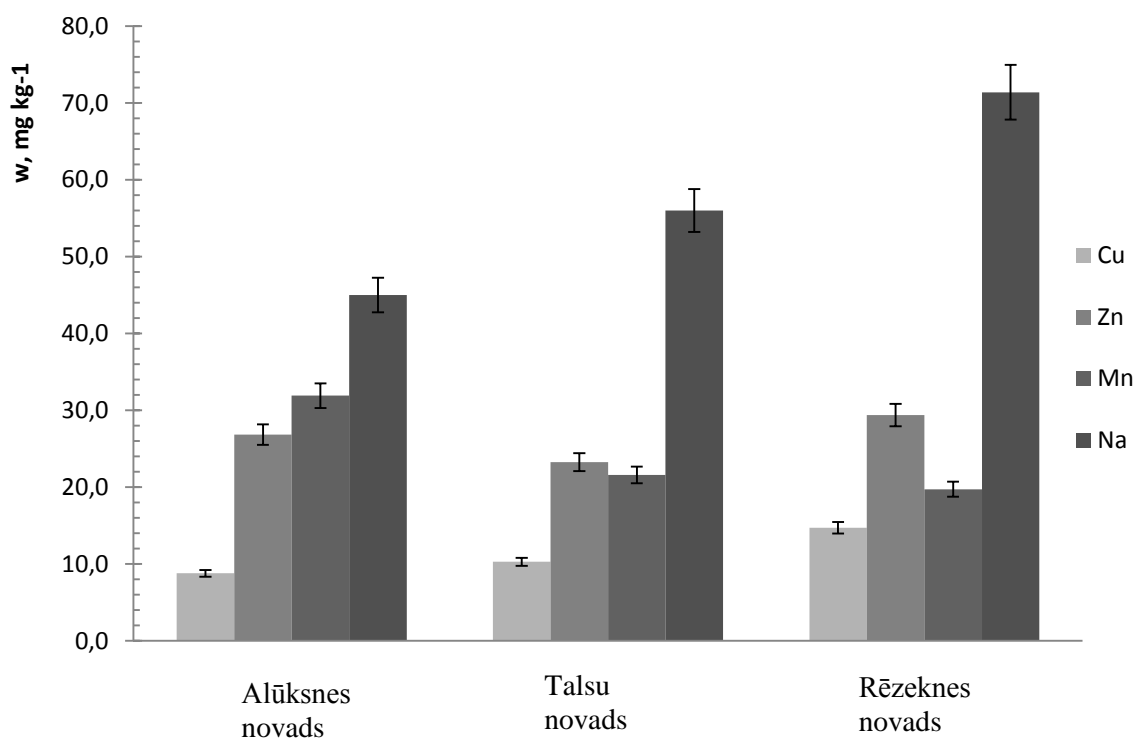
### 3. REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS

Bakalaura darbā tika noteikts 6 dažādu metālisko elementu – kalcijs, nātrijs, vara, cinka, kālijs un mangāns – saturs medus un bišu maizes paraugos, kuri ievākti dažādos gadalaikos un vietās.

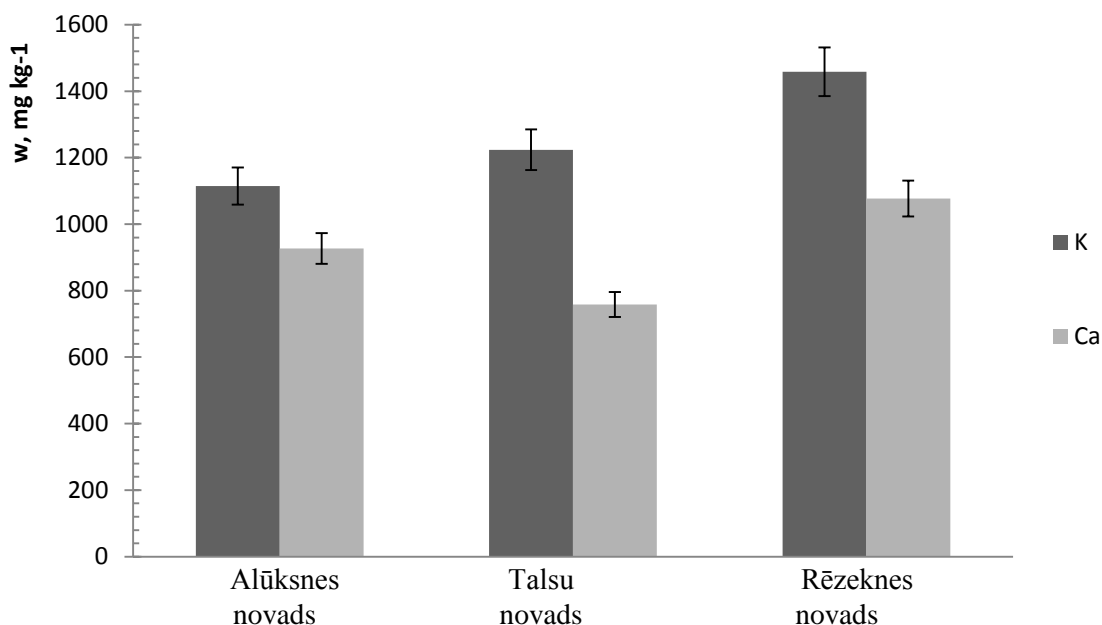
#### 3.1. Makro - un mikroelementu saturs izvērtējums bišu maizē

Bišu maize ir sarežģīta ķīmiskā sastāva bišu produkts, kurā organisko savienojumu daudzums var sastādīt līdz pat 30% no neapstrādātas bišu maizes masas. Lai noteiktu metālisko elementu saturu bišu maizē ir nepieciešams liels parauga iesvars 5 līdz 10 g līdz ar to organisko savienojumu sadalīšanai piemērotāka ir sausās mineralizācijas metode.

Noteiktais metālisko elementu saturs bišu maizes paraugos, kuri ievākti dažādās Latvijas ģeogrāfiskajās vietās, attēlots grafiku veidā 3.1. un 3.2. attēlos



3.1.att. Vara, cinka, nātrijs un mangāns saturs bišu maizē



### 3.2.att. Kālija un kalcija saturs bišu maizē

Apskatot 3.1. un 3.2. attēlus redzams, ka kālija un kalcija saturs bišu maizes paraugos ir vislielākais, ko apstiprina arī apkopotie literatūras dati ievietoti 1.3 tabulā. Literatūrā [7, 25] norādīts, ka kālija masas daļa bišu maizē var būt no 3380 mg kg<sup>-1</sup> līdz 7400 mg kg<sup>-1</sup>, savukārt kalcija - no 1600 mg kg<sup>-1</sup> līdz 6500 mg kg<sup>-1</sup>. Latvijā ievāktajās bišu maizēs noteiktais kalcija un kālija saturs ir līdzīgs, iekļaujas šo vērtību intervālā.

Mikro – un makroelementu saturs noteikts bišu maizes paraugos, kuri ievākti Latvijā, ir savstarpēji sakrītošs, vienas kārtas robežās, salīdzinot ar noteikto elementu saturu paraugos, kuri ievākti Serbijā, Rumānijā un Moldovā (skat. 1.3. tabulu).

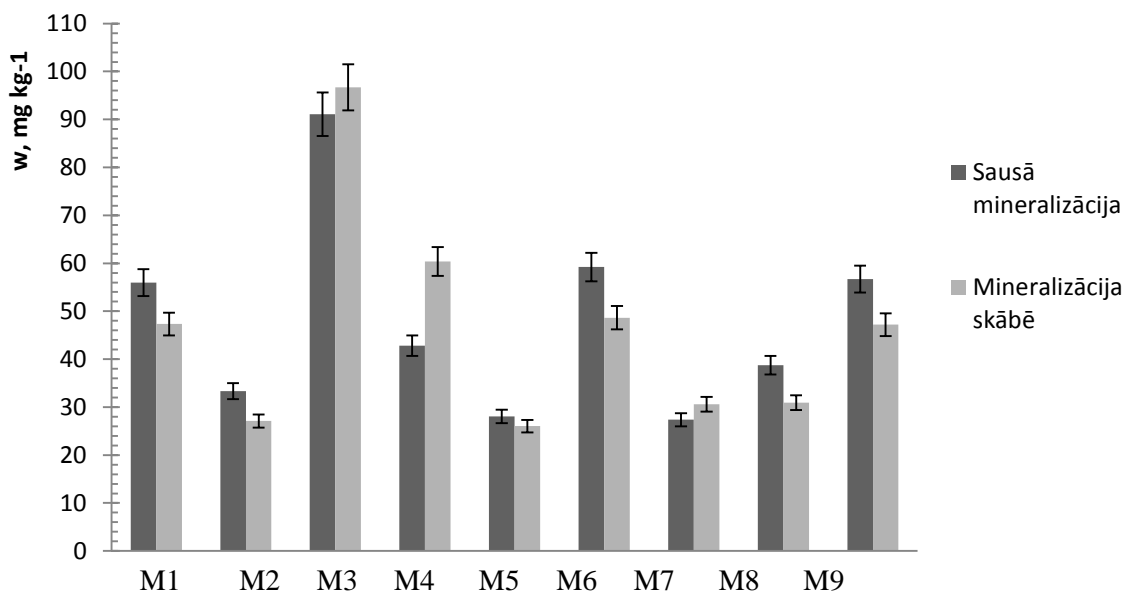
### 3.2. Makro - un mikroelementu satura izvērtējums medū

Iegūtie rezultāti par metālisko elementu saturu analizētajos medus paraugos attēloti grafikos 3.3., 3.4., 3.5., 3.6., 3.7. un 3.8. attēlos.

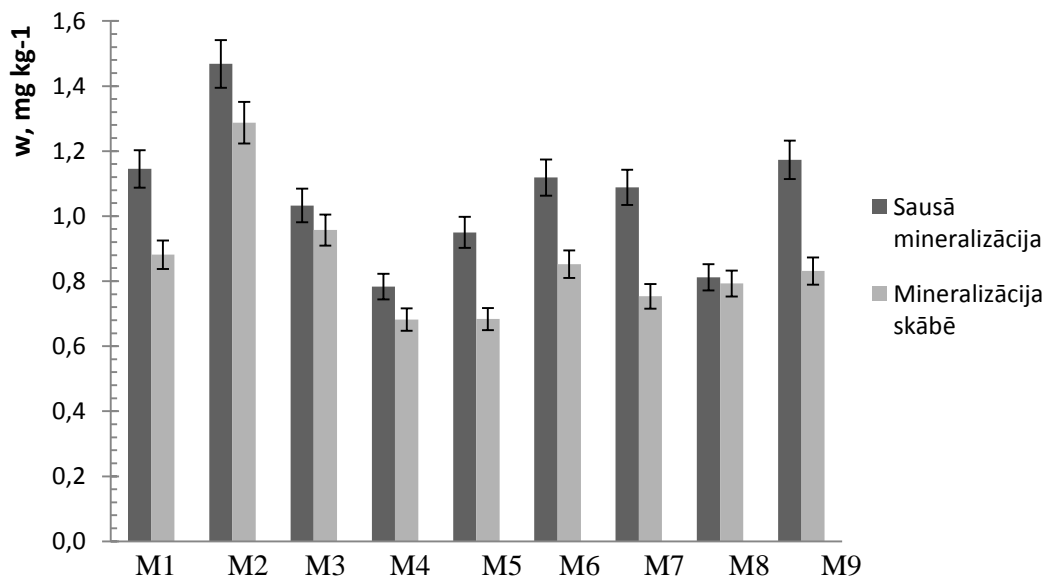
Medus paraugi tika sagatavoti, izmantojot divas mineralizēšanas metodes – sauso mineralizāciju un slapjo mineralizāciju skābē. Tādējādi vēloties noskaidrot piemērotāko metodi elementu kvantificēšanai ar liesmas atomabsorbciometrijas metodi.

Salīdzinot iegūtos datus, tika atrastas divas tendences datu sakrītībai. Viena no tām redzama, apskatot noteikto kalcija (3.3 att.), cinka (3.4.att.) un vara (3.5.att.) saturu paraugos. Iegūtie dati no abām mineralizācijām ir līdzīgi. Rezultātu fluktuācijas varētu ietekmēt „sarežģīta” matrica (cukuri) skābes mineralizācijas gadījumā. Analizējamam šķīdumam

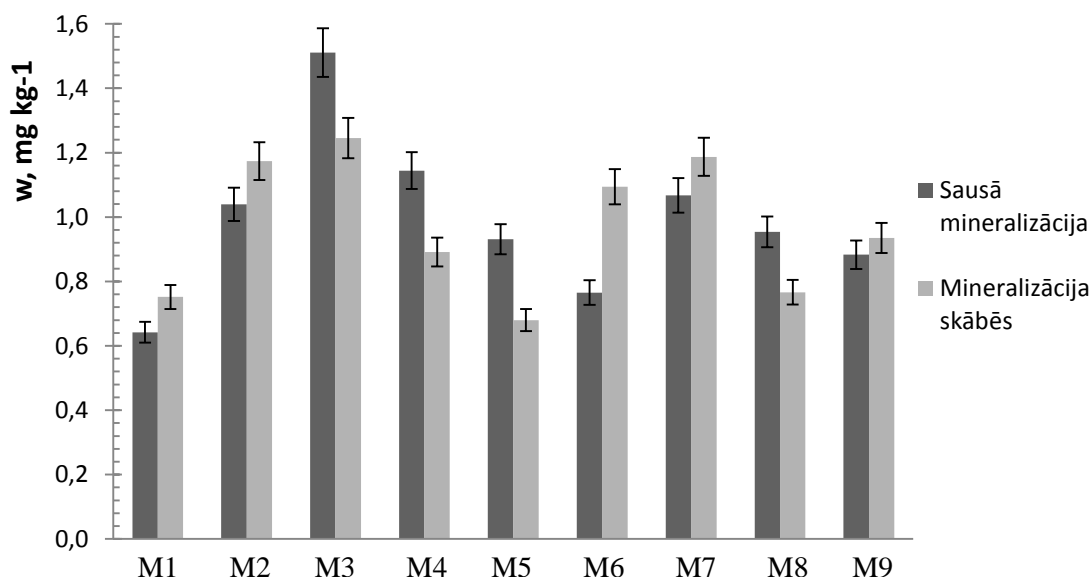
nonākot atomizācijas sistēmas daļā, izšķīdušie cukuri, degot, nobloķē degļa sprauslu un var radīt analītiskā signāla traucējumus. Lai novērstu šos traucējumus ik pēc 5 mērījumiem bija nepieciešams veikt degļa galvas tīrīšanu.



3.3.att. Kalcija saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes

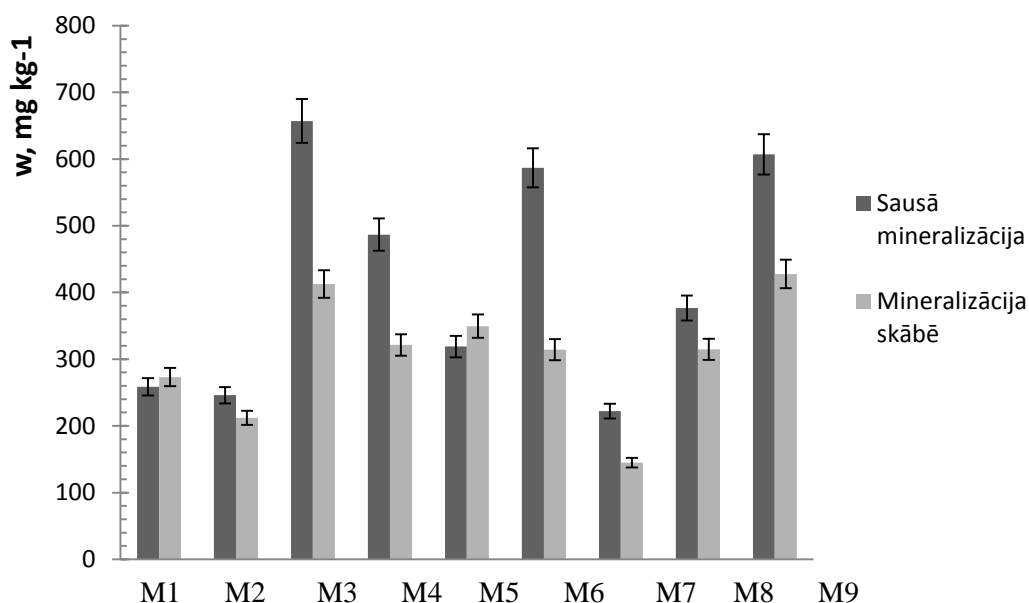


3.4.att. Cinka saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes

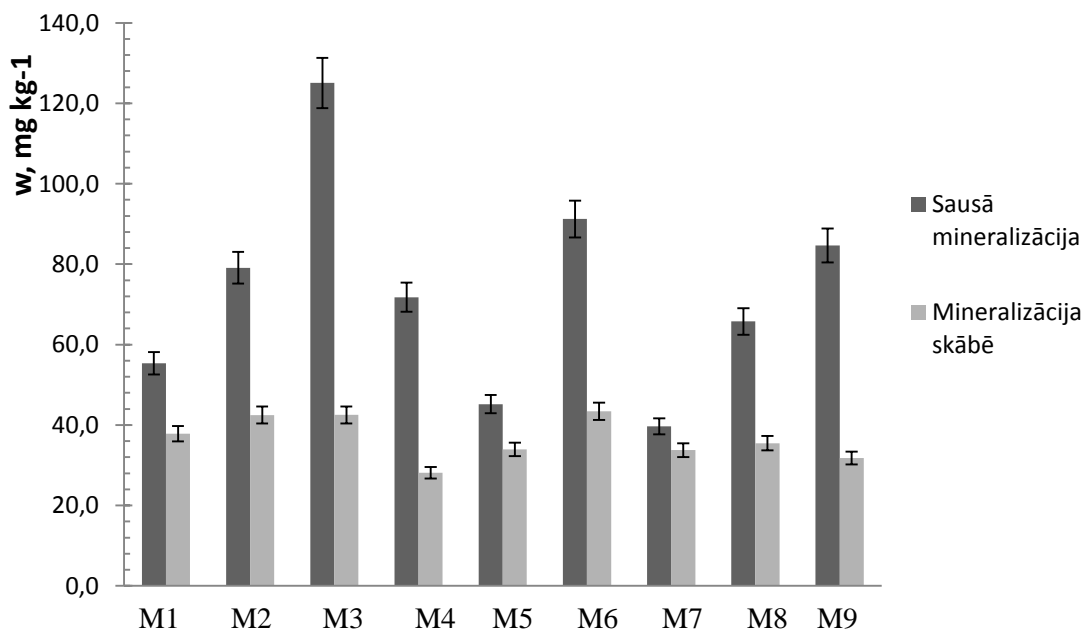


3.5.att. Vara saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes

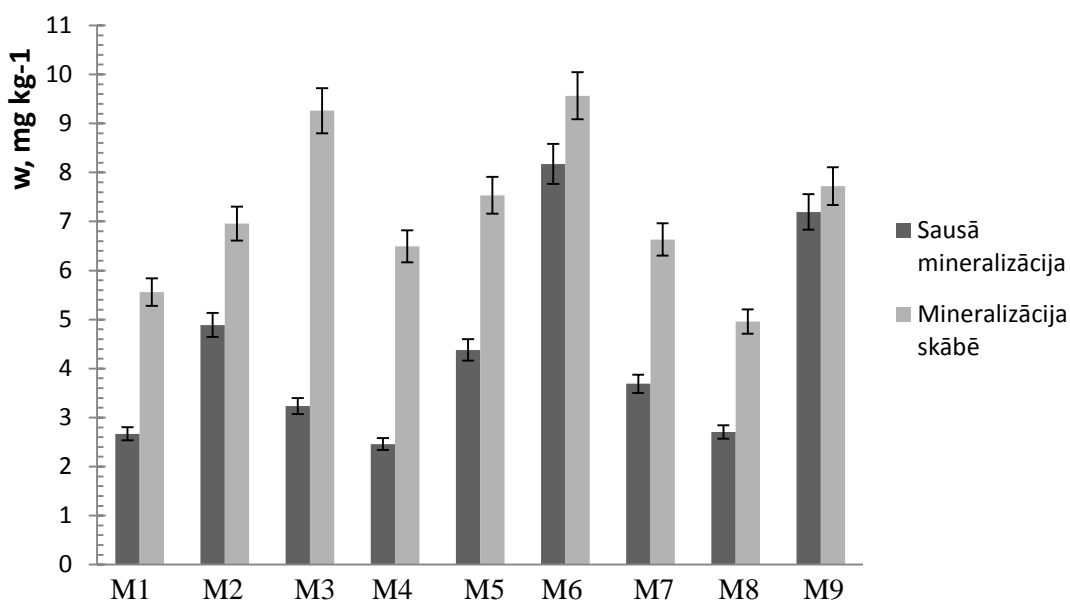
Otra tendence izveidojas kālija un nātrija satura noteikšanas gadījumā. Noteiktais makroelementu saturs ir lielāks paraugos, kuri pagatavoti ar sausās mineralizācijas metodi. Kālija un nātrija jonu šķīdumu koncentrācija tika mērīta ar liesmas fotometrijas metodi, Viens no iemesliem, kā varētu izskaidrot šo datu atšķirību starp abām mineralizācijas metodēm, ir šķīdumu viskozitāte, kas maina analīta šķīduma plūsmas ātrumu kapilārajā caurulītē. Sausajā mineralizācijā tiek iegūti vājas skābes (0,5% HNO<sub>3</sub>) šķīdumi, bet mineralizējot skābē, palikušie organiskie savienojumi, palielina šķīduma viskozitāti. Liesmas fotometrijā kapilārās caurules diametrs ir mazs līdz ar to šķīduma tilpums, kāds tiek iesūkts liesmā ir atšķirīgs.



3.6.att. Kālija saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes



3.7.att. Nātrija saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes



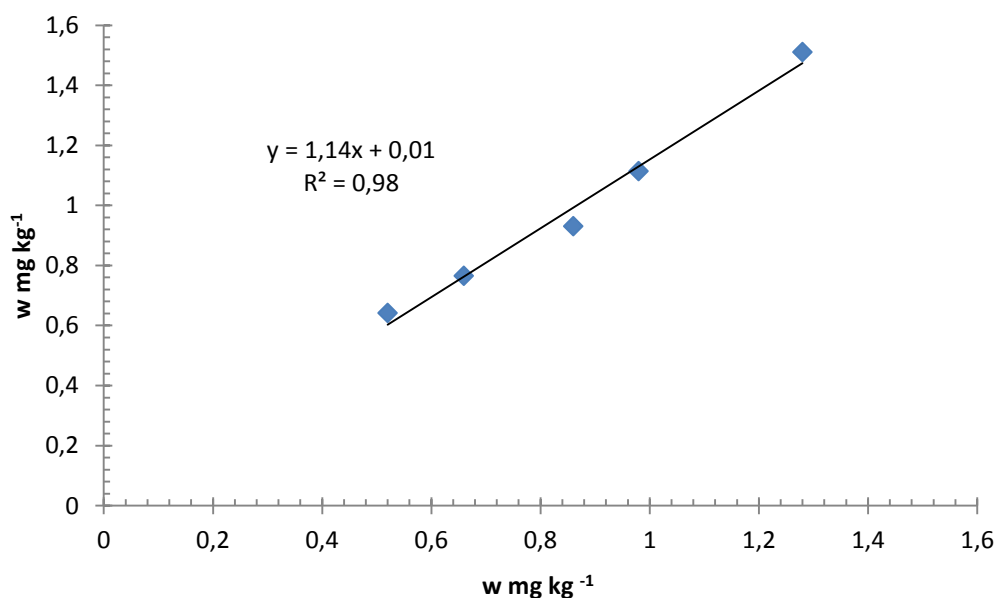
3.8.att. Mangāna saturs medus paraugos, salīdzinot abas mineralizācijas metodes

Mikro – un makroelementu saturs noteikts medus paraugos, kuri ievākti Latvijā, ir savstarpēji sakrītošs, vienas kārtas robežās, salīdzinot ar noteikto elementu saturu paraugos, kuri ievākti Serbijā, Rumānijā un Moldovā (skat. 1.3. tabulu).

Izvērtējot iegūtos rezultātus, paraugu sausā mineralizācija ir piemērotāka elementu koncentrācijas noteikšanai ar liesmas fotometrijas un liesmas atomabsorbciometrijas analīzes metodēm. Šīs mineralizācijas metodes priekšrocības – iespējams paņemt lielāku parauga iesvaru ķīmiskām analīzēm; iespējams atbrīvoties no paraugā esošajiem organiskajiem

savienojumiem. Par izvēlētās metodes piemērotību liecina arī iegūtās mazās rezultātu izkliedes, veicot paralēlos mērījumus.

Lai pārbaudītu datu pareizību, vara saturs medus paraugos tika noteikts arī ar elektrotermālo atomabsorbciometriju. Varš tika izvēlēts tāpēc, ka medus paraugos noteiktais kālijs, nātrijs un kalcijs ir lielos daudzumos un lai tos detektētu ar šo iekārtu, būtu jāveic liela analizējamo šķīdumu atšķaidīšana, kas ienestu kļūdu mērījumos, kā arī kalcija joni var veidot kalcija karbīda savienojumus, kuri negatīvi ietekmētu analītisko signālu mērījumos. Savukārt cinka gadījumā šajā metodē lineārais kalibrēšanas koncentrāciju diapazons ir mazs ( $0-2\mu\text{L L}^{-1}$ ), līdz ar to būtu arī jāveic liela analizējamo šķīdumu atšķaidīšana. Vispiemērotākais šiem mērījumiem tik atzīts varš. Sakarība, kas parāda liesmas un elektrotermālās atomabsorbciometrijas datu savstarpējo korelāciju parādīta 3.9.attēlā. Uz x-ass atlikta vara masas daļa paraugā, kas noteikta ar elektrotermālo atomabsorbciometru, bet uz y – ass atlikta vara masas daļa paraugā tam pašam paraugam, bet noteikta ar liesmas atomabsorbciometru. Korelācijas koeficients ir 0,98, kas parāda, ka dati savā starpā ir ticami un sakrītoši.



**3.9.att. Vara saturs medus paraugos, sakarība starp 2 datu kopām, kuras iegūtas ar ETAAS un LAAS analīzes metodēm**

## SECINĀJUMI

1. Noteiktais metālisko elementu saturs medū un bišu maizē korolē ar literatūrā norādītajiem datiem.
2. Piemērotākā medus un bišu maizes sagatavošanas metode ir sausā mineralizācija, mazās datu izkliedes un praktiskuma dēļ.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Biedrības „Latvijas Pirts” mājaslapa (tiešsaiste)  
<http://www.latvijaspirts.lv/web/?id=400266> (skatīts 04.01.2014.)
2. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 522, Kvalitātes, klasifikācijas un marķējuma prasības medum, Rīga, 2003.09.16. (tiešsaite)  
<http://likumi.lv/doc.php?id=79106> (skatīts 06.01.2014)
3. Bogdanov S. *The honey book*. Bee Product Science, **2011**, [www.bee-hexagon.net](http://www.bee-hexagon.net)
4. Damgaarden biškopju savienības mājaslapa (tiešsaiste)  
<http://www.honey-collective.com/tag/honey-color/> (skatīts 13.05.2014.)
5. Kántor, Z.; Pitsi, G.; Thoen, J. Glass transition of honey as a function of water content as determined by differential scanning calorimetry. *J.Agric Food Chem.* **1999**, 47, 2327-2330.
6. Joel Loverdge mājaslapa (tiešsaite)  
<http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2001/loveridge/index-page3.html> (skatīts 05.04.2014.)
7. Andelković, B.; Jevtić, G.; Mladenović, M.; Marković, J.; Petrović, M., Nedić, N. Quality of pollen and honey bee bread collected in spring. *Journal of Hygienic Engineering and Design Vol.* **2012**, 275-277.
8. Mutsaers, M.; van Blitterswijk, H.; van't Leven, L.; Kerkvliet, J.; van de Waerd, J. *Bee products properties, processing and marketing*. Agromisa Foundation: Wageningen, 2005; pp 33-34.
9. Biškopja Jāņa Pentjuša mājaslapa (tiešsaiste)  
[http://www.medusmaize.lv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&..](http://www.medusmaize.lv/index.php?option=com_content&view=article&id=3&..)  
(skatīts 04.01.2014.)
10. Beepharm Apitheraty Rx home page  
[http://www.beepharm.com/BeepharmSite/Bee\\_Bread.html](http://www.beepharm.com/BeepharmSite/Bee_Bread.html) (skatīts 15.05.2014.)
11. Синяков, А. Большой медовый лечебник; Эксмо, 2012.
12. Campos, M.G.R.; Frigero, C.; Lopes, J.; Bogdanov, S. What is the future of Bee – Pollen? *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* **2010**, 2, 131-144.
13. Price, R. The Analysis of Trace Elements in Honey by Flame and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Thermo Fisher Scientific*, 2012.
14. Vincēviča-Gaile, Z. Makro- un mikroelementu saturs medū. *LLU raksti.* **2010**, 320, 54-66.

15. Mbiri, A.; Onditi, A.; Oyaro, N.; Mugaro, E. Determination of essential and heavy metals in Kenyan honey by atomic absorption and emission spectroscopy *JASGST* **2011**, Vol.13, 107-115.
16. Golob T.; Dobersek U.; Kump P.; Necemer M. Determination of trace and minor elements in Slovenian honey by total reflection X-ray fluorescence spectroscopy. *Food Chem.*, **2005**, 91, 593-600.
17. Pisani A.; Protano G.; Riccobono F. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena Country (Italy) *Food Chem.* **2008**, 107, 1553-1560.
18. Chudzinska, M.; Baralkiewicz, D. Estimation of honey authenticity by multielements characteristics using inductively coupled plasma-mass (IPC-MS) combined with chemometrics. *Food and Chemical Toxicology*, **2010**, 48, 284-290.
19. Bogdanov, S.; Haldimann, M.; Luginbühl, W.; Gallmann, P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, **2007**, 46, 269-275.
20. Batista, B.L.; da Silva, L.R.S.; Rocha, B.A.; Rodrigues, J.L.; Berretta- Silva, A.A.; Bonates, T.O.; Gomes, V.S.D.; Barbosa, R.M.; Barbosa, F. Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. *Food Research International*. **2012**, 49, 209-215.
21. Lachman, J.; Kolišova, D.; Miholova, D.; Kosata, J.; Titera, D.; Kult, K. Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chem.*, **2007**, 101, 973-979.
22. Silv, L.R.; Videira, R.; Monteiro, A.P.; Valenão, P.; Andrade, P.B. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral content. *Microchemical Journal* **2009**, 93, 73-77.
23. Almeida – Silva, M.; Canha, N.; Dunf, H.M.; Freitas M.C.; Siteo, T. Trace elements in wild and orchard honeys. *Applied Radiation and Isotopes* **2011**, 69, 1592-1595.
24. Escuredo, O.; Míguez, M.; Fernández-González, M.; Carmen Seijo, M. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry* **2013**, 138, 851-856.
25. Eremia, N.; Dabija, T.; Dodon, I. Micro – and Macroelements Content in Soils, Plants Nectaro – Pollenifer Leaves, Pollen and Bees Body. *Animal Science and Biotechnologies* **2010**, 43.

26. Stanciu, O.G.; Marghitas, L.Al.; Dezmirean, D. Macro- and Oligo – Mineral Elements from Honeybee – Collected Pollen and Beebread Harvested from Transylvania (Romania). *Animal Science and Biotechnologies* **2009**, 66, 276-281.
27. Ötleş, S. *Methods of Analysis of Food Components and Additives*. CRC Press: Boca Raton, 2005, pp123.
28. Chua, L.S.; Abdul-Rahaman, N.L.; Saramidi, M.R.; Aziz, R. Multi- elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry* **2012**, 135, 880-887.
29. Jubele, A. Dzelzs saturs nātrēs. Bakalaura darbs. LU Ķīmijas fakultāte, Rīga, 2013.
30. Ajtony Z.; Bencs L.; Haraszi R.; Szigeti J.; Szoboslai N. Study on the simultaneous determination of some essential and toxic trace elements in honey by multi-element graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Talanta*, **2007**, 71, 683-690.
31. Jansons, E. *Analītiskās ķīmijas teorētiskie pamati*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 2006; pp 300-307.
32. Oša G. Smago metālisko elementu satūra noteikšana augsnes un baldriāna paraugos. Bakalaura darbs. LU Ķīmijas fakultāte, Rīga, 2012.
33. *Atomic Spectroscopy – a Guide to Selecting the Appropriate Technique and System*, PerkinElmer, 2008-2013.
34. Lead Poisoning from Toys blogspot  
<http://poisonedbylead.blogspot.com/2013/07/materials-methods-for-gfaas.html> (skatīts 18.05.2014.)
35. Khopkar, S.M. *Basic Concepts of Analytical Chemistry. Second edition*. New Age International:New Delhi, 1998;pp 284-285.
36. ExpertsMind: Online Tutoring Company  
<http://www.expertsmind.com/> (skatīts 19.05.2014.)
37. Thermo Scientific home page (tiešsaiste)  
[http://www.thermo.com/eThermo/CMA/PDFs/Various/File\\_2512.pdf](http://www.thermo.com/eThermo/CMA/PDFs/Various/File_2512.pdf) (skatīts 06.01.2014.)
38. Ar ķīmisko vielu iedarbību saistīto darba vides un risku novērtēšanas un novēršanas vadlīnijas, Rīga, 2003.



### **Darbā izmantoto vielu riska un drošības frāžu skaidrojumi**

#### **Riska frāzes**

R8 Saskaroties ar degošu metālu var izraisīt ugunsgrēku

R35 Rada smagus apdegumus

R36/38 Kairina acis un ādu

#### **Drošības frāzes**

S1/2 Uzglabāt noslēgtā un bērniem nepieejamā vietā

S23 Izvairīties no gāzes, aerosolu, tvaiku ieelpošanas

S26 Ja nokļūst acīs, nekavējoties tās skalot ar lielu daudzumu ūdens un meklēt medicīnisku palīdzību

S36 Izmantot aizsargapģērbu

S45 Ja noticis nelaimes gadījums vai jūtami veselības traucējumi, nekavējoties meklēt medicīnisko palīdzību

**Cinka, vara, mangāna un kalcija satura rezultātu statistiskā novērtēšana bišu maizes  
paraugos**

Parauga apzīmējums	Cinks				Varš			
	w, mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vid</sub> , mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	w mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vid</sub> , mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
B11	26,84	26,84	0,07	0,18	8,743	8,79	0,07	0,16
B12	26,78				8,769			
B13	26,92				8,868			
B21	23,44	23,3	0,17	0,4	10,36	10,3	0,09	0,2
B22	23,11				10,31			
B23	23,25				10,18			
B31	29,45	29,4	0,11	0,2	14,76	14,70	0,05	0,12
B32	29,42				14,66			
B33	29,24				14,71			
	Mangāns				Kalcijs			
	w, mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vid</sub> , mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	w, mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vid</sub> , mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
B11	31,91	31,90	0,018	0,04	925,6	927,2	1,6	3,9
B12	31,88				928,8			
B13	31,92				927,1			
B21	21,46	21,6	0,1	0,3	758,3	758,2	0,5	1,2
B22	21,71				757,7			
B23	21,56				758,7			
B31	19,64	19,7	0,1	0,2	1077	1077	1	2
B32	19,83				1078			
B33	19,71				1076			

**Cinka un vara satura rezultātu statistiskā novērtēšana medus paraugos, kas sagatavoti  
ar sauso mineralizāciju**

Parauga apzīmējums	Cinks				Varš			
	$w$ , mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	$w$ mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SM)	1,137	1,145	0,010	0,024	0,614	0,642	0,028	0,069
M12(SM)	1,155				0,670			
M13(SM)	1,144				0,643			
M21(SM)	1,464	1,468	0,016	0,039	1,041	1,039	0,004	0,011
M22(SM)	1,486				1,043			
M23(SM)	1,456				1,034			
M31(SM)	1,038	1,033	0,006	0,016	1,506	1,511	0,005	0,011
M32(SM)	1,034				1,511			
M33(SM)	1,026				1,515			
M41(SM)	0,787	0,783	0,004	0,010	1,133	1,144	0,011	0,027
M42(SM)	0,784				1,145			
M43(SM)	0,779				1,154			
M51(SM)	0,940	0,950	0,009	0,023	0,925	0,931	0,007	0,016
M52(SM)	0,954				0,938			
M53(SM)	0,956				0,931			
M61(SM)	1,111	1,119	0,008	0,020	0,769	0,765	0,004	0,010
M62(SM)	1,118				0,761			
M63(SM)	1,127				0,765			
M71(SM)	1,089	1,088	0,002	0,004	1,063	1,067	0,004	0,011
M72(SM)	1,087				1,071			
M73(SM)	1,089				1,068			
M81(SM)	0,812	0,812	0,006	0,015	0,959	0,954	0,004	0,010
M82(SM)	0,806				0,951			
M83(SM)	0,818				0,952			
M91(SM)	1,181	1,173	0,007	0,019	0,890	0,883	0,010	0,026
M92(SM)	1,171				0,871			
M93(SM)	1,167				0,888			

**Mangāna un kalcija satura rezultātu statistiskā novērtēšana medus paraugos, kas sagatavoti  
ar sauso mineralizāciju**

Parauga apzīmējums	Mangāns				Kalcijs			
	w, mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vids</sub> mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	w mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vids</sub> mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SM)	2,660	2,668	0,008	0,021	55,78	55,96	0,19	0,48
M12(SM)	2,676				56,16			
M13(SM)	2,667				55,93			
M21(SM)	4,888	4,889	0,006	0,014	33,41	33,31	0,19	0,46
M22(SM)	4,883				33,09			
M23(SM)	4,894				33,43			
M31(SM)	3,224	3,234	0,008	0,021	92,92	91,08	1,73	4,28
M32(SM)	3,240				90,83			
M33(SM)	3,237				89,49			
M41(SM)	2,450	2,460	0,009	0,023	41,96	42,81	0,80	1,99
M42(SM)	2,461				43,54			
M43(SM)	2,468				42,94			
M51(SM)	4,380	4,381	0,010	0,026	27,81	28,06	0,25	0,62
M52(SM)	4,371				28,31			
M53(SM)	4,392				28,05			
M61(SM)	8,177	8,174	0,004	0,009	59,12	59,23	0,59	1,47
M62(SM)	8,170				59,87			
M63(SM)	8,174				58,69			
M71(SM)	3,696	3,689	0,008	0,020	28,29	27,37	0,84	2,09
M72(SM)	3,681				27,17			
M73(SM)	3,692				26,65			
M81(SM)	2,697	2,706	0,009	0,022	39,45	38,72	0,72	1,79
M82(SM)	2,714				38,00			
M83(SM)	2,707				38,70			
M91(SM)	7,198	7,195	0,003	0,008	55,57	56,70	1,20	2,98
M92(SM)	7,192				57,96			
M93(SM)	7,195				56,57			

**Cinka un vara satura rezultātu statistiskā novērtēšana medus paraugos, kas sagatavoti mineralizējot skābē**

Parauga apzīmējums	Cinks				Varš			
	$w$ , mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	$w$ mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SS)	0,887	0,881	0,005	0,013	0,748	0,752	0,004	0,010
M12(SS)	0,880				0,756			
M13(SS)	0,877				0,751			
M21(SS)	1,289	1,287	0,001	0,003	1,174	1,17	0,01	0,01
M22(SS)	1,287				1,179			
M23(SS)	1,286				1,170			
M31(SS)	0,957	0,957	0,006	0,015	1,250	1,25	0,01	0,01
M32(SS)	0,963				1,245			
M33(SS)	0,951				1,241			
M41(SS)	0,682	0,682	0,002	0,005	0,899	0,891	0,008	0,021
M42(SS)	0,679				0,882			
M43(SS)	0,684				0,893			
M51(SS)	0,670	0,683	0,013	0,031	0,688	0,680	0,007	0,017
M52(SS)	0,685				0,675			
M53(SS)	0,695				0,677			
M61(SS)	0,858	0,852	0,006	0,015	1,093	1,094	0,005	0,013
M62(SS)	0,851				1,089			
M63(SS)	0,847				1,100			
M71(SS)	0,750	0,753	0,005	0,012	1,183	1,187	0,004	0,010
M72(SS)	0,751				1,190			
M73(SS)	0,759				1,188			
M81(SS)	0,787	0,793	0,005	0,013	0,759	0,766	0,008	0,019
M82(SS)	0,798				0,774			
M83(SS)	0,793				0,765			
M91(SS)	0,832	0,831	0,004	0,009	0,942	0,935	0,009	0,023
M92(SS)	0,827				0,939			
M93(SS)	0,834				0,924			

**Mangāna un kalcija satura rezultātu statistiskā novērtēšana medus paraugos, kas sagatavoti mineralizējot skābē**

Parauga apzīmējums	Mangāns				Kalcijs			
	w, mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vids</sub> mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	w mg kg <sup>-1</sup>	w <sub>vids</sub> mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SS)	5,566	5,560	0,013	0,031	47,47	47,34	1,11	2,75
M12(SS)	5,569				46,17			
M13(SS)	5,546				48,37			
M21(SS)	6,957	6,956	0,018	0,045	27,19	27,11	0,32	0,79
M22(SS)	6,973				26,76			
M23(SS)	6,937				27,38			
M31(SS)	9,305	9,260	0,041	0,102	95,76	96,70	0,84	2,09
M32(SS)	9,249				96,92			
M33(SS)	9,225				97,40			
M41(SS)	6,472	6,493	0,027	0,067	60,20	60,36	0,97	2,40
M42(SS)	6,484				59,48			
M43(SS)	6,524				61,39			
M51(SS)	7,551	7,533	0,066	0,164	25,74	26,05	0,29	0,71
M52(SS)	7,460				26,11			
M53(SS)	7,589				26,30			
M61(SS)	9,584	9,565	0,020	0,049	47,77	48,64	1,09	2,70
M62(SS)	9,545				48,30			
M63(SS)	9,568				49,86			
M71(SS)	6,630	6,633	0,003	0,008	30,96	30,62	0,67	1,66
M72(SS)	6,633				29,85			
M73(SS)	6,636				31,04			
M81(SS)	4,957	4,956	0,020	0,050	31,24	30,92	0,37	0,91
M82(SS)	4,936				30,99			
M83(SS)	4,976				30,52			
M91(SS)	7,712	7,722	0,010	0,025	47,53	47,20	0,97	2,41
M92(SS)	7,732				46,10			
M93(SS)	7,720				47,96			

## Nātrija un kālija satura rezultātu statistiskais novērtējums bišu maizes paraugiem

Parauga apzīmējums	Nātrijs				Kālijs			
	$w$ , $\text{mg kg}^{-1}$	$w_{vid}$ $\text{mg kg}^{-1}$	SD	DI	$w$ $\text{mg kg}^{-1}$	$w_{vid}$ $\text{mg kg}^{-1}$	SD	DI
B11	44,6	45,0	0,4	1,0	1117	1114	4	9
B12	45,1				1110			
B13	45,3				1111			
B21	56,0	56,0	0,4	1,1	1222	1224	4	6
B22	56,4				1227			
B23	55,5				1221			
B31	71,0	71,4	0,4	0,9	1451	1458	7	17
B32	71,4				1458			
B33	71,7				1465			

**Nātrija un kālija satura rezultātu statistiskais novērtējums medus paraugiem, kas sagatavoti izmantojot sauso mineralizāciju**

Parauga apzīmējums	Nātrijs				Kālijs			
	$w$ , mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	$w$ mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SM)	56,1	55	1	2	256,3	259	3	7
M12(SM)	54,3				257,6			
M13(SM)	55,8				261,6			
M21(SM)	80,6	79	2	4	246,0	246	3	8
M22(SM)	79,5				242,9			
M23(SM)	77,3				249,2			
M31(SM)	123,7	125	2	4	660,8	657	4	10
M32(SM)	126,6				657,5			
M33(SM)	125,0				652,6			
M41(SM)	73,0	72	1	3	488,0	487	5	12
M42(SM)	70,7				491,1			
M43(SM)	71,7				481,1			
M51(SM)	46,0	45	1	2	316,4	319	3	7
M52(SM)	44,3				322,2			
M53(SM)	45,2				318,3			
M61(SM)	92,6	91,2	1,7	4,3	589,2	586,8	8,0	19,8
M62(SM)	89,3				593,4			
M63(SM)	91,8				578,0			
M71(SM)	41,5	39,7	1,6	4,0	227,3	222,0	4,6	11,5
M72(SM)	39,0				220,2			
M73(SM)	38,5				218,6			
M81(SM)	64,2	65,8	1,5	3,8	375,1	376,7	5,7	14,1
M82(SM)	67,3				382,9			
M83(SM)	65,7				371,9			
M91(SM)	85,9	84,7	1,2	3,0	611,0	607,1	5,1	12,6
M92(SM)	83,5				608,8			
M93(SM)	84,7				601,4			

**Nātrija un kālija satura rezultātu statistiskais novērtējums medus paraugiem, kas sagatavoti mineralizējot skābē**

Parauga apzīmējums	Nātrijs				Kālijs			
	$w$ , mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI	$w$ mg kg <sup>-1</sup>	$w_{vids}$ mg kg <sup>-1</sup>	SD	DI
M11(SM)	37,0	37,8	0,8	2,1	273,2	273,1	2,8	7,0
M12(SM)	38,7				275,9			
M13(SM)	37,8				270,2			
M21(SM)	42,5	42,5	0,8	1,9	212,1	211,9	4,8	11,9
M22(SM)	41,7				207,0			
M23(SM)	43,2				216,5			
M31(SM)	42,6	42,5	1,2	3,1	410,6	412,7	2,1	5,2
M32(SM)	43,7				412,7			
M33(SM)	41,2				414,8			
M41(SM)	28,5	28,1	1,2	3,1	321,3	321,3	2,3	5,7
M42(SM)	26,7				323,5			
M43(SM)	29,1				318,9			
M51(SM)	32,7	34,0	1,6	4,0	349,5	349,4	1,4	3,5
M52(SM)	33,4				350,7			
M53(SM)	35,8				347,9			
M61(SM)	43,6	43,4	1,3	3,2	314,3	314,2	4,1	10,2
M62(SM)	42,1				318,3			
M63(SM)	44,6				310,1			
M71(SM)	32,7	33,8	1,1	2,8	148,1	144,7	10,2	10,2
M72(SM)	34,9				141,0			
M73(SM)	33,7				144,9			
M81(SM)	36,9	35,5	1,3	3,2	313,3	314,8	1,6	4,1
M82(SM)	35,3				316,5			
M83(SM)	34,3				314,5			
M91(SM)	32,7	31,8	0,9	2,4	429,7	427,7	2,1	5,3
M92(SM)	30,8				427,9			
M93(SM)	31,8				425,4			

Bakalaura darbs „Dažu elementu satura izvērtējums medū un bišu maizē” izstrādāts LU  
Ķīmijas fakultātē.

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

Autors: \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts) (paraksta atšifrējums)

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītāja profesore, Dr. chem. Vita Rudoviča \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts) (datums)

Recenzents docents, Dr.chem. Zenta Balcerbule \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts) (datums)

Darbs iesniegts Ķīmijas fakultātē: \_\_\_\_\_ (datums)

Dekāna pilnvarotā persona, metodiķe: \_\_\_\_\_ Vija Gutāne  
(personiskais paraksts)

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē:

\_\_\_\_\_ protokols Nr. \_\_\_\_\_ (ieraksta sekretārs)  
(datums) (protokola Nr.)

Komisijas sekretāre, lektore: \_\_\_\_\_  
(personiskais paraksts) (paraksta atšifrējums)