

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
MEDICĪNAS FAKULTĀTE
FARMĀCIJAS PROGRAMMA

**C VITAMĪNA SATURA NOTEIKŠANA DAŽĀDOS
KARTUPEĻU GENOTIPOS**

BAKALaura DARBS

Autors: **Hichem Bouhdiche**

Stud. apl. Nr.hb11009

Darba vadītāja: Dr.habil.biol., prof. Ruta Muceniece

RĪGA 2014

ANOTĀCIJA

Pētījuma mērķis bija noskaidrot C vitamīna daudzuma izmaiņas 12 kartupeļu genotipos, audzējot tos bioloģiskajā un konvencionālajā veidā. Tika atrasts, ka, mērot ar augstefektīvo šķidrums hromatogrāfijas metodi ar UV detektoru, izmērītais C vitamīna saturs 12 kartupeļu genotipos 2013.gada ražā vidēji ir no 12 līdz 27 mg/100g kartupeļu masas. Šķirnēm Agria un Monta un klonam S 99017-58 bioloģiskajā sistēmā tika atrasts augstāks C vitamīna saturs nekā konvencionālajā, bet S 03201-51 un Sante – mazāks. Bioloģiskajā sistēmā Agria, Monta, Prelma, S 01085-35 un S 01085-21 genotipos C vitamīna saturs ir ticami lielāks par vidējo, bet Milva, Agrie Dzeltenie, Sante un S 03201-51 mazāks kā vidēji bioloģiski audzētai kopai. Konvencionālajos laukos audzētiem individuāliem genotipiem nav statistiski ticamu C vitamīna satura atšķirību no kopas vidējā. Secinājām, ka C vitamīna satura daudzums atkarīgs galvenokārt no konkrētās kartupeļu šķirnes. Neatšķiras vidējais C vitamīna saturs konvencionālajā un bioloģiskajā sistēmā audzētos genotipos.

Atslēgas vārdi: C vitamīns, kartupeļi, bioloģiskā un konvencionālā sistēma

SUMMARY

Aim of the study was to determine the content of vitamin C in 12 potato genotypes by growing them in organic and conventional manner. Measured by the high performance liquid chromatography with UV detector, the vitamin C content of 12 potato genotypes in harvest of 2013th year was found to be in average 12 to 27 mg/100g potato. Varieties Agria and Monta and clone S 99017-58 in biological system produced higher vitamin C content than that in conventional, but S 03201-51 and Sante - less. In biological system vitamin C content of the Agria, Monta, Prelma, S01085-35 and 01085-21 S genotypes is reliably higher than average, but of the Milva, Agrie dzeltenie, Sante and S 03201-51 less than average. Conventionally grown individual genotypes did not show statistically significant difference in vitamin C content from the cluster average. We concluded that vitamin C content depends primarily on the certain potato varieties. We did not find differences in the average vitamin C content of the potato genotypes grown in organic and conventional systems.

Keywords: vitamin C, potatoes, organic and conventional system.

SATURS

ANOTĀCIJA	2
SUMMARY	3
IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	7
1.1. C vitamīna atklāšanas vēsture	7
1.2. C vitamīna vispārīgais raksturojums	8
1.3. C vitamīna ķīmiskais raksturojums un ķīmiskās īpašības.....	8
1.4. C vitamīna biosintēze un metabolisms.....	10
1.9. C vitamīna ietekme uz cilvēka organismu	12
1.6. Kartupeļu vispārīgais raksturojums.....	13
1.7. Kartupeļu patēriņš un selekcionēšana	13
1.8. Kartupeļu audzēšana bioloģiskajos un konvencionālajos laukos	14
1.9. Kartupeļu nozīme uzturā	15
1.10. Kartupeļu ķīmiskais sastāvs	16
1.11. C vitamīna noteikšanas metodes	18
1.11.1. Augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfijas metode	18
2. METODES UN MATERIĀLI	20
2.1. C vitamīna noteikšanas augstefektīvā šķidrums hromatogrāfijas metode	20
3. REZULTĀTI.....	24
3.1. C vitamīna augstefektīvā šķidrums hromatogrāfijas metodes izmantošana	24
4. DISKUSIJA	29
SECINĀJUMI.....	31
PATEICĪBAS.....	32
LITERATŪRAS SARAKSTS	33
DOKUMENTĀRĀ LAPA	37

IEVADS

Kartupeļus Latvijā patērē daudz. Ir pētījumi, kas liecina, ka 70% no kopējā dārzeņu patēriņa veido kartupeļi. Pārtikas produktu bioloģiski aktīvo vielu saturu ietekmē vairāki faktori: šķirnes izcelsmes ģeogrāfiskais reģions, laika apstākļi to nogatavošanās laikā, produktu uzglabāšanas ilgums un tehnoloģiskās apstrādes veids. Kartupeļu ķīmisko sastāvu veido ūdens (vidēji 77%) un sausna (23%), kas savukārt sastāv no ogļhidrātiem, proteīniem, taukiem, šķiedrvielām, vitamīniem, minerālvielām (Haase, 2008).

C vitamīns ir galvenais vitamīns kartupeļos. Uzņemtā C vitamīna vispārējā dienas deva no kartupeļiem ir ļoti būtiska, ar kartupeļiem var uzņemt līdz 40% no dienas ieteicamās normas (Love and Pavek, 2008).

Pārtikas augus lauksaimnieki audzē dažādās sistēmās: konvencionālā, bioloģiskā un integrētā. Industriālajā jeb konvencionālajā lauksaimniecības sistēmā ražas ieguvu nodrošina, bagātīgi piegādājot augiem barību ar minerālmēsliem, īpaši bagātīgi lieto slāpekļa mēslojumu, kas veicina strauju augšanu un nodrošina lielāku ražu. Konvencionālajā lauksaimniecības sistēmā ražota pārtika ir vislētākā, jo tiek iegūtas vislielākās ražas. Bioloģiskajā lauksaimniecības sistēmā kultūraugu ražību nodrošina, vispirms veidojot veselīgu augsni. Sagādā labvēlīgus apstākļus, ieskaitot barības vielas un gaisu augsnes mikroorganismu attīstībai. Tā tiek stimulētas augu dabiskās spējas izmantot saules enerģiju un sagatavot sev barību ar mikroorganismu līdzdalību no krājumiem augsnē, gaisā un ūdenī. Integrētā lauksaimniecības sistēmā lieto visu to pašu, ko industriālajā (konvencionālajā) lauksaimniecībā, tikai devās, kas saskaņotas ar augsnes analīzēm un atbilstošām slimību un kaitēkļu attīstības prognozēm. Integrētā sistēmā saražota pārtika satur mazāk pesticīdus un slāpekli nekā tā, kas iegūta konvencionālajā sistēmā. Sistēmas trūkums ir tas, ka nav iespējams kontrolēt pesticīdu un minerālmēsli izmantotās devas.

Tomēr tā īsti nav pierādīts, ka organiskā audzēšanas sistēma nodrošina labāku produktu uzturvērtību vai, ka produktā ir vairāk veselībai nozīmīgu vielu (García-Mier et al., 2013; Huber et al., 2011). Tāpēc pētījumi turpinās un dati tiek uzkrāti. Pētījumi, kas apstiprinātu bioloģiski aktīvo vielu pieaugumu bioloģiski audzētu pārtikas augu sastāvā, nāktu par labu bioloģiskās lauksaimniecības popularizēšanai.

Bakalaura darba mērķis: noskaidrot C vitamīna daudzuma izmaiņas dažādos kartupeļu genotipos, audzējot tos bioloģiskajā un konvencionālajā veidā.

Bakalaura darba uzdevumi:

1. Sadarbībā ar Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta pētniekiem izvēlēties 12 kartupeļu genotipus, kuros mērīt C vitamīna daudzumu.
2. Ar augstefektīvo šķidrums hromatogrāfijas metodi izmērīt C vitamīna saturu 2013.gadā izaudzēto kartupeļu genotipos.
3. Salīdzināt C vitamīna saturu bioloģiskajā un konvencionālajā veidā audzētos kartupeļos.
4. Salīdzināt C vitamīna saturu viena veida lauksaimniecības sistēmā audzētos kartupeļu genotipos.

Darbs veikts Latvijas Universitātes Medicīnas fakultātē sadarbībā ar Ķīmijas fakultātes vadošo pētnieci Dr. ģīm. Ilvu Nakurti.

Kartupeļi saņemti no Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta pētniekiem.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. C vitamīna atklāšanas vēsture

Pirmsākumi slimības nosaukumam, kas rodas no ilgstoša C vitamīna deficīta ir „cinga”, „skorbuts”, „scorbutus” (latīņu valodā), „scorbut” (franču), un „skorbut” (vācu valodā). Šī slimība izraisa vājumu, smaganu asiņošanu, zobu izkrišanu, hemorāģiskus izsitumus un, ja to neārstē, noved pie letāla iznākuma (Carpenter, 2012). Agrāk C vitamīna deficīts bija izplatīta problēma visā pasaulē un īpaši skāra kara flotes jūrniekus, un tiek lēsts, ka cinga ietekmējusi 2 miljonu jūrnieku veselību. 1747.gadā ārsts Džeims Linds (James Lind) izmēģināja sešas dažādas ārstniecības metodes 12 jūrnieku ar cingu ārstēšanai un secināja, ka no viņa izmēģinātajiem līdzekļiem tikai apelsīni un citroni ir efektīvi. Tā Linds pierādīja, ka citrusaugļi satur kaut kādu vielu, kuras lietošana ir nepieciešama, lai izvairītos no cingas. Linda traktāts par cingu iznāca 1753.gadā. Pats vitamīns C (askorbīnskābe), kura trūkums izraisa cingu, tika atklāts tikai pēc 175 gadiem. Skorbuts aprakstīts arī uz zemes dzīvojošiem cilvēkiem, piemēram, lielā kartupeļu bada laikā Īrijā 1845.gadā. Daudzi dzīvnieki atšķirībā no cilvēkiem var sintezēt savu C vitamīnu. Axel Holsta un Theodor Frölich nejauši radīja C vitamīna trūkuma modeli jūras cūciņai, kas līdzīgi cilvēkiem nevar sintezēt C vitamīnu un kurai jāņem C vitamīns ar uzturu. Tikai ap 1920.gadu Kazimirs Funks ieviesa terminu C vitamīns, lai norādītu uztura faktoru, kas vajadzīgs, lai novērstu patoloģisko stāvokli pazīstamu kā skorbuts, bet aktīvās molekulas formula vēl nebija zināma. 1928.gadā Albert Szent - Györgyi izolēja jaunu vielu no virsnieru dziedzeru, apelsīniem un citroniem, ko viņš nosauca par heksouronskābi (*hexuronic acid*). Aprakstīts, ka pats autors ar humoru rakstījis, ka nezinājis kā izdalīto vielu nosaukt, bet žurnāla redaktors ieteicis nosaukt par „godnose”, kas nozīmē, ka tikai Dievs var zināt patieso molekulas identitāti (Carpenter, 2012).

Četrus gadus vēlāk Charles Glen King izolēja C vitamīnu savā laboratorijā un secināja, ka tā ir tā pati heksouronskābe, bet 1933.gadā Norman Haworth atklāja C vitamīna ķīmisko struktūru (Carpenter, 2012). Tikai vēlāk, kad struktūra bija pilnīgi skaidra un bioloģiskie testi pierādīja, ka šī viela darbojas pret cingu, šo vielu Szent - Györgyi un Walter Norman Haworth beidzot nolēma nosaukt par askorbīnskābi. Askorbīnskābei vispirms pierādīja antioksidanta spējas, bet tai ir daudz svarīgāka loma organismā kā kofaktoram daudzu citu molekulu sintēzei, ieskaitot kolagēnu (De Tulio, 2012).

Augļi un citi augu produkti ir galvenie C vitamīna avoti pārtikā. C vitamīna daudzums augos ir svārstīgs, tāpēc svarīgi pētīt, kāpēc augam vajag C vitamīnu un kā paaugstināt C vitamīna saturu augos.

Tiek piedāvāti biotehnoloģiski risinājumi kā gēnu transformācija, rauga šūnu izmaiņas, lai tās sintezētu C vitamīnu u.c. (Crus-Rus et al., 2012; Zhang et al., 2007).

1.2. C vitamīna vispārīgais raksturojums

C vitamīns ir ūdenī šķīstošs vitamīns, kas darbojas, kā antioksidants stabilizējot brīvos radikāļus un tādējādi novēršot šūnu bojājumus. Askorbīnskābe, labāk pazīstama kā C vitamīns ir būtiska uzturviela cilvēka uzturā. Tā veic daudzas fizioloģiskās funkcijas un darbojas ne tikai kā antioksidants. Askorbīnskābe piedalās kolagēna ražošanā, ietekmē dzelzs uzsūkšanos un palīdz dziedēt brūces, kā arī rūpējas par smaganu veselību. C vitamīns stiprina organisma imūnsistēmu un regulē nervu sistēmas funkcijas (Anonymous, 2014).

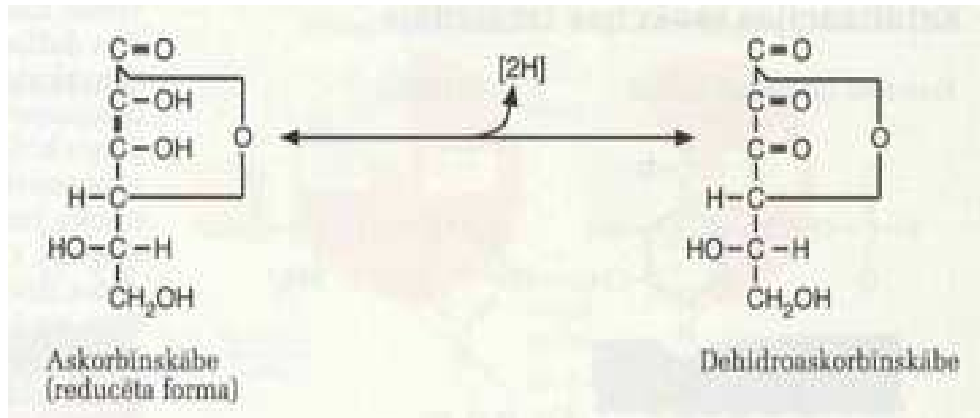
1.3. C vitamīna ķīmiskais raksturojums un ķīmiskās īpašības

C vitamīna molekulas struktūrā ir γ - laktona gredzens. Askorbīnskābes bioķīmiski un fizioloģiski aktīvā forma ir L enantiomērs. Askorbīnskābe ir *hexanoic* cukura skābe ar diviem sadalāmiem protoniem (pKa 4,04 un 11.34). Tīrs C vitamīns ir cieta, balta viela ar blīvumu 1,694 g/cm³, kas kūst 190—192⁰C temperatūrā un kūstot sadalās. Vielas formula ir C₆H₈O₆ un tās molmasa ir 176,12 g/mol. C vitamīns ir stabils skābā vidē, bet sadalās neitrālā un sārmainā vidē, kā arī temperatūras, gaismas un gaisa skābekļa iedarbībā.

Askorbīnskābe ir pazīstama ar savām reducējošajām īpašībām, jo viegli oksidējas par dehidroaskorbīnskābi. Tāpēc askorbīnskābe darbojas kā spēcīgs antioksidants, kas cīnās pret brīvo radikāļu izraisītiem šūnu bojājumiem (Pisoschi et al., 2014).

Augiem un lielākai daļai dzīvnieku askorbāts sintezējas no glikozes. C vitamīns neveidojas cilvēku, pērtiķu, stirnu un jūrascūciņu organismos.

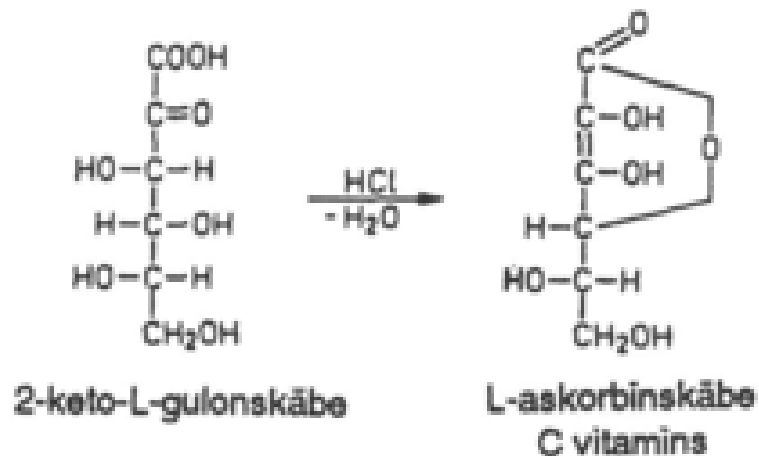
Askorbīnskābe šķīdumos nepārtraukti pāriet no askorbāta dehidroaskorbātā un otrādi. Ūdeņraža joni tiek atbrīvoti un nodrošina askorbīnskābes skābo reakciju. Askorbīnskābe ir spēcīgs reducētājs savas endiola struktūras dēļ (skat. 1.1.attēlu) (Pisoschi et al., 2014).



1.1.att. Askorbīnskābes oksidētā un reducētā forma (Pisoschi et al., 2014)

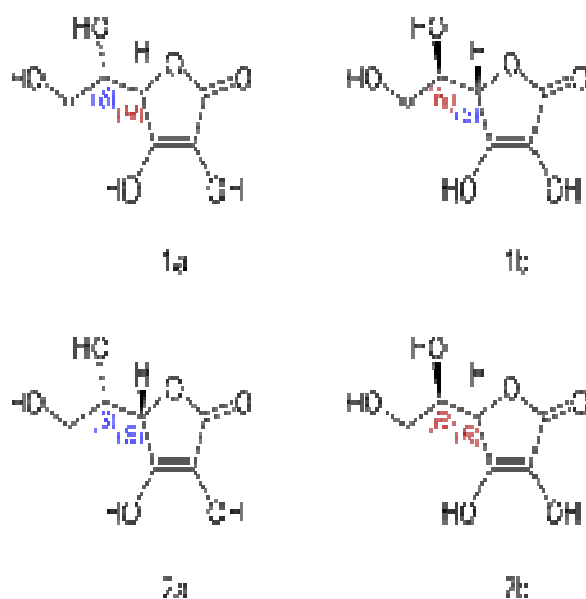
Ūdenī šķīstoši vitamīni ir ļoti neizturīgi karsēšanas laikā. To ķīmisko noturību ietekmē gaisa skābekļa klātbūtne. Sārmainā vidē tie sadalās straujāk, bet skābā vide nodrošina to labāku saglabāšanos. C vitamīnu uzskata par ļoti svarīgu un tādu, kas nepārtraukti jāuzņem ar uzturu, jo organismā to rezerves neveidojas (Pisoschi et al., 2014)

C vitamīnu iegūst sintezējot no 2-keto-L-gulonskābes. Pēc paskābināšanas 2-keto-L-gulonskābe pārvēršas askorbīnskābē, kas savukārt ir tās γ -laktona endiols (skat. 1.2.attēlu).



1.2.att. C vitamīna sintēze (Pisoschi et al., 2014)

L-askorbīnskābes ($C_6H_8O_6$) pilns ķīmiskais nosaukums ir 2-okso-L-treo-heksono-1,4-laktona-2,3-enediols. L-askorbīnskābe un dehidroaskorbīnskābe ir galvenie ar uzturu uzņemtie C vitamīna veidi.



1.3.att. C vitamīna optiskie izomēri (Pisoschi et al., 2014)

1a – L-askorbīnskābe

2a – L-izoaskorbīnskābe

1b – D-izoaskorbīnskābe

2b – D-askorbīnskābe

L un D formas ir hirālas pēc H atoma furāna gredzenā

D-izoforma ir D-izomērs pēc H atoma sāņķēdē.

Bioloģiski aktīvi ir tikai L-izomēri.

L-izoaskorbīnskābi izmanto kā pārtikas piedevu E315.

1.4. C vitamīna biosintēze un metabolisms

C vitamīns dabā sastopams vairāku strukturāli tuvu formu veidā, arī saistītā formā, kas ir izturīga pret oksidēšanos. Vairums dzīvo būtņu C vitamīnu spēj sintetēt no glikozes un vairumam zīdītājdzīvnieku šis vitamīns veidojas aknās no glikozes. Mikroorganismi, augstākie augi un dzīvnieki (izņemot jūras cūciņas un pērtiķus) sintezē C vitamīnu savās šūnās, regulējot tā daudzumu pēc vajadzības (Brutāne, 2004; Neimane, 2013).

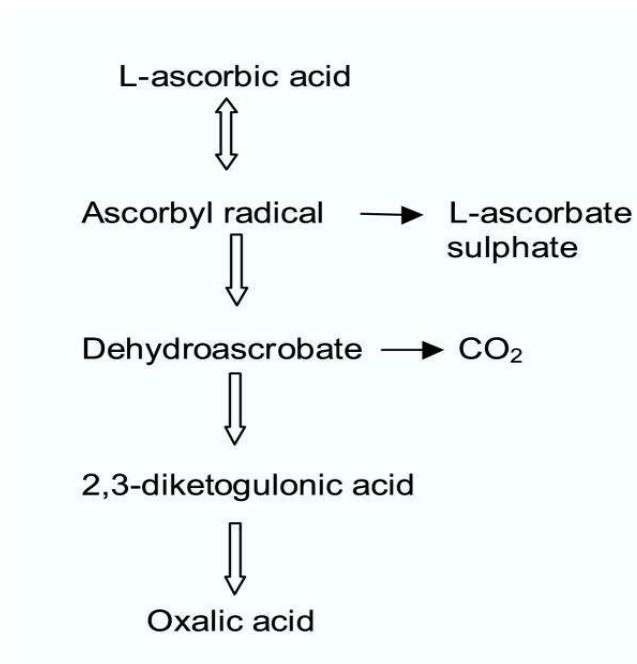
Cilvēka organisms, pērtiķi un jūras cūciņas C vitamīnu nesintezē, jo tiem nav fermenta α -glukonolaktonoksidāzes, tāpēc ir pilnīgi atkarīgi no C vitamīna uzņemšanas ar pārtiku (Brutāne, 2004).

Askorbīnskābe ir ūdenī šķīstošs savienojums un tāpēc nav iespējams uzkrāt organismā lielos daudzumos. Vidējā pieaugušā organismā ir 1,2-2,0 g askorbīnskābes. Šo līmeni var uzturēt uzņemot 75-100 mg askorbīnskābes dienā.

Vidējais askorbīnskābes pusizvadīšanas periods pieaugušam cilvēkam ir apmēram 10-20 dienas. Askorbīnskābe parasti nav toksiska, bet lielās devās (2-6 g / dienā), tā var izraisīt kuņģa un zarnu trakta traucējumus vai caureju.

Viegli uzsūcas zarnās, pateicoties aktīvam transportam. Lielākā daļa no tā (80-90%) tiek absorbēta. Askorbīnskābes transportu nodrošina SVCT-2 proteīns, bet reducēto formu (dehidroaskorbāts) GLUT1/GLUT3, kura aktivitāti kontrolē insulīns.

Galvenie askorbīnskābes metabolīti cilvēkiem ir dehidroaskorbāts, 2,3-diketogulonskābe un skābeņskābe. Galvenie metaboliskie procesi notiek aknās. Askorbīnskābes un tā metabolītu galvenais eliminācijas ceļš ir ar urīnu (Naidu, 2003).



1.4.att. Askorbīnskābes katabolisms (Naidu, 2003)

C vitamīna uzsūkšanās sākas jau mutes dobumā un turpinās kuņģī, bet galvenokārt tas uzsūcas tievajā zarnā, turklāt šā procesa laikā daļa vitamīna var šķelties. Pēc uzsūkšanās asinis piegādā C vitamīnu dažādiem orgāniem. Organismā tas uzkrājas aknās, liesā, iekšējās sekrēcijas dziedzeros (virsnieru dziedzerī, hipofīzē u.c.), arī asinsvadu sienīņās (Brutāne un Miske, 2004).

1.9. C vitamīna ietekme uz cilvēka organismu

Vitamīns C ir spēcīgs antioksidants, kas aizsargā organismu no oksidatīvā stresa. Tas arī piedalās kā kofaktors daudzās bioķīmiskās reakcijās.

Vielmaiņā C vitamīns piedalās bioloģiskās oksidēšanās un reducēšanās procesos, hidroksilēšanas reakcijās, kas galvenokārt nepieciešamas kolagēna (saistaudu) veidošanā, kas nepieciešams saistaudu asinsvadu, kaulu un zobu veidošanai.

Viena no svarīgākajām reakcijām, kurā askorbīnskābei ir kofaktora nozīme, ir prolīna hidroksilēšana kolagēna molekulā. Tādējādi askorbīnskābe nodrošina kolagēna sintēzi un uzturēšanu. Kolagēna nobriešanas procesā prolīns pēc translācijas hidroksilējas. C vitamīns darbojas kā ūdeņraža jonu donors. Šī mehānisma traucējumi izraisa asiņošanu no smaganām. Kolagēnam ir patstāvīgi jāatjaunojas, ja kavēta prolīna hidroksilēšana, veidojas defektīvais kolagēns. Asinsvadu sienīgas kļūst trauslas, pirmās pazīmes parādās smaganās, kur asinsvadi atrodas vistuvāk ādas virspusei. Askorbīnskābei ir arī stimulējoša ietekme uz saistaudu pamatvielu – mukopolisaharīdu hialuronskābes un hondroitīnskābes veidošanos. Līdz ar to vitamīns C ir nepieciešams normālai saistaudu uzturēšanai, kā arī ievainojumu ārstēšanai.

Askorbīnskābe piedalās arī žultsskābju biosintēzē, kā arī vēl vairākos citos metabolisma procesos. Vitamīns uzlabo dzelzs uzsūkšanos no zarnu trakta un tāpēc stimulē asinsrades procesus. Tāpat šis vitamīns uzlabo aknu aizsargfunkciju, kas paaugstina organisma izturību pret toksiskām vielām. Tas veicina arī daudz ātrāku organisma atjaunošanos pēc fiziskām slodzēm. C vitamīns palīdz organismam uzņemt dzelzi, tas normalizē holesterīna maiņu un tā pārvēršanu žults skābēs.

C vitamīns darbojas kā elektronu donors reakcijās, kas iekļautas tirozīna katabolismā, kā arī karnitīna sintēzē. Karnitīns ir būtisks savienojums taukskābju transportā mitohondrijos ATP ģenerēšanai.

Vitamīns C paaugstina organisma noturību pret infekcijām un saaukstēšanos. Šim vitamīnam ir antioksidantu īpašības, tas palīdz aizsargāt šūnas proteīnus un DNS, reaģējot ar brīvajiem radikāļiem, piemēram, superoksīda radikāli. Askorbīnskābe ietekmē olbaltumvielu sintēzi, un tas savukārt veicina balstaudu (skrimšļu, kaulu) blīvuma saglabāšanos un asinsvadu sienīgu normālu caurspiedīgumu.

Vitamīns C paaugstina aktivitāti tiem fermentiem, kuri piedalās aminoskābju apmaiņā un olbaltumvielu sintēzē audos, kas nosaka šī vitamīna anaboliskās īpašības.

Bez tam vitamīns novērš sirds saslimšanas un trombu veidošanos, pazemina intoksikāciju, ko izraisa alkohols un narkotikas. Tāpat askorbīnskābe veicina vīriešu potences paaugstināšanos, turklāt palēnina organisma novecošanu (Brutāne un Miske, 2004).

1.6. Kartupeļu vispārīgais raksturojums

Kartupelis (*Solanum tuberosum L.*) ir viens no uzturā visvairāk lietotajiem bumbuļu dārzeniem. Kartupeļa bumbulis sastāv no kokveida mizas, uz tās virsmas izvietotas dažāda dziļuma acis, kurās ir divi vai trīs pumpuri, zem mizas atrodas mīkstums un serde. Ķīmiskais sastāvs ir atkarīgs no augšanas apstākļiem un šķirnes (Brūvere, 2006).

Kartupeļus stāda izmantojot nelielus, veselus vai arī dalītus bumbuļus. Bumbuļos atrodas sēklas, kas galvenokārt ir dzeltenas vai dzelteni brūnas, plakanas vai ovālas formas, apmēram 1-1,5 mm garas. Bumbulis sastāv no 4 veidu audu zonām (Dean, 1993). Periderma ir pirmā audu zona, tā ir audu kultūra, kas nosedz visu kartupeli. Periderma ir 6 līdz 10 ūdensnecaurlaidīgu šūnu slānis. Tās šūnslāņā atrodas cietes graudiņi (Anonymous, 2003). Nākamais audu slānis veido mizu, kas atrodas starp peridermu un vaskulārajiem audiem. Trešais audu slānis ir perimeduālie audi, vislielākā bumbuļa audu daļa. Ceturtā audu zona ir serdes daļa. Serdē ir salīdzinoši mazs cietes saturs kā citos audos, tāpēc kultivētāji vairāk izvēlās kartupeļu bumbuļus ar mazām serdēm (Dean, 1993).

Kartupeļi ir lielisks C vitamīna avots (45% no DV), kas satur C vitamīnu vairāk nekā vienā vidējā tomātā (40% DV) vai saldajā kartupeļī (30% DV). Ieteicamā diennakts devu C vitamīna mainās atkarībā no vecuma un valsts, 24-75 mg d⁻¹ (Love and Pavek, 2008).

Kartupeļi ir ne tikai labs proteīna un enerģijas avots, bet satur arī citus vitamīnus un minerālvielas, kā, piemēram, fenola savienojumus, kalciju, kāliju un fosforu (Andre et al, 2007; Jang un Yoon, 2012; Reddivari et al, 2007).

1.7. Kartupeļu patēriņš un selekcionēšana

Saskaņā ar apsekojuma rezultātiem 2012.gadā viens iedzīvotājs vidēji patērēja 84 kg kartupeļu (Centrālā Statistikas pārvalde).

Kartupeļi ir pasaulē ceturtā izplatītākā lauksaimniecības kultūra pēc rīsiem, kviešiem un kukurūzas. Pēc lauksaimniecības galveno nozaru produkcijas vērtības Latvijā kartupeļi pašreiz ieņem ceturto vietu pēc graudaugiem, lopbarības kultūrām un rapša.

Kartupeļu stādījumu platības Latvijā pēdējos sešos gados ir samazinājušās par 12,1 tūkst. ha, taču ražība pieaugusi par 3,2 t/ha. Vislielākās platības ir Ziemeļvidzemes reģionā (~17%), kur tuvumā izvietoti divi pārstrādes uzņēmumi, kā arī ap lielākajām pilsētām ar lielākām realizācijas iespējām. Latvijā kartupeļus izaudzē ar 3x mazāku fungicīdu pielietošanu kā Holandē, Beļģijā, Anglijā utt. Konkurētspēju pasaulē var izcīnīt tikai ar augstas pievienotās vērtības produktiem.

Valstiski un stratēģiski - kartupeļu nozare ir ar potenciālu - pirms rapšu ēras tā bija otrā lielākā kultūra aiz graudiem pēc apgrozījuma vērtības augkopības segmentā (Kraukle, 2013).

2013.gadā kartupeļi kopumā iestādīti 30 000 hektāru platībā, kas ir neliels pieaugums salīdzinājumā ar 29 700 hektāriem iepriekšējā 2012.gadā. Kartupeļu stādījumu platībām samazinoties par 3,2% un kartupeļu vidējai ražībai par 4,7%, novākts par 43 tūkst. tonnu jeb 8% mazāk kartupeļu nekā iepriekšējā 2012.gadā. Savukārt kartupeļu audzētāju skaits pēdējos trijos gados ir sarucis par 55%. Šajā sezonā kopumā kartupeļus audzē 35 371 saimniecība. Savukārt 2011.gadā šis rādītājs bija 39 521 saimniecība, bet 2010.gadā - 54 890 saimniecības (Anonīms, 2013).

1.8. Kartupeļu audzēšana bioloģiskajos un konvencionālajos laukos

Bioloģiskās lauksaimniecības nozīme pasaulē un Eiropā arvien pieaug. Kartupeļu audzēšana ir viena no ienesīgākajām lauksaimniecības nozarēm daudzās Eiropas valstīs. Patērētāji Eiropā un Latvijā arvien vairāk sāk novērtēt bioloģiski ražotas pārtikas vērtību. Bioloģiskās saimniekošanas noteikumi nepieļauj sintētiski ražotu minerālmēsļu un pesticīdu lietošanu bioloģiskajā laukā. Bet augiem tāpat ir jānodrošina augsnē barības vielas jeb mēslojums jaunās ražas veidošanai. Augu slimību un kaitēkļu izplatības ierobežošanai jāizmanto bioloģiskajam saimniekošanas veidam atbilstošas metodes, kas nekaitē dabai.

Kūtsmēsli ir kartupeļiem vispusīgs un piemērots mēslošanas līdzeklis, to vidējās devas ir 15 – 25 t ha⁻¹. Lielākas devas nav vēlamas, jo palielina augiem viegli uzņemamo slāpekļa savienojumu daudzumu augsnē. Pārlietu augsts slāpekļa saturs augsnē veicina pārāk lielas lapu masas veidošanos, vienlaicīgi aizkavējas bumbuļu veidošanās, pagarinās augšanas laiks un augi kļūst jutīgāki pret slimībām. kūtsmēslus pirms iestrādes nepieciešams kompostēt, tos labāk iestrādāt iepriekšējā gadā pirms kartupeļu stādīšanas (Skrabule, 2012). Komposta priekšrocības saistītas ar vides pH stabilizāciju un ātrāku ūdens iesūkšanos augsnē (Bulluck, 2002).

Organiskais mēslojums augsnē mikroorganismu darbības un bioķīmisku procesu rezultātā sadalās pakāpeniski, visā veģetācijas periodā papildinot augsni ar augiem viegli uzņemamiem savienojumiem. Pēc Vācijā veikto pētījumu datiem, lai iegūtu kartupeļu ražu 35 t ha⁻¹, laikā no sadīgšanas līdz ziedēšanai augiem stublāju un lapu veidošanai nepieciešami 110–130 kg slāpekļa (Skrabule, 2012).

Augsts slāpekļa savienojumu nodrošinājums augsnē samazina cietes un C vitamīna uzkrāšanos kartupeļu bumbuļos (Skrabule et al, 2013).

Veselīga augsne nodrošina kultūraugu ražību, kā arī tiek stimulēta auga dabiskā spēja izmantot saules enerģiju, spēja veidot barību krājumus no augsnes, ūdens un saules (Nelson, 2010).

Konvencionālo lauksaimniecību jeb tradicionālās lauksaimniecības mērķis galvenokārt ir, izmantojot pēc iespējas mazāk līdzekļu, iegūtu pēc iespējas lielāku produktivitāti un ražīgumu. Šo mērķu sasniegšanai tiek izmantotas dažādas mēslošanas metodes, piem., organiskie mēslošanas līdzekļi, pesticīdi, insekticīdi un herbicīdi. Ķimikālijas lauksaimniecībā izmanto dažādu slimību un kaitēkļu apkarošanai. Lietojot ķimikālijas lielos daudzumos, piem., slāpekli, augiem pazeminās imunitāti, kā arī tas var izraisīt spēcīgu ražas samazināšanos (Varis, 1996).

1.9. Kartupeļu nozīme uzturā

Kartupeļi ir viena no plašāk audzētajiem pārtikas kultūraugu kultūrām pasaulē. Iemesls, kas veicina plašo izmantošanu, ir saistīts ar sāta sajūtas izraisīšanu, uzņemot minimālu kilokaloriju daudzumu. Kartupeļu sastāvā ir plašs vitamīnu un mikroelementu daudzums, šeit būtu jāuzsver C vitamīna daudzums, kam ir liela nozīme organisma imunitātes veidošanā (Lister, 2008). 100 gramos kartupeļu satur 20 miligramus C vitamīna, kas veido 45% no dienā nepieciešamā daudzuma pieaugušam cilvēkam. Būtisks faktors ir tas, ka kartupeļos gandrīz nav tauku, tikai 0,1 grams nepiesātināto taukskābju. Kartupeļi nemaz nesatur holesterīnu.

Pētījumos pierādīts, ka kartupeļu sastāvā esošās cietes molekulas ir citādākas nekā labībai, tās ir lielākas un garākas. 100 gramu kartupeļu satur apmēram 22 gramus cieti un cukurus, kas ir galvenais enerģijas avots muskuļiem un smadzenēm. Organisms nespēj uzreiz sadalīt lielās molekulas, tāpēc tiek paņemts tikai vajadzīgais enerģijas daudzums. Tās cietes molekulas, kuras netiek patērētas gremošanas procesā, nonāk zarnu traktā, kur tās darbojas kā šķiedrvielas, profilaktiski aizsargājot no resnās zarnas vēža, uzlabojot diabēta slimnieku stāvokli, samazinot holesterīna līmeni asinīs (Skrabule, 2011).

Kartupeļos ir augsts kālija saturs, tāpēc tos iesaka lietot ārstnieciskajā uzturā kā urīna izvadīšanas veicinātājus, nieru un sirds slimību gadījumos. Tāpat kartupeļus iesaka lietot kuņģa, divpadsmitpirkstu zarnas čūlas saslimšanas, vēdera dobuma spazmu, bronhīta, plaušu karsoņa gadījumos, rīkles skalošanai u. tml. (Brūvere, 2006).

1.10. Kartupeļu ķīmiskais sastāvs

Ķīmiskais sastāvs atšķiras kartupeļiem, kuri auguši dažādās augsnēs, un ir atkarīgs no piekoptās kultūras prakses, slimības, brieduma stadijas un uzglabāšanas apstākļu dēļ. Ķīmisko komponentu sadalījums kartupelī ir nevienmērīgs (skat. 1.1.tab.).

Visvairāk kartupeļi satur ogļhidrātus – cukurus, cieti un citus polisaharīdus.

Ciete satur apmēram 65-80% no sausnas, cietes satura amilozes un amilopektīna attiecība kartupeļos ir 3:1. Kartupeļu ciete uzbriest ap 70° C. Kopējais cukura daudzums ir 0,1% - 0,7%, tas galvenokārt ir saistīts ar kartupeļa dīgšanu un vecumu. 1,2% no visām vielām satur polisaharīdi, kas nav ciete (Anonymous, 2003). 2-3g kartupeļos atrodas šķiedrvielas, galvenokārt bumbuļa mizā (Skrabule, 2011).

1.1.tabula

Kartupeļu uzturvielu daudzums (Anonymous, 2003)

Ķīmiskais komponents	Koncentrācija sausnā (%)
Šķiedrvielas	2,2
Ciete	74,2
Cukuri	1,3
Reducētie cukuri	0,6
Tauki	1,0
Slāpeklis	1,2
Proteīnos saistītais slāpeklis	1,0
Minerālvielas	
Kalcijs	0,02
Magnijs	0,08
Kālijs	1,47
Nātrijs	0,02
Fosfors	1,87
Dzelzs	15,70

Proteīni	
Albumīns	48,9
Globulīns	25,9
Protamīns	4,3
Glutelīns	8,3
Albumīns	48,9
Globulīns	25,9
Vitamīni	
Tiamīns	0,73
Askorbīnskābe	92,08
Nikotīnskābe	10,08
Riboflavīns	0,12

Kartupeļos ir zems olbaltumvielu saturs (skat. 1.2.tab.). Salīdzinot ar graudu olbaltumvielām, kartupeļi ir bagātāki ar lizīnu, savukārt sēru saturošu aminoskābju koncentrācija ir mazāka nekā graudaugiem. Proteīni ir koncentrēti vairāk pašā serdē un mizā. Apmēram 75% aminoskābēs nesaistīta slāpekļa piedalās aminoskābju un amīdu sintēzē.

1.2.tabula

Neaizstājamās aminoskābes kartupeļos un to koncentrācijas (Anonymous, 2003)

Aminoskābes	Koncentrācija (mg/g ⁻¹)
Histidīns	2,5
Izoleicīns	3,4
Leicīns	5,0
Lizīns	4,9
Metionīns+ cisteīns	1,9
Fenilalanīns+ tirozīns	7,0
Treonīns	3,1
Triptofāns	1,3
Valīns	5,7

No vitamīniem kartupeļos visvairāk ir B grupas vitamīni un C vitamīns. Askorbīnskābes daudzums kartupeļos ir lielāks nekā citos dārzeņos un saglabājas arī pēc termiskās apstrādes. Kartupeļos ir plašs B vitamīnu daudzums, kas ir daudzfunkcionāli cilvēka organismam.

C vitamīna daudzums samazinās apmēram par 40-55% ilgi izglabājot, tāpēc vislielākais C vitamīna daudzums ir tieši jaunajos kartupelīšos. Termiskās apstrādes procesā kartupeļi zaudē apmēram 20% C vitamīna daudzuma. Taukos šķīstošie vitamīni kartupeļos praktiski nav sastopami.

Galvenās organiskās skābes kartupeļos ir skābeņskābe, citronskābe, fumārskābe un ābolskābe. Galvenās taukskābes, kas atrodamas kartupelī ir linolēnskābe, linolskābe, un palmitīnskābe. Apmēram 0,1% lipīdu ir koncentrēti bumbuļa peridermā. Hlorogenskābe reaģē ar dzelzi, veidojot kompleksu, kas padara kartupeli tumšāku pēc vārīšanas. Fenola savienojumi, kas atrodami kartupeļos, ir flavonoīdi, fenolskābes, stilbēni, arī antociānīdi un tanīni.

Kartupeļu sastāvā ir daudzi enzīmi, tādi kā glioksilāzes, amilāzes, fosforilāzes, krāsu tirozināzes, peroksidāzes, katalāzes, fosfotāzes, aldehidāzes, u.c. (Anonymous, 2003).

1.11. C vitamīna noteikšanas metodes

Vairākas metodes ir izstrādātas, lai noteiktu askorbīnskābes līmeni dažādos augu paraugos. Metodes ir sekojošas: spektrofotometrija, kalorimetrija, hemiluminiscences, voltampērmētrijs, fermentu testi un amperometrijas metode (Novakova et al, 2008).

Katrai no augstāk minētām metodēm ir dažādi trūkumi – stabilitātes, jutības, selektivitātes un paraugu sagatavošanas ziņā, lai nodrošinātu precīzus analīžu rezultātus (Najovan et al., 2008). Dažas no šīm metodēm ir laikietilpīgas, dažas ir dārgas, dažām ir nepieciešama īpaša apmācība, vai arī tām nav pietiekama jutīguma vai selektivitātes (Gazdik et al., 2008). Metožu izvēli ietekmē arī auga parauga krāsa. Piemēram, krāsainu ekstraktu nevar analizēt ar jodometrisko titrēšanu.

Mūsdienās visbiežāk lietotās metodes askorbīnskābes analīzei dažādos paraugos ir augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfija metode (HPLC), izmantojot UV detektoru un kapilāru elektroforēzes metode (Novakova et al, 2008).

1.11.1. Augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfijas metode

Augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfija metode, izmantojot UV detektoru, ir ļoti piemērota askorbīnskābes noteikšanai. Augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfijas sistēma sastāv no ūdens šķidrums hromatogrāfa, kas aprīkots ar 600E multi šķīdinātāju padeves sistēmai, rindas eluenta atgāzētājs, manuālās injekcijas padevi ar 20 ml cilpu

(Rheodyne 7125), un ūdens 2487 dual l absorbcijas detektoru. Programmatūra tiek izmantota, lai kontrolētu analītisko sistēmu un datu apstrādi. Metode sniedz rezultātus 6,1 min laikā pēc augļu ekstrakcijas. Metode tiek izmantota, lai identificētu C vitamīna līmeni dažādos dārzeņos un augļos. Askorbīnskābes stabilitāte atkarīga no augļu ekstraktu temperatūras (Najovan et al., 2008).

Askorbīnskābe pieder ļoti mazai polāru molekulu grupai, ko ir grūti saglabāt atsevišķi ar parasto reversās fāzes (RP) hromatogrāfijas sistēmu. Tas ir svarīgi, jo īpaši bioanalīzes reakcijās vai hromatogrammas sākumā, kurās balasta savienojumi no bioloģiskās matricas eluējas kopā. Askorbīnskābes noteikšanas HPLC analītiskie paņēmieni ir: RP; jonu apmaiņas; jonu pāra un jonu izslēgšana. Mobilās fāzes bieži vien ir ļoti sarežģītas ar vairāk nekā divām sastāvdaļām, kas satur dažādus modifikatorus vai reaģentus.

Askorbīnskābe tiek izdalīta no homogenizēta parauga ar metafosforskābes šķīdumu. Iegūtais ekstrakts tiek filtrēts un C vitamīna koncentrācija tiek noteikta ar augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfiju metodi, izmantojot UV detektoru (Novakova et al., 2008).

2. METODES UN MATERIĀLI

2.1. C vitamīna noteikšanas augstefektīvā šķidrums hromatogrāfijas metode

Metode tiek izmantota, lai noteiktu askorbīnskābes un vitamīnu piedevas saturu dzērienos, augļos, dārzeņos un dažādos augu valsts produktos. Augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfijas (angliski HPLC) metode, ir ļoti piemērota askorbīnskābes satura noteikšanai. Tā ir analītiska ķīmijas metode, kas apvieno fizisku vielu maisījuma nodalīšanu ar šķidrums hromatogrāfijas palīdzību un vielas masas analīzi ar detektora palīdzību. Šķidrums hromatogrāfijas analītiskajai metodei ir raksturīgs ļoti augsts jutīgums un specifiskums.

Materiāli un aparatūra

- hromatogrāfs *Waters 2690 Alliance*;
- *Waters XTerra C18* hromatogrāfiskā kolonna (izmērs 2,1x150 mm, daļiņu izmērs 3µm);
- datu apstrādes sistēma – *MasLynx*;
- analītiskie svāri *PRECISA XB 220A* ($\pm 0,0001$ g);
- membrānfiltri kustīgās fāzes filtrēšanai *SARTORIUS 0,45 µm*;
- kustīgās fāzes filtrēšanas iekārta *MILLIPORE* saistīta ar *AIR ADMIRALTM* vakuumsūkni;
- filtri paraugu filtrēšanai, (Rotilabo – Rundfilter Typ 112 A, cellulose, membran 70 mm);
- vielu vakuuma filtrēšanas iekārta saistīta ar *AIR ADMIRALTM* vakuumsūkni (ātrums - 1 piliens/sekundē);
- analītiskie svāri *PRECISA XB 220A* (± 0.0001 g);
- blenderis;
- centrifūga (JOUAN SA; Centrifuge B 4i);
- pH-metrs (Hanna).

Reāģenti un palīgvielas:

- H_2O - dejonizēts ūdens (Millipore MilliQ-plus);
- CH_3CN - acetonitrils (Fluka / Aldrich);
- H_3PO_4 - fosforskābe, (Riedel-de- Haën);
- analizējamā standartviela askorbīnskābe (Sigma /Aldrich, Labochema Latvia);
- NaH_2PO_4 nātrija dihidrogēnfosfāts (Fluka / Aldrich).

Kartupeļu genotipi

Pētījumiem izvēlētie 7 genotipi ir jau zināmu šķirņu kartupeļi.

2.1.tabula

Kartupeļu šķirnes un to raksturojums

Nr.	Šķirne	Raksturojums
1.	Agria	Šķirne selekcionēta Vācijā krustojot Quarta x Semlo, selekcionārs Bohm. Vēlīna šķirne. Cers augsts, dzinumi vidēji stāvi, resni, vidējs līdz vājš antociāna krāsojums. Daudz ziedu, tie ir balti. Bumbuļi garenī ovāli, ļoti lieli, ļoti seklām acīm. Miza gluda, dzeltena, mīkstums izteikti dzeltens. Miltaini bumbuļi, vārot daļēji izjūk, pēc vārīšanas netumšojas. Cietes saturs vidējs. Šķirne ļoti piemērota frī ražošanai un labo garšas īpašību dēļ ir iecienīta galda šķirne. Ļoti augsts ražības potenciāls. Šķirnei ļoti ilgs miera periods.
2.	Monta	Izveidota Priekuļu selekcijas stacija 2003.gadā (17886.10). Šķirnes aizsardzības periods līdz 1933.gadam. Latvijas augu šķirņu katalogā no 2004. Agra, ražīga. Bumbuļi vidēji līdz maz miltaini, atdzīstot netumšojas. Bumbuļi ovāli, izlīdzināti, acis seklas, Miza dzeltena, mīkstums gaiši dzeltens. Piemērota bioloģiskajai lauksaimniecībai.
3.	Milva	Vidēji agra augstražīga galda kartupeļu šķirne. Bumbuļi garenī ovāli, acis seklas, mīkstuma krāsa dzeltena. Laba izturība pret melnkāju un lakstu puvi. Piemērota audzēšanai dažādās augsnēs. Garš miera periods. Labos glabāšanas apstākļos ilgi saglabā garšas īpašības. Konvenciālo šķirņu salīdzinājumā augstākās ražas.
4.	Sante	Šķirne izveidota krustojot WY 66-13-636 x AM 66-42, selekcionārs J.Vegter, Veendam. Vidēji agrīna šķirne. Ceri vidēji stāvi līdz izplesti, stublāji resni līdz vidēji resni, uz stublājiem nav vai ir ļoti vājš antociāna krāsojums. Ziedu maz, tie ir balti, ogu nav vai ļoti maz. Bumbuļi apaļi ovāli, nedaudz plakani, seklām acīm. Miza gluda, dzeltena, mīkstums gaiši dzeltens. Vārot neizjūk, viegli miltaini (vārīšanās tips B). Cietes saturs vidējs. Laba galda šķirne, ļoti plastiska augšanas prasību ziņā.
5.	Agrie Dzeltenie	Izveidota Priekuļu selekcijas stacijā 1948.gadā (4259.5). Latvijas augu šķirņu katalogā no 2001. Agra šķirne, ļoti miltaini kartupeļi. Bumbuļi ovāli, izlīdzināti, acis seklas, Miza tīklota, dzeltena, mīkstums dzeltens. Potenciālā ražība ļoti augsta. Piemērota bioloģiskajai lauksaimniecībai.
6.	Prelma	Izveidota Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā 2010.gadā (18699.30). Šķirnes aizsardzības periods līdz 1940.gadam. Latvijas augu šķirņu katalogā no 2010. Vidēji agra, ražīga. Bumbuļi ovāli, izlīdzināti, acis seklas, Miza dzeltena, mīkstums dzeltens. Labi aug arī bioloģiskajos laukos.
7.	Imanta	Izveidota Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā 2008.gadā (95-36.304). Šķirnes aizsardzības periods līdz 2038.gadam. Latvijas augu šķirņu katalogā no 2008. Bumbuļi gareniski ovāli, acis ļoti seklas, Miza dzeltena ar sātām

		acu vietām, mīkstums balts vai ļoti gaiši dzeltens. Vidēji vēla. Labi aug bioloģiskajos laukos, arī bioloģiskās cietes ražošanai. Lai izvairītos no lakstu puves radītajiem zaudējumiem, sēklas bumbuļus nepieciešams gaismā dziedēt.
--	--	---

Izvēlējāmie arī jaunus klonus, kuru izstrāde notiek Priekuļos.

2.2.tabula

Izmantotie kartupeļu kloni

Nr.	Klons
1.	S 01085-21
2.	S 01085-35
3.	A 99438-1
4.	S 99017-58
5.	S 03201-51

Ekstraktu sagatavošana

Nomizotus kartupeļus nosver 2 g un sablenderē ar 5 ml ūdens, kam pievienoti 5% metafosforskābes. Izmanto tumša stikla traukus un ledu, lai uzturētu apmēram 4 C⁰. Sablenderēto masu pārlej koniskās 15 ml mēģenēs un nocentrifugē pie 2000 rpm 10 min. Atkārto trīs reizes un katram kartupeļu genotipam iegūst 3 ekstraktus, kuros mēra C vitamīna daudzumu. Ekstraktus izfiltrējām caur 0,45 μm membrānām (Sartorius) un ne vēlāk kā pēc 1h injicējām šķidrums hromatogrāfa kolonnā. Injicējām 20 μl.

C vitamīna standartšķīduma pagatavošana

Nosver C vitamīna 1 mg, izšķīdina 1 ml ūdens un pagatavo atšķaidījumu sēriju koncentrācijā no 0,5 līdz 100 μg/ml.

Augstefektīvā šķidrums hromatogrāfija

Izmantojām šķidrums hromatogrāfu ar UV detektoru pie viļņu garuma 245 nm. Kā mobilo fāzi izmantojām 0,5% NaH₂PO₄ (pH 2,25 uzstādīts ar fosforskābi) šķīdumu un acetoniitrilu attiecībā 93:7. Plūsmas ātrumu uzstādījām 1,2 ml minūtē. Analītiskās kolonnas C18 temperatūra bija 25 C⁰. Uzturējām konstantu temperatūru visu mērījumu laikā.

Datu aprēķini

Kvantitatīvo rēķināšanu veicām pēc C vitamīna standarta dažādu koncentrāciju hromatogrammām, aprēķinot laukumu zem līknes (AUC) standartam un nosakāmajam

paraugam. Mērījumi atkārtoti trīs reizes. Dati parādīti kā vidējais C vitamīna daudzums mg uz 100 g kartupeļu masas ar standartnovirzi. Statistiskā ticamība aprēķināta ar ANOVA (*one way ANOVA ar Dunneta post hoc testu*), izmantojot datorprogrammu Graph Pad Prism 5.0.

3. REZULTĀTI

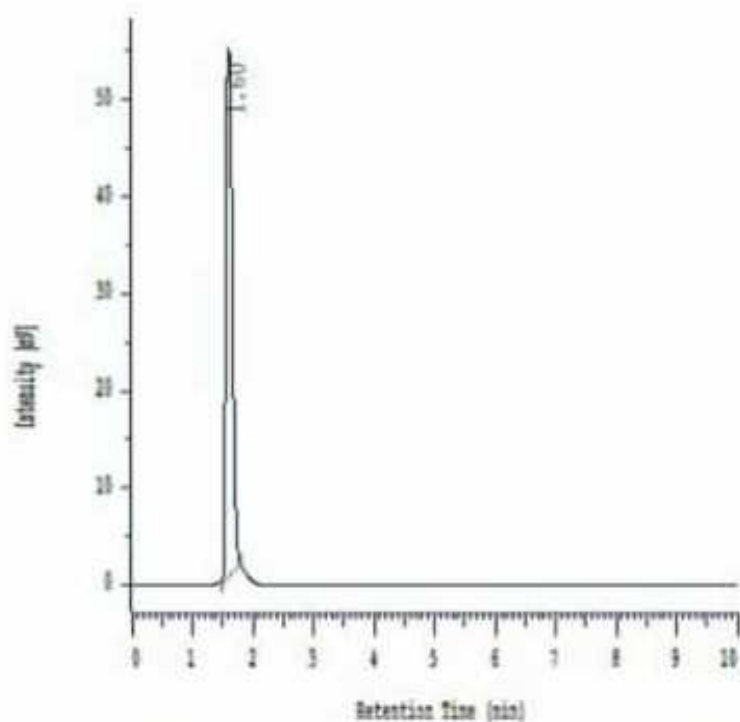
Bioloģiskajos un konvencionālajos audzēšanas apstākļos 2013.gadā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta laukos tika audzēti 20 kartupeļu genotipi. No tiem izvēlējamies 12 genotipus C vitamīna daudzuma noteikšanai.

Vitamīna C daudzums tika noteikts pēc ražas novākšanas un šķirošanas – novembrī.

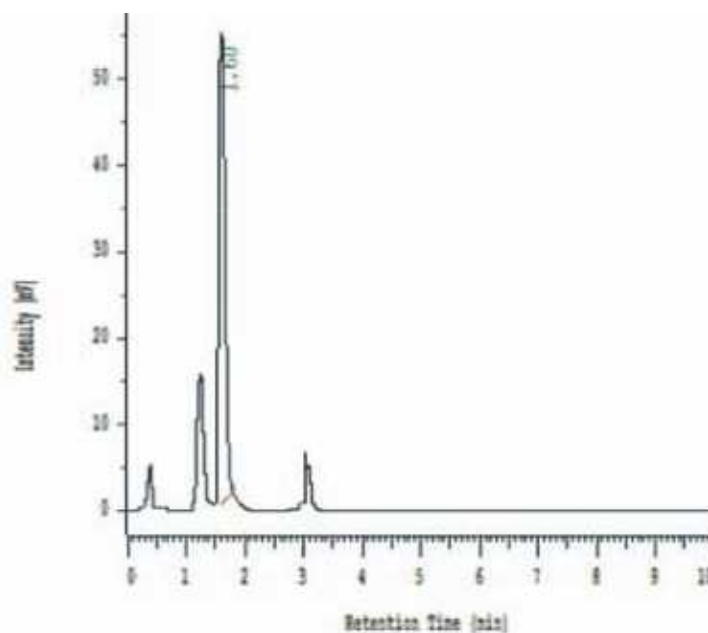
Kartupeļi tika uzglabāti tumšā vietā un ledusskapī.

3.1. C vitamīna augstefektīvā šķidrums hromatogrāfijas metodes izmantošana

C vitamīna noteikšanai izmantojām augstefektīvās šķidrums hromatogrāfijas metodi.



3.1.att. Askorbīnskābes standarta hromatogramma



3.2.att. Askorbīnskābes hromatogramma kartupeļu ekstraktā

2013.gadā audzēto kartupeļu C vitamīna satura vidējie daudzumi (vidējā vērtība rēķināta no 3 mērījumiem) parādīti tabulā.

3.1.tabula

C vitamīna saturs 2013.gadā konvencionālajos un bioloģiskajos laukos audzētos kartupeļos

Nr.p.k.	Genotips	Konvencionālajos laukos mg/100g	Bioloģiskajos laukos mg/100g	P vērtība
1.	Agria	19 ± 1,9	24 ± 2,2*#	0,037872
2.	Monta	20 ± 3,5	27 ± 1,1*#	0,036
3.	Milva	16 ± 2,2	13 ± 0,9#	0,095
4.	Sante	22 ± 1,6	17 ± 1,2*	0,021
5.	Agrie Dzeltenie	16 ± 1,5	15 ± 2,9#	0,67
6.	Prelma	24 ± 2,3	22 ± 0,9#	0,31
7.	Imanta	14 ± 2,7	19 ± 1	0,055
8.	S 01085-21	22 ± 4,4	22 ± 0,2#	1
9.	S 01085-35	23 ± 4,7	25 ± 1,4#	0,46
10.	A 99438-1	25 ± 3,9	20 ± 1,8	0,092
11.	S 99017-58	16 ± 1,2	19 ± 1,2*	0,04
12.	S 03201-51	23 ± 2,9	12 ± 1,2* #	0,004
	vidēji	20 ± 3,7	19,58 ± 4,7	

Dati parādīti kā vidējais ± standartnovirze % (S.D.), n=3.

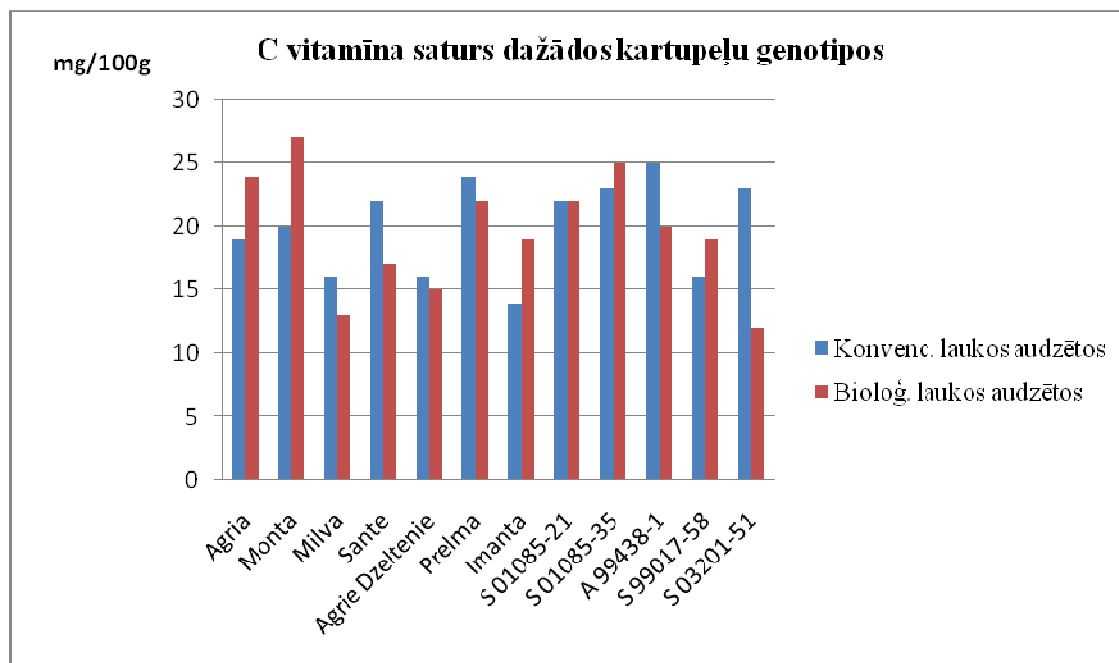
* $p \leq 0,05$ vs. mērijumiem konvencionālajā sistēmā

$p \leq 0,05$ vs. vidējiem mērijumiem bioloģiskajā sistēmā

Salīdzinot vidējo C vitamīna saturu konvencionālajā un bioloģiskajā sistēmā audzētos genotipos, neatradām ticamas atšķirības ($p=0,81$). Pēc mērijumu rezultātiem redzams, ka C vitamīna daudzums atkarīgs galvenokārt no konkrētās kartupeļu šķirnes. No izmantotajiem 12 genotipiem pieciem statistiski ticami atšķirās C vitamīna saturs konvencionālajos laukos audzētos no bioloģiskajos laukos audzētajos kartupeļiem. Šķirnēm Agria un Monta un klonam S 99017-58 bioloģiskajā sistēmā bija augstāks C vitamīna saturs nekā konvencionālajā, bet klonam S 03201-51 un šķirnei Sante tieši pretēji – mazāks.

Bioloģiskajā sistēmā Agria, Monta, Prelma, S 01085-35 un S 01085-21 genotipos C vitamīna saturs ir ticami lielāks par vidējo. Milva, Agrie Dzeltene, Sante un S 03201-51 genotipi producē C vitamīnu mazāk kā vidēji bioloģiski audzēta kopa.

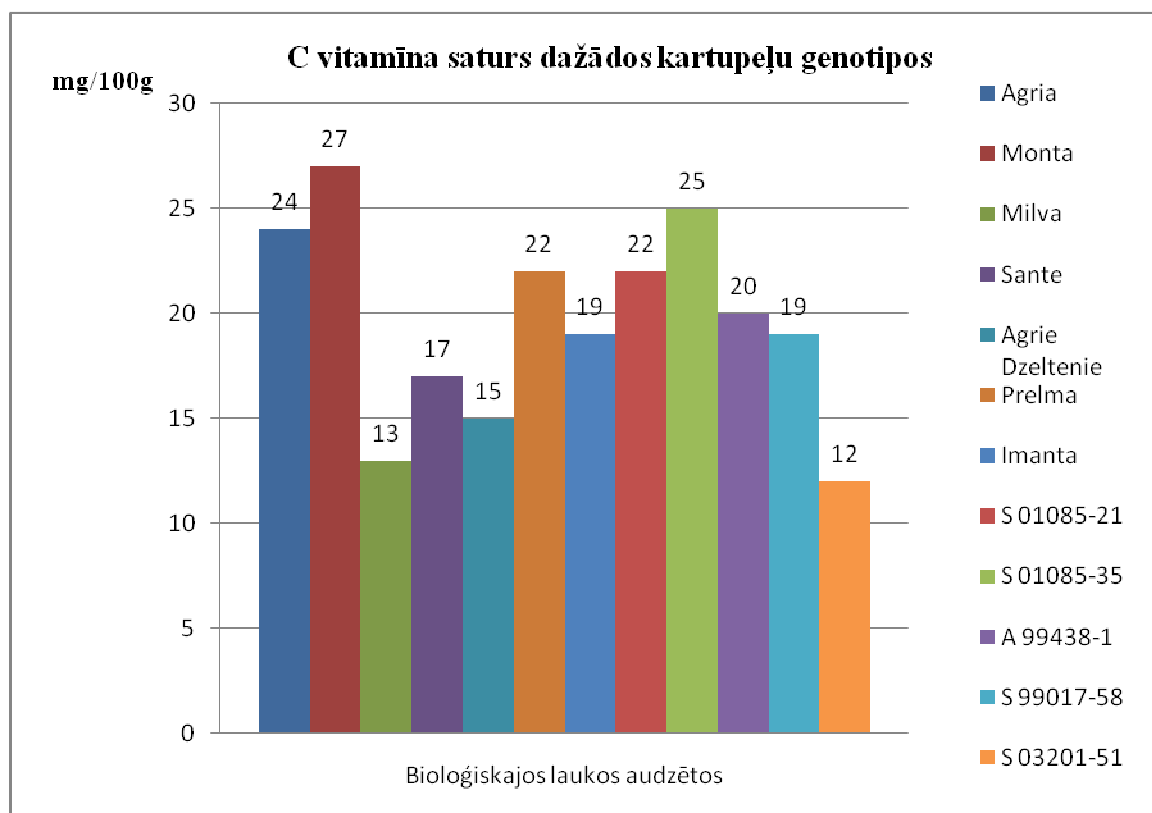
Konvencionālajos laukos audzētiem genotipiem nenovērojām statistiski ticamas C vitamīna satura atšķirības no kopas vidējā. Lielāka tendence bija šķirnei Imanta ($p=0,06$) uzrādīt mazāku C vitamīna daudzumu par kopas vidējo.



3.3.att. C vitamīna saturs konvenc. un bioloģ. laukos audzētos kartupeļos

3.3.attēls uzskatāmāk par tabulu parāda, ka šķirnēm Agria, Monta un klonam S99017-58 bioloģiskajos laukos audzētiem ir augstāks C vitamīna saturs.

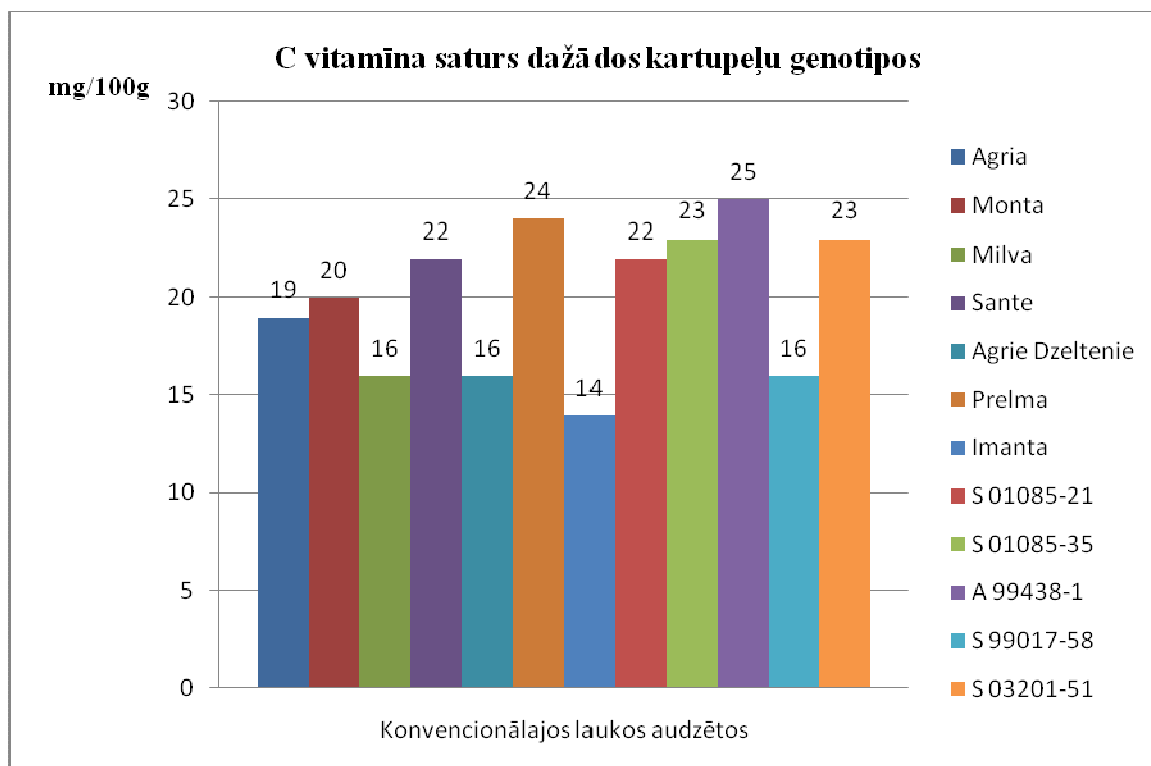
Šķirņu Imanta, Milva, Agrie dzeltenie un Prelma kartupeļiem un kloniem S011085-21, S 01085-35 un A 99438-1 C vitamīna saturs atkarībā no audzēšanas sistēmas praktiski nav mainījies.



3.4.att. C vitamīna saturs bioloģiskajos laukos audzētajos kartupeļos

3.4.attēlā redzams bioloģiskajos laukos audzēto kartupeļu individuālo genotipu savstarpējs salīdzinājums. Vismazāk C vitamīna satur Milva un S03201-51 genotipi. Visvairāk C vitamīnu producē Monta>S01085-35>A 99438-1.

Agria, Monta, Prelma, S 01085-35 un S 01085-21 genotipos C vitamīna saturs ir ticami augstāks par vidējo. Imanta, A 99438-1 un S 99017-58 genotipos C vitamīna saturs neatšķiras no kopas vidējā. Milva, Agrie Dzeltenie, Sante un S 03201-51 genotipi producē C vitamīnu mazāk kā vidēji bioloģiski audzēta kopa.



3.5.att. C vitamīna saturs konvencionālajos laukos audzētajos kartupeļos

3.5.attēlā redzams konvencionālos laukos audzēto kartupeļu individuālo genotipu savstarpējs salīdzinājums. Lielāks C vitamīna daudzums ir A 99438-1 > Prelma > S 03201-51 = S 01085-35 > S 01085-21 = Sante > Monta > Agria. Vispārējais secinājums ir, ka konvencionālajos laukos audzēto kartupeļu genotipi neatšķiras C vitamīna satura ziņā. Nenovērojām statistiski ticamas atšķirības individuāliem genotipiem no kopas vidējā.

4. DISKUSIJA

Hromatogrammas piemērā redzams, ka kartupeļu ekstraktā C vitamīna frakcija no kolonnas eluējas starp 1. un 2. minūti. Smaile ir labi atdalīta no matricas. L-askorbīnskābe un dehidroaskorbīnskābe ir galvenie ar uzturu uzņemtie C vitamīna veidi. Tomēr dehidroaskorbīnskābes saturs parasti augu materiālā vai pārtikas produktos netiek noteikts (Novakova et al., 2008).

Pēc zinātniskās literatūras datiem tikko novāktos kartupeļos C vitamīna daudzums svārstās robežās no 10-25 mg uz 100 g produkta (Said, 2011). Visaugstākais C vitamīna daudzums atrodas kartupeļa serdē (25-29 mg 100 g⁻¹ produkta). Tas ir vairāk kā ārējā slānī (22-26 mg 100 g⁻¹ produkta). C vitamīns samazinās uzglabāšanas laikā, un tā samazināšanās daudzums ir ļoti atkarīgs no kartupeļu šķirnes (Davies et al., 2002). C vitamīns ir nestabils pret gaisa klātbūtni, siltumu un ūdeni, un viegli noārdās ilgstošas uzglabāšanas laikā. Zudumi uzglabāšanās laikā galvenokārt skaidrojami ar kartupeļa elpošanas metabolisma procesiem (Zhang et al., 1997). Kartupeļi satur 8-30 mg vitamīna C/100 g svaiga svara (FW) (Dale et al., 2003). Mūsu pētījumā kartupeļu genotipos tika izmērīts līdzīgs C vitamīna saturs. Mēs mērījām C vitamīna saturu novembrī, kad kartupeļi nebija tikko novākti no lauka, bet tika uzglabāti atbilstoši to uzglabāšanas noteikumiem tumšā, aukstā vietā.

Pētījuma galvenais mērķis bija noskaidrot viena un tā paša genotipa C vitamīna producēšanas spēju atkarībā no audzēšanas veida. Iegūtie rezultāti parādīja, ka konvencionālajos laukos audzētiem genotipiem nenovērojām statistiski ticamas C vitamīna satura atšķirības no kopas vidējā. Bioloģiskajā sistēmā atsevišķiem genotipiem tika novērotas statistiski ticamas atšķirības no kopas vidējā. Pie tam abos virzienos: Agria, Monta, Prelma, S 01085-35 un S 01085-21 genotipos C vitamīna saturs ir ticami augstāks par vidējo, bet Milva, Agrie Dzeltenie, Sante un S 03201-51 genotipi producē C vitamīnu mazāk kā vidēji bioloģiski audzēta kopa. Atradām, ka 3 genotipiem - Imanta, A 99438-1 un S 99017-58 C vitamīna saturs neatšķiras no kopas vidējā.

Salīdzinot individuālu genotipu C vitamīna producēšanas spēju, audzējot tos paralēli abās sistēmās, novērojām, ka nav statistiski ticamu atšķirību starp kopu vidējo C vitamīna saturu konvencionālajā un bioloģiskajā sistēmā audzētos genotipos ($p=0,81$). Tomēr pieciem no 12 individuāliem genotipiem atšķirības bija izteiktas. Šķirnēm Agria un Monta un klonam S 99017-58 bioloģiskajā sistēmā bija augstāks C vitamīna saturs nekā konvencionālajā, bet klonam S 03201-51 un šķirnei Sante tieši pretēji – mazāks.

Dažādu bioaktīvu vielu satura mērījumi ar mērķi izvērtēt audzēšanas apstākļu ietekmi ir veikti un dati publicēti. Tomēr tā īsti nav pierādīts, ka organiskā audzēšanas sistēma nodrošina labāku produktu uzturvērtību vai, ka produktā ir vairāk veselībai nozīmīgu vielu (García-Mier et al., 2013; Huber et al., 2011).

Uzskata, ka C vitamīna saturs augu pārdzīvota stresa dēļ veģetācijas periodā var palielināties (Love and Pavek, 2008). Iespējams, ka stresu ir radījuši augsta gaisa temperatūra un ilgstošs stiprs lietus veģetācijas perioda laikā, kas ir ietekmējuši C vitamīna uzkrāšanos īpašos attīstības posmos dažiem genotipiem, kuru nobriešanas laiks atšķiras no citiem genotipiem. Arī citi autori novērojuši, ka C vitamīna saturs galvenokārt ir saistīts ar genotipa īpašībām un to ietekmē audzēšanas apstākļi (augšnes auglība, mitrums un temperatūra), bumbuļu nobriešanas laiks, uzglabāšanas nosacījumi un pārtikai izmantotā gatavošanas metode (Augustin et al 1978; Storey, 1992; Love and Pavek 2008; Mūrniece et al., 2011). Pētījumi par slāpekļa pieejamības augsnē ietekmi uz C vitamīna koncentrāciju bumbuļos atklāja, ka pārmērīgi augstās slāpekļa mēslojuma normas ir ar negatīvu ietekmi uz C vitamīna koncentrāciju, jo bagātīgi pieejams slāpekļlis aizkavē bumbuļu nobriešanu un arī vitamīnu uzkrāšanos (Love and Pavek, 2008). Bumbuļu attīstības laikā askorbīnskābes līmenis palielinās, bet samazinās nogatavinātos bumbuļos (Brown et al., 2010; Brown, 2005). Negatīva korelācija ir atrasta starp bumbuļu izmēriem un C vitamīna saturu (Zhang et al., 1997).

Mūsu pētījums nesniedz atbildi, vai C vitamīna saturu kartupeļos ietekmē audzēšana bioloģiskā vai konvencionālā veidā. Tomēr mēs esam parādījuši, ka individuālu genotipu īpašības ir noteicošās bioloģiski aktīvu vielu producēšanai. Šis secinājums atbilst selekcionāru novērojumiem. Selekcionāri uzskata, ka ir iespējams palielināt C vitamīna līmeni, jo šī iezīme ir iedzimta (Love and Pavek 2008).

SECINĀJUMI

1. Ar augstefektīvo šķidrums hromatogrāfijas metodi ar UV detektoru izmērītais C vitamīna saturs 12 kartupeļu genotipos 2013.gada ražā vidēji ir no 12 līdz 27 mg/100g kartupeļu masas.

2. Neatšķiras vidējais C vitamīna saturs konvencionālajā un bioloģiskajā sistēmā audzētos genotipos. C vitamīna satura daudzums atkarīgs galvenokārt no konkrētās kartupeļu šķirnes. Šķirnēm Agria un Monta un klonam S 99017-58 bioloģiskajā sistēmā tika atrasts augstāks C vitamīna saturs nekā konvencionālajā, bet klonam S 03201-51 un šķirnei Sante – mazāks.

3. Bioloģiskajā sistēmā Agria, Monta, Prelma, S 01085-35 un S 01085-21 genotipos C vitamīna saturs ir ticami lielāks par vidējo. Milva, Agrie Dzeltenie, Sante un S 03201-51 genotipi producē C vitamīnu mazāk kā vidēji bioloģiski audzēta kopa.

4. Konvencionālajos laukos audzētiem genotipiem nav statistiski ticamu C vitamīna satura atšķirību no kopas vidējā.

PATEICĪBAS

Vēlos izteikt pateicību savai darba vadītājai profesorei Rutai Mucenieci par atbalstu darba izstrādē.

Pateicos Dr. ķīm. Ilvai Nakurtei par palīdzību darbā ar HPLC aparatūru.

Pateicos Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta pētniekiem par kartupeļu genotipu audzēšanu un iedošanu eksperimentiem.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. **Andre, C.M., M. Ghislain, P. Bertin, M. Oufir, M.R. Herrera, L. Hoffmann, J. Hausman, Y. Larondelle, and D. Evers.** Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum*L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55:366-378
2. **Anonymous** 2014. Nutritional Facts. [tiešsaiste]. [atsauce 10.04.2014]. Pieejams: <http://www.potatogoodness.com/nutrition/nutritional-facts>
3. **Anonīms** 2013. Kartupeļu raža prognozēta 570 000 tonnu apjomā; sarūk audzētāju skaits. [tiešsaiste]. [atsauce 15.03.2014.]. Pieejams: <http://www.focus.lv/bizness/tirgi/kartupelu-raza-prognozeta-570-000-tonnu-apjoma-saruk-audzetaju-skaits>
4. **Anonymous** Encyclopedia of food sciences and nutrition. Editor-in-Chief: Benjamin Caballero. UK: Academic Press, 2003. p. 4660-4663 ISBN: 978-0-12-227055-0
5. **Augustin J, Johnson SR, Teitzel C, True RH, Hogan JM, Toma RR, Shaw RL, Deutsch RM.** Changes in nutrient composition of potatoes during home preparation: II vitamins. *Am Potato J* 1978, 55:653–662
6. **Brutāne D., Miske I.** Dzīvības elementi. Veselīga uztura rokasgrāmata. Rīga: Nordik, 2004, 68.-70. lpp. ISBN 9984-751-61-9
7. **Brūvere E.** Pārtikas produktu prečzinība, otrā daļa. Rīga: BA Turība izdevniecība, 2006. 50. lpp. ISBN: 9789984766845
8. **Brown CR, Haynes KG, Moore M, Pavek MJ, Hane DC, Love SL, Novy RG, Miller JC Jr.** Stability and broad-sense heritability of mineral content in potato: iron. *Am J Potato Res* 2010, 87:390–396
9. **Brown CR.** Antioxidants in potato. *Am J Potato Res* 2005, 82:163–172
10. **Bulluck III L.R., Brosius M., Evanylo G.K. et al.** Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, 2002. Vol. 19, p. 147–160
11. **Carpenter KJ.** The discovery of vitamin C. *Ann Nutr Metab.* 2012; 61(3):259-64. doi: 10.1159/000343121
12. **Centrālā Statistikas pārvalde.** [tiešsaiste]. [atsauce 10.01.2014]. Pieejams: <http://www.csb.gov.lv/notikumi/majsaimniecibu-izdevumi-uzturam-55-lati-menesi-vienam-gimenes-loceklim-39100.html>

13. **Cruz-Rus E, Amaya I, Valpuesta V.** The challenge of increasing vitamin C content in plant foods. *Biotechnol J.* 2012 Sep;7(9):1110-21
14. **Dale MFB, Mackay GR.** Inheritance of table and processing quality. In: Bradshaw JE and Mackay GR (ed) *Potato genetics.* CAB International, 2007, 285–263
15. **Davies CS, Ottman MJ, Peloquin SJ.** Can germplasm resources be used to increase the ascorbic acid content of stored potatoes? *Am J. Potato Res,* 2002, V79:295-299
16. **Dean B. B.** *Managing the potato production system.* New York: CRC Press, 1993. p. 51-56 ISBN 1-56022-025-2
17. **García-Mier L, Guevara-González RG, Mondragón-Olguín VM, Verduzco-Cuellar BR, Torres-Pacheco I.** Agriculture and bioactives: Achieving both crop yield and phytochemicals (Review). *Int J Mol Sci* 2013, 14:4203-4222
18. **Gazdik Z., Zitka O., Petrova J, Adam V., Zehnalek J, Horna A, Reznicek V., Beklova M, Kizek R.** Determination of Vitamin C (Ascorbic Acid) Using High Performance Liquid Chromatography Coupled with Electrochemical Detection, *Sensors* 2008, 8, 7097-7112; DOI: 10.3390/s8117097
19. **Haase NU.** Healthy aspects of potatoes as part of human diet. *Potato Res,* 2008, 51: 239-258
20. **Huber M, Rembiałkowska E, Średnicka D, Bügel S, van de Vijver LPL.** Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *NJAS – Wagening J of Life Sci* 2011, 58:103-109
21. **Lister, C., E., Munro, J.** Nutrition and health qualities of potatoes – a future focus. *Christchurch: Crop & Food Research Confidential Report* 2008, Vol. 143, p. 47
22. **Love SL, Pavek JJ.** Positioning the potato as a primary food source of vitamin C. *Am J Potato Res,* 2008, 85: 277-285
23. **Jang, H.L. and K.Y. Yoon.** Cultivar difference in phenolic contents/biological activities of color-fleshed potatoes and their relationship. *Hort. Environ. Biotechnol.* 2012, 53:175-181
24. **Mūrniece I, Karklina D, Galoburda R, Santare D, Skrabule I, Costa HS.** Nutritional composition of freshly harvested and stored Latvian potato (*Solanum tuberosum*) varieties depending on traditional cooking methods. *J Food Compos Anal* 2011, 24:699–710
25. **Naidu K.A.** Vitamin C in human health and disease is still a mystery? *Nutrition Journal* 2003, 2:7 doi:10.1186/1475-2891-2-7

26. **Neimane, Lolita, Zariņš, Zigurds**, 2003. Uztura mācība. Rīga: apgāds „Rasa ABC”, 45.-46. lpp. ISBN 9984-653-59-5
27. **Nelson G., Froese J.C., Entz M.H.** Organic and conventional field crop soil and land management practices in Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 2010. Vol. 90, p. 339-343
28. **Nojavan S. Faezeh Khalilian a,b, Fatemeh Momen Kiaie c, Atyeh Rahimi c, Armin Arabanian c, Soheila Chalavi a** Extraction and quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of *Rosa canina* L. Fruit, *Journal of Food Composition and Analysis* 2008, 21: 300–305
29. **Novakova, L P. Solich, D. Solichova**, HPLC methods for simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids. *Trends in Analytical Chemistry*, 2008, Vol. 27, No.10
30. **Kraukle, A** (2013) Kartupeļu audzētāju zinojums [tiešsaiste]. [atsauce 05.03.2014.]. Pieejams:<http://www.laukutikls.lv/pielikumi/4135Kartupeļu%20nozares%20ekspertu%20zinojums2013Prezentacija.pdf>
31. **Pavek, J.J.** Positioning the Potato as a Primary Food Source of Vitamin C. *American journal of potato research* 2009 Aug., v. 85, no. 4
32. **Pisoschi A.M., Pop A, Serban A.I., Fafaneata C.** Electrochemical methods for ascorbic acid determination. *Electrochimica Acta* 2014,121: 443– 460.
33. **Reddivari, L., A.L. Hale, and C. Miller.** Genotype, location, and year influence antioxidant activity, carotenoid content, phenolic content, and composition in specialty potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55:8073-8079
34. **Said HM.** Intestinal absorption of water-soluble vitamins in health and disease. *Biochem J.* 2011, 1; 437(3): 357-372
35. **Skrabule I.** Kam noder kartupeļi? *Lauku avīzes tematiskā avīze*, 2011. 17.-18. lpp.
36. **Skrabule I.** Kartupeļi bioloģiskajā lauksaimniecībā. Demonstrējumi augkopībā un lopkopībā 2012, LLKC, Lauku Tīkls, Ozolnieki, 14.–18. lpp. [tiešsaiste]. [atsauce 11.03.2014]. Pieejams:
[http://www.llkc.lv/upload_file/400447/LaukuDemonstrejumi2012\(tipo\).pdf](http://www.llkc.lv/upload_file/400447/LaukuDemonstrejumi2012(tipo).pdf)
37. **Skrabule I, Skaidrīte Būmane, Dace Piliksere, Aija Vaivode, Ilze Dimante, Irisa Mūrniece, Zanda Krūma** (2013) Audzēšanas tehnoloģiju ietekme uz kartupeļu bumbuļu kvalitāti [tiešsaiste]. [atsauce 10.03.2014]. Pieejams:
http://kki.lv/dokumenti/VPP_NatRes_Rakstu_Krajums.pdf

38. **Storey RMI, Davies HV** (1992) Tuber quality. In: Harris P (ed) *The potato crop. Chapman and Hall, London*, pp 507–569
39. **De Tullio MC.** *Beyond the antioxidant: the double life of vitamin C.* Subcell Biochem. 2012;56:49-65. doi: 10.1007/978-94-007-2199-9_4
40. **Varis E., Pietila L., Koikkalainen K.** Comparison of Conventional, Integrated and Organic Potato Production in Field Experiments in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 1996, Vol. 46, Issue 1, p. 41-48
41. **Zhang L, Porter GA, Bushway RJ.** Ascorbic acid and glycoalkaloid content of Atlantic and superior potato tubers as affected by supplemental irrigation and soil amendments. *Am Potato J*, 1997, 74: 285-303
42. **Zhang L, Wang Z, Xia Y, Kai G, Chen W, Tang K.** Metabolic engineering of plant L-ascorbic acid biosynthesis: recent trends and applications. *Crit Rev Biotechnol.* 2007 Jul-Sep; 27(3):173-82

DOKUMENTĀRĀ LAPA

Bakalaura darbs "C vitamīna saturs noteikšana dažādos kartupeļu genotipos" izstrādāts LU Medicīnas fakultātē sadarbībā ar Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtu un LU Ķīmijas fakultātes Hromatogrāfijas laboratoriju.

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

Autors: Hichem Bouhdiche

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: prof. Ruta Muceniece

Recenzents: Maģ.farm. Jānis Ventiņš

Darbs iesniegts: LU MF dekanātā

Metodiķe: Juta Bārtule

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma sēdē

Komisijas sekretāre: Dr.farm. Kristīne Saleniece