

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĶĪMIJAS FAKULTĀTE

Dārzeņu ķīmiskā sastāva izvērtējums

BAKALAURA DARBS

Darba autors: Līga Prieciņa

Stud. apl. Nr.: lp07009

Darba vadītāja: Dr.chem. asoc. prof. Ida Jākobsone

RĪGA 2010

KOPSAVILKUMS

Dārzeņu ķīmiskā sastāva izvērtējums. Prieciņa Līga, zinātniskais vadītājs Dr.chem., asoc. prof. Ida Jākobsone. Bakalaura darbs, 73 lappuses, 18 attēli, 25 tabulas, 35 literatūras avoti. Latviešu valodā.

DĀRZEŅI, VESELĪGS UZTURS, C VITAMĪNS, OGLĪHIDRĀTI, DIĒTISKĀS ŠĶIEDRAS, PEKTĪNS, CIETE, GLIKOZE, FENOLA SAVIENOJUMI, ANTIRADIKĀLĀ AKTIVITĀTE.

Bakalaura darbā izvērtēta literatūra par dārzeņiem, to ķīmisko sastāvu un sastāvdaļu noteikšanas metodēm un par šo sastāvdaļu lomu veselīgā uzturā. Analizējot svaigus dārzeņus, noteikts C vitamīna, cukuru, cietes, pektīnu, nešķīstošo šķiedrvielu, fenola savienojumu saturs un fenola savienojumu antiradikālā aktivitāte. Ar titrimetriskām, gravimetriskām un spektrofotometriskām metodēm iegūti rezultāti par Latvijā audzētu un ikdienā pārtikā lietojamo dārzeņu sastāvdaļu daudzumu.

ABSTRACT

Evaluation of the chemical composition of vegetables. Priecina Liga, supervisor Dr.chem., assoc. prof. Jakobsone I. Bachelor's Thesis, 73 pages, 18 pictures, 25 tables, 35 sources of literature. In Latvian.

VEGETABLES, HEALTHY FOOD, VITAMIN C, CARBOHYDRATES, DIETIC FIBRE, PECTINS, STARCH, GLUCOSE, PHENOL COMPOUNDS, ANTIRADICAL ACTIVITY.

In the Bachelor's thesis literature about vegetables, their chemical composition, methods of determination of constituents and their role in healthy food was studied. Fresh vegetables were analyzed, determining vitamin C, sugars, starch, pectin, insoluble fibers, phenol compounds and antiradical activity of phenol compounds. Results about content of constituents in vegetables, grown in Latvia and used in everyday food, were obtained by methods of titrimetry, gravimetry, and spectrophotometry.

SATURS

DARBĀ IZMANTOTIE APZĪMĒJUMI	6
IEVADS	7
1. LITERATŪRAS APSKATS	8
1.1. Veselīgs uzturs	8
1.2. Dārzeņi	10
1.2.1. Dārzeņu ķīmiskais sastāvs.....	10
1.3. C vitamīns	13
1.4. Ogļhidrāti	15
1.4.1. Monosaharīdi un disaharīdi	16
1.4.2. Polisaharīdi.....	19
1.4.2.1. Ciete	21
1.4.2.2. Celuloze.....	23
1.4.2.3. Pektīns	25
1.4.3. Diētiskās šķiedras	27
1.4.3.1. Diētisko šķiedru ķīmiskais sastāvs	29
1.4.3.2. Diētisko šķiedru fizioloģiskās īpašības	30
1.4.3.3. Diēta ar dažādu diētisko šķiedru daudzumu.....	33
1.5. Fenola tipa savienojumi	34
1.6. Antiradikālā aktivitāte	36
1.7. Dārzeņu sastāva noteikšanai izmantojamās metodes	37
1.7.1. Monosaharīdu un disaharīdu noteikšanas metodes	37
1.7.2. Cietes noteikšana.....	39
1.7.3. Pektīna noteikšana.....	39
1.7.4. Fenola savienojumu noteikšanas metodes.....	40
1.7.5. Antiradikālās aktivitātes (ARA) noteikšana.....	40
1.7.6. Askorbīnskābes noteikšanas metodes	41
2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA	43
2.1. Tieši reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pirms inversijas ar Lufa- Šorla metodi	43
2.2. Kopējo reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pēc inversijas ar Lufa- Šorla metodi	45
2.3. Cietes satura noteikšana	46
2.5. Kopējo fenola savienojumu satura noteikšana	50

2.6.	Antiradikālās aktivitātes (ARA) noteikšana.....	51
2.7.	Askorbīnskābes noteikšana ar joda metodi	52
2.8.	Izmantotās formulas rezultātu matemātiskai apstrādei.....	53
3.	REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS	54
3.1.	Tieši reducējošo cukuru saturs dārzeņos	54
3.2.	Kopējo reducējošo cukuru saturs dārzeņos	56
3.3.	Cietes saturs analizējamos dārzeņos.....	58
3.4.	Pektīnu saturs analizējamos dārzeņos	60
3.6.	Nešķīstošo šķiedrvielu saturs dārzeņos	62
3.7.	Kopējo fenolu savienojumu saturs dārzeņos	63
3.8.	Antiradikālās aktivitātes noteikšana dārzeņu ekstraktos	65
3.9.	Askorbīnskābes (C vitamīna) saturs dārzeņos.....	67
	SECINĀJUMI	70
	IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI.....	71

DARBĀ IZMANTOTIE APZĪMĒJUMI

Att.- attēls

Skat.- skatīt

UV- ultravioletā gaisma

GSE- galluskābes ekvivalenti

GA- galakturonskābes ekvivalenti

AEŠH- augsti efektīvā šķidrums hromatogrāfija

ARA- antiradikālā aktivitāte

DFPH- 1,1,- difenil- 2- pikrilhidrazils

ABTS- 2,2'- azino- bis- (3- etil- benzotiazolīn- 6- sulfāts)

IEVADS

Veselīgs uzturs ir ļoti nepieciešams, lai organisms spētu pilnvērtīgi darboties. Zinātniski pierādīts, ka dienā cilvēkam nepieciešams uzņemt noteiktu daudzumu ūdens, vēl ar pārtiku jāuzņem olbaltumvielas, tauki un ogļhidrāti, kā arī mikroelementi un makroelementi.

Cilvēkam ir jāēd viss, ko daba piedāvā. Uzturam jābūt sabalansētam un jāseko, lai ķermeņa svars būtu normāls. Ar uzturu jāuzņem pietiekami daudz šķidrums, kas nepieciešams šūnām, vielmaiņai, lai palīdzētu organismam atbrīvoties no vielmaiņas gala produktiem.

Pierādīts, ka dienā vidēji jāuzņem 375 g dārzeņi.

Pēc ķīmiskā sastāva dārzeņos, tāpat kā augļos, ir daudz ūdens, maz tauku un proteīnu. Ūdens svaigos dārzeņos un augļos ir vairāk par 70%. Proteīnu augļos un dārzeņos nav vairāk par 3,5%, bet tauku nav vairāk par 0,5%.

Darbā tiek pārbaudīti dārzeņi, kuros eksperimentāli noteikts pektīna, celulozes, cietes un cukura, C vitamīna, fenola savienojumu saturs un antiradikālā aktivitāte.

Darba mērķis:

- Kontrolētos apstākļos audzētu dārzeņu ķīmiskā sastāva izvērtēšana.

Darba uzdevums:

1. Apkopot literatūru par veselīgu uzturu un dārzeņu ķīmisko sastāvu
2. Apkopot literatūru par ogļhidrātiem (mono un disaharīdiem, polisaharīdiem), diētiskajām šķiedrām, fenola savienojumiem, C vitamīnu, par to īpašībām un noteikšanas metodēm
3. Eksperimentāli dārzeņos noteikt reducējošo cukuru, cietes, pektīnu, nešķīstošo šķiedrvielu, C vitamīna, kopējo fenola savienojumu saturu, dārzeņu ekstraktiem noteikt antiradikālo aktivitāti.
4. Salīdzināt iegūtos rezultātus ar literatūras datiem

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Veselīgs uzturs

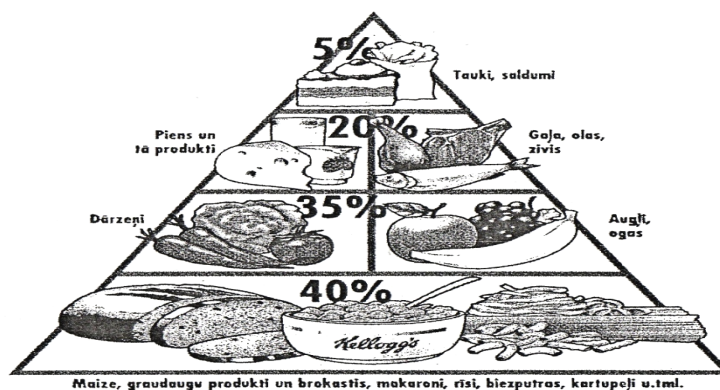
Uzturs nepieciešams dzīvības norisēm cilvēka organismā- augšanai un attīstībai. Tas var ietekmēt cilvēka mūža ilgumu, veicināt darba aktivitāti, noturību pret negatīvajiem apkārtējās vides faktoriem (laika apstākļi, kaitīgās vielas, stress u.c.) [1].

Uzturam var būt ārstnieciska, un profilaktiska iedarbība uz organismu. Gremošanas traktā fermentu ietekmē uzturs sašķeļas līdz vienkāršiem savienojumiem, zarnās uzsūcas, iekļūst asinīs un tiek izmantots audu un orgānu šūnu uzbūvei un atjaunošanai.

Veselīgs uzturs ir daudzveidīgs, sabalansēts un ēdot tiek ievērota mērenība. Ir jāievēro ēšanas režīms- jāēd noteiktos laikos, 3- 4 reizes dienā, mazām porcijām un ēdienu labi sakošļājot.

Neviens produkts nesatur visas organismam nepieciešamās vielas, piemēram, kartupeļos ir C vitamīns, bet nav dzelzs. Sabalansētā uzturā ir ietvertas galvenās uzturvielas un bioloģiski aktīvās vielas, kas veido cilvēka organisma sastāvdaļas- olbaltumvielas, taukus, ogļhidrātus, vitamīnus un minerālvielas- un ir ievērotas to pareizas attiecības uzturā.

Veselam cilvēkam ir jāēd viss, ko daba piedāvā. Jo daudzveidīgāks ir uzturs, jo labāk, tomēr tam jābūt sabalansētam un jāseko, lai ķermeņa svars būtu normāls. Ar uzturu jāuzņem pietiekami daudz šķidruma, kas nepieciešams šūnām, tās vielmaiņai un kas palīdz organismam atbrīvoties no vielmaiņas gala produktiem [2].



1.1. att. Veselīga uztura piramīda [1]

Lai sastādītu pareizu ēdienkarti, jāzina olbaltumvielu, tauku un ogļhidrātu daudzums un to enerģētiskā vērtība dažādos produktos. Diennaktī no uzņemtā enerģijas daudzuma vajadzētu saņemt ar:

- ✓ olbaltumvielām 10-15%
- ✓ taukiem 25-30%
- ✓ ogļhidrātiem 55-60% [1]

Vitamīni, fermenti un citas dārzeņu un augļu sastāvā esošās bioloģiski aktīvās vielas ļoti ātri pārvēršas mazāk vērtīgās vielās, ja produkti tiek ilgstoši vai nepareizi uzglabāti un apstrādāti, gatavojot no tiem ēdienu. Vislabāk ir ēst tikko novāktus zaļumus, dārzeņus un augļus.

Pērkot dārzeņus un augļus, jāraugās, lai tie būtu svaigi, nesavītuši, vēlams, nesagriezti. Tie sāk zaudēt vitamīnus uzreiz pēc novākšanas. Mājās tos var uzglabāt vēsā sausā vietā.

Augļus un dārzeņus apstrādājot, vitamīnu, minerālvielu un citu uzturvielu zudumi ir neizbēgami, bet var tos samazināt.

- ✓ Mazgā vēsā ūdenī tieši pirms izmantošanas. Lai nezaudētu ūdenī šķīstošos C un B grupas vitamīnus, nevajadzētu ilgi mērcēt un mazgāt. Ja tie ir tīri, labāk nemizot, jo zaudē uzturvielas un šķiedrvielas.
- ✓ Tīrot burkānus, mēs tos mizojam, atņemot 15-20% dzels, kā arī B₁ un B₂ vitamīnus. Lai tā nenotiktu, nazi jāaizvieto ar asu birsti.
- ✓ Salātu ārējās lapas satur vairāk karotīna kā gaišās iekšējās lapas.
- ✓ Salātus gatavo pirms ēšanas, jo gaisā un gaismas ietekmē augļi un dārzeņi zaudē vitamīnus.
- ✓ Labākie trauki ēdiena gatavošanai- nerūsējošais tērauds, emaljēti un stikla.
- ✓ Vārot dārzeņus, organiskie minerāli šķeļas un neorganisko sāļu formā daļēji pāriet ūdenī, kurus izlejām ārā, tādēļ organisms tos nesaņem. Dārzeņu vārāmo ūdeni labāk izmantot zupām vai mērcēm.
- ✓ Augu valsts produktus labāk tvaicēt. Šādi saglabājas vērtīgās uzturvielas un patērē mazāk ūdens, enerģijas un laika.
- ✓ Cepot dārzeņus lielā augu eļļas daudzumā ar vāku pārklātā traukā, karotīns un C vitamīns saglabājas, bet B₁ vitamīna zudumi palielinās.
- ✓ Dzīvnieku valsts produkti gatavojami sautējot vai tvaicējot.
- ✓ Vārīti, sautēti vai savādāk termiski apstrādāti produkti jāēd tūlīt pēc pagatavošanas. Atkārtota sildīšana pazemina ēdiena uzturvērtību [3].

1.2. Dārzeni

Pasaulē sastopami ir vairāk kā 120 sugu dārzeņu (Latvijā apmēram 30). Pēc saimnieciskās izmantošanas izšķir grupas: kāpostaugi, sakņaugi, sīpolaugi, lapu dārzeni, tomātaugi, ķirbjaugi, pākšaugi, garšaugi [4]

Vidēji dienā nepieciešams uzņemt dažāda veida un izcelsmes vietas, audzēšanas rajona augļus un dārzeņus, kuru kopējā masa ir vidēji 375 g [5].

Dārzeni veicina gremošanas dziedzeru sekrēciju stiprāk kā augļi. Gremošanas sulu izdali veicina svaigi dārzeni un to sulas; maigāk darbojas dārzeņu novārījumi, vēl maigāk- dārzeņu biezeņzupas.

Dārzeņu uzturvērtība un ķīmiskais sastāvs nav vienmēr vienādi. Tos ietekmē augšanas apstākļi- klimatiskā joslā, augsnes sastāvs, ievākšanas laiks [6].

1.2.1. Dārzeņu ķīmiskais sastāvs

Pēc ķīmiskā sastāva dārzeņos, tāpat kā augļos, ir daudz ūdens, maz tauku un proteīnu. Ūdens svaigos dārzeņos un augļos ir vairāk par 70%. Proteīnu augļos un dārzeņos nav vairāk par 3,5% un tauku nav vairāk par 0,5% (skat. 1.1.tabulu)

1.1.tabula

Augļu un dārzeņu ēdamo daļu ķīmiskais sastāvs procentos (%) [7]

Augļi un dārzeni	Sastāvdaļas, %				
	Ogļhidrāti	Proteīni	Tauki	Pelnieļas	Ūdens
Kartupeļi	18,9	2,0	0,1	1,0	78
Burkāni	9,1	1,1	0,2	1,0	88,6
Svaigas pupas	17,0	6,7	0,4	0,9	75,0
Salāti	2,8	1,3	0,2	0,4	94,8
Redīsi	4,2	1,1	0,1	0,9	93,7
Āboli	15,0	0,3	0,4	0,3	84,0
Zemenes	8,3	0,8	0,5	0,5	89,9

Dārzeni uzturā dod galvenokārt minerālvielas, šķiedrvielas un vitamīnus. Īpašu vietu ieņem kartupeļi. To bumbuļos ir daudz cietes- 10-25%. Kartupeļi ir vieni no pamatproduktiem [4].

Svarīgāko uztura komponentu avoti augļos un dārzeņos [7]

Komponenti	Augļi un dārzeņi
<i>C vitamīns</i>	Citrusaugļi, zaļie dārzeņi, kartupeļi
<i>E vitamīns</i>	Augu eļļas, avokado
<i>Folāti</i>	Dārzeņu zaļās lapas, kartupeļi, apelsīni
<i>K vitamīns</i>	Dārzeņu zaļās lapas
<i>Ca, Fe, Mg</i>	Zaļie dārzeņi
<i>Kālijs</i>	Banāni, augļi un dārzeņi
<i>Šķiedrvielas</i>	Augļi un dārzeņi
<i>Alfa un beta karotīni</i>	Burkāni, dārzeņu zaļās lapas, oranžas (dzeltenas) krāsas augļi
<i>Polifenoli</i>	Sīpoli, āboli, zaļās pupas, persiki, zemenes, sarkanas ogas

Dārzeņos ir maz olbaltumvielu. Tās pārsvarā ir fermentu veidā.

Dārzeņos var būt palielināts nitrātu daudzums, ja augšanas laikā daudz mēsloji. Nitrāti var pāriet nitrītos, kas veido nitrozoamīnus, kuri veicina audzēju rašanos. To veidošanos kavē C un E vitamīns.

Daudzos dārzeņu ir ciete, bet dažos dārzeņos- oligosaharīdi un fruktāni, kurus gremošanas traktā fermenti nesašķeļ. Daudz cukura ir sarkanajās bietēs – 11 %, arbūzos – 7 %, burkānos – 7 %. Zaļajos zirnīšos cietes saturs ir 4-8 %.

Visvairāk vitamīni dārzeņos ir kāpostos, paprikā un spinātos. Dārzeņi ir galvenais C vitamīna avots, ņemot vērā tā saturu, apēsto daudzumu, kas ir lielāks nekā augļu un ogu patēriņš. Vitamīnu daudzums ir plašās robežās atkarībā no šķirnes, audzēšanas apstākļiem, klimata un uzglabāšanas.

Dārzeņos visvairāk ir kālija, kalcija, magnija, mazāk- nātrijs.

Smago metālu vairāk ir lapu dārzeņos, kadmijs un dzīvsudrabs- sēnēs.

Fitoncīdi ir gaistošas vielas, kas pasargā dārzeņus no mikroorganismiem-ķīplokos, sīpolos, mārrutkos. Nelielā daudzumā tie ir visu svaigu augu saknēs un lapās.

Nozīmīgas ir sekundārās augu vielas- antioksidanti, aromātiskās vielas, garšvielas.

Dārzeņos visvairāk ir ābolskābe, citronskābe, vīnskābe un skābeņskābe.

Dārzeņu garšu un dažu stipro smaržu rada sēru saturoši savienojumi.

Vislabāk tos uzglabāt vēsā un mitrā vietā. Sīpolus labāk uzglabāt sausā un siltā telpā. Uzglabāšanas laikā daļa disaharīdu un polisaharīdu pārveidojas invertcukurā un dārzeņi kļūst saldāki [4].

Dārzeņu pārstrādāšana

Pārstrādājot dārzeņus izmainās ķīmiskais sastāvs, samazinās labvēlīgā ietekme uz organismu.

Saldēšana.

Saldēšanas laikā dārzeņu audos notiek dziļas kvantitatīvas izmaiņas. Ūdens pārvēršas ledus kristālos. Lai paaugstinātu sasaldētu dārzeņu kvalitāti, saldēšanu veic ātri, palielinot ūdens kristalizācijas centru skaitu auga šūnā. No dārzeņiem var saldēt ziedkāpostus, zaļos zirnīšus, pupiņas, tomātus, burkānus, brokoļus, puravus, bietes, kartupeļus. Saldēšanas process sastāv no dārzeņu mazgāšanas, sagriešanas, blanšēšanas, dzesēšanas un saldēšanas ar atdzesētu gaisu [7].

Uzturvielu zudumi ir nelieli, tie rodas iepriekšējā apstrādē. Sasaldētiem dārzeņiem var būt pielikta klāt askorbīnskābe, citronskābe, glutamīnskābe [4].

Kaltēšana.

Procesa laikā samazinās ūdens saturs, nav iespējama mikroorganismu un fermentu darbība. Kaltēt var dažādus dārzeņus, bet visbiežāk kartupeļus, burkānus, zaļos zirnīšus. Mākslīgo kaltēšanu veic speciālās iekārtās. Kaltēšanas rezultātā mainās produkta krāsa un garša, arī ķīmiskais sastāvs. Mitruma saturs kaltētus dārzeņos nepārsniedz 14 %, kartupeļos 12 % [7].

Kaltētos dārzeņos ir mazāk minerālvielu, mazāk vitamīnu, mazāk gaistošo aromātisko vielu. Sadaloties taukiem, dārzeņiem rodas rūgta garša. Ilgi glabāti kaltējumi pamazām kļūst brūni, ja tos neapstrādā ar sēra dioksīdu vai sulfītu šķīdumu [4].

Konservēšana.

Mājas apstākļos konservus gatavo uzvārot. Rūpnieciski dārzeņu konservus karsē 15 minūtes temperatūrā virs 100 °C. Jo temperatūra augstāka un īslaicīgāka, jo labāk saglabājas produkta krāsa, aromāts, konsistence. Konservēšanas laikā olbaltumvielu un ogļhidrātu daudzums mainās maz, vairāk samazinās vitamīnu daudzums. Piemēram, C vitamīns samazinās par 20-45 %. Glabāšanas laikā konservos vitamīnu daudzums vēl turpina samazināties. Konserviem parasti liek klāt daudz sāli vai cukuru, kā arī dažādas garšvielas un organiskās skābes [4].

Sālīšana un skābēšana.

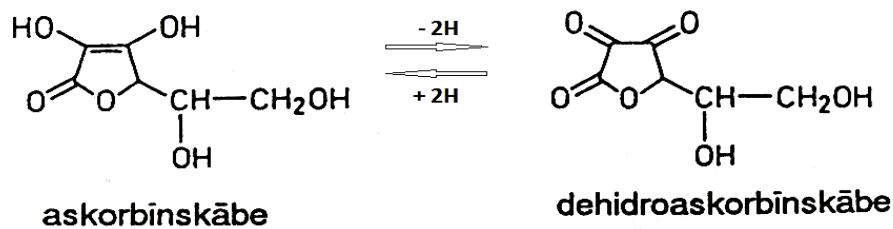
Visbiežāk no dārzeņiem izmanto kāpostus, gurķus un tomātus. Sālīšanas laikā tie zaudē ūdeni, sāls inhibē pūšanas baktēriju un pelējumu sēnīšu augšanu, uzlabo garšas īpašības [8].

1.3. C vitamīns

C vitamīns, tautā tiek saukts arī par askorbīnskābi. Askorbīnskābe darbojas kā antioksidants, tas reducē tokoferona radikāli kas veidojies no E vitamīna [9].

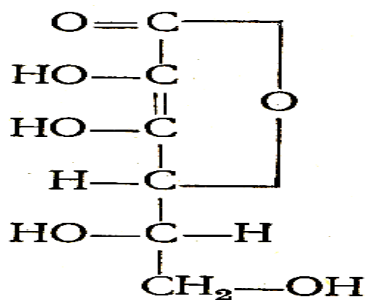
C vitamīns ir ūdenī šķīstošs vitamīns. Tā uzsūkšanās sākas mutes dobumā, bet galvenokārt noris tievajā zarnā. Tas ātrāk kā pārējie vitamīni tiek izvadīts caur nierēm. Lielākā askorbīnskābes koncentrācija ir hipofīzē un virsnierēs [4].

Askorbīnskābe kopā ar dehidroaskorbīnskābi C vitamīns ir svarīga organisma redoks-sistēma, kas piedalās hidroksilēšanā [10].



1.2.att. C vitamīna struktūrformula [10]

Dabā bioloģiski aktīva askorbīnskābe pastāv L konfigurācijā.



1.3.att. L-askorbīnskābe [11]

Askorbīnskābe ir balta, kristāliska viela, un tās ķīmiskā struktūra ir līdzīga heksozēm [12].

C vitamīns labi šķīst ūdenī, sliktāk etanolā, tikpat kā nešķīst glicerīnā un acetonā, nešķīst ēterī, benzolā, hloroformā. Ūdens šķīdumi ir skābi (0,1 N šķīduma pH=2,2) un parasti reaģē kā vienvērtīgā skābe [11].

C vitamīns, E vitamīns un karotīni ir dabiskie uzturā esošie antioksidanti, kas mazina skābekļa radikāļu toksisko ietekmi. Ilgstošs antioksidantu deficīts uzturā veicina audzēju un aterosklerozes attīstību [4].

Augi un daudzi dzīvnieki var sintezēt askorbīnskābi no glikozes. Cilvēka organismā nav askorbīnskābes sintēzes fermentu, tāpēc ar pārtiku ir jāuzņem C vitamīns [13].

C vitamīna ķīmiskā stabilitāte produktos:

- ✓ Neitrālā vidē- nestabils
- ✓ Skābā vidē- stabils
- ✓ Bāziskā vidē- nestabils
- ✓ Gaisa skābeklī- nestabils
- ✓ Gaismā- nestabils
- ✓ Temperatūrā virs 80 °C- nestabils [4]

Askorbīnskābe ir viena no plašāk sastopamajiem vitamīniem dabā. Tā sintezējas augos un nomāktā stāvoklī daudzos dzīvniekos. Dzīvnieku valsts produkti ir maz bagāti ar C vitamīnu, lai gan atsevišķi orgāni satur noteiktu koncentrāciju. Ar askorbīnskābi bagāti lapas, augļi, mazāk pazemes vasas [11].

1.3.tabula

Askorbīnskābes saturs dārzeņos, augļos un ogās (mg uz 100 g produkta) [11,12]

Produkts	Askorbīnskābe mg/100 g	Produkts	Askorbīnskābe mg/100 g
<i>Kāļi</i>	25-40	<i>Aprikoze</i>	7-12
<i>Galviņkāposti</i>	30	<i>Ananāsi</i>	15-55
<i>Redīsi, rutki</i>	20	<i>Banāni</i>	15-22
<i>Kartupeļi</i>	7-10	<i>Granātābols</i>	5
<i>Tomāti</i>	40	<i>Greipfrūts</i>	40
<i>Ziemas sīpoli</i>	10	<i>Dārza zemenes</i>	25-120
<i>Dilles</i>	150	<i>Citrons</i>	40-50
<i>Mārrutku sakne</i>	200	<i>Sausi mežrozū augļi</i>	Līdz 1500
<i>Paprika</i>	250	<i>Āboli (dažādas šķirnes)</i>	1-48

Pēc datiem var redzēt, ka dažādos augu valsts produktos askorbīnskābes saturs ir dažāds. Ziemā un pavasarī svarīgākais askorbīnskābes avots ir kartupeļi un kāposti.

Dārzenus un augļus žāvējot askorbīnskābe noārdās. Askorbīnskābe sadalās skābekļa klātbūtnē. Tas jāievēro gatavojot konservus un ievārījumus. Vārot dārzenus tā visumā saglabājas. Askorbīnskābe sadalās, ja pagatavoto ēdienu uzglabā un atkārtoti silda [11].

Pieaugušam cilvēkam minimālā deva, kas nepieciešama ir 10 mg dienā. Ieteicamā deva ir 75 mg C vitamīna dienā. Grūtniecēm un zīdītājām nepieciešami 80-100 mg dienā. Tāds pats vai pat lielāks daudzums nepieciešams smaga fiziska darba strādniekiem un augstas klases sportistiem [4].

Ja C vitamīns trūkst organismā, parādās dažādi simptomi: samazinās urīnā saturošais askorbīnskābes daudzums, samazinās askorbīnskābes koncentrācija asins plazmā un leukocītos, palielinās kapilāru lūstamības iespēja, enerģijas trūkums, pasivitāte, apātija, ātri nogurst, samazinās apetīte, palielinās uzņēmība pret infekcijām, sāpīgas smaganas, asiņošana zobu tīrīšanas laikā [11].

1.4. Ogļhidrāti

Ogļhidrāti ir visizplatītākie organiskie savienojumi. Dzīvajā dabā tie ir metabolisko procesu enerģijas avots (augos- ciete, dzīvniekos- glikogēns), šūnu struktūras komponenti (augiem celuloze, baktērijām muramīns, sēnēm hitīns), dzīvībai nozīmīgu vielu (nukleīnskābju, koenzīmu, vitamīnu u.c.) komponenti. Ogļhidrāti ir visu šūnu sastāvā. Kopīgā struktūrformula ir $C_m(H_2O)_n$ [14].

Strukturāli ogļhidrātus iedala:

1. Monosaharīdi
2. Di- un oligosaharīdi
3. Polisaharīdi [10]

Uztura ogļhidrāti tiek iedalīti:

- Izmantojamās ogļhidrātos, kas zarnās sadalās un tiek uzsūkta (monosaharīdi, disaharīdi, ciete, glikogēns) un
- Neizmantojamās ogļhidrātos, kas zarnās nesadalās un nevar tikt uzsūkta (uztura šķiedrvielas- polisaharīdi, izņemot cieti, lignīns- lielmolekulārs

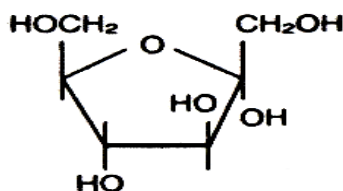
savienojums, ko veido dažādi spirti, oligosaharīdi, fruktāni un rezistentā jeb nesagremojamā ciete) [4].

1.4.1. Monosaharīdi un disaharīdi

Vieni no svarīgākajiem šās grupas pārstāvjiem ir fruktoze, glikoze un saharoze.

Fruktoze

Fruktoze, tautā tiek saukta arī par augļu cukuru, monosaharīds, ko plaši lieto pārtikas produktu saldināšanai.



1.4.att.Fruktozes struktūrformula

Ļoti daudz fruktoze ir atrodama augļos un medū, mazākos daudzumos dārzeņos, piemēram, sīpolos, kartupeļos. Fruktoze ir relatīvi saldāka par saharozi. Fruktozes saturs ir ļoti dažāds produktos.

1.4.tabula

Fruktozes saturs dažos augļos un dārzeņos procentos (%) [5]

Produkts	Fruktoze
Ābols	6,04
Ķirsis	7,83
Zemenes	2,40
Bietes	0,16
Burkāni	0,85
Sīpoli	1,09
Tomāts	1,34

Organisms fruktozi vielmaiņas procesos izmanto vieglāk un ātrāk nekā glikozi. Tās ietekmē paaugstinās ogļhidrātu vielmaiņā nepieciešamo fermentu aktivitāti. Kā arī organismā tā spēj pārveidoties glikogēnā bez inulīna līdzdalības, glikozes gadījumā ir nepieciešama inulīna klātbūtne. Šīs īpašības ir ļoti nozīmīgas cukura diabēta un aknu slimību gadījumos, kad fruktoze ir labāka par glikozi. Cukura diabēta slimnieku uzturā

lieto cukura aizstājējus ksilītu un sorbītu, kas vielmaiņas procesos pārveidojas, nogulsņējas rezerves glikogēna veidā bez inulīna, jo pēc uzsūkšanās tievajā zarnā tie nokļūst aknās, kur tie pārvēršas fruktozē.

Asinīs fruktoze ir niecīgā daudzumā, jo tiek ātri izvadīta no asinsrites [6].

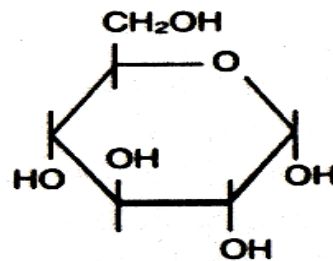
Fruktozei kā ketocukuram ir augsta oksidācijas pakāpe, kas darbojas reducējoši, veidojot reducējošus endiolus (reduktonus) [15].

Fruktoze ir higroskopiska un ne pārāk viegli kristalizējas no šķīduma. 20°C temperatūrā apmēram 78 g fruktozes šķīst 100 mL ūdens. Kristāliska fruktoze ir relatīvi nestabila mitrumā, kas viegli absorbējas no atmosfēras anhidrīda formā, izraisot ātru atgriešanos tā sākotnējā formā sīrupā. Augsta tīrība un koncentrācija nepieciešama, lai sasniegtu cukura kristalizāciju no sīrupa [5].

Glikoze

Glikozei un tās polimēriem ir svarīga enerģētiska nozīme dzīvajiem organismiem un struktūras komponenti augiem.

α -D-glikopiranoze, molekulārā formula $C_6H_{12}O_6$, ar molekulmasu 180,16 daltoni. Glikoze šķīst ūdenī, kristāliska forma. Temperatūras intervālā līdz 50 °C glikozes hidrāts ir stabils, 50 °C iegūst anhidrīta formu.



1.5.att. Glikozes struktūrformula

Glikoze ir daļa no disaharīda saharozes un laktozes (glikoze un galaktoze) [5].

Tā metabolizējas glikolīzes ceļā par piruvātu, no kura tālāk rodas acetilkoenzīms-A, kas iekļaujas citronskābes ciklā pilnīgai oksidēšanai. Brīvā veidā glikoze ir medū (50 %) un asinīs (apmēram 100 mg%). Organismā nodrošina aptuveni 60% enerģijas un ir izejviela daudzu savienojumu oglekļa atomu skeleta veidošanai. Cilvēkam ir nepieciešams saglabāt konstantu glikozes līmeni asinīs, ko regulē ar hormoniem [14].

Tīras glikozes šķīdumus medicīnā izmanto novājinātu slimnieku barošanai, t.i., barības vielu ievadīšana tieši asinsritē, apejot gremošanas traktu. To var izdarīt, ja glikoze ir monomērs (sastāv no 1 uzbūves molekulas), kas gremošanas traktā nav jāpārveido.

Glikozes saturs produktos var ļoti dažādi atšķirties.

1.5.tabula

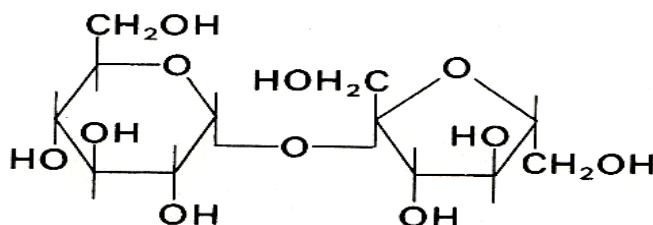
Glikozes saturs augļos un ogās procentos (%) [6]

Augļi, ogas	Glikoze	Augļi, ogas	Glikoze
Vīnogas	7,2	Avenes	2,3-3,3
Banāni	4,7	Plūmes	1,5-4,1
Persiki	4,2-6,9	Jānogas	1,1-1,3
Ķirši	3,8-5,3	Bumbieri	0,9-3,7
Āboli	2,5-5,5	Aprikozes	0,1-3,4

Saharoze

Saharozei ir ļoti nozīmīga loma cilvēka uzturā. Tas apmierina mūsu vēlmi pēc saldumiem un dod vidēji 10 % no enerģijas. Tai ir arī daudz citas funkcionālās īpašības ne tikai saldinātājs, arī konservants, kā arī var izmainīt garšas īpašības kvalitāti [5].

Saharoze jeb α -D-glikopiranozil- β -D-fruktofuranozīds. Dabīgais medus ir bišu siekalu enzīmu hidrolizēta nektāra saharoze ar glikozes fruktozes attiecību 1:1 [14].



1.6.att. *Saharozes struktūrformula* [16]

Saimniecībā šī viela zināma kā galda cukurs un ir atrodams daudzos augļos un sulās. Tas ir izolēts rūpnieciski no cukurbietēm vai cukurniedrēm. Sastāv no α -D-glikozes un β -D-fruktozes, glikozes C-1 atoms ar glikozīdisko saiti saistīts ar fruktozes C-2 atomu. Tas ir nereducējošais cukurs, ar saldu garšu un ir nozīmīgs enerģijas avots [17].

Salduma avoti cilvēka uzturā: medus, vīnogu cukurs, dateles, kļavu cukurs, graudu sīrupu šķīdums, augstas fruktozes satura graudu sīrupu šķīdums, cukurbietes, cukurniedres, sorbitols, saharīns [5]

Saharoze ir sastopama dažādos augļos, ogās, kā arī dārzeņos.

Saharozes saturs dažos produktos procentos (%)

<i>Produkti</i>	<i>Saharoze</i>	<i>Produkti</i>	<i>Saharoze</i>
Banāni	13,7	Āboli	1,5-5,3
Melone	8,5	Citroni	0,7-0,8
Sarkanās bietes	7,1	Ķirši	0,2-0,8
Burkāni	6,4	Upenes	0,2-0,4
Aprikozes	2,8-10,4	Avenes	0-0,2
Medus	2,0	Bumbieri	0,4-2,6
Persiki	5,0-7,1	Vīnogas	0

Palielināts daudzums uzturā paaugstina asins tauku, holesterīna saturu. Saharozes nelabvēlīgo ietekmi uz tauku vielmaiņu galvenokārt atkarīga no fruktozes, kas ietilpst saharozē, kā arī ar saharozes ātro uzsūkšanos no tievās zarnas [6].

Saharozes nereducējošās īpašības izmanto dzīvā daba. Augu lapās fotosintēzes rezultātā rodas glikoze, kas nonāk līdz bumbuļiem vai sēklām cietes formā. Lieli brīvās glikozes daudzumi var izraisīt nevēlamu tās karbonilgrupas reakciju ar pirmējām aminogrupām proteīnu lizīna atlikumos un ar citiem kamīniem Majāra reakcijā, tāpēc tā pārvēršas nereducējošā saharozē. Konditorijā izmantotais invertcukurs ir saharozes hidrolīzes (ar enzīmu vai skābes palīdzību) produkts [14].

1.4.2. Polisaharīdi

Daudziem monosaharīdiem savienojoties ar glikozīdiskajām saitēm, veidojas polisaharīdi. Viena monosaharīda vienības anomērais oglekļa atoms veido glikozīdisko saiti ar nākošā monosaharīda vienības ceturto vai sesto oglekļa atomu, rezultātā polisaharīda ķēdes abi gali nav identiski. Vienā galā ir monosaharīds ar brīvu glikozīdisko hidroksilgrupu- reducējošais gals, bet otrs ir nereducējošais gals. Ja veidojas sazarots polisaharīds, tad tas satur vienu reducējošo un vairākus nereducējošos galus- pa vienam katra atzarojuma galā.

Polisaharīdi var veidoties no viena monosaharīda homopolisaharīdos vai dažādiem monosaharīdiem heteropolisaharīdos. Heteropolisaharīdos atšķirīgo monosaharīdu sakārtojums var būt periodisks vai neperiodisks. Skābā vidē polisaharīdi pakāpeniski hidrolizējas līdz monosaharīdiem. Polisaharīdu nozīme dabā:

- Uzkrātās enerģijas rezerves vielas (ciete, dekstrīni augos un glikogēns dzīvniekos)
- Struktūras veidotājas vielas (celuloze, hemicelulozes, pektīni augos un hitīns)
- Ūdenī saistošās vielas (agars, pektīns, algināts augos un glikozaminoglikāni dzīvniekos)

Polisaharīdu īpašības ietekmē sastāvs, monomēru saistības veids un polimēra telpiskā struktūra.

Stingri lineāri polisaharīdi (celuloze, amiloze)- nešķīstoši vai grūti šķīstoši. Veido regulāri sakārtotas molekulu paketes ar izteiktu starpmolekulāru mijiedarbību daļēji kristāliskās struktūrās- kristālos, tāpēc tos var izšķīdināt tikai bargos apstākļos, noārdot ūdeņraža saites ar sārmiem vai speciāliem šķīdinātājiem. Struktūru nosaka vienas optimālas struktūras veidošanās nosacījumi un polisaharīdu ķēžu hidroksilgrupu mijiedarbība.

Sazarotie polisaharīdi (amilopektīns, glikogēns) labāk šķīst ūdenī, un vienas un tās pašas koncentrācijas un molekulmasas šķīdumiem ir mazāka viskozitāte nekā lineāriem pārstāvjiem. Sazarotā struktūra neļauj izveidoties izteiktai mijiedarbībai starp molekulām. Lielā koncentrācijā tie veido ķepīgas pastas, ar sānķēdēm savstarpējie iespējoties citam citā, un tiem ir maza tieksme kristalizēties (izgulsnēties).

Lineāri sazaroti polisaharīdi ar garu centrālo ķēdi, kurai pievienoti īsi sānu atzarojumi (alkilceluloze). Garā ķēde izraisa lielu viskozitāti, kamēr īsās sānķēdes to vājinā. Tas veicina labu šķīdību un ātru rehidratāciju, kā arī šķīdumu stabilitāti pret kristalizēšanos pat lielā koncentrācijā.

Polisaharīdi ar karboksilgrupām (pektīns, algināts, karboksimetilceluloze) labi šķīst bāziskā vidē, kurā tie veido sāļus. Negatīvi lādētās karboksilgrupas veicina molekulu savstarpējo atgrūšanos. Šķīdumiem ir liela viskozitāte, kas atkarīga no pH. Izgulsnēšanās vai gela veidošanās notiek pie $\text{pH} \leq 3$ sakarā ar elektrostatiskās atgrūšanās izbeigšanos anjonu protonēšanās dēļ un karboksilgrupu dimerizēšanos ar ūdeņraža tiltiņiem.

Polisaharīdi ar stipri skābām grupām (sērskābes, fosforskābes) furcellarānos, karagenānā labi šķīst ūdenī un veido labi viskozus gelus, un līdzīgi polisaharīdiem ar karboksilgrupām tie stabilizējas stipri skābā vidē.

Modificētie polisaharīdi. Lineāriem polisaharīdiem, pievienojot neitrālus sānu atzarojumus, pieaug šķīdība ūdenī, šķīdumu stabilitāte un viskozitāte, piemēram, metilceluložu, etilceluložu vai karboksilceluložu gadījumā. Alkilgrupu nelielais skaits

samazina mijiedarbību starp polisaharīdu ķēdēm, kas veicina nemodificēto daļu atvieglotu hidratāciju. Palielinoties alkilgrupu skaitam, pastiprinās to hidrofobais efekts, tādā veidā palielinās šķīdība organiskajos šķīdinātājos. Skābo grupu pievienošana izraisa skābiem polisaharīdiem raksturīgos iepriekš apskatītos efektus. [14].

1.4.2.1. Ciete

Ciete ir viens no visvairāk sastopamajiem komponentiem pārtikā. Tā ir atrasta visās augu daļās (lapās, stumbrā, saknēs, gumos un sēklās) [18].

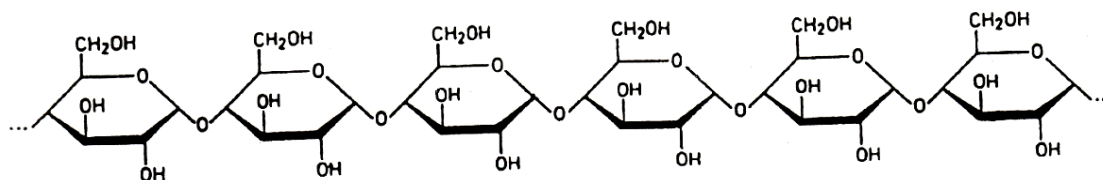
Ciete augos veidojas granulu veidā amiloplastos. Granulu diametrs ir 2-150 μm ar dažādu diametra un formas sadalījumu [14].

Hidrolizējot cieti iegūst sīrupu un dekstrīnus. Sīrups ir neattīrta glikoze. Ciete ir balts, amorfs pulveris, kas atgādina kviešu miltus [12].

Karsējot cietes granulas, tās piebriest un zaudē savu kristāliskumu. Notiek želatinācija un salipšana, kas ir svarīga, lai noteiktu cieti saturošu pārtikas produktu struktūru un kvalitāti [18].

Nozīmīgākais avots ir graudzāles, bet ir arī sakņu gumos ir atrodami ievērojami daudzumi cietes. Ciete ir veidota no α -D-glikozes vienībām, kas viena ar otru saistītas 1-4 vai 1-6 stāvoklī. Izšķir divas cietes sastāvdaļas, amilozi un amilopektīnu (skat.1.7. un 1.8.att.). Abas sastāvdaļas ir sastopamas praktiski jebkurā cietē [10].

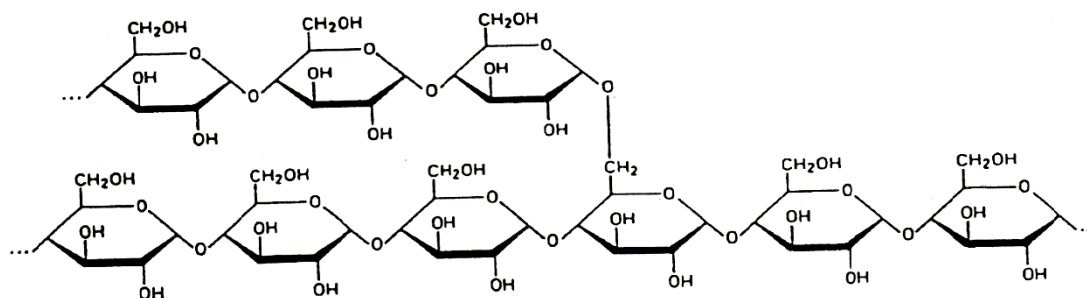
Amilozes molekula sastāv no 200 līdz 1000 glikozes molekulām [17], tātad molmasa ir starp 50000 un 200000 daltoniem. Tā ir savīta spirāles formā, katrā vijumā ir 6-7 glikozes vienības.



1.7. att. *Amilozes struktūras fragments* [10]

Spirālē var ievietoties joda molekulas, novērojot zilu krāsu (joda- cietes reakcija), ja amilozes molekulā ir vairāk kā 50 glikozes vienību. Amiloze šķīst karstā ūdenī, veidojot gelu. No šādiem geliem ciete var relatīvi viegli izkristalizēties, izraisot, piemēram, tā saukto maizes sacietēšanu [10]. Amilozē glikozes molekulas saistītas ar 1-4- α -glikozīdiskām saitēm [14].

Amilopektīns ir daudz lielāka molekula kā amiloze, tā ir kompleksa struktūra. Šo struktūru var skaidrot ar klasteru modeli un tam ir koka tipa ķēdes [17].



1.8.att. *Amilopektīna struktūras fragments* [10]

Sazarotās struktūras lineāro posmu veido glikozes vienības, kas saistītas ar 1-4- α -glikozīdiskām saitēm, un atzarojumi, kurus ar pamatķēdi vieno 1-6- α -glikozīdiskā saite (4-6 % no amilopektīna saitēm). Katram atzarojumam var būt citi atzarojumi, kā rezultātā veidojas sazarota struktūra ar lielu molekulmasu. Katrs nākamais atzarojums vidēji ir ik pēc 18 glikozes atlikumiem [19,14].

Amilopektīns ir daļēji savīts spirālē, taču sakarā ar īsajiem nesazarotajiem posmiem ar jodu dod vāji sarkanu krāsojumu. Molmasa ir starp 200000 līdz 1000000 daltonu, kas ir daudz lielāka kā amilozei. Virs 60 °C tas ūdenī uzbriest, bet nešķīst [10].

Sazarotai struktūrai ir būtiska fizioloģiska nozīme, jo polisaharīda ķēdes augšana un pakāpeniska noārdīšanās sākas no nereducējošā gala, kas nodrošina ātru molekulas lieluma izmaiņu atbildē uz auga bioķīmiskajām vajadzībām.

Cietes granula nelielos daudzumos satur proteīnus un lipīdus. Apmēram 30 % cietes granulu ir kristāliskā, bet pārējās- amorfā formā. Amorfā forma satur pārsvarā amilozi, bet kristāliskajā formā galvenokārt ir amilopektīns.

Cieti suspendējot aukstā ūdenī, tās piebriest par 30-40 %. Ja suspensiju uzkaršē, temperatūras robežās 50-70 °C, notiek neatgriezeniskas izmaiņas, kas raksturīgas katrai cietes tipam. Šī temperatūra tiek saukta par želatinēšanas temperatūru. Želatinējoties ciete spēj absorbēt 20...40 reizes lielāku ūdens masu un piebriest, palielinot suspensijas viskozitāti.

Ciete var mainīties produktu apstrādē. Šāda ciete zarnās tiek sadalīta tikai daļēji vai netiek nemaz sadalīta, un tāpēc cukura daudzums asinīs pieaug lēni un nedaudz. Ciete, kas veidojusies sausā karsēšanā, tiek dēvēta par rezistentu cieti, un tai ir šķiedrvielu jeb nesagremojamo polisaharīdu iedarbība [4].

Attiecība starp amilozes un amilopektīna saturu cietē ir atkarīga no auga vecuma, šķirnes un audzēšanas apstākļiem.

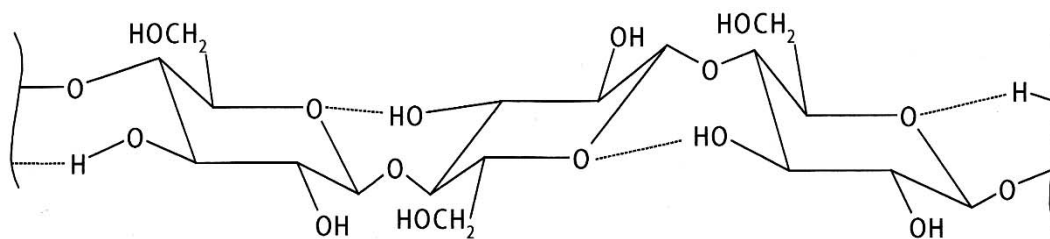
Dažādu augu cietes sastāvs procentos (%) [12]

Augs	Amiloze (%)	Amilopektīns (%)
Kartupeļi	19-22	78-81
Rīsi	16-17	83-84
Kukurūza	21-22	78-79
Kvieši	22-24	76-78

1.4.2.2. Celuloze

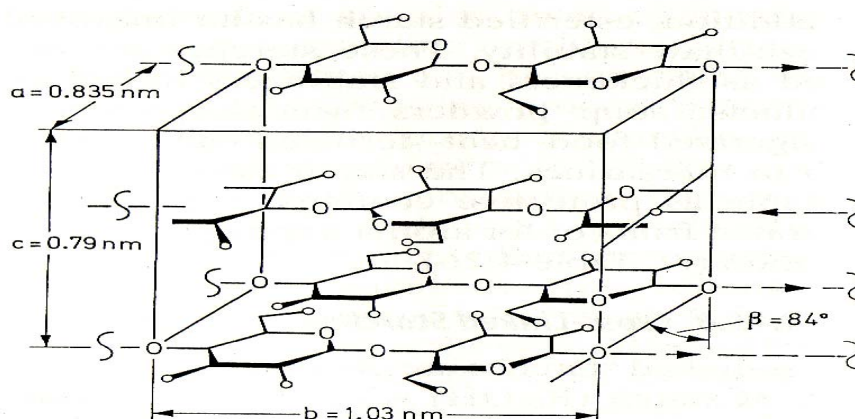
Celuloze ($C_6H_{10}O_5$)_n ir struktūras polisaharīds. No tās galvenokārt sastāv augu šūnapvalki. 50 % koksnes sastāv no celulozes. Tīrākā celuloze sastopama kokvilnas šķiedrās, kuras saturs sasniedz apmēram 90%. Vate ir gandrīz tīra celuloze [12].

Celuloze ir visplašāk sastopamais augu polisaharīds dabā, ūdenī nešķīstošs savienojums sastāv no 5000 līdz 15000 β-D-glikozes vienībām, tās saistītas ar 1-4 glikozīdisko saiti, mazāk ar 1-6 saiti [19].



1.9.att. Celulozes fragments [14]

Ķēdes savā starpā saistītas ar ūdeņraža saitēm, veidojot parakristāliskus savienojumus, kuras sauc par mikrofibrillām. Šūnas apvalkā šie veidojumi ir savā starpā saistīti ar ksiloglukāniem vai arabinoksilāniem, kas saistītas ar ūdeņraža saitēm pie celulozes mikrofibrillām. Šīs mikrofibrillas ir ieslēgtas matricā, kas sastāv no šūnas apvalka komponentiem (hemicelulozes, pektīni, lignīni) [18].



1.10.att. Celulozes elementāršūna [16]

Celulozes molekulas nespēj šķelt gremošanas trakta fermenti. Molmasa var sasniegt līdz pat 2 miljoniem daltonu. Ārēji molekulai ir ķēdes forma, un dabiskās sistēmās tās ir savstarpēji tīklveidā savītas cita ar citu [20].

Celuloze uzturā nepieciešama, jo tā stimulē zarnu peristaltiku un ir labs līdzeklis vēdera aizcietējumu novēršanai, kā arī veicina gremošanas sulu izdalīšanos. Ir dati par to, ka celuloze izvada holesterīnu no organisma, aizkavējot tā atpakaļ uzsūkšanos no tievajām zarnām, kur tas nonāk ar žulti.

Daudz celulozes ir graudos. Ja tos apstrādā un atdala no ārējās daļas, celulozes saturs samazinās, un graudu izstrādājumos- putraimos, miltos- celulozes ir ievērojami mazāk. Daudz celulozes ir pākšaugos, riekstos, dārzeņos, ogās (skat. 1.8. tabulu)

1.8.tabula

Celulozes saturs produktu ēdamā daļā (%) [6]

Uzturlīdzekļi	Celuloze	Uzturlīdzekļi	Celuloze
Manna	0,2	Gurķi	0,7
Kukurūzas pārslas	0,5	Ķiploki	0,8
Griķi	1,8	Bietes	0,9
Pupiņas	3,6	Kartupeļi	1,0
Zirņi	4,7	Selerijas saknes	1,0
Arbūzi	0,5	Burkāni	1,2
Ķirbji	0,7	Baltie galviņkāposti	1,6

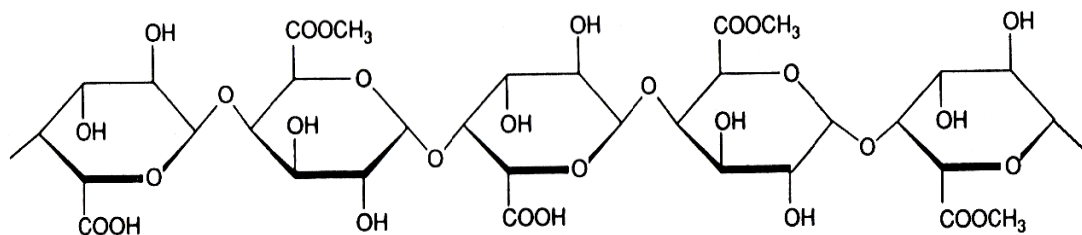
1.4.2.3. Pektīns

Pektīni ir divdīgļlapju augu diētisko šķiedru lielākā sastāvdaļa, dažādu polisaharīdu maisījums, kas ir savā starpā kovalenti saistīti. Vēl nav īsti skaidrs, kā šie polisaharīdi ir sakārtoti makromolekulārajā savienojumā [18].

Tas darbojas kā starpšūnu cements un palīdz saturēt šūnas kopā. Nekoksnainā struktūra veģetatīvajos augos, kā piemēram augļos un dārzeņos, ir atkarīga no pektīna satura [21].

Rūpnieciska pektīna izolācija tika sākota 20.gadsimta sākumā [22].

Pektīns sastāv no D-galakturonskābes (saturs pārsvarā ir vismaz 80%). Tomēr, galakturonskābē glikozīdisko saiti ir ļoti grūti hidrolizēt bez sadalīšanās, tāpēc analīzes metodēs izmanto skābes katalizētu hidrolīzi un hromotogrāfija praktiski nav iespējams veikt. Lineāra struktūra ir ar 1-4 saistību. Karboksilgrupas D-galakturonskābē bieži ir metilestera formā [23].



1.11.att. *D-galakturonskābes fragments* [22]

Pektīnu lieto pārtikā un farmācijā. Nozīmīgi ir tas, ka tas spēj veidot gēlu kalcija jonu klātienē vai arī šķīdumus ar zemu pH vērtību [24].

Pektīns ir augļos, ogās, dārzeņos. Augos tas veido starpšūnu slāni, saistot atsevišķas augu audu šūnas. Zaļos, negatavos augļos un ogās pektīns ir protopektīna veidā: tas ir blīvāks, cietāks kā pektīns. Augļiem nogatavojoties, protopektīns augu fermentu ietekmē pārveidojas pektīna veidā un augļi kļūst mīkstāki. Protopektīna sadalīšanās pektīnā notiek arī termiskas apstrādes rezultātā, un augļi un ogas kļūst mīksti.

Pektīnam ir īpašība veidot ūdens šķīdumā cukura un organisko skābju klātienē recekli- augļu želeju. Katram augam spēja veidot pektīna želeju nav vienāda. Želejas īpašības ir atkarīgas no metoksigrupu (-OCH₃) skaita molekulā. Jo vairāk tās ir, jo izteiktāka spēja veidot želeju. Biešu, burkānu un tomātu pektīni nav lietojami želejas veidošanai, jo satur maz metoksigrupas [6].

Pektīna stabilitāte visaugstākā ir pH robežās no 3-4 [16].

Augsts metoksigrupu saturs: tā kā pH pektīna šķīdumam ir zems, tas ir augsti hidratēts un aizvietotas karboksilgrupas ir pārveidotas kopējā, stingri hidratētā karboksilskābes grupā. Zaudējot zināmu daudzumu metoksigrupas un hidratācijas, polimēra molekula var asociēties ar daļu no tā garuma, savienojuma veidošanās un polimēra ķēdes vijums, kas apmāna ūdens šķīdumu no pektīna šķīduma.

Zems metoksigrupu saturs pektīna gelā tiek attēlos tikai divvērtīgā katjona klātienē, kas nodrošina tiltiņus. Palielinoties divvērtīgā katjona koncentrācijai palielinās želelinācijas temperatūra un gēla stiprums. Zema metoksigrupu pektīnu lieto lai pagatavotu zema cukura saturs ievārījumus, žeļejas un marmelādes [25].

Pektīna ietekmē normalizējas zarnu mikroflora, tiek nomāktas pūšanu veicinošās baktērijas. Galvenā pektīna funkcija ir spēja absorbēt holesterīnu un tā izvadīšanu no organisma.

Uzturā izmantojamā pektīna ieguvei izmanto ābola spieduma paliekas, cukurbiešu grauzījumu, saulespuķu galvas.

1.9.tabula

Pektīna saturs dažādu augļu un dārzeņu sausnē procentos (%) [6]

Uzturlīdzekļi	Pektīns	Uzturlīdzekļi	Pektīns
Apelsīni bez mizas	12,4	Āboli	1,6-5,6
Ķirši	11,4	Bietes	4,8-7,2
Ērkšķogas	5,9-7,7	Sīpoli	4,8
Persiki	4,3-8,0	Galviņkāposti	4,6
Aprikozes	4,0-7,1	Redīsi	10,3-11,8
Avenes	3,5-6,0	Baklažāni	6,8-9,2
Bumbieri	3,3-6,3	Ķirbji	4,8-12,8
Plūmes	3,1-8,0	Kabači	3,3
Dzērvenes	1,9-7,5	Burkāni	2,4-4,8
Upenes	1,7	Tomāti	2,2

Mūsdienās pektīnu rūpnieciski ražo pārsvarā no āboliem un citrusaugļiem ekstrakcijas procesā, kam seko izdalīšana, attīrīšana, izolācija, tad to žāvē, maļ un standartizē [22].

1.4.3. Diētiskās šķiedras

Diētiskās šķiedras ir zināmas vairāk kā 2000 gadus ar dažādiem nosaukumiem (piemēram, klijas), jēdziens „diētiskās šķiedras” pirmo reizi definēts 1953.gadā un attiecās uz hemicelulozi, celulozi un lignīnu. Izpēte par šķiedrām ir progresējusi pēdējo 30 gadu laikā [26].

Diētiskās šķiedras ir viena no uztura svarīgākajām sastāvdaļām. Tagad ir zināms, ka pilngraudu produkti atšķirībā no augsti attīrītiem un apstrādātiem graudaugu izstrādājumiem satur daudz vairāk šķiedru. Augstais šķiedru daudzums ļauj labāk izjust sāta sajūtu un tādējādi uzņemt mazāk kaloriju [20].

Šķiedras tievajā zarnā nesadalās un neuzsūcas. Tās ir augu izcelsmes produktos un to bioloģiskā nozīme izpaužas dažādi:

- ✓ veido augu struktūras, t.i., koksni, izvietojoties starp šūnām šķiedru- micellu un fibrillu- veidā (celuloze, hemiceluloze, lignīns, pektīns);
- ✓ augu polisaharīdu rezerves;
- ✓ veido gļotas (gumijai līdzīgas vielas- algināti, gumiarābiks) [4]

Auga šūnas apvalku un rezistentās cietes sastāvdaļas ir kvantitatīvi vissvarīgākās diētisko šķiedru sastāvdaļas. Fruktosaharīdi, oligosaharīdi un polisaharīdi ir diētisko šķiedru sastāvdaļas, kuras plaši lieto pārtikas industrijā kopš brīža, kad tika izvirzīta koncepcija par prebiotikiem- tie selektīvi stimulē zarnās esošās bifidobaktērijas, kuras uzskata par labvēlīgām cilvēka veselībai.

Auga šūnas apvalks ir bagāts ar tādiem nesagremojamiem polisaharīdiem un polifenolu savienojumiem kā lignīns un suberīns. Vissvarīgākie divdīgļlapju augļu un dārzeņu, kā arī viendīgļlapju labības graudu polisaharīdi ir celuloze, hemicelulozes, pektīni, lignīns, suberīns u.c.

Diētiskās šķiedras satur plaša spektra oligomēru un polimēru sastāvdaļas, kas veidotas no ogļhidrātiem, polifenoliem un polialifātiskiem savienojumiem. Tos apvieno pamatojoties uz to rezistenci pret sagremošanu un absorbciju cilvēka tievajās zarnās. Kad tie nokļūst līdz resnajai zarnai, tos daļēji vai pilnīgi sadala zarnu mikroorganismi. Tomēr to struktūra, ķīmiskais sastāvs un fizioloģiskās īpašības ir ļoti atšķirīgas.

Diētiskās šķiedras pēc šķīdības iedala:

- Šķīstošās (pektīni, β - glikāni)
- nešķīstošās (celuloze, hemiceluloze, lignīns, fruktozāni, ksilāni)

- daļēji šķīstošās (rezistentā ciete)

Pēc izcelsmes iedala:

- augu valsts izcelsmes šķiedras- celuloze, hemiceluloze, pektīnvielas, hitīns, augu sveķi, pentozāni, fruktozāni, galaktozīdi, lignīns. Augu valsts šķiedrvielas, izņemot lignīnu, pieder pie ogļhidrātiem. Tās atšķiras pēc to ķēdes struktūras veida un uzbūves.
- dzīvnieku valsts izcelsmes šķiedras- fibrilārās olbaltumvielas (kolagēns, elastīns, keratīns, fibrīns u.c.) [20]

Nozīmīgākie šķiedrvielu avoti uzturā ir

- rupja maluma miltu izstrādājumi- rupjmaize, pilngraudu maize, kliju maize
- dārzeņi, it īpaši svaigi, nevārīti
- augļi, arī ogas, it īpaši ar visu mizu
- rieksti un sēnes [4]

1.10.tabula

Šķiedru avoti uzturā (pēc I.Elmadfa, 1994./95.) [4]

Uzturprodukti	Šķiedras, g/100 g	Uzturprodukti	Šķiedras, g/100 g
Kviešu klijas	48,0	Burkāni	3,4
Auzu pārslas	9,6	Sīpoli	3,2
Makaroni	3,0	Sarkanās bietes	2,5
Zirņi	16,7	Baltie galviņkāposti	2,5
Mandeles	10,0	Gurķi	0,9
Lazdu rieksti	7,3	Ķirbji	0,5
Seleriju saknes	4,2	Paprika	2,0

Diētisko šķiedru sastāvdaļas ir dabīgas, skaidri definētas barības struktūras, tāpēc diētisko šķiedru avots ir ļoti nozīmīgs. Graudu milti satur dažādus diētisko šķiedru daudzumus, kas atkarīgs no daļiņu izmēra, bet atšķirīga ir arī šūnu apvalku uzbūve. Augļu ārējais apvalks parasti satur tikai nedaudz lignificētus, nedifirencētus parenhimatozos audus ar mīkstiēm šūnu apvalkiem. Lapu dārzeņi papildus parenhimatozajiem audiem satur vadaudus, kuros tiek uzkrāts kutīns un lignīns. Parasti šo šūnu apvalki ir plāni un lokani. Pākšaugu sēklām ir biezi, kutinizēti, nedaudz lignificēti šūnu apvalki, iespējams ar polifenolu saturu, kas piešķir antioksidatīvas īpašības. Gumiem ir plāni, nedaudz lignificēti vai pilnīgi nelignificēti šūnu apvalki, bet sakņu dārzeņu šūnu apvalki ir bagāti ar lignīnu.

Īpašu diētisko šķiedru grupu pārstāv prebiotīki. Prebiotīki atrodas augu pārtikā, daļa no tiem tiek iegūta dažādu disaharīdu (piem., saharozes un laktozes) enzimātiskajā transglikozilācijā.

1.11. tabula

Prebiotīku atradne un sagatavošana [18]

Polisaharīdi/Oligosaharīdi	Sastopamība un atradne
<i>Inulīns (fruktāns)</i>	Cigoriņi, artišoki, Jeruzalemes artišoki
<i>Fruktooligosaharīdi/ Oligofruktoze</i>	Sīpoli, ķiploki, cigoriņi, kā arī transfruktozilācijā
<i>Rezistentā ciete</i>	
1.tips. Fiziski neizmantojamā ciete	Daļēji malti graudi un sēklas
2.tips. Rezistentās cietes granulas	Svaigi kartupeļi, zaļi banāni, dažas pākšaugu sēklas
3.tips. Retrogrādā ciete	Pagatavoti un atdzesēti kartupeļi, maize kukurūzas pārslas
4.tips. Ķīmiski modificēta ciete	Ēterizētas, esterificētas un šķērssaistītas cietes
<i>Galaktooligosaharīdi</i>	Transgalaktozilācijā no laktozes
<i>Ksilooligosaharīdi</i>	Daļēji hidrolizējot ksilānu
<i>Sojas pupu oligosaharīdi</i>	Sojas pupas un citas pākšaugu sēklas
<i>Izomaltooligosaharīdi</i>	Soojas mērce, miso, sakē un medus
<i>Gentiooligosaharīdi</i>	Glikozes transglikozilācijā
<i>Laktuloze</i>	Laktozes glikozes daļas sārmainā izomerizācijā uz fruktozi

Pati vērtīgākā īpašība- šķiedras palielina zarnu satura apjomu, tādēļ padarot izkārnījumus mazāk blīvus un mīkstākus. Šķiedru daudzuma palielināšana uzturā sākumā var radīt vēdera uzpūšanos, taču to labvēlīgā iedarbība pārpārēm atsvēr šīs īslaicīgās neērtības. Bez labvēlīgas ietekmes uz veselību dabiskam un šķiedrām bagātam uzturam ir svarīga īpatnība- tajā esošās uzturvielas uzsūcas ātrāk. Tas nozīmē, ka pēc maltītes glikozes līmenis asinīs gan pieaug, gan krītas lēnāk, un ietekmē noskaņojumu [27].

1.4.3.1. Diētisko šķiedru ķīmiskais sastāvs

Diētisko šķiedru ķīmiskais sastāvs un struktūra katram augam atšķiras. Struktūras komponenti dod augam fizikālo stabilitāti. Piemēram, struktūru veido no ļoti cieši saistītām cukura un fenola tipa polimēriem (hemiceluloze, fenoli, glikoproteīniem, pektīniem) matrices amorfā struktūrā ar saistītām celulozes mikrofibrilām. Šūnas apvalka komponenti ir cieši saistīti kopā ar dažādu saistību, ieskaitot proteīnu-cukuru saistību.

Šķiedras sastāv no ogļhidrātiem un neogļhidrātu tipa savienojuma polimēriem, liela daļa no šiem savienojumiem ir struktūras komponenti [26].

Diētiskās šķiedras satur nesagremojamus polisaharīdus un oligosaharīdus, kas pārsvarā izveidojušies augu šūnu apvalkos vai ir augu rezerves ogļhidrāti (rezistentā ciete vai inulīns). Augu šūnu apvalku polisaharīdus aptuveni var iedalīt celulozē, hemicelulozē, t.i., arabinoksilānos, jaukti saistītos β -glukānos, ksiloglukānos un pektīnos. Tomēr arī šūnu savienojumi, kas nav ogļhidrāti (lignīns, suberīns vai kutīns), tie tiek iekļauti diētisko šķiedru kategorijā. Augu šūnu apvalkos un arī augu valsts pārtikā šie savienojumi var būt cieši saistīti arabinoksilānu- lignīna kompleksu veidā [18].

1.4.3.2. Diētisko šķiedru fizioloģiskās īpašības

Diētiskajām šķiedrām piemīt vairākas veselību uzlabojošas īpašības. Uzturā uzņemtais daudzums, avoti (graudaugi, augļi un dārzeņi), fizikālā uzbūve un ķīmiskais sastāvs, kā arī fizikāli ķīmiskās īpašības ir īpaši svarīgas diētisko šķiedru fizioloģisko un veselību veicinošo īpašību izpausmē [18].

Fizioloģiskās īpašības nosaka ne tikai ieguves avoti, bet arī struktūras porainība. Makroporām un mikroporām ir nozīmīga ietekme uz hidratācijas īpašībām (šķīšanas spēja, uzbriedums, ūdens piesaisti un aiztures kapacitāti, ūdens uzņemšanas kinētiku), kā arī spēju sasiestīt organiskās molekulas (piem., žultsskābes, holesterīnu). Poru izmērs ietekmē šķiedru rūgšanas spēju mikroorganismos un to izdalīto enzīmu ietekmē.

Hidratācija ir svarīgākā fizikālķīmiskā īpašība. Tā ir atkarīga no polisaharīdu sastāvdaļām, saišu tipiem, polimerizācijas un sazarotības pakāpes, kā arī molekulu uzbūves. Celulozes un hemicelulozes tiek stabilizētas ar ūdeņraža saitēm, tādējādi pie virsmas var saistīties tikai neliels ūdens un piebriest tikai malas. Pektīnam un šķīstošām sastāvdaļām ir paaugstināta viskozitāte. Kompleksa viskozitātei un jauktajai darbībai zarnu traktā ir ietekme uz kuņģa iztukšošanās, tranzīta un barības vielu klātbūtnes laikā. Augļiem un dārzeņiem salīdzinājumā ar graudaugu produktiem piemīt augsta katjonu maiņas kapacitāte. Viskozitāti paaugstinošie polisaharīdi (piem., pektīns, jaukti saistītie β -D-glikāni) un lignīns nosaka organisko molekulu adsorbciju.

Diētiskās šķiedras var patērēt 3 veidos:

- 1) kā šķiedru izolātus (kapsulas, rafinētas kliju piedevas, guāra vai pektīna šķīdumus), kuros šķiedras atdalītas no citiem barības komponentiem un attīrītas;
- 2) kā pārtiku, kas bagātināta ar diētiskajām šķiedrām;
- 3) kā dabisku, ar diētiskajām šķiedrām bagātu pārtiku.

Šķiedru izolātu lietošana sistemātiski ļauj izmantot vairākus šķiedru fizioloģiskos efektus (piem., uzņemot pektīnu šķīdumus, samazinās holesterīna līmeni asinīs). Ar diētiskām šķiedrām bagāta pārtika aptver iepriekš minētās īpašības. Neatkarīgi no formas, kādā tiek uzņemtas šķiedras, var iedalīt pēc to iedarbības gremošanas trakta augšējā daļā (mute, kuņģis, tievās zarnas) un apakšējā daļā (resnā zarna) [18].

- *Diētiskās šķiedras veicina zarnu peristaltiku*

Šķiedras saista ūdeni, palielinot fekāliju masu un paātrina izejas laiku caur zarnām. Fekāliju masu palielina klijas, pilngraudu maize, kāposti, pākšaugi, burkāni, augļi, ogas. Smalka maluma kliju un vārītu kliju efekts ir mazāk jūtams. Spiediens uz resnās zarnas sienu ir lielāks, ja uzturā maz šķiedru. Ja ar uzturu uzņem daudz šķiedru, resnā zarna piepildās ar ūdeņainu, apjomīgo fekāliju masu un spiediens uz zarnu sienu ir mazs. Diētisko šķiedru darbība sākas jau mutē. Nesagremojamajām šķiedrām nepieciešama intensīvāka košļāšana, tādējādi paildzinot pārtikas uzņemšanu [4, 18].

- *Diētiskās šķiedras maina resnās zarnas mikrofloru*

Šķiedru sadalīšanās noris aklajā zarnā un resnās zarnas augšējā daļā. Rodas īsās taukskābes un gāzes, kas daļēji uzsūcas. Mainās zarnu satura pH. Resnās zarnas mikroorganismi sadala 90-100% pektīna, gļotu un gumijai līdzīgu vielu, 50-80% hemicelulozes, 30-50% celulozes. Lignīnu mikroorganismi nevar sadalīt. Mikroorganismu darbības rezultātā rodas etiķskābe, propānskābe, sviestskābe, mazā daudzumā izosviestskābe, izobaldriānskābe, baldriānskābe, kapronskābe un gāzes- CH₄, CO₂, H₂. Etiķskābe, propānskābe, sviestskābe rodas attiecībā 60:25:10, 95-99% no tām uzsūcas caur resnās zarnas gļotādu. Ūdenī šķīstošajām šķiedrām atbilstošā daudzumā ir pretcaurejas efekts. Īsās taukskābes uzsūcas kopā ar ūdeni un nātriju. Ja uzturā nav pietiekams šķiedru daudzums, nerodas vajadzīgais sviestskābes daudzums. Tas var būt cēlonis resnās zarnas traucējumiem, kā arī čūlas veidošanās. Šūnu dalīšanās traucējumu dēļ var rasties audzēji [4].

- *Diētiskās šķiedras samazina holesterīna līmeni asinīs*

Galvenā nozīme ir uztura pektīnam un guarā. Celulozei šādas ietekmes nav. Holesterīna daudzumu visvairāk samazina auzas un pupas. Samazinoties kopējam

holesterīna līmenim, visvairāk samazinās zema blīvuma lipoproteīdi. Augsta blīvuma lipoproteīdu daudzums var gan samazināties, gan palielināties.

Holesterīna samazināšanās iemesli var būt dažādi:

- ✓ šķiedras saista uzturā esošo holesterīnu, samazinot tā uzsūkšanās daudzumu. Līdzīga ietekme ir lignīnam.
- ✓ tās kavē žultsskābju atpakaļ uzsūkšanos līkumainās zarnas daļā. Rezultātā pastiprinās žultsskābju sintēze aknās, izmantojot holesterīnu.
- ✓ zarnās no šķiedrām mikroorganismu darbības rezultātā radusies etiķskābe, propionskābe un sviestskābe uzsūcas un nokļūst aknās. Tas, iespējams, kavē holesterīna sintēzi.

- *Diētiskās šķiedras palēnina uzturvielu uzsūkšanos*

Glikozes un galaktozes uzsūkšanos pēc ēšanas palēnina pektīns un guarš. Šķiedrām bagātu uzturu ieteicams cukurslimības slimniekiem kā līdzekli pret strauju gliēmiju pēc ēšanas. Uzturvielu uzsūkšanos visvairāk palēnina pākšaugi. Šķiedras nedaudz samazina tauku uzsūkšanos un paātrina to izdalīšanos ar fekālijām, bet neietekmē A vitamīna uzsūkšanos. Kā arī var kavēt olbaltumvielu uzsūkšanos, tomēr drošu novērojumu par to nav. Klījās ir termiski stabils proteāžu inhibitori, kas var kavēt olbaltumvielu sadalīšanos zarnās [4].

- *Diētiskās šķiedras un vēzis*

Ir veikti pētījumi, kas liecina par diētisko šķiedru lietošanu un resnās zarnas vēža profilaksi. Šķiedras kā aizsargājošais reaģents funkcionē pret resnās zarnas vēzi ir saistīts ar ātru un apjomīgu to sastāvdaļu fermentācijas produktu veidošanu. Nešķīstošās šķiedras kā kviešu klījas tiek uzskatītas par efektīvu līdzekli pret resnās zarnas vēzi. Ir izvirzīti vairāki mehānismi, kā diētiskās šķiedras kavē vēža attīstību [18].

- *Diētiskās šķiedras mazina toksisko vielu iedarbību*

Eksperimentos ar dzīvniekiem tiem dod toksiskās devās dažādas indes, medikamentus un sadzīves ķīmikālijas. Eksperimenta laikā barībai pievienoja lucernu miltus, auzu, rudzu, kviešu un rīsu salmus, kviešu klījas, pētersīļus, selerijas, burkānus, arī tīru celulozi, agaru, alginātu. Šķiedras mazināja toksisko vielu iedarbību, tomēr procesa mehānismi nav zināmi.

- *Diētisko šķiedru negatīvā ietekme*

Ja lieto pārtikā šķiedrām bagātus produktus par daudz- augļus, ogas, dārzeņus, var rasties caureja. Tā ir nekaitīga un pāriet, ja samazina vai pārtrauc lietot šos produktus.

Ārstnieciskos nolūkos ēdot klijas dažreiz uzpūšas vēders, reizēm pat ļoti stipri, ka slimnieks pārstāj lietot klijas. Uzpūšanās gadījumā kliju daudzums jāsamazina un cilvēkam jālieto tāds daudzums, kas nerada traucējumus.

Diētiskās šķiedras un labībā esošā fitīnskābe kavē minerālvielu, īpaši kalcija, dzelzi un cinka uzsūkšanos. Uzsūkšanās traucējumiem ir teorētiska nozīme, jo, ēdot sabalansētu, šķiedrām bagātu uzturu, minerālvielu deficīts nav novērots. Uz graudiem piesārņotā vidē nogulsņējas kaitīgās vielas. Iespējams, ka klijās var būt kaitīgie metāli-svins, dzīvsudrabs, kadmijs [4].

1.4.3.3. Diēta ar dažādu diētisko šķiedru daudzumu

Samazināts šķiedru daudzums

Diētas mērķis:

Fekāliju apjoma samazināšana, kas var būt nepieciešama, lai neradītu sastrēgumu kuņģī un zarnās, kā arī zarnu iekaisumu saasinājuma gadījumos.

Galvenie noteikumi:

- ✓ Piens un tā produkti atļauti līdz 2 tasēm (1 tase- 250 mL) dienā. Laktozes nepanesības gadījumā jāizmanto diēta ar samazinātu laktozes daudzumu.
- ✓ Ierobežojami svaigi augļi, īpaši plūmes, āboli, bumbieri, vīnogas, ananāsi, greipfrūti un apelsīni. Atļautas ir augļu sulas bez augļu mīkstumā, kā arī konservēti augļi un banāni.
- ✓ Ierobežojami svaigi dārzeņi. Atļautas ir dārzeņu sulas bez biežumiem, zaļie lapu salāti, vārīti dārzeņi (bez sēklām), spināti, spargēļi, rabarberi, tomāti (bez sēklām un mizas).
- ✓ Atļauta baltmaize vai arī citi rafinēti graudaugu produkti: rīsi, makaroni un kartupeļi bez mizas.
- ✓ Nav ieteicama cīpslaina gaļa, priekšroka dodama maltai un vārītai gaļai.
- ✓ Olas un sieri ir atļauti.
- ✓ Jāizvairās no visiem riekstiem, sēklām, žāvētām pupām, zirņiem un grauzdētas kukurūzas.

Ilgstoši izmantojot šo diētu, papildus nepieciešams kalcija, C vitamīns un folijskābe preparātu veidā.

Piezīme: diēta ar samazinātu šķiedru daudzumu nav „bezatlīku diētas” sinonīms, lai gan tā var būt arī bezatlīku, ja tajā ir mazāk par 2 tasēm piena dienā, nav plūmju sulas un šķiedrainas gaļas. Šajos produktos šķiedru daudzums nav liels, bet tie palielina fekāliju apjomu pēc cita mehānisma.

Palielināts šķiedru daudzums

Diētas mērķis:

Samazināt spiedienu zarnās, palielināt zarnu kustību intensitāti, nodrošināt fekāliju apjoma pieaugumu. Šķīstošās šķiedras palēnina glikozes uzsūkšanos, paaugstina jutību pret insulīnu, palielina zarnu fermentu aktivitāti un samazina holesterīna un triglicerīdu daudzumu asins serumā.

Galvenie noteikumi:

- ✓ Jāievēro, ka vērtīgākais šķiedru avots nav šķiedru pulveros un kapsulās, bet gan visdažādākie dabiskie avoti, kuros ir daudz šķiedru un kuri ir arī minerālvielu un vitamīnu avots.
- ✓ Obligāti jāizdzer vismaz 2 litri šķidruma dienā.
- ✓ Diēta jāsāk pakāpeniski, lai neizraisītu blakusparādības: vēdera uzpūšanos, diskomforta sajūtu un caureju.
- ✓ Jābūt piesardzīgiem, izmantojot diētu bērniem, ļoti veciem cilvēkiem, grūtniecēm, hronisku slimību slimniekiem.
- ✓ Ieteicamais šķiedru daudzums dienā ir 30- 35 g un vairāk.

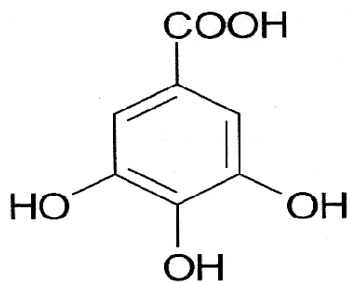
Ūdenī šķīstošās šķiedras, ko sašķeļ zarnu baktērijas ir pektīni, rezistentā ciete un dažas hemicelulozes, kas atrodamas augļos, dārzeņos, miežos, auzās un klijās.

Ūdenī nešķīstošās šķiedras (praktiski nepārveidotas) iziet cauri gremošanas traktam. Tās ir lignīns, celuloze, hemiceluloze, kas atrodas augļos (negatavos), dārzeņos, graudos, pilngraudu produktos un kviešu klijās [4].

1.5. Fenola tipa savienojumi

Fenola savienojumu daudzveidība augu valstī ir liela. Galvenā pazīme ir viena vai vairākas oksigrupas, kas saistītas ar aromātisko gredzenu. Ir identificēti vairāk kā 8000

fenola savienojumu molekulu un vēl vairāk tiek atklāti jauni savienojumi. Daži simti ir atrasti ēdamajos augos [28].



1.12.att. 3,4,5-trihidroksibenzoskābe (galluskābe) [31]

Augu fenola savienojumu bioloģiskā jēga- augi ir mazkustīgi un pašiem sevi jāaizsargā pret ārējās vides negatīvajām ietekmēm. Fenoli ir rūgti un atrodas augu virspusē zem mizas, nelielā mērā pasargā augus no iznīcināšanas. Dzīvnieki ir kustīgi un fenola savienojumus nespēj organismā sintezēt, tāpēc tie ir jāuzņem ar barību [18].

Tie kā antioksidanti pasargā augus no UV starojuma un patogēniem. Fenoliem ir pozitīva ietekme uz hroniskām deģenerācijas slimībām (katarakta, centrālās neurodeģenerācijas slimības), kardiovaskulārās slimības un vēzis. Kā antioksidants tas palielina dzīves ilgumu, kas limitē oksidēšanās reakcijas bojāšanās rezultātā, īpaši tauku oksidācija. Tas iedarbojas uz cilvēka veselību, jo palielina brīvo radikāļu skaitu [22].

Lielākā daļa dabā sastopamie šie savienojumi ir ūdenī šķīstoši un atrodas augu šūnu iekšpusē. Taukos šķīstošie savienojumi ir mazāk, kuri atrodas lapu ārpusē un augu pumpuros. Dažos garšaugos un tējas šķirnēs fenola savienojumi var būt lielākos daudzumos [18].

Antioksidanti ir savienojumi, kas aizkavē brīvo radikāļu pastiprinātu veidošanos. Dzīvie organismi rūpīgi cenšas strukturāli aizsargāt pret oksidēšanos jutīgas sistēmas no brīvas, nekontrolētas skābekļa piekļuves un nepieļaut aktīvo skābekļa (un slāpekļa) formu inaktivēšanas paņēmienus. Kopējais antioksidantu darbības princips ir pārtvert un inaktivēt radikāļus, vai nu vispār likvidējot brīvo valenci, vai arī pārvērst aktīvo radikāli mazāk aktīvā.

Antioksidantus var klasificēt dažādi. Tos var iedalīt endogēnos – dzīvajā sistēmā esošos un eksogēnos – ar pārtiku uzņemamos. Tos var iedalīt lipofilos un hidrofilos, augstmolekulāros un mazmolekulāros, dabīgos un sintētiskajos. Antioksidantus iedala arī pēc to darbības mehānisma. Tie var gan reaģēt ar brīvajiem radikāļiem, gan aizkavēt to veidošanos [13].

Fenola savienojumus var klasificēti atkarībā no fenola gredzenu skaita un no uzbūves elementiem, kuri saista šos gredzenus vienu ar otru. Ir atšķirības starp fenolskābju, flavanoīdu, stilbēnu un lignānu uzbūvēm [18].

Produktu sagatavošanas laikā novēro fenola savienojumu daudzumu izmaiņas pārtikas produktos. Mizojot augļus un dārzeņus var ievērojami samazināties fenola savienojumu daudzumi, jo vairumā gadījumu šīs vielas ir koncentrētas augļu un dārzeņu ārējā daļā. Liela daļa dārzeņu (sīpoli, tomāti, kāposti) jau pēc 15 minūšu ilgstošas vārīšanas apstrādes zaudē no 70 % līdz 80 % no to sākotnējā fenola savienojumu satura, bet 30 % - pēc cepšanas. Izmantojot dārzeņu sagatavošanai blanšēšanas apstrādi, novēro antiradikālās aktivitātes samazināšanos par 50 % [29].

Ir aprēķināts, ka uz cilvēka DNS molekulu dienā var veidoties līdz 10 000 oksidatīvo uzbrukumu. Lietojot uzturā augļus un dārzeņus ar augstu antioksidantu saturu, organismam var palīdzēt aizsargāties no hroniskām slimībām un palēnināt organisma novecošanās procesus [32].

Lielākajā daļā industrializēto valstu sirds un asinsvadu slimības un vēzis tiek uzskatītas par vienu no būtiskākajiem nāves cēloņiem. Tā kā šos slimības risku ietekmē gan dzīvesveids un uzturs, tad ļoti svarīgi ikdienas uzturā lietot pēc iespējas vairāk augļus un dārzeņus, kas ļautu aizsargāties līdz pat 30 % saslimstībām ar dažādiem ļaundabīgiem audzējiem [30].

1.6. Antiradikālā aktivitāte

Radikāļi ir molekulu fragmenti, kuri satur vismaz vienu brīvu (nesapārotu) elektronu. Pēc savas ķīmiskās dabas radikāļi ir daudz reaģētspējīgāki par izejas molekulu un parasti ir mazāk stabili. Ir arī radikāļi, kuri ir ļoti stabili un kurus var iegādāties kā ķīmiskos reaktīvus.

Bioloģiskos objektus, kā arī pārtikas produktos sastopamie radikāļi galvenokārt ir mazstabili un ātri iekļaujas ar apkārt esošajām molekulām, tās pārveidojot. Atkarībā no vides radikāļu stabilitāte un dzīves laiks variē plašās robežās.

Jebkurš lipīdu peroksidācijas (arī autoksidēšanās) process sākas ar brīvo radikāļu veidošanos substrātā. To iniciē vai nu paaugstināta temperatūra, dažāda veida radiācija, vai arī no ārienes ienesti radikāļi.

Sakarā ar to, ka lipīdu peroksidēšana gan pārtikas produktus, gan organismā tiek intensīvi pētīta.

Augu fenoli ir liela dabas savienojumu grupa, kuras pazīme ir viena vai vairākas hidroksilgrupas, kas saistītas ar aromātisko gredzenu.

Brīvo radikāļu izraisītās reakcijas organismā ir pamats daudzu slimību attīstībai. Pamatā ir tas, ka mēs ieelpojam molekulāro skābekli, kas ir „slēptais” brīvais radikālis. Skābekļa molekulas ātri tiecas reaģēt ar kaimiņos esošajām molekulām, atdodot vai pieņemot tām elektronus un tādējādi izlīdzinot elektronus ārējās orbitālēs.

Dzīves laikā uz ķermeni no ārienes un iekšienes iedarbojas daudzi labdabīgi un kaitīgi faktori, līdz ar tiem arī brīvie radikāļi. Ārējie faktori ir saules gaisma, dažādi radiācijas veidi, apkārtējās vides piesārņojums u.c. Kaitīgi iekšējie faktori ir fizioloģisko un patoloģisko procesu gaitā organismā ģenerētie brīvie radikāļi. Abi faktori mazāk vai vairāk summējas kopā un bojā šūnas un audus [13].

Lai izvērtētu fenola savienojumu nozīmi brīvo radikāļu metabolismā, noskaidro to ietekmi uz radikāļu veidošanās procesiem un uz radikāļu izraisītām reakcijām. Tā kā ar parastajām bioķīmiskajām metodēm ir grūti izpētīt un kvantitatīvi noteikt esošo radikāļu koncentrāciju, tad fenola savienojumu raksturošanai izmanto to spēju inaktivēt brīvos radikāļus, t.i., noteikt to antiradikālo aktivitāti [31].

Pētāmo produktu vai vielu antioksidantu aktivitātes noteikšanas metodes izmanto produkta vai vielas īpašību pētīšanai [32].

1.7. Dārzeņu sastāva noteikšanai izmantojamās metodes

Lai raksturotu dārzeņu uzturvērtību, dārzeņos tika noteikts ogļhidrātu (reducējošie cukuri, kopējie cukuri, pektīni, nešķīstošo šķiedrvielu, cietes), fenola savienojumi un to antiradikālo aktivitāti, un C vitamīna saturu. Lai noteiktu katru parametru, izmanto sekojošās metodes. (skat. 1.7.1.-1.7.6. nodaļā)

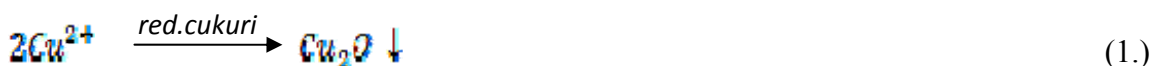
1.7.1. Monosaharīdu un disaharīdu noteikšanas metodes

Titrimetrija: Pārtikas produktos svarīgākie reducējošie monosaharīdi ir glikoze un fruktoze; pie svarīgākajiem reducējošiem disaharīdiem ir pieskaitāmas laktoze un

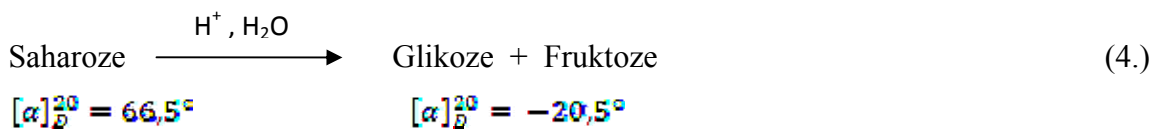
maltoze. Reducējošie cukuri bāziskos šķīdumos atrodas vaļējas virknes aldehīd- vai ketoformā, un neveido stabilu ciklisku struktūru. Fruktozei kā ketocukuram ir augsta oksidācijas pakāpe, darbojas reducējoši.

Šie savienojumi pirms inversijas tiek noteikti summāri un to summa tiek uzdots kā invertcukura saturs.

Paraugā esošos cukurus pirms inversijas- pēc izdalīšanas no parauga un šķīduma attīrīšanas- viršanas temperatūrā iesaista reakcijā ar noteiktā veidā sagatavotu vara (II) jonus saturošu bāzisku karbonāta šķīdumu (Lufa šķīdumu). Reducējošie cukuri oksidējas un reducē Cu^{2+} par Cu^+ , kas izgulsnējas Cu_2O formā (1.vien.). Cu^{2+} jona pārākumu nosaka jodometriski (2.un 3.vien.). Lai notiktu 2.vien. kvantitatīvi ir nepieciešams ievadīt lielus kālija jodīda daudzumus, lai, veidojoties nešķīstošam vara (I) jodīdam, līdzsvars tiktu nobīdīts pa labi.



Saharoze ir pārtikas produktos visbiežāk sastopamais cukurs. Saharoze nav reducētāja, taču ar skābes hidrolīzi sašķeļot acetālsaiti, to var padarīt par nosakāmu ar reducimetriskām metodēm. Saharozes inversijā (4.vien.) no tās rodas glikoze un fruktoze (tā sauktais invertcukurs), kuras var noteikt kopā ar paraugā jau eventuāli esošajiem reducējošajiem cukuriem. Pēc reducējošo cukuru satura starpības pēc un pirms inversijas var aprēķināt saharozes saturu.



Inversijas pamatā ir fakts, ka saharoze kā fruktofuranozīds skābju klātienē tiek sašķelta daudz ātrāk nekā citi pārtikas produktos sastopamie disaharīdi vai lielākā daļa oligosaharīdi. Pēc izdalīšanas no parauga un šķīduma attīrīšanas saharozi invertē ar sālsskābi. Invertēto šķīdumu pirms inversijas apstrādā viršanas temperatūrā ar Lufa šķīdumu. Pēc tam vara jonu Cu^{2+} pārākumu nosaka jodometriski [10].

Plānslāņa hromatogrāfijas metode: šī metode derīga, lai pilnīgi sadalītu produktos sastopamos cukurus- glikozi, fruktozi un saharozi. Pēc atšķaidīšanas vai

pirmsapstrādes cukurus sadala ar plānslāņa hromatogrāfiju, un tos identificē, ar uzsmidzināšanas reaģentiem pārveidojot raksturīgi krāsotos savienojumos [10].

1.7.2. Cietes noteikšana

Titrimetriskā metode: Ciete ir daudzu svarīgu pārtikas produktu pamatsastāvdaļa. Ciete ar jodu veido raksturīgi krāsotus ieslēguma savienojumus. Spirālveidīgajā molekulas skeletā ir ieslēgtas pa vienai joda molekulai katrā spirāles vijumā. Amiloze dod zilu, amilopektīns- sarkanu krāsojumu.

Darbā hidrolizētu parauga šķīdumu titrē jodometriski- standartšķīdums ir nātrijs tiosulfāts, ciete- indikators [15].

Polarimetriskā noteikšana: Cietei ir ļoti liela īpatnējā griešana, kas atkarībā no apstrādes veida un šķīdinātāju sastāva ir ap $[\alpha]_D = +190^\circ$. Ir iespējams precīzi noteikt pat niecīgus cietes daudzumus. Polarimetriskajā metodē cietes šķīdināšanai izmanto sālsskābi. Notiek arī zināma destrukcija, kuras rezultātā izmainās īpatnējā griešana. Cietes polarimetriskā noteikšana nav piemērojama pārtikas produktiem, kuri satur modificēto cieti [15].

1.7.3. Pektīna noteikšana

Fotometriskā metode: Pektīns kā patstāvīgs celulozes pavadonis ir šūnas skeleta un augu balastvielu būtiska sastāvdaļa. No pārtikas produktiem pektīni tiek izolēti, izgulsnējot ar etanolu, un nogulsnēm ekstrahējot ar atšķaidītu nātrijs hidroksīda šķīdumu. Ekstraktam pievienojot karbazolu un sērskābi, caur dažādām starppakāpēm veidojas oranžsarkans kondensācijas produkts, kuru fotometrē pie 525 nm (absorbcijas maksimums stabils apmēram 2 stundas) [18].

Hromatogrāfija: var izmantot gan šķīduma, gan gāzu hromatogrāfiju. Pektīnos esošo galakturonskābi nosaka ar augsti efektīvo jonu apmaiņas hromatogrāfu [33].

1.7.4. Fenola savienojumu noteikšanas metodes

Kopējo fenola savienojumu satura noteikšana ar fotometrisko metodi: kopējo fenola savienojumu saturu dažādos augu valsts izcelsmes produktos nosaka, izmantojot kolorimetrisko metodi, kas pamatojas uz oksidēšanās- reducēšanās reakciju, augu ekstraktos esošo fenola savienojumu reakciju ar Folina- Čikolto reaģentu. Šī reaģenta sastāvā ietilpst polimēri joni, kas izveidojušies no fosfovolframskābes $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{WO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ un fosfomolibdēnskābes $\text{H}_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($x=5-29$). Šie joni oksidē fenola savienojumus un paši reducējas līdz zilam Mo-W kompleksam. Par standartvielu izmanto galluskābi un kopējo fenola savienojumu saturu izsaka galluskābes ekvivalentos (GSE) [34].

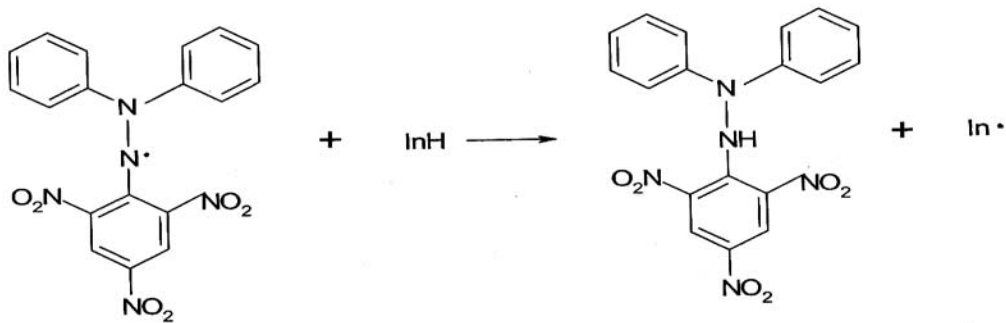
Flavanolu noteikšana ar fotometrisko metodi: flavanolu noteikšanai izmanto to spēju veidot kompleksos savienojumus ar Al^{3+} joniem. Kā standartu izmanto kvercetinū. Iegūst dzeltenas krāsas šķīdumus. Absorbciiju nolasa pēc 2,5 stundām istabas temperatūrā pie 440 nm. Salīdzināšanai gatavo paralēlos paraugus, kur alumīnija hlorīda vietā izmanto etanolu. Flavanolu noteikšanai ekstraktos kvercetinā vietā ņem paraugu ekstraktus.

Apgrieztās fāzes šķidrums hromatogrāfija: visvairāk izmantotā metode fenola savienojumu analīzei. Var noteikt atsevišķu fenola grupu, kā arī monomērus un oligomēru, un polimēru relatīvo saturu augu materiālā. Dabīgas izcelsmes fenoli labi šķīst polāros šķīdinātājos. Tas ļauj lietot apgrieztās AEŠH metodi. Kā stacionāro fāzi lieto oktadecilsilānu. Kustīgā fāze ir buferšķīdumu maisījums ar polāriem savienojumiem (metanols, acetonitrils, tetrahidrofurāns). Selektīvai noteikšanu veic pie dažādiem viļņu garumiem. Noteikšanā izmanto ultravioletās- redzamās gaismas detektoru. Tā kā AEŠH ir dārga un lēna metode, to izmanto atsevišķu fenola savienojumu noteikšanai [33].

1.7.5. Antiradikālās aktivitātes (ARA) noteikšana

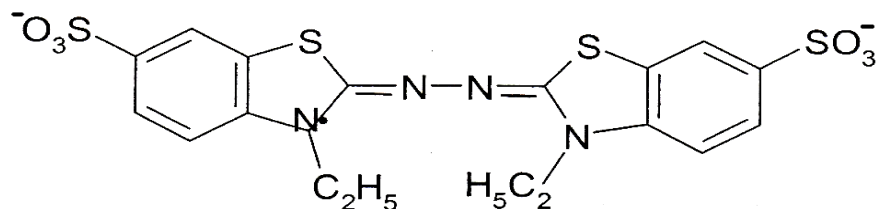
DFPH metode: visplašāk lietotā, pēc kuras nosaka spēju reaģēt ar 1,1- difenil- 2- pikrilhidrazilu (DFPH). Tas ir stabils radikālis pateicoties elektrona delokalizācijai uz visu tā molekulu. Rezultātā molekula neveido dimērus kā citi līdzīgi radikāļi. Metode pamatojas uz DFPH reducēšanu par attiecīgo hidrazīna atvasinājumu. Absorbciiju mēra

pie 517 nm. ARA izsaka kā IC50, tas ir koncentrāciju, pie kuras DFPH absorbcija samazinās par 50%, inhibēšanas koeficientu vai reakcijas ātrumu. Ar šo metodi var noteikt tikai aktīvus radikāļu ķērājus [32].



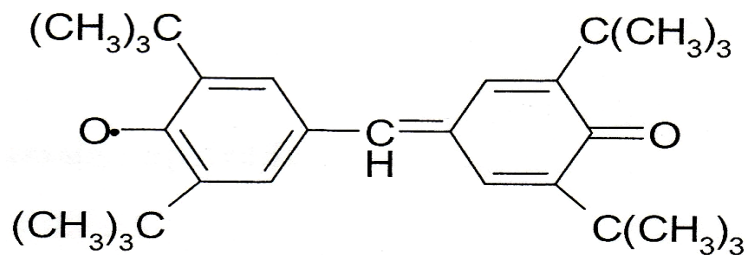
1.13.att. 1,1- difenil- 2- pikrilhidrazils (DFPH) [32]

ABTS metode: 2,2'- azino-bis-(3- etil-benzotiazolīn-6- sulfāta) metode, kas pamatojas uz ABTS katjonradikāļa veidošanos un tā inhibēšanu. Mijiedarbojoties ar antioksidantu, novēro absorbcijas maksimuma samazināšanos. Absorbciju mēra pie 734 nm.



1.14.att. ABTS

Galvanoksila metode: galvanoksils ir stabils radikālis, kas reaģē ar ūdeņraža donoriem. Absorbciju mēra pie 428 vai 432 nm [32].



1.15.att. Galvanoksils [32]

1.7.6. Askorbīnskābes noteikšanas metodes

Bioķīmiskajos procesos askorbīnskābes iedarbības pamatā ir tās līdzdalība elektronu pārnesei procesos, kā arī daudzās hidroksilēšanas reakcijās.

Titrimetriska noteikšana ar joda metodi: L-askorbīnskābi ekstrahē no attiecīgi sagatavota pētāmā materiāla ar 6% skābeņskābes šķīdumu. Iegūtais ekstrakts tiek

izmantots jodometriskai titrēšanai. Askorbīnskābe reaģē ar jodu, rezultātā tā oksidējas (zaudē elektronus), bet jods reducējas (pievieno elektronus), kā indikatoru izmanto cieti. Novēro krāsas maiņu no bezkrāsainas uz zilu.

Titrimetriska noteikšana ar Tilmansa metodi: askorbīnskābi ekstrahē no pētāmā materiāla ar skābeņskābes šķīdumu un titrē ar 2,6- dihlorindofenola nātrija sāls šķīdumu, pārvēršot to par dehidroaskorbīnskābi, 2,6- dihidroindofenola pārkums šķīdumu iekrāso rozā krāsā [15].

Hromatogrāfiska noteikšana ar AEŠH: C vitamīnu ekstrahē no parauga ar metafosforskābi un etiķskābi. Izmanto apgrieztās fāzes AEŠH, kolonna C18, daļiņu lielums 5 mm, kolonnas garums- 25 cm, diametrs- 4 mm. Noteikšanai var izmantot kustīgo fāzi- kālija acetātu (pH=4,9) vai acetonitrilu ar ūdeni (50:50). Plūsmas ātrums= 1,5 mL/min, noteikšana pie viļņa garuma 254 nm. Dārga metode, ļoti precīza [33].

2. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

Dārzeņu sastāva izvērtēšanai tika izmantoti z/s „Dārziņi-2” kontrolētos apstākļos audzēti dārzeņi. Tie auguši smilšainā augsnē, audzēšanas periodā netika lietoti mēslojumi, ziemu glabāti aukstā pagrabā vai sausā pieliekamajā. Darbā tiek izmantoti šādi dārzeņi: ķirbji, selerijas saknes, sarkanās bietes, burkāni, kāposti, rāceņi, rutki, redīsi, kuros pārbaudīju tieši un kopējo reducējošo cukuru saturu, cieti, pektīnu, nešķīstošo šķiedrvielu, kopējo fenola savienojumu saturu un to antiradikālo aktivitāti, kā arī askorbīnskābes saturu.

2.1. Tieši reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pirms inversijas ar Lufa- Šorla metodi

Izmantotās iekārtas, trauki:

- Elektriskā plītiņa
- Ūdens vanna
- 100 mL, 250 mL, 1000 mL mērkolbas, A klase
- 5 mL, 10 mL, 20 mL Mora pipetes, A klase
- 250 mL koniskās kolbas ar pieslīpētu stikla aizbāzni NS 29
- Atteces dzesinātās ar pieslīpējumu NS 29
- Hronometrs Arar, precizitāte ± 2 sek.
- 25 mL birete, A klase, precizitāte $\pm 0,05$ mL
- 50 mL mērcilindrs, B klase
- Vārķermeņi
- Kroku filtrs

Izmantotie reaģenti:

- Kālija heksacianoferrāts (II) $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, „Penta”, analītiski tīrs
- Cinka acetāts $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, „Penta”, analītiski tīrs
- Vara sulfāts $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs
- Bezūdens nātrija karbonāts Na_2CO_3 , „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

- Citronskābes monohidrāts, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs
- Kālija jodīds KI, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs
- Nātrija hidroksīds NaOH, „Chemapol”, analītiski tīrs
- Sērskābe H₂SO₄, „Scharlau”, analītiski tīrs
- Nātrija tiosulfāts Na₂S₂O₃, „Avsista”, analītiski tīrs
- Ciete, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

1% šķīduma pagatavošanai ņem 5 g cietes, ko izšķīdina 100 mL auksta ūdens un iejauc 400 mL vāroša destilēta ūdens

- Kareca šķīdums I: 150 g kālija heksacianoferrāta (II) šķīdina dest.ūdenī, uzpilda 1000 mL mērkolbā līdz atzīmei
- Kareca šķīdums II: 230 g cinka acetāta šķīdina dest.ūdenī un uzpilda 1000 mL mērkolbā līdz atzīmei
- Lufa šķīdums:
 - A daļa: 50 g citronskābes šķīdina 50 mL dest. ūdens (apm. 40°C)
 - B daļa: 143,7 g nātrija karbonāta šķīdina 350 mL dest.ūdens (apm. 40°C)
 - C daļa: 25 g vara sulfāta šķīdina 100 mL dest. ūdens

Paraugu sagatavošana:

Ar precizitāti 0,01 g iesver 25 g analizējamā parauga, pārnes to 250 mL mērkolbā, atšķaida ar apm. 150 mL dest. ūdens, pievieno 5 mL Kareca šķīdumu I, rūpīgi samaisa, tad pievieno 5 mL Kareca šķīdumu II, samaisa un uzpilda līdz atzīmei.

Darba gaita:

a) Galvenais mēģinājums

Noteikšanai ņemtajam parauga šķīdumam 20 mL tilpumā jāsaturs ne vairāk kā 50 mg reducējošo cukuru. Ja tā nav, šķīdums ir attiecīgi jāatšķaida.

250 mL koniskajā kolbā ar pipeti iepilda 25 mL Lufa šķīduma, tam pievieno 25 mL analizējamā parauga. Pievieno vārķermeņus, kolbai pievieno atceces dzesinātāju un kolbas saturu uz iepriekš sakarsētas elektriskās plītiņas 2 minūšu laikā uzkaršē līdz viršanai. Kad sākusies vārīšanās, to turpina precīzi 10 minūtes, un pēc tam tūlīt atdzesē ar aukstu ūdeni. Ja kolbas saturs kļūst sarkanbrūns, veidojas vara (I) oksīds, tas nozīmē, ka Cu²⁺ jonu pārākums bijis par mazu. Tad reakcija ir jāatkārto ar atšķaidītāku parauga šķīdumu.

Pēc atdzesēšanas zilganzaļi krāsotajam šķīdumam pievieno apm. 3 g kālija jodīda (tā vietā var pievienot arī 10 mL šķīduma, kura koncentrācija ir 30 g KI/100 mL) un,

uzmanīgi skalojot (Uzmanīgi, spēcīgi puto, veidojas CO₂!), pielej 25 mL 25% sērskābes. Ar nātrija tiosulfāta standartšķīdumu titrē līdz blāvi dzeltenai krāsai, pievieno dažus mL 1% cietes šķīdumu un titrēšanu turpina, kamēr pazūd zilā krāsa.

b) Tukšais mēģinājums

Tādā pašā veidā izdara tukšo mēģinājumu ar 25 mL Lufa šķīduma un 25 mL dest. ūdens.

Rezultātus skat. 3.1. nodaļā

2.2. Kopējo reducējošo cukuru reducimetriska noteikšana pēc inversijas ar Lufa- Šorla metodi

Izmantotās iekārtas, trauki:

- Skat.2.1.nodaļā un
- Termostatējama ūdens vanna

Izmantotie reaģenti:

- Skat. 2.1. nodaļā un vēl
- 96% etanols „Farma Balt”, analītiski tīrs
- 32% sālsskābe, „Stanlab”, analītiski tīrs
- Nātrija hidroksīds NaOH, „Chemapol”, analītiski tīrs
- 96 % etiķskābe (ledus etiķskābe), „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs
- 1% fenolftaleīna šķīdums etanolā, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

Parauga sagatavošana:

Ar precizitāti 0,01 g iesver 25 g analizējamā parauga, pārnes to 250 mL mērkolbā, atšķaida ar apm. 150 mL dest. ūdens, pievieno 5 mL Kareca šķīdumu I, rūpīgi samaisa, tad pievieno 5 mL Kareca šķīdumu II, samaisa un uzpilda līdz atzīmei.

Inversija:

25 mL no iegūtā šķīduma ar pipeti iepilda 100 mL mērkolbā, ar destilētu ūdeni atšķaida līdz 75 mL un pievieno 5 mL 32% sālsskābes. Kolbā ievieto termometru un to ieliek 70°C temperatūrā termostatētā ūdens vannā. Kad temperatūra ir sasniegusi 67°C (2-3 min.), temperatūru no 67-70°C robežās iztur precīzi 5 minūtes. Kolbu bieži jāskalo. Pēc inversijas tūlīt atdzesē līdz 20°C, šķīdumam pievieno dažus pilienus fenolftaleīna šķīduma un skābi uzmanīgi neitralizē, sākumā piepilinot 20% nātrija

hidroksīda šķīdumu, pēc tam 0,1 M nātrija hidroksīda šķīdumu. Jāizvairās no bāziskas reakcijas! Ja šķīdums indikatora krāsas maiņas dēļ ir vāji sārts (bāziska reakcija), tam jāpievieno daži pilieni ledus etiķskābes. Pēc tam mērkolbu uzpilda ar dest.ūdeni līdz atzīmei.

Darba gaita:

250 mL koniskajā kolbā ar pipeti iepilda 25 mL Lufa šķīduma un pievieno 25 mL iepriekš sagatavoto invertēto šķīdumu. Pievieno vārķermeņus, kolbai pievieno attecēs dzesinātāju un kolbas saturu uz sakarsētas elektriskās plītiņas 2 minūšu laikā uzkaršē līdz viršanai, kad sākusies vārīšanās, to turpina precīzi 10 minūtes, pēc tam tūlīt atdzesē ar aukstu ūdeni.

Pēc atdzesēšanas zilganzaļi krāsotam šķīdumam pievieno apm. 3 g KI (tā vietā pievieno 10 mL 30% KI šķīdumu) un uzmanīgi skalojot pielej 25 mL 25% sērskābes. Ar nātrija tiosulfāta standartšķīdumu titrē līdz blāvi dzeltenai krāsai, pievieno pāris mL cietes šķīdumu, titrēšanu turpina līdz zilais krāsojums izzūd.

Tādā pašā veidā izdara tukšo mēģinājumu ar 25 mL Lufa šķīdumu un 25 mL destilēta ūdens. Ja tukšais mēģinājums veikts cukuru noteikšanā pirms inversijas, tad tas nav jāatkārto šajā eksperimentā. Rezultātu novērtēšanā tā rezultāti ir jāizmanto.

Rezultātus skat. 3.2. nodaļā

2.3. Cietes satura noteikšana

Izmantotās iekārtas, trauki:

- Laboratorijas svāri Kern 440-33, precizitāte $\pm 0,01$ g
- Analītiskie svāri Precisa XB 220A, precizitāte $\pm 0,0001$ g
- Magnētiskais maisītājs
- 250 mL koniskās kolbas, B klase
- 50 mL, 100 mL mērkolbas, A klase
- 100 mL mērcilindrs B klase, precizitāte ± 2 mL
- 150 mL vārglāze, B klase
- 25 mL birete, A klase, precizitāte $\pm 0,05$ mL

Reāģenti:

- Kālija heksacianoferrāts (II) $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$, „Penta”, analītiski tīrs

15% dzeltenās asinssāls šķīduma pagatavošanai nosver 15 g kristāliskas vielas, 100 mL mērkolbā uzpilda ar destilētu ūdeni līdz atzīmei

- Sērskābe H_2SO_4 , „Scharlau”, analītiski tīrs
- Kālija jodīds KI, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

Lai pagatavotu 30 % šķīdumu, 30 g vielas šķīdina 100 mL mērkolbā destilētā ūdenī, uzpilda līdz atzīmei.

- Nātrija tiosulfāts $Na_2S_2O_3$, „Avsista”, analītiski tīrs
- Sālsskābe HCl, „Stanlab”, analītiski tīrs
- Nātrija hidroksīds NaOH, „Chemapol”, analītiski tīrs, 10% šķīduma pagatavošanai nosver 10 g vielas, 100 mL mērkolbā uzpilda ar destilētu ūdeni līdz atzīmei
- Fēlinga šķīdums (I –II)
- Cinka sulfāts $ZnSO_4$, „Penta”, analītiski tīrs, 30% šķīduma pagatavošanai nosver 30 g kristāliskās vielas, 100 mL mērkolbā uzpilda līdz atzīmei ar destilētu ūdeni
- 1 % fenolftaleīna šķīdums etanolā, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs
- Ciete, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs,

1 % šķīduma pagatavošanai ņem 5 g cietes, ko izšķīdina 100 mL auksta ūdens un iejauc 400 mL vāroša destilēta ūdens

Parauga sagatavošana:

Paraugu pēc iespējas sīkākos gabaliņos sarīvē.

Darba gaita:

250 mL koniskajā kolbā iesver 20 g sagatavotā produkta, sverot ar precizitāti līdz 0,01 g. Kolbā pa daļām ielej 80 mL 10 % sālsskābes, maisa ar stikla nūjiņu. Kolbu novieto uz elektriskās plītiņas, savieno ar atceces dzesinātāju un, periodiski maisot, vāra 15 minūtes. Pēc vārīšanas kolbu atdzesē līdz istabas temperatūrai, tad tās saturu pārnes 250 mL mērkolbā, uzpilda līdz atzīmei, pie kam tauku slānim jāatrodas virs zīmes. Mērkolbas saturu samaisa un filtrē caur papīra filtru.

Ar mērpipeti 25 mL filtrāta pārnes 50 mL mērkolbā, pievieno pilienu fenolftaleīna šķīdumu un neitralizē ar 10 % nātrija hidroksīda šķīdumu līdz parādās nezūdoša sarkanīga krāsa. Pievieno tūlīt 10 % sālsskābes šķīduma pilienus, līdz krāsa pazūd, tad vēl 2-3 pilienus pārākumā, kas dod vāji skābi reakciju.

Lai hidrolizētu, dzidrinātu un izgulsnētu olbaltumvielas, šķīdumam pievieno 1,5 mL 15 % dzeltenās asinssāls šķīduma, tad 1,5 mL 30 % cinka sulfāta. Kolbu atdzesē līdz

istabas temperatūrai, uzpilda līdz atzīmei, tad samaisa un filtrē caur bezpelnu filtru. Ja traucē putas, pievieno 1-3 pilienus dietilētera.

10 mL bezkrāsainā dzidrā filtrāta ar mērpipeti pārnes 100 mL mērkolbā, pievieno 20 mL Fēlinga šķīduma (šķīdumam I pielej līdzīgu šķīdumam II tilpumu un tas būs nepieciešamais šķīdums), samaisa un vāra 3 minūtes. Kolbu atdzesē, uzpilda līdz atzīmei, samaisa un atstāj, lai izgulsnētos vienvērtīgā vara oksīds.

Paralēli izdara kontroles mēģinājumu, ņemot 10 mL filtrāta vietā 10 mL destilēta ūdens.

Ar mērpipeti 20 mL iegūtā šķīduma pārnes 100-200 mL koniskajā kolbā, ar mērcilindru pievieno 10 mL 30% kālija jodīda šķīduma, 10 mL 25 % sērskābes šķīduma. Titrē dzeltenbrūno šķīdumu ar 0,1 N nātrija tiosulfāta šķīdumu līdz gaiši dzeltenai krāsai, tad pievieno 1 mL 1 % cietes šķīdumu un turpina titrēšanu lēnām pa pilienam līdz zilā krāsa pazūd. Līdzīgi arī titrē kontroles šķīdumu.

Ja 30 % kālija jodīda šķīdumam ir dzeltenīga nokrāsa, tad to šķīdumu atkrāso, pievienojot pa pilienam 0,1 N nātrija tiosulfāta šķīdumu.

Rezultātus skat. 3.3. nodaļā

2.4. Pektīnu satura fotometriska noteikšana

Ierīces un palīgīdzekļi:

- Spektrofotometrs UVIKON 930, precizitāte $\pm 0,0001$
- 1 cm stikla kivete
- Centrifūga ar centrifūgas stobriņiem
- Ūdens vanna ar termostatu 85 °C temperatūrai
- 1 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL, 50 mL pipetes, A klase
- 50 mL, 100 mL, 1000 mL mērkolbas, A klase
- 25 mL mērcilindrs, B klase
- 20 mL mēģenes, B klase
- Piltuve, kroku filtrs
- Stikla spieķītis
- Vārglāzes, B klase

Reāģenti:

- Sublimēts karbazols $C_{12}H_9N$, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs,

0,1% karbazola šķīdums etanolā pagatavo, 0,1 g karbazola 100 mL mērkolbā izšķīdinot 96% tīrā etanolā un uzpilda līdz atzīmei. Maisījumam, kas pagatavots no 1 mL ūdens, 0,5 mL karbazola šķīduma un 6 mL 98% sērskābes, jābūt dzidram kā ūdens

- Galakturonskābes monohidrāts $C_6H_{10}O_7 \cdot H_2O$, žāvēts virs P_2O_5 20°C temperatūrā
Galakturonskābes anhidrīda (GA) pamatšķīdums ($\gamma=100$ mg/L): 120,5 mg galakturonskābes monohidrāta 1000 mL mērkolbā sajauc ar 0,5 mL 1 M nātrija hidroksīda šķīduma, ar destilētu ūdeni uzpilda līdz atzīmei, sajauc un atstāj pa nakti

GA salīdzināšanas šķīdumi ($\gamma=10$ līdz 70 $\mu\text{g/mL}$): 100 mL mērkolbās ar pipeti iepilda no 10 līdz 70 mL galakturonskābes anhidrīda pamatšķīduma un ar dest. ūdeni uzpilda līdz atzīmei

- 96% etanols, „Farma Balt”, analītiski tīrs

63% metanolu pagatavo, 175 mL 96 % etanola pievieno 75 mL destilēta ūdens

- Nātrija hidroksīds NaOH, „Chemapol”, analītiski tīrs
- 98% sērskābe ($\rho=1,84$ g/mL) H_2SO_4 , „Scharlau”, analītiski tīrs

Darba gaita:

a) Pektīnvielu izolēšana

2 g pektīnu saturoša pārtikas produkta 50 mL centrifūgas stobriņā sajauc ar apmēram 6 mL dest. ūdens un ar 96 % uzsildītu etanolu (75°C, kasēt uzmanīgi, jo etanols viegli uzliesmo!) uzpilda līdz apmēram 20 mL un tad ūdens vannā 10 min. iztur 85°C temperatūrā. Stobriņu ar stikla spieķi ik pa laikam samaisa labākai izgulsnēšanai. Tad maisījumu papildina līdz 25 mL ar etanolu. Stobriņu liek centrifūgā un centrifugē 15 min., šķīdumu nolej un dekantātu saglabā kopējo fenolu savienojumu noteikšanai. Uzduļķošanu, karsēšanu un centrifugēšanu atkārto vēlreiz, bet ar 25 mL 63% etanolu.

b) Kopējo pektīnvielu ekstrakciju

Iegūtās nogulsnes kvantitatīvi pārnes 50 mL mērkolbā, pievieno 2,5 mL 1 M nātrija hidroksīda, ar destilētu ūdeni uzpilda līdz atzīmei, labi sajauc un pēc 15 min., palaikam sakratot, nofiltrē.

c) Krāsas reakcija

2 mēģenēs ar pipeti iepilda pa 1 mL iegūtā filtrāta. Tad vienā no mēģenēm pievieno 0,5 mL 96 % etanola (salīdzināšanas šķīdums), otrā- 0,5 mL karbazola šķīduma (analizējamais šķīdums). Parauga šķīdumā izveidojas baltas pārslainas nogulsnes. Abās mēģenēs pievieno pa 6 mL 98% sērskābes; tas jāizdara apmēram 7 s laikā, lai temperatūra šķīdumos sasniegtu apmēram 85 °C. Mēģenes tūlīt uz 5 min. ieliek ūdens

vannā (85 °C), tad 15 min. laikā atkal atdzesē līdz istabas temperatūrai, un parauga šķīdumu fotometrē ($\lambda=525$ nm) pret salīdzināšanas šķīdumu.

Lai novērstu iespējamās karbazola šķīduma radītās kļūdas, analogā veidā veic tukšo eksperimentu (1 mL filtrāta vietā ņem 1 mL ūdens). Abu eksperimentu gaismas absorbciju starpību (paraugs pret salīdzināšanas šķīdumu ar filtrātu un ar ūdeni) novērtē ar graduēšanas grafika palīdzību.

d) Kalibrēšanas grafiks

Kalibrēšanas grafika iegūšanai GA salīdzināšanas šķīdumus ($\gamma=10$ līdz $70 \mu\text{g/mL}$) apstrādā un fotometrē, kā ir aprakstīts c) punktā.

Rezultātus skat. 3.4. nodaļā.

2.5. Kopējo fenola savienojumu satura noteikšana

Ierīces un palīg līdzekļi:

- Laboratorijas sviri Kern 440-33, precizitāte $\pm 0,01$ g
- Analītiskie sviri Precisa XB 220A, precizitāte $\pm 0,0001$ g
- Spektrofotometrs UVIKON 930, precizitāte $\pm 0,0001$
- Iekārta šķīdumu maisīšanai BioRotators RS-Multi

Reāģenti:

- Galluskābe, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

Lai pagatavotu pamatšķīdum ($c=0,120$ mg/mL), ņem 120 mg galluskābes un izšķīdina 1000 mL mērkolbā ar destilētu ūdeni. Standartšķīdumu atšķaida līdz šādām koncentrācijām 0,0075, 0,015, 0,030, 0,060, 0,090 mg/mL

- bezūdens nātrija karbonāts Na_2CO_3 , „Penta”, analītiski tīrs

7,5 % Na_2CO_3 pagatavošanai 7,5 g vielas izšķīdina destilētā ūdenī 100 mL mērkolbā

- Folina-Čikolto reāģents „Scharlau”, analītiski tīrs

10 % šķīdumu pagatavo, ņemot 10 mL koncentrētā reāģenta un atšķaida ar destilētu ūdeni 100 mL mērkolbā.

- 96% etanols, „Farma Balt”, analītiski tīrs

Parauga sagatavošana:

Nosver 2,5 g auga parauga ar precizitāti $\pm 0,01$ g, kvantitatīvi pārnes 250 mL koniskajā kolbā un aplej ar 50 mL 50 % etanola. Iegūto suspensiju 1 stundu maisa uz magnētiskā maisītāja pie 60 °C temperatūras, tad atdzesē un nofiltrē. Iegūto filtrātu uzglabā ledusskapī (temp. $8\pm 1^\circ\text{C}$) un izmanto fenola savienojumu noteikšanai.

Darba gaita:

a) Kalibrēšanas taisnes iegūšana:

1 mL galluskābes standartšķīduma pievieno 5 mL svaigi pagatavota 10% Folina-Čikolto šķīduma un 4 mL 7,5% nātrija karbonāta šķīduma. Ātrāk vai lēnāk veidojas zils krāsojums. Salīdzināšanas šķīduma pagatavošanai galluskābes vietā ņem destilētu ūdeni. Absorbciju mēra pēc 30 minūtēm ($\lambda=765$ nm, $b=1$ cm)

b) Kopējo fenola savienojumu satura noteikšana augu ekstraktos:

Iemēra pa 1 mL iepriekš pagatavotos augu ekstraktus, kas atšķaidīti ar 50% etanolu, pievieno 5 mL 10% Folina-Čikolto šķīduma un 4 mL 7,5% nātrija karbonāta šķīduma un pēc 30 minūtēm mēra absorbciju.

Rezultātus skat. 3.6. nodaļā

2.6. Antiradikālās aktivitātes (ARA) noteikšana

Izmantotās vielas:

- 1,1-difenil-2-pikrilhidrazils, „Sigma-Aldrich”, analītiski tīrs
- 96% metanols, „Farma Balt”, analītiski tīrs

Izmantotie trauki, iekārtas:

- 100 mL mērkolba, A klase
- Analītiskie svāri Precisa XB 220A, precizitāte $\pm 0,0001$ g
- 1 cm stikla kivetes
- Spektrofotometrs UVIKON 930, precizitāte $\pm 0,0001$
- 10 mL mēģenes

Radikāļa šķīduma pagatavošana:

Difenilpikrilhidrazila (DFPH) radikāļa šķīduma pagatavošanai 4 mg vielas izšķīdina 100 mL mērkolbā 96 % etanolā ($\lambda=517$ nm, $b=1$ cm)

Darba gaita:

Lai noteiktu kontroles absorbciju (A_0), ņem 3,6 mL pagatavotā radikāļa šķīdumu un 0,3 mL 96 % etanola. Mēra absorbciju pie noteiktā viļņu garuma.

Par salīdzināšanas šķīdumu izmanto 50% etanolu, kas ir vide, kurā tiek atšķaidīti analizējamie paraugi).

Analīzes veikšanai ņem 3,6 mL radikāļa šķīdumu, kam pievieno 0,3 mL augu ekstrakta šķīdumu, samaisa un pēc 10, 15 vai 20 minūtēm nosaka absorbciju (A_p).

Rezultātus skat. 3.7. nodaļā

2.7. Askorbīnskābes noteikšana ar joda metodi

Izmantotās iekārtas, trauki:

- Laboratorijas svāri Kern 440-33, precizitāte $\pm 0,01$ g
- Analītiskie svāri Precisa XB 220A, precizitāte $\pm 0,0001$ g
- Magnētiskais maisītājs
- 250 mL koniskās kolbas, B klase
- 100 mL mērcilindrs B klase, precizitāte ± 2 mL
- 150 mL vārglāze, B klase
- 25 mL birete, A klase, precizitāte $\pm 0,05$ mL

Reaģenti:

- Skābeņskābe, „Penta”, analītiski tīrs

6 % šķīduma pagatavošanai ņem 60 g skābeņskābes un izšķīdina 1000 mL mērkolbā, ar destilētu ūdeni uzpilda līdz atzīmei

- Jods I_2 , „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

Lai pagatavotu 0,05 M I_2 šķīdumu, ņem 6,35 g joda uz 1 L ūdens, pievieno 20 g KI, darba šķīdums 0,005 M šķīdums (0,05 M šķīdumu atšķaida 10 reizes)

- Cietes, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

1% šķīduma pagatavošanai ņem 5 g cietes, ko izšķīdina 100 mL auksta ūdens un ieauc 400 mL vāroša destilēta ūdens

- Askorbīnskābe, „Sigma Aldrich”, analītiski tīrs

Standartšķīduma pagatavošanai precīzi nosver 40 mg askorbīnskābes un izšķīdina 100 mL 6% skābeņskābes šķīdumā

Darba gaita:

Ņem 25 mL askorbīnskābes standartšķīduma un pievieno 2 mL 1% cietes šķīduma, liek uz magnētiskā maisītāja un titrē ar 0,005 M I₂ šķīdumu. Novēro krāsas maiņu. Pieraksta izlietotā I₂ šķīduma daudzumu. Eksperimentu atkārto trīs reizes.

Precīzi iesver 25 g iepriekš sasmalcināta parauga 150 mL vārglāzē, pievieno 40 mL 6% skābeņskābes šķīdumu, samaisa un kvantitatīvi pārnes 100 mL cilindrā un uzpilda līdz atzīmei, nofiltrē.

Ņem 10 mL filtrāta pievieno 2 mL 1 % cietes šķīduma, liek uz magnētiskā maisītāja un titrē ar 0,005 M I₂ šķīdumu. Novēro krāsas maiņu, kas 30 sekunžu laikā neizzūd. Pieraksta izlietotā I₂ šķīduma daudzumu. Eksperimentu atkārto trīs reizes.

Rezultātus skat. 3.8. nodaļā.

2.8. Izmantotās formulas rezultātu matemātiskai apstrādei

Lai iegūtos absorbcijas mērījumus un noteikšanu rezultātus varētu apstrādāt, tika izmantotas sekojošās formulas.

1) standartnovirzes aprēķina formula:

$$S_n = \sqrt{\frac{(x_{vid.} - x_i)^2}{n-1}} \quad (5.)$$

kur S_n - standartnovirze;
 x_i – aprēķinātie rezultāti;
 $x_{vid.}$ - mērījumu vidējā vērtība;
 n - mērījumu skaits

2) drošības intervāls

$$\Delta x = \frac{t \cdot S_n}{\sqrt{n}} \quad (6.)$$

kur t - Stjudenta koeficients (ja $p=0,95$ un $n=3$, tad $t=4,3027$) [35.]

3.REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS

3.1. Tieši reducējošo cukuru saturs dārzeņos

Rezultātu apstrāde:

Nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumu v (mL), kas atbilst tieši reducējošo cukuru masai, aprēķina šādi:

$$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = v_t - v_g \text{ [mL]} \quad (7.)$$

kur v_g - 0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpums, kas izlietots galvenajā mēģinājumā pirms inversijas, mL

v_t - 0,1 M nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpums, kas izlietots tukšajā mēģinājumā pirms inversijas, mL

Tilpumu $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ izmanto, lai no 3.1. tabulas atrastu reducējošo cukuru masu, kas attiecas uz ņemto parauga šķīduma tilpumu (25 mL). No tabulas atrastā masa (mg), ņemot vērā atšķaidīšanu un parauga iesvaru, dod iespēju aprēķināt reducējošo cukuru saturu paraugā (aprēķināt kā invertcukuru) pirms inversijas Z_{pirms} . Cietiem paraugiem izsaka masas daļas veidā (%) jeb g/ 100 g.

3.1. tabula

Glikozes un fruktozes masas noteikšana parauga šķīdumā

V (Na ₂ S ₂ O ₃), mL	I		V (Na ₂ S ₂ O ₃), mL	I	
	mg	Δ		mg	Δ
1	2,4	2,4	13	33,0	2,7
2	4,8	2,4	14	35,7	2,8
3	7,2	2,5	15	38,5	2,8
4	9,7	2,5	16	41,3	2,9
5	12,2	2,5	17	44,2	2,9
6	14,7	2,5	18	47,1	2,9
7	17,2	2,5	19	50,0	3

3.1.tabulas turpinājums

8	19,8	2,6	20	53,0	3
9	22,4	2,6	21	56,0	3,1
10	25,0	2,6	22	59,1	3,1
11	27,6	2,7	23	62,2	
12	30,3	2,7			

I Glikoze un fruktoze kā invertcukurs: $C_6H_{12}O_6$

Δ - starpība līdz nākamajai vērtībai

Aprēķina piemērs:

Tieši reducējošo cukuru aprēķins paraugam Nr. 2 (ķirbis).

Tukšajā paraugā izlietotais tiosulfāta tilpums $V=24,95$ mL. Galvenajā paraugā izlietotais tiosulfāta tilpums $V=12,05$ mL. Pēc 7.vienādojuma aprēķina tiosulfāta starpību.

$$V_{\Delta tios.} = 24,95 - 12,05 = 12,90 \text{ mL}$$

No 3.1. tabulas ekstrapolējot, nosaka atbilstošo cukuru masu.

$$m = \frac{9}{10} \cdot 2,7 \mid 30,3 = 32,73 \text{ mg}/25 \text{ mL}$$

Tieši reducējošo cukuru saturu izsaka g/100 g parauga.

$$m = \frac{32,73 \cdot 4 \cdot 10}{1000} = 1,31 \text{ g}/100 \text{ g}$$

Iegūtos rezultātus attēlo tabulā.

3.2.tabula

Tieši reducējošo cukuru saturs (g/100 g)

N.p.k.	Paraugšs	Izlietotais $V(tios)$, mL	Aprēķinātais $V(\Delta)$, mL	Atbilstošā masa, m mg(25mL)	m , g/100g
1.	Selerija	7,75	17,20	44,78	1,79
2.	Ķirbis	12,05	12,90	32,73	1,31
3.	Redīss	7,85	17,10	44,49	1,78
4.	Rācenis	15,50	9,45	23,57	4,71
5.	Burkāns	13,25	11,70	29,49	5,90
6.	Rutks	10,10	14,85	38,08	7,62
7.	Kāposts	14,90	10,05	25,13	5,03
8.	Biete	17,65	7,30	17,95	0,72

Pēc tabulas var secināt, ka lielākais glikozes un fruktozes saturs ir rutkā ($m=7,62\text{g}$), kā arī burkānā ir daudz glikozes un fruktozes ($m=5,90\text{g}$). Literatūras datos nav skaidri definēts glikozes un fruktozes saturs šiem dārzeņiem, bet doti dati fruktozes saturam bietēs (0,16 %) un burkānos (0,85 %).

3.2. Kopējo reducējošo cukuru saturs dārzeņos

Rezultātu apstrāde:

Nātrija tiosulfāta standartšķīduma tilpumu v (mL), kas atbilst kopējai reducējošo cukuru masai, aprēķina pēc 7.vienādojuma.

Iegūtais tilpums no 3.1. tabulas izmanto, lai nolasītu reducējošo cukuru masu, un tā attiecas uz reducēšanai ņemtā parauga šķīduma tilpumu (25 mL). No atrastās masas aprēķina reducējošo cukuru saturu pēc inversijas $Z_{pēc}$, izteiktu kā invertcukuru. $Z_{pēc}$ – kopējais invertcukurs (glikozes, fruktozes un invertcukura summa).

Saharozes saturs Z_g [g/100 g] izrēķināms pēc vienādojuma:

$$Z_s = (Z_{pēc} - Z_{pirms}) \cdot 0,95 \quad (8.)$$

kur $Z_{pēc}$ – kopējais invertcukurs pēc inversijas, g/100 g

Z_{pirms} – tieši reducējošie cukuri pirms inversijas, g/100 g

$(Z_{pēc} - Z_{pirms})$ - invertcukurs

0,95- pārrēķināšanas koeficients no 2 mol monosaharīda un 1 mol disaharīda

Aprēķina piemērs: paraugs Nr.2. (ķirbis)

Tukšajā paraugā tika izlietots 24,95 mL nātrija tiosulfāta šķīdums.

Ķirbim izlietotais tiosulfāta tilpums= 15,45 mL.

$$\Delta V_{tios.} = 24,95 \text{ mL} - 15,45 \text{ mL} = 9,50 \text{ mL}$$

No iegūtās tiosulfāta starpības no 3.1. tabulas nosaka cukuru masu, kas atbilst 25 mL analizējamā parauga.

$$m = \frac{1}{2} \cdot 2,6 + 22,4 = 23,70 \text{ mg} / 25 \text{ mL}$$

Kopējo reducējošo cukuru saturu izsaka g/100 g parauga.

$$m = \frac{23,70 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 4}{1000} = 3,79 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

Iegūtos datus attēlo 3.3. tabulā.

No noteikto tiešo un kopējo reducējošo cukura saturs, var aprēķināt saharozes saturu analizējamajos dārzeņos.

Saharozes saturu aprēķina pēc 8.vienādojuma.

$$m_{\text{sah.}} = (m_{\text{Kop.red.}} - m_{\text{T.red.}}) \cdot 0,95 = (3,79 - 1,31) \cdot 0,95 = 2,36 \text{ g}/100 \text{ g}$$

Dati redzami 3.4.tabulā

3.3.tabula

Kopējo reducējošo cukuru saturs (g/100 g)

<i>N.p.k.</i>	<i>Paraugs</i>	<i>Izlietotais V(tios),mL</i>	<i>Aprēķinātais V(Δ),mL</i>	<i>m, mg(25 mL)</i>	<i>m, g/100g</i>
1.	Selerija	10,00	14,95	38,36	6,14
2.	Ķirbis	15,45	9,50	23,70	3,79
3.	Redīss	13,70	11,25	28,28	4,52
4.	Rācenis	4,80	20,15	53,45	8,55
5.	Burkāns	16,05	8,90	22,14	3,54
6.	Rutks	5,55	19,40	51,20	8,19
7.	Kāposts	12,80	12,15	30,71	4,91
8.	Biete	5,85	19,10	50,30	20,12

Pēc rezultātiem var secināt, ka lielākais kopējo reducējošo cukuru saturs ir bietēs (m=20,12g). To var skaidrot ar cukura spēju veidoties invertcukurā. Kopējo reducējošo cukuru saturs ir ļoti plašā robežās, dārzeņi var būt ļoti saldi vai arī bez salduma.

3.4.tabula

Saharozes saturs dārzeņos (g/100 g)

<i>N.p.k.</i>	<i>Paraugs</i>	<i>m(sah),g</i>
1.	Selerija	4,13
2.	Ķirbis	2,36
3.	Redīss	2,61
4.	Rācenis	3,65
5.	Burkāns	2,24
6.	Rutks	0,55
7.	Kāposts	0,11
8.	Biete	18,43

Saharozes saturs lielākais ir bietē (m=18,43 g), salīdzinot ar literatūras datiem (saturs ir 7,1 %), rezultāts ir lielāks. Cukuri ar laiku pāriet invertcukuru veidā, palielinās saharozes saturs. Burkāna saturs (m=2,24 g) salīdzinot ar literatūras datiem (saturs ir 6,4 %) ir mazāks.

Ne visiem dārzeņiem literatūrā ir doti dati, bet pēc tabulām var redzēt, ka cukuru saturs ir ļoti dažāds un ir atkarīgs no dažādiem faktoriem.

3.3. Cietes saturs analizējamos dārzeņos

Rezultātu apstrāde:

Cietes masas daļu procentos (W) aprēķina pēc formulas:

$$W = \frac{(250-2) \cdot 50 \cdot 100 \cdot a}{20 \cdot 25 \cdot 10} = 248 \cdot a, \quad (9.)$$

kur (250-2)- hidrolizāta tilpums, ņemot vērā nogulsnes, mL

25- neitralizācijai un olbaltumvielu izgulsnēšanai ņemtā filtrāta tilpums, mL

50- filtrāta tiplums pēc olbaltumvielu izgulsnēšanas, mL

20- parauga iesvars, g

10- hidrolizāta tilpums, ko izmanto reakcijai ar Fēlinga šķīdumu, mL

a- 0,1 N nātrija tiosulfātam atbilstošā cietes masa, ko atrod pēc tabulas, g

3.5. tabula

0,1 N nātrija tiosulfāta tilpumam atbilstošā cietes masa

$V_{Na_2S_2O_3}$ 0,1 N, mL	Atbilstošā cietes masa, mg	$V_{Na_2S_2O_3}$ 0,1 N, mL	Atbilstošā cietes masa, mg
1	2,8	11	32,3
2	5,6	12	35,4
3	8,4	13	38,6
4	11,3	14	41,8
5	14,2	15	45,0
6	17,1	16	48,3
7	20,1	17	51,0
8	23,1	18	54,9
9	26,1	19	58,2
10	29,2	20	61,6

0,1 N nātrija tiosulfāta šķīduma tilpumu (X_1) mL aprēķina pēc formulas:

$$X_1 = \frac{k \cdot (v - v_0) \cdot 100}{20} \quad (10.)$$

kur k- 0,1 N nātrija tiosulfāta titra koriģēšanas koeficients

v- kontroles titrēšanā izlietotais 0,1 N nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, mL

v₁- parauga hidrolizāta titrēšanā izlietotais 0,1 N nātrija tiosulfāta šķīduma tilpums, mL

100- parauga hidrolizāta atšķaidījuma tilpums pēc vārīšanas, mL

20- titrējamā šķīduma tilpums, mL

Titra koriģēšanas koeficients- k=0,9877

Aprēķina piemērs: cietes saturs bietēs

Tukšajā mēģinājumā izlietotais nātrija tiosulfāta V=5,35 mL.

Aprēķinātais tiosulfāta tilpums:

$$X_1 = \frac{0,9877 \cdot (5,35 - 2,25) \cdot 100}{20} = 3,46 \text{ mL}$$

Atbilstošās cietes masu nosaka pēc 3.5.tabulas datiem.

Aprēķinātā masa m= 46,12 mg

Masas daļu aprēķina:

$$W(\%) = 248 \cdot a = 248 \cdot \frac{46,12}{1000} = 11,43776 \approx 11,44 \%$$

3.6.tabula

Cietes saturs masas daļas procentos (%)

N.p.k.	Paraugs	Izlietotais V _{Na2S2O3} ,mL	X ₁ , 0,1M V _{Na2S2O3} ,mL	Atbilstošā cietes m,mg	W %
1.	Kāposts	4,65	3,46	9,48	2,35
2.	Redīss	5,00	1,73	4,13	1,03
3.	Ķirbis	4,80	2,72	7,19	1,78
4.	Rācenis	4,60	3,70	10,24	2,54
5.	Rutks	4,05	6,42	18,64	4,62
6.	Burkāns	4,10	6,17	17,87	4,43
7.	Biete	2,25	15,31	46,12	11,44
8.	Selerija	3,45	9,38	27,80	6,89

Cietes saturs ir ļoti dažāds. Visvairāk tas sastopams bietēs (W=11,44 %), kā arī selerijas saknēs (W=6,89 %). Ciete ir viens no polisaharīdiem un produktos ir pavadonis saharozei, glikozei un fruktozes. Tas skaidrojams ar to, ka gan ciete, gan cukuri ir invertējami.

3.4. Pektīnu saturs analizējamās dārzeņos

Rezultātu apstrāde:

Pektīnu saturu P izsaka ar galakturonskābes masas daļu pektīnus saturošā pārtikas produktos, mg/kg, aprēķina pēc formulas:

$$W_{GA} \left[\frac{\text{mg}}{100 \text{ g}} \right] = \frac{\gamma_{GA} \cdot 100}{2}, \quad (11.)$$

kur γ_{GA} – galakturonskābes monohidrāta masas koncentrācija filtrātā, $\mu\text{g/mL}$ (iegūst no graduēšanas taisnes)

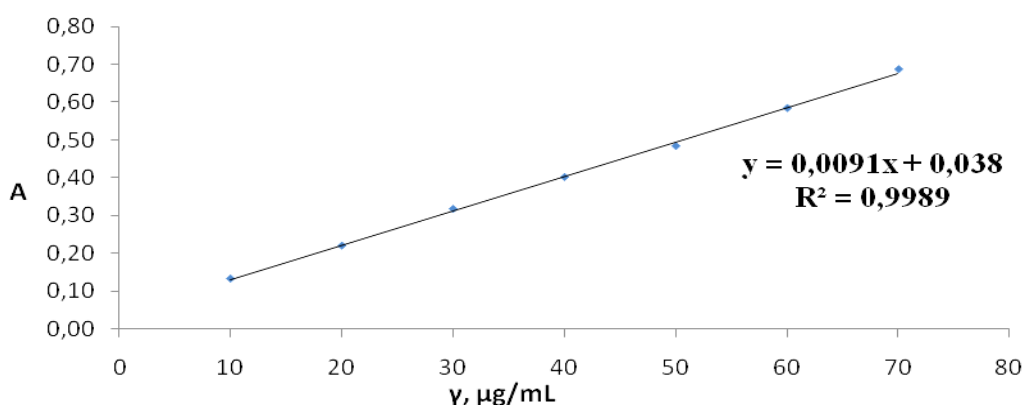
100- pārrēķina koeficients uz kg uz mg pektīnvielas (GA)

2- pektīnu saturoša pārtikas produkta masa, g

3.7.tabula

Galakturonskābes kalibrēšanas dati

N.p.k.	γ , $\mu\text{g/mL}$	Absorbciija A
1.	10	0,1322
2.	20	0,2194
3.	30	0,3165
4.	40	0,4008
5.	50	0,4826
6.	60	0,5830
7.	70	0,6858



3.1.att. Galakturonskābes kalibrēšanas grafiks

No kalibrēšanas taisnes nosaka dārzeņu galakturonskābes koncentrāciju (γ , $\mu\text{g/mL}$).

Aprēķina piemērs:

Burkāna absorbcija $A=0,7774$. Lai noteiktu koncentrāciju, izsaka to kā x vērtību:

$$\gamma = \frac{A - 0,038}{0,0091} \quad (12.)$$

kur A - parauga absorbcija

γ - galakturonskābes koncentrācija

No tā seko, ka burkāna GA koncentrācija ir:

$$\gamma = \frac{0,7774 - 0,038}{0,0091} = 81,2527 \approx 81,25 \mu\text{g/mL}$$

Aprēķināto koncentrāciju ievieto 11. vienādojumā. Iegūst GA saturu uz 100 g dārzena parauga.

$$W = \frac{81,24 \cdot 100}{2} = 4062,1 \mu\text{g}/2 \text{ g} \cdot 50 = \frac{203104,4 \mu\text{g}/100 \text{ g}}{1000} = 203,1 \approx 203,10 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

3.8.tabula

Pektīnu saturs dārzeņos (mg/ 100 g)

N.p.k.	Paraugs	Absorbcija A	γ , $\mu\text{g/mL}$	w(GA),mg/100 g	w \pm Δ w (GA),mg/100 g
1.	Burkāns	0,7773	81,24	203,10	203,10 \pm 0,02
		0,7772	81,23	203,08	
		0,7773	81,24	203,10	
2.	Rācenis	0,3181	30,78	76,95	76,95 \pm 0,00
3.	Rutks	0,4530	45,60	114,01	114,03 \pm 0,02
		0,4531	45,62	114,04	
		0,4531	45,62	114,04	
4.	Redīss	0,3660	36,04	90,11	90,07 \pm 0,04
		0,3658	36,02	90,05	
		0,3658	36,02	90,05	
5.	Kāposts	0,0899	7,83	19,57	19,55 \pm 0,03
		0,0897	7,81	19,52	
		0,0898	7,82	19,55	
6.	Biete	0,9155	82,88	207,20	207,19 \pm 0,02
		0,9154	82,87	207,18	
		0,9154	82,87	207,18	
7.	Ķirbis	0,2982	26,76	66,91	66,93 \pm 0,03
		0,2984	26,78	66,95	
		0,2983	26,77	66,93	

8.	Selerija	0,4305	38,79	193,95	193,94±0,04
		0,4305	38,79	193,95	
		0,4304	38,78	193,91	

Pēc rezultātiem var spriest, ka visvairāk pektīna ir burkānos (203,10 ± 0,02 mg/100g), sarkanajās bietēs (207,19 ± 0,02 mg/100g) un selerijās (193,94±0,04 mg/100 g). Šie dārzeņi ir tie, kas ir vissulīgākie un paātrina vēdera izeju.

Salīdzināšanai dati ir ļoti dažādi. Literatūrā pektīnu saturs bietēs ir 4,8-7,2 %, kāpostos- 4,6 %, redīsos- 10,3-11,8 %, ķirbjos- 4,8-12,8 %, bet burkānos- 2,4- 4,8%.

Ar MS EXEL programmu aprēķinātās kļūdas ir ļoti nelielas.

3.6. Nešķīstošo šķiedrvielu saturs dārzeņos

Nešķīstošo šķiedrvielu savienojumu masu iegūst, nosverot uz filtrpapīra nešķīstošās nogulsnes pēc pektīna šķīdināšanas. Masu aprēķina pēc formulas:

$$m_{\text{nešķīst. šķiedras}} = m_{\text{filtrpap. + nog.}} - m_{\text{filtrpap.}} \quad (13.)$$

kur $m_{\text{filtrpap. + nog.}}$ – filtrpapīra un nogulsņu masa, g
 $m_{\text{filtrpap.}}$ – filtrpapīra masa, g

Aprēķina piemērs:

Selerija $m_{\text{nešķīst. šķiedras}} = 0,6612 - 0,5370 = 0,1242 \text{ g} / 2 \text{ g} = 6,2100 \text{ g} / 100 \text{ g}$

3.8.tabula

Nešķīstošo šķiedrvielu sastāvs g/100 g analizējamā parauga

N.p.k.	Paraugs	m, g
1.	Selerija	6,2100
2.	Ķirbis	3,9100
3.	Biete	6,5500
4.	Kāposts	3,7400
5.	Rācenis	1,7850
6.	Burkāns	1,9750
7.	Redīss	3,4750
8.	Rutks	3,4650

Celuloze ir viena no nešķīstošo šķiedrvielu sastāvdaļām. Augsts nešķīstošo šķiedrvielu saturs ir bietēs (m=6,55 g). Celulozes saturs sarkanajās bietēs pēc literatūras

datiem ir 0,9 %. Selerijas saknes šķiedru saturs ir 6,21 g, pēc literatūras celulozes saturs selerijai ir 1,0 %. Burkānos noteiktais šķiedru saturs ir 1,975 g, literatūras datos celuloze ir 1,2 %. Kāpostos nešķīstošo šķiedru sastāvs ir 3,74 g, literatūrā celuloze ir 1,6%.

3.7. Kopējo fenolu savienojumu saturs dārzeņos

Rezultātu apstrāde:

Kopējo fenola savienojumu saturu ekstraktā izsaka galluskābes ekvivalentos (GSE) pēc formulas:

$$C = a \cdot \gamma \cdot \left(\frac{V}{m}\right) \cdot 100, \quad (14.)$$

kur C- kopējais fenola savienojumu saturs augos, GSE mg/100 g auga

a- Ekstrakta atšķaidījums, reizes

γ - kopējā fenola savienojuma masas koncentrācija pēc kalibrēšanas taisnes, mg/mL

V- etanola tilpums, mL

m- parauga masa, g

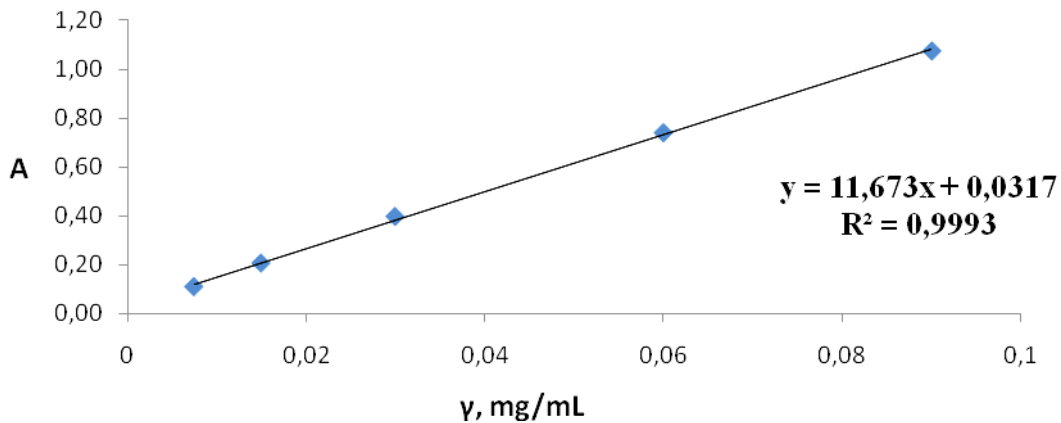
100- reizinātājs, lai kopējo fenola savienojumu saturu izteiktu mg/100 g auga

Kalibrēšanas taisnes iegūšanai izmanto galluskābes standartšķīdumus ar dažādām koncentrācijām 0,0075, 0,0015, 0,03, 0,06, 0,09 mg/mL. Pēc iegūtajiem datiem (skat.3.9.tab.) konstruē kalibrēšanas taisni. (skat. 3.2.att)

3.9.tabula

Galluskābes kalibrēšanas dati

N.p.k.	γ , mg/mL	Absorbciija A
1.	0,0075	0,1084
2.	0,015	0,2049
3.	0,03	0,3957
4.	0,06	0,7387
5.	0,09	1,0744



3.2.att. Galluskābes kalibrēšanas taisne

No iegūtās kalibrēšanas taisnes vienādojuma analizējamiem paraugiem aprēķina galluskābes koncentrāciju.

Aprēķina piemērs: Ķirbis

Nomērīto absorbciju izmanto, lai no kalibrēšanas taisnes izteiktu burkāna fenola koncentrāciju.

$$\gamma = \frac{0,0731 - 0,0317}{11,673} = 0,0035 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$$

Iegūto koncentrāciju ievieto 14.vienādojumā, lai aprēķinātu fenola saturu dārzeņos.

$$C = 1 \cdot 0,0035 \cdot \frac{50}{2} \cdot 100 = 0,07 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

Veikti 3 mērījumi un var aprēķināt drošības intervālu pēc 6.vienādojuma.

$$\Delta C = \frac{4,3027 \cdot \sqrt{\frac{1}{(3-1)} \cdot (8,90 - 8,87)^2}}{\sqrt{3}} = 0,05016 \approx 0,05 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

Katram mērījumam ir atšķirīga kļūda, ņem vidējo rezultātu. Ķirbja fenola savienojuma saturs ir $8,90 \pm 0,05 \text{ mg}/100 \text{ g}$.

Dati apkopoti tabulā.

3.10.tabula

Fenolu koncentrācija un saturs dārzeņos (mg/100 g)

N.p.k.	Paraugs	Absorbcija A	γ , mg/mL	C,GSE mg/100 g	$C \pm \Delta C$,GSE mg/100 g
1.	Rutks	0,3429	0,0322	80,41	80,39 \pm 0,02
		0,3428	0,0322	80,39	
		0,3428	0,0322	80,39	

3.10.tabulas turpinājums

2.	<i>Rācenis</i>	0,1436	0,0146	36,59	36,59 ± 0,00
3.	<i>Burkāns</i>	0,2017	0,0197	49,36	49,37 ± 0,02
		0,2018	0,0198	49,38	
		0,2017	0,0197	49,36	
4.	<i>Redīss</i>	0,2352	0,0227	56,73	56,74 ± 0,02
		0,2353	0,0227	56,75	
		0,2353	0,0227	56,75	
5.	<i>Selerija</i>	0,2339	0,0173	43,31	43,33 ± 0,03
		0,234	0,0173	43,33	
		0,2341	0,0173	43,35	
6.	<i>Ķirbis</i>	0,0731	0,0035	8,87	8,90 ± 0,03
		0,0733	0,0036	8,91	
		0,0733	0,0036	8,91	
7.	<i>Biete</i>	1,0572	0,0879	219,63	219,65 ± 0,02
		1,0573	0,0879	219,65	
		1,0573	0,0879	219,65	
8.	<i>Kāposts</i>	0,1753	0,0123	30,75	30,78 ± 0,03
		0,1754	0,0123	30,78	
		0,1755	0,0123	30,80	

Fenola savienojumu saturs lielāks bietē (219,65 ± 0,02) mg/100 g. To var skaidrot ar bietes spēju saistīt radikāļus, ko 3.8. nodaļā tālāk grafiski attēlo.

3.8. Antiradikālās aktivitātes noteikšana dārzeņu ekstraktos

Lai noteiktu antiradikālo aktivitāti, mēra absorbciju analizējamiem paraugiem laikā. Absorbcija katram produktam mainās dažādi, dažiem ātrāk, dažiem nepieciešams ilgāks laika periods.

Antiradikālo aktivitāti ietekmē dārzeņos esošo fenola savienojumu saturs.

Rezultātu apstrāde:

ARA aprēķina procentos, izsakot, cik liela daļa no radikāļa ir izreaģējusi ar augu ekstraktu pēc formulas:

$$ARA = \left(\frac{A_r - A_p}{A_p} \right) \cdot 100 \quad (15.)$$

kur A_0 - izmantojamā radikāļa šķīduma kontroles absorbcija

A_p - analizējamā parauga šķīduma absorbcija

3.11.tabula

Paraugu absorbcijas samazināšanās dati laikā

	Selerija	Ķirbis	Biete	Kāposts	Rutks	Rācenis	Redīss	Burkāns
Laiks,min	A	A	A	A	A	A	A	A
0	1,1744	1,1744	1,1744	1,1744	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
5	1,1651	1,1719	1,0580	1,1729	1,0793	1,0698	1,0927	1,1191
10	1,1388	1,1679	0,9303	1,1619	1,0389	1,0624	1,0770	1,1028
15	1,1031	1,1577	0,8850	1,1534	1,0276	1,0371	1,0441	1,0772
20	1,0899	1,1506	0,8167	1,1454	0,9355	1,0005	1,0344	1,0246

Šos datus ievieto 15.vienādojumā, lai aprēķinātu ARA vērtību

Aprēķina piemērs:

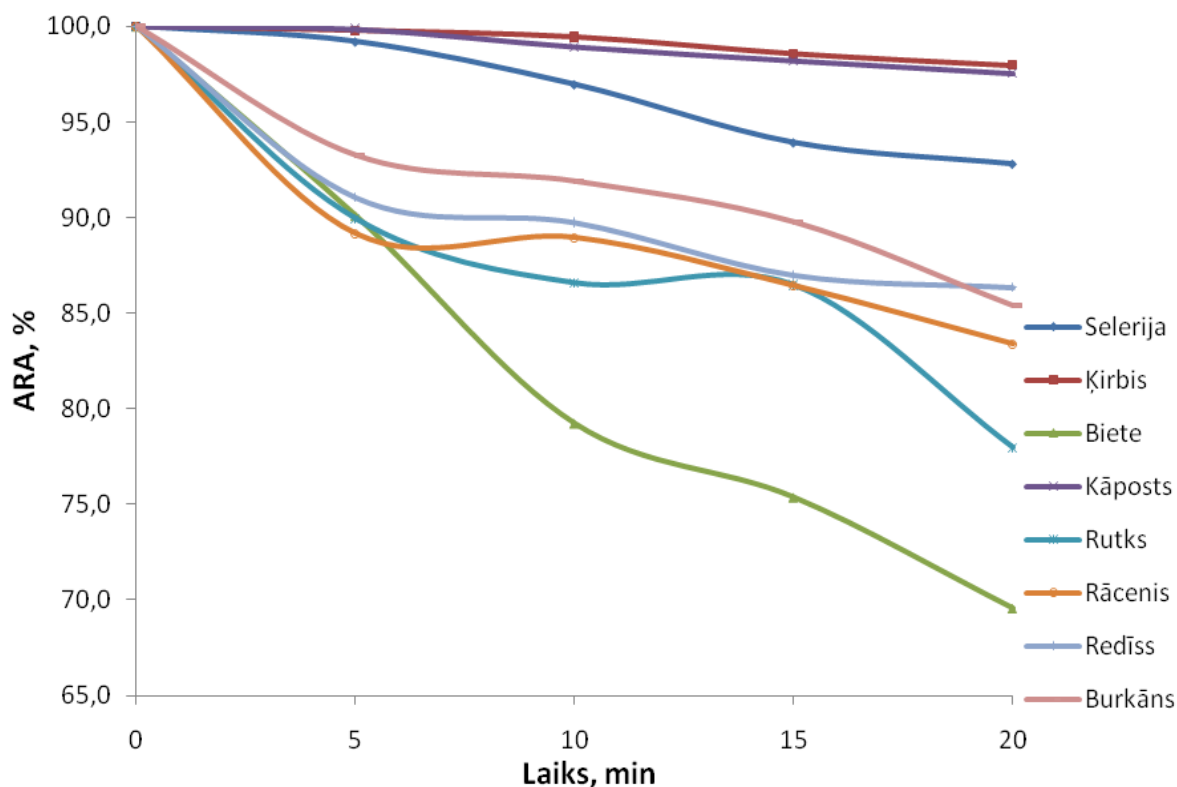
Selerijas ARA pēc 5 minūtēm: $ARA = \frac{1,1744 - 1,1651}{1,1744} \cdot 100 = 0,79189 \approx 0,79 \%$

Tik daudz radikāļa ir izreaģējis pēc 5 minūtēm, aprēķina pie katra laika ARA vērtību. Dati apkopoti tabulā un attēloti grafiski, cik daudz radikālis analizējamā paraugā vēl nav izreaģējis.

3.12.tabula

Antaradikālās aktivitātes samazināšanās dārzeņu ekstraktiem

	Selerija	Ķirbis	Biete	Kāposts	Rutks	Rācenis	Redīss	Burkāns
Laiks,min	ARA %	ARA %	ARA %	ARA %	ARA %	ARA %	ARA %	ARA %
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5	99,2	99,8	90,1	99,9	89,9	89,2	91,1	93,3
10	97,0	99,4	79,2	98,9	86,6	88,9	89,8	91,9
15	93,9	98,6	75,4	98,2	86,5	86,4	87,0	89,8
20	92,8	98,0	69,5	97,5	78,0	83,4	86,4	85,4



3.3.att Antiradikalās aktivitātes samazināšanās laikā

Pēc grafika var redzēt sakarību, ka dārzeņiem ar augstāko fenola savienojumu saturu ir labāka spēja saistīt radikāli.

Līdzīgi kā fenola savienojumos, laba ARA ir sarkanajai bieteī un rutkam.

3.9. Askorbīnskābes (C vitamīna) saturs dārzeņos

Aprēķinu formula:

$$C = 400 \cdot \frac{V_p}{V_{st}}, \quad (16.)$$

kur C- askorbīnskābes daudzums, mg/100 g parauga,

400- koeficients,

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

V_{st} – izlietotais 0,005 M I_2 šķīduma daudzums 25 mL standartšķīduma titrēšanai.

Aprēķina piemērs: Rutks

Standartšķīduma titrēšanā izlietotais joda tilpums $V=23,77$ mL.

Paraugā izlietotais joda tilpums $V=2,04$ mL

Askorbīnskābes saturs: $C = 400 \cdot \frac{2,04}{23,77} = 34,3290 \approx 34,33 \text{ mg}/100 \text{ g}$

Tā kā veiktas trīs titrēšanas, var aprēķināt drošības intervālu, izmantojot formulas no 2.8. nodaļas.

$$S_n = \sqrt{\frac{1}{(3-1)} \cdot (33,99 - 34,33)^2} = 0,32$$

$$\Delta C = \frac{4,3027 \cdot 0,32}{\sqrt{3}} = 0,79$$

Katrai titrēšanai ir sava kļūda, ņem vidējo vērtību. No tā izriet, ka rutkam askorbīnskābes saturs $C \pm \Delta C = (33,99 \pm 0,46)$ mg/100 g

3.13.tabula

C vitamīna saturs mg/100 g

N.p.k.	Paraugs	Izlietotais $V_{Na_2S_2O_3}, mL$	Askorbīnskābe, mg/100 g	Askorbīnskābe $\pm\Delta$, mg/100 g
1.	<i>Redīss</i>	1,38	23,22	23,33 \pm 0,26
		1,40	23,56	
		1,38	23,22	
2.	<i>Kāposts</i>	0,48	8,08	8,30 \pm 0,26
		0,50	8,41	
		0,50	8,41	
3.	<i>Rācenis</i>	1,12	18,85	18,62 \pm 0,20
		1,10	18,51	
		1,10	18,51	
4.	<i>Rutks</i>	2,04	34,33	33,99 \pm 0,46
		2,00	33,66	
		2,02	33,99	
5.	<i>Ķirbis</i>	0,30	5,05	5,38 \pm 0,40
		0,34	5,72	
		0,32	5,38	
6.	<i>Selerija</i>	0,48	8,08	7,85 \pm 0,26
		0,46	7,74	
		0,46	7,74	
7.	<i>Burkāns</i>	0,36	6,06	6,06 \pm 0,40
		0,38	6,39	
		0,34	5,72	

3.13.tabulas turpinājums

8.	<i>Biete</i>	1,00	16,83	16,72 ± 0,20
		0,98	16,49	
		1,00	16,83	

Lielākais C vitamīna saturs ir rutkā ($33,99 \pm 0,46$) mg/100 g. Ruktu izmanto ziemā saaukstēšanās gadījumā kopā ar medu. To var skaidrot ar C vitamīna saturu rutkā, kas darbojas kā antioksidants un uzlabo veselības stāvokli. Pavasarī redīsos ir arī liels C vitamīna saturs ($23,33 \pm 0,26$) mg/100 g. To var lietot dažādos salātos un uzņemt arī C vitamīnu.

Literatūrā dotas C vitamīna saturs rutkā un redīsā (20 mg/100 g), kāpostos (30 mg/100 g). Analizējot šos dārzeņus, rutkā C vitamīna saturs ir lielāks, redīsā- ļoti tuvs literatūras datiem. Kāpostos vitamīna saturs ir daudz mazāks, jo tas zaudējis to ilgās ziemas laikā.

SECINĀJUMI

1. Dārzeni cilvēka uzturā ieņem nozīmīgu vietu, jo to sastāvā ir ciete, cukuri, pektīni, nešķīstošās šķiedrvielas, fenola savienojumi, vitamīni u.c. vielas, kas nosaka dārzeņu uzturvērtību.
2. Dārzeņu sastāva izvērtēšanai var izmantot sekojošas analītiskās metodes: titrimetriskās, gravimetriskās, hromatogrāfiskās un spektrofotometriskās metodes.
3. Dārzeni ir labs uzturlīdzeklis- ar to var uzņemt daudzas organismam nepieciešamās vielas, sarkanā biete ir uzskatāma par ogļhidrātu, pektīna, nešķīstošo šķiedrvielu un fenola savienojumu avotu, selerijas- par ogļhidrātu, šķiedrvielu un pektīnu avotu, rutks izceļas ar paaugstinātu C vitamīna saturu un burkāns- ar pektīnu saturu.
4. Iegūtie rezultāti atšķiras no literatūrā dotajiem datiem, jo dārzeni ir mazāk pētīti kā augļi un ogas.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. **Rožkalne R.**, *Veselības rokasgrāmata*, „Pētergailis”, Rīga, **2002.g.**, 455, 459.lpp
2. **Rožkalne R.**, *Sirds un asinsvadu slimību profilakse*, „Pētergailis”, Rīga, **2004.g.**, 133-134.lpp
3. **Miške I., Brutāne D.**, *Dzīvības elementi- veselīga uztur rokasgrāmata*, Rīga, **2004.g.**, 147-148.lpp
4. **Zariņš Z., Neimane L.**, *Uztura mācība*, „RASA ABC”, Rīga, **1999.g.**, 29-30, 48.-49., 60., 62-65., 69., 213-214., 217-218., 395.lpp
5. **Sadler M.J., Strain J.J., Caballeru B.**, *Encyclopedia of Human nutrition Vol. 3*, Academic press, Great Britain, **1999.g.**, p.899.-901, 903., 953., 1802-1803.
6. **L.Žihare, Lazdiņa M., Vītola A.**, *Uztura mācība*, „Zvaigzne”, Rīga **1975.g.**, 22-24., 26-28., 147.lpp
7. **Kārklīņa D., Ciproviča J.**, *Pārtikas produktu tehnoloģija*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, **2008**, 67.-69.lpp
8. **Nikolajeva V.**, *Pārtikas mikrobioloģija*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, **2007.g.**, 95.lpp
9. **Sadler M.J., Strain J.J., Caballeru B.**, *Encyclopedia of Human nutrition Vol. 1*, Academic press, Great Britain, **1999.g.**, 144.lpp
10. **Baltess V.**, *Pārtikas ķīmija*, Latvijas Universitāte, Rīga, **1998.g.**, 30-31., 76., 97-98., 120., 150.lpp
11. **Смирнова М.И.**, *Витамины*, „Медицина”, Москва, **1974.г.**, 384.-385., 388-389., 405.ст.
12. **Fredmans D.**, *Bioķīmija*, „Zvaigzne”, 1971.g., 83., 110-111.lpp
13. **Tirzītis G., Šķesters A.** *Skābekļa atvasinājumu un brīvo radikāļu bioķīmiskie aspekti bioloģijā*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, **2007.g.**, 6., 18., 21., 34., 106.lpp
14. **Morozovs A., Jākobsone I., Mekšs P.**, *Pārtikas ķīmija*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, **2008.g.**, 70., 87., 91.-94.lpp

15. **Šteinere G., Matiseks R., Šnēpels F.M.**, *Pārtikas analītiskā ķīmija*, Latvijas Universitāte, Rīga, **1998.g.**, 131.lpp
16. **Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P.**, *Food chemistry 3rd revised ed.*, Springer, Germany, **2004.g.**, p.294., 316., 330; 1070.
17. **Campbell-Platt G.**, *Food science and technology*, Wiley- Blackwell, Great Britain, **2009.g.**, p. 7.-8.
18. **Jākobsone I.**, *Pārtikas produktu uzturvērtības noteikšana*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, **2008.**, 29., 33.-35., 38., 77., 139.lpp
19. **Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M.**, *Encyclopedia of food sciences and nutrition 2nd ed. Vol. 9*, Academic press, Great Britain, **2003.g.**, p.5561.
20. **Kārklīņa D., Muižnieks I.**, *Jaunā pārtika un ģenētiski modificētie organismi*, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, **2008.g.**, 22.-23.lpp
21. **Owusu-Apenten R.**, *Introduction to food chemistry*, CRC press, USA, **2005.g.**, p. 54.
22. **Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M.**, *Encyclopedia of food sciences and nutrition 2nd ed. Vol. 7*, Academic press, Great Britain, **2003.g.**, p. 4440-4442., 4507.
23. **Nielsen S.S.**, *Food analyses 3rd ed.*, Kluwer academic, New York, **2003.g.**, p. 160., 163.
24. **Escin N.A.M., Tamir S.**, *Dictionary of nutraceuticals and functional foods*, CRC press, USA, **2006.g.**, 324.p
25. **Damodaran S., Parkin K.L., Fennema O.R.**, *Fennema's food chemistry 4rd ed*, CRC press, Great Britain, **2008.g.**, 146-147.lpp
26. **Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M.**, *Encyclopedia of food sciences and nutrition 2nd ed. Vol. 3*, Academic press, Great Britain, **2003.g.**, p. 1813., 953., 899.-901., 1802.
27. **Dr. Stoparde M.**, *Kā klūt slaidai*, Zvaigzne ABC, Rīga, **2004.**, 62.lpp
28. **Sun T., Tanumihardjo S.A.**, *An integrated approach to evaluate food antioxidant capacity*, Journal of Food science, **2007.**, vol.72, Nr.9, p. 159-165.
29. **Sikora E., Ciešlik E., Leszcynska T., Filipiak-Florkiewicz A., Pisulewski P.M.** The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected aquathermal processing. *Food Chemistry*, **2008**, vol.

107: p.55-59. [atsauce 26.11.2007] pieejams internetā:
<http://www.sciencedirect.com/science>

30. **Pužulis G.** *Fenolo savienojumu noteikšana Latvijā audzētos ābolos:* bakalaura darbs. LU Ķīmijas fakultāte, Rīga: Latvijas Universitāte, **2005.g.**, 55 lpp.
31. **Akuņeca I.**, *Latvijā audzētu garšaugu ķīmiskās kompozīcijas un antiradikālās aktivitātes izvērtējums, Bakalaura darbs,* LU Ķīmijas fakultāte, Rīga, **2009**, 19-20.lpp
32. **Ganusa I, Āboli- funkcionālās pārtikas izejviela,** *Maģistra darbs, LU Bioloģijas fakultāte, Starpaugstskolu akadēmiskā maģistra studiju programma „Uzturzinātne”,* Rīga, **2008**, 26-29.lpp
33. **Wrolstad E.R., Acree E.T., Decker A.E., Penner M.H.,** *Handbook of food analytical chemistry,* Wiley-interscience, New Jersey, **2000-2005**, 466.p
34. **Ensminger A.H., Konlande J.E., Ribson J.R.K.,** *The concise encyclopedia of foods & nutrition,* CRC press, Unites States, **1995.g.**, p.834.
35. **Jansons E., Meija J.,** *Ķļūdas kvantitatīvajās noteikšanās,* Rīga, Rasa ABC, **2002.g.**, 155. lpp

Bakalaura darbs „Dārzeņu ķīmiskā sastāva izvērtējums” izstrādāts LU Ķīmijas fakultātē.

Ar šo apliecinu, ka šodien iesniegto bakalaura darbu es esmu veikusi pati un esmu izmantojusi tikai tajā norādītos informācijas avotus un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Darba autors:
Ķīmijas fakultātes studente Līga Prieciņa
St.apl.Nr. Ip07009 2010.g.....majā

Darba vadītājs:
Dr.chem.asoc. prof. Ida Jākabsone
LU Ķīmijas fakultātē

Recenzents:
Maģ.chem. Zenta Balcerbule
LU Ķīmijas fakultātē

Darbs iesniegts Ķīmijas fakultātē 2010.g. maijā

Pieņēma sekretāre

Aizstāvēts ķīmijas bakalaura pārbaudījumu komisijas sēdē

2010.g. ar atzīmi

Protokols Nr.

Bakalaura pārbaudījumu komisijas sekretāre