

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

BAKALaura DARBS  
ĶĪMISKĀ SASTĀVA IZVĒRTĒJUMS LAPU SALĀTOS

Autors: **Rolands Bāliņš**

Stud. apl. nr.: rb10077

Darba vadītāja: Mg., chem., lekt. Ruta Gigele

RĪGA

2015

## ANOTĀCIJA

**Ķīmiskā sastāva izvērtējums lapu salātos:** Bāliņš R., zinātniskais vadītājs Mg. chem., lekt. Gigele R. Bakalaura darbs, 52 lappuses, 25 attēli, 16 tabulas, 32 literatūras avoti. Latviešu valodā.

Bakalaura darbā ir apkopota literatūra par dažādiem lapu salātiem, to ķīmisko sastāvu, paraugu sagatavošanas metodēm, un minerālvielu analīzes metodēm. Darbā tika veikta dzelzs noteikšana ar AAM un fotometrijas metodi, kalcija noteikšana ar AAM, kālija noteikšana ar liesmas fotometrijas metodi un nitrātu noteikšana ar jonometrijas metodi. Paraugi tika sagatavoti ar sausās mineralizācijas metodi, kā arī visos paraugos tika noteikts mitruma daudzums. Iegūtie rezultāti ir apkopoti tabulu un diagrammu veidā. Rezultāti tika salīdzināti savā starpā un arī ar literatūras datiem.

LAPU SALĀTI, MINERĀLVIELAS, ATOMABSORBCIOMETRIJA, FOTOMETRIJA, JONOMETRIJA, LIESMAS FOTOMETRIJA,

## **ABSTRACT**

**Evaluation of lettuce chemical content:** Bāliņš R., scientific supervisor Mg., chem., lect  
Gigele R. Bachelor's thesis, 52 pages, 25 figures, 16 tables, 32 literature references. In Latvian.

In Bachelors thesis literature is summarized about chemical content of lettuce, sample preparation methods and mineral analysis. In this work determination of iron was made with atomabsorptiometry and photometry, determination of calcium with atomabsorptiometry, determination of potassium with flame photometry and determination of nitrate with ionometry. Dry mineralization was used for sample preparation as well as moisture content in all samples were determined. Results were compared with each other and also with the literature.

LETTUCE, MINERALS, ATOMABSORPTIOMETRY, PHOTOMETRY, IONOMETRY,  
FLAME PHOTOMETRY

# SATURS

IEVADS .....	5
APZĪMĒJUMU UN SAĪSINĀJUMU SARAKSTS .....	6
1.LITERATŪRAS APSKATS .....	7
1.1. Minerālvielu un nitrātu loma cilvēka organismā .....	7
1.2. Dažādu lapu salātu veidi un to ķīmiskais sastāvs .....	10
1.3. Paraugu sagatavošanas metodes .....	14
1.4. Dzelzs, kalcija, kālija un nitrātjonu noteikšanas metodes.....	15
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA .....	21
2.1. Izmantotā aparatūra, trauki un reaģenti .....	21
2.2. Analizējamo paraugu raksturojums .....	22
2.3. Mitruma daudzuma noteikšana salātos .....	23
2.4.Salātu sausā mineralizācija .....	24
2.5. Fotometriska dzelzs noteikšana ar sulfosalicilskābi .....	26
2.6. Atomabsorbciometriska dzelzs un kalcija noteikšana .....	29
2.7. Kālija noteikšana ar liesmas fotometrijas metodi. ....	33
2.8. Jonometriska nitrātjonu noteikšana salātos.....	36
3.REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS.....	41
3.3. Dzelzs saturs lapu salātu paraugos.....	42
3.3.Kalcija saturs lapu salātos.....	44
3.4. Kālija saturs lapu salātos.....	45
3.5.Nitrātu saturs lapu salātos .....	47
3.6.Pelnu masas daļa lapu salātos .....	48
SECINĀJUMI.....	49
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	50

## IEVADS

Mūsdienās cilvēki arvien vairāk pievērš uzmanību veselīgam uzturam, jo tas ir viens no veselības priekšnosacījumiem. Veselīgu uzturu veido četru produktu grupas, kuru skaitā ir arī augu valsts produkti, kuros ietilpst arī lapu salāti. Lapu salāti ir nozīmīgs vitamīnu, minerālvielu, balstvielu un antioksidantu avots, tāpēc tos ir ieteicams lietot katrā ēdienreizē. Zaļās krāsas produktiem piemīt arī ārstnieciskās īpašības, tie uzlabo asinsriti, dziedē bronhītu, locītavu iekaisumus, čūlas un stabilizē asinsspiedienu. Zaļo dārzeņu atsvaidzinošo garšu rada dažādas organiskās skābes un patīkamo smaržu rada to sastāvā esošās ēteriskās eļļas. Pastāv arī speciāli izstrādātas tievēšanas diētas, kuru pamatā ir lapu salāti.

Minerālvielas organismā ir ļoti necīgos daudzumos, tomēr tās ir ļoti svarīgas cilvēka normālai funkcionēšanai. Dzelzs un kalcijs ir mikroelementi – dzelzs organismā iesaistās dažādos oksidēšanās un reducēšanās procesos, tāpat tas atrodas arī asins sastāvā un nodrošina normālu ķermeņa apgādi ar skābekli. Savukārt kalcijs galvenokārt koncentrēts kaulu sastāvā, tas nodrošina kaulu cietību un normālu muskuļu un nervu sistēmas darbību. Kālijs ir makroelements, kas organismā ir ievērojami lielākā daudzumā nekā kalcijs un dzelzs. Tas nodrošina normālu osmotisko spiedienu šūnās, kā arī atbild par audu elpošanas fermentu darbību, ogļhidrātu maiņu un nervu impulsu pārvadīšanu. Pat neliela minerālvielu deficīta gadījumā ir iespējams saslimt ar nopietnām slimībām – anēmiju, osteoporozi, sirds aritmiju un citām dzīvībai bīstamām slimībām. Lai nodrošinātu pietiekamu dzelzs, kalcija un kālija daudzumu organismā, uzturā ir jālieto dzīvnieku valsts produkti un zaļie augu valsts produkti.

**Darba mērķis:** izpētīt rukolas, spinātu, salātu, kressalātu ķīmisko sastāvu un savstarpēji salīdzināt tos.

### **Darba uzdevumi:**

- Veikt analizējamo lapu salātu paraugu sauso mineralizāciju;
- Noteikt dzelzs un kalcija saturu paraugos ar liesmas atomabsorbcijas metodi;
- Ar fotometrijas metodi noteikt dzelzs saturu paraugos;
- Noteikt kālija saturu paraugos ar liesmas fotometrijas metodi;
- Jonometriski noteikt nitrātu saturu paraugos;
- Apkopot iegūtos rezultātus un salīdzināt tos ar literatūras datiem.

## APZĪMĒJUMU UN SAĪSINĀJUMU SARAKSTS

**AAM** – atomabsorbciometrija

**EDTA** – etilēndiamīntetraetiķskābesdinātrija sāļi

**JSE** – jonselektīvais elektrods

**Fe** - dzelzs

**Ca** - kalcijs

**K** - kālijs

**Mg** - magnijs

**Mn** - mangāns

**Cu** – varš

**Zn** - cinks

**Se** - selēns

# 1.LITERATŪRAS APSKATS

## 1.1. Minerālvielu un nitrātu loma cilvēka organismā

Minerālvielas ir neorganiskas vielas dzīvo radību organismos, tās tiek iedalītas mikroelementos un makroelementos. Makroelementi organismā ir lielākā daudzumā nekā mikroelementi, taču tie ir ļoti nozīmīgi cilvēka veselībai. Ja elementa koncentrācija organismā ir mazāka par 50mguz kilogramu ķermeņa masas, tad to pieņemts saukt par mikroelementu. Tādi elementi kā ogleklis, slāpeklis, ūdeņradis, fosfors, sērs un skābeklis, tiek uzskaitīti kā minerālvielas tikai, ja tie ir, piemēram, fosfātos, karbonātos vai sulfātos.

Minerālvielas organismā patstāvīgi apmainās. To apmaiņas ātrumu ietekmē vairāki faktori kā, piemēram, cik bieži tā tiek uzņemta ar uzturu, šķīšanas spēja organismā un saistīties spēja orgānos un audos. Dažādām minerālvielām apmaiņas laiks ir atšķirīgs, piemēram, kālijam tās var būt no 50-60 dienām, bet dzelzij – vairāk nekā 500 dienām.

Organismā minerālvielas ir būvelementi, tās galvenokārt regulē osmātisko spiedienu, nervu impulsu pārvadīšanu un fermentu reakcijas. Lai gan minerālvielas ir neatņemama organisma sastāvdaļa, tās pārāk lielā daudzumā tās var būt toksiskas. [22]

*1.1.tabula*

**Elementu masas daļa cilvēka ķermenī[22]**

Elementi	Masasdaļa, %	Elementi	Masasdaļa, %
Skābeklis	62	Magnijs	0,05
Ogleklis,	21	Dzelzs	0,006
Ūdeņradis	10	Cinks	0,003
Slāpeklis	3	Varš	0,00029
Kalcijs	1,5	Mangāns	0,000030
Sērs	0,64	Molibdēns	0,000022
Fosfors	0,63	Kobalts	0,000005
Nātrijs	0,26	Hroms	0,00000022
Kālijs	0,35	Vanādijs	0,00000010
Hlors	0,18		

**Kalcija loma organismā:** Kalcijam ir nozīmīga loma balsta un gremošanas funkcijām, jo lielākā daļa kalcija atrodas tieši kaulos un zobos. Kalcijs atbild arī par stabilu nervu un muskuļu darbību, kā arī šūnu struktūru uzturēšanu un atsevišķu fermentu aktivitātes nodrošināšanu. Kalcija joni piedalās arī asins sarecēšanas norisē.

Kalcija apmaiņu organismā veicina citronskābes sāļi. Pieaugušam cilvēkam vidēji dienā nepieciešams uzņemt 0,8 – 1,0 g kalcija vīriešiem un sievietēm, 1,2 g. Bagāti kalcija avoti uzturā ir galvenokārt piena produkti, graudaugi, dārzeņi un augļi, kā, piemēram, piens, kefīrs, spināti, selerijas un citi. Kalcija uzsūkšanos organismā kavē tauki, olbaltumi, vārāmā sāls, turpretim, ogļhidrāti – glikoze un cukurs to veicina. [6, 22]

Kalcija trūkums organismā var izraisīt kaulu stiprības mazināšanos, nervu sistēmas un muskuļaudu jutības paaugstināšanos, kas var novest pie ķermeņa krampjiem. Savukārt, ja kalcija daudzums organismā ir pārāk liels, tad var notikt plaušu, nieru un citu orgānu pārkaļķošanās.

**Kālija loma organismā:** kālija galvenā loma ir stabila osmotiskā spiediena uzturēšana organismā šūnuiekšienē. Kālijs nepieciešams arī audu elpošanas fermentu darbībai, ogļhidrātu maiņai un nervu impulsu pārvadīšanai.

Kālijs no organisma izdalās caur nierēm, nieres spēj uzturēt vajadzīgo kālija daudzumu arī tad, ja ar uzturu tas tiek uzņemts pārāk lielā daudzumā. Minimālā dienas deva pieaugušam cilvēkam neatkarīgi no dzimuma ir 0,8 g, bet optimālā dienas deva 3,0-4,0 g. Galvenie kālija avoti ir pupas, zirņi, spināti, kāposti, kartupeļi, melones, kivi, dažādas sēnes un citi augu valsts produkti.

Kālija trūkums organismā var izsaukt sirds vājumu un aritmiju, kā arī muskuļu vājumu, ēstgribas trūkumu un centrālās nervu sistēmas darbības traucējumus. Visbiežāk kālija deficīta cēloņi organismā ir organisma atūdeņošanās, jo kālijs vecina ūdens izdalīšanos. Ja organismā kālijs ir pārmērīgi lielā daudzumā, tad tas var izsaukt ķermeņa paralīzi un pat sirds apstāšanos. [22]

**Dzelzs loma organismā:** dzelzs galvenokārt atrodas hemoglobīna sastāvā asinīs un miglobīna sastāvā muskuļos. Tam ir ļoti svarīga loma skābekļa transportēšanai organismā, dažādos vielmaiņas procesos, oksidēšanās un reducēšanās procesos kā arī, tas atbild par imūnsistēmas stabilitāti.

Dzelzs galvenokārt uzsūcās divpadsmitpirkstu zarnā, taču daļa uzsūcas arī tievajā zarnā. Tā uzsūkšanos organismā papildus veicina arī kuņģa sālsskābe, askorbīnskābe, pienskābe un citronskābe. Laktoferīns un transferīns ir olbaltumu kompleksi, kas transportē dzelzi asinīs. Ieteicamā dienas deva vīriešiem ir 0,9 mg, bet sievietēm 2,8 mg. Nozīmīgākie dzelzs avoti ir aknas, nieres, dažādas izcelsmes gaļa, zirņi pupas, auzu pārslas, spināti, avenes, zemenes, sēnes. Gaļa tiek uzskatīta par vislabāko dzelzs avotu, jo graudaugu sastāvā esošie fitīna savienojumi kavē dzelzs uzsūkšanos organismā. Rupjmaize satur daudz fitīna.

Dzelzs trūkums organismā vājina imūnsistēmu, kas var novest pie noguruma, galvassāpēm, sausas ādas un mazasinības. Pastāv arī vairākas iedzimtas kaites, kas saistītas ar dzelzs pārmērīgu uzsūkšanos un uzkrāšanos organismā. [22]

**Nitrātu loma organismā** – nitrāti galvenokārt atrodas augsnē, un arī liela daļa mēslojuma ir bagāta ar nitrātiem, tas savukārt, sekmē nitrātu uzsūkšanos dārzeņos, kā arī tie caur augsni tālāk nokļūst gruntsūdeņos. Tāpēc ir grūti kontrolēt nitrātu daudzumu pārtikā, jo, piemēram, lapu salāti, kas audzēti ziemā, var saturēt pat līdz 8 reizēm vairāk nitrātu, nekā tie paši salāti, kas audzēti vasarā. Nitrāti tiek uzskatīti par kaitīgiem, tāpēc ir noteiktas normas, kādās koncentrācijās nitrāti var atrasties pārtikā un dzeramajā ūdenī. Pasaules Veselības organizācija ir noteikusi, ka dienas devai nitrātu daudzumam organismā nevajadzētu pārsniegt 3,7mg uz kilogramu ķermeņa svara, pretējā gadījumā var veidoties veselības problēmas.

*1.2.tabula*

**Maksimāli pieļaujamais nitrātu saturs dažādos lapu salātos [31,32]**

Salātuveids	Pieļaujamais nitrātu saturs atkarībā no gadalaika, mg/kg	
	Ziemā	Vasarā
Spināti	3500	3500
Salāti	5000	3000
Rukola	5000	5000
Kressalāti	1500	1500

Nitrāti paši par sevi nav kaitīgi, taču mutes dobumā un zarnās esošās baktērijas no nitrātiem veido nitrītus, kas saskarē ar hemoglobīnu veido methemoglobīnu, kas vairs nav spējīgs nodrošināt skābekļa pārnēsāšanu organismā. Tiek uzskatīts arī, ka nitrāti, kas organismā pārvēršas par nitrītiem, reaģējot ar amīniem, spēj veidot nitrozoamīnus, kas ir kancerogēni.

Tomēr ir arī pētījumi, kas pierāda to, ka nitrāti spēj pazemināt asinsspiedienu, kā arī pazemināt infarkta, sirds un asinsvadu slimību risku. Tas ir saistīts ar nitrītu veidošanos organismā, kas tālāk veido slāpekļa oksīdu un tas savukārt rada organismam atslābinājuma sajūtu.[30]

## 1.2. Dažādu lapu salātu veidi un to ķīmiskais sastāvs

**Salāti** (*Lactucasativa L.*) ir asteru dzimtas viengadīgs pašapputes augs, ko varapputeksnēt arī kukaiņi. Salāti ir cēlušies no savvaļas salātiem, tie arī tagad vēl ir sastopami Āzijas rietumu un vidusdaļā, Ziemeļāfrikā, Dienvidēiropā un citviet pasaulē. Senajā Ēģiptē tie bija pazīstami jau 4500 gadus pirms Kristus dzimšanas. Lapas visbiežāk ir gaiši zaļā vai zaļā krāsā, veselas, sēdošas ar sirdveida pamatu apņēm stublāju. Salātiem ir vairāki paveidi, to starpā lapu salāti, galviņsalāti, romiešu salāti, kacensalāti un spargeļu salāti. Lietošanas gatavību salāti sasniedz atkarībā no to paveida, kas var būt no 30-100 dienām. Salāti ir aukstumizturīgi un vislabāk aug mērenā temperatūrā (15-20 °C dienā un 10-12°C naktī). [11, 2]

Salāti plaši tiek lietoti uzturā visā pasaulē, tiem piemīt daudz imūnsistēmu stiprinošas īpašības. Salāti satur ļoti daudz vitamīnu A, K, C un E. Tāpat tie ir arī ļoti bagāti ar flavonoīdiem, kas aizsargā ķermeni no plaušu vēža. Salāti satur arī lielu daudzumu minerālvielu - Fe, Ca, K, Mg, Mn un Cu. 100 gramu svaigu salātu satur tikai 15 kalorijas.

Regulāri lietojot salātus uzturā ir iespējams izvairīties no tādām slimībām, kā osteoporoze, anēmija, vēzis, alcheimera slimība un asinsvadu slimībām. [3]



1.1.att. *Lactucasativa L* – Salāti[1]

**Spināti** - pie lapu dārzeņiem pieder arī spināti, taču atšķirībā no salātiem, tie ir samērā jauns kultūraugs. Romiešiem, ēģiptiešiem un grieķiem tie nebija pazīstami, taču arābu rakstos tie pieminēti ap 9. gs., bet Ķīnā tie audzēti 7. gs Par spinātu dzimteni tiek uzskatīta Mazāzija un Vidusāzija. Spināti (*Spinaciaoloraceae L.*) ir balandu dzimtas viengadīgs svešapputes divmāju

augš ar zālveida stublāju. Lapas visbiežāk ir zaļas, izvietotas pamīšus, plātne bultveida vai sirdveida pamatni. Tāpat kā salāti, arī spināti ir aukstumizturīgi, tie dīgst 3-4°C temperatūrā, bet optimālā augšanas temperatūra ir 15-18°C. [2, 4]

Spināti tiek uzskatīti par vienu no visvērtīgākajiem zaļajiem augiem. To iesaka lietot cilvēkiem ar paaugstinātu holesterīna līmeni asinīs, jo 100 gramu spinātu satur tikai 23 kalorijas, kā arī tie ir ļoti bagāti ar vitamīniem, minerālvielām un arī omega-3-taukskābēm. Spināti satur daudz vitamīnus un minerālvielas, kā, piemēram, vitamīnus K, B6, A, C, E, un minerālvielas: Fe, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Se. [5]

Spinātu sastāvā esošais K vitamīns palīdz stiprināt kaulus, tam ir arī svarīga loma asins recēšanas procesā. Vitamīni A un C stiprina organisma imūnsistēmu, kā arī tas ir svarīgs dažādos oksidēšanās un reducēšanās procesos organismā, vitamīns C palīdz arī efektīvāk uzsūkties dzelzij organismā, bet vitamīna A deficīta gadījumā var pasliktināties redze. [6]



1.2.att. *Spinaciaoleracea* – Spināti [7]

**Kress salāti:** kress salāti bija jau pazīstami senajiem romiešiem, grieķiem, etiopiešiem un ēģiptiešiem, bet par to dzimteni tiek uzskatīts Austrumu zemes. Mūsdienās tie plaši tiek kultivēti Eiropā, Āzijā, Ziemeļāfrikā un Ziemeļamerikā, bet savvaļā tie sastopami Ēģiptes, Sīrijas, Mezopotāmijas un Persijas tuksnešu oāzēs. Kressalāti (*Lepidium sativum* L.) ir vienīgais kāpostu dzimtas lakstaugs. Tie parasti ir zaļā vai tumši zaļā krāsā, ar veselām, plūksnainām, gludām vai kruzūlainām lapām. Augsnes ziņā tie nav pārāk izvēlīgi, labi aug irdenā, ar trūdvielām bagātā augsnē. Kressalāti tiek lietoti ne tikai uzturā, bet arī kā ārstniecības augs un dažās valstīs kā

lopbarība. Uzturā parasti lieto tikai svaigu augu lapas un to stumbrus. Kressalātiveicina gremošanas orgānu darbību un uzlabo vielmaiņu. [2, 8]

Svaigos kressalātos ir vairāk C vitamīna nekā apelsīnos, kā arī tie ir bagāti ar vitamīniem A, K un E, kā arī bagāti ar Fe, Ca, K, un folskābes avots savukārt, to sēklas ir lielisks proteīnu un taukskābju avots. Sastāvā esošie vitamīni A un E palīdz aizkavēt šūnu bojāšanos, kas aizkavē arī vēža šūnu veidošanos.[9, 10]



### *1.3.att. Lepidium Sativum – Kressalāti*[10]

**Rukola** - rukola – pazīstama arī kā aragula, ir viens no uzturvielām bagātākajiem zaļo lapu dārzeņiem ar Vidusjūras izcelsmi. Rukola tiek audzēta Vidusjūras reģionā kopš Romas impērijas laikiem, kad tā tika uzskatīta par afrodiāziju. Līdz 1900. gadam rukola galvenokārt tika ievākta no savvaļas, jo lielos apjomos tā netika audzēta. Rukola (*Erucasativa*) ir krustziežu dzimtas svešapputes viengadīgs augs. Tā augstums var būt no 30-60 cm. Stublājs sasniedz 40 cm garumu, tas ir taisns ar sazarojumiem. Lapas mīkstas, nevienmērīgi matainas, reti arī gludas ar īpatnēju smaržu. Tās ir dziļi robotas. Robojumu veido 4-10 mazākas sānu lapiņas, kuru galā ir viena lielāka lapiņa. Jaunākajām lapām raksturīga salda un mazāk piparota garša, bet nobriedušām lapām garša ir spēcīgāka un pikantāka. Tāpat kā spināti, arī rukola ir aukstumizturīga. Rukolai patīk labi drenētas augsnes un saules apspīdētas vietas.[24], [26]

Rukola satur daudz vitamīnus un minerālvielas, kā, piemēram, vitamīnus A, B, C, K un minerālvielas: Cu, Fe, K, Ca, Mn, P. Tā kā dzelzs atbild par hemoglobīna līmeņa celšanos, tad rukolu ieteicams lietot tiem, kuriem pastāv augsts sirds un asinsvadu slimību risks, ir mazasinības pazīmes un kāda kardioloģiska saslimšana. Rukolas lapas satur arī flavonoīdus, kas palīdz normalizēt holesterīna līmeni asinīs un stiprināt asinsvadu sienas. Šajā lapu dārzeņī ir ļoti maz

kaloriju, tāpēc to ir ieteicams lietot tiem, kuri vēlas samazināt lieko svaru, jo rukola labvēlīgi ietekmē gremošanu un novērš vielmaiņas traucējumus. Gremošanas laikā no organisma tiek izvadīts liekais šķidrums un tiek mazinātas kuņģa sekrēcijas funkcijas. Tas palīdz pret kuņģa čūlas slimību veidošanos, jo rukolai piemīt arī antibakteriālas īpašības. Savukārt augstais C vitamīna saturs un antibakteriālās īpašības dod iespēju to lietot, kad cilvēks ir saaukstējies. Rukolu iesaka lietot cilvēkiem, kuri slimo ar cukura diabētu. [23]



1.4.att. *Erucasativa* –Rukola [25]

1.3.tabula

Dažu vitamīnu un minerālvielu saturs lapu salātos [11,22,27,9,3]

Sastāvs, mg/100g	Nosaukums	Spināi	Salāti	Rukola	Kressalāti
Minerālvielas, mg	Nātrijs	65	3	27	19
	Kālijs	633	220	369	110
	Kalcijs	126	28	160	50
	Dzelzs	4.1	0.7	1,46	1
Vitamīni, mg	C vitamīns	52	5	15	33
	E vitamīns	1,37	0,6	0,43	0,7
	K vitamīns	0,335	0,126	0,109	0,339
	A vitamīns	4,69	0,741	2,37	0,346
	Folskābe	0,145	0,055	0,097	0,08

### 1.3. Paraugu sagatavošanas metodes

**Sausnes satura noteikšana** – gravimetriskai sausnes satura noteikšanai ir vairākas metodes, taču visvienkāršākās un biežāk lietotās metodes ir tiešā žāvēšana un žāvēšana vakuumā. Tieši žāvējot ir nepieciešams paraugu sasmalcināt un to ievietojot žāvskapī karsēt  $102 \pm 2$  °C aptuveni 3-6 stundas, vai arī līdz parauga masa vairs nemainās. Vakuuma žāvēšanu lieto gadījumos, kad nepieciešams noteikt saturu ar taukiem bagātiem produktiem, jo tos karsējot virs 100°C ir iespējamas sekundāras pārvērtības. Sausnes masa tiek noteikta pēc svērumu starpības pirms un pēc žāvēšanas.

Pelnu satura noteikšana ir pirmais solis, lai būtu iespējama pārtikas produktu minerālvielu analīze, jo pelnu saturs ir tas, kas raksturo kopējo minerālvielu saturu pārtikas produktos. Dzīvnieku valsts produktos pelnu saturs parasti ir konstants, taču augu valsts produktos tas var būt ļoti dažāds. Pelnu saturs lielākajā daļā svaigu produktu reti ir lielāks par 5%.

**Sausā mineralizācija** – sausajā pārpelnošanā tiek lietotas mufelkrāsnis, kas spēj uzkarst līdz 500-600°C. Augstajā temperatūrā gaistošie savienojumi iztvaiko, kā arī sadeg organiskās vielas. Vairums minerālu pārvēršas oksīdos, sāļos un silikātos. Minerālvielu zudums šajā procesā ir minimāls. Iegūto pelnu atlikumu parasti izšķīdina koncentrētā slāpekļskābē vai arī sālsskābē, jo ūdenī pelni nešķīst. Metodes priekšrocība ir tāda, ka mufelī ir iespējams ievietot vairākus paraugus vienlaicīgi un nav nepieciešamas papildus citas vielas, lai pārpelnošana notiktu. Tāpat arī nav nepieciešams papildus uzraudzīt paraugus. Trūkumi ir tādi, ka pārpelnošanas process ir laikietilpīgs un ir nepieciešama dārga aparatūra.[12]

Sausā mineralizācija ir vienkārša metode, ko parasti pielieto, lai analizētu paraugus, kuru sastāvā ir tādi elementi kā fosfors, kālijs, kalcijs, magnijs, dzelzs un citi mikro un makro elementi. [13]

**Slapjā mineralizācija** – slapjā mineralizācija ir alternatīva sausajai mineralizācijai, ja ir aizdomas par minerālvielu zudumiem sausās mineralizācijas laikā. Galvenokārt to lieto, lai veiktu tādu minerālvielu analīzi kā Fe, Cu, Zn, P. Metodes priekšrocības ir tādas, ka minerālvielas saglabājas šķīdumā, līdz ar to ir mazi zudumi, tāpat arī metodes izstrāde neaizņem pārāk daudz laika. Trūkumi ir tādi, ka ir jāstrādā ar koncentrētām skābēm, reizē var apstrādāt tikai nelielu daudzumu paraugu un ir nepieciešams patstāvīgi uzmanīt procesu. [12]

**Mikroviļņu mineralizācija** – šai metodei var pielāgot gan slapjo, gan sauso mineralizāciju, izmantojot mikroviļņu aparatūru. Metode ir ļoti laba pateicoties tam, ka lietojot speciālu aparatūru ir iespējams ievērojami samazināt pārpelnošanas laiku. Veicot slapjo mikroviļņu mineralizāciju, atkarībā no parauga daudzuma un nepieciešamās temperatūras, var lietot gan atvērto, gan noslēgto trauku sistēmu. Noslēgtā sistēmā skābes var sasniegt pat viršanas temperatūru, kas savukārt, nodrošina pilnīgu pelnu izšķīšanu, analīzes laiks parasti ir mazāk par 30 minūtēm. Atvērto trauku sistēmu lieto gadījumos, kad paraugu daudzums ir līdz 10g vai arī gadījumos, kad paraugi veido lielus gāzes daudzumus. Sausajā mikroviļņu pārpelnošanā temperatūra var sasniegt pat 1200°C, ir iespējams ieprogrammēt gan automātisku uzsildīšanu, gan dzesēšanu. [12]

#### **1.4. Dzelzs, kalcija, kālija un nitrātjonu noteikšanas metodes**

Sārnu zemes metālu noteikšanai galvenokārt lieto liesmas fotometrijas metodes, šo metālu starpā ietilpst arī kālijs. Kāliju ir iespējams noteikt arī ar jonselektīvajām metodēm.

Lai noteiktu kalcija saturu paraugā var lietot kompleksonometrisko titrēšanu. Tāpat kā kāliju, arī kalciju ir iespējams noteikt ar liesmas fotometriju, taču visbiežāk lietotā metode ir liesmas atomabsorbciometrija

Dzelzs saturu paraugā var noteikt gan ar klasiskajām metodēm, tādām kā kompleksonometriskā titrēšana un gravimetrija, gan ar instrumentālajām metodēm, tādām kā fotometrija, potenciometrija un liesmas atomabsorbciometrija.

**Fotometrija** - fotometrijā caur gaismu absorbējošas vielas šķīdumu laiž paralēlu staru plūsmu un pēc tam ar fotoelementiem mēra šīs plūsmas starojumjaudu. Fotometrijas pamatā ir gaismas absorbcijas pamatlikums jeb Bugēra, Lamberta un Bēra likums.

$$A = \epsilon \cdot c \cdot b$$

A-absorbciija;

$\epsilon$ -molārais absorbcijas koeficients;

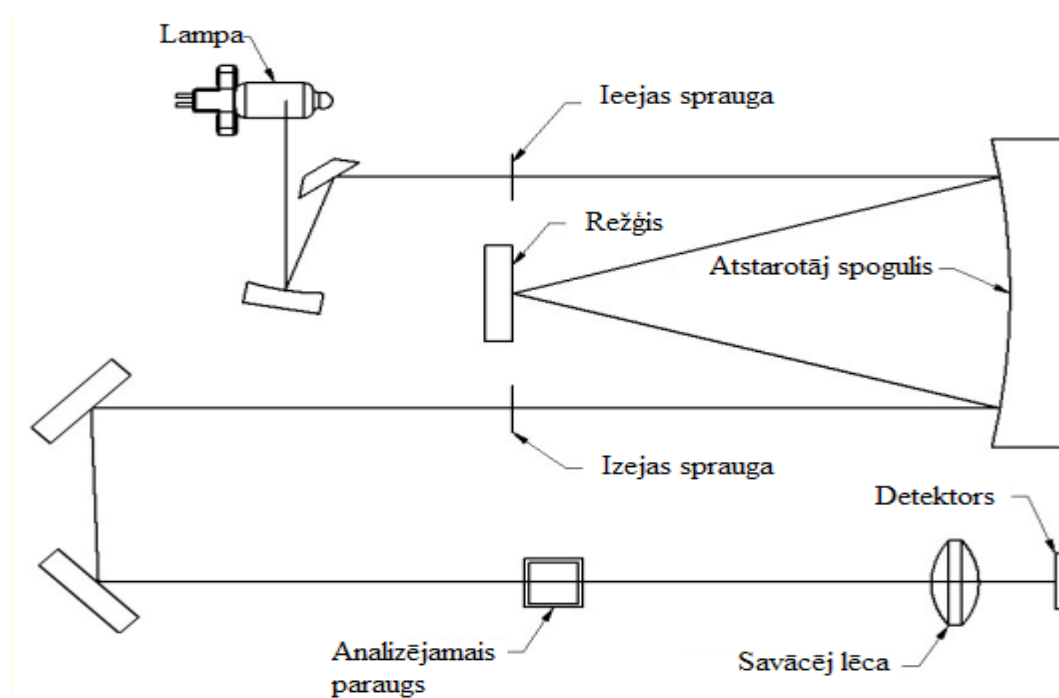
b-absorbējošā slāņa biezums, cm;

c- vielas koncentrācijas, mol/L.

Gaismas absorbcija ir proporcionāla gaismu absorbējošās vielas koncentrācijai c un šķīduma slāņa biezumam b. Lai šis likums būtu spēkā, tad absorbējošās vielas koncentrācija šķīdumā jābūt mazai, tā nedrīkst būt lielāka par  $10^{-2}$  mol/L. Ja koncentrācija ir lielāka, tad daļiņas sāk ietekmēt viena otru un sāk parādīties novirzes no Bugera, Lamberta un Bēra likuma. Novirzi no šī likuma rada arī tas,

ka gaismu absorbējošās vielas šķīdumā iesaistās blakus līdzsvaros, tie var būt protolītiski, kompleksveikdošanās un redokslīdzsvāri.

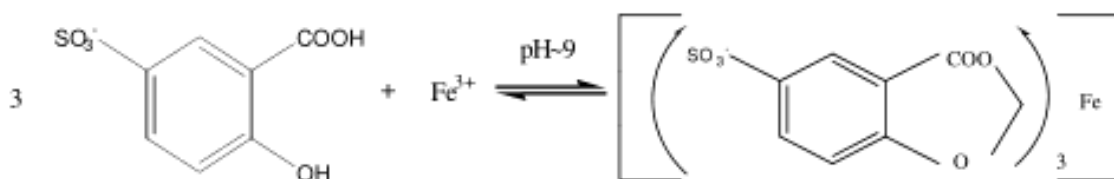
Ir divu veidu fotometri, divstaru un vienstara aparāti. Divstaru aparātos ir divi paralēlu staru kūļi, kuru starojuma jauda ir pilnīgi vienāda. Viena kūļa ceļā tiek novietota kivete ar gaismu absorbējošās vielas šķīdumu, bet otra kūļa ceļā novietota kivete, kura nesatur šo gaismu absorbējošo vielu, taču satur visas pārējās vielas, kas atrodas pirmajā kivetē. Vienstara aparātos ir viens paralēlu staru kūlis, kas eksperimenta laikā nedrīkst mainīties. Kivetei ar gaismu absorbējošo vielu tiek izmērīta starojuma jauda un pēc tam tiek izmērīta starojuma jauda otrai kivetē, kas nesatur šo vielu. Iegūtās vērtības izmanto, lai atrastu gaismas absorbciju, vai arī caurlaidību. [14]



1.5.att.Fotometra Jenway 6300 optiskās daļas shēma [29]

### Fotometriska dzelzs (III) jonu noteikšana ar sulfosalicilskābi

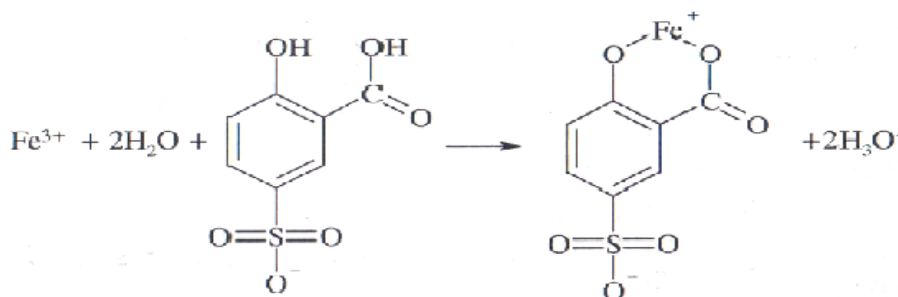
5-Sulfosalicilskābe ar dzelzs(III) joniem stipri skābā vidē veido violetu kompleksu, kura gaismas absorbcijas maksimums 510 nm liela viļņa garuma, šo savienojumu sauc par dzelzs (III) monosulfosalicilātu. Savukārt, stipri bāziskā vidē šis savienojums veido dzeltenu krāsojumu un tā gaismas absorbcijas maksimums ir pie 420nm liela viļņa garuma, šo savienojumu sauc par dzelzs(III) trisulfosalicilātu. [17].



1.6.att. Dzelzs (III) veidotais komplekss ar sulfosalicilskābi, bāziskā vidē [28].

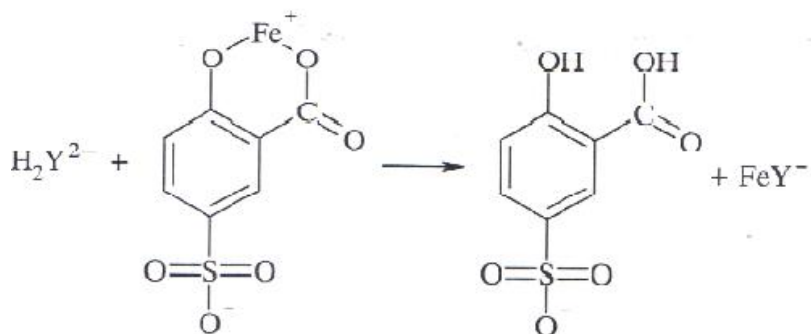
### Kompleksonometriskā dzelzs (III) noteikšana

Dzelzs (III) ir iespējams noteikt kompleksonometriski, to titrējot ar etilēndiamīntetraetiķskabesdinātrija sāli jeb saīsinājumā EDTA. Tas ir visbiežāk lietotais titrantskompleksonometriskajā titrēšanā. Šajā reakcijā ar EDTA dzelzs (III) skābā vidē tiek reducēts veidojot dzelzs(II) kompleksu savienojumu ar EDTA, par indikātoru šajā reakcijā tiek lietota sulfosalicilskābe:



1.7.att. Dzelzs (III) jonu reakcija ar sulfosalicilskābi, skābā vidē [18]

Mazāk stabilais dzelzs(III) sulfosalicilātakomplekss, to titrējot ar EDTA veido stabilāku dzelzs(III) kompleksonātu:



1.8.att. Dzelzs (III) monosulfosalicilātareakcija ar kompleksu (III) [18]

Titrēšanas beigās šķīduma krāsa mainās no sarkanvioletas uz gaiši dzeltenu – dzelzs (III) kompleksonāta krāsu.

Par indikātoru ir iespējams lietot arī eritrohrom melno T, taču tad nav iespējams veikt tiešo titrēšanu, taču ir iespējams veikt attitrēšanu.[15, 16]

**Atomspektroskopiskās metodes:** šīs analītiskās metodes balstās uz izstarotās gaismas mērījumiem pie konkrēta viļņa garuma, konkrētai analīta molekulai. Ar šīm metodēm ir iespējams veikt gan paraugu kvalitatīvo, gan kvantitatīvo analīzi. Par atomizatoru parasti lieto elektrisko loku, dzirksteli vai liesmu.

**Liesmas Atomabsorbciometrija:** šī analītiskā metode balstās uz atomiem, kas atrodas gāzes fāzē un to spēju absorbēt redzamo vai ultravioleto gaismu. Lai iegūtu atomtvaiku nepieciešams atomizators. Par atomizatoru kalpo elektriskā grafīta krāsniņas vai tantāla krāsniņas. Tajās ar elektrisko strāvu tiek radīta tik augsta temperatūra, ka analizējamā viela pārvēršas tvaikā un atomizējas. Analizējamo vielu atomizatorā ievada aerosola veidā, iekārtās, kurās par atomizatoru izmanto liesmu. Par gaismas avotu kalpo dobā katoda lampa, kas ir veidota no konkrēta analizējamā elementa. Analizējamā elementa atomi veido absorbciju tieši pie tāda viļņa garuma, kādu izstaro dobā katoda lampa. Dobās katoda lampas vidū atrodas metāls, ko lieto analīzei, bet pati lampa ir pildīta ar inertiem gāzēm – argonu vai neonu. Katodam un anodam pievadot 400-600V lielu spriegumu, rodas inertās gāzes joni, kuri sitas pret katoda dobumā esošajiem atomiem un to ierosina. Elektronu atgriežoties sākuma stāvoklī, tiek izstarota tāda gaisma, kādu absorbē liesmā esošais atomtvaiks. Šī metode ir ļoti precīza, jo viļņa garuma izkliede gaismas avotam un analizējamajam elementam tikpat kā nav novērojama.

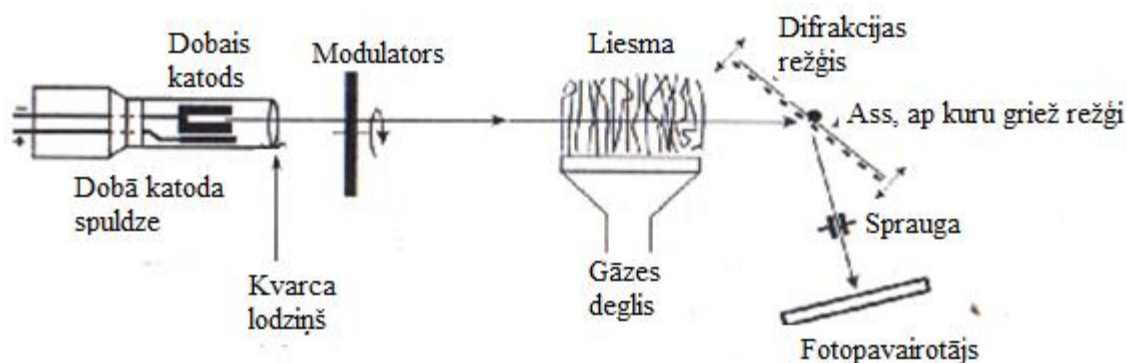
2.4.tabula

**Dažu elementu atomabsorbciometrisko noteikšanu parametri [18]**

Elements	Viļņa garums, nm	Gāzu maisījums	Strāva caur spuldzi, mA	Noteikšanas jutība, mg/l
Sudrabs, Ag	328,1	Propāns - gaiss	12-22	25
Kadmījs, Cd	228,8	Propāns - gaiss	10-15	33
Mangāns, Mn	279,5	Acetilēns - gaiss	30-40	20
Dzelzs, Fe	248,3	Acetilēns – gaiss	10-15	12,5
Cinks, Zn	213,9	Propāns – gaiss	10-15	50
Alumīnijs, Al	309,3	Acetilēns – gaiss	25-35	1,11
Bismuts, Bi	223,1	Propāns – gaiss	10-15	2,5

Atomabsorbciometrijā parasti strādā pēc kalibrēšanas taisnes metodes, kur tiek mērīta absorbcija vairākiem analizējamā elementa standartšķīdumiem un analizējamā elementa šķīdumam. Šķīduma koncentrāciju atrod pēc kalibrēšanas taisnes.

Metodes priekšrocības ir tādas, ka ir iespējams analizēt ap 70 dažādus elementus, analīzes laiks parasti ir tikai dažas sekundes. Metodei ir augsta jutība un precizitāte. Trūkumi ir tādi, ka ir nepieciešama dārga aparatūra un atšķirībā, piemēram, no atomemisijas metodes, atomabsorbciometrijā katram elementam ir nepieciešama sava dobā katoda lampa, kas arī, katru reizi analizējot citu elementu, ir jānomaina. [14, 19]

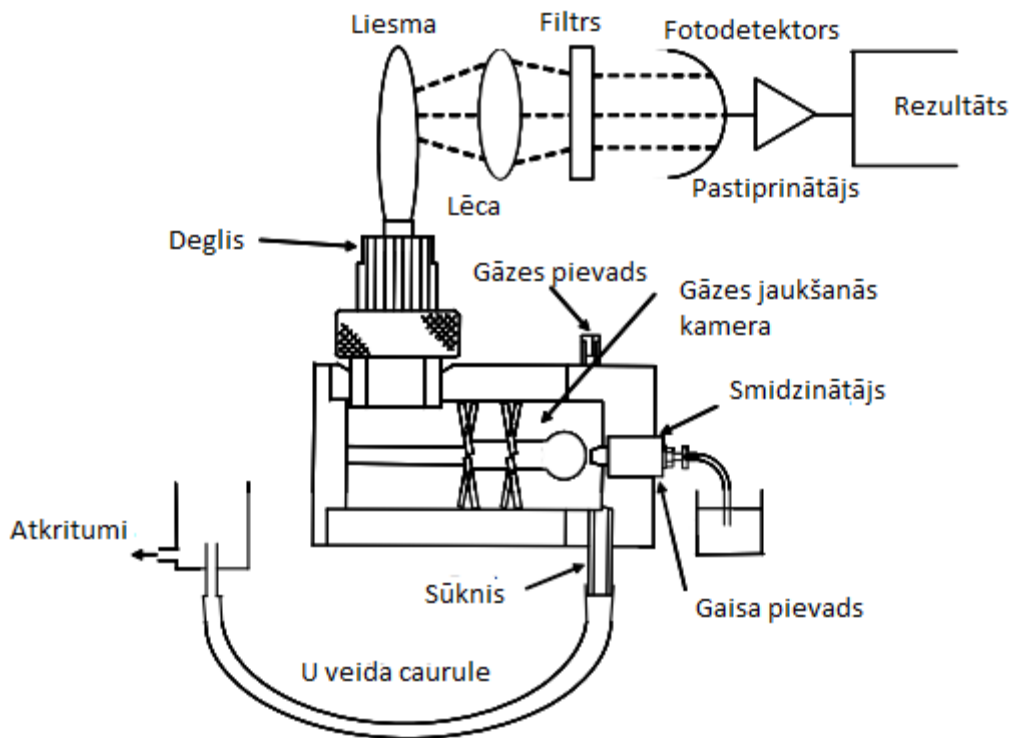


1.9.att. AtomabsorbciometraS – 302 optiskās daļas shēma. [18]

**Liesmas fotometrija** – Šo metodi bieži lieto, lai noteiktu sārmmetālus un sārmmetālus šķīdumos. Tāpat tā ir arī viena no vispiemērotākajām metodēm, lai noteiktu nātriju, kāliju, kalciju un magniju dažādos bioloģiskas izcelsmes preparātos, ķermeņa šķīdumos un pārtikas produktos. Ar šo metodi var noteikt arī citus elementus, tomēr parasti priekšroku dod atomabsorbciometrijai, jo temperatūras svārstības atomabsorbciometrijā ir daudz mazākas un līdz ar to spektrs mainās tikai nedaudz. [20]

Par atomizatoru un ierosinātāju liesmas fotometrijā izmanto liesmu. Atomabsorbciometrus arī var izmantot kā liesmas fotometrus, ja netiek lietota dobā katoda lampa un liesmas temperatūra tiek palielināta, lai sasniegtu nepieciešamo ierosināšanas līmeni. Liesmas fotometrija ir piemērotāka elementiem, kas viegli jonizējās. [14]

Metodes priekšrocības ir tādas, ka metode ir ļoti jutīga un tāpēc ir iespējams analizēt ļoti mazus paraugu daudzumus un analīzes laiks ir aptuveni 30 sekundes. Trūkumi ir tādi, ka noteikšanā var traucēt anjonu efekts. Šis efekts rodas gadījumos, kad analizējamajā šķīdumā atrodas anjoni, ar kuriem analizējamie joni var veidot mazgaistošus un termiskinoturīgus savienojumus. Piemēram sārmmetālu elementiem traucē tādi anjoni kā – sulfātjoni, fosfātjoni, borātjoni un alumīnātjoni. [14, 19]



1.10.att. Liesmas fotometra Jenway-PFP7iekārtas shēma [21]

**Jonometrija** – Jonometrija ir potenciometrijas paveids, šīs metodes pamatā ir elektroda potenciāla atkarība no nosakāmā jona koncentrācijas. Lai noteiktu jonu aktivitāti šķīdumos, tiek lietoti indikatorelektrodi. Elektroda potenciālu nevar izmērīt tieši, tādēļ indikatorelektrods tiek savienots ar citu elektrodu galvaniskā elementā un tādējādi tiek izmērīts elektrodzinējspēks galvaniskajam elementam. Otrs elektrods tiek saukts par standartelektrodu vai salīdzināšanas elektrodu, jo tā potenciāls ir nemainīgs. Elektrodu potenciālu starpību izmēra ar potenciāla mērīšanas aparātu.[16]

JSE plaši izmanto pārtikas analīzē, piemēram, nitrātu noteikšanai gaļā, konservētos dārzeņos, kālija noteikšanai vīnā un kalcija noteikšanai pienā. Ar JSE ir iespējams mērīt gan katjonu, gan anjonu aktivitāti. Līdzīgi kā atomabsorbciometrijas gadījumā, arī strādājot ar JSE izmanto kalibrēšanas līkni, tādā veidā ir iespējams ātri izmērīt lielu paraugu skaitu. Metodes priekšrocības ir tādas, ka var veikt tiešos katjonu un anjonu mērījumus, kā arī analīze nav atkarīga no parauga tilpuma. Trūkumi ir tādi, ka dažiem elektrodiem ir ļoti liela kļūda vai arī īss ekspluatācijas laiks. [12]

## 2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA.

### 2.1. Izmantotā aparatūra, trauki un reaģenti

#### Izmantotā aparatūra:

1. Laboratorijas svāri KERN 440 – 33N ( $\pm 0,01$  g);
2. Analītiskie svāri KERN ALS 220 – 4N ( $\pm 0,01$  mg);
3. Mufelis Prodryn,  $t_{\max} = 950^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{interv.}} = 50^{\circ}\text{C}$ ;
4. Žāvēšanas skapis Memmert, temperatūras intervāls  $0-220^{\circ}\text{C}$ ;
5. Fotometrs KFK-3 vienstara aparāts, viļņa garumu diapazons 315-990 nm, absorbcijas mērījumu precizitāte  $\pm 0,001A$ , 5cm kivetes;
6. Plītiņa Alaska;
7. Liesmas fotometrs Jenway PFP – 7
8. Liesmasatomabsorbcijasspektrometrs Analyst 200, PerkinElmer. Dobākatoda lampas (Fe un Ca), gāzumaisījums acetilēns -gaiss
9. Jonometrs EV – 74, jonoselektīvais elektrods EM – NO<sub>3</sub> – 01, salīdzināšanas elektrods Ag/AgCl

#### Izmantotie trauki:

- Mērcilindri 25mL, 150mL, B klase;
- Mērpipetes 5mL, 10mL, B klase;
- Mērkolbas 25mL, 50mL, 100mL, 250mL, 500mL B klase;
- Mora pipetes 5mL, 10mL, 20mL, 25mL, B klase.
- Vārglāzes;
- Porcelānatīģeļi;
- Stiklapiltuves

#### Izmantotie reaģenti:

- NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> \* 12H<sub>2</sub>O, Penta
- 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1,84$  g/cm<sup>3</sup>), Penta
- C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S \* 2H<sub>2</sub>O, Penta
- 13M NH<sub>3</sub> \* H<sub>2</sub>O, Penta
- 65% HNO<sub>3</sub> ( $\rho = 1,40$  g/cm<sup>3</sup>), Lach:ner
- AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> \* 12H<sub>2</sub>O, Penta

- $\text{KNO}_3$  šķīdums 0,5M  $\text{HNO}_3$ ,  $\gamma_{\text{K}} = 997 \pm 5$  mg/L, Merck
- $\text{NaNO}_3$  šķīdums  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\gamma_{\text{NO}_3^-} = 1005 \pm 5$  mg/L, Merck
- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  šķīdums 0,5M  $\text{HNO}_3$ ,  $\gamma_{\text{Fe}} = 998 \pm 2$  mg/L, Merck
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  šķīdums 0,5M  $\text{HNO}_3$ ,  $\gamma_{\text{Ca}} = 1000 \pm 2$  mg/L, Merck
- Dejonizēts ūdens

## 2.2. Analizējamo paraugu raksturojums

Darbā tikai analizēti astoņi lapu salātu paraugi, no kuriem trīs tika ievākti Smiltēnē, viens paraugs Rīgā. Kā arī salīdzināšanai tika nopirkti vēl četri paraugi veikalā, lai būtu iespējams salīdzināt to ķīmisko sastāvu ar dārzāudzēto salātu sastāvu

Bakalaura darbā visiem astoņiem paraugiem tika noteikta mitruma, pelnu, kālija, kalcija, nitrātjonu saturs ar vienu metodi, kā arī dzelzs saturs ar divām dažādām metodēm.

### 2.3. Mitruma daudzuma noteikšana salātos

Mitruma daudzuma noteikšanai tikai lietota tikai paraugu ēdamā daļa. Katram paraugam tika veikti trīs paralēlie mērījumi un paraugi masas robežās no 2-11g tika sasmalcināti un ievietoti jau iepriekš nosvērtos petri trauciņos. Paraugu ar petri trauciņu atsevišķi nosvērauz analītiskajiem svariem un ievietoja žāvēšanas skapī 100-105°C uz 8 stundām, kamēr paraugi pilnībā izžuva. Sausos paraugus atstāja žāvēties eksikatorā tik ilgi, kamēr masa palikanemainīga.

2.1.tabula

**Mitruma saturs lapu salātos**

Salātu veids	m <sub>iesvaram</sub> , g	m <sub>sausam</sub> , g	W <sub>mitrums</sub> , %	w <sub>vid</sub> , %	Sn, %	DI, %
Rukola, Itālijas	9,9855	1,0652	89,33	89.25	0.14	0.26
	9,9420	1,0851	89,09			
	9,9925	1,0660	89,33			
Rukola, dārza	2,4960	0,2040	91,83	92.04	0.19	0.35
	2,6656	0,2082	92,19			
	2,4557	0,1936	92,12			
Spināti, dārza	2,0376	0,1399	93,13	93.33	0.39	0.72
	2,0177	0,1257	93,77			
	2,1166	0,1466	93,07			
Spināti, Itālijas	4,9066	0,3733	92,39	92.23	0.32	0.59
	5,0140	0,3795	92,43			
	4,8865	0,3978	91,86			
Salāti, dārza	10,0244	0,5031	94,98	94.81	0.21	0.39
	9,9884	0,5115	94,88			
	10,0360	0,5442	94,58			
Salāti, Latvijas	3,3737	0,2952	91,25	90.93	0.32	0.58
	3,4930	0,3278	90,62			
	3,4824	0,3156	90,94			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	0,1799	94,63	94.18	0.43	0.79
	3,2360	0,2015	93,77			
	3,1172	0,1828	94,14			
Kressalāti, dārza	3,1874	0,1866	94,15	94.22	0.06	0.12
	3,1732	0,1818	94,27			
	3,1782	0,1834	94,23			

Mitruma saturs salātos tika aprēķināts pēc vienādojuma 2.1.

$$w_{mitrums} = 100 - \frac{m_{sausam}}{m_{iesvaram}} \cdot 100\% \quad (2.1.)$$

kur,  $w_{mitrums}$  – procentuālais mitruma saturs paraugā, %

$m_{sausam}$  – izžāvēta parauga masa, g

$m_{iesvaram}$  – iesvērtā parauga masa, g

Standartnovirzi aprēķina pēc formulas 2.2.

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (m_i - m_{vid})^2}{n(n-1)}} \quad (2.2.)$$

kur,  $m_{vid}$  – vidēji ņemtā parauga masa, g

$m_i$  – iesvērtā parauga masa, g

$S_n$  – standartnovirze

$n$  – mērījumu skaits

Drošības intervālu aprēķina pēc formulas 2.3.

$$DI\% = \pm \frac{t_{0,95,3} \cdot S_n}{\sqrt{n}} \quad (2.3.)$$

kur,  $DI\%$  – drošības intervāls, %

$t_{0,95,3}$  – stūdentu koeficients

Aprēķina piemēri Rukola Itālijas 1 paraugam:

$$w_{mitrums} = 100 - \frac{1,0652g}{9,9855g} \cdot 100\% = 89,33\%$$

$$S_n = \sqrt{\frac{(89,33 - 89,3)^2 + (89,09 - 89,3)^2 + (89,33 - 89,3)^2}{3(3-1)}} = 0,14$$

$$DI\% = \pm \frac{3,18 \cdot 0,14}{\sqrt{3}} = \pm 0,3\%$$

## 2.4. Salātu sausā mineralizācija

Izkarsētos paraugus ievietoja atsevišķi jau iepriekš mufelī krāsnī 500°C izkarsētos un nosvērtos porcelāna tīģeļos. Porcelāna tīģeļus ar paraugu novietoja uz elektriskās plītiņas un pakāpeniski paaugstinot temperatūru, karsēja tik ilgi, kamēr paraugi pārogļojās.

Tīģeļus ar pārogļotiem paraugiem ievietoja mufelī krāsnī, kur tos turēja apmēram 8 stundas, temperatūra pakāpeniski tika ik pa stundai palielināta no 200-500°C. Pēc 8 stundām paraugi bija palikuši par baltiem pelniem.

Lai iegūtu pelnu šķīdumu, baltos pelnus izšķīdināja nelielā daudzumā koncentrētas slāpekļskābes. Iegūto šķīdumus caur krokotu filtrpapīru pārlēja 50mL mērkolbās un uzpildīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei.

2.2.tabula

**Pelnu masas daļa lapu salātos**

Salātu veids	$m_{iesvaram}$ , g	$m_{pelniem}$ , g	$W_{pelniem}$ , %	$W_{vid.}$ , %	Sn,%	DI,%
Rukola, Itālijas	9,9855	0,2161	2,16	2.17	0.02	0.04
	9,9420	0,2182	2,19			
	9,9925	0,2154	2,16			
Rukola,dārza	2,4960	0,0412	1,65	1.63	0.04	0.08
	2,6656	0,0444	1,67			
	2,4557	0,0389	1,58			
Spināti,dārza	2,0376	0,0498	2,44	2.50	0.05	0.09
	2,0177	0,0511	2,53			
	2,1166	0,0532	2,51			
Spināti, Itālijas	4,9066	0,1143	2,33	2.26	0.07	0.13
	5,0140	0,1099	2,19			
	4,8865	0,1105	2,26			
Salāti, Latvijas	10,0244	0,1097	1,09	1.05	0.05	0.09
	9,9884	0,0999	1,00			
	10,0360	0,1070	1,07			
Salāti, dārza	3,3737	0,0271	0,80	0.76	0.04	0.07
	3,4930	0,0265	0,76			
	3,4824	0,0254	0,73			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	0,0341	1,02	1.06	0.05	0.09
	3,2360	0,0360	1,11			
	3,1172	0,0330	1,06			
Kressalāti, dārza	3,1874	0,0376	1,18	1.18	0.003	0.006
	3,1732	0,0376	1,18			
	3,1782	0,0377	1,19			

Pelnu masas daļa aprēķināta pēc vienādojuma 2.4.

$$W_{pelniem} = \frac{m_{pelniem}}{m_{iesvaram}} \cdot 100\% \quad (2.4.)$$

kur,  $W_{pelniem}$  – procentuālais pelnu saturs paraugā, %

$m_{pelniem}$  – pelnu masa, g

$m_{iesvaram}$  – iesvērtā parauga masa, g

Aprēķina piemēri Rukola Itālijas 1. paraugam:

$$w_{\text{pelniem}} = \frac{0,2161\text{g}}{9,9855\text{g}} \cdot 100\% = 2,16\%$$

$$S_n = \sqrt{\frac{(2,16 - 2,17)^2 + (2,19 - 2,17)^2 + (2,16 - 2,17)^2}{3(3 - 1)}} = 0,02$$

$$DI\% = \pm \frac{3,14 \cdot 0,02}{\sqrt{3}} = \pm 0,04\%$$

## 2.5. Fotometriska dzelzs noteikšana ar sulfosalicilskābi

**Šķīdumu pagatavošana:**

- Dzelzs(III) standartšķīdumu pagatavoja no dzelzs(III)-amonija alauna dodekāna. Uz analītiskajiem svariem ar precizitāti 0,1 mg nosver 0,4350 g vielas. Vielu pārnes vārglāzē un tai pievieno 10mL 2M sērskābes, 300mL destilēta ūdens – iegūto šķīdumu karsē uz plītiņas, kamēr viela izšķīst. Iegūto šķīdumu pārnesa 500 mL mērkolbā, uzpildīja līdz atzīmei un kārtīgi samaisīja. Darbā izmanto 10 reizes atšķaidītāku standartšķīdumu ar dzelzs jonu koncentrāciju 0,01mg/mL, ko pagatavoja 10mL šī šķīduma pārnesot 100 mL mērkolbā un atšķaidot ar destilētu ūdeni līdz atzīmei.
- 10% sulfosalicilskābes šķīdumu ieguva izšķīdinot 10,00 g kristāliskas sulfosalicilskābes 100mL destilēta ūdens.
- Lai iegūtu 6M amonjaka ūdens šķīdumu tika ņems 46,15mL 13M amonjaka šķīdums, kas tika kvantitatīvi pārnesti 100 mL mērkolbā un uzpildīts ar destilētu ūdeni līdz atzīmei.

**Kalibrēšanas grafiks.** Kalibrēšanas grafiku iegūst pārnesot sešās 50 mL mērkolbās atbilstoši 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; un 8,0 mL dzelzs standartšķīduma ar koncentrāciju 0,01mg/mL. Katrā mērkolbā pievienoja 3,0 mL 10% sulfosalicilskābes šķīdumu un 5,0 mL 6M amonjaka ūdens šķīduma. Mērkolbas uzpildīja līdz atzīmei ar destilētu ūdeni.

Līdzīgi gatavoja arī salīdzināšanas šķīdumu, 50 mL mērkolbā, pievienojot visus reaģentus izņemot standartšķīdumu. Gaismas absorbcijas mērījumus veica pie viļņa garuma  $\lambda=416$  nm. Mērījumus veica pret salīdzināšanas šķīdumu 5cm kivetē ar vienstara fotometru KFK-3.

Analizējamais šķīdumusgatavoja 25mL mērkolbās, kur kvantitatīvi tika pārnesti 2,5mL pelnu šķīdumu. Reaģentus pievienoja tādā pašā secībā un daudzumā, kā kalibrēšanas grafika šķīdumiem.

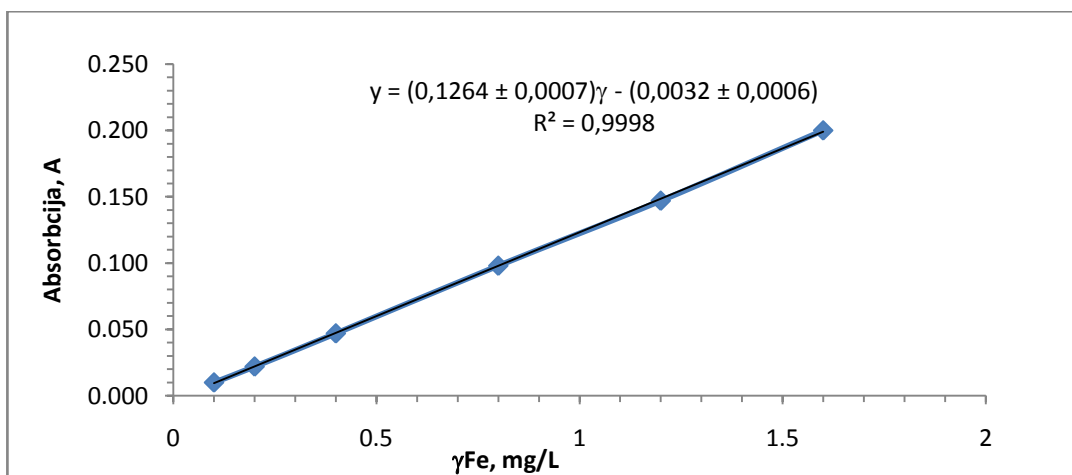
Noteiktais dzelzs saturs lapu salātos ar fotometrijas metodi

Salātu veids	$m_{\text{iesvaram}}$ , g	A	$\gamma\text{Fe}^{3+}$ ,mg/ L	$m_{\text{Fe(pelnu.šķ.)}}$ ,mg	$m_{\text{Fe(mg)/100g(produkta)}}$ g	$m_{\text{vid./100g}}$ , mg	Sn, mg/100g	DI, mg/100 g
Rukola, Itālijas	9,9855	0,082	0,67	0,34	3,38	3.43	0.07	0.13
	9,9420	0,085	0,70	0,35	3,51			
	9,9925	0,083	0,68	0,34	3,41			
Rukola, dārza	2,4960	0,011	0,11	0,06	2,25	2.37	0.10	0.19
	2,6656	0,013	0,13	0,06	2,40			
	2,4557	0,012	0,12	0,06	2,45			
Spināti, dārza	2,0376	0,018	0,17	0,08	4,12	4.14	0.19	0.35
	2,0177	0,017	0,16	0,08	3,96			
	2,1166	0,02	0,18	0,09	4,34			
Spināti, Itālijas	4,9066	0,041	0,35	0,17	3,56	3.44	0.12	0.21
	5,0140	0,040	0,34	0,17	3,41			
	4,8865	0,038	0,33	0,16	3,34			
Salāti, Latvijas	10,024	0,054	0,45	0,23	2,26	2.35	0.10	0.18
	9,9884	0,056	0,47	0,23	2,34			
	10,036	0,059	0,49	0,25	2,45			
Salāti, dārza	3,3737	0,017	0,16	0,08	2,37	2.47	0.09	0.16
	3,4930	0,019	0,18	0,09	2,51			
	3,4824	0,019	0,18	0,09	2,52			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	0,027	0,24	0,12	3,56	3.69	0.21	0.39
	3,2360	0,029	0,25	0,13	3,94			
	3,1172	0,025	0,22	0,11	3,58			
Kressalāti, dārza	3,1874	0,019	0,18	0,09	2,76	2.93	0.19	0.35
	3,1732	0,02	0,18	0,09	2,89			
	3,1782	0,022	0,20	0,10	3,14			

Dati kalibrēšanas grafika konstruēšanai

$V_{\text{Fe}}$ ,mL	$\gamma\text{Fe}^{3+}$ , mg/L	$A_{\text{vid}\lambda=416\text{ nm } b=5\text{ cm}}$
0,5	0,1	0,010
1,0	0,2	0,022
2,0	0,4	0,047
4,0	0,8	0,098
6,0	1,2	0,147
8,0	1,6	0,200

Iegūtos datus izmantoja kalibrēšanas grafika konstruēšanai, kur uz x ass tiek atlikta dzelzs masas koncentrācija, bet uz y ass absorbcijas mērījumi. Taisnes virziena koeficienta un brīvā locekļa kļūda tika noteikta, izmantojot Microsoft Excel programmas funkciju LINEST.



2.1.att. Kalibrēšanas grafiks dzelzs (III) jonu fotometriskai noteikšanai ar sulfosalicilskābi ( $\lambda = 416\text{nm}$ ;  $b = 5\text{cm}$ )

Dzelzs masas koncentrāciju analizējamajā šķīdumā aprēķināja pēc vienādojuma 2.5.

$$\gamma = \frac{A + b}{a} \quad (2.5.)$$

kur, A – parauga absorbācija, A

b – brīvais loceklis

a – taisnes virziena koeficients

$\gamma$  - dzelzs masas koncentrācija analizējamajā šķīdumā, mg/L

Dzelzs masu pelnu šķīdumā aprēķināja pēc vienādojuma 2.6.

$$m_{Fe(\text{pelnu.šķ.})} = \gamma \cdot V_{\text{pelnu}} \cdot \left( \frac{V_{\text{kolbai}}}{V_{\text{pipet}}} \right) \quad (2.6.)$$

kur,  $m_{Fe(\text{pelnu.šķ.})}$  – dzelzs masa analizējamajā šķīdumā, mg

$\gamma$  - dzelzs masas koncentrācija analizējamajā šķīdumā, mg/L

$V_{\text{pelnu}}$  – šķīduma tilpums, kuram tiek mērīta absorbācija, L

$V_{\text{kolbai}}$  – pelnu šķīduma tilpums, L

$V_{\text{pipete}}$  – analīzei ņemtā šķīduma tilpums, L

Dzelzs masas daļu uz 100g svaigu salātu parauga aprēķināja pēc vienādojuma 2.7.

$$m_{Fe(\text{mg})} = \frac{m_{Fe(\text{pelnu.šķ.})} \cdot 100\text{g}}{m_{\text{iesvaram}}} \quad (2.7.)$$

kur,  $m_{Fe(\text{mg})}$  – dzelzs masa uz 100g svaiga produkta, mg/100g

$m_{\text{iesvaram}}$  – sākotnēji ņemtā iesvara masa, g

Aprēķina piemēri Rukola Itālijas 1 paraugam:

$$\gamma = \frac{0.173 + 0,0032}{0.1264} = 0.67 \text{ mg / L}$$

$$m_{\text{Fe}(p.s)} = 0,67 \text{ mg / L} \cdot 0,05 \text{ L} \cdot \left( \frac{0,025 \text{ L}}{0,0025 \text{ L}} \right) = 0,34 \text{ mg}$$

$$m_{\text{Fe}} = \frac{0,34 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}}{9,9985 \text{ g}} = 3,38 \text{ mg}$$

Standartnovirzi un drošības intervālu aprēķināja pēc vienādojumiem 2.2 un 2.3.

## 2.6. Atomabsorbciometriskā dzelzs un kalcija noteikšana

### Šķīdumu pagatavošana:

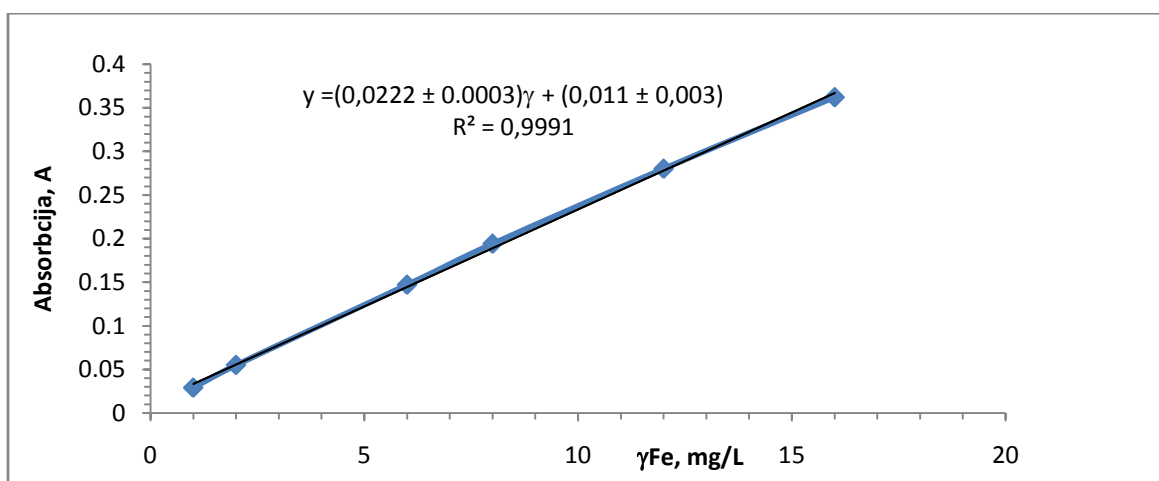
- Lai pagatavotu dzelzs un kalcija standartšķīdumus ar masas koncentrācijām 100mg/L, tika lietoti standartšķīdumi ar dzelzs un kalcija masas koncentrāciju 1000mg/L. Ar 10mL mora pipetēm attiecīgi katru šķīdumu pārnesa 100mL mērkolbās un atšķaida līdz atzīmei ar destilētu ūdeni.
- **Kalibrēšanas grafiks:** Lai konstruētu kalibrēšanas grafiku, dzelzs un kalcija standartšķīdumus ar masas koncentrāciju 100mg/L ar mērpipeti vajadzīgo daudzumu pārnesa 100mL mērkolbā un atšķaida ar destilētu ūdeni līdz atzīmei. Ar atomabsorbciometru izmērīja katra šķīduma absorbciju trīs reizes un atrada vidējo absorbcijas vērtību.

2.5. tabula

**Kalibrēšanas grafika dati dzelzs noteikšanai**

$V_{\text{Fe}}, \text{mL}$	$\gamma_{\text{Fe}^{3+}}, \text{mg/L}$	Absorbciija, A
0,5	1	0.029
1,0	2	0.055
2,0	6	0.147
4,0	8	0.194
6,0	12	0.280
8,0	16	0.362

No iegūtajiem rezultātiem tika konstruēts kalibrēšanas grafiks, kur uz x ass tiek attēlota dzelzs masas koncentrācija mg/L, bet uz y ass tiek atliktas absorbcijas vērtības. Taisnes virziena koeficienta un brīvā locekļa kļūdatika noteikta izmantojot Microsoft Excel programmas funkciju LINEST.



2.2.att. Kalibrēšanas grafiks dzelzs (III) jonu noteikšanai izmantojot atomabsorbciometrijas mērījumus, ( $\lambda=248,33$  nm)

2.6.tabula

**Noteiktais dzelzs saturs lapu salātos ar AAM metodi**

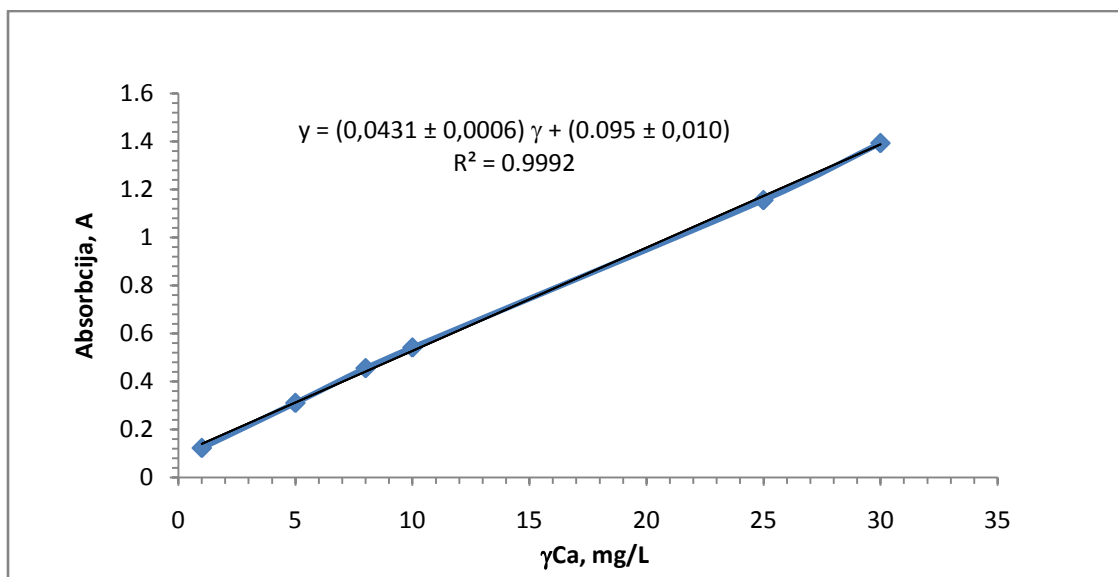
Salātu veids	$m_{\text{iesvaram}}, \text{g}$	$\gamma\text{Fe}^{3+}, \text{mg/L}$	$m_{\text{Fe(p.šķ.)}}, \text{mg}$	$m_{\text{Fe(mg)/100g(produkta.)}}, \text{g}$	$m_{\text{vid./100g}}, \text{mg}$	Sn, mg/100g	DI, mg/100g
Rukola, Itālijas	9,9855	1,372	0,343	3,435	3.39	0.06	0.11
	9,9420	1,321	0,330	3,322			
	9,9925	1,364	0,341	3,413			
Rukola, dārza	2,4960	0,983	0,049	1,969	1.98	0.04	0.08
	2,6656	1,034	0,052	1,940			
	2,4557	0,994	0,050	2,024			
Spināti, dārza	2,0376	1,628	0,081	3,995	3.97	0.06	0.11
	2,0177	1,621	0,081	4,017			
	2,1166	1,652	0,083	3,902			
Spināti, Itālijas	4,9066	0,662	0,166	3,373	3.42	0.05	0.10
	5,0140	0,698	0,175	3,480			
	4,8865	0,668	0,167	3,418			
Salāti, Latvijas	10,0244	0,812	0,203	2,025	2.11	0.09	0.16
	9,9884	0,838	0,210	2,097			
	10,0360	0,882	0,221	2,197			
Salāti, dārza	3,3737	1,553	0,078	2,302	2.32	0.06	0.10
	3,4930	1,662	0,083	2,379			
	3,4824	1,581	0,079	2,270			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	0,965	0,121	3,599	3.61	0.02	0.04
	3,2360	0,932	0,117	3,600			
	3,1172	0,908	0,114	3,641			
Kressalāti, dārza	3,1874	0,752	0,094	2,949	2.91	0.04	0.07
	3,1732	0,736	0,092	2,899			
	3,1782	0,731	0,091	2,875			

**Analizējamo šķīdumu sagatavošana un mērīšana:** Analizējamie šķīdumi tika gatavoti dažādos atšķaidījumos, lai to masas koncentrācija iekļautos kalibrēšanas grafika robežās. Dzelzs gadījumā atšķaidījumi bija robežās no 0-5, bet kalcija noteikšanas gadījumā, šķīdumi tikai atšķaidīti no 5-20 reizēm. Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs AAnalyst 200, pēc kalibrēšanas datu apstrādes, aprēķināja analizējamo šķīdumu masas koncentrācijas

2.7. tabula

**Kalibrēšanas grafika dati kalcija noteikšanai**

$V_{Ca}, mL$	$\gamma_{Ca^{2+}}, mg/L$	Absorbcija
1	1	0,122
5	5	0,310
8	8	0,455
10	10	0,541
25	25	1,156
30	30	1,394



2.3.att. Kalibrēšanas grafiks kalcija jonu noteikšanai izmantojot atomabsorbciometrijas mērījumus, ( $\lambda=422,67$  nm)

## Noteiktais kalcija saturs lapu salātos ar AAM metodi

Salātu veids	m <sub>iesvaram</sub> , g	γCa <sup>2+</sup> ,mg/L	m <sub>Ca(p.šķ.)</sub> ,mg	m <sub>Ca(mg)/100g(produkta)</sub> ,g	m <sub>vid./100g</sub> , mg	Sn, mg/100g	DI, mg/100g
Rukola, Itālijas	9,9855	18,429	18,429	184,558	184	3	5
	9,9420	18,601	18,601	187,095			
	9,9925	18,106	18,106	181,196			
Rukola,dārza	2,4960	17,0910	4,273	171,184	170	4	7
	2,6656	17,7170	4,429	166,163			
	2,4557	17,0810	4,270	173,891			
Spināti,dārza	2,0376	11,4760	2,869	140,803	143	4	8
	2,0177	11,9360	2,984	147,891			
	2,1166	11,8780	2,970	140,296			
Spināti, Itālijas	4,9066	25,264	6,316	128,725	129	4	8
	5,0140	25,033	6,258	124,816			
	4,8865	26,144	6,536	133,756			
Salāti, Latvijas	10,0244	16,089	16,089	160,498	163	3	6
	9,9884	16,177	16,177	161,958			
	10,0360	16,757	16,757	166,969			
Salāti, dārza	3,3737	12,0500	6,025	178,587	179	4	7
	3,4930	12,7830	6,392	182,980			
	3,4824	12,2170	6,109	175,411			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	24,911	6,228	185,825	191	5	9
	3,2360	24,977	6,244	192,962			
	3,1172	24,367	6,092	195,424			
Kressalāti, dārza	3,1874	25,829	6,457	202,587	203	1	1
	3,1732	25,764	6,441	202,981			
	3,1782	25,688	6,422	202,064			

*Dzelzs un kalcija satura aprēķināšanai analizējamajos paraugos lieto vienādojumus 2.6-2.7, bet drošības intervāla un standartnovirzes aprēķināšanai lieto vienādojumus 2.2-2.3.*

## 2.7. Kālija noteikšana ar liesmas fotometrijas metodi.

### Šķīdumu pagatavošana:

- No kālija standartšķīduma, ar masas koncentrāciju 1000mg/L pagatavoja desmit reizes atšķaidītāku šķīdumu. 10mL šī šķīduma pārnesa 100mL mērkolbā un uzpildīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei.

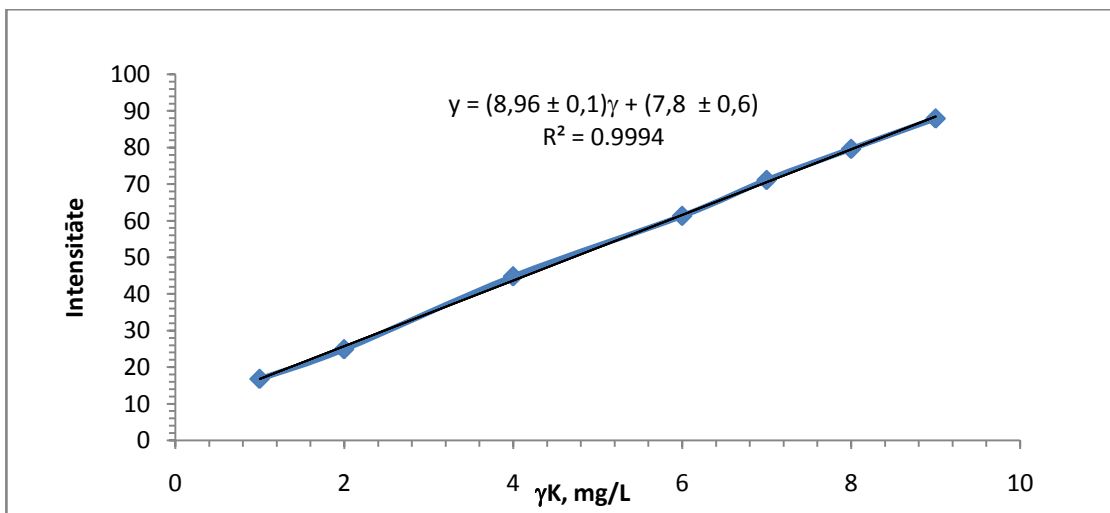
**Kalibrēšanas grafiks:** Kalibrēšanas grafika konstruēšanai iepriekš sagatavoto kālija standartšķīdumu ar masas koncentrāciju 1000mg/L, kvantitatīvi pārnesa septiņās 100mL mērkolbās, attiecīgi 1,0, 2,0; 4,0; 6,0; 7,0; 8,0; un 9,0 mL un uzpildīja ar destilētu ūdeni līdz atzīmei. Ar Liesmas fotometru Jenway PFP – 7 mērija intensitāti katram šķīdumam, ar hronometru uzņemot laiku pēc 30 sekundēm pieraksta rezultātu.

2.9.tabula

**Kalibrēšanas grafika dati, kālija noteikšanai ar liesmas fotometriju**

$\gamma K^+$ , mg/L	Intensitāte
1	16,8
2	24,9
4	44,8
6	61,3
7	71,1
8	79,6
9	87,9

No iegūtajiem rezultātiem tiek konstruēts kalibrēšanas grafiks, kur uz x ass tiek attēlota kālija masas koncentrācija mg/L, bet uz y ass tiek atliktas intensitātes vērtības. Taisnes virziena koeficienta un brīvā locekļa kļūda tika noteikta, izmantojot Microsoft Excel programmas funkciju LINEST.



2.4.att. Kalibrēšanas grafiks kālija jonu noteikšanai izmantojot liesmas fotometriju mērījumus.

**Analizējamo šķīdumu sagatavošana un mērīšana:** Līdzīgi kā gatavoja šķīdumus kalibrēšanas grafikam, gatavoja analizējamus šķīdumus, ņemot nepieciešamo daudzumu pelnu šķīduma, pārnesot to mērkolbā un atšķaidot ar destilēto ūdeni līdz atzīmei. Šķīdumus gatavoja tā, lai tie iekļautos kalibrēšanas grafika robežās, tos atšķaidīja robežās no 50-500 reizēm.

## Kālija saturs dažādos salātos

Salātuveids	m <sub>iesvaram</sub> , g	Intensitāte	γK <sup>+</sup> ,mg/L	m <sub>K(p.šķ.)</sub> ,mg	m <sub>K(mg)/100g(produkta)</sub> ,g	m <sub>vid./100g</sub> , mg	Sn, mg/100g	DI, mg/100g
Rukola, Itālijas	9,9855	23,2	1,719	43,0	430	429	2	3
	9,9420	23,1	1,708	42,7	429			
	9,9925	23,1	1,708	42,7	427			
Rukola,dārza	2,4960	21,2	1,496	9,35	374	373	9	17
	2,6656	22,4	1,629	10,2	382			
	2,4557	20,6	1,429	8,93	364			
Spināti,dārza	2,0376	26,3	2,065	12,9	633	641	14	25
	2,0177	26,8	2,121	13,3	657			
	2,1166	27,0	2,143	13,4	633			
Spināti, Itālijas	4,9066	22,1	1,596	39,9	813	818	5	8
	5,0140	22,5	1,641	41,0	818			
	4,8865	22,2	1,607	40,2	822			
Salāti, Latvijas	10,0244	19,1	1,261	31,5	315	318	4	8
	9,9884	19,1	1,261	31,5	316			
	10,0360	19,4	1,295	32,4	322			
Salāti, dārza	3,3737	16,4	0,960	6,00	178	182	4	7
	3,4930	17,1	1,038	6,49	186			
	3,4824	16,9	1,016	6,35	182			
Kressalāti, Latvijas	3,3514	22,9	1,685	10,5	314	310	4	7
	3,2360	22,2	1,607	10,0	310			
	3,1172	21,5	1,529	9,56	307			
Kressalāti, dārza	3,1874	19,8	1,339	8,37	263	260	3	5
	3,1732	19,5	1,306	8,16	257			
	3,1782	19,6	1,317	8,23	259			

Kālija masas koncentrāciju analizējamajā šķīdumā aprēķināja pēc vienādojuma 2.8.

$$\gamma = \frac{Int - b}{a} \quad (2.8.)$$

kur, Int – analizējamā parauga intensitāte

b – brīvais loceklis

a – taisnes virziena koeficients

γ - kālija masas koncentrācija analizējamajā šķīdumā, mg/L

Dzelzs masu pelnu šķīdumā aprēķināja pēc vienādojuma 2.9.

$$m_{K(\text{pelnu.šķ.})} = \gamma \cdot V_{\text{pelnu}} \cdot \left( \frac{V_{\text{kolbai}}}{V_{\text{pipet}}} \right) \quad (2.9.)$$

kur,  $m_{K(\text{pelnu.šķ.})}$  – kālija masa analizējamajā šķīdumā, mg  
 $\gamma$  – kālija masas koncentrācija analizējamajā šķīdumā, mg/L  
 $V_{\text{pelnu}}$  – šķīduma tilpums, kuram tiek mērīta intensitāte, L  
 $V_{\text{kolbai}}$  – pelnu šķīduma tilpums, L  
 $V_{\text{pipete}}$  – analīzei ņemtā šķīduma tilpums, L

Kālija masas daļu uz 100g svaigu salātu parauga aprēķināja pēc vienādojuma 2.10.

$$m_{K(\text{mg})} = \frac{m_{K(\text{pelnu.šķ.})} \cdot 100g}{m_{\text{iesvaram}}} \quad (2.10.)$$

kur,  $m_{K(\text{mg})}$  – kālija masa uz 100g svaiga produkta, mg/100g  
 $m_{\text{iesvaram}}$  – sākotnēji ņemtā iesvara masa, g

Aprēķina piemēri Rukola Itālijas 1 paraugam:

$$\gamma = \frac{23,2 - 7,8}{8,96} = 1,719 \text{ mg/L}$$

$$m_{K(\text{p.š})} = 1,719 \text{ mg/L} \cdot 0,05 \text{ L} \cdot \left( \frac{0,05 \text{ L}}{0,0001 \text{ L}} \right) = 43,0 \text{ mg}$$

$$m_K = \frac{43,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}}{9,9985 \text{ g}} = 430 \text{ mg}$$

Standartnovirzi un drošības intervālu aprēķināja pēc vienādojumiem 2.2 un 2.3.

## 2.8. Jonometriska nitrātjonu noteikšana salātos

### Šķīdumu pagatavošana:

- Lai pagatavotu 1L 1% kālija alumīnija sulfāta šķīdumu, ar precizitāti  $\pm 0.01$ g nosvēra 18.37g kālija alumīnija sulfāta dodekānu un to kvantitatīvi pārnesa 1L mērkolbā. Pakāpeniski pieliekot nelielu daudzumu destilēta, ūdens to izšķīdināja un uzpildīja līdz atzīmei.
- Lai pagatavotu 100mL 0,1M kālija nitrāta šķīduma, ar precizitāti  $\pm 0.01$ g nosvēra 1,01g kristāliska kālija nitrāta un to kvantitatīvi pārnesa 100mL mērkolbā, izšķīdināja nelielā daudzumā ekstrahenta, un uzpildīja ar ekstrahentu līdz atzīmei.

**Kalibrēšanas grafiks:** No pagatavotā kālija nitrāta standartšķīdumu ar koncentrāciju 0,1mol/L, pakāpeniski to atšķaidot ar ekstrahentu, gatavoja 50mL mērkolbās kālija nitrāta šķīdumus ar koncentrācijām  $5 \cdot 10^{-2}$  mol/L,  $5 \cdot 10^{-3}$  mol/L,  $5 \cdot 10^{-4}$  mol/L,  $5 \cdot 10^{-5}$ ,  $1 \cdot 10^{-5}$  mol/L, kalibrēšanas grafikam izmantoja arī šķīdumu ar koncentrāciju 0,1mol/L.

Mērījumus sāka izdarīt sākot ar atšķaidītāko šķīdumu, lai katru reizi nebūtu elektrods jāskalo ar destilētu ūdeni.

2.11.tabula

**Kalibrēšanas grafika dati, jonometriskainitrātjonu noteikšanai**

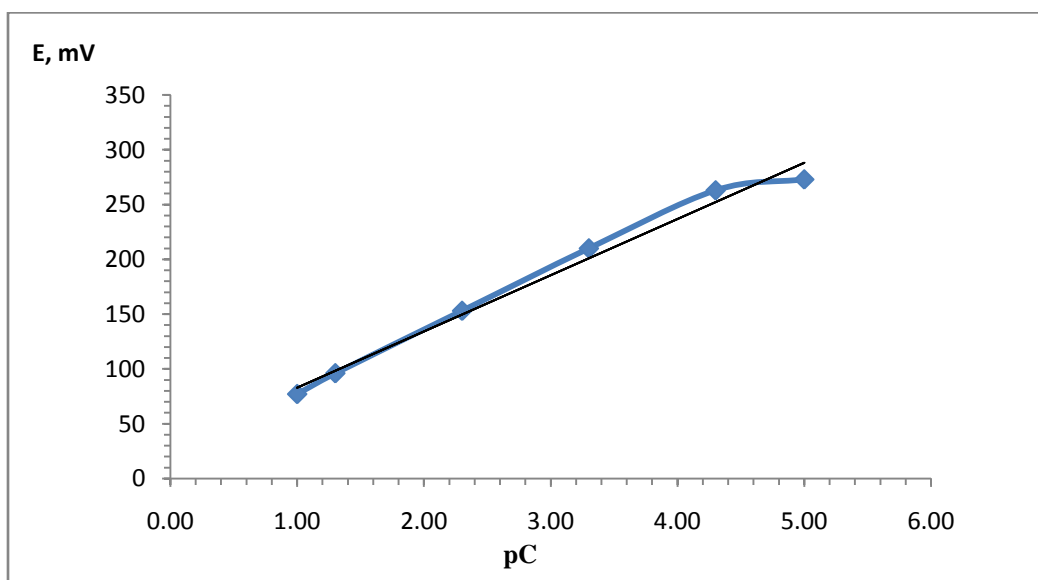
EDS, mV	c, mol/L	pC
77	0,1	1,00
96	0,05	1,30
153	0,005	2,30
210	0,0005	3,30
263	0,00005	4,30
273	0,00001	5,00

pC atrod kā negatīvo logaritmu no molārās koncentrācijas, pēc vienādojuma 2.11.

$$pC = -\lg c \quad (2.11)$$

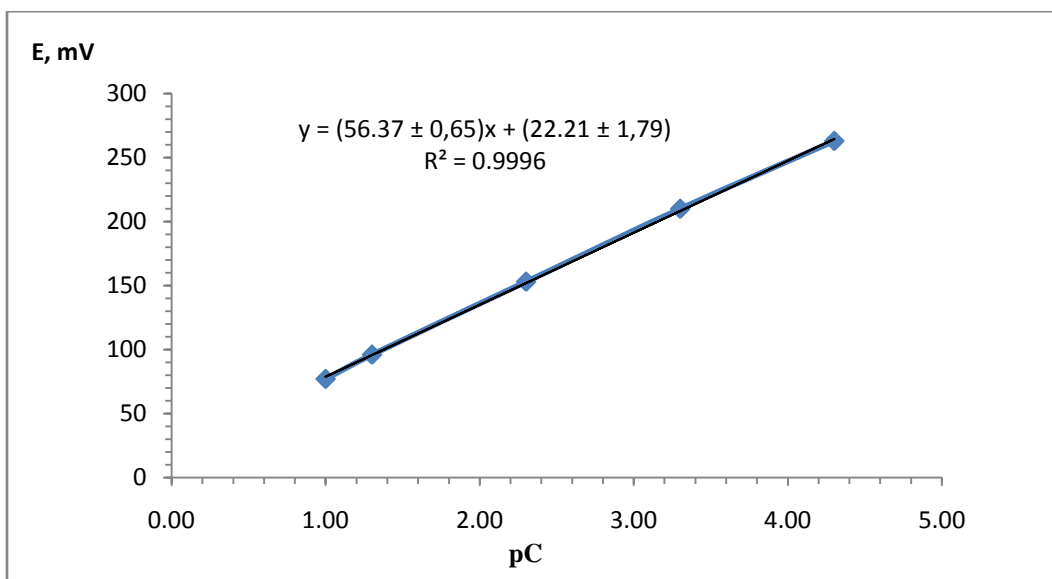
kur, pC – negatīvais logaritms no molārās koncentrācijas

c – molārā koncentrācija, mol/L



2.5.att. EDS atkarībā no molārās koncentrācijas negatīvā logaritma.

Kalibrēšanas grafika konstruēšanai izmanto tikai 2.5.att. lineāro apgabalu.



2.6.att. Kalibrēšanas grafiks nitrātjononometriskai noteikšanai

**Analizējamo šķīdumu sagatavošana un mērīšana:** Tika ņemts 10g analizējamā parauga, ko nosvēra uz laboratorijas svāriem ar precizitāti  $\pm 0.1$ g. Nosvērto paraugu sasmalcināja un ievietoja homogenizatorā un pievienoja 150mL ekstrahenta un homogenizēja 1 minūti. Iegūto suspensiju filtrēja caur krokotu filtrpapīruvārglāzē un šim šķīdumam veica elektrovadītspējas mērījumus, iepriekš ar destilētu ūdeni noskalojot elektrodu. Mērījumus atkārtoja 3 reizes.

## Nitrātjonu saturs dažādos salātos

Salātuveids	E, mV	pC	c, mol/L	$\gamma_{NO_3^-}$ , g/L	$m_{NO_3^-}$ (paraugā), g	$m_{mg/kg}$	$m_{vidg./kkg, mg}$	Sn,mg/kg	DI,mg/kg
Rukola, Itālijas	177	2,746	0,0018	0,111	0,018	1768,7	1843	75	138
	176	2,728	0,0019	0,116	0,018	1842,1			
	175	2,710	0,0019	0,121	0,019	1919,2			
Rukola,dārza	198	3,119	0,0008	0,047	0,008	751,3	741	17	32
	198	3,119	0,0008	0,047	0,008	751,4			
	199	3,136	0,0007	0,045	0,007	721,3			
Spināti,dārza	213	3,385	0,0004	0,026	0,004	407,4	408	17	31
	212	3,367	0,0004	0,027	0,004	424,6			
	214	3,402	0,0004	0,025	0,004	391,1			
Spināti, Itālijas	189	2,959	0,0011	0,068	0,011	1085,4	1131	46	85
	188	2,941	0,0011	0,071	0,011	1130,7			
	187	2,923	0,0012	0,074	0,012	1177,4			
Salāti, Latvijas	172	2,657	0,0022	0,136	0,022	2177,1	2237	52	96
	171	2,640	0,0023	0,142	0,023	2267,7			
	171	2,640	0,0023	0,142	0,023	2267,3			
Salāti, dārza	204	3,225	0,0006	0,037	0,006	587,7	612	25	46
	203	3,207	0,0006	0,038	0,006	612,0			
	202	3,189	0,0006	0,040	0,006	637,6			
Kressalāti, Latvijas	182	2,835	0,0015	0,091	0,014	1446,7	1429	88	162
	184	2,870	0,0013	0,084	0,013	1332,5			
	181	2,817	0,0015	0,095	0,015	1506,6			
Kressalāti, dārza	195	3,065	0,0009	0,053	0,009	850,4	912	56	104
	192	3,012	0,0010	0,060	0,010	961,4			
	193	3,030	0,0009	0,058	0,009	922,9			

Nitrātjonu masas koncentrāciju aprēķina pēc vienādojuma 2.12

$$\gamma_{NO_3^-} = 10^{-pC} \cdot M_{NO_3^-} \quad (2.12)$$

kur, pC – negatīvais logaritms no molārās koncentrācijas

$\gamma_{NO_3^-}$  - nitrātjonu masas koncentrācija, g/L

$M_{NO_3^-}$  - nitrātjonumolmasa, g/mol

Kopējo nitrātu masu paraugā aprēķina pēc vienādojuma 2.13.

$$m_{NO_3^-} = \left( \frac{\left( \frac{m_{\text{paraugam}} \cdot W_{\text{mitrumam}}}{100} \right) + V_{\text{ekstrahentam}}}{1000} \right) \cdot \gamma_{NO_3^-}$$

kur,  $m_{NO_3^-}$  – nitrātu masa paraugā, g  
 $\gamma_{NO_3^-}$  – nitrātu masas koncentrācija, g/L  
 $W_{\text{mitrumam}}$  – ūdens masas daļa paraugā, %  
 $V_{\text{ekstrahentam}}$  – ekstrahenta tilpums, mL  
 $m_{\text{paraugam}}$  – parauga masa, g

Nitrātu masu miligramos uz kilogramu produkta aprēķina pēc vienādojuma 2.14.

$$m_{\text{mg/kg}} = \frac{m_{NO_3^-} \cdot 1000000}{m_{\text{paraugam}}}$$

kur,  $m_{NO_3^-}$  – nitrātu masa paraugā, g  
 $m_{\text{paraugam}}$  – parauga masa, g  
 $m_{\text{mg/kg}}$  – nitrātu masa paraugā, mg/kg

Aprēķina piemēri Rukola Itālijas 1 paraugam:

$$\gamma_{NO_3^-} = 10^{-2,746} \cdot 62,0 \text{ g/mol} = 0,111 \text{ g/L}$$

$$m_{NO_3^-} = \left( \frac{\left( \frac{10 \text{ g} \cdot 89,33\%}{100} \right) + 150 \text{ mL}}{1000} \right) \cdot 0,111 \text{ g/L} = 0,018 \text{ g}$$

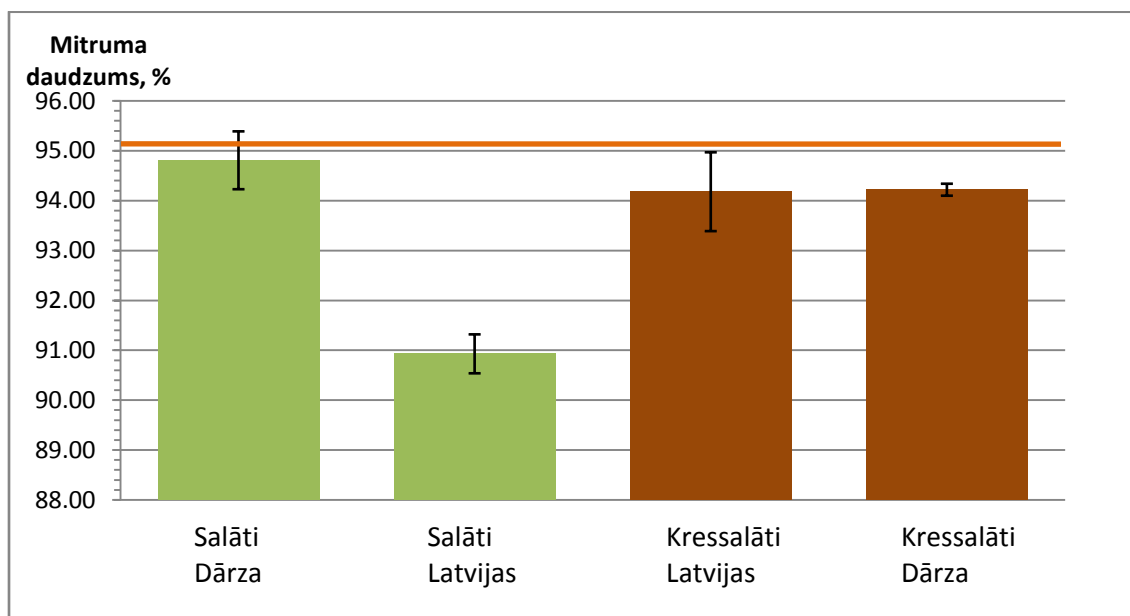
$$m_{\text{mg/kg}} = \frac{0,018 \text{ g} \cdot 1000000}{10 \text{ g}} = 1843 \text{ mg/kg}$$

Standartnovirzi un drošības intervālu aprēķināja pēc vienādojumiem 2.2 un 2.3.

### 3.REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS

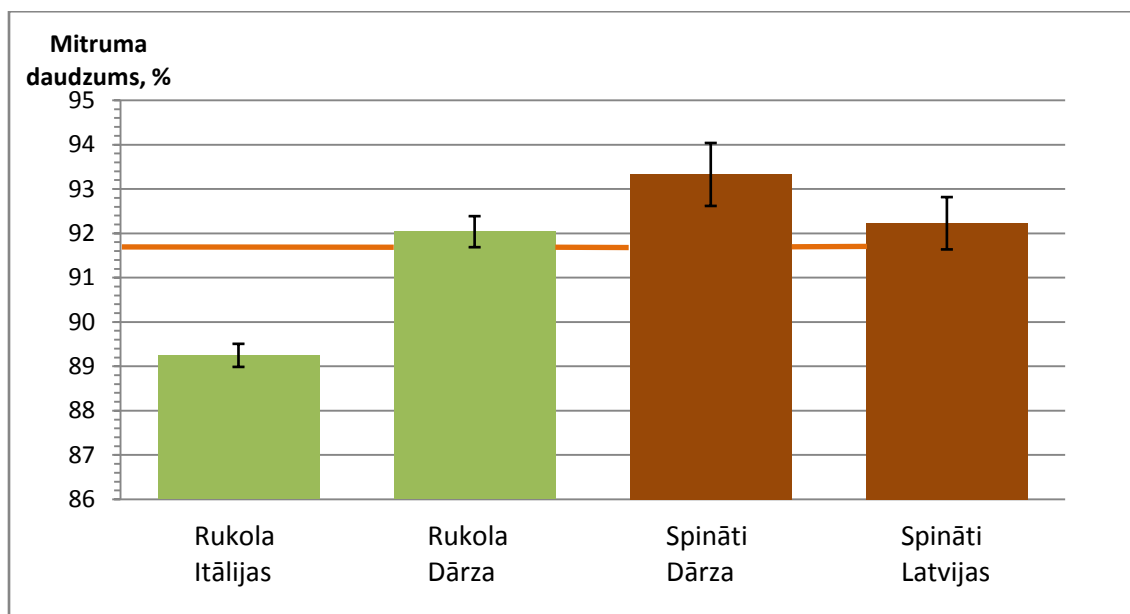
#### 3.1. Mitruma saturs lapu salātu paraugos

Pirms minerālvielu satura noteikšanas paraugos, tika noteikts mitruma saturskatram paraugam. Iegūtie rezultāti ar vidējo mitruma daudzumu paraugos, drošības intervālu un standartnovirzi apkopoti 3.1.tabulā. Rezultāti tika apkopoti arī diagrammas veidā 3.1. un 3.2 attēlā.



3.1.att. Vidējais mitruma saturs salātos un kressalātos.

Pēc 3.1.attēla datiem var redzēt, ka vislielākais mitruma saturs ir dārzā audzēto salātu paraugam  $94,81 \pm 0,39\%$ , bet vismazākais Latvijā audzētajiem salātiem  $90,93 \pm 0,58\%$ . Var secināt arī to, ka, jo svaigāks ir paraugs, jo mitruma saturs tajā ir lielāks, to var novērot pēc diagrammā esošo dārzā audzēto salātu paraugiem, kas pēc novākšanas tika analizēti savlaicīgāk, nekā paraugi, kas ilgāku laiku uzglabājušies veikalā. Literatūrā dotās vērtības ir attēlotas ar horizontālo līniju, kas ir salātos  $95,1\%$  [11], un kressalātos  $95,2\%$ . [11]

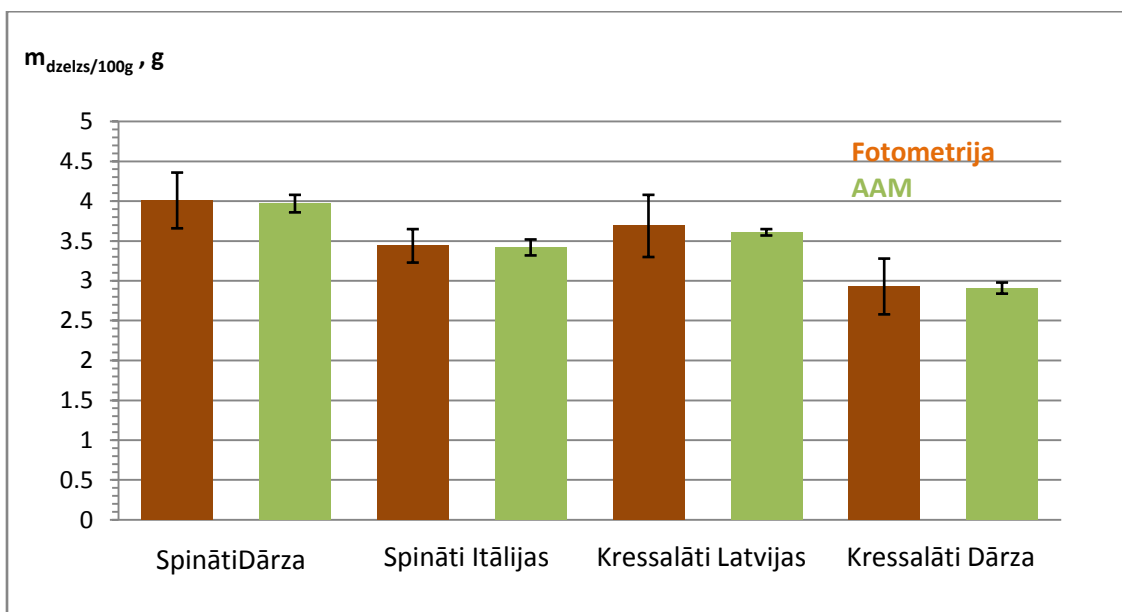


3.2.att.Vidējais mitruma rukolā un spinātos.

3.2. attēla var redzēt, ka Itālijā audzētajairukolai ir vismazākais mitruma saturs  $89,25 \pm 0,26\%$ , bet vislielākais dārzā audzēto spinātu paraugam  $93,33 \pm 0,72\%$ . Literatūrā dotās vērtības ir attēlotas ar horizontālo līniju, kas ir rukolā  $91,71\%$  [27], un spināts  $91,6\%$ . [22]. Salīdzinot salātus savā starpā, vislielākais mitruma saturs ir dārza salātu paraugā, bet vismazākais Itālijā audzētajai rukolai. Visi iegūtie rezultāti ir ļoti tuvu literatūrā dotajām vērtībām, atšķirība ir intervālā no  $0,3 - 4,5\%$ .

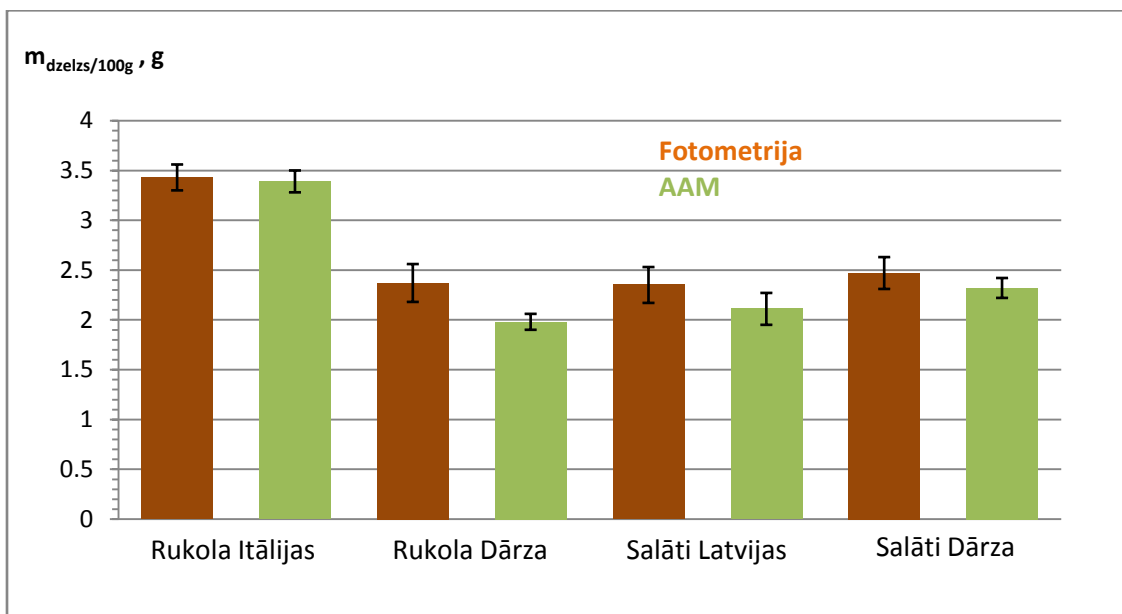
### 3.3. Dzelzs saturs lapu salātu paraugos

Dzelzs saturs visos analizējamajos paraugos tika noteikts ar divām dažādām metodēm – AAM un fotometriju. Fotometriski iegūtie rezultāti ar vidējām vērtībām, drošības intervālu un standartnovirzi apkopoti 2.3. tabulā, bet AAM iegūtie rezultāti apkopoti 2.6. tabulā. Rezultāti tika apkopoti arī diagrammu veidā 3.3.attēlā un 3.4. attēlā.



3.3.att. Fotometrijas un AAM salīdzinājums dzelzs satura noteikšanā spinātos un kressalātos

Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka vislielākais dzelzs saturs ir spinātos, kas ir arī ļoti tuvu literatūrā norādītajām vērtībām 4,1mg/100g. [22]. Nedaudz mazāks dzelzs saturs ir kressalātos, taču tas aptuveni 3 reizes pārsniedz literatūrā norādītās vērtības 1,0mg/100g. [11]. Iegūtie rezultāti ir pareizi, jo ar abām noteikšanas metodēm tie ir samērā līdzīgi, pietam, dzelzs ir mikroelements, kas arī norāda, ka iegūtie rezultāti ir ticami.

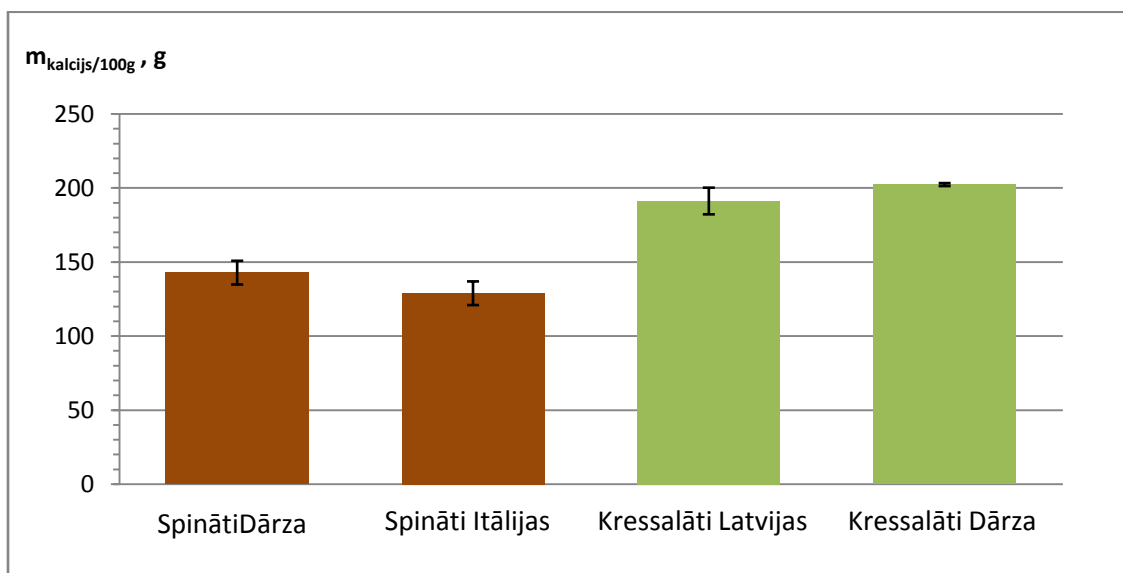


3.4.att. Fotometrijas un AAM salīdzinājums dzelzs satura noteikšanā rukolā un salātos

Noteiktais dzelzs saturs rukolai ir robežās no 1,98 – 3,43 mg/100g, bet salātiem nedaudz mazāks 2,11 – 2,47 mg/100g. Salīdzinot ar literatūras datiem, rukolai dzelzs saturs ir 1,46mg/100g [27]., bet salātiem 0,7mg/100g [11]. Iegūtās vērtības arī šiem salātiem atšķiras aptuveni 2-3 reizes, tas varētu būt skaidrojams ar to, ka dzelzs saturs augsnē, kādā lapu salāti auguši ir bijis ļoti augsts. Zīmīgi ir tas, ka AAM gadījumā visi iegūtie rezultāti ir nedaudz mazāk, nekā noteiktie rezultāti ar fotometriju, tas liecina par to, ka AAM ir nedaudz jutīgāka un precīzāka priekš dzelzs noteikšanas, ja ņem vērā to, ka iegūtie rezultāti vairumā gadījumu ir lielāki, nekā literatūrā dotie. AAM ir arī precīzāka metode, jo rezultātu izkliede fotometrijas gadījumā ir lielāka. Lielākais dzelzs saturs pēc noteikšanas ar abām izmantotajām metodēm ir dārzā audzēto spinātu paraugam. Vismazākais dzelzs saturs fotometriski nosakot ir dārza salātu paraugam, bet nosakot AAM – dārza rukolas paraugam. Dzelzs saturs nosakot ar AAM lapu salātos ir robežās no 1,98-3,97mg/100g, bet fotometriski – 2,35-4,14mg/100g.

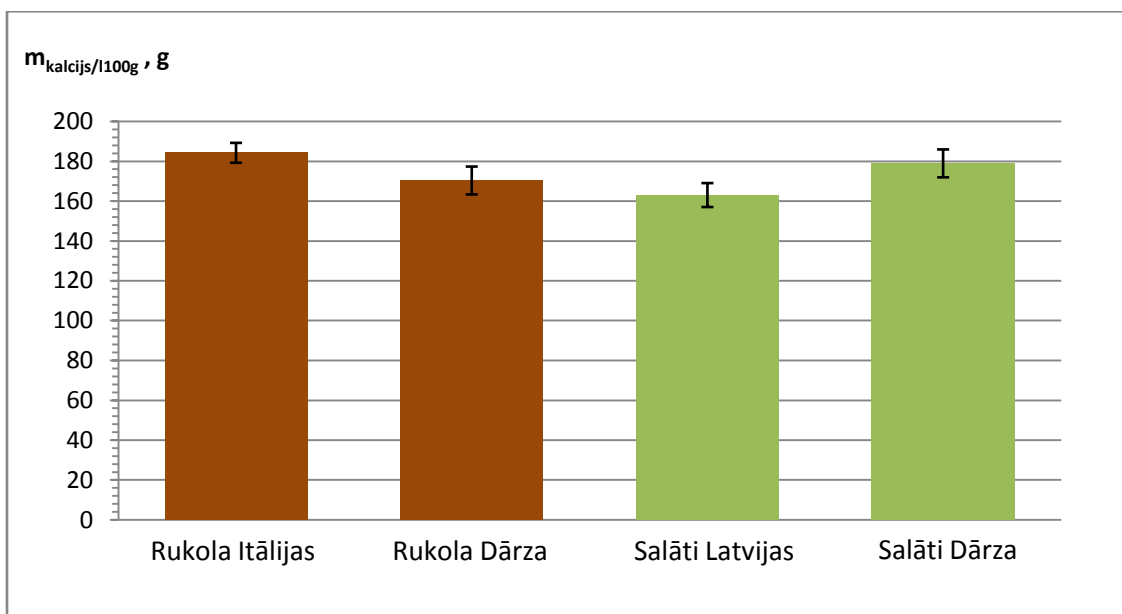
### 3.3. Kalcija saturs lapu salātos

Kalcija saturs analizējamajos paraugos, tāpat kā dzelzs, tika noteikts ar AAM. Var uzskatīt, ka metode ir piemērota kalcija analīzei, jo iegūtie rezultāti ir diezgan precīzi. Praktiski iegūtās vērtības ir apkopotas 2.8.tabulā, kā arī diagrammas veidā, skatīt 3.5. un 3.6. attēlu.



3.5.att. Atomabsorbciometriski noteiktais vidējais kalcija saturs mg/100g spinātos un kressalātos.

Vismazākais kalcija saturs ir abos spinātu paraugos, bet vislielākais kressalātos. Salīdzinot kalcija saturu kressalātos ar literatūru var secināt, ka kalcija saturstajos ir gandrīz 4 reizes lielāks, kas ir 50mg/100g parauga [11], bet iegūtā vērtība ir  $203 \pm 0,9$ mg/100g.

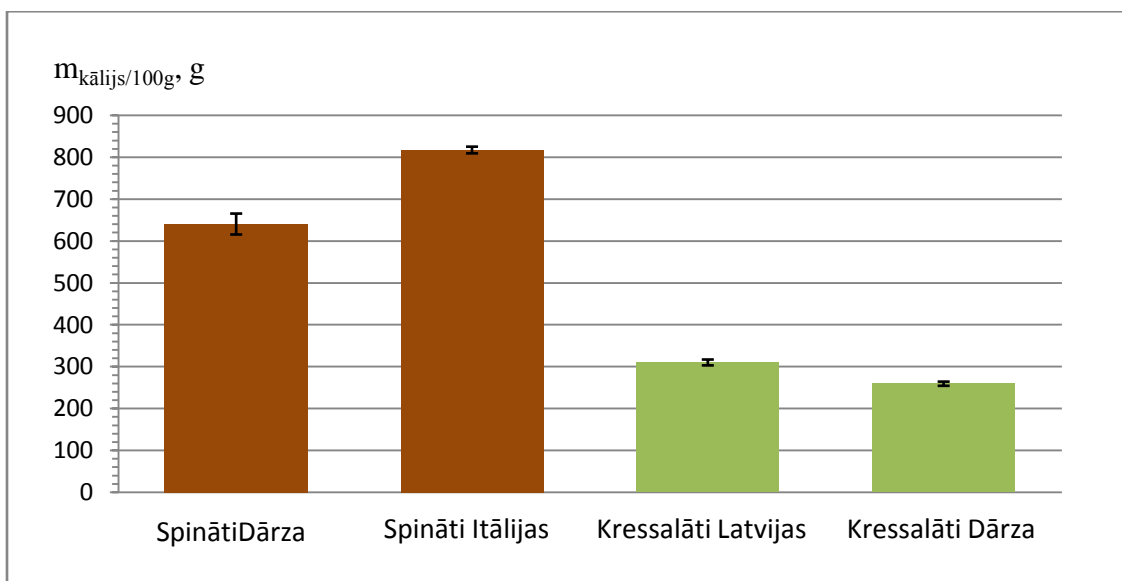


3.6.att. Atomabsorbciometriski noteiktais vidējais kalcija saturs mg/100g rukolā un salātos.

Lielākā atšķirība no literatūras datiem ir salātu gadījumā, kur pēc literatūrā norādītās vērtības ir 28mg/100g [11], bet iegūtā vērtība dārza salātu paraugam ir  $179,0 \pm 6,98$ mg/100g. Vistuvāk literatūrā dotajām vērtībām ir abi rukolas un abi spinātu paraugi, jo vadoties pēc literatūras avotiem rukolai norādītā vērtība ir 160mg/100g [27], bet spinātiem – 126mg/100g [22]. Lielās atšķirības kressalātu un salātu gadījumā varētu skaidrot ar to, ka augsne, kurā šie paraugi tikuši audzēti ir bijusi bagāta ar kalciju, līdz ar to liela daļa ir uzsūkusies augā. Iespējams, arī metode nav pietiekoši jutīga kalcija analīzei. Piemērotāka metode kalcija analīzei varētu būt liesmas fotometrija, jo šī metode ir vispiemērotākā sārmezemju metālu analīzei, kuros ietilpst arī kalcijs. Kalcija saturs lapu salātos ir robežās no 129 – 203mg/100g.

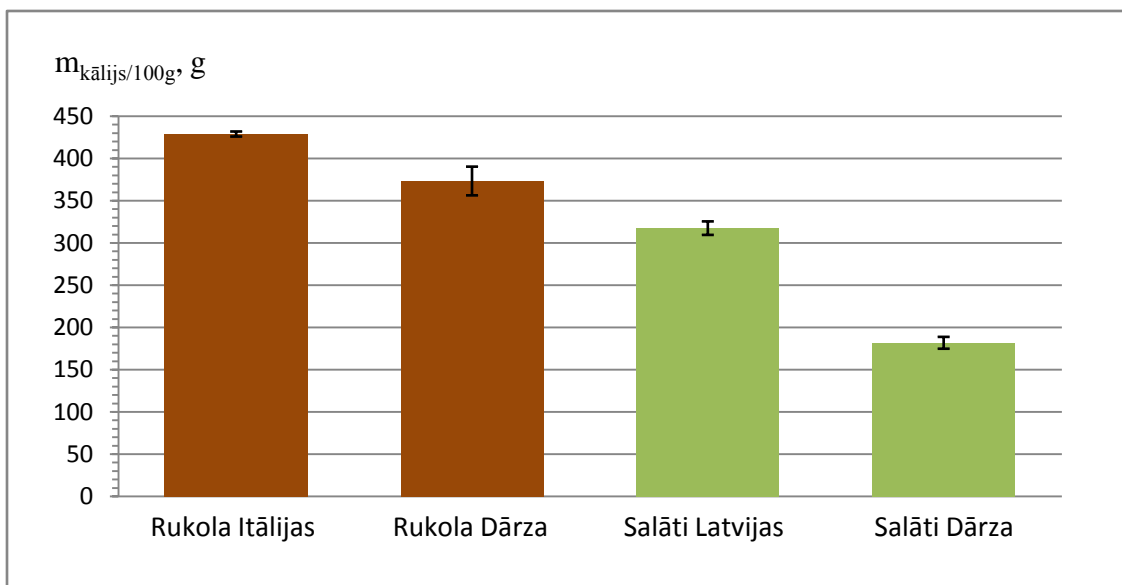
### 3.4. Kālija saturs lapu salātos

Kālija noteikšanai tika izmantota liesmas fotometrijas metode. Ir pieņemts uzskatīt, ka šī metode ir vispiemērotākā sārmu metālu analīzei, pateicoties augstajai jutībai un sārmu metālu spējai viegli jonizēties. Praktiski iegūtie rezultāti ir apkopoti 2.10.tabulā kā arī 3.7. un 3.8.attēlā diagrammas veidā.



3.7.att. Vidējais kālija saturs mg/100g spinātos un kressalātos

Aplūkojot diagrammu var secināt, ka ievērojami vairāk kālija saturs ir abos spinātu paraugos, ļoti tuvu literatūrā norādītajai vērtībai ir dārza spinātu paraugs 633mg/100g [11]. Kressalātos kālija saturs ir aptuveni 3 reizes lielāks nekā literatūrā norādītā vērtība 110mg/100g.[22].

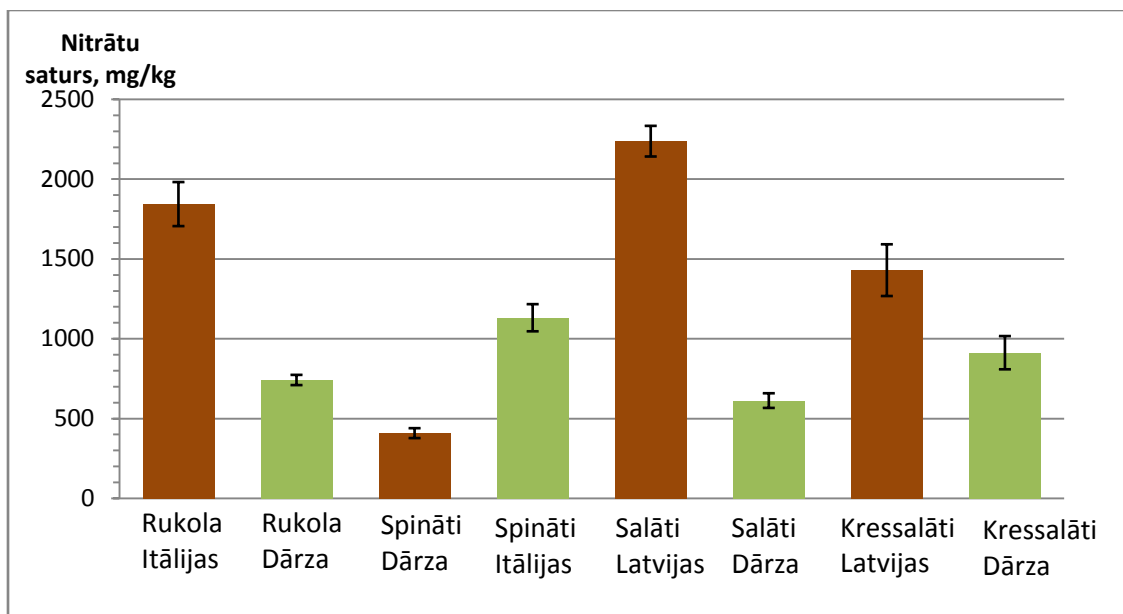


3.8.att. Vidējais kālija saturs mg/100g rukolā un salātos

Pēc diagrammas var novērot, ka gan rukolas, gan salātu paraugi ir samērā tuvu literatūrā norādītajām vērtībām – rukolai 369mg/100g [27]., bet salātiem 220mg/100g [22].Pēc abām diagrammām var novērot arī to, ka kālija saturs visiem dārzā audzētajiem paraugiem ir zemāks, nekā paraugiem, kas iegādāti veikalā. Kālija saturs lapu salātos ir robežās no 182 – 818mg/100g.

### 3.5. Nitrātu saturs lapu salātos

Nitrātjonu saturs analizējamajos lapu salātu paraugos tika noteikts jonometriski. Iegūtie rezultāti ir apkopoti 2.12. tabulā, kā arī diagrammas veidā 3.8. attēlā.

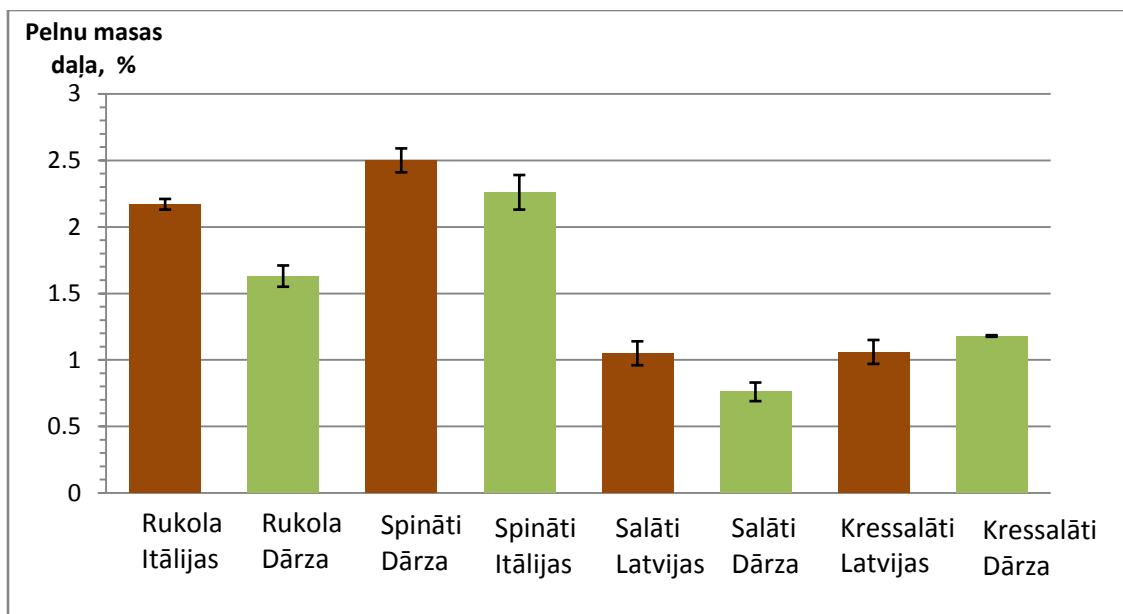


3.8.att. Vidējais nitrātu saturs mg/kg dažādos lapu salātos

Pēc diagrammas datiem var skaidri redzēt, ka lielākais nitrātu saturs ir Latvijā audzētajiem salātiem, bet vismazākais dārzā audzētajiem salātiem. Tāpat arī var novērot to, ka nitrātu saturs veikalā iegādātajos paraugos ir daudz lielāks, nekā dārzā audzētajos paraugos. Lai gan nitrātu saturs dažās paraugos ir ievērojami augsts, tomēr neviens no paraugiem nepārsniedz Eiropas Komisijas atļautās normas, kuras iespējams aplūkot 1.3.tabulā. Vistuvāk noteiktajai robežai ir Latvijā audzētie kressalāti, jo nitrātu saturs tajos ir 1429mg/kg, bet noteiktā norma kressalātiem ir 1500mg/kg visa gada garumā, neatkarīgi no gadalaika. Var secināt arī to, ka veikalā iegādāto lapu salātu audzēšanā ir lietoti slāpekli saturoši minerālmēsli, jo dārzā audzētie paraugi tika audzēti bez minerālmēsli palīdzības.

### 3.6. Pelnu masas daļa lapu salātos

Paraugi minerālvielu analīzei tika sagatavoti ar sausās mineralizācijas metodi. Iegūtie rezultāti ir apkopoti 2.2.tabulā un diagrammas veidā 3.9.attēlā.



3.9.att. Vidējā pelnu masas daļa dažādos lapu salātos

Aplūkojot iegūtos rezultātus var secināt, ka lielākais pelnu saturs ir spinātos, bet mazākais salātos. Tā kā pelnu saturs atspoguļo minerālvielu saturu paraugos, var secināt, ka rezultāti ir pareizi, jo noteikto minerālvielu saturs ir līdzvērtīgs pelnu saturam. Rezultātus var uzskatīt par pareiziem arī tāpēc, ka augu valsts produktos pelnu saturs parasti nepārsniedz 5%, iegūtie rezultāti ir robežās no 0,76 – 2,50 %.

## SECINĀJUMI

1. Mitruma saturs paraugos ir robežās no 90,93 - 94,81 %, iegūtie rezultāti ir tuvu literatūras datiem, kā arī, jo svaigāki ir lapu salāti, jo tajos ir lielāks mitruma saturs.
2. Visvairāk dzelzi satur dārzā audzētie spināti  $4,14 \pm 0,35$  mg/100 g, bet vismazāk dārzā audzētā rukola  $1,98 \pm 0,08$  mg/100 g.
3. Atomabsorbciometrija ir piemērotāka metode dzelzs analīzei lapu salātos salīdzinājumā ar fotometriju, jo metode ir ar augstāku jutību un precizitāti.
4. Kalcija noteikšanai lapu salātos piemērotākā metode ir atomabsorbciometrija. Vislielākais kalcija saturs ir dārzā audzēto kressalātu paraugam  $203 \pm 1$  mg/100 g, bet vismazākais Itālijā audzētajiem spinātiem  $129 \pm 8$  mg/100 g.
5. Visaugstākais kālija saturs ir Itālijā audzētajos spinātos  $818 \pm 8$  mg/100 g, bet vismazākais dārzā audzētajos salātos  $182 \pm 7$  mg/100 g. Liesmas fotometrijas metode ir piemērota kālija analīzei, jo rezultāti ir ar mazu izkliedi un ir salīdzināmi ar literatūrā dotajām vērtībām.
6. Nitrātu saturs veikalā iegādātajos produktos ir 2 - 3 lielāks salīdzinājumā ar dārzā audzētajiem paraugiem, tomēr to saturs nepārsniedz atļautās normas.
7. Pelnu saturs korelē ar minerālvielu saturu paraugos, jo lielāka ir parauga pelnu masa, jo lielāks ir minerālvielu saturs.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. **Interneta vietne** - [http://gallery.yopriceville.com/Free-Clipart-Pictures/Vegetables-PNG/Green\\_Salad\\_Lettuce\\_PNG\\_Picture#.VWsxwKjul\\_U](http://gallery.yopriceville.com/Free-Clipart-Pictures/Vegetables-PNG/Green_Salad_Lettuce_PNG_Picture#.VWsxwKjul_U) [skatīts 19.05.2015]
2. **Vēveris. J.** *Dārzenkopja rokasgrāmata*; Rīga: Avots, 1983, 336.lpp
3. **Ruddrapa U.**, Lettucenutritionfacts , 2009. <http://www.nutrition-and-you.com/lettuce.html> [skatīts 19.05.2015]
4. **Indriksons E.** *Dārzenkopja ābece*, Rīga: Zvaigzne, 1982, 211.lpp
5. Spinach –  
theworld'shealthiestfood<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=43> [skatīts 17.05.2015]
6. **Kārklīņa D., Muižnieks I., Rostoks N.** *Jaunā pārtika un ģenētiski modificētie organismi*, Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014. 172 lpp.
7. Interneta vietne <http://www.medicalnewstoday.com/articles/270609.php> [skatīts 17.05.2015]
8. **Baumane M., Dzērve K., Klovāne T., Lainis J., Pētersone M.** *Garšaugi*, Rīga: Zvaigzne, 1978, 206 lpp.
9. Preethi R., Gardencresspackedwithpower, 2009, July 16. <http://completewellbeing.com/article/garden-cress-packed-with-power/> [skatīts 24.05.2015]
10. Interneta vietne <http://www.healwithfood.org/health-benefits/garden-cress-nutritional-benefits.php> [skatīts 24.05.2015]
11. **Vaughan J.G., Geissler C.A.** *The new Oxford book of food and plants*, Oxford: Oxford university press, 2009. 284 p.
12. **Jākobsone I.** *Pārtikas produktu uzturvērtība s noteikšana*, Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008. 152 lpp.
13. **Motsara M. R., Roy R. N.** *Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis*; Food and agriculture organization of the United Nations: Rome, 2008; 81 p.
14. **Jansons E.** *Analītiskās ķīmijas teorētiskie pamati. Mācību grāmata augstskolu studentiem*; Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2006, 307 lpp
15. **Harris D.C.**, *Quantitative chemical analysis fifth edition*; New York : W.H. Freeman and Company, 1998, 545 lpp.
16. **Osipovs S.**, *Kvantitatīvās analīzes praktikums*; Rīga, DU Saule, 2004, 69.lpp

17. **ACTA ChemicaScandinavica 8** *The formation between iron (III) ion and sulfosalicylic acid*1994.[http://actachemscand.org/pdf/acta\\_vol\\_08\\_p0266-0279.pdf](http://actachemscand.org/pdf/acta_vol_08_p0266-0279.pdf)[skatīts 19.01.2014].
18. **Jansons E., Vīksna A.** *Optiskās un elektroķīmijas analīzes metodes*,
19. **Fritz J.S., Schenk G.H.** *Quantitative analytical chemistry fifth edition*, United States of America: Allyn and Bacon, INC, 1987. 690. p.
20. **Fifield F. W., Kealey D.** *Principles and practice of analytical chemistry*, Oxford, Blackwell Science Ltd, 2000. 562 p.
21. Jenway Flame photometer model PFP-  
[http://www.jenway.com/adminimages/PFP7\\_Manual.pdf](http://www.jenway.com/adminimages/PFP7_Manual.pdf) [skatīts 27.05.2015]
22. **Zariņš Z., Neimane L.** *Uztura mācība piektais pārstrādātais un papildinātais izdevums*, Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 2009. 464 lpp.
23. Arugula nutrition facts <http://www.nutrition-and-you.com/arugula.html> [skatīts 27.05.2015]
24. **Wright C. A.** *Mediterranean Vegetables*, Harvard Common Press, 2001. 416 p.
25. Interneta vietne <http://pixshark.com/baby-arugula-leaf.htm> [skatīts 27.05.2015]
26. Interneta vietne <http://www.latvijasdaba.lv/augi/sistematiskais-raditajs/cruciferae/>[skatīts 27.05.2015]
27. Interneta vietne <http://skipthepie.org/vegetables-and-vegetable-products/arugula-raw/compared-to/spinach-raw/> [skatīts 28.05.2015]
28. **Трубачёва Л. В., Лоханина С. Ю., Кощева О. О.** Исследование возможности определения низких концентраций ионов железа (III) в природных водах фотометрическим методом в присутствии сульфосалициловой кислоты. <http://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-opredeleniya-nizkih-kontsentratsiy-ionov-zheleza-iii-v-prirodnyh-vodah-fotometricheskim-metodom-v> [skatīts 28.05.2015]
29. Jenway Spectrophotometer, model 6300,  
[http://jenway.com/adminimages/6300\\_and\\_6320D\\_manual\(2\).pdf](http://jenway.com/adminimages/6300_and_6320D_manual(2).pdf)[skatīts 29.05.2015]
30. Katan B. M., Nitrate in foods: harmful or healthy? <http://ajcn.nutrition.org/content/90/1/11.full> [skatīts 30.05.2015]
31. Ali Gholami A., Keley K., Keley M. A., Studying of the Nitrate Contamination in Garden Cress Plant in Dezful, Khuzestan, Iran, <http://ijsrpub.com/uploads/papers/IJSRK/IJSRK-May2013/IJSRK-13-34.pdf> [skatīts 30.05.2015]
32. Jackson M., INTERIM ADVICE ON ENFORCEMENT OF NITRATE LIMITS UNDER COMMISSION REGULATION (EC) 1881/2006,

<https://www.food.gov.uk/sites/default/files/multimedia/pdfs/enforcement/enfni09014.pdf>  
[skatīts 30.05.2015]

Bakalaura darbs „Kīmiskā sastāva izvērtējums lapu salātos” izstrādāts LU Ķīmijas fakultātē.

*(darba nosaukums)*

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 Mg., chem., lekt. Ruta Gigele: \_\_\_\_\_  
*(personiskais paraksts)*                      *(datums)*

Recenzents docents, Dr.chem. Jānis Ģībietis: \_\_\_\_\_  
*(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)*