

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

BIOLOĢISKI AKTĪVO VIELU SATURS ĶIRBJOS

BAKALaura DARBS

Autore: **Lauma Sintija Matajeva**

Studentu apliecības Nr.: lb15057

Darba vadītāja: Dr. ķīm., asoc. prof. Ida Jākobsone

RĪGA

2022

ANOTĀCIJA

Bioloģiski aktīvo vielu saturs ķirbjos. Matajeva L. S., zinātniskā vadītāja Dr. ķīm., asoc. prof. Jākobsone I. Bakalaura darbs 43 lapās, satur 9 attēlus, 15 tabulas, 3 pielikumus un 30 literatūras avotus. Latviešu valodā.

Bakalaura darba mērķis ir noskaidrot bioloģiski aktīvo vielu saturu dažādu sugu un šķirņu Latvijā audzētos ķirbjos, kā arī to satura izmaiņas, uzglabājot tos saldētā un žāvētā veidā. Bakalaura darba ietvaros gravimetriski tika noteikts sausnes saturs, tieši reducējošo cukuru un saharozes daudzums ar Lufa – Šorla (Luff – Schoorl) metodi, kopējo fenola savienojumu saturs ar Folina – Čikolto (Folin – Ciocalteu) metodi, spektrofotometriski β -karotīna saturs ar modificēto I. K. Murri metodi un askorbīnskābes saturs, tieši titrējot ar jodu, dažādu sugu un šķirņu svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos.

ĶIRBJI, SAUSNE, CUKURI, C VITAMĪNS, FENOLA SAVIENOJUMI, KAROTĪNI,
GRAVIMETRIJA, TITRIMETRIJA, SPEKTROFOTOMETRIJA, SALDĒŠANA,
ŽĀVĒŠANA

ABSTRACT

Biologically active substance compounds in pumpkins. Matajeva L. S., supervisor Dr.chem.,assoc.prof. Jakobsone I. Bachelor's thesis, 43 pages, 9 figures, 15 tables, 3 appendices, 30 literature reviews. In Latvian.

The aim of the bachelor's thesis is to clarify the content of the biological active substances in pumpkins grown in Latvia of different species and varieties, as well as changes in their content when storing them in frozen and dried form. In the bachelor's thesis, the moisture was determined by gravimetric method, sugars by Luff – Schoorl method, total phenolic content, using Folin – Ciocalteu reagent, β -carotene by spectrophotometric analysis with modified I.K. Murri method and ascorbic acid was determined by titration with iodine in fresh, frozen and dried pumpkins.

PUMPKINS, MOISTURE, SUGARS, VITAMIN C, PHENOLIC COMPOUNDS, CAROTENE, GRAVIMETRY, TITRIMETRY, SPECTROPHOTOMETRY, REFRIGERATION, DRYING

SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	6
1.1. Ķirbis.....	6
1.2. Askorbīnskābe un tās noteikšana.....	7
1.3. Kopējie un tieši reducējošie cukuri, to noteikšana	8
1.4. Fenola savienojumi, to noteikšana un nozīme augos	8
1.5. Karotinoīdi, to noteikšana	10
1.6. Augļu un dārzeņu saldēšana un žāvēšana.....	11
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	12
2.1. Analizējamo ķirbju paraugu raksturojums un dati par uzglabāšanu.....	12
2.2. Gravimetriska sausnes satura noteikšana.....	12
2.3. Tieši reducējošo cukuru noteikšana pirms inversijas ar Lufa – Šorla (Luff - Schorl) metodi .	14
2.4. Kopējo reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pēc inversijas ar Lufa – Šorla (Luff - Schorl) metodi	19
2.5. Joda metode askorbīnskābes noteikšanai.....	24
2.6. Kopējo fenola savienojumu saturs pēc Folina-Čikolto (Folin – Ciocalteu) metodes.....	28
2.7. Spektrofotometriska karotīna satura noteikšana pēc modificētās I. K. Murri metodes [22]	31
3. REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS	34
3.1. Sausnes satura novērtējums	34
3.2. Tieši reducējošo cukuru daudzuma novērtējums	34
3.3. Saharozes daudzuma novērtējums	35
3.4. Askorbīnskābes daudzuma novērtējums	36
3.5. Kopējo fenola savienojumu daudzuma novērtējums	37
3.6. β -karotīna satura novērtējums	39
SECINĀJUMI	40
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	41

IEVADS

Latvijas klimatiskie apstākļi ir labvēlīgi ķirbju audzēšanai, tāpēc tie šajā teritorijā audzēti jau pirms vairākiem gadsimtiem, bet populāri tie kļuviši tikai pēdējo 20 gadu laikā. Tā kā ķirbis ir lielākā oga, kas plaši tiek audzēta Latvijas teritorijā, svarīgi, ka uzturā lietojams ne tikai tā mīkstums, bet arī miza un sēklas, no kā iespējams iegūt eļļu, kā arī tas ēdams gan apstrādātā, gan svaigā veidā. Ķirbji izmantojami arī lopkopībā, dārzkopībā kā komposta materiāls un sadzīvē trauku vai mūzikas instrumentu gatavošanai.

Ķirbju ģintī izšķir vismaz 9 sugu ķirbjus, kam ir kopīgas īpašības un tie sīkāk iedalās šķirnēs. Nereti tuvumā audzēti ķirbji sakrustojas ne tikai sugu, bet arī ģints ietvaros, piemēram, galda ķirbji var sakrustoties ar kabačiem vai patisoniem. To miza var būt gan mīksta, gan ļoti cieta, rievaina, grumbuļaina vai gluda, krāsa visbiežāk ir oranža, dzeltena, zaļa vai sarkana, retāk tie var būt svītraini, bet mīkstums visbiežāk ir dzeltens vai oranžs.

Ķirbji satur daudz kālija, kalcija, magnija, vitamīna C un E, kā arī beta karotīna, kas organismam nepieciešams vitamīna A sintēzei.

Darba mērķis: noskaidrot bioloģiski aktīvo vielu saturu dažādu sugu un šķirņu Latvijā audzētos ķirbjos, kā arī to satura izmaiņas, uzglabājot tos saldētā un žāvētā veidā.

Darba uzdevumi:

- 1) Noteikt, kuras šķirnes ķirbis satur visvairāk askorbīnskābes, kā arī, cik lielā mērā tās satura izmaiņas ietekmē saldēšana un žāvēšana.
- 2) Noskaidrot, cik daudz tieši reducējošo cukuru un saharozes satur ķirbji, kā arī, vai saldēšana un žāvēšana ietekmē to saturu.
- 3) Pēc Folina – Čikolto metodes noteikt kopējo fenola savienojumu daudzumu saldētos un žāvētos ķirbjos, izvērtēt, kurš uzglabāšanas veids ir piemērotāks fenola savienojumu saglabāšanai augā.
- 4) Eksperimentāli noteikt β -karotīna daudzumu saldētos un žāvētos ķirbjos.
- 5) Izvērtēt, cik lielu daudzumu sausnes satur ķirbja mīkstums.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Ķirbis

Pirmās ķirbju sēklu un augu atliekas atrastas arheoloģiskajos izrakumos netālu no Limas (Peru galvaspilsēta) un datētas ar 3000.gadu p.m.ē. [1], bet nosaukums “*pumpkin*” angļu valodā cēlies no grieķu vārda “*pepon*”, kas nozīmē liela melone. Amerikas indiāņi ķirbjus izmantoja ne tikai pārtikā, bet arī to šķiedras žāvēja un no tām auda paklājus. [2]

Literatūrā minēts, ka 100 g ķirbja satur 340 mg kālija, kas palīdz kontrolēt asinsspiedienu, 12 mg magnija un 9 mg vitamīna C. [3] Kā ikviens oranžas krāsas dārzeņš, arī ķirbis satur daudz β-karotīna [4], kas organismā enzīmu 15,15’ dioksigenāzes un dehidrogenāzes iedarbībā tiek sadalīts līdz vitamīnam A. [5]

Uzturā vērtīgs ir ne tikai ķirbja mīkstums, bet arī tā sēklas, jo tās satur ēteriskās eļļas [1], 100 g sēklu satur 23 g olbaltumvielu un 10 mg dzelzs, tāpat tajās ir arī nepiesātinātās taukskābes, šķiedrvielas, C, E un B grupas vitamīni. [3]

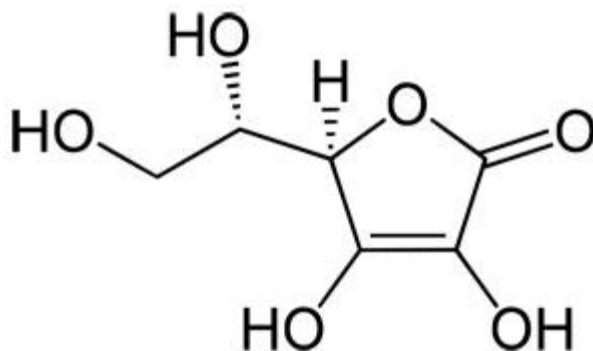
Izmantošana:

- 1) Daudzas valstīs no ASV ir aizguvušas tradīciju Visu svēto dienas priekšvakarā izgrebt ķirbi, kas ir pārāk liels ēšanai, tā vidū ievietojot aizdedzinātu sveci, tādējādi iegūstot dekoratīvu laternu. Izgrebtās sēklas tiek žāvētas, lai izmantotu pārtikā, bet izgrebtais mīkstums un miza pēc svētkiem tiek izmantota kompostā zemes apstrādāšanai. [2]
- 2) Pārtikā ķirbju mīkstumus var izmantot vārītā, tvaicētā, ceptā, grilētā, konservētā veidā, kā arī dažas šķirnes iespējams ēst svaigas. [1]
- 3) Skaistumkopšanā ādas attīrīšanai un matu stiprināšanai izmanto maskas gan no ķirbja mīkstuma, gan sēklu eļļām. [1]
- 4) Grauzdētas ķirbju sēklas izmanto kā ēdienu piedevas, kā arī no tām var iegūt ķirbju eļļu, tām pievienojot sāli un ūdeni, bet pēc tam paaugstinātā temperatūrā atdalot olbaltumvielas un taukvielas un zem spiediena izspiežot eļļu, kas satur ne tikai selēnu, niķeli, dzelzi, kāliju, nātriju un cinku, bet arī vitamīnu E un lielu daudzumu polinepiesātināto taukskābju, piemēram, omega 3 (alfa-linolēnskābe), omega 6 (linolskābe), omega 9 (oleīnskābe). [6]
- 5) Ārstnieciskajā uzturā, jo tas nekairina zarnu un kuņģa gļotādu, uzlabo aizkuņģa dziedzeru un aknu darbību, kā arī tajā esošās pektīnvielas saista lieko holesterīnu, veicina tā izvadīšanu no organisma. [1]
- 6) Pudeļveida ķirbju miza, tiem augot lielākiem, pārkoksnējas, tāpēc tos iespējams izgrebt un pareizi apstrādājot, izmantot kā traukus. [1]

7) Žāvēts vesels ķirbis izmantojams kā mūzikas instruments, jo tā sēklas, kas sitas pret mizu, rada interesantu skaņu. [7]

1.2. Askorbīnskābe un tās noteikšana

L-askorbīnskābe jeb vitamīns C ir ūdenī šķīstošais vitamīns. Tā struktūru veido skābekli saturošs pieclocēkļu cikls (*1.1.att*), kā arī pirmējo un otrējo spirtu hidroksilgrupas, iekšmolekulāro esteru (laktonu) grupa un endiola grupa, kā dēļ askorbīnskābei piemīt stipri reducējošas īpašības. [8]



1.1.att. L-askorbīnskābes struktūrformula.

C vitamīna noārdīšanos ietekmē temperatūra un sildīšanas laiks, pH, ūdens, gaiss, fermentu un dažādu metālu jonu, īpaši Cu^{2+} un Fe^{2+} , klātbūtne. C vitamīns sadalās arī uzglabāšanas laikā, bet zudumu daudzums dažādiem dārzeņiem un to šķirnēm atšķiras. [8]

Galvenā C vitamīna loma cilvēka organismā ir šūnu pasargāšana no brīvajiem radikāļiem un antioksidanta funkcija, tāpat tas piedalās oksidēšanās - reducēšanās procesos un hidroksilēšanas reakcijās kā hidrīdjonu pārnēsējs kofermentos, ietekmējot saistaudu veidošanos, un dažādu hormonu sintēzē, mazina alerģiskās reakcijas u.c. C vitamīna hipovitaminoze ietekmē gremošanas orgānu jutīgumu un uzņēmību pret infekcijām. Cilvēka organisms C vitamīnu nesintezē, tāpēc to nepieciešams uzņemt ar uzturu, dienas deva ir 75 - 100 mg atkarībā no vecuma un citiem ārējiem faktoriem. [8]

Askorbīnskābe pārtikas rūpniecībā tiek izmantota kā antioksidants augļu un dārzeņu apstrādē, jo kavē tauku oksidēšanos, tādējādi novēršot to brūnēšanu, un kā sinerģists, atjaunojot fenola savienojumus un saistot metālu jonus taukus saturošiem produktiem. [8]

C vitamīnu augļos, ogās un dārzeņos iespējams noteikt, to šķīdumu paskābinot un tieši titrējot ar joda šķīdumu cietes klātbūtnē un novērojot zilās krāsas maiņu uz bēsi baltu. [10]

1.3. Kopējie un tieši reducējošie cukuri, to noteikšana

Monosaharīdi ir pusacetālu formā, kā struktūra bāziskā šķīdumā noārdās, atbrīvojoties reducējošai karbonilgrupai, bet disaharīdi uzrāda reducējošās īpašības tikai tādā gadījumā, ja viena saharīdu struktūrvienība atrodas pusacetālu formā, turpretī, ja disaharīds, piemēram, saharoze, ir pilns acetāls (kam nav pusacetāla komponenta), tas neuzrāda reducējošo iedarbību. Svarīgākie reducējošie monosaharīdi, kas atrodami pārtikas produktos, ir fruktoze un glikoze, bet svarīgākie disaharīdi – laktoze un maltoze. Reducējošie monosaharīdi un disaharīdi pirms inversijas tiek noteikti summāri un to summa veido invertcukura sastāvu. [9]

Pirms inversijas cukurus, kas izdalīti no parauga, un šķīduma dzidrināšanas, viršanas temperatūrā iesaista reakcijā ar vara(II) jonus saturošu bāzisku karbonātu šķīdumu (Lufa šķīdumu). Reducējošie cukuri oksidējas, reducējot Cu^{2+} par Cu^+ , kas izgulsnējas Cu_2O formā (1.1 vienādojums). Neizreaģējušo Cu^{2+} jonu pārkumu nosaka jodometriski (1.2 un 1.3 vienādojums). Lai 1.2 reakcija noritētu kvantitatīvi, veidojoties nešķīstošajam vara(I) jodīdam, nepieciešams līdzsvaru nobīdīt pa labi, ko var panākt, pievienojot KI lielā pārkumā.



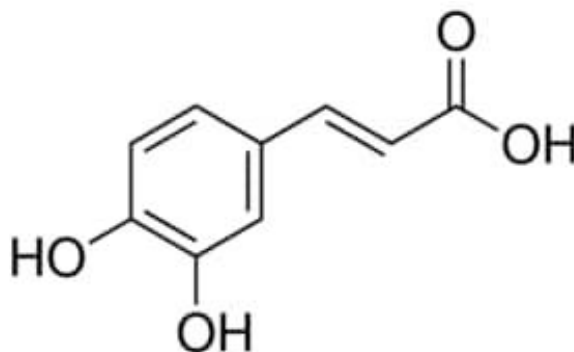
Lai noteiktu nereducējošo cukuru kā saharozes saturu produktā, tā sākumā ir jāsašķel reducējošos savienojumos, ko panāk ar inversiju jeb skābes hidrolīzi, un no starpības pirms un pēc inversijas iespējams aprēķināt saharozes saturu. [9]

1.4. Fenola savienojumi, to noteikšana un nozīme augos

Fenola savienojumi ir sekundārie metabolīti, kas tiek ražoti augu šikimīnskābes un pentozes fosfātu fenilpropanoīdu metabolizācijas rezultātā. [11] To kopīgais struktūras elements ir fenola gredzens jeb benzola gredzens, kam pievienota vismaz viena hidroksilgrupa. Zināmi apmēram 8000 dabiskas izcelsmes fenola savienojumi, kas tiek iedalīti polifenolos un vienkāršajos fenolos. Ja polifenola struktūrā ietilpst vismaz divi kondensēti fenola gredzeni, tas ietilpst flavonoīdu apakšgrupā, bet savienojumi, kas satur vismaz trīs fenola gredzenus, tiek saukti par tanīniem. [13]

Fenolskābes tiek iedalītas divās grupās, kas ir kanēļskābes un benzoskābes atvasinājumi. Pārtikas produktos vairāk sastopami kanēļskābes atvasinājumi un viens no tiem

ir kafijskābe (*1.2.att.*), kas brīvā un esterificētā formā atbilst 75 – 100 % kanēļskābes atvasinājumu, kas atrodami augļos. [14]



1.2.att. Kafijskābes struktūrformula

Lielākā daļa flavonoīdu, kas sastopami dabā, atrodas augu šūnu iekšienē un šķīst ūdenī, bet ievērojami mazāk ir tādu, kas šķīst taukos un atrodas augu pumpuros un lapu ārpusē. [8] Flavonoīdi tiek iedalīti flavonolos, kas ir pārtikas produktos izplatītākie flavonoīdi [14], flavanolos, kas dabā sastopami divos veidos: monomēru (katehīns) un polimēru (proantocianidīns), pārtikā mazāk sastopamajos flavonos, kas galvenokārt sastopami garšaugos [14], flavanonos, kas pārtikas produktos visvairāk sastopami glikozīdu formā, antocianidīnos, kas augu augļos un ziedos veido zilu, violetu vai sarkanu pigmentu un, piesaistot kukaiņus un dzīvniekus, veicina auga sēklu izplatību un apputeksnēšanu [15], kā arī glikozīdos, kuros flavonoīdiem (visbiežāk kādam flavanolam) 3- vai 7-pozīcijā vai retākos gadījumos 5-, 3'- vai 4'-pozīcijā pievienots kāds cukurs. [16]

Fenola savienojumu daudzumu augos ietekmē klimats (augšnes tips, saules starojums, nokrišņi), audzēšanas veids (siltumnīcā vai uz lauka) [14] un vairāki no tiem, piemēram, rozmarīnskābe un hidrobenzoscābe pastiprināti veidojas nelabvēlīgos apstākļos. [17] Uzglabājot augļus slāpekļa klātbūtnē vai vakuumā, antociānu daudzums ir stabilāks nekā pakļaujot tos skābekļa iedarbībai [18], kā arī to stabilitāti ietekmē temperatūra, vides pH, gaismas un enzīmu klātbūtne un koncentrācija. [8]

Kopējo fenola savienojumu daudzumu augos nosaka kalorimetriski, pamatojoties uz oksidēšanās – reducēšanās reakciju, Folina – Čikolto (Folin – Ciocalteu) reaģentam (fosfomolibdēnskābes – fosfovolframskābes reaģents) reaģējot ar augu ekstraktos esošajiem fenolu savienojumiem un veidojot zilas krāsas kompleksu. Litija sāļi, kas atrodas Folina – Čikolto reaģentā, neļauj šķīdumam duļķoties un tādējādi padara spektrofotometriju iespējamu. [23]

Ar Folina – Čikolto metodi iespējams noteikt dažādu fenola savienojumu kopējo saturu paraugā un visbiežāk rezultātu izsaka galluskābes ekvivalentos (GSE). Ar metodi iespējams noteikt fenola savienojumu kvantitatīvo daudzumu paraugā, bet tā nesniedz informāciju par to saturu. [23]

1.5. Karotinoīdi, to noteikšana

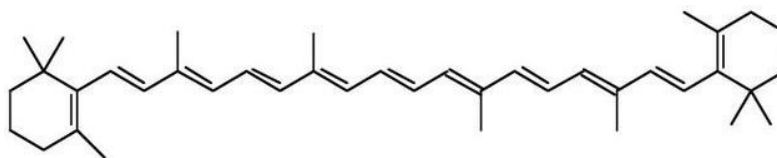
Karotinoīdi ir vieni no nozīmīgākajiem un izplatītākajiem dabīgajiem pigmentiem ar raksturīgu oranžu, dzeltenu un sarkanu krāsu, kuras atbilstoši veido karotīni, ksantofili un likopēns [19] (jo vairāk konjugēto dubultsaišu, jo piesātinātāka sarkanā krāsa). Tie ir taukos šķīstoši savienojumi, kam piemīt antioksidatīvas īpašības, jo piedalās reakcijās ar peroksiradikāļiem un veido produktus, kas neturpina oksidācijas procesu un saista aktīvo skābekli, tādā veidā aizkavējot pārtikas bojāšanos, kas norit fotooksidācijas dēļ. [20] Dabā konstatēti vairāk nekā 700 karotinoīdi [12], visplašāk sastopamie ir likopēns, kriptoksantīns, α -, β - un γ -karotīns. [8]

Karotinoīdu struktūra sastāv no simetriska tetrapēnu skeleta ar 40 oglekļa atomiem un tie tiek iedalīti 2 grupās atkarībā no to sastāva:

- 1) Tikai oglekļa un ūdeņraža atomus saturoši kā α - un β -karotīns;
- 2) Skābekli saturoši (ksantofili vai oksikarotinoīdi), kuros skābekļa atomi saistīti metoksil-, hidroksil-, keto-, karboksil- vai epoksīdgrupu formās. [19]

Tāpat tie tiek iedalīti arī primārajos un sekundārajos atbistoši, vai karotinoīds nepieciešams fotosintēzes procesiem kā β -karotīns vai uzkrājas augļos un ziedos kā α -karotīns. [21]

Viens no svarīgākajiem karotinoīdiem ir β -karotīns (1.3.att.), kas ir ne tikai vitamīna A provitamīns, bet uzrādījis arī antioksidanta un pretvēža īpašības. [12]



Lai būtu iespējams noteikt karotīnu saturu, acetona vai etanola ekstraktam pakāpeniski pievieno petrolēteri un maisa, kamēr petrolētera slānis iekrāsojas dzeltenā krāsā, bet ekstrakta slānis kļūvis bālāks. Mēra petrolētera slāņa absorbciju 1 cm kivetē pie viļņu garuma $\lambda=450$ nm. Kalibrēšanas taisnes iegūšanai izmanto kālija dihromāta šķīdumu un karotīna daudzumu aprēķina pēc formulas, rezultātu izsakot mg/100 g. [22]

1.6. Augļu un dārzeņu saldēšana un žāvēšana

Saldējot augļus un dārzeņus, to audos notiek kvalitatīvas izmaiņas, jo ūdens, kas atrodas to šūnās, kristalizējas. Ja produkts ir saldēts ātri, tādējādi ūdens kristalizācijas centru daudzumu augu šūnās palielinot, kā arī tam uzglabāšanas laikā nepieklūst skābeklis, vitamīnu zudums ir minimāls, kā arī smarža un garša līdzinās svaigam produktam. Savukārt, ja augļi un dārzeņi tiek saldēti lēni, nevar tikt izslēgta to bojāšanās saldēšanas procesa laikā, kā arī atsulošanās, tos atlaidinot, tādējādi zaudējot vitamīnus un samazinot produkta kvalitāti. [4]

Rūpnieciski saldētus augļus un dārzeņus pirms saldēšanas mazgā, sagriež gabalos, blanšē un dzesē, lai beigās tos apstrādātu ar līdz -35 °C atdzesētu gaisu un uzglabātu -20 ± 2 °C temperatūrā. [4]

Kaltēšana jeb žāvēšana ir process, kura laikā būtiski samazinās augļos un dārzeņos esošais ūdens daudzums, tādējādi izslēdzot dažādu enzīmu un mikroorganismu darbību. [4]

Dārzeņu un augļu žāvēšanai ir vairākas tehnoloģijas iespējas, to, kura ir piemērotākā, izvērtē atbilstoši produktam.

Visvieglākais kaltēšanas veids, ir izmantojot saules enerģiju. Kaltēšanas process ilgst 5 - 10 dienas, pusi laika augļus vai dārzeņus žāvējot tiešos saules staros, bet pārējo laiku ēnainā vietā, kamēr mitruma līmenis nepārsniedz 16 – 18 %. [4]

Bieži izplatīts žāvēšanas veids ir, ievietojot produktu speciālā iekārtā, ko sauc par kalti un kurā tiek uzturēta augsta temperatūra, kamēr produkts ir zaudējis lieko mitrumu. Šādas kaltēšanas trūkums ir iegūtā produkta ķīmiskā sastāva, garšas un smaržas atšķirības no svaigiem produktiem, kā arī, mākslīgi atjaunojot sākotnējo mitruma līmeni šādā produktā, nav iespējams iegūt autentiskas garšas un smaržas īpašības. Mitruma līmenis šādi kaltētos augļos ir ne lielāks par 20 %, bet dārzeņos 14 %. [4]

Ja pēc žāvēšanas būs nepieciešamība iegūt maksimāli līdzīgus augļus un dārzeņus svaigiem, izmanto sublimācijas kaltēšanu - sākotnēji sasaldētus dārzeņus un augļus žāvē vakuumā, kurā iztvaiko augļos un dārzeņos esošais ledus. [4]

2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

2.1. Analizējamo ķirbju paraugu raksturojums un dati par uzglabāšanu

2.1.tabula

Ķirbju raksturojums

Ķirbja suga	Hokaido	Kailsēklu	Riekstu	Lielaugļu	Lielaugļu
Šķirne	Nezināma	“Junona”	Nezināma	“Big Max”	“Atlantic Giant”
Audzēšanas vieta	Līgatne, Latvija				
Novākšanas laiks	2021.gada septembra beigas				
Uzglabāšanas temperatūra svaigam nesagrieztam	+10 °C				
Mizas krāsa	Sarkani oranža	Oranža ar zaļām svītrām	Gaiši zaļa	Gaiši oranža	Oranža
Vesela ķirbja masa, kg	2,5	3	3,5	5	6
Saldēšanas laiks	2021.gada decembra beigas				
Uzglabāšanas temperatūra saldētam	-18 °C				
Žāvēšanas laiks	2021.gada decembra beigas				
Žāvēšanas temperatūra	+100 °C				
Uzglabāšanas temperatūra žāvētam	+22 °C				
Dati par maisiņu, kurā glabāti saldēti un žāvēti paraugi	Materiāls: zema blīvuma polietilēns. Paredzēti uzglabāšanai līdz -25 °C, vairākkārtēji aiztaisāmi.				

2.2. Gravimetriska sausnes saturs noteikšana

Iekārtas:

Laboratorijas svāri KERN 440 - 33, precizitāte $\pm 0,01$ g

Žāvskapis ЭЛЕКТРОДЕЛИО, Nr. 574, maksimālā temperatūra = 200 °C

Darba gaita:

Uz laboratorijas svāriem nosvēra apmēram 65 g rīvēta ķirbja mīkstuma, to kvantitatīvi pārnesa uz filtrpapīra un lika žāvēties 100 °C 8 stundas jeb līdz konstantas masas sasniegšanai.

Pēc atdzesēšanas sauso atlikumu nosvēra un noteica sausnes masas daļu procentos, izmantojot 2.1.vienādojumu. Iegūtie dati apkopoti 2.2.tabulā.

$$w_{s,\%} = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \%, \quad (2.1.)$$

kur $w_{s,\%}$ - sausnes masas daļa, %;

m_1 – parauga masa pirms žāvēšanas, g;

m_2 – parauga masa pēc žāvēšanas, g.

Aprēķina piemērs, lai noteiktu sausnes saturu (%) Hokaido sugas ķirbī:

$$w_{s,\%} = \frac{2,57 \text{ g}}{65,81 \text{ g}} \cdot 100\% = 3,91\%$$

2.2.tabula

Sausnes saturs ķirbjos

Nosaukums	Sākuma masa m_1 , g	Beigu masa m_2 , g	Masas daļa $w_{s,\%}$, %	Vidējā masas daļa $w_{s(vid)}$, %	Sn, %	DI, %
Hokaido	65,81	2,57	3,91	3,90	0,02	0,02
	65,72	2,55	3,88			
	65,90	2,58	3,92			
“Junona”	65,63	5,01	7,63	7,64	0,02	0,02
	65,68	5,03	7,66			
	65,59	5,00	7,62			
Riekstu	65,74	5,17	7,86	7,86	0,03	0,04
	65,77	5,19	7,89			
	65,71	5,15	7,84			
“Big Max”	65,15	3,48	5,34	5,32	0,02	0,03
	65,10	3,46	5,31			
	65,03	3,45	5,31			
“Atlantic Giant”	65,89	2,20	3,34	3,31	0,03	0,04
	65,60	2,15	3,28			
	65,67	2,18	3,32			

2.3. Tieši reducējošo cukuru noteikšana pirms inversijas ar Lufa – Šorla (Luff - Schorl) metodi

Reāģenti:

Kālija heksacianoferāts (II) $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ (CAS Nr. 14459-95-1), analītiski tīrs, Penta (H412, P273)

Cinka acetāts $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ (CAS Nr.5970-45-6), analītiski tīrs, Penta (H302-H318-H411, P273-P280-P301 + P312 + P330-P305 + P351 + P338 + P310)

Vara sulfāts $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (CAS Nr. 7758-99-8), analītiski tīrs, Penta (H302-H318-H410, P264-P270-P273-P280-P301 + P312-P305 + P351 + P338)

Bezūdens nātrija karbonāts Na_2CO_3 (CAS Nr. 497-19-8), analītiski tīrs, Penta (H319, P264-P280-P305 + P351 + P338-P337 + P313)

Citronskābes monohidrāts (CAS Nr.5949-29-1), analītiski tīrs, Sigma Aldrich (H319-H335, P261-P264-P271-P280-P304 + P340 + P312-P305 + P351 + P338)

Kālija jodīds (CAS Nr.7681-11-0), analītiski tīrs, Penta (H372, P260-P264-P270-P314-P501)

25% sērskābe (231 g/L) (CAS Nr.7664-93-9), analītiski tīra, Scharlau (H290-H314, P234-P280-P301 + P330 + P331-P303 + P361 + P353-P304 + P340 + P310-P305 + P351 + P338)

0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīdums (fiksantāls) (CAS Nr. 7772-98-7), analītiski tīrs, Penta

Šķīdumu gatavošana:

- **1% cietes šķīdums:** 500 mL mērkolbā 5 g cietes ielauca 100 mL auksta ūdens, maisot, lai neveidojas cietes klāsteris, pievienoja 400 mL karsta ūdens;
- **30% KI šķīdums:** 100 mL mērkolbā 30 g KI izšķīdināja destilētā ūdenī un uzpildīja kolbu līdz atzīmei;
- **Kareca šķīdums I:** 1 L mērkolbā 150 g kālija heksacianoferrāta(II) šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 1000 mL;
- **Kareca šķīdums II:** 230 g cinka acetāta šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 1000 mL;
- **Lufa šķīdums:**
 - **A daļa:** 50 g citronskābes šķīdināja 50 mL silta dejonizēta ūdens
 - **B daļa:** 143,7 g nātrija karbonāta šķīdināja 350 mL silta dejonizēta ūdens
 - **C daļa:** 25 g vara sulfāta šķīdināja 100 mL dejonizēta ūdens

Viena litra mērkolbā, lēni un uzmanīgi skalojot, A daļu lēja B daļā, kad vairs nebija novērojama CO₂ izdalīšanās, pievienoja C daļu un ar dejonizētu ūdeni uzpildīja līdz 1000 mL. Ar pH metru pārbaudīja, vai šķīduma pH 20 °C temperatūrā ir starp 9,3 un 9,4.

Iekārtas un trauki:

Elektriskā plītiņa Barnstead Thermolyne CIMAREC, precizitāte ± 0,01 °C

Laboratorijas svāri KERN 440 – 33 , precizitāte ± 0,01 g

Analītiskie svāri Precisa XB 220A, precizitāte ± 0,0001 g

250 mL mērkolba, A klase

300 mL Erlenmeijera kolba ar pieslīpētu stikla aizbāzni NS 29

Atteces dzesinātājs ar pieslīpējumu NS 29

25 mL birete, precizitāte ± 0,05 mL

5 mL, 10 mL, 15 mL, 25 mL Mora pipetes, A klase

50 mL mērcilindrs, precizitāte ± 0,05 mL

Ūdens vanna dzesēšanai

Piltuve ar kroku filtru

Vārķermeņi

Tieši reducējošo cukuru noteikšana. 25 g svaiga un saldēta ķirbja homogenizēja ar nelielu daudzumu ūdens viendabīgā masā un ielēja 250 mL mērkolbā, pievienoja dejonizētu ūdeni līdz apmēram 150 mL, 5mL Kareca šķīduma I, samaisīja, tad pievienoja 5 mL Kareca šķīdumu II, samaisīja un uzpildīja ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei un filtrēja.

300 mL Erlenmeijera kolbā iepildīja 25 mL Lufa šķīduma, 10 mL ķirbja filtrāta un 15 mL dejonizētu ūdeni, pievienoja vārķermeņus, kolbai uzlika atteces dzesinātāju un uz iepriekš sakarsētas elektriskās plītiņas šķīdumu vārīja precīzi 10 minūtes, pēc tam atdzesēja auksta ūdens vannā.

Atdzisušajam zilganzaļi krāsotajam šķīdumam pievienoja apm. 10 mL 30 % KI šķīduma un, uzmanīgi skalojot, pakāpeniski pielēja 25 mL 25 % H₂SO₄; pievienoja dažus pilienus cietes šķīduma un titrēja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu, kamēr izzuda zilā krāsa.

Zinot sausnes saturu (2.2.tabula), žāvētam ķirbim aprēķināja iesvaru, kas atbilst 25 g svaiga ķirbja un to 30 minūtes uzbriedināja apmēram 50 mL dejonizēta ūdens, pēc tam veica eksperimentu tāpat kā ar svaigu un saldētu paraugu.

Aprēķina piemērs 25 g svaiga Hokaido sugas ķirbja masas pārrēķinam uz atbilstošo masu žāvēta Hokaido sugas ķirbi:

$$m_{\text{žāvētam}} = \frac{3,90 * 25}{100} = 0,9750 \text{ g}$$

Tādā pašā veidā veica arī tukšo mēģinājumu ar 25 mL Lufa šķīduma un 25 mL dejonizēta ūdens.

Nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumu ΔV aprēķināja, izmantojot 2.2.vienādojumu.

$$\Delta V = V_k - V_{t.m.}, \quad (2.2.)$$

kur ΔV – 0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpums, kas atbilst reducējošo cukuru masai, mL;

V_k – 0,1 M nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, kas izmantots ķirbju paraugu titrēšanai pirms inversijas, mL;

$V_{t.m.}$ – 0,1 M nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, kas izmantots tukšajā mēģinājumā pirms inversijas, mL.

Aprēķina piemērs, lai noteiktu nātrija tiosulfāta tilpumu, kas atbilst reducējošo cukuru masai Hokaido sugas ķirbī:

$$\Delta V = 35,20 \text{ mL} - 19,30 \text{ mL} = 15,90 \text{ mL}$$

Aprēķināto nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumu izmanto, lai 1.pielikumā atrastu atbilstošo reducējošo cukuru masu miligramos, kas atbilst 10 mL ķirbja paraugam. Lai aprēķinātu invertcukuru jeb reducējošo cukuru saturu pirms inversijas (%), izmantoja 2.3.vienādojumu.

$$Z_{pirms} = \frac{m_{10\text{mL}} \cdot 25 \cdot 4}{1000}, \quad (2.3.)$$

kur Z_{pirms} – reducējošo cukuru saturs (%);

$m_{10 \text{ mL}}$ – reducējošo cukuru masa (mg) 10 mL ķirbja parauga šķīduma;

25 – koeficients, lai iegūtu reducējošo cukuru masu (mg) 250 mL ķirbja parauga šķīduma;

4 – koeficients, lai iegūtu reducējošo cukuru daudzumu (%) ķirbja paraugā;

1000 – koeficients, lai pārietu no miligramiem uz gramiem.

Aprēķina piemērs, lai noteiktu glikozes un fruktozes saturu (%) Hokaido sugas ķirbī:

$$Z_{pirms} = \frac{(38,5 + 2,8 \cdot 0,9) \cdot 25 \cdot 4}{1000} = 4,10 \%$$

Glikozes un fruktozes daudzums (%) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos apkopots atbilstoši 2.3., 2.4. un 2.5.tabulās.

Glikozes un fruktozes daudzums svaigos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _k , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Glikozes, fruktozes masa m _{g,t} , mg	Z _{pirms} , %	Vidēji Z _{pirms} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	35,20	19,40	15,80	40,74	4,07	4,10	0,03	0,04
		19,30	15,90	41,02	4,10			
		19,20	16,00	41,30	4,13			
“Junona”		19,70	15,50	39,90	3,99	3,99	0,014	0,02
		19,75	15,45	39,76	3,98			
		19,65	15,55	40,04	4,00			
Riekstu		13,35	21,85	58,64	5,86	5,85	0,02	0,02
		13,40	21,80	58,48	5,85			
		13,45	21,75	58,33	5,83			
“Big Max”	21,50	13,70	34,89	3,49	3,49	0,013	0,02	
	21,45	13,75	35,03	3,50				
	21,55	13,65	34,76	3,48				
“Atlantic Giant”	24,25	10,95	27,47	2,75	2,76	0,013	0,02	
	24,15	11,05	27,74	2,77				
	24,20	11,00	27,60	2,76				

Glikozes un fruktozes daudzums saldētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _k , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Glikozes, fruktozes masa m _{g,t} , mg	Z _{pirms} , %	Vidēji Z _{pirms} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	31,76	16,05	15,70	40,46	4,05	4,05	0,014	0,02
		16,00	15,75	40,46	4,06			
		16,10	15,65	40,32	4,03			
“Junona”		19,05	12,70	32,19	3,22	3,22	0,014	0,02
		19,10	12,65	32,06	3,21			
		19,00	12,75	32,33	3,23			
Riekstu		10,50	21,25	56,78	5,68	5,63	0,09	0,12
		11,00	20,75	55,25	5,53			
		10,50	21,25	56,78	5,58			

Glikozes un fruktozes daudzums saldētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _k , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Glikozes, fruktozes masa m _{g,t} , mg	Z _{pirms} , %	Vidēji Z _{pirms} , %	Sn, %	DI, %
“Big Max”	31,76	19,00	12,75	32,33	3,23	3,25	0,013	0,02
		18,90	12,85	32,60	3,26			
		18,90	12,80	32,46	3,25			
“Atlantic Giant”		21,25	10,50	26,30	2,63	2,62	0,013	0,02
		21,30	10,45	26,17	2,62			
		21,35	10,40	26,04	2,60			

2.5.tabula

Glikozes un fruktozes daudzums žāvētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _k , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Glikozes, fruktozes masa m _{g,t} , mg	Z _{pirms} , %	Vidēji Z _{pirms} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	32,25	18,10	14,15	36,12	3,61	3,61	0,010	0,011
		18,15	14,10	35,98	3,60			
		18,10	14,15	36,12	3,61			
“Junona”		20,15	12,10	30,57	3,06	3,06	0,010	0,011
		20,10	12,15	30,71	3,07			
		20,15	12,10	30,57	3,06			
Riekstu		12,05	20,20	53,60	5,36	5,35	0,02	0,02
		12,15	20,10	53,30	5,33			
		12,10	20,15	53,45	5,35			
“Big Max”	19,65	12,60	31,92	3,19	3,20	0,02	0,02	
	19,55	12,70	32,19	3,22				
	19,65	12,60	31,92	3,19				
“Atlantic Giant”	22,85	9,40	23,44	2,34	2,34	0,013	0,02	
	22,80	9,45	23,57	2,36				
	22,90	9,35	23,31	2,33				

2.4. Kopējo reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pēc inversijas ar Lufa – Šorla (Luff - Schorl) metodi

Reāģenti:

Kālija heksacianoferāts (II) $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ (CAS Nr. 14459-95-1), analītiski tīrs, Penta (H412, P273)

Cinka acetāts $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ (CAS Nr.5970-45-6), analītiski tīrs, Penta (H302-H318-H411, P273-P280-P301 + P312 + P330-P305 + P351 + P338 + P310)

Vara sulfāts $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (CAS Nr. 7758-99-8), analītiski tīrs, Penta (H302-H318-H410, P264-P270-P273-P280-P301 + P312-P305 + P351 + P338)

Bezūdens nātrija karbonāts Na_2CO_3 (CAS Nr. 497-19-8), analītiski tīrs, Penta (H319, P264-P280-P305 + P351 + P338-P337 + P313)

Citronskābes monohidrāts (CAS Nr.5949-29-1), analītiski tīrs, Sigma Aldrich (H319-H335, P261-P264-P271-P280-P304 + P340 + P312-P305 + P351 + P338)

Kālija jodīds (CAS Nr.7681-11-0), analītiski tīrs, Penta (H372, P260-P264-P270-P314-P501)

25% sērskābe (231 g/L) (CAS Nr.7664-93-9), analītiski tīra, Scharlau (H290-H314, P234-P280-P301 + P330 + P331-P303 + P361 + P353-P304 + P340 + P310-P305 + P351 + P338)

0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīdums (fiksantāls) (CAS Nr. 7772-98-7), analītiski tīrs, Penta

96% etanols (CAS Nr.64-17-5), analītiski tīrs, SIA Biodegviela (H225-H319, P210-P233-P240-P241-P242-P305 + P351 + P338)

32% sālsskābe (CAS Nr. 7647-01-0), analītiski tīra, Enola (H290-H314-H335, P234-P261-P271-P280-P303 + P361 + P353-P305 + P351 + P338)

Nātrija hidroksīds (CAS Nr.1310-73-2), analītiski tīrs, Enola (H290-H314, P234-P280-P303 + P361 + P353-P304 + P340 + P310-P305 + P351 + P338-P363)

0,1 M sālsskābe (CAS Nr. 7647-01-0), analītiski tīra, Enola (H290-H314-H335, P234-P261-P271-P280-P303 + P361 + P353-P305 + P351 + P338)

Fenoltaleīns (CAS Nr.77-09-8), analītiski tīrs, Enola (H341-H350-H361f, P201-P280-P308 + P313)

Šķīdumu gatavošana:

- **1% cietes šķīdums:** 500 mL mērkolbā 5,00 g cietes ielauca 100 mL auksta ūdens, maisot, lai neveidojas cietes klīsteris, pievienoja 400 mL karsta ūdens līdz atzīmei un samaisīja;

- **1% fenolftaleīna šķīdums etanolā:** 50 mL mērkolbā kvantitatīvi pārnesa $0,50 \pm 0,01$ g fenolftaleīna, izšķīdināja 96% etanolā, uzpildīja mērkolbu līdz atzīmei un samaisīja;
- **20% nātrija hidroksīda šķīdums:** 100 mL mērkolbā 20 g NaOH izšķīdināja nelielā daudzumā dejonizēta ūdens, uzpildīja kolbu līdz atzīmei un samaisīja;
- **Kareca šķīdums I:** 150 g kālija heksacianoferrāta(II) šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 1000 mL;
- **Kareca šķīdums II:** 230 g cinka acetāta šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 1000 mL;
- **Lufa šķīdums:**
 - **A daļa:** 50 g citronskābes šķīdināja 50 mL silta dejonizēta ūdens
 - **B daļa:** 143,7 g nātrija karbonāta šķīdināja 350 mL silta dejonizēta ūdens
 - **C daļa:** 25 g vara sulfāta šķīdināja 100 mL dejonizēta ūdens

Viena litra mērkolbā, lēni un uzmanīgi skalojot, A daļu lēja B daļā, kad vairs nebija novērojama CO₂ izdalīšanās, pievienoja C daļu un ar dejonizētu ūdeni uzpildīja līdz 1000 mL. Ar pH metru pārbaudīja, vai šķīduma pH 20 °C temperatūrā ir starp 9,3 un 9,4.

Iekārtas un trauki:

Elektriskā plītiņa Barnstead Thermolyne CIMAREC, precizitāte $\pm 0,01$ °C

Laboratorijas svāri KERN 440 – 33 , precizitāte $\pm 0,01$ g

Analītiskie svāri Precisa XB 220A, precizitāte $\pm 0,0001$ g

Ūdens termostats, 70 °C

250 mL mērkolba, A klase

300 mL Erlenmeijera kolba ar pieslīpētu stikla aizbāzni NS 29

Atteces dzesinātājs ar pieslīpējumu NS 29

25 mL birete, precizitāte $\pm 0,05$ mL

5 mL, 10 mL, 15 mL, 25 mL Mora pipetes, A klase

50 mL mērcilindrs, precizitāte $\pm 0,05$ mL

Ūdens vanna dzesēšanai

Piltuve ar kroku filtru

Vārķermeņi

Parauga sagatavošana. 25 g svaiga un saldēta ķirbja homogenizēja ar nelielu daudzumu ūdens viendabīgā masā un ielēja 250 mL mērkolbā, pievienoja dejonizētu ūdeni līdz apmēram 150 mL, 5mL Kareca šķīduma I, samaisīja, tad pievienoja 5 mL Kareca šķīdumu II, samaisīja, uzpildīja ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei un filtrēja.

Inversija. 10 mL sagatavotā šķīduma un 15 mL dejonizēta ūdens ar pipeti iepildīja 100 mL mērkolbā, pievienoja 50 mL dejonizēta ūdens un 5 mL 32 % sālsskābes. Kolbā ievietoja

termometru un kolbu ielika 70 °C temperatūrā termostatētā ūdens vannā. Kad termometra temperatūra sasniedza 67 °C, kolbu bieži skalojot, temperatūru 67 - 70 °C robežās izturēja precīzi 5 minūtes. Pēc inversijas šķīdumu uzreiz atdzesēja līdz 20 °C. Atdzesētajam šķīdumam pievienoja dažus pilienus fenolftaleīna šķīduma un skābi, uzmanīgi neitralizēja, lēni pa daļām piepilinot 20 % nātrija hidroksīda šķīdumu. Kad šķīdums bija neitralizēts, mērkolbu uzpildīja līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni.

Kopējo reducējošo cukuru noteikšana. 25 mL invertētā šķīduma sajauc ar 25 mL Lufa šķīduma, karsēja un titrēja. 300 mL Erlenmeijera kolbā ar pipeti iepildīja 25 mL Lufa šķīduma un pievienoja 25 mL iepriekš sagatavoto parauga šķīdumu. Kolbā ielika vārķermeņus, pievienoja atceces dzesinātāju un kolbas saturu uz iepriekš sakarsētas elektriskās plītiņas 2 minūšu laikā uzkarēja līdz viršanai, pēc tam vārīja precīzi 10 minūtes un strauji atdzesēja auksta ūdens vannā.

Pēc atdzesēšanas zilganzaļajam šķīdumam pievienoja 10 mL 30 % KI šķīduma un, uzmanīgi skalojot, pielēja 25 mL 25 % sērskābes. Pievienoja dažus pilienus cietes šķīduma un titrēja ar 0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīdumu, kamēr izzuda zilā krāsa.

Zinot sausnes saturu (2.2.tabula), žāvētam ķirbim aprēķināja iesvaru, kas atbilst 25 g svaiga ķirbja un to 30 minūtes uzbriedināja apmēram 50 mL dejonizēta ūdens, pēc tam veica eksperimentu tāpat kā ar svaigu un saldētu paraugu.

Tāpat veica arī tukšo mēģinājumu ar 25 mL Lufa šķīduma un 25 mL dejonizēta ūdens.

Nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumu ΔV , kas atbilst kopējai reducējošo cukuru masai, aprēķināja, izmantojot 2.4.vienādojumu.

$$\Delta V = V_{t.m.} - V_k \quad (2.4)$$

kur ΔV – 0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpums, kas atbilst kopējai reducējošo cukuru masai, mL;

V_k – 0,1 M nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, kas izmantots ķirbju paraugu titrēšanai pēc inversijas, mL;

$V_{t.m.}$ – 0,1 M nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, kas izmantots tukšajā mēģinājumā, mL.

Aprēķina piemērs, lai noteiktu nātrija tiosulfāta tilpumu, kas atbilst kopējai reducējošo cukuru masai Hokaido sugas ķirbī:

$$\Delta V = 35,20 \text{ mL} - 15,90 \text{ mL} = 19,30 \text{ mL}$$

Saharozes daudzumu aprēķināja, izmantojot 2.5.vienādojumu.

$$Z_s = (Z_{pēc} - Z_{pirms}) \cdot 0,95, \quad (2.5)$$

Kur Z_s – saharozes daudzums, %;

$Z_{pēc}$ – kopējais invertcukurs pēc inversijas, %;

Z_{pirms} – fruktoze un glikoze pirms inversijas, %;

0,95 – pārrēķināšanas koeficients no 2 moliem monosaharīda uz 1 molu disaharīda.

Saharozes daudzuma aprēķina piemērs Hokaido sugas ķirbī:

$$Z_s = \left(\frac{50,90 \cdot 4 \cdot 25}{1000} - 4,10 \right) \cdot 0,95 = 0,94 \%$$

Saharozes daudzums (%) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos apkopots atbilstoši 2.6., 2.7. un 2.8. tabulās.

2.6.tabula

Saharozes daudzums svaigos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _ķ , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Invertcukuru masa m _{pēc} , mg	Z _{pēc} , %	Saharozes daudzums Z _{sah} , %	Vidējais saharozes daudzums Z _{sah(vid)} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	15,90	35,20	19,30	50,90	5,09	0,94	0,94	0,014	0,02
	15,95		19,25	50,75	5,08	0,93			
	15,85		19,35	51,05	5,11	0,95			
“Junona”	17,05		18,15	47,54	4,75	0,73	0,72	0,010	0,011
	17,10		18,10	47,39	4,74	0,71			
	17,10		18,10	47,39	4,74	0,71			
Riekstu	8,35		26,85	74,14	7,41	1,49	1,50	0,017	0,02
	8,25		26,95	74,45	7,44	1,51			
	8,25		26,95	74,45	7,44	1,51			
“Big Max”	11,25		23,95	65,15	6,51	2,87	2,86	0,015	0,02
	11,30	23,90	64,99	6,50	2,86				
	11,35	23,85	64,84	6,48	2,84				
“Atlantic Giant”	17,85	17,35	45,22	4,52	1,68	1,69	0,010	0,011	
	17,85	17,35	45,22	4,52	1,68				
	17,80	17,40	45,36	4,54	1,70				

2.7.tabula

Saharozes daudzums saldētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _ķ , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Invertcukuru masa m _{pēc} , mg	Z _{pēc} , %	Saharozes daudzums Z _{sah} , %	Vidējais saharozes daudzums Z _{sah(vid)} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	26,85	31,75	4,90	11,95	4,78	0,69	0,73	0,03	0,04
	26,80		4,95	12,08	4,83	0,74			
	26,80		4,95	12,08	4,83	0,74			

Saharozes daudzums saldētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _ķ , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Invert-cukuru masa m _{pēc} , mg	Z _{pēc} , %	Saharozes daudzums Z _{sah} , %	Vidējais saharozes daudzums Z _{sah(vid)} , %	Sn, %	DI, %
"Junona"	28,10	31,75	3,65	8,83	3,53	0,29	0,28	0,03	0,04
	28,15		3,60	8,70	3,48	0,25			
	28,10		3,65	8,83	3,53	0,29			
Riekstu	24,45		7,30	18,08	7,23	1,52	1,47	0,05	0,06
	24,40		7,35	17,83	7,13	1,43			
	24,50		7,25	17,95	7,18	1,47			
"Big Max"	27,85		3,90	9,45	3,78	0,50	0,52	0,03	0,04
	27,85		3,90	9,45	3,78	0,50			
	27,80		3,95	9,58	3,83	0,55			
"Atlantic Giant"	27,85		3,90	9,45	3,78	1,10	1,12	0,03	0,04
	27,85		3,90	9,45	3,78	1,10			
	27,80		3,95	9,58	3,83	1,15			

2.8.tabula

Saharozes daudzums žāvētos ķirbjos

Nosaukums	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums V _ķ , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpums tukšajā m. V _{t.m.} , mL	Na ₂ S ₂ O ₃ tilpumu starpība ΔV, mL	Invert-cukuru masa m _{pēc} , mg	Z _{pēc} , %	Saharozes daudzums Z _{sah} , %	Vidējais saharozes daudzums Z _{sah(vid)} , %	Sn, %	DI, %
Hokaido	28,25	32,25	4,00	9,70	3,88	0,26	0,17	0,07	0,10
	28,35		3,90	9,36	3,74	0,13			
	28,30		3,95	9,36	3,74	0,13			
"Junona"	29,00		3,25	7,83	3,13	0,07	0,07	0,05	0,06
	29,05		3,20	7,70	3,08	0,02			
	28,95		3,30	7,95	3,18	0,11			
Riekstu	25,55		6,70	16,45	6,58	1,17	1,18	0,03	0,04
	25,55		6,70	16,45	6,58	1,17			
	25,50		6,75	16,58	6,63	1,22			
"Big Max"	28,45		3,80	9,20	3,68	0,46	0,44	0,03	0,04
	28,45		3,80	9,20	3,68	0,46			
	28,50		3,75	9,08	3,63	0,41			
"Atlantic Giant"	28,85	3,40	8,20	3,28	0,89	0,96	0,05	0,07	
	28,75	3,50	8,45	3,38	0,99				
	28,75	3,50	8,45	3,38	0,99				

2.5. Joda metode askorbīnskābes noteikšanai

Reāģenti:

Skābeņskābes dihidrāts (CAS Nr. 6153-56-6), analītiski tīrs, Penta (H302 + H312-H318, P264-P270-P280-P301 + P312-P302 + P352 + P312-P305 + P351 + P338)

Askorbīnskābe (CAS Nr. 50-81-7), analītiski tīra, Enola

Jods (CAS Nr. 7553-56-2), tīrība 99%, Penta (H312 + H332-H315-H319-H335-H372-H400, P261-P273-P280-P305 + P351 + P338-P314)

Kālija jodīds (CAS Nr. 7681-11-0), analītiski tīrs, Penta (H302-H315-H319, P305 + P351 + P338)

Šķīdumu gatavošana:

6% C₂H₂O₄ šķīdums: 84,00 g skābeņskābes dihidrāta šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 1000 mL, samaisīja;

• **0,05 M I₂ šķīdums:** 6,35 g joda šķīdināja 1000 mL dejonizēta ūdens, pievienoja 20 g KI un samaisīja; darba šķīdums 0,005 M I₂ šķīdums;

• **1% cietes šķīdums:** 5 g cietes šķīdināja 100 mL auksta dejonizēta ūdens un ielēja 400 mL vāroša dejonizēta ūdens, samaisīja;

• **Askorbīnskābes standartšķīdums:** ar precizitāti 0,0001 g nosvēra 40 mg askorbīnskābes un izšķīdināja 100 mL 6% skābeņskābes šķīdumā.

Askorbīnskābes standartizēšana. Ar Mora pipeti ņēma 25 mL askorbīnskābes un pievienoja 2 mL 1 % cietes šķīduma, lika uz magnētiskā maisītāja un titrēja ar 0,005 M I₂ šķīdumu līdz šķīduma krāsas maiņai. Titrēšanu atkārtoja 3 reizes. Dati apkopoti 2.9.tabulā.

2.9.tabula

Askorbīnskābes standartizēšanas rezultāti

Nr.p.k.	Askorbīnskābes tilpums V _{askābe} , mL	0,005 M I ₂ tilpums V _s , mL	Vidējais 0,005 M I ₂ tilpums V _{s(vid)} , mL	Sn, mL	DI, mL
Iegūtie standartšķīduma titrēšanas rezultāti, ko izmantoja svaigam ķirbim					
1.	25,00	28,85	28,80	0,05	0,07
2.	25,00	28,75			
3.	25,00	28,90			

Askorbīnskābes standartizēšanas rezultāti

Nr.p.k.	Askorbīnskābes tilpums $V_{askābe}$, mL	0,005 M I_2 tilpums V_s , mL	Vidējais 0,005 M I_2 tilpums $V_{s(vid)}$, mL	Sn, mL	DI, mL
Iegūtie standartšķīduma titrēšanas rezultāti, ko izmantoja saldētam ķirbim					
4.	25,00	23,55	23,53	0,03	0,04
5.	25,00	23,50			
6.	25,00	23,55			
Iegūtie standartšķīduma titrēšanas rezultāti, ko izmantoja žāvētam ķirbim					
7.	25,00	28,70	28,70	0,05	0,07
8.	25,00	28,75			
9.	25,00	28,65			

Askorbīnskābes noteikšana paraugā. 150 mL vārglāzē precīzi iesvēra 25 g svaiga un saldēta vai atbilstoši aprēķinātu daudzumu žāvēta sasmalcināta ķirbja, pievienoja 40 mL 6 % skābeņskābes šķīdumu, samaisīja un kvantitatīvi pārnese 100 mL mērcilindrā, uzpildīja ar 6 % skābeņskābes ūdens šķīdumu līdz atzīmei un filtrēja.

10 mL filtrāta pievienoja 2 mL 1 % cietes šķīduma, lika uz magnētiskā maisītāja un titrēja ar 0,005 M I_2 šķīdumu līdz krāsas maiņai. Titrēšanu atkārtoja 3 reizes.

Askorbīnskābes saturu paraugā aprēķina pēc 2.7.vienādojuma.

$$C = 400 \cdot \frac{V_p}{V_s}, \quad (2.7.)$$

kur C – askorbīnskābes daudzums paraugā, mg/100 g parauga;

400 – koeficients;

V_p – izlietotais 0,005 M I_2 šķīduma daudzums 10 mL parauga filtrāta titrēšanai;

V_s – izlietotais 0,005 M I_2 šķīduma daudzums 25 mL standartšķīduma titrēšanai.

Askorbīnskābes aprēķina piemērs Hokaido sugas ķirbim:

$$C = 400 \cdot \frac{0,75 \text{ mL}}{28,80 \text{ mL}} = 10,42 \text{ mg/100 g ķirbja}$$

Askorbīnskābes saturs (mg) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos apkopots 2.10., 2.11. un 2.12.tabulās atbilstoši.

Askorbīnskābes saturs svaigos ķirbjos

Nosaukums	Standart- šķīdumam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Paraugam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Askorbīnskābes daudzums C, mg	Vidējais askorbīnskābes daudzums C _{vid} , mg	Sn, mg	DI, mg
Hokaido	28,80	0,70	9,72	10,4	0,7	0,9
		0,75	10,42			
		0,80	11,11			
“Junona”		0,35	4,86	4,6	0,4	0,5
		0,35	4,86			
		0,30	4,17			
Riekstu		0,40	5,56	5,8	0,4	0,5
		0,45	6,25			
		0,40	5,56			
“Big Max”		0,50	6,94	6,9	0,7	0,9
		0,45	6,25			
		0,55	7,64			
“Atlantic Giant”	0,55	7,64	7,9	0,4	0,5	
	0,60	8,33				
	0,55	7,64				

Askorbīnskābes saturs saldētos ķirbjos

Nosaukums	Standart- šķīdumam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Paraugam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Askorbīnskābes daudzums C, mg	Vidējais askorbīnskābes daudzums C _{vid} , mg	Sn, mg	DI, mg
Hokaido	23,53	0,35	5,95	6,2	0,5	0,7
		0,40	6,80			
		0,35	5,95			
“Junona”		0,10	1,70	2,3	0,5	0,7
		0,15	2,55			
		0,15	2,55			

Askorbīnskābes saturs saldētos ķirbjos

Nosaukums	Standart- šķīdumam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Paraugam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Askorbīnskābes daudzums C, mg	Vidējais askorbīnskābes daudzums C _{vid} , mg	Sn, mg	DI, mg
Riekstu	23,53	0,15	2,55	3,4	0,8	1,2
		0,25	4,25			
		0,20	3,40			
“Big Max”		0,20	3,40	3,7	0,5	0,7
		0,20	3,40			
		0,25	4,25			
“Atlantic Giant”		0,35	5,95	5,7	0,5	0,7
		0,30	5,10			
		0,35	5,95			

2.12.tabula

Askorbīnskābes saturs žāvētos ķirbjos

Nosaukums	Standart- šķīdumam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Paraugam izlietotais 0,005 M I ₂ tilpums V _p , mL	Askorbīnskābes daudzums C, mg	Vidējais askorbīnskābes daudzums C _{vid} , mg	Sn, mg	DI, mg
Hokaido	28,70	0,15	2,09	2,6	0,4	0,5
		0,20	2,79			
		0,20	2,79			
“Junona”		0,15	2,09	1,6	0,4	0,5
		0,10	1,39			
		0,10	1,39			
Riekstu		0,10	1,39	1,9	0,4	0,5
		0,15	2,09			
		0,15	2,09			
“Big Max”		0,15	2,09	2,1	0,7	0,9
		0,10	1,39			
		0,20	2,79			
“Atlantic Giant”		0,15	2,09	2,3	0,4	0,5
		0,15	2,09			
		0,20	2,79			

2.6. Kopējo fenola savienojumu saturs pēc Folina-Čikolto (Folin – Ciocalteu) metodes

Reāģenti:

Galluskābe ($(HO)_3C_6H_2CO_2H$) (CAS Nr. 149-91-7), tīrība 99%, Sigma Aldrich (H315-H319-H335, P261-P264-P271-P280-P302 + P352-P305 + P351 + P338)

Nātrija karbonāts (CAS Nr. 497-19-8), analītiski tīrs, Enola (H319, P264-P280-P305 + P351 + P338-P337 + P313)

Folina – Čikolto reaģents, analītiski tīrs, Chempur (H290-H314, P234-P280-P303 + P361 + P353-P304 + P340 + P310-P305 + P351 + P338-P363)

Šķīdumu gatavošana:

Galluskābes pamatšķīdums ($\gamma=0,120$ mg/mL): 60,1 mg galluskābes šķīdināja dejonizētā ūdenī un uzpildīja līdz 500 mL. Standartšķīdumus kalibrācijas grafikam atšķaidīja līdz 0,0075, 0,015, 0,030, 0,060 un 0,090 mg/mL;

- **7,5% nātrija karbonāta šķīdums:** 100 mL vārglāzē ar precizitāti $\pm 0,01$ g iesvēra 7,50 g nātrija karbonāta un izšķīdināja 92,50 mL dejonizēta ūdens;

- **10% Folina - Čikolto šķīdums:** 10 mL Folina-Čikolto reaģenta pārnesa 100 mL mērkolbā, uzpildīja līdz atzīmei ar dejonizētu ūdeni un samaisīja.

Iekārtas un trauki:

Laboratorijas svāri KERN 440 - 33, precizitāte $\pm 0,01$ g

Analītiskie svāri KERN, precizitāte $\pm 0,0001$ g

Spektrofotometrs Lambda 25, Perkin Elmer (viļņu garums 190 – 1100 nm, viļņu garuma precizitāte $\pm 0,1$ nm, viļņu garuma atkārtojamība $\pm 0,05$ nm; starojuma avots – volframa un deitērija lampas, automātisks pārslēgšs), stikla kivetes ($b=1$ cm)

250 mL Erlenmeijera kolba

1 mL, 5 mL pipetes, A klase

Parauga sagatavošana. Ar precizitāti ± 1 g nosvēra 25 g saldēta vai 2,5 g žāvēta ķirbja, kvantitatīvi pārnesa 250 mL Erlenmeijera kolbā un aplēja ar 150 mL karsta dejonizēta ūdens. Iegūto suspensiju 1 stundu atstāja malā ik pa laikam saskalinot, nofiltrēja. Iegūto filtrātu izmantoja fenola savienojumu noteikšanai.

Kalibrēšanas taisnes iegūšana. 1 mL galluskābes standartšķīduma pievienoja 4 mL 7,5 % nātrija karbonāta šķīduma un 5 mL 10 % Folina-Čikolto šķīduma. Salīdzināšanas šķīdumam galluskābes vietā ņēma dejonizētu ūdeni.

Pēc 30 minūtēm mērīja ūdens šķīduma un zili krāsoto galluskābes šķīdumu absorbciju pie $\lambda=765$ nm 1 cm kivetē.

Iegūtie rezultāti apkopoti 2.pielikuma 1. un 2.tabulā, kalibrācijas taisnes redzamas 2.pielikuma 1. un 2.attēlā.

Kopējo fenola savienojumu (KFS) satura noteikšana ķirbju ekstraktos. 1 mL iepriekš pagatavotiem ķirbju ekstraktiem, kas atšķaidīti ar dejonizētu ūdeni, pievienoja 4 mL 7,5 % nātrija karbonāta un 5 mL 10 % Folina-Čikolto šķīdumu, pēc 30 minūtēm mērīja absorbciju.

Kopējo fenola savienojumu saturu saldētos ķirbjos aprēķināja, izmantojot 2.8.vienādojumu.

$$C = a \cdot \gamma \cdot \left(\frac{V}{m}\right) \cdot 100, \quad (2.8)$$

Kur C – kopējais fenola savienojumu saturs ķirbjos, GSE mg/100 g produkta;

a – ekstrakta atšķaidījums, reizes;

γ – KFS masas koncentrācija pēc kalibrēšanas taisnes, mg/mL;

V – pievienotā ūdens tilpums, mL;

m – parauga masa, g;

100 – koeficients, lai KFS saturu izteiktu mg/100 g produkta.

Kopējo fenola savienojumu aprēķina piemērs Hokaido sugas saldētā ķirbī:

No kalibrācijas taisnes (2.pielikuma 1.att.):

$$\gamma = \frac{A - 0,0249}{9,2052} = \frac{0,328 - 0,0249}{9,2052} = 0,0129 \text{ mg/mL}$$

$$C = 1 \cdot 0,0129 \cdot \left(\frac{150}{25,6}\right) \cdot 100 = 7,56 \text{ GSE mg/100 g produkta}$$

Kopējo fenola savienojumu rezultāti saldētos ķirbjos apkopoti 2.13.tabulā.

2.13.tabula

Kopējo fenola savienojumu saturs saldētos ķirbjos

Nosaukums	Ķirbja masa m, g	Absorb- cija A	KFS masas koncentrācija γ , mg/mL	KFS C, GSE mg/100g	Vidējais KFS C_{vid} , GSE mg/100g	Sn, GSE mg/100g	DI, GSE mg/100g
Hokaido	25,6	0,328	0,0129	7,56	7,4	0,2	0,3
		0,322	0,0123	7,21			
		0,327	0,0128	7,50			

Kopējo fenola savienojumu saturs saldētos ķirbjos

Nosaukums	Ķirbja masa m, g	Absorb- cija A	KFS masas koncentrācija γ , mg/mL	KFS C, GSE mg/100g	Vidējais KFS C_{vid} , GSE mg/100g	Sn, GSE mg/100g	DI, GSE mg/100g
"Junona"	25,8	0,136	0,0121	7,02	6,8	0,2	0,3
		0,132	0,0116	6,76			
		0,13	0,0114	6,64			
Riekstu	25,3	0,197	0,0187	11,08	11,3	0,2	0,3
		0,200	0,0190	11,28			
		0,203	0,0193	11,47			
"Big Max"	25,1	0,252	0,0247	14,74	15,0	0,2	0,3
		0,259	0,0254	15,20			
		0,258	0,0253	15,13			
"Atlantic Giant"	25,8	0,225	0,0217	12,64	12,8	0,2	0,3
		0,228	0,0221	12,83			
		0,231	0,0224	13,02			

Kopējo fenolu saturu žāvētos ķirbjos aprēķināja, izmantojot 2.9.vienādojumu.

$$C = \frac{\gamma \cdot V \cdot w_{s,(vid)}}{m_{\text{žāv.ķ.}}} \quad (2.9.)$$

Kur C – kopējais fenola savienojumu saturs ķirbjos, GSE mg/100 g produkta;

γ – KFS masas koncentrācija pēc kalibrēšanas taisnes, mg/mL;

V – pievienotā ūdens tilpums, mL;

$w_{s,(vid)}$ – vidējais sauses saturs ķirbī, % (atrodams 2.2.tabulā);

$m_{\text{žāv.ķ.}}$ – žāvēta parauga masa, g.

Kopējo fenola savienojumu aprēķina piemērs Hokaido sugas žāvētā ķirbī:

No kalibrācijas grafika (2.pielikuma 2.att):

$$\gamma = \frac{A + 0,0122}{7,2038} = \frac{0,0444 + 0,0122}{7,2038} = 0,0079 \text{ mg/mL}$$

$$C = \left(\frac{0,0079 \cdot 150 \cdot 3,87}{2,6} \right) = 9,91 \text{ GSE mg/100 g produkta}$$

Kopējo fenola savienojumu rezultāti žāvētos ķirbjos apkopoti 2.14.tabulā.

Kopējo fenola savienojumu saturs žāvētos ķirbjos

Nosaukums	Žāvēta ķirbja masa m _{žāv.p.} , g	Absorbciija A	KFS masas koncentrācija γ , mg/mL	KFS C, GSE mg/100g	Vidējais KFS C _{vid} , GSE mg/100g	Sn, GSE mg/100g	DI, GSE mg/100g
Hokaido	2,6	0,308	0,0444	9,91	9,83	0,07	0,10
		0,303	0,0438	9,78			
		0,304	0,0439	9,80			
“Junona”	2,4	0,313	0,0451	21,56	21,4	0,17	0,2
		0,308	0,0444	21,22			
		0,310	0,0447	21,36			
Riekstu	2,6	0,248	0,0361	16,38	16,27	0,10	0,13
		0,245	0,0357	16,19			
		0,246	0,0358	16,25			
“Big Max”	2,5	0,423	0,0604	19,17	19,09	0,09	0,12
		0,419	0,0599	19,00			
		0,421	0,0601	19,09			
“Atlantic Giant”	2,5	0,515	0,0732	14,36	14,39	0,04	0,06
		0,516	0,0733	14,39			
		0,518	0,0736	14,44			

2.7. Spektrofotometriska karotīna satura noteikšana pēc modificētās I. K. Murri metodes [22]

Reāģenti:

Kālija dihromāts K_2CrO_7 (CAS Nr. 7778-50-9), analītiski tīrs, Enola (H272-H301-H312-H314-H317-H330-H334-H340-H350-H360FD-H372-H410, P201-P280-P304 + P340 + P310-P305 + P351 + P338-P308 + P313)

Petrolēteris (CAS Nr. 8032-32-4), analītiski tīrs, Enola (H225-H304-H315-H336-H411, P210-P301 + P310-P331-P370 + P378-P403 + P235)

Šķīdumu gatavošana:

- **Kālija dihromāta standartšķīdums ($\gamma=10,23$ mg/mL):** Uz analītiskajiem svāriem precīzi nosvēra 1,0230 g kālija dihromāta un kvantitatīvi pārnesa 100 mL mērkolbā, izšķīdināja destilētā ūdenī un uzpildīja kolbu līdz atzīmei.

Ierīces un trauki:

Laboratorijas svāri KERN 440 - 33, precizitāte $\pm 0,01$ g

Analītiskie svāri KERN, precizitāte $\pm 0,0001$ g

Spektrofotometrs Lambda 25, Perkin Elmer (viļņu garums 190 – 1100 nm, viļņu garuma precizitāte $\pm 0,1$ nm, viļņu garuma atkārtotamība $\pm 0,05$ nm; starojuma avots – volframa un deitērija lampas, automātisks pārslēgšs), stikla kivetes ($b=1$ cm)

100 mL, 250 mL mērkolbas, A klase

1 mL, 2 mL, 5 mL pipetes, A klase

10 mL, 15 mL Mora pipetes, A klase

50 mL mēģenes

Darba gaita:

Kalibrēšanas taisnes iegūšana. Septiņās 100 mL mērkolbās ielēja 0,50; 1,00; 2,00; 3,00; 4,00; 5,00 un 6,00 mL kālija dihromāta standartšķīduma, kolbas uzpildīja ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei un rūpīgi samaisīja. Pie viļņu garuma $\lambda=450$ nm 1 cm stikla kivetēs mērīja šķīdumu absorbciju, sākot ar atšķaidītāko.

Lai iegūtu kalibrēšanas taisni, izmantoja literatūrā [21] minēto sakarību, ka 1 mL kālija dihromāta standartšķīduma satur 0,720 mg kālija dihromāta un atbilst 0,00416 mg karotīna, līdz ar to, 1 mL standartšķīduma, kura koncentrācija $\gamma=10,23$ mg/mL, atbilst 0,05911 mg karotīna. 1 mL šķīduma atšķaidot ar dejonizētu ūdeni 100 mL mērkolbā līdz atzīmei, iegūst, ka kālija dihromāta koncentrācija ir 0,1023 mg/mL un karotīna koncentrācija tajā $\gamma=0,00059$ mg/mL.

Iegūtie rezultāti apkopoti 3.pielikuma 1.tabulā, kalibrācijas taisne redzama 3.pielikuma 1.attēlā.

Karotīna satura noteikšana. Uz laboratorijas svāriem nosvēra 25 g saldēta ķirbja, homogenizēja ar apmēram 50 mL dejonizēta ūdens un kvantitatīvi pārnesa 250 mL mērkolbā, ko uzpildīja ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei un kārtīgi samaisīja. Izturēja 2 stundas, ik pa laikam samaisot, pēc tam šķīdumu 2 reizes filtrēja caur kroku filtru.

50 mL mēģenēs 10 mL filtrāta pievienoja 15 mL petrolētera, šķīdumu vairākkārtīgi samaisīja un atstāja laboratorijā 20 stundas atslāņoties, kamēr virspusē izveidojas dzeltens petrolētera slānis. Pēc noteiktā laika pie viļņu garuma $\lambda=450$ nm 1 cm kivetē mērīja petrolētera slāņa absorbciju, kā salīdzināšanas šķīdumu izmantojot petrolēteri.

Karotīna satura noteikšanai žāvētos ķirbjos, sākotnēji uz analītiskajiem svāriem nosvēra pēc 2.2.tabulas 25 g svaiga ķirbja atbilstošo masu žāvēta parauga, ko sasmalcināja piestā un kvantitatīvi pārnesa 250 mL mērkolbā; turpmāk rīkojās atbilstoši iepriekš aprakstītajai darba gaitai.

Karotīna saturu (mg/100 mL) ķirbjos aprēķināja, izmantojot 2.10.vienādojumu.

$$\gamma_{\text{karotīns}} = \frac{\gamma_{\text{karotīns,k.gr.}} \cdot V_{\text{petrolēteris}} \cdot 100}{V_{\text{filtrāts}}}, \quad (2.10.)$$

Kur $\gamma_{karotīns}$ – karotīna saturs filtrātā, mg/100 mL;

$\gamma_{karotīns,k.gr.}$ – no kalibrācijas grafika noteiktā karotīna masas koncentrācija, mg/mL;

$V_{petrolēteris}$ – petrolētera tilpums, kas izmantots analīzei, mL;

$V_{filtrāts}$ – filtrāta tilpums, kas izmantots analīzei, mL;

100 – koeficients, lai karotīna saturu izteiktu mg/100 mL.

Karotīna satura aprēķina piemērs Hokaido sugas žāvētā ķirbī:

No kalibrācijas taisnes (3.pielikuma 1.att):

$$\gamma_{karotīns,k.gr.} = \frac{A - 0,0015}{10,765} = \frac{0,015 - 0,0015}{10,765} = 0,0013 \text{ mg/mL}$$

$$\gamma_{karotīns} = \frac{0,0013 \cdot 15 \cdot 100}{10} = 0,188 \text{ mg/100 mL}$$

Iegūtie rezultāti apkopoti 2.15.tabulā.

2.15.tabula

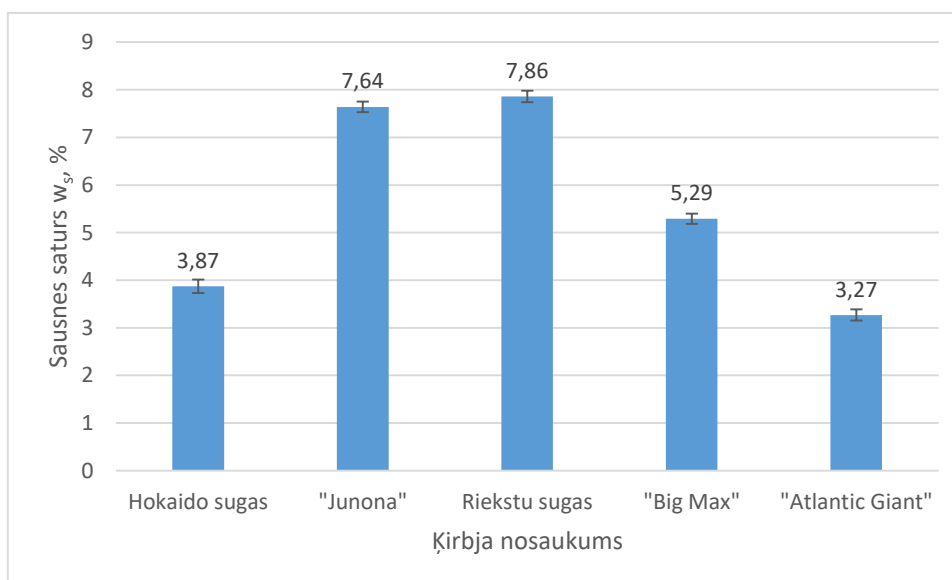
Karotīna saturs saldētos un žāvētos ķirbjos

Nosaukums	Saldēts vai žāvēts	Absorbciija A	Karotīna saturs $\gamma_{karotīns}$, mg/mL	Vidējais karotīna saturs $\gamma_{karotīns, vid}$, mg/mL	Sn, mg/mL	DI, mg/mL
Hokaido	Žāvēts	0,015	0,188	0,20	0,02	0,04
		0,017	0,216			
	Saldēts	0,034	0,453	0,47	0,03	0,06
		0,037	0,495			
“Junona”	Žāvēts	0,017	0,216	0,23	0,02	0,04
		0,019	0,244			
	Saldēts	0,097	1,331	1,37	0,06	0,12
		0,103	1,414			
Riekstu	Žāvēts	0,012	0,146	0,14	0,010	0,02
		0,011	0,132			
	Saldēts	0,027	0,355	0,38	0,03	0,02
		0,030	0,397			
“Big Max”	Žāvēts	0,018	0,230	0,27	0,06	0,06
		0,024	0,314			
	Saldēts	0,023	0,300	0,34	0,06	0,12
		0,029	0,383			
“Atlantic Giant”	Žāvēts	0,015	0,188	0,22	0,04	0,08
		0,019	0,244			
	Saldēts	0,016	0,202	0,22	0,02	0,04
		0,018	0,230			

3. REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS

3.1. Sausnes satura novērtējums

Gravimetriski nosakot sausnes saturu ķirbjos, tika konstatēts, ka visvairāk tās ir Riekstu sugas ķirbī, kas ir $7,86 \pm 0,04$ %, rīvējot šo ķirbi pirms žāvēšanas, no tā izdalījās salīdzinoši neliels sulas daudzums un rīvētie gabaliņi bija mīksti, bet mazākais sausnes saturs jeb $3,27 \pm 0,04$ % ir ķirbī "Atlantic Giant", lai gan varētu domāt, ka mazāks sausnes daudzums norāda uz mīkstāku struktūru, tā konsistence bija cietāka un rīvējot tas veidoja cietus gabalus. Tā kā ķirbis "Atlantic Giant" var sasniegt 20 - 500 kg [1], bet eksperimentā izmantotā kopējā masa bija 6 kg, visticamāk, tas nebija nogatavojies, kas varēja ietekmēt sausnes satura un konsistences atšķirību.



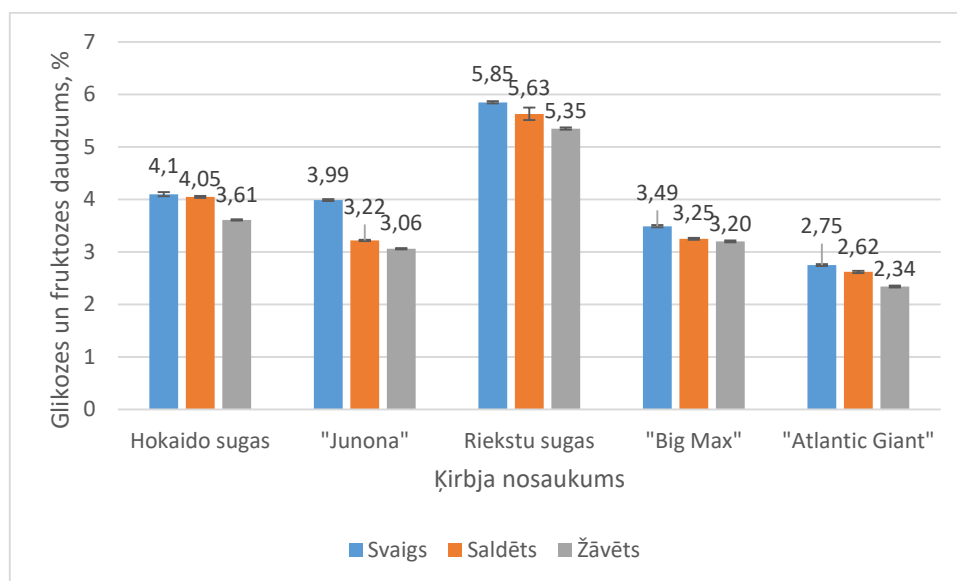
3.1.att. Sausnes procentuālais saturs ķirbjos

3.2. Tieši reducējošo cukuru daudzuma novērtējums

Salīdzinot glikozes un fruktozes (invertcukuru) procentuālo daudzumu dažādos ķirbjos, redzams, ka visvairāk to ir svaigā Riekstu sugas ķirbī, kas ir $5,85 \pm 0,02$ %, bet vismazāk atbilstoši svaigā "Atlantic Giant" ķirbī, kas atbilst $2,75 \pm 0,02$ %. Salīdzinot izmaiņas uzglabāšanas laikā, redzams, ka, uzglabājot ķirbi saldētā veidā, glikozes un fruktozes daudzuma zudums ir robežās starp 1,22 % Hokaido sugas ķirbī un 6,88 % lielauģļu ķirbī "Big Max", bet žāvētos ķirbjos šo monosaharīdu zudums ir robežās starp 8,31 % ķirbī "Big Max" un 14,91 %

lielaugļu ķirbī “Atlantic Giant”, izņēmums ir kailsēkļu ķirbis “Junona”, kuru uzglabājot saldētā veidā, glikozes un fruktozes daudzuma zudums atbilst 19,30 %, bet žāvētā veidā 23,31 %. Iespējams, glikozes un fruktozes zudumi būtu lielāki, bet tie pieaug uz saharozes rēķina, jo saharozes hidrolīzes rezultātā veidojas glikoze un fruktoze.

Pētījumā par dažādu žāvēšanas metožu ietekmi uz Portugālē audzētu lielaugļu ķirbju bioloģiski aktīvo vielu satura izmaiņām, eksperimentāli noteikts, ka svaigs ķirbis satur vidēji 2,26 % reducējošo cukuru, izmantojot sublimācijas žāvēšanu, to saturs samazinās līdz 1,51 %, ar infrasarkano žāvēšanas tuneli 60 °C, reducējošo cukuru saturs samazinās līdz 1,41 %, bet, izmantojot konvekcijas krāsni, līdzīgi kā tas tika darīts bakalaura darba ietvaros, reducējošo cukuru daudzums ir vismazākais – 1,41 % (60 °C) un 1,35 % (40 °C) [24], no kā redzams, ka lielaugļu Portugālē audzētais ķirbis satur mazāk cukuru nekā Latvijā audzēti ķirbji, bet tendence reducējošo cukuru zudumam saglabājas, tāpat var secināt, ka, tā kā žāvējot ķirbi konvekcijas krāsnī, ir vislielākie zudumi, piemērotāka metode reducējošo cukuru satura saglabāšanai būtu bijusi sublimācijas žāvēšana.



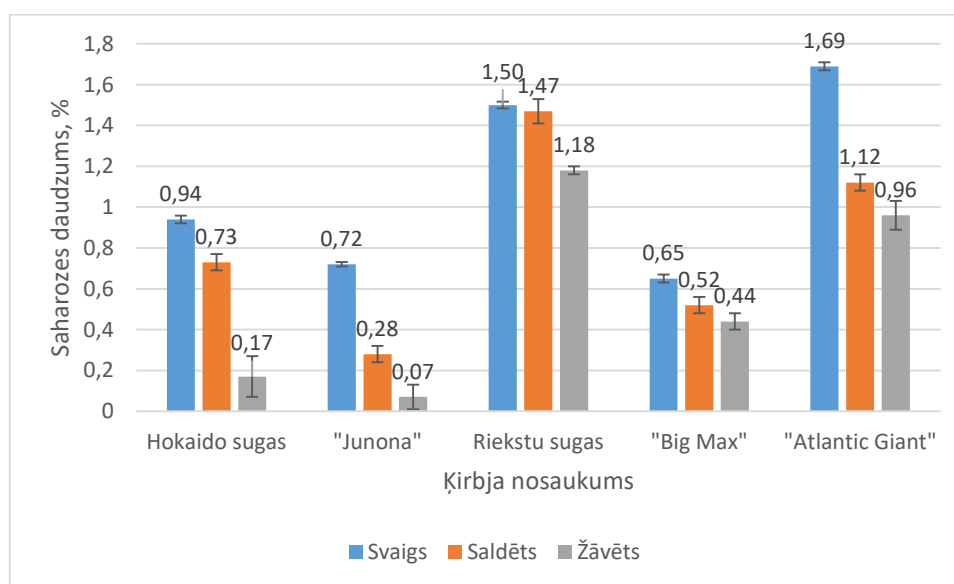
3.2.att. Glikozes un fruktozes daudzums (%) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos

3.3. Saharozes daudzuma novērtējums

Saharozes daudzums svaigos ķirbjos ir no $0,65 \pm 0,02$ % lielaugļu ķirbī “Big Max” līdz $1,69 \pm 0,02$ % lielaugļu ķirbī “Atlantic Giant”, uzglabājot tos saldētā veidā, saharozes zudums ir robežās no 2,00 % Riekstu sugas ķirbī līdz 33,73 % ķirbī “Atlantic Giant”, izņēmums ir kailsēkļu ķirbis “Junona”, kurā saharozes daudzuma zudums saldējot atbilst 60,11 % jeb svaigam ķirbim tā ir 0,72 %, bet saldētam 0,28 %. Uzglabājot ķirbjus žāvētā veidā, mazākais

saharozes zudums ir Riekstu sugas ķirbim, kas atbilst 21,33 %, bet lielākais saharozes daudzuma zudums ir ķirbim “Junona” – 90,28 % jeb no 0,72 % svaigā ķirbī tā ir samazinājusies līdz 0,07 % žāvētā. Saharozes zudumu var skaidrot ar tās hidrolīzi, kā arī, ķirbjus žāvējot, daļa cukuru varēja kopā ar ūdeni uzsūkties filtrpapīrā.

Salīdzinot ar pieejamo informāciju par žāvēšanas ietekmi uz saharozes satura izmaiņām lielaugļu ķirbī, zināms, ka, izmantojot konvekcijas krāsni, saharozes koncentrācija samazinājās no 1,79 % svaigā ķirbī līdz 0,42 % 40 °C žāvētā ķirbī un 0,18 % 60 °C žāvētā ķirbī [24], kas atbilst bakalaura darbā analizētajos ķirbjos noteiktajām saharozes vērtībām un no kā var secināt, ka saharozes zudumi būtu mazāki, žāvējot zemākā temperatūrā.



3.3.att. Saharozes daudzums (%) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos

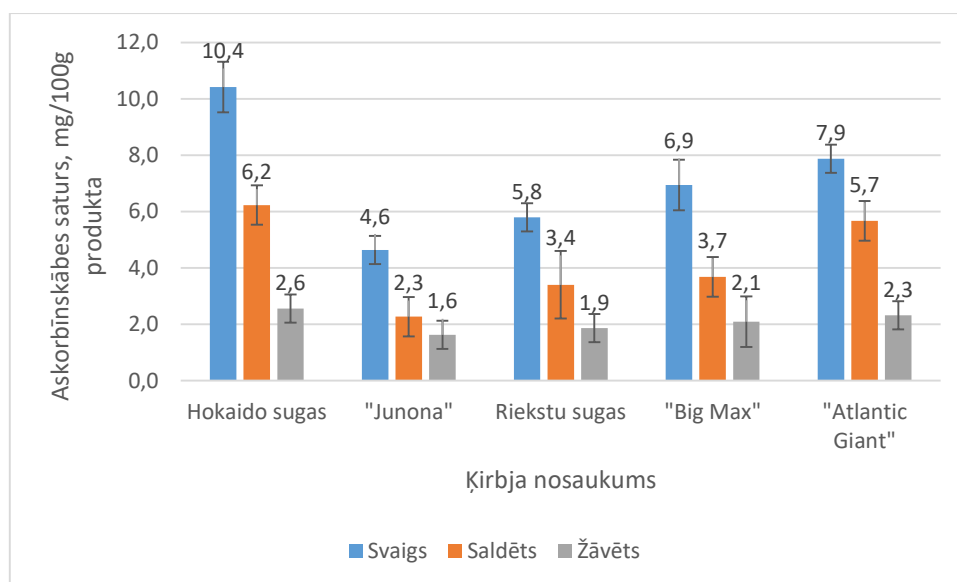
3.4. Askorbīnskābes daudzuma novērtējums

Askorbīnskābes saturs svaigos ķirbjos ir vidēji par 40 % augstāks nekā saldētos ķirbjos un par 70 % augstāks nekā žāvētos ķirbjos, un visvairāk C vitamīna satur Hokaido sugas ķirbis ($10,4 \pm 0,9$ mg/100 g svaigs, $6,2 \pm 0,7$ mg/100 g saldēts un $2,5 \pm 0,5$ mg/100 g žāvēts), bet vismazākais askorbīnskābes saturs ir kailsēklu ķirbī “Junona” ($4,6 \pm 0,5$ mg/100 g svaigā, $2,3 \pm 0,7$ mg/100 g saldētā un $1,6 \pm 0,5$ mg/100 g žāvētā).

S. Kampuse u.c., nosakot askorbīnskābes saturu dažādu šķirņu Latvijā audzētos svaigos ķirbjos, noskaidrojusi, ka tās vērtība variē no $4,56$ mg/100 g kailsēklu ķirbī “Danka Polka” līdz $40,58$ mg/100 g parastajā ķirbī “Tonda Padana” [8], tātad visi eksperimentāli noteiktie askorbīnskābes lielumi ietilpst S. Kampuses noteiktajā intervālā, kā arī gan minētajā pētījumā, gan bakalaura darba ietvaros konstatēts, ka kailsēklu ķirbjos ir vismazākais askorbīnskābes

daudzums. Izvērtējot dažādu žāvēšanas metožu ietekmi uz askorbīnskābes satura izmaiņām lielaugļu ķirbjos, minēts, ka žāvējot 60 °C tās saturs samazinās par 90 %, bet žāvējot 40 °C par 87 % [24], kas ir vairāk nekā bakalaura darba ietvaros analizētajiem ķirbjiem un no kā var secināt, ka žāvēšanas temperatūrai ir neliela ietekme uz askorbīnskābes satura izmaiņām.

Tā kā ķirbji netika saldēti vakuumā un žāvēšanas laikā tiem piekļuva skābeklis, visticamāk, radās dehidroaskorbīnskābe, kas izskaidrotu lielos C vitamīna zudumus. Zināms, ka paaugstinātā temperatūrā antociāni, kas augos veido dažādu krāsu pigmentus, reaģē ar askorbīnskābi, samazinot tās saturu. [25] Tāpat iespējams, ka askorbīnskābes zudumi saldēšanas laikā nebūtu bijuši tik lieli, ja ķirbji tiktu saldēti lielākos gabalos (eksperimenta laikā to izmērs atbilda 2x2x2 cm), jo tad skābeklis nepieklūtu lielākam ķirbja laukumam, bet tas apgrūtinātu ķirbja sadalīšanu eksperimenta laikā un visticamāk tas būtu jāatļaidina, lai būtu griežams un pēc tam atkārtoti jāsaldē, kas arī radītu papildus zudumus.



3.4.att. Askorbīnskābes saturs (mg/100 g) svaigos, saldētos un žāvētos ķirbjos

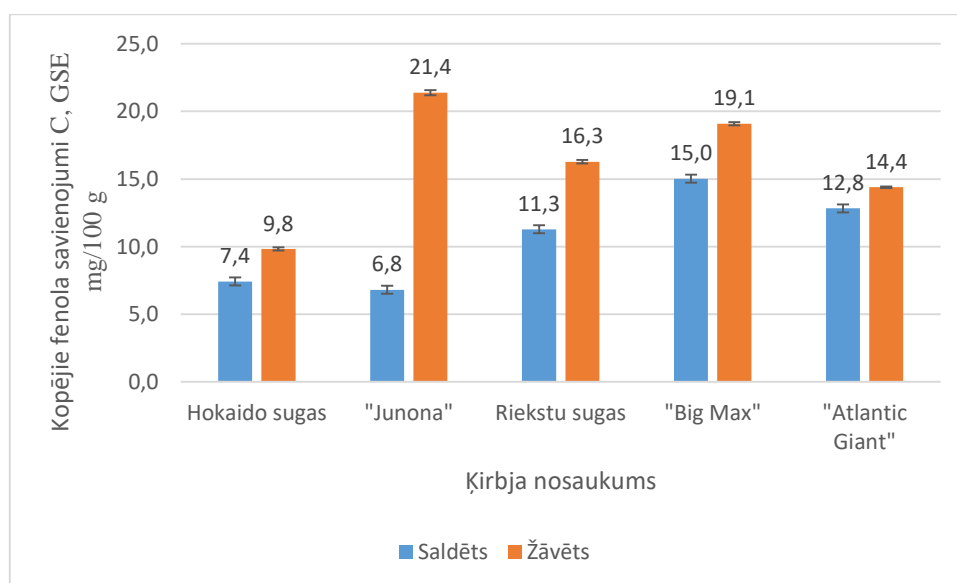
3.5. Kopējo fenola savienojumu daudzuma novērtējums

Salīdzinot kopējo fenola savienojumu daudzumu saldētos un žāvētos ķirbjos, redzams, ka saldēti ķirbji satur mazāk fenola savienojumu nekā žāvēti, kas attiecīgi ir no $6,8 \pm 0,3$ GSE mg/100 g saldētā kailsēklu ķirbī "Junona" līdz $15,0 \pm 0,3$ GSE mg/100 g lielaugļu ķirbī "Big Max" un no $9,8 \pm 0,11$ GSE mg/100 g žāvētā Hokaido sugas ķirbī līdz $21,4 \pm 0,2$ GSE mg/100 g žāvētā kailsēklu ķirbī "Junona", turklāt vislielākais fenola savienojumu pieaugums konstatēts kailsēklu ķirbī "Junona" un atbilst 68 %.

Vroclavas Universitātes (Polija) veiktajā pētījumā tika salīdzinātas kopējo fenola savienojumu daudzuma izmaiņas vienā augsnē audzētos ķirbjos, tos analizējot septembrī uzreiz pēc novākšanas un pēc 90 dienu uzglabāšanas 10 °C, noskaidrojot, ka tikko novāktos ķirbjos kopējo fenola savienojumu saturs ir 14,75 – 29,82 GSE mg/100 g, bet pēc 90 dienu uzglabāšanas 14,50 – 25,27 GSE mg/100 g [26], turklāt ne visiem ķirbjiem kopējo fenola savienojumu daudzums samazinājās, līdz ar to var secināt, ka šķirnes īpatnības vairāk ietekmē kopējo fenola savienojumu daudzuma izmaiņas nekā uzglabāšana. Pētījumā tika analizēti tikai lielaugļu un kailsēkļu ķirbji, atbilstoši bakalaura darba ietvaros analizētie lielaugļu un kailsēkļu žāvētie ķirbji ietilpst šajās robežās, bet saldēto ķirbju fenola savienojumu saturs ir mazāks.

Tā kā, auga audiem piekļūstot skābeklim, fenola savienojumi oksidējas, citoplazmas polifenolu oksidāzei saskaroties ar polifenoliem, kas atrodas auga vakuolās [14], visticamāk, žāvējot ķirbjus, fenola savienojumi iekapsulējās starp šķiedrvielām, kas nodrošināja, ka tiem nepieklūst skābeklis atšķirībā no saldētiem ķirbjiem. Latvijas Lauksaimniecības universitātē veiktajā pētījumā par bioloģiski aktīvo vielu saturu izmaiņām ķirbju biežos, tos uzglabājot saldētus un istabas temperatūrā, noskaidrots, ka temperatūrā, kas augstāka par 4 °C, kopējo fenola savienojumu saturs pieaug. [27]

Pētījumos minēts, ja uzglabāšanas laikā produktos vairojas mikrobi vai notiek reakcijas starp oksidētajiem polifenola savienojumiem un antioksidantiem, ir iespējams, ka rodas jauni savienojumi, kas reaģē ar Folina – Čikolto reaģentu un palielina kopējo fenola savienojumu saturu. Tāpat noskaidrots, ka fenola savienojumi visbiežāk tiek sintezēti šikimāta ceļā, kurā kā atslēgas enzīms darbojas fenilalanīna amonjaka liāze. Šī enzīma aktivitāti var paaugstināt bojājumi augu audos, kas izraisa fenola savienojumu palielināšanos. [27]



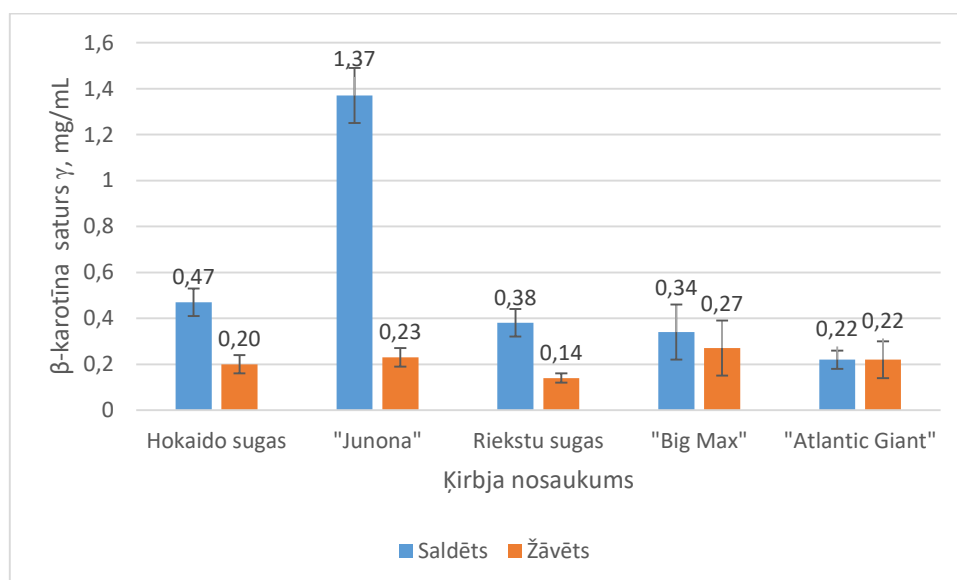
3.5.att. Kopējo fenola savienojumu daudzums (GSE mg/100 g) saldētos un žāvētos ķirbjos

3.6. β -karotīna saturs novērtējums

Salīdzinot β -karotīna daudzumu saldētos un žāvētos ķirbjos, redzams, ka visiem ķirbjiem karotīna saturs saldētā produktā ir lielāks nekā žāvētā, izņēmums ir lielaugļu ķirbis "Atlantic Giant", kurā karotīna saturs abos gadījumos atbilst 0,22 mg/mL. Visvairāk karotīnu satur saldēts ķirbis "Junona" ($1,37 \pm 0,12$ mg/mL), bet vismazākais tas ir saldētā ķirbī "Atlantic Giant" ($0,22 \pm 0,04$ mg/mL), žāvētā ķirbī vislielākais karotīna saturs ir ķirbī "Big Max" ($0,27 \pm 0,12$ mg/mL), bet vismazākais žāvētā Riekstu sugas ķirbī ($0,14 \pm 0,02$ mg/mL).

Tā kā β -karotīns ir taukos šķīstošs organisks savienojums, kura ekstrakta iegūšanai literatūrā [22] minēts, ka jāizmanto organisks šķīdinātājs (acetons vai etanols), bet eksperimentāli tika izmantots ūdens, iespējams, viss karotīns, kas atradās paraugos, netika pārnesti petrolētera slānī un līdz ar to tika uzrādīta mazāka absorbcija. Tāpat jāmin, ka ķirbju ūdens ekstrakti, kas sajaukti ar petrolēteri, pēc 20 stundu stāvēšanas laboratorijā, nebija kļuvuši bāli, bet joprojām bija intensīvākā krāsā par petrolētera slāni un atgādināja suspensiju (nebija dzidri), no kā var secināt, ka daļa karotīnu nebija pārgājusi petrolētera fāzē.

Literatūras avotos karotenoīdu saturs svaigos lielaugļu ķirbjos ir robežās no 0,17 mg/mL ķirbī "Porcelain Doll" līdz 0,76 mg/mL ķirbī "Melonowa Žolta" [28], līdz ar to visi bakalaura darbā analizētie ķirbji, izņemot saldētu kailsēklu ķirbi "Junona", iekļaujas šajā intervālā.



3.6.att. β -karotīna saturs (mg/mL) saldētos un žāvētos ķirbjos

SECINĀJUMI

1. Salīdzinot sausnes saturu ķirbjos, vislielākais tās saturs noteikts Riekstu sugas ķirbī ($7,86 \pm 0,12$ %), bet vismazākais ķirbī “Atlantic Giant” ($3,27 \pm 0,12$ %), ko iesaka izmantot sulu ieguvei. [1]
2. Vislielākais C vitamīna daudzums ir svaigā Hokaido sugas ķirbī ($10,4 \pm 0,9$ mg/100 g), kas ir 14 % no ieteicamās dienas devas sievietēm un 12 % no ieteicamās dienas devas vīriešiem [29], uzglabājot tos saldētā veidā polietilēna maisiņos, askorbīnskābes zudums ir līdz 51 %, bet žāvētiem līdz 75 %, no kā var secināt, ka ķirbis nav piemērots produkts C vitamīna uzņemšanai.
3. Svaigi ķirbji satur ne vairāk par 1,69 % saharozes (“Atlantic Giant”) un 5,85 % glikozes un fruktozes (Riekstu sugas ķirbis), turklāt, tos saldējot un žāvējot, šo cukuru saturs samazinās, tāpēc var secināt, ka ķirbis ir piemērots produkts cukura diabēta slimniekiem, kas ir apstiprināts pētījumos uz žurkām, kurām, lietojot ķirbja pulveri, pazeminājās glikozes līmenis asinīs un uzlabojās glikozes tolerance. [30]
4. Ķirbis “Junona” žāvēšanas rezultātā zaudēja 23 % monosaharīdu un 90 % saharozes, kas ir ievērojami vairāk nekā citi ķirbji, bet, tā kā Lufa – Šorla metode nesniedz informāciju par polisaharīdu sastāvu paraugā, kā arī heksožu attiecību un līdz ar to, kā ķirbī tiek saistīts ūdens, cukuru zudumu šajā ķirbī nevar uzskatīt par neprecīzu eksperimenta veikšanas rezultātu un lai noskaidrotu iemeslus, ar hromatogrāfijas metodi būtu jāanalizē polisaharīdi.
5. Kopējo fenola savienojumu saturs žāvētos ķirbjos ir lielāks nekā saldētos, kas skaidrojams ar fenola savienojumu iekapsulēšanos starp šķiedrvielām žāvētos ķirbjos, kā arī, iespējams, no žāvēta produkta fenola savienojumi ekstrahējas labāk nekā no saldēta, jo izmantotajā analīzes metodē [23] ieteikts fenola savienojumus noteikt sausam produktam.
6. Saldētos ķirbjos β -karotīna saturs ir lielāks nekā žāvētos ķirbjos, bet, lai noteiktu, vai visi karotīni izšķīda un pārgāja petrolētera fāzē, eksperimentu varētu veikt atkārtoti, kā šķīdinātāju izmantojot acetonu vai etanolu.
7. Salīdzinot dažādu bioloģiski aktīvo vielu daudzumus, ķirbjus uzglabājot saldētā un žāvētā veidā, noskaidrots, ka vairāk C vitamīna, glikozes, fruktozes, saharozes un β -karotīna satur saldēti ķirbji, bet lielāks fenola savienojumu daudzums ir žāvētos ķirbjos.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- (1) Klovāne, I., Geida, A., 2016, *ķirbji*, Rīga: Lauku Avīze
- (2) Wright Hirsch, D. 11.11.2016. Pumpkins are a terrible thing to waste... *University of Connecticut*. Available from: <https://news.extension.uconn.edu/2016/11/11/pumpkins-are-a-terrible-thing-to-waste/> [viewed 20.01.2022.].
- (3) Stentona, R., 2010, *Veselīga uztura rokasgrāmata*, Tulkojums latviešu valodā. Tulk. Hanzovskis, Ē., Karelis, M., Kalmanis, A., Valbaks, J., Zaķe, A., Rīga: Jumava
- (4) Kārklīņa, D., Ciproviča, I., 2008, *Pārtikas produktu tehnoloģija*, starpaugstskolu akadēmiskā maģistra studiju programma "UZTURZINĀTNE" mācību materiāls, LU akadēmiskais apgāds
- (5) Chichili, G., R., Nohr, D., Schäffer, M., von Lintig, J., K. Biesalski, H. β -Carotene Conversion into Vitamin A in Human Retinal pigment Epithelial Cells. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. **2005**, Vol.46, 3562-3569, DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0089>.
- (6) Martinec, N., Balbino, S., Dobša, J., Šimunić-Mežnarić, V., Legen, S. 06.04.2019. Macro- and microelements in pumpkin seed oils: Effect of processing, crop season, and country of origin. *Food Science & Nutrition*. **2019**, Vol.7, issue 5, 1634-1634, DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/2Ffsn3.995>
- (7) Rožāne, K., 24.10.2021. Kas ķirbi pirms 20 gadiem padarīja populāru Latvijā? *Latvijas radio un Latvijas Televīzijas ziņu portāls*. Pieejams: <https://www.lsm.lv/raksts/dzive--stils/darzs-un-majas/kas-ķirbi-pirms-20-gadiem-padarija-popularu-latvija.a378884/> [skatīts 15.01.2022.]
- (8) Straumīte, E., 2012, *Bioloģiski aktīvās vielas pārtikas produktos*, Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, pārtikas tehnoloģijas fakultāte
- (9) Matiseks, R., Šnēpels, F., M., Šteinere, G., 1998, *Pārtikas analītiskā ķīmija. Pamati, metodes lietošana*, Tulkojums latviešu valodā. Tulk. Jākobsone, I., Jākobsons, M., Rīga: Latvijas Universitāte
- (10) University of Canterbury, Determination of Vitamin C Concentration by Titration, Available from: https://www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/vitaminc_iodine.pdf [viewed 20.01.2022.]
- (11) Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., Kong, M., Li, L., Zhang, Q., Liu, Y., Chen, H., Qin, W., Wu, H., Chen, S. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules* **2016**, Vol.21, issue 10, 1374, DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21101374>
- (12) Tanaka, Y., Sasaki, N., Ohmiya, A., Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal* **2008**, Vol.54, issue 4, 733-749, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313x.2008.03447.x>

- (13) Robbins, R., J. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry* **2003**, Vol.51, issue 10, 2866-2887, DOI: <https://doi.org/10.1021/jf026182t>
- (14) Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of CLINICAL NUTRITION* **2004**, Vol.79, issue 5, 727-747, DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- (15) Kong, J., M., Chia, L., S., Goh, N., K., Chia, T., F., Brouillard, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* **2003**, Vol.64, issue 9, 923-933, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00438-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00438-2)
- (16) Hollman, P., C., H., Arts, I., C., W. Flavonols, flavones and flavanones – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **2000**, Vol.80, issue 7, 1081-1093, DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7%3C1081::AID-JSFA566%3E3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7%3C1081::AID-JSFA566%3E3.0.CO;2-G)
- (17) Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H., P., Vivanco, J., M. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum L.*) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2002**, Vol.50, issue 21, 5878-5883, DOI: <https://doi.org/10.1021/jf020487q>
- (18) Wang, S., Y., Fruits with High Antioxidant Activity as Functional Foods. In *Functional Food Ingredients and Nutraceuticals: Processing Technologies*. 1st ed. Shi, J, Ed.; Boca Raton: 2007, CRC Press Taylor & Francis Group, 371-413
- (19) Wilska-Jeszka, J., Food Colorants. In *Chemical and Functional Properties of Food Components Series*. 3rd ed. Sikorski, Z., E., Ed.; Boca Raton: 2007, CRC Press, 245-274
- (20) Chow, C., K., Vitamins and related dietary antioxidants. In: *Trace Elements, Micronutrients, and Free Radicals*. Dreosti, I., E., Ed.; Humana Press: Totowa, New Jersey, 1991, 129-147
- (21) Delgado-Vargas, F., Jiménez, A., R., Perdes-López, O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **2010**, Vol.40, issue 3, 173-289, DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690091189257>
- (22) Ермаков, А. И., Арасимович, В. В., Ярош, Н. П., Перуанский, Ю. В., Луковникова, Г. А., Иконникова, М. И. Методы биохимического исследования растений; Алексеева, В. А., Ред.; Агропромиздат: Ленингр. отд-ние, 1987; 430 стр.
- (23) Blainski, A., Lopes, G., C., Palazzo de Mello, J., C., Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the Total Phenolic Content from Limonium

Brasiliense L., *Molecules*, **2013**, Vol.18, 6852-6865, DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules18066852>

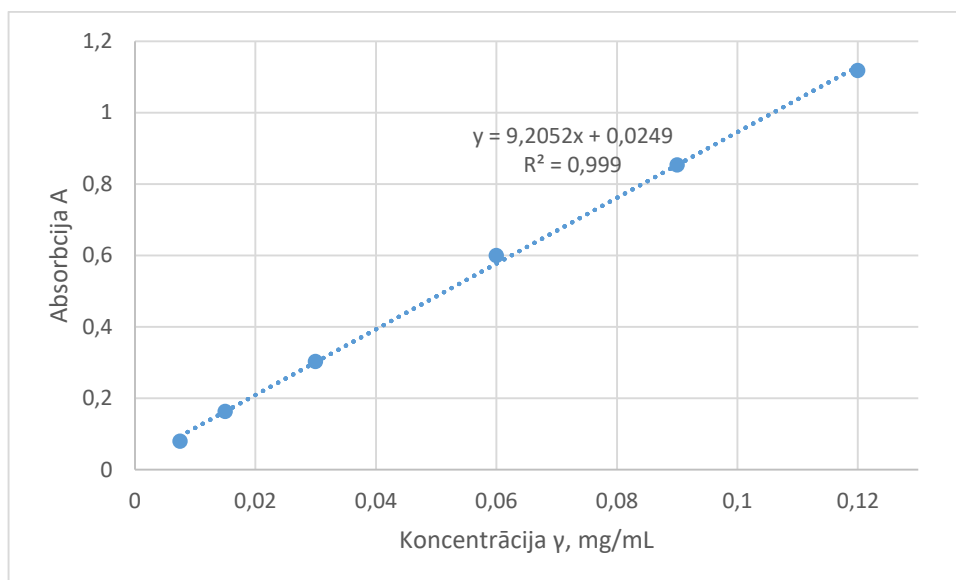
- (24) Henriques, F., Guine, R., João Barroca, M., Chemical Properties of Pumpkin Dried by Different Methods, *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, **2012**, Vol.7, issue 1-2, 98-105
- (25) Ramesh, S., M., Food preservation by heat treatment. In *Food Science and Technology*. Safiur Rahman, M., Ed.; A series monographs textbooks and reference books, 1999, 95-130
- (26) Biesiada, A., Nawirska, A., Kucharska, A., Sokół-Łętowska, A., Chemical composition of bumpkin fruit depending on cultivar and storage, *ECOLOGICAL CHEMISTRY AND ENGINEERING A*, **2011**, Vol.18, No.1, 9-18
- (27) Kampuse, S., Tomsone, L., Klava, D., Ozola, L., Galoburda, R., The influence of processing and storage conditions on quality parameters of pumpkin puree, *FOODBALT 2019*, **2019**, DOI: <http://doi.org/10.22616/FoodBalt.2019.013>
- (28) Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., The Profile of carotenoids and Other Bioactive Molecules in Various Pumpkin Fruits (*Cucurbita maxima* Duchesne) Cultivars, *Molecules*, **2019**, Vol.27, issue 18, 3212, DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24183212>
- (29) Nall, R., 04.09.2019. What happens when you take too much vitamin C? *Medical News Today*. Available from: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/326249> [viewed 18.05.2022.]
- (30) Iddrisu, I., Chikwere, P., Plants and mushrooms in the management of diabetes, *World Nutrition*, **2020**, Vol.11, issue 1, 190-209, DOI: <https://doi.org/10.26596/wn.2020111190-209>

Glikozes un fruktozes (invertcukuru) masa atbilstoši nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumam

ΔV , mL	Glikoze un fruktoze $C_6H_{12}O_6$	
	masa m_{10mL} , mg	Starpība Δm
1	2,4	2,4
2	4,8	2,4
3	7,2	2,5
4	9,7	2,5
5	12,2	2,5
6	14,7	2,5
7	17,2	2,5
8	19,8	2,6
9	22,4	2,6
10	25,0	2,6
11	27,6	2,7
12	30,3	2,7
13	33,0	2,7
14	35,7	2,8
15	38,5	2,8
16	41,3	2,9
17	44,2	2,9
18	47,1	2,9
19	50,0	3,0
20	53,0	3,0
21	56,0	3,1
22	59,1	3,1
23	62,2	

Eksperimentālie dati saldēta ķirbja kopējo fenola savienojumu kalibrācijas taisnes iegūšanai

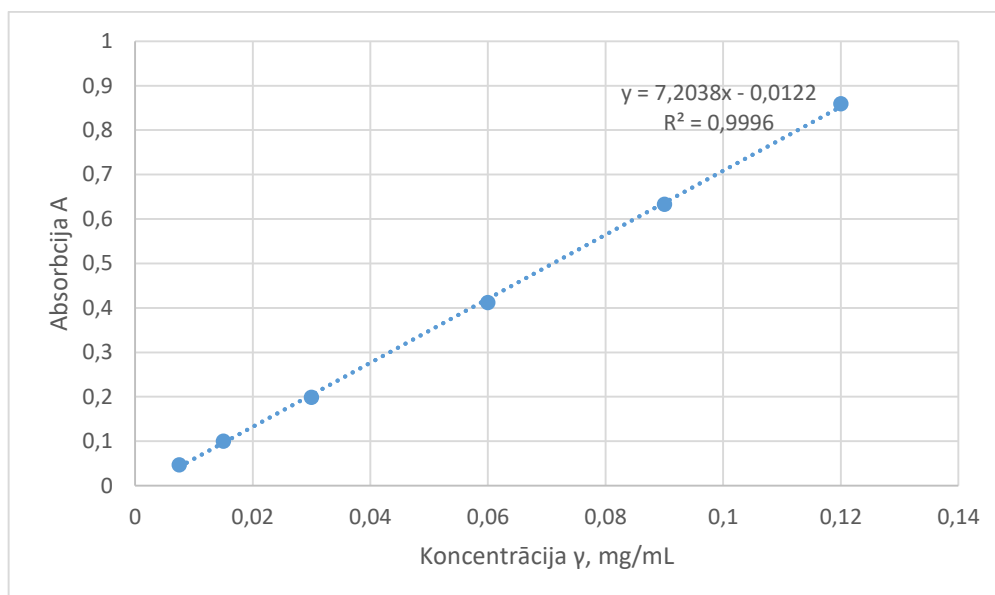
Galluskābes šķīduma koncentrācija γ , mg/mL	Absorbciija A (b=1 cm, $\lambda=765$ nm)
0,0075	0,080
0,0150	0,163
0,030	0,303
0,060	0,600
0,090	0,854
0,120	1,118



1.att. Kalibrācijas taisne kopējo fenola savienojumu noteikšanai saldētos ķirbjos

Eksperimentālie dati žāvēta ķirbja kopējo fenola savienojumu kalibrācijas taisnes iegūšanai

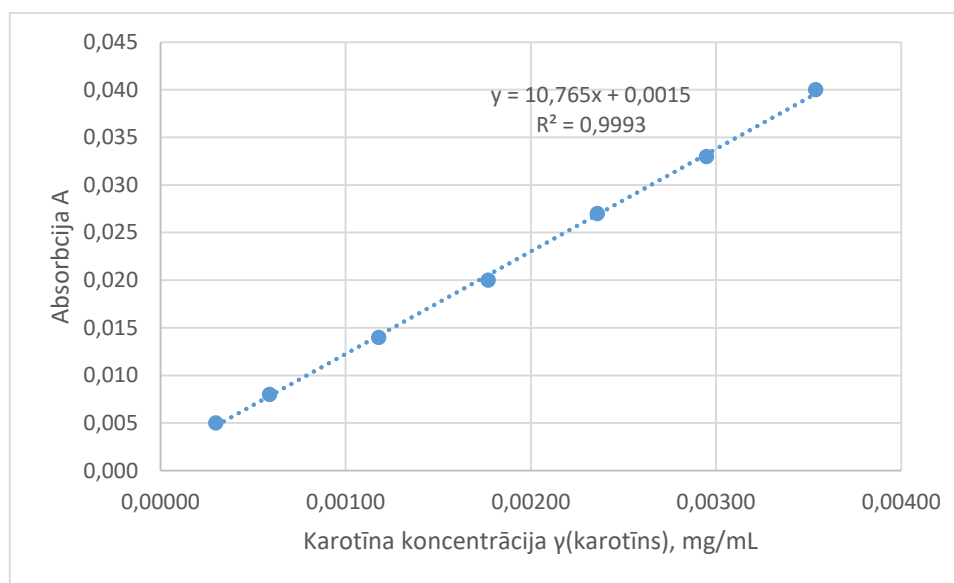
Galluskābes šķīduma koncentrācija γ , mg/mL	Absorbciija A (b=1 cm, $\lambda=765$ nm)
0,0075	0,047
0,0150	0,100
0,030	0,199
0,060	0,412
0,090	0,633
0,120	0,859



2.att. Kalibrācijas taisne kopējo fenola savienojumu noteikšanai žāvētā ķirbī

**Eksperimentālie dati kalibrēšanas taisnes iegūšanai, lai noteiktu karotīnu saturu saldētos
un žāvētos ķirbjos**

Kālija dihromāta tilpums $V_{K_2CrO_7}$, mL	Kālija dihromāta koncentrācija $\gamma_{K_2CrO_7}$, mg/mL	Karotīna koncentrācija $\gamma_{karotīns}$, mg/mL	Absorbciija A (b=1 cm, $\lambda=450$ nm)
0,50	0,0512	0,00030	0,005
1,00	0,1023	0,00059	0,008
2,00	0,2046	0,00118	0,014
3,00	0,3069	0,00177	0,020
4,00	0,4092	0,00236	0,027
5,00	0,5115	0,00295	0,033
6,00	0,6138	0,00354	0,040



1.att. Kalibrācijas grafiks karotīna satura noteikšanai ķirbjos