



**SIA RicBerry**

Dižoga, Vārves pagasts, Ventspils novds, LV-3623, LATVIJA

reģistrācijas Nr.41203039718

Dienesta klienta Nr.08600363

---

## PROJEKTA GALA ATSKAITE - PREZENTĀCIJA

### IEVADS

Projekta iesnieguma numurs:

**Nr.17-00-A01620-000034**

Projekta izstrādes periods:

**2019 - 2020.gads**

Projekta kopējās izmaksas:

**100000,00 Eur**

Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) Atklāta projektu iesniegumu konkursa Latvijas Lauku attīstības programmas 2014. - 2020.gadam pasākuma 16. "Sadarbība" 16.2 apakšpasākuma: **"Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei"**.

*Pētījumu realizēja un informāciju sagatavoja:*

Atbalsta pretendents un vadošais partneris: **SIA „RicBerry”**

Projektā iesaistītie partneri: **Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU),**

kā arī

**LPKS “Augļu nams”,**

**Pašnodarbinātā Maija Kondratjuka**

**Bioloģiskā ZS „Rogas”**

Saturs:

- A. IEVADS.
- B. PROJEKTA GALVENIE MĒRĶI.
- C. PĒTNIECIBĀ IESAISTĪTO PARTNERU VEIKTO DARBU APRAKSTS, NOZĪMĪGUMS TAUTSAIMNIECĪBĀ UN ILGTSPĒJA.
- D. PROJEKTA REZULTĀTU APKOPOJUMS – SASNIEGTIE REZULTĀTI, MĒRĶI UN SECINĀJUMI.
- E. PIELIKUMI

## **PROJEKTA GALVENIE MĒRĶI.**

Projekta mērķis ir izstrādāt jaunas bezatlikuma pārstrādes tehnoloģijas dažādu augļu un ogu pārstrādē, un uz to bāzes izstrādāt inovatīvus un funkcionālus pārtikas produktus, ar paaugstinātu bioloģisko vērtību, tai skaitā bioloģisko produkciju. Pēdējo gadu laikā tiek aktīvi meklētas dabīgas izejvielas, kuru sastāvā ir bioloģiski aktīvas vielas, kas pozitīvi ietekmētu cilvēku veselību, tādējādi aizstājot mākslīgi sintezētos ķīmiskos savienojumus. Šim mērķim projektu paredzēts īstenot laikā no 2019. – 2020.gada 30.jūlijam.

Mūsu sadarbības mērķis bija radīt tandēmu – starp primāro ražotāju un pārstrādātāju, pētot saikni no izejvielas radīšanas brīža (kas ietver noteicošos komponentus kā vietas lokalizācija, audzēšanā pielietoto metožu un/vai līdzekļu izmantošana, augsnes, laika apstākļu un citu faktoru ietekmi uz izejvielu) , kas ir svarīgas ne tikai stabilai izejvielas kvalitātes nodrošināšanai ilgtermiņā, bet ir noteicošas, kādas kvalitātes ( šķiedrvielas, pektīni, vitamīni, minerālvielas un tml. bioloģiski aktīvi komponenti) var nodrošināt izejviela, un līdz ar to - pārstrādes rezultātā radītie inovatīvie produkti.

Projekta ietvaros meklējām efektīvākās metodes, eksperimentējot ar dažādām inovatīvām pārstrādes iespējām, pētījām attiecīgo izejvielu ķīmisko sastāvu, pētījām bioloģiski aktīvo vielu klātbūtni dažāda veida augļos un ogās, kurus ēdot (pēc to pārstrādes, jau kā gatavu gala produktu), mēs uzņemtu veselu virkni veselībai vērtīgu un vajadzīgu uzturvielu – šķiedrvielas, antioksidantus, vitamīnus un minerālvielas, kas pozitīvi ietekmētu mūsu veselību ikdienā. Jaunās tehnoloģijas ir balstītas arī uz tādu jaunu produktu radīšanu, kuru sastāvā un pārstrādē tiks izmantotas tikai dabīgas izejvielas, un kuros netiks izmantots un/vai pievienots cukurs, vai jebkurš cits saldinātājs, tas būs absolūti dabīgs, veselīgs produkts, ar augstu uzturvērtību, un dabīgi saglabātiem vitamīniem, kas noderīgi un nepieciešami ikdienas lietošanā, un būs lieliski aizstājējprodukti uztura bagātinātājiem, kā arī lielisks pārtikas produkts, kas palīdzēs cilvēkiem ikdienā saņemt kādu organismam nepieciešamu un vērtīgu vielu. Jo dažreiz organismam vajag pavisam nedaudz, lai uzturētu savu enerģētisko un garīgo labsajūtu!

## **PĒTNIECIBĀ IESAISTĪTO PARTNERU VEIKTO DARBU APRAKSTS, NOZĪMĪGUMS TAUTSAIMNIECĪBĀ UN ILGTSPĒJA.**

Viens no nozīmīgākajiem faktoriem bija projektā iesaistīto partneru spēja visa pētniecības perioda laikā strādāt komandā, sniedzot maksimālu savstarpējo atbalstu ar zināšanām, pieredzi, kopīgi izvērtējot riskus, apkopojot un analizējot jauniegūtās zināšanas, lai veiktu iegūto rezultātu analīzi, kas bija par pamatu veiksmīgai projekta realizēšanai. Kopumā projekta ietvaros tika veikts apjomīgs pētījumu darbs, sākot ar partneru īpašumā esošo zemes gabalu augšņu agroķīmisko izpēti, un nepieciešamo izejvielu parametru noteikšanu, līdz jaunu tehnoloģiju izstrādei, uz to bāzes radot jaunus produktus, tai skaitā bioloģiskus un bez pievienota saldinātāja. Sākuma stadijā veicām

nepieciešamās analīzes, kas ir ļoti nozīmīgas tieši primārajiem ražotājiem, lai saprastu izvēlēto izejvielu parametrus, jo sadarbības ietvaros tiek veikts un pētīts pilns ražošanas cikls, no audzēšanas līdz gala produktam. Paredzēti pētījumi, kas saistīti ar konkrētajās saimniecībās audzētajām kultūrām, augsnes īpatnībām, nosakot kas pietrūkst, vai otrādi, kādas vielas ir par daudz, lai nodrošinātu labvēlīgu augsni kvalitatīvu stādījumu radīšanai, kas ir pamats, lai katrā konkrētajā saimniecībā iegūtu veselīgu un bagātīgu ražu, analizējot ne tikai augsnes izmeklējumus, bet izpētot vājāko punktu primāro ražotāju pieejamajos datos – nosakot arī izaudzētajai produkcijai dažādus parametrus, kā ogu-augļu ķīmisko sastāvu, patogēnus, iespējamo risku izvērtēšanu un to novēršanu, pārstrādei piemērotāko šķirņu atlasī, rezultātā iegūstot kopainu par to, kādos apstākļos augs ir audzēts un kā tas ir ietekmējis gala produktu, izdarīt secinājumus un veikt nepieciešamos uzlabojumus, lai rezultātā veidotos ilgspējīga sadarbība starp ražotāju un pārstrādātāju, pilnīga savstarpēja sapratne par to, kas jā dara katram no partneriem (ražotājs audzē to, kas nepieciešams pārstrādātājam, ar tādām metodēm, mēslošanām un tml., lai iegūtais rezultāts nodrošinātu gala produktā paredzētās funkcijas), iegūstot augstvērtīgu gala produktu ilgtermiņā, ar nemainīgām garšas, bioloģiski aktīvo vielu un citu svarīgu parametru īpašībām - kā STANDARTU.

Paredzēti ilgtermiņa līgumi no 5-7 gadiem, kur ir atrunāti katras puses pienākumi, tai skaitā finansiāla stabilitāte audzētājam (par ražas iepirkšanu, norādot savstarpēji atrunātus iespējamus apjomus un stabilas cenas) un izejvielas nodrošinājums pārstrādātājam, tādejādi padarot sadarbību īpaši efektīvu.

Lai nodrošinātu visus nepieciešamos resursus projekta realizēšanai, tika izveidotas cenu aptaujas veidlapas un apzināti potenciālie sadarbības partneri, uzvarētājus izvēloties gan pēc zemākās cenas un ekonomiskā izdevīguma, gan konkrēto veicamo pakalpojumu nodrošinājuma iespējām. Ar visiem izvēlētajiem partneriem tika noslēgti sadarbības līgumi ar atrunātiem pienākumiem, cenām un izpildes termiņiem.

Projektā iesaistīto partneru pienākums bija piegādāt attiecīgās izejvielas, paredzētajā laikā un apjomā. Šeit būtu jāatzīmē fakts, ka uzsākot pirmos eksperimentus, ar sākotnēji paredzētajām izejvielām, tika konstatēta daudzu izejvielu neatbilstība galveno mērķu sasniegšanas iespējamībai, tādēļ projekta gaitā tika nomainīti vairāki partneri.

Tā piemēram tika konstatēts, ka ZS Strēlnieku paredzētās izejvielas – lielogu dzērvenes un cidonijas ir pārāk skābas, lai no tiem tālāk veidotu produktu kompozīcijas, nebūs lietderīgi veikt pētījumus un koncentrēties uz izejvielu, kuru varēs pievienot niecīgās devās – krāsai, skābumam vai aromātam, īpaši, ja galvenais akcents likts uz nesaldinātu produktu radīšanu. Tādēļ pēc kopīgas apspriedes un vispārējās partneru vienošanās, ar LAD atļauju, tika sameklēts jauns partneris, kas audzē arbūzus un melones – pašnodarbinātā Maija Kondratjuka, un izpēte tika turpināta izvēloties melones, kā galveno pārstrādes produktu, kas bija jauna, Latvijai neierasta kultūra, dabīgi īpaši salda, uz kā bāzes tika veidota sublimācijas tehnoloģija un noteikti optimālie režīmi un gala rezultātā – nesaldināts produkts. Savukārt ZS „Kannenieki” nespēja nodrošināt izejvielu, jo bija neražas gads (ražā nosala), tādēļ tā vietā stājās jauns partneris – LPKS „Augļu nams”, kas pilnībā pārņēma visas saistības un pienākumus, un nodrošināja atbilstošu izejvielu tālāko pētījumu veikšanai.

## Kopumā projekta realizēšanai tika nodrošināti sekojoši resursi:

Projektā iesaistītie partneri (sākotnēji):

1. **ZS"Kannenieki"** – ābolu piegāde, pievedums 2019.gada 18.februārī, apjoms 100kg, lietderīgā izmantojamā daļa pēc pirmapstrādes 62kg (-38%)



SIA Kannenieki – nosalusi raža

(Pēc partneru nomaiņas):

2. **LPKS „Augļu nams”** – 5 dažādu šķirņu ( antonovka, antejs, sinap orlovskij, zarja alatau, alesja) ābolu piegāde, pievedumi no 2019.gada oktobra līdz martam, apjoms 1100kg, pēc pirmapstrādes lietderīgā izmantojamā izejviela šķidrā pektīna ieguvei 715kg ( -35%)



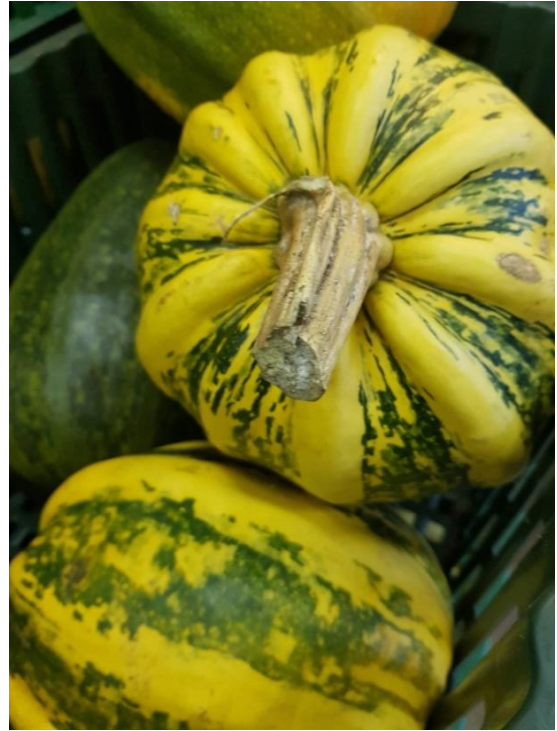
Āboli no LPKS „Augļu nams” piegādāja 5 šķirņu ābolus

3. **Bioloģiskā zemnieku saimniecība „Rogas”** – bioloģiskie āboli, bio smiltsērķšķi un bio piena piegāde, pievedumi laikā no 2019.gada jūnija līdz oktobra beigām, apjoms āboliem 1000 kg, smiltsērķšķiem 250kg, pienam 200kg. Pēc pirmapstrādes lietderīgā izmantojamā izejviela sublimētu produktu ieguvei no āboliem 662kg (-33,8%) un (-20%) sula pēc atsaldēšanas, kopumā atlikušais 529,6kg, un smiltsērķšķi pēc pirmapstrādes lietderīgā izmantojamā daļa 217,5kg (-13%)



Āboli un piens no bioloģiskās saimniecības „Rogas”

4. **Pašnodarbinātā Maija Kondratjuka** – arbūzi un melones, pievedumi no 2019.gada augusta līdz septembrim, apjoms arbūzi 60,9 kg un melones 2230kg. Pēc pirmapstrādes lietderīgā izmantojamā izejviela sublimētu produktu ieguvei no melonēm 892kg (zudumi no dažādām partijām no -25% līdz -60%) un (-27%) sula pēc atsaldēšanas, kopumā atlikušais 651,16kg, un arbūzi izmantojamais atlikums 23,75kg (-61%), sula (-25%), kopumā atlikušais 17,81kg.



Att. Melones no pašnodarbinātās Maijas Kondratjukas saimniecības

5. **Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU)** – zināšanu pārnese, tehniskais nodrošinājums, reaģenti, materiāli, izpētes darbi, iepakojumu un tehnoloģiju izstrāde, zinātnisko rakstu sagatavošana, publicitāte.
6. **SIA RICBERRY** – vadošais partneris – projekta vadība, koordinēšana, jaunu tehnoloģiju un inovatīvu produktu izstrāde.

#### **PAKALPOJUMU NODROŠINĀTĀJI:**

Saskaņā ar cenu aptaujas rezultātiem izvēlētie pretendenti:

**Tehniskais nodrošinājums/ pakalpojumam jānodrošina:**

Ogu, augļu, dārzeņu (to dažādākajās pārstrādes formās- šķēlēs, vesels, griezts, malts, biezenī, tml) sublimācijas žāvēšanas process, nodrošinot augstas kvalitātes gala produktu, ļaujot saglabāt maksimāli augstu flavonīdu un bioloģiski aktīvo vielu klātbūtni gala produktā.

1. Iekārtas nodrošinātājs - **sia „SIA Cryogenic and Vacuum Systems”** - eksperimentālā sublimācijas iekārta **FD100**.

Lai izstrādātu jaunu tehnoloģiju, ar dziļās sasaldēšanas metodi, bija nepieciešama iekārta, tā saucamais - Freeze drying žāvēšanas veids, kurā produkts tiek sasaldēts un pēc tam sublimēts (proti – no tā tiek izsūkts tajā mītošais mitrums (produktiem tas ir ūdens)), ko nodrošina vakuumkamera, daudzkanālu sistēma temperatūras mērīšanai, digitālais vakuumetrs un elektroniskā vadības sistēma, kā arī drošs vakuumēšanas un saldēšanas aprīkojums.



Eksperimentālā iekārta vadības paneli



Izbraucamie rati, produkcijas uzpildīšanai



Uzpildes brīdis



Vakuuma kameras durvis, sublimācijas laikā





Rāda temperatūru plauktos



Sensoru izvietošana

Jaunā pārstrādes tehnoloģija dotu iespēju izveidot arī bezcukura produktus un maksimāli (salīdzinoši ar kondensācijas tipa žāvēšanas metodi, kura šobrīd tiek pielietota produktu kaltēšanai) saglabāt bioloģiski aktīvās vielas. Šāda žāvēšanas metode dotu lielas priekšrocības jaunu produktu izveidē, jo: produktu neapstrādā augstās temperatūrās; tiek iegūtas sausi audi, preparāti un produkti, nezaudējot strukturālo veselumu un bioloģisko aktivitāti; vairums olbaltumvielu netiek denaturētas un tiek saglabātas ilgtermiņā;

Iegūtie produkti, saskaroties ar mitrumu, atgūst savas sākotnējās īpašības; saglabājas ievērojams vērtīgo vielu daudzums un koncentrācija; produkti nemaina savu formu, smaržu un krāsu, tiem ir iespējams ļoti liels (pie speciāla iepakojuma) uzglabāšanas termiņš, maza masa / svars un augsta produkcijas pievienotā vērtība.

### **Eksperimentālās sublimācijas iekārtas parametri:**

<b>Iepirkuma priekšmetu raksturojošie rādītāji</b>	<b>Parametri</b>
Sublimācijas iekārtas vakuuma kameras materiāls	Nerūsējošais tērauds
Tvaika kondensāta ietilpība, kg ledus	100 kg +/- 5%
Sildīšanas plauktu skaits, gab.	10- 14
Sublimācijas žāvēšanas produkta sākuma temperatūra °C	ne augstāk -30 C
Sublimācijas žāvēšanas produkta beigu temperatūra °C	ne augstāk +38 C
Darba spiediens sublimācijas procesa laikā, mbar	no 6 līdz 0,1 mbar
Robežspiediens, kads sublimācijas iekārta nodrošina bezslodzes	Nevairāk $1 \cdot 10^{-3}$ mbar
Vakuuma sensors	Ir jābūt
Temperatūras sensor	Ir jābūt
Sasaldētājs	Atļauts lietot ES
Sublimācijas žāvēšanas iekārtas izmēri, GxPxA	Ne vairāk kā

	3000x1500x2000mm
Barošanas spriegums	220V
Maximal patērējamā jauda	Ne vairāk 4,8 kW
Minimāls sublimācijas laiks, st.	Ne vairāk 24 st.
Maksimāls augstas kvalitātes sublimācijas laiks, st.	Ne vairāk 72 st.

### Tehniskais nodrošinājums / pakalpojumam jānodrošina:

Iekārta nepieciešama tieši ražošanas procesam, lai izstrādātu šķidrā pektīna ieguves tehnoloģiju no svaiga produkta, bez cukura un bez konservantiem. Produkts jāuzglabā nemainīgā vidē, vienādos apstākļos, lai paraugus varētu saglabāt un veikt pētniecisko darbību. Iekārtai jānodrošina vajadzīgais komplekss, jaunas tehnoloģijas un produkta izstrādei.

2. Šķidrā pektīna uzglabāšanai, dažādas viskozitātes šķidrumu pildītājs – **BAG IN BOX FILLING MACHINE**, iekārtu nodrošina ražotājs - **ŠRAML d.o.o.**

Automātisks Bag in Box pildītājs ABB – arī biezas viskozitātes produktiem

Automātiska pildīšanas iekārta karstu vai aukstu šķidrumu pildīšanai.

Iespējams pildīt - sulu, sīrupu un biezeņus ( dažādas viskozitātes šķidrumus)

Manuāli novietojot maisu uzpildes stāvoklī pēc taustiņa START nospiešanas, visu ciklu veic automātiski: maisa atvēršana, vakuuma pildīšana, produkta iepildīšana, slāpekļa injekcijas iespējamība pēc iepildīšanas un maisa aizvēršana. Uzpildīto maisu noņem manuāli. Visi parametri ir regulējami. Tilpuma aprēķināšana ar elektromagnētisko caurplūdes mērītāju. Bufer tvertne 60 L sulai. Integrēts sūknis ALT-40. Iekļauts ārējais gaisa kompresors. Garums: 970 mm, platums: 1130 mm, augstums: 2100 mm, svars: 120 kg, elektr. enerģijas avots: 1 kW, spriegums: 3 / N / PE ~ 400/230 50Hz, ražība (5L maisi): 260 maisi / h.

Iekārta sniegs iespēju ražot jauno produktu - šķidro pektīnu, no Latvijā audzētiem āboliem, pildot to ar karsto pildīšanu, vismaz +80C, absolūti bez cukura, konservantiem un jebkādam citām palīgvielām, un nodrošinās tam drošu vidi visā uzglabāšanas laikā, lai tas nesāktu rūgt, pelēt un produktā lielā mitruma ietekmē nesāktu pastiprināti veidoties dažādi mikroorganismi.

Viens no galvenajiem produkta radīšanas mērķiem bija izveidot uz dabīga, nesaldināta produkta bāzes pabiezu, dzeramu šķidrumu, ar augstu pektīna daudzumu, kas būtu plaši pielietojams pārtikā visām vecuma grupām, jo pektīns kā diētiskā šķiedra labvēlīgi ietekmē gremošanas procesus.

Protams ir vēl daudz, jau pierādītu pētījumu par pektīna iedarbību uz mūsu organismu, tāpēc vēlējāties izveidot jaunu – funkcionālu produktu, ērtu un pieejamu ikdienas lietošanai, kas labvēlīgi ietekmēs mūsu veselību.

Ņemot vērā, ka āboli Latvijā ir pieejami lielos daudzumos, tad arī produkta cena būs maksimāla draudzīga, lai to varētu iegādāties ikviens .

Pildīšana 1,5L Bag in box tilpuma maisos ir optimāls, lai to varētu lietot visa ģimene, ar iespēju to atkārtoti izmantot, līdz iztukšošanai.



Ekspimenta brīdī LLU vadošais pētnieks un zinātņu doktors, docents Dr.sc.ing. **Ingmārs Cinkmanis**



Šķidrā pektīna ražošanas eksperiments

### **Pakalpojumam jānodrošina:**

Izejvielu un gala produktu testēšanas pakalpojumi, bioloģiski aktīvo vielu, vitamīnu, mikroelementu, ķīmiskā sastāva, šķiedrvielu, cukuru utml. noteikšana produktos. Pētījuma ietvaros veikto, atkārtoto analīžu un testu veikšana, mikrobioloģija, derīguma termiņu un tml. noteikšana.

3. Testēšanas pakalpojumu sniedzējs – **Akreditētā institūcija: SIA, “J.S. Hamilton Baltic ”laboratorija, LATAK-T-544-01-2015**

### **Testējamo parametru amplitūda:**

Witamina A, RAE	Uzturvērtības noteikšana GDA sastāvdaļām (enerģiskā vērtība, tauki, mitrums, pelni, olbaltumvielas, oghidrāti,
-----------------	--

	Šķiedrvielas, kopējais cukurs pēc inversijas, taukskābes profils, sāls)
Witamina A, IU	Uzturvērtības noteikšana (tauki, mitrums, pelni, olbaltumvielas, ogļhidrāti)
Witamina A (retinol)	Ogļhidrāti (glikoze, fruktoze, saharoze)
Beta-karoten	Proteīni
Alfa-karoten	Pektīni
Witamina B1 (tiamina, aneuryna)	Šķiedrvielas (dietary fiber)
Witamina B2 (ryboflawina)	Taukskābju pilns profils
Witamina B3 (PP), Niacyna	Beta-glikuronidāzes pozitīvu Escherichia coli skaits
Witamina B5 (kwas pantotenowy)	Enterobacteriaceae
Witamina B6	Staphylococcus aureus skaits
Witamina B9 (folacyna, kwas foliowy)	Bacillus cereus skaits
Witamina B12	Listeria monocytogenes klātbūtne
Witamina C, kwas askorbinowy w sumie	Listeria monocytogenes skaits
Witamina D	Pelējumu un raugu skaits
Witamina E (alfa-tokoferol)	Kopējais mikroorganismu skaits
Witamina K1 (filochinon)	Salmonella spp. noteikšana
Kalcijs/Wapń, Ca	Svins
Dzelzs/Želazo, Fe	Aflatoksīni B1, B2, G1, G2
Magnijs/Magnez, Mg	Ohratoksīns A
Fosfors/Fosfor, P	Patulīns
Kālijs/Potas, K	Varš/Miedz, Cu
Nātrijs/Sód, Na	Mangāns/Mangan, Mn
Cinks/Cynk, Zn	Selēns/Selen, Se

## **Pakalpojumam jānodrošina:**

Augsnes paraugu ņemšanas plāna projekta sagatavošana un augsnes paraugu ņemšana, augsnes agroķīmisko rādītāju noteikšana, iegūto rezultātu novērtēšana un augsnes agroķīmisko izpētes materiālu sagatavošanu (turpmāk – augšņu agroķīmisko izpēti) un līgumā noteiktajā kārtībā izsniegt Pasūtītājam augšņu agroķīmiskās izpētes rezultātu materiālus.

### **4. Testēšanas pakalpojumu sniedzējs – Valsts augu aizsardzības dienests.**

## **Testējamo parametru amplitūda:**

1. Augsnes paraugu ņemšanas plāna projekta sagatavošana, augsnes paraugu ņemšana no apsekojamās platības.
2. Augsnes paraugu agroķīmiskās analīzes.
3. Datorizēta augsnes agroķīmisko analīžu rezultātu apstrāde un novērtējuma sagatavošana.
4. Digitālās augšņu agroķīmiskās kartes sagatavošana un augšņu agroķīmiskās izpētes materiālu noformēšana.

## **PROJEKTA REZULTĀTU APKOPOJUMS - SASNIEGTIE REZULTĀTI, MĒRĶI UN SECINĀJUMI.**

Apkopojot projekta gaitā iegūtos pētījumu rezultātus secinām, ka projekta mērķis ir sasniegts un projekts realizēts atbilstoši plānotajiem termiņiem un apjomam. Rezultātā radītas jaunas bezatlikuma tehnoloģijas un inovatīvi, absolūti dabīgi un funkcionāli produkti ( tai skaitā bioloģiskie un bez pievienota saldinātāja), kuru ražošanā izmantoti Latvijā audzēti augļi un ogas, ar kuru audzētājiem izveidotas stabilas ilgtermiņa attiecības par sadarbību un noslēgti ilgtermiņa līgumi, tādejādi nodrošinot pilnu ražošanas ciklu no primārā lauksaimniecības produktu ražotāja līdz gatavās produkcijas pārstrādātājam, sadarbībā radot kompleksu risinājumu, kas skar gan primāro ražotāju, gan pārstrādātāju – kāds arī ir šī projekta galvenais mērķis.

Ar šo pētījumu vēlējāmies papildināt veselīgo produktu klāstu un turpināt darbu pie veselīgu un funkcionālu produktu radīšanas, izmantojot jaunās tehnoloģijas par pamatu kombinētu produktu izveidei, kuru izejvielu ķīmiskais sastāvs, svarīgākie parametri laika gaitā tiek pilnībā apzināti un standartizēti, un izejviela kalpo kā garants maksimāli vienāda, atkārtota gala produkta radīšanai, ar minimālām īpašību un sastāva

novirzēm ( atļautās novirzes saskaņā ar regulu). Kopīgā sadarbībā ir veikts apjomīgs izpētes darbs, kuru rezultātus, secinājumus un atskaiti par partneru kopējo ieguldījumu esam apkopojusi šajā prezentācijā, sekojoši:

## **Sublimācijas tehnoloģija**

### **Tehniskais process, optimālās temperatūras un režīmi.**

Sublimācijas process tika sadalīts pa cikliem, vidēji 3,5 cikli mēnesī. Pavisam kopā veikti 63 pētījumu cikli un kopā pārstrādāti ( ogas, augļi, piens, sulas, sīrupi, biezeņi) ap 1700kg izejvielas pēc pirmapstrādes, no kā kopā iegūts gatavais produkts ap 68kg tīrsvara, zudumi vidēji 96%, un produktu sula, pēc atlaidināšanas.

Projekta ietvaros, eksperimentiem tika izmantotas dažādas izejvielas, atšķirīgas gan pēc sastāva, gan produkta veida: (ogas, augļi, dārzeņi (smiltsērķšķi, dzērvenes, cidonijas, avenes, zemenes, ērkšķogas, plūmes, āboli, melones, ķirbji, arbūzi, upenes, mellenes), un /vai to biezeņi, sulas, un sīrupi. Tā kā mūsu mērķis bija radīt tehnoloģiju, kuras rezultātā kā vienu no produktiem iegūstam produktu, kuram nav pievienots cukurs, tad svarīgi bija izmantojamās izejvielas izvērtēt gan pēc to piemērotības garšas ziņā ( absolūti neatbilstošas bija visas skābās izejvielas, kuras gan labi noderētu kā izejvielas sastāvdaļa citos produktos, nelielos daudzumos, bet ne kā gala produkts – patērētājam lietošanai pārtikā), gan arī pēc spējas – tikt sublimētiem, jo saldajām izejvielām, kā uzrādīja pētījumi, sublimācija nebija iespējama produkta “vārīšanās” dēļ, tāpēc to nevarēja sasaldēt pat pie -40C un sublimācija nebija iespējama. No visām uzskaitītajām izejvielām, un no tiem iegūto paraugu izvērtēšanas, kā piemērotākos tālākai izpētei izvēlējamies divus produktus: Latvijas Bioloģiskos ābolus un melones.

Augusts - Septembris																
Ieva: 3 cikls no 28.07.19 - 18.09.2019.		DARBA GRAFIKS - 2019														
1 un 2 nedēļa																
Diena	Trešdiena	Ceturtdiena	Piektdiena	Sestdiena	Svētdiena	Pirmdiena	Otrdiena	Trešdiena	Ceturtdiena	Piektdiena	Sestdiena	Svētdiena	Pirmdiena	Otrdiena		
Datums	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Veiktās darbības	Izejvielas sagatavošana	12x ielāde, režīmu uzstādīšana	Vakumēšana, sublimēšana	B	B	Sublimēšana	Sublimēšana	Produkta noņemšana	Atkausēšana	Atkausēšana	Mazgāšana	B	B	Rezultātu fiksēšana	Kopā:	
Darbas dienas	1	1	1			1	1	1	1	1	1			1	10	
Darba stundas	4	4	4	0	0	5	5	4	4	4	5	0	0	4	43	
Izmantotā izejviela															RicBerry Piegādātājs: ZS Rogas Piegādātājs: LKPS Augļu nams Piegādātājs: Māja Kondratjuka Piegādātājs:	
KG ielādē	60														60	KG
KG iegūst	0,96														0,96	KG
% zudums	98,4															%
Rezultāta novērtējums																1-5 balles
K O M E N T Ā R I	Par daudz sauss sanāca, garša līdz arto nav tik maiga, mazliet rūgtena un cieta konsistence vietām. Gribējām izmēģināt ļoti trauslu uztaisīt, līdz 1,5% mitruma, ka pulveri, bet īsti nesanāca, -agaidam nesaprotu kāpēc.															

Oktobris - Novembris																
Ieva: 4 cikls no 28.10.19 - 18.11.2019.		DARBA GRAFIKS - 2019														
1 un 2 nedēļa																
Diena	Trešdiena	Ceturtdiena	Piektdiena	Sestdiena	Svētdiena	Pirmdiena	Otrdiena	Trešdiena	Ceturtdiena	Piektdiena	Sestdiena	Svētdiena	Pirmdiena	Otrdiena		
Datums	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Veiktās darbības	Atkausēšana	Atkausēšana	Mazgāšana	B	B	Rezultātu apkopšana	Rezultātu apkopšana	B	B	Sagatavojam visu nepieciešamo izejvielu	16x ielāde, režīmu uzstādīšana	Sublimēšanas process	Sublimēšanas process	Sublimēšanas process	Kopā:	
Darbas dienas	1	1	1			1	1			1	1	1	1	1	10	
Darba stundas	4	4	4	0	0	4	4	0	0	4	6	5	4	4	43	
Izmantotā izejviela		Bio ābolu daivinas svaigas	Bio ābolu daivinas saldētas	Ābolu biezenis bio											RicBerry Piegādātājs: ZS Rogas Piegādātājs: LKPS Augļu nams Piegādātājs: Māja Kondratjuka Piegādātājs:	
KG ielādē	5	20	6,4		7,2	5	7,2	12							62,8	KG
KG iegūst	0,888	3,405	1,098		0,55	2,341	0,641	1,347							10,27	KG
% zudums																%
Rezultāta novērtējums	8	3	9		9	1	8	8								1-5 balles
K O M E N T Ā R I	Pulveri atkal īsti neizdodas, bet jau labāk ka iepriekš. Arbūzi izžūst ļoti labi, kas ir smalcinātie, līdzīgi kā melones, taču pavisam lielle gabali izžūva tikai nedaudz, pašā priekšā, pie agregāta atveres logs, pārējie diemžēl bija pavisam slapji un nebija lietojami, neskatoties uz to, ka mēģinājām likt max. temperatūras režīmus, ilgākā laika periodā, lai tos varētu izkaltēt. Secinājums: lai kvalitatīvi izkaltētu lielākus gabalus ogas un /vai augļus, īpaši saldus un ar lielu daudzumu mitruma, tie nedrīkst būt pēc izmēriem lielāki kā apm 2cm.															

Paraugi: Darba grafiks, dalījums pa cikliem – darbību secība

**GALVENIE KRITĒRIJI: Maksimāli augsta kvalitāte un iespējami lielāks ekonomiskais izdevīgums.**

Tāpēc vienlaicīgi tika meklēti ne tikai optimālie režīmi un laiki, bet arī produkta konsistence - kuras ir vispateicīgākās frakcijas, lai process būtu maksimāli ekonomisks, ātrs un kvalitatīvs. Vislabākie rādītāji bija mazos gabaliņos sagrieztiem un biezenī samalti produktiem, tāpēc pēdējos eksperimentos izmantojām tikai šīs frakcijas. Arī

bioloģiskajiem āboliem ļoti svarīgas bija nelielu gabalu frakcijas, jo eksperimentos pierādījās, ka no gala produkta, kas bija frakcionēts lielās daivās, pēc ārējiem parametriem nebija saskatāmas pazīmes, ka produkts tomēr nav pilnībā sublimējies. Tas nozīmē, ka tikai pārlaužot lielās daiviņas uz pusēm varējām ieraudzīt, ka vismaz 50% produkta nebija kārtīgi izžāvējušies un līdz ar to arī derīguma termiņš un uzglabāšana vairs neatbilstu augstākās kvalitātes kritērijiem.



Att. redzam brūnus vidiņus, kas ir mitri un oksidējušies.

Mums jāpanāk, lai mēs ar minimālu elektroenerģijas patēriņu, maksimāli īsa laikā varētu pilnībā izžāvēt produktu – sublimēt, kur mitrums paliek tikai “iekšējā šūnu līmenī”, tāpēc augstākajai kvalitātei nepieciešamā mitruma amplitūda ir no 1 – 3%, kas ir optimāli. Tai pat laikā ir svarīgi saglabāt garās molekulas, nesagraujot šūnu struktūru, jo tikai tad spēsime produktā saglabāt maksimāli daudz bioloģiski aktīvo vielu. Īpaši svarīgi bija atrast tās robežas, pie kurām izdevumi ir ekonomiski pamatoti, tāpēc noteicām robežas, kad lielāki zaudējumi vairs neattiecinājas, jo produkta kvalitāte no tā vairs nemainās, tāpēc nav vērts vairāk pazemināt sasaldēšanas temperatūras un pazemināt spiedienu, veicot ļoti lēnu temperatūras celšanu, jo tas viss prasa ilgu žāvēšanas laiku, kas patērē ļoti daudz elektroenerģijas, taču produkta kvalitāte no tā augstāka vairs nepaliek.

## **IZPĒTES REZULTĀTU APKOPOJUMS UN OPTIMĀLO REŽĪMU NOTEIKŠANA**

### **TEHNOLOĢISKAIS PROCESS**

Izpētes procesā, veicot sublimāciju dažādās temperatūrās, ar atšķirīgiem režīmiem, viena procesa ietvaros, izmantojot dažādus produktu paraugus, konstatējām, ka katram no produktiem, atkarībā no to sastāva ir nepieciešami atšķirīgi režīmi, un galvenie kritēriji, kas to nosaka ir sausnas saturs un cukuru saturs produktā! Jo vairāk cukura satur produkts, jo tam nepieciešamas zemākas temperatūras, un zemāks spiediens, lai veiktu dziļo sasaldēšanu, un lai tas nesāktu vārīties. Tāpēc esam atraduši



optimālos režīmus un to robežas, kuras ir ekonomiski izdevīgas un drošas, pārbaudītas, lai arī pie nelielām cukura satura svārstībām produktos ( tāpat arī dažādu šķirņu ietvaros), netiktu izjaukts sublimācijas process dēļ produkta “vārīšanās”, jo tā ietekmē veidojas produktu stalaktīti uz tuneļa sienām, produkts iziet no “paplātēm” - uz iekārtas sienām un plauktiem, līdz ar to produkts vairs nav lietojams, un arī iekārtas mazgāšanas un apkopes laiks ir ļoti darbietilpīgs un ilgs, līdz pat 3 - 4 diennaktīm (atsaldēšana, tīrīšana, mazgāšana, žāvēšana), tas viss sadārdzina procesu.

Sagatavojam kameru, ieslēdzam saldēšanas agregātu un paralēli gatavojam produktu sublimēšanai. Ievietojam produktu kamerā, saliekam plauktos sensorus, kas mums rādīs temperatūru produktā ( plauktos), kas ir svarīgi, lai redzētu kad ir pabeigta dziļā sasaldēšana, un kad var sākt vakuumešanas procesu, uzstādām attiecīgo temperatūru plauktos, un turpinām dziļo saldēšanu jau kopā ar produktu.

### **Uzstādīšanas režīmi:**

(**piemērs** – par pamatu viens no sublimēšanas cikla režīmiem)

Ielādes daudzums – **pilna ielāde 100kg**, no tiem 80kg, melones gabaliņos un melones biezenī, 20kg bio āboli gabaliņos un biezenī. Žāvēšanas ilgums 72- 120 stundas Elektroenerģijas patēriņš no 4,5 – 7KW/1kg slapja produkta, atkarībā no žāvējamā produkta ( temperatūra ielādes brīdī, mitrums, cukura daudzums un c.) Optimālā uzstādītā temperatūra kamerā – 40C° Optimālā uzstādītā temperatūra plauktos – 40C° Sākotnējais spiediens kamerā – 1000Mbar.

### **Dziļās sasaldēšanas OPTIMALIE režīmi, ievērojot galvenos kritērijus.**

Izpētes objekts: Bioloģiskie āboli, un melones mazos gabaliņos un biezeņos.

- a) Ļoti saldās melones un āboli: sasaldēšanas temperatūras robežās no -36 C° līdz -40C°
- b) Saldās melones un āboli: sasaldēšanas temperatūras robežās no -24 C° līdz -30 C°
- c) Vidēji saldās melones un saldskābi āboli: sasaldēšanas temperatūras robežās no -22 C° līdz -24 C°
- d) Skābie āboli: sasaldēšanas temperatūras robežās no -18 C° līdz -20 C°

Izvērtējot apkopotos datus secinājām, kas labākais un saudzīgākais režīms, temperatūras paaugstināšanai plauktos, ir, ja temperatūras pacelšanas solis nav lielāks kā 2 C° līdz 3 C°.

Tāpēc mūsu ieteiktais režīms ir: ka 1 ( viens) solis ir +2 C° Tāpat izvērtējot rezultātus redzam, ka izšķiroša loma ir arī spiedienam, pie kāda norit sublimēšanas

process, jo arī no spiediena, un tā, kādās robežās tas tiek turēts, ir atkarīgs produkta gala rezultāts, gan no ķīmiskā sastāva viedokļa, gan konsistences, gan organoleptiskajiem rādītājiem, no kā arī ir atkarīga kvalitāte.

Kad esam pabeiguši dziļo sasaldēšanu (tā ilgst apmēra vidēji no 3-5 stundām, atkarība no produkta), redzam, ka rādītāji uz ekrāna uzrāda, ka ir sasniegtas uzstādītās temperatūras, kas nozīmē, ka saldēšanas process ir pabeigts un produkts pilnībā sasalis un gatavs nākamajam posmam. Tikai tad, kad esam pārliecinājušies par pilnīgu produkta sasaldēšanu, mēs ieslēdzam vakuuma sūkni un sākam vakuumbūt kameru, uzstādot augšējo – maksimālo un apakšējo minimālo spiediena robežu automātiskā režīmā un laikā.

Tālākajā procesā, pēc sasaldēšanas, un gaisa atsūkņēšanas no kameras, kad esam beiguši vakuumbūt un sasnieguši 0,7 Mbar - mums nepieciešams pamazām un saudzīgi celt žāvēšanas temperatūru (kur viens solis ir +2 C°). Tai pat laikā svarīgi ir kontrolēt spiediena (P) pieaugumu un turēt to robežās no 1,5 - 0,7 Mbar.

Kad atsūkņējam gaisu, iestatot spiediena amplitūdu (no – līdz), vakuuma sūknis automātiski strādās savā uzstādītajā režīmā, veidojot līknes, parādot izmaiņas spiedienā un izmaiņas laikā, kā mainās spiediens. Sākumā spiediens ļoti ātri ceļas, jo mitrums kamerā ir ļoti liels, tas pāriet gāzes agregātstāvoklī un spiediena rezultātā pats no sevis paceļās (sākumā tās ir dažas sekundes līdz 1 minūtei), taču lejā tas sākuma iet palēni. Iesākumā paiet ilgs laiks un spiediens krīt pakāpeniski uz leju, taču eksperimentu rezultātā esam noteikuši, ka ja tas notiek ilgāk par 5 minūtēm, tad nav vērts ilgāk gaidīt, tāpēc sūknis tiek atslēgts, spiediens sasniedz maksimālo robežu, un atkal process atkārtojas tik ilgi, kamēr spiediena krišanas ātrums ir 5 minūtes.

Beigās šie procesi samainās vietām, paiet ilgs laiks kamēr spiediens uzkāpj līdz augšējai robežai (līdz pat 20 min) un ļoti īss laiks, kad spiediens nokrīt līdz minimālajai robežai. Kamēr šis process ilgst (notiek sublimācija), un tikmēr mēs turam temperatūru nemainīgu. Tā kā pētījuma rezultātā mēs jau esam atraduši un zinām optimālos režīmus, tad tas mums palīdz ietaupīt gan laiku, gan elektroenerģiju, kā arī nodrošina stabilu un kvalitatīvu gala rezultātu.

Šādi pakāpeniski sublimējot produktu, no -40 C° mēs turpinām procesu, kamēr sasniedzam -8 C°, pie kuriem 1 reizi veicam ļoti svarīgu procesu – termostatēšanu, kas nozīmē, ka pie nemainīgas temperatūras, spiediena amplitūdā no 1,5 - 0,7 Mbar mēs produktu izturam 6 stundas un tikai pēc tam atsākam plauktu sildīšanas procesu palielinot temperatūru plauktos.

Nākamais otrais termostatēšanas process tiek veikts pie -2 C° līdz -3 C°, atkal izturot produktu pie nemainīgas temperatūras un noteiktajām spiediena robežām 6 stundas, pēc kā pieņemam lēmumu atkal paaugstināt temperatūru.

Ar šādu termostatēšanu mēs esam sagatavojuši produktu pārejai uz + grādu temperatūrām.

Kad esam sasnieguši 0 C°, turpinām tāpat celt temperatūru plauktos, kā to darījām pie mīnusiem, līdz sasniedzam +22 C° līdz +28 C°, kas ir optimāli, lai pabeigtu procesu.

Sublimācijas process ir noritējis veiksmīgi un ir pabeigts, varam izslēgt sildītājus, bet mēs neatslēdzam saldēšanu (refrežiratoru), lai ledus nesāktu kust un pilēt uz gatavā sausa produkta. Lai atvērtu kameras durvis, mums ir jāizlīdzina temperatūra kamerā, ar istabas temperatūru, tāpēc pēc tam, kad mēs sasniedzam 0 C°, mēs veicam šo plauktu uzsildīšanu līdz +22 C° un pēc tam līdz +28 C°, jo vajag, lai temperatūra kamerā ir nedaudz augstāka nekā istabā.

Tā kā produkts ir pilnīgi sauss, šis atsildīšanas process notiek samērā ātri, līdz temperatūra gan telpā, gan kamerā ir no +22 C° līdz +28 C°.

Pēc tam mēs izlīdzinām spiedienu kamera ar spiedienu istabā, tas paliek tāds pats kā sākumā 1000Mbar, un varam atvērt kameru, lai uzsāktu produkta izņemšanu.

Ļoti labi, ja telpā visu noņemšanas procesu laikā strādā mitruma nosūcēji, lai arī gaiss telpā būtu maksimāli sauss.



Att a1.



Att a2.



Att a3.

Att. a1) Spiediena izlīdzināšanās līdz 1000Mbar pirms kameras atvēršanas

Att. a2) Meloņu gabaliņi pēc ražošanas

Att. a3) Sublimācijas process

Refrežiratoru mēs neizslēdzam laukā tik ilgi, kamēr no kameras nav izņemts viss produkts un iepakots. Tikai tad kad kamera ir tukša, mēs atslēdzam aukstuma agregātu, visu atslēdzam, un sākam atkausēšanu, un vēlāk tīrīšanu.

Tātad, ja izejošā sākuma sasaldēšanas temperatūra ir -40 C°, tad izejošā sausā gala produkta temperatūrai ir jābūt +22 C° līdz +28 C° robežai, ļoti retos gadījumos, kad

ir ļoti augsts mitrums telpā – līdz +36 C°, taču jebkurā gadījumā tas nedrīkst būt zemāks par +17 C°, jo tad var veidoties rāsas punkts un tā var sapilēt uz produkta vēl pirms tā izņemšanas no vakuuma kameras. Šis ir ļoti svarīgs posms – nodrošināt pareizu gatavā produkta izņemšanas procedūru, lai nepieļautu mitruma iesūkšanos produktā.

Ļoti svarīga ir pareizā iepakojuma (materiāla) izvēle, kur izpēti ir veicis projekta sadarbības partneris – LLU. No tā būs atkarīgs, cik ilgi produkts uzglabāsies, nezaudējot savu sākotnējo kvalitāti.

Esam noteikuši, ka augstai kvalitātei nepieciešamās spiediena robežas ir no 1,5 Mbar (milibāri), kas ir MAX robeža, kurā tiek turēts produkts, līdz 0,7 Mbar, kas ir MIN spiediena robeža, kurā tiek turēts produkts.

!!! Tātad ļoti svarīgs šajā procesā ir termostatēšanas process, kur produktu uzturam nemainīgā temperatūrā vismaz 6 stundas. Termostatēšana notiek 2 režīmos: pirmajā reizē pie -8 C°, ar vakuumēšanu robežās no 1,5 – 0,7 Mbar, un otrajā reizē pie - 2 C°, ar vakuumešanu robežās no 1,5 līdz 0,7 Mbar.

## TESTĒŠANAS REZULTĀTI SUBLIMĒTAJAM PRODUKTAM

### Sublimētas melones

Test Method	Unit	Result
* Protein (N*6,25) PB-116 ed. II of 30.06.2014		
Protein (N*6,25) on dry matter	% s.m.	8,5
* Dietary fiber AOAC 991.43:1994	g/100g	18,8
Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method		
Glucose	g/100g	18,2
Fructose	g/100g	23,6
Sucrose	g/100g	15,1
Maltose	g/100g	2,5
Lactose	g/100g	<0,2
Galactose	g/100g	0,2
Total sugars	g/100g	59,6
Ash PN-A-75101-08:1990+Az1:2002	g/100g	8,54
* Fat PB-286 ed. I of 26.09.2014	g/100g	0,9
Moisture PN-ISO 1026:2000	g/100g	4,0
* Fatty acids profile PN-EN ISO 12966-1:2015-01, PN-EN ISO 12966-2:2017-05 except p.5.3 and 5.5, PN-EN ISO 12966-4:2015-07		
C4:0 butyric acid	g/100 g	< 0,1

C6:0 caproic acid g/100 g < 0,1  
C8:0 caprylic acid g/100 g < 0,1  
C10:0 capric acid g/100 g < 0,1  
C12:0 lauric acid g/100 g < 0,1  
C14:0 myristic acid g/100 g < 0,1  
C15:0 pentadecanoic acid g/100 g < 0,1  
C16:0 palmitic acid g/100 g 0,3  
C17:0 margaric acid g/100 g < 0,1  
C18:0 stearic acid g/100 g < 0,1  
C20:0 arachidic acid g/100 g < 0,1  
C22:0 behenic acid g/100 g < 0,1  
C24:0 lignoceric acid g/100 g < 0,1  
C14:1myristoleic acid g/100 g < 0,1  
C16:1n7 palmitoleic acid g/100 g 0,1  
C16:1 (sum of) g/100 g 0,1  
C17:1 margaroleic acid g/100 g < 0,1  
C18:1n9 trans elaidic acid g/100 g < 0,1  
C18:1n9 oleic acid g/100 g 0,1  
C18:1 (sum of) g/100 g 0,1  
C20:1n9 eicosenoic acid g/100 g < 0,1  
C20:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C22:1n9 erucic acid g/100 g < 0,1  
C22:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C24:1n9 nervonic acid g/100 g < 0,1  
C18:2 trans (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:2n-6 linoleic acid (LA) g/100 g 0,2  
C18:2 (sum of) g/100 g 0,2  
C18:3n-3  $\alpha$ -linolenic acid (ALA) g/100 g 0,1  
C18:3n-6  $\gamma$ -linolenic acid (GLA) g/100 g < 0,1  
C18:3 (sum of) g/100 g 0,1  
C18:4 n3 stearidonic acid (SDA) g/100 g < 0,1  
C20:2n-6 eicosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C20:3 n-3 eicosatrienoic acid (ETE) g/100 g < 0,1  
C20:3n-6 dihomogamma-linolenic acid g/100 g < 0,1  
C20:4n-3 eicosatetraenoic acid (ETA) g/100 g < 0,1  
C20:4n-6 arachidonic acid (ARA) g/100 g < 0,1  
C20:5n-3 eicosapentaenoic acid (EPA) g/100 g < 0,1  
C22:2n-6 docosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C22:5n-3 docosapentaenoic acid (DPA) g/100 g < 0,1  
C22:6n-3 docosahexaenoic acid (DHA) g/100 g < 0,1

Other fatty acids g/100 g 0,1  
Total saturated fatty acids (SAFA) g/100 g 0,4  
Total monounsaturated fatty acids (MUFA) 1) g/100 g 0,2  
Total polyunsaturated fatty acids (PUFA) 1) g/100 g 0,3  
Total trans fatty acids g/100 g < 0,1  
Total Omega-3 fatty acids 1) g/100 g 0,1  
Total Omega-6 fatty acids 1) g/100 g 0,2  
Total Omega-9 fatty acids 1) g/100 g 0,1

### Sublimēti bioloģiskie āboli

\* Protein (N\*6,25) PB-116 ed. II of 30.06.2014  
Protein (N\*6,25) g/100 g 1,1  
Protein (N\*6,25) on dry matter % s.m. 1,1  
Total sugars g/100g 68,9  
\* Ash PN-A-75101-08:1990+Az1:2002 g/100g 3,98  
\* Fat PB-286 ed. I of 26.09.2014 g/100g 0,1  
Energy value Regulation (EU) No 1169/2011 of the European  
Parliament and of the Council of 25 October 2011  
  
Energy value kcal/100g 354  
Energy value kJ/100g 1499  
Carbohydrates Regulation (EU) No 1169/2011 of the European  
Parliament and of the Council of 25 October 2011 g/100g 81,4  
Moisture PN-ISO 1026:2000 g/100g 1,8  
\* Fatty acids profile PN-EN ISO 12966-1:2015-01, PN-EN ISO 12966-2:2017-05  
except p.5.3 and 5.5, PN-EN ISO 12966-4:2015-07  
C4:0 butyric acid g/100 g < 0,1  
C6:0 caproic acid g/100 g < 0,1  
C8:0 caprylic acid g/100 g < 0,1  
C10:0 capric acid g/100 g < 0,1  
C12:0 lauric acid g/100 g < 0,1  
C14:0 myristic acid g/100 g < 0,1  
C15:0 pentadecanoic acid g/100 g < 0,1  
C16:0 palmitic acid g/100 g < 0,1  
C17:0 margaric acid g/100 g < 0,1  
C18:0 stearic acid g/100 g < 0,1  
C20:0 arachidic acid g/100 g < 0,1

C22:0 behenic acid g/100 g < 0,1  
C24:0 lignoceric acid g/100 g < 0,1  
C14:1 myristoleic acid g/100 g < 0,1  
C16:1n7 palmitoleic acid g/100 g < 0,1  
C16:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C17:1 margaroleic acid g/100 g < 0,1  
C18:1n9 trans elaidic acid g/100 g < 0,1  
C18:1n9 oleic acid g/100 g < 0,1  
C18:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C20:1n9 eicosenoic acid g/100 g < 0,1  
C20:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C22:1n9 erucic acid g/100 g < 0,1  
C22:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C24:1n9 nervonic acid g/100 g < 0,1  
C18:2 trans (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:2n-6 linoleic acid (LA) g/100 g < 0,1  
C18:2 (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:3n-3 α-linolenic acid (ALA) g/100 g < 0,1  
C18:3n-6 γ-linolenic acid (GLA) g/100 g < 0,1  
C18:3 (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:4 n3 stearidonic acid (SDA) g/100 g < 0,1  
C20:2n-6 eicosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C20:3 n-3 eicosatrienoic acid (ETE) g/100 g < 0,1  
C20:3n-6 dihomο-γ-linolenic acid g/100 g < 0,1  
C20:4n-3 eicosatetraenoic acid (ETA) g/100 g < 0,1  
C20:4n-6 arachidonic acid (ARA) g/100 g < 0,1  
C20:5n-3 eicosapentaenoic acid (EPA) g/100 g < 0,1  
C22:2n-6 docosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C22:5n-3 docosapentaenoic acid (DPA) g/100 g < 0,1  
C22:6n-3 docosahexaenoic acid (DHA) g/100 g < 0,1  
Other fatty acids g/100 g < 0,1  
Total saturated fatty acids (SAFA) g/100 g < 0,1  
Total monounsaturated fatty acids (MUFA) 1) g/100 g < 0,1  
Total polyunsaturated fatty acids (PUFA) 1) g/100 g < 0,1  
Total trans fatty acids g/100 g < 0,1  
Total Omega-3 fatty acids 1) g/100 g < 0,1  
Total Omega-6 fatty acids 1) g/100 g < 0,1  
Total Omega-9 fatty acids 1) g/100 g < 0,1  
\* Sodium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 g/100 g 0,0040  
\* Sodium chloride (Na x 2,5) calculated g/100g 0,010

Pēc sasniegtajiem rezultātiem redzam, ka melonēm un sublimētajiem bioloģiskajiem āboliem ir lieliski rezultāti, kas nodrošinās gala produktam pietiekamu, dabīgu saldumu, papildus īpaši gribas atzīmēt nozīmīgo pektīna koncentrāciju ābolos un augsto proteīna saturu melonēs.

Protams zudumi ir ievērojami pie šīs tehnoloģijas pielietošanas, taču gala produkti ir tā vērti, un to pašizmaksa ir pilnībā konkurēt spējīga salīdzinājumā (Vācija) ar šobrīd jau tirgū esošiem līdzīgiem, augstas kvalitātes produktiem, nemaz nerunājot par pārējiem, piemēram Ķīnā ražotajiem produktiem (par kuriem varam spriest tikai pēc to organoleptiskajiem parametriem, jo nav oficiāli pieejami šo produktu kvalitātes, uzturvērtību un/vai paaugstinātas bioloģiskās vērtības parametru dati). Liela daļa šo „sublimēto” produktu nav kvalitatīvi un žāvēti vakuumā, kurā sublimācija tā arī neiestājas, tādēļ tiem ir samērā neliels derīguma termiņš, lai gan pēc sava izskata un garšas tas atgādina sublimētu produktu, savukārt mūsu tehnoloģija pilnība nodrošina šo sublimācijas procesa iestāšanos, tāpēc mēs savus produktus varam droši uzglabāt 10, 15 un vairāk gadu.

Pie tam jāņem vērā, ka mums ir bezatlikuma tehnoloģija, kurā tiek izmantots pilnīgi viss produkts, vienlaicīgi katram izmantojot attiecīgu pārstrādi. Arī pielietojums, šiem produktiem ir gana plašs un daudzveidīgs sākot ar pārtiku un beidzot ar uztura bagātinātājiem, dzīvnieku barību un tml.

Melones mizas lieliski noder kaltēšanai un pulveru ražošanai, to pašu var teikt arī par sēklām, kuras sublimējām, rezultātā sanāca lieliska kraukšķīgi trausla uzskoda, savukārt par lielā ūdens daudzumu melonēs nebūtu jāsatraucas, jo iegūstam % diezgan lielu daudzumu sulas, kas ir ļoti vērtīgas, ar izteiktu, bet vieglu aromātu un patīkami svaigu saldenu garšu, no kā var ražot limonādes un dzērienus. Arī bio ābolus izmantojam pilnībā, sadalot sastāvdaļās, no kurām daļu izmantojam sublimācijai, bet mizas un serdes pektīna ražošanai, tāpat arī sublimēšanas procesos papildus iegūstam arī ābolu sulu.

Uz augu bāzes veidota pārtika ir neatņemama veselīga uztura sastāvdaļa, un tās bieža lietošana uzturā palīdz novērst dažādas slimības un mikroelementu trūkumus. Tāpēc ieteicamais augļu un dārzeņu ikdienas patēriņš ir vismaz 400 g, kā norādījusi Pasaules Veselības organizācija un Pārtikas un lauksaimniecības organizācija. Tomēr daudzās pasaules daļās svaigu augu bāzes pārtikas pieejamības problēma visa gada garumā ir aktuāla, jo augļi un dārzeņi ir sezonāls produkts un ilgstoša glabāšana notiek augsta mitruma saturs un aukstuma iekārtu trūkuma dēļ. aprīkojums (īpaši jaunattīstības valstīs). Tādējādi šāda pārstrādes metode kā žāvēšana (dehidrēšana) tiek plaši izmantota, lai nodrošinātu papildu uzglabāšanas laiku bez pārtikas izšķērdēšanas, kā arī atvieglotu loģistiku. Žāvēšana tomēr izraisa pārtikas kvalitātes izmaiņas, no kurām galvenokārt tiek ietekmēti tādi parametri kā krāsa, aromāts, tekstūra, mitruma saturs un ūdens aktivitāte, tilpuma, plūsmas un rehidratācijas



Īpašības, kā arī barības vielu aizture. Žāvēšana ar liofilizāciju (pazīstama arī kā liofilizācija), dehidrēšanas paņēmiens, kura pamatā ir sublimācija, ļauj iegūt augstāku produktu, salīdzinot ar citām dehidrēšanas metodēm. Tas ir saistīts ar zemu temperatūru un vakuuma pielietojumu pārstrādes laikā, kas papildus tādiem termolabiem savienojumiem kā gaistošie aromāti un vitamīni saglabā aromātu, krāsu, produktu kopējo izskatu.

Pirmais solis kaltēšanā ir pārtikas produktu sasaldēšana, kas nosaka žāvēšanas procesa ātrumu. Lēns sasaldēšanas ātrums veido lielākus ledus kristālus, kurus ir vieglāk sublimēt, palielinot primārās žāvēšanas ātrumu.

Svaigus augļus, kas satur augstu mitruma līmeni, ir grūti dehidrēt, izmantojot klasiskās žāvēšanas metodes, jo ir ievērojami bojāti to fizikālie raksturlielumi, galvenokārt to sabrukšana un smaga sulas izdalīšanās mizas plīsuma dēļ.

Tā kā sasaldēti kaltēti produkti pēc žāvēšanas ir ļoti jutīgi pret mitruma uzņemšanu, ir svarīgi nodrošināt, ka to uzglabāšanas laikā tiek saglabāta produktu kvalitāte, kā arī nodrošināt produktu, kuros sasaldēti kaltēti produkti, tiek optimāli iesaiņoti, tiek izmantoti kā izejviela. Tāpēc šī pētījuma mērķis bija atrast optimālu Latvijā audzētu meloņu sasaldēšanas kaltēšanas režīmu, kā arī atrast optimālu iesaiņojuma risinājumu liofilizētām melonēm.

## MATERIĀLI UN METODES

Lai nodrošinātu optimālu liofilizācijas procesu kaltējot augļus ar augstu mitruma saturu (melones) veikta liofilizācijas tehnoloģiskā procesa izstrāde. Melones 'Emirs' un 'Gedis', kuras ievāktas Latvijā ir mizotas un sagriezta 1 cm x1 cm x 1 cm gabaliņos, un 2 cm biezā slāni ievēdotas paplātēs, kuras ievietotas liofilizācijas iekārtā. Meloņu sākotnējie parametri: moisture 95%.,sugar content18 Brix.

Izstrādājot tehnoloģisko procesu galvenais uzstādījums ir izmantojot minimālu elektroenerģijas patēriņu, maksimāli īsa laikā pilnībā izžāvēt produktu – sublimēt, kur mitrums paliek tikai "iekšējā šūnu līmenī", tāpēc augstākajai kvalitātei nepieciešamā mitrums ir 3%, kas ir optimāli. Vienlaicīgi ir svarīgi saglabāt garās molekulas, nesagraujot šūnu struktūru, jo tikai tad iespējams produktā saglabāt maksimāli daudz bioloģiski aktīvo vielu. Īpaši svarīgi atrast tās robežas, pie kurām izdevumi ir ekonomiski pamatoti, tāpēc noteiktas robežas, kad lielāki zaudējumi vairs neattiecas, jo produkta kvalitāte no tā vairs nemainās, tāpēc nav vērts vairāk pazemināt sasaldēšanas temperatūras un pazemināt spiedienu, veicot ļoti lēnu temperatūras celšanu, jo tas viss prasa ilgu žāvēšanas laiku, kas patērē ļoti daudz elektroenerģijas, taču produkta kvalitāte no tā augstāka vairs nepaliek.

Iepriekšējos izpētes procesos, veicot sublimāciju dažādās temperatūrās, ar atšķirīgiem režīmiem, viena procesa ietvaros, izmantojot dažādus produktu paraugus, konstatējām, ka katram no produktiem, atkarībā no to sastāva ir nepieciešami atšķirīgi režīmi, un galvenie kritēriji, kas to nosaka ir sausnas saturs un cukuru saturs produktā. Jo vairāk cukura satur produkts, jo tam nepieciešamas zemākas temperatūras, un zemāks spiediens, lai veiktu dziļo sasaldēšanu, un lai tas nesāktu vārīties.

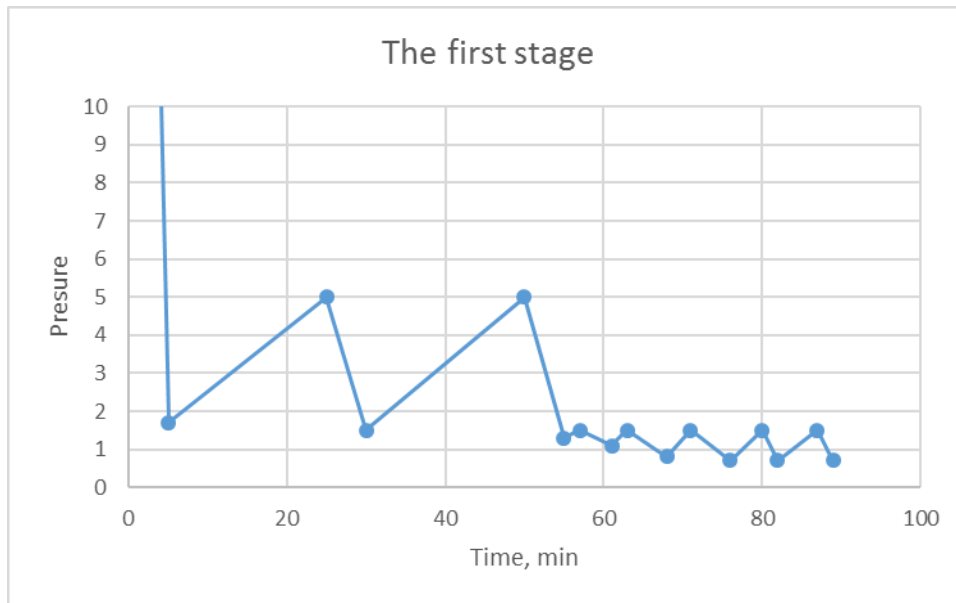
Tāpēc esam atraduši optimālos režīmus un to robežas, kuras ir ekonomiski izdevīgas un drošas, pārbaudītas, lai arī pie nelielām cukura satura svārstībām produktos (tāpat arī dažādu šķirņu ietvaros), netiktu izjaukts sublimācijas process dēļ produkta "vārīšanās", jo tā ietekmē veidojas produktu stalaktīti uz tuneļa sienām, produkts iziet no "paplātēm" - uz iekārtas sienām un plauktiem, līdz ar to produkts vairs nav lietojams, un arī iekārtas mazgāšanas un apkopes laiks ir ļoti darbietilpīgs un ilgst, līdz pat 3 - 4 diennaktīm (atsaldēšana, tīrīšana, mazgāšana, žāvēšana), tas viss sadārdzina procesu.

Eksperimentēšanai izvēlēta liofilizācijas iekārta, kur darba kameras maksimālā ietilpība svaigam produktam pirms kaltēšanas ir 100 kg, kaltēšanas ilgums 72- 120 stundas, kur elektroenerģijas patēriņš no 4,5 – 7 KW/1kg slapja produkta, atkarībā no žāvējamā produkta (temperatūras ielādes brīdī, mitruma, cukura daudzuma, u.c. parametriem), optimālā sākotnējā temperatūra 40 °C un sākotnējais spiediens darba kamerā – 1000 Mbar.

## REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Iepriekšējo eksperimentu gaitā noskaidrots, ka labākais un saudzīgākais režīms, temperatūras paaugstināšanai darba kameras plauktos, ir, ja temperatūras pacelšanas solis nav lielāks ka 2 līdz 3 °C, līdz ar to izvēlētais temperatūras pacelšanas soļa režīms ir +2 °C. Izšķiroša loma ir arī spiedienam sublimēšanas procesā, jo tas būtiski ietekmē produkta gala rezultātu, gan no ķīmiskā sastāva viedokļa, gan konsistences, gan organoleptiskajiem rādītājiem.

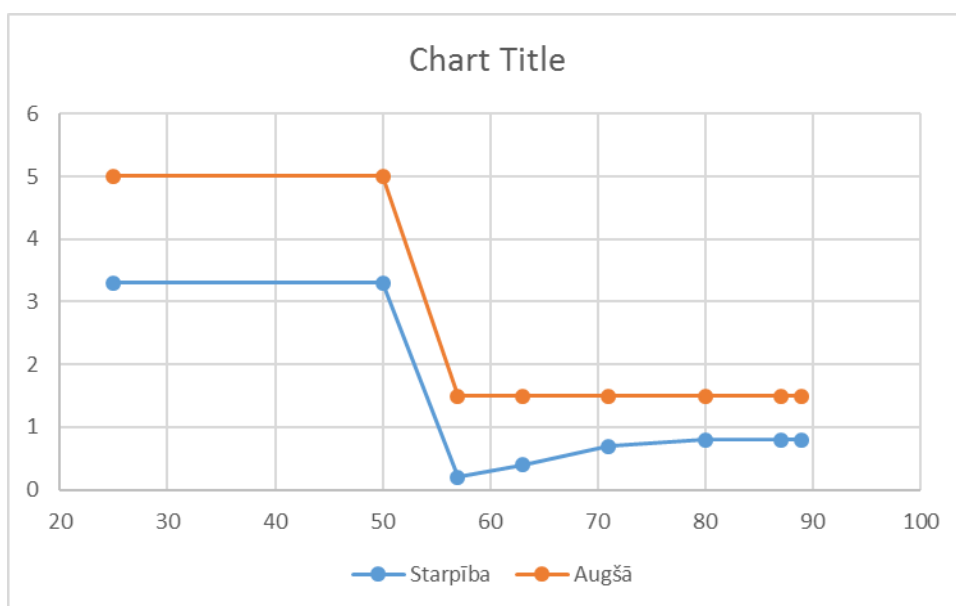
Pēc dziļās sasaldēšanas pabeigšanas (kas ilgst vidēji no 3-5 stundām, atkarība no produkta), redzams, ka rādītāji uz iekārtas displeja uzrāda, ka ir sasniegta uzstādītās temperatūras, kas nozīmē, ka saldēšanas process ir pabeigts un produkts pilnībā sasalis un gatavs nākamajam posmam. Tikai tad, kad esam pārliecinājušies par pilnīgu produkta sasaldēšanu, tiek ieslēgts vakuumsūkni un sākas vakuumpēšana, uzstādot augšējo – maksimālo un apakšējo minimālo spiediena robežu automātiskā režīmā un laikā.



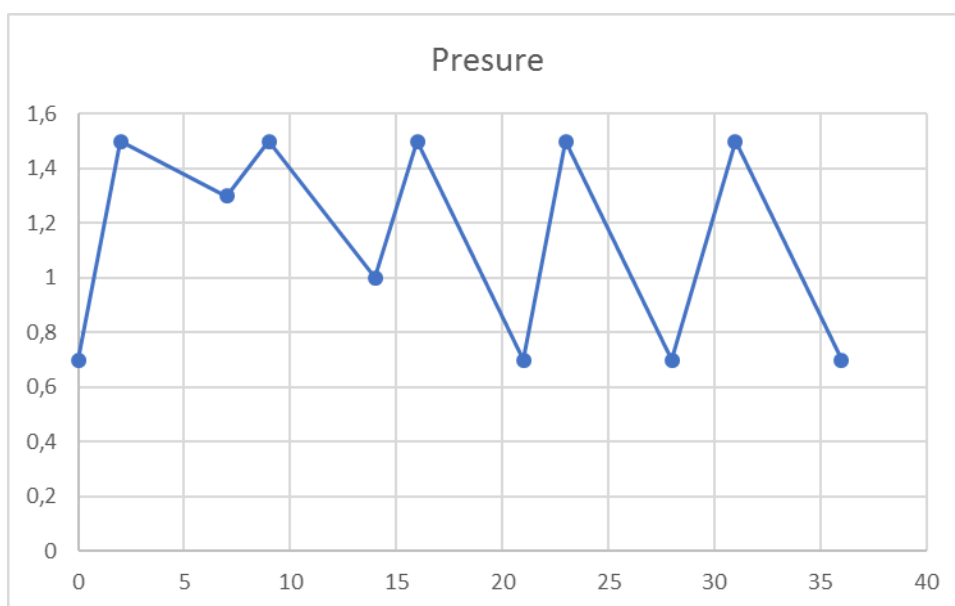
Spiediena izmaiņu dinamika eksperimenta sākumā kaltes darba kamerā.

Tālākajā procesā, pēc sasaldēšanas, un gaisa atsūkņēšanas no kameras, kad sasniegts 0.7 Mbar spiediens, temperatūra tiek pacelta par +2 °C. Šajā laikā svarīgi ir kontrolēt spiediena (P) pieaugumu un turēt to robežās no 1.5 - 0.7 Mbar.

Sekojošajos 2 grafikos var redzēt, kad notiek temperatūras pacelšana par 2 grādiem, t.i. iziešana uz stacionāru procesu attiecībā pret augšējo un apakšējo spiedienu.



Augšējā spiediena un spiedienu starpības diagramma sākotnējā procesa posmā.



Spiediena normalizēšanas dinamika 2. un nākamajos posmos

Cikla sākumā spiediens ļoti ātri ceļas, jo mitrums kamerā ir ļoti liels, tas pāriet gāzes agregātstāvoklī un spiediena rezultātā pats no sevis paceļās (sākuma tās ir dažas sekundes līdz 1 minūtei), taču krītas palēni. Iesākumā paiet ilgs laiks un spiediens krīt pakāpeniski uz leju, taču eksperimentu rezultātā esam noteikuši, ka ja tas notiek ilgāk par 5 minūtēm, tad nav vērts ilgāk gaidīt, tādēļ sūknis tiek atslēgts, spiediens sasniedz maksimālo robežu un process turpina atkārtoties tik ilgi, kamēr spiediena krišanas ātrums ir 5 minūtes. Beigās šie procesi samainās vietām, paiet ilgs laiks kamēr spiediens uzkāpj līdz augšējai robežai (līdz pat 20 min) un ļoti īss laiks, kad spiediens nokrīt līdz minimālajai robežai. Kamēr šis process ilgst (notiek sublimācija), un tikmēr temperatūra tiek nemainīgi uzturēta.

Šādi pakāpeniski sublimējot produktu, no  $-40\text{ °C}$  process turpinās līdz sasniedz  $-8\text{ °C}$ , pie kuriem 1 reizi veicam ļoti svarīgu procesu – termostatēšanu, kas nozīmē, ka pie nemainīgas temperatūras, spiediena amplitūdā no 1.5 - 0.7 Mbar produktu iztur 6 stundas un tikai pēc tam atsāk plauktu sildīšanas procesu palielinot temperatūru plauktos. Nākamais otrais termostatēšanas process tiek veikts pie  $-2\text{ °C}$  līdz  $-3\text{ °C}$ , atkal izturot produktu pie nemainīgas temperatūras un noteiktajām spiediena robežām 6 stundas, pēc atkal temperatūru paaugstināt.

Ar šādu termostatēšanu produkts tiek sagatavots produktu pārejai uz + grādu temperatūrām. Sasniedzot  $0\text{ °C}$ , turpina tāpat celt temperatūru plauktos, kā to darīja pie mīnusiem, līdz sasniedz  $+22\text{ °C}$  līdz  $+28\text{ °C}$ , kas ir optimāli, lai pabeigtu procesu. Sublimācijas process ir noritējis veiksmīgi un ir pabeigts, izslēdz sildītājus, bet neatslēdz saldēšanu (refrežiratoru), lai ledus nesāktu kust un pilēt uz gatavā sausa produkta. Lai atvērtu kameras durvis, izlīdzina temperatūra kamerā, ar istabas temperatūru, tāpēc pēc tam, kad sasniedz  $0\text{ °C}$ , veic šo plauktu uzsildīšanu līdz  $+22\text{ °C}$  un pēc tam līdz  $+28$

°C, jo nepieciešams, lai temperatūra kamerā ir nedaudz augstāka nekā istabā. Tā kā produkts ir pilnīgi sauss, šis atsildīšanas process notiek samērā ātri, līdz temperatūra gan telpā, gan kamerā ir no +22 °C līdz +28 °C.

Pēc tam izlīdzin spiedienu kamera ar spiedienu istabā, tas paliek tāds pats kā sākumā 1000 Mbar, un varam atvērt kameru, lai uzsāktu produkta izņemšanu.

## NOSLĒGUMS

Tātad, ja izejošā sākuma sasaldēšanas temperatūra ir - 40 °C, tad izejošā sausā gala produkta temperatūrai ir jābūt + 22 °C līdz + 28 °C robežai, ļoti retos gadījumos, kad ir ļoti augsts mitrums telpā – līdz +36 °C, taču jebkurā gadījumā tas nedrīkst būt zemāks par +17 °C, jo tad var veidoties rāsas punkts un tā var sapilēt uz produkta vēl pirms tā izņemšanas no vakuuma kameras. Šis ir ļoti svarīgs posms – nodrošināt pareizu gatavā produkta izņemšanas procedūru, lai nepieļautu mitruma atpakaļ iesūkšanos produktā.

# ŠĶĪSTOŠĀ PEKTĪNA IEGŪŠANA

## IEVADS

Pārtikas un farmācijas rūpniecība ražo cilvēku dzīvībai un veselībai nepieciešamos produktus, taču dažreiz pievienotās izejvielas - konservanti, garšas veidotāji vai pastiprinātāji, krāsvielas, saldinātāji un saistvielas iekšējiem orgāniem ir ļoti grūti pārstrādājamas, piemēram, zarnu traktam un aknām, jo ir iespējami toksisko vielu uzkrāšanās un izveidošanās. Tāpēc viens no risinājumiem ir izmantot izejvielas, kas iegūtas no dabīgiem produktiem, kā heteropolisaharīdi, piemēram, pektīniem. Pektīns ir saistaudu materiāls augos, kas galvenokārt sastāv no  $\alpha$ -1.4-D-galakturonskābes vienībām, tā ir sarežģīta homogalakturonskābes viela, kas satur ogļhidrātu sānu virknes - arabinozi, ramnozi, galaktozi, fukozi, mannozi un glikozi. Bagātākie dabiskie pektīna avoti dabā ir citrusaugļu mizas 20–30% un ābolu biezenis (18–19%), ko izmanto pektīna komerciālai ieguvei, bet dabā pastāv arī citi avoti, kā piemēram, ērkšķogas, zemenes, saulespuķes, mango mizas, banānu mizas, papaija un cukurbietes. Pektīns tiek uzskatīts par diētisko šķiedru, kas pozitīvi ietekmē gremošanas procesus. Pārtikas rūpniecībā to izmanto konditorejas izstrādājumu, ievārījumu, augļu konservu, želeju kā želejas veidojošu vielu, emulgatoru, biezinātāju un stabilizētāju. Farmaceutiski tiek izmantots, lai samazinātu glikozes līmeni, holesterīna līmeni, un izmanto, lai novērstu resnās zarnas vēža veidošanās, kā arī tam piemīt pretiekaisuma īpašības.

Visā pasaulē 85% pektīna tiek ražoti no citrusaugļu mizām un 14% no ābolu biezeņa. Tiek paredzēts, ka nākotnē tā nepieciešamība pasaules tirgū ik gadu palielinās par 8.56% līdz 2023. gadam. Ekstrakcija no augu šūnām ir vissvarīgākais process pektīnu ražošanā. Augu šūnu vidējās lamelēs ir atrodams ūdenī nešķīstošs protopektīna veids, bet ūdenī šķīstošs anjonu polisaharīds veidojas, augļiem

nogatavojoties vai karsējot augļu substrātu skābā vidē. Pektīna ekstrakcijai ir ļoti svarīgi regulēt pH. Lielākajai daļai pektīna iegūšanas procesā pH pazemināšanai, var būt nelabvēlīga ietekme uz cilvēku veselību, jo tajās izmanto spēcīgas skābes, piemēram, sālsskābi vai slāpekļskābi. Citās iegūšanas metodes pH samazināšanai izmanto ne tik bīstamas vielas jeb vājas organiskās skābes, piemēram, citronskābi, vīnskābi, ābolskābi, etiķskābi, pienskābi un fosforskābi.

Labākie ekstrahēšanas parametri pektīna iegūšanai no ābolu biezeņa ir pH = 2.5, temperatūra = +88 °C un laiks 120 minūtes, ja izmanto citronskābi. Lielākā daļa komerciālo pektīnu ir pulvera veidā, kas nozīmē, ka ekstrahēšanai ir nepieciešams vairāk laika un tiek izmantots 96% etanola maisījums. Kā alternatīva metode, ikdienā izmantotām rūpnieciskām metodēm pasaulē, ir iegūt pektīnu šķīstošā formā. Šādi iegūts pektīns ļautu samazināt ražošanas izmaksas, laiku un nav nepieciešams gala rezultātā attīrīt pektīnu izmantojot 96% etanola šķīduma. Pirms pektīna ekstrakcijas pH tiek samazināts līdz noteiktam skābuma līmenim. pH var samazināt, pievienojot šķīdumam pulverveida vai šķidrās paskābināšanas līdzekļus - organiskas vai neorganiskas skābju formās.

Šo skābju ražošanai tīrā sintētiskā vai dabīgā veidā ir vajadzīgs laiks un enerģija, kas prasa papildu līdzekļus. Kā alternatīvus paskābināšanas līdzekļus var izmantot augļus vai ogas, kas satur tādas pašas organiskās skābes kā citronskābi, ābolskābi vai vīnskābi. Viens no šādiem augļiem, ko var izmantot kā dabisko paskābināšanas līdzekli, ir citrons, kuram ir augsts citronskābes saturs.

Šī pētījuma mērķis bija izpētīt pektīna ekstrakcijas iespējas no ābolu biezeņa izmantojot pH pazeminošu netradicionālu paskābināšanas līdzekli - citronu sulu.

## MATERIĀLI UN METODEDES

### Ābolu izcelsme un raža

Agrā rītā Latvijā, Tukuma novadā, Pūres pagastā, 2019. gada sezonā ar rokām tika novāktas piecas ābolu šķirnes, un tika noteikta brieduma pakāpe ar Štreifa indeksu un joda cietes testu "Zarja Alatau". 0.10, 6.10, 'Antonovka' 0.12, 6.20, 'Antejs' 0.11, 6.00, 'Sinap Orlovskij' 0.15, 5.50 un 'Alesja' 0.16, 6.80. Āboli tika iesaiņoti polistirola kastēs un nogādāti ražošanas telpās.

### Ābolu sagatavošana ekstrakcijai

Āboli tika sagatavoti ražas novākšanas dienā un atlasīti, pamatojoties uz fizioloģisko un mehānisko ievainojumu neesamību, kur tālākā apstrādē mazgāti ar krāna ūdenī. Mazgāti āboli tika sagriezti četros gabalos un tiek izņemtas sēklas no kodola. Sagatavotie āboli tiek sasaldēti.

### Pektīna ekstrakcijas metode

Ābolus pārnes vārglāzē un 120 minūtes karsēja temperatūrā +88 °C dejonizētā ūdenī (Crystal E HPLC System, Adrona, Latvija) ar cietās un šķidrās vielas attiecību 1: 3 w / v. Sildīšana tika veikta, izmantojot digitālu plīti ar termostata kontroli (Biosan, MSH-300, Latvija). Citronu sula (iegūta ar Sage BJE820 aprīkojumu) tika pievienota ūdenim, lai samazinātu pH līdz 2.5, un paskābinātām ūdenim pievienoja ābolus. Pēc ekstrakcijas ābolu ūdens maisījuma šķīdumu filtrēja caur pieckārtīgu marli un ļāva atdzist līdz +21 °C. Iegūtais filtrāts tika savākts un pēc tam +40 °C temperatūrā līdz Briksa% 9,0 koncentrēts vakuuma rotācijas ietvaicētājā Heidolph Laborota 4000 (Heidolph Instruments GmbH & CO. KG, Vācija).

### Kopējā pektīna noteikšana

Kopējais pektīns tika noteikts pēc spektrofotometriskās metodes. 0,1 g paraugu tika sajaukti ar 300 mL 0.05 M etilēndiamīntetraetiķskābes nātrija sāli (EDTA-Na<sub>2</sub>, Merck, Vācija) un pH tika palielināts, pievienojot 1M NaOH (Sigma-Aldrich, ASV), lai sasniegtu pH līdz 11.5. Pēc 30 minūšu stāvēšanas istabas temperatūrā ar 1 M etiķskābi pH tika noregulēts līdz 5.0 (Sigma-Aldrich, ASV). Paskābināšanas šķīdumam pievienoja 0.1 g fermenta - pektināzes no *Aspergillus niger* (1 V mg<sup>-1</sup>, Sigma-Aldrich, Šveice) un maisa 1 stundu. Pēc stundas šķīdumu atšķaida līdz 500 mL ar dejonizētu ūdeni un filtrēja ar Whatman filtrpapīru Nr. 1. Pirmie pieci filtrāta pilieni netiek izmantoti. 2 mL filtrāta atšķaida mērkolbā līdz 50 mL ar dejonizētu ūdeni. Kolorimetriskai noteikšanai ar JENWAY 6405 UV / VIS spektrofotometru (Baroworld Scientific Ltd., UK) izmantoja 2 mL iegūtā šķīduma. Kopējā pektīna absorbcija tika izmērīta pie viļņa garuma 520 nm, ar zināmu galakturonskābes kalibrācijas šķīdumu (Sigma-Aldrich, Šveice), kuru koncentrācija bija robežās no 0.5 līdz 3.5 mg 2 mL<sup>-1</sup>.

# Ogļhidrātu saturs noteikšana šķidrā pektīna paraugos ar AEŠH

## Metodes apraksts

Ogļhidrātu (glikozes, fruktozes, saharozes, maltozes) noteikšanai tiek izmantota augsti efektīvā šķidruma hromatogrāfija (Shimadzu LC-20 Prominence).

## Hromatografēšanas parametri

**Detektors:** refrakcijas RID-10A

**Kolonna:** Alltech NH<sub>2</sub>, 4.6 mm x 250 mm, sorbentu daļiņu diametrs 5µm

**Eluēšanas veids:** izokrātiskais režīms

**Kustīgā fāze:** A – acetonitrils un B – ūdens (70:30)

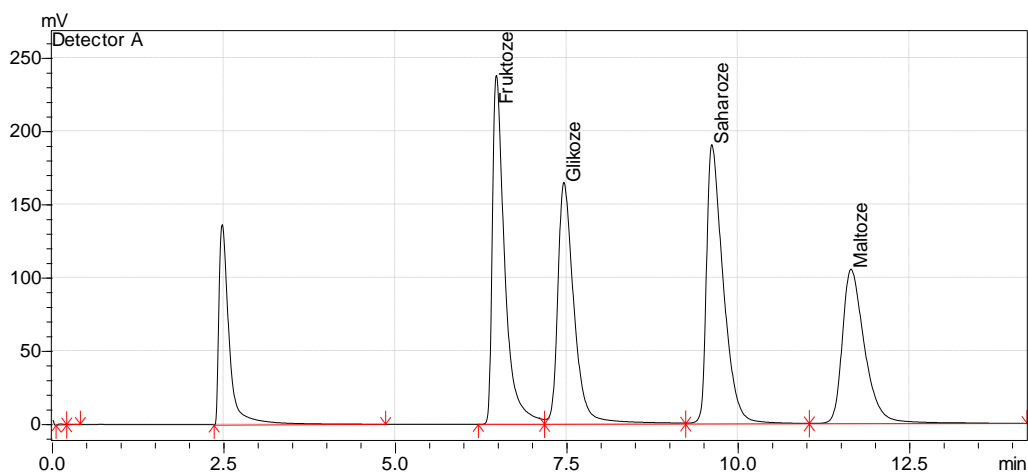
**Kolonnas temperatūra:** + 30 °C

**Parauga tilpums:** 10 µL

**Analīzes kopējais laiks:** līdz 20 minūtēm

**Plūsmas ātrums:** 1.3 mL min<sup>-1</sup>

## Ogļhidrātu hromatogramma



Ogļhidrātu kalibrācijas šķīduma hromatogramma



## **Pamatšķīdumu pagatavošana**

Nosver  $2 \pm 0.0001$  g fruktozes,  $2 \pm 0.0001$  g glikozes,  $2 \pm 0.0001$  g maltozes un  $2 \pm 0.0001$  g saharozes, pārnes katru savā 10 mL mērkolbā, uzpilda ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei un labi samaisa (iegūto šķīdumu masas koncentrācija –  $0.2 \text{ g mL}^{-1}$ ).

## **Kalibrācijas šķīdumu pagatavošana**

### *5% kalibrācijas šķīdums*

2.5 mL saharozes pamatšķīduma, 2.5 mL glikozes pamatšķīduma, 2.5 mL fruktozes pamatšķīduma un 2.5 mL maltozes pamatšķīduma pārnes 10 mL mērkolbā, labi samaisa (iegūtā šķīdumā katra ogļhidrāta masas koncentrācija  $0.05 \text{ g mL}^{-1}$ ).

### *2.5% kalibrācijas šķīdums*

5 mL 5% kalibrācijas šķīduma pārnes 10 mL mērkolbā un uzpilda ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei, labi samaisa (iegūtā šķīdumā katra ogļhidrāta masas koncentrācija  $0.025 \text{ g mL}^{-1}$ ).

### *1% kalibrācijas šķīdums*

4 mL 2.5% kalibrācijas šķīduma pārnes 10 mL mērkolbā un uzpilda ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei, labi samaisa (iegūtā šķīdumā katra ogļhidrāta masas koncentrācija:  $0.01 \text{ g mL}^{-1}$ ).

### *0.5% kalibrācijas šķīdums*

5 mL 1% kalibrācijas šķīduma pārnes 10 mL mērkolbā un uzpilda ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei, labi samaisa (iegūtā šķīdumā katra ogļhidrāta masas koncentrācija  $0.005 \text{ g mL}^{-1}$ ).

### *0.1% kalibrācijas šķīdums*

2 mL 0.5% kalibrācijas šķīduma pārnes 10 mL mērkolbā un uzpilda ar dejonizētu ūdeni līdz atzīmei, labi samaisa (iegūtā šķīdumā katra ogļhidrāta masas koncentrācija  $0.001 \text{ g mL}^{-1}$ ).

## **Analizējamie paraugi**

1. Šķidrāis pektīns iegūts no 'Zarja Alatau'
2. Šķidrāis pektīns iegūts no 'Antonovka'
3. Šķidrāis pektīns iegūts no 'Antejs'
4. Šķidrāis pektīns iegūts no 'Sinap Orlovskij'
5. Šķidrāis pektīns iegūts no 'Alesja'

## **Analizējamā parauga sagatavošana**

Paraugu pirms ievadīšanas AEŠH pārnes centrifugē 10 minūtes 2 mL Ependorfa stobrā pie 10 000 apgr min<sup>-1</sup>. Iegūto filtrātu filtrē caur membrāna filtru (0.45µm).

### **pH noteikšana**

Ūdens pH tika mērīts izmantojot potenciometrisko metodi ar WTW inoLab pH 7110 (WTW GmbH, Vācija).

### **Mitruma noteikšana**

Nosver 1 g ābolu ekstraktu mitruma analizatorā UN MX-50 (A&D Instruments Ltd., Lielbritānija) un analizē 25 minūtes 140 °C temperatūrā.

### **Kopējā ekstraktvielu satura noteikšana (Brix%)**

Kopējais ekstraktvielu saturs tika noteikts, izmantojot digitālo refraktometru Krüss DR-201-95 (Krüss GmbH, Vācija), un tika izteikts Brix%.

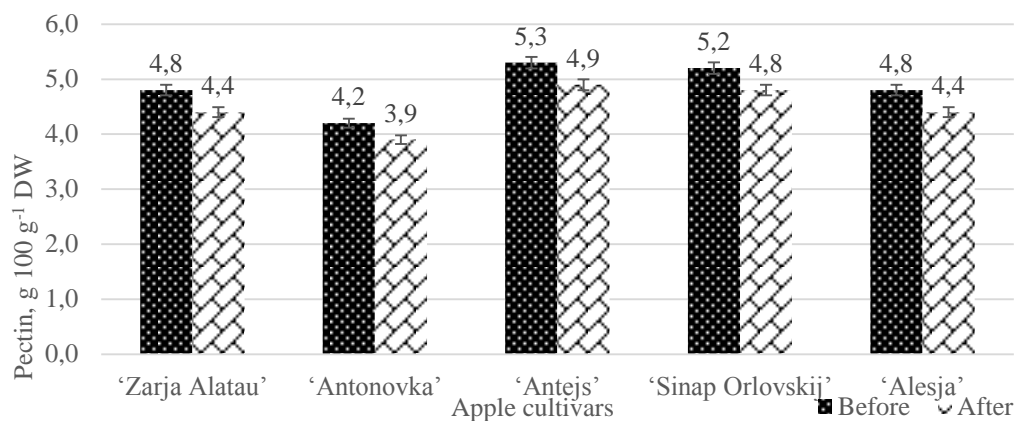
### **Datu apstrāde / statistiskā analīze**

Pētījuma dati tika analizēti ar statistikas un matemātikas metodēm (vidējā, standartnovirze). Dati tika salīdzināti ar dispersijas analīzi (ANOVA), un nozīmīgums tika noteikts pie  $P < 0,05$ . Datu analīzei tika izmantota Microsoft Excel programmatūra 2016. gada versijai.

## **REZULTĀTI**

Zinātniskā literatūrā nav zinātnisko datu, par pektīna iegūšanu izmantojot, kā paskābināšanas aģentu citronu sulu, kā arī par citu augļu vai ogu izmantošanu pH pazemināšanai. Dabā citroni ir augļi, kuriem ir spēcīgas skābes īpašības un, ja tos pievieno ūdenim, var samazināt pH vidi. Skābums citronos veidojas, pateicoties augstajam citronskābes saturam 45.8-48.0 g L<sup>-1</sup> citronu sulā, salīdzinoši, greipfrūtu un apelsīnu sulā citronskābes ir mazāk, attiecīgi 25.0 g L<sup>-1</sup> greipfrūtu sulā un 16.7- 9.10 g L<sup>-1</sup> apelsīnu sulā.

Pirms ābolu pievienošanas citronu sulu pievienoja ūdenim, lai samazinātu pH līdz 2.5. Pektīna iegūšanai tika izmantots tradicionālais standarta laiks 120 minūtes, pH 2.5, temperatūra +88 °C un 9.0 Brix% no kopējā ekstraktvielu satura. Rezultāti parādīja, ka augstākais pektīna saturs tika noteikts šķirnēs "Antejs" (4.9 g 100 g<sup>-1</sup>), "Sinap Orlovskij" (4.8 g 100 g<sup>-1</sup>) un zemākajā "Antonovka" (3.9 g 100 g<sup>-1</sup>) (1. att.).

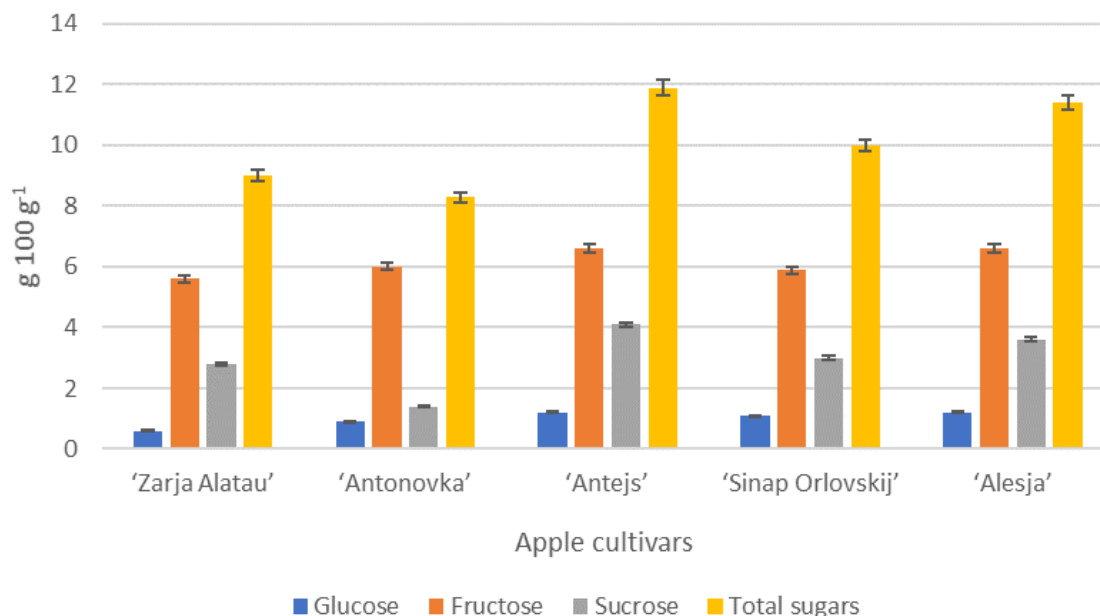


Pektīna saturs ābolos un ābolu ekstraktos

Augstākais pektīna saturs pirms ekstrakcijas tika noteikts "Antejs" ābolu šķirnēs ( $5.3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), "Sinap Orlovskij" ( $5.2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) un zemākais "Antonovka" ( $4.2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Salīdzinot rezultātus pirms un pēc pektīna ekstrakcijas, tika konstatēts, ka ābolu ekstraktā tika ekstrahēti 92% šķīstoša pektīna no teorētiski iespējamā. Attiecīgi labākās ābolu šķirnes ar visaugstāko pektīnu saturu bija "Antejs", kurās pektīna saturs pirms ekstrakcijas bija  $5.3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  un  $4.9 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  pēc ekstrakcijas, un "Sinap Orlovskij", kur pektīns pirms ekstrakcijas bija  $5.2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  un  $4.8 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  pēc ekstrakcijas. Ekstrahētā pektīna saturs ir atkarīgs ne tikai no laika, pH un temperatūras, bet arī no pektīna daudzuma dažādās ābolu šķirnēs. Bez pektīna āboli ir bagātīgs bioloģiski funkcionālus savienojumus avots, kas satur – fenola savienojumus, vitamīnus, minerālvielas un ogļhidrātus.

Tradicionāli pektīna pulveris ir tīrā veidā bez citām dabīgām vielām, un tā želējošo īpašību iegūšanai jāpievieno tīri ogļhidrāti - cukurs, piemēram, saharoze. Viena no priekšrocībām ir tā, ka ābolu ekstrakts ar pektīnu satur dabiskus ogļhidrātus (2. att.), Un nav nepieciešams tos pievienot vai pievienot tik daudz, cik pievieno, izmantojot pektīna pulveri.

Rezultāti parādīja, ka augstākās kopējās glikozes, fruktozes un saharozes koncentrācijas pirms ekstrakcijas tika konstatētas šķirnēs "Antejs" (glikoze  $1.2$ , fruktoze  $6.6$ , saharoze  $4.1$  = kopējais cukuru daudzums  $11.9 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) un "Alesja" (glikoze  $1.2$ , fruktoze  $6.6$ , saharoze  $3.6$  = kopējais cukuru daudzums  $11.4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), zemākais par "Antonovka" (glikoze  $0.9$ , fruktoze  $6.0$ , saharoze  $1.4$  = kopējais cukuru daudzums  $8.3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (2. attēls).



Glikozes, fruktozes un saharozes saturs ābolos pirms ekstrakcijas

Pēc ekstrakcijas 75% ogļhidrātu tika izšķīdināti no ābolu izspaidu matricas ābolu ekstraktā. Kopējo cukuru saturs tika noteikts un izteikts kā kopējais ekstraktvielu saturs Briksa procentos, kas nozīmē, ka, ražojot pektīnu no āboliem, labākās ābolu šķirnes ir 'Antejs' un 'Sinap Orlovskij' Brix 9,0%. Aprēķinot kopējo cukuru daudzumu tika konstatēts, ka attiecīgi 8,9 Brix% no visām ekstraktvielām ir ogļhidrāti, attiecīgi, glikozes (1,0 g 100g<sup>-1</sup>), fruktozes (4,9 g 100g<sup>-1</sup>) un saharozes (3,0 g 100g<sup>-1</sup>) summa. Pārējās ekstraktvielas 0,1 Brix% bija vēl citi bioloģiski aktīvi ūdenī šķīstoši savienojumi, piemēram, fenola savienojumu, pektīns, vitamīni un minerālvielas. Tika konstatēts, ka no visām šķirnēm labākais pektīna saturs tika noteikts 'Antejs' un 'Sinap Orlovskij' ābolu šķirnēs, līdz ar to šīs šķirnes var izmantot ābolu ekstrakta iegūšanai ar augstāko pektīna saturu.

## SECINĀJUMI

1. Izmantojot netradicionālu karsto ekstrakcijas metodi, ar paskābināšanas aģentu citronu sulu, tika konstatēts, ka pektīna ekstrakcijas procesā no āboliem, ir iespējams iegūt šķīstošu ābolu pektīnu no dažādām ābolu šķirnēm neizmantojot cilvēka veselībai bīstamās spēcīgās neorganiskas vai tīrās organiskās skābes.
2. Ābolu šķirnēs "Antejs" un "Sinap Orlovskij" bija visaugstākais šķīstošā pektīna saturs.
3. Neatkarīgi no pektīna satura ābolu šķirnēs, izmantojot karstās ekstrakcijas metodi, ar netradicionāli paskābinošu līdzekli - citrona sulu - tika konstatēts, ka gala produktā ekstrahējas 92% šķīstošā pektīna no teorētiski iegūtā.

# TESTĒŠANAS REZULTĀTI

(gala produktam)

## ŠĪDRAIS ĀBOLU PEKTĪNS

\* Protein (N\*6,25) PB-116 ed. II of 30.06.2014

Protein (N\*6,25) 65,0 <0,3

Protein (N\*6,25) on dry matter % s.m. <0,3

\* Dietary fiber AOAC 991.43:1994 g/100g <0,5

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 1,5

Fructose g/100g 4,9

Sucrose g/100g 0,3

Maltose g/100g 0,2

Lactose g/100g <0,2

Galactose g/100g <0,2

Total sugars g/100g 6,9

\* Ash PN-A-75101-08:1990+Az1:2002 g/100g 1,45

\* Fat PB-286 ed. I of 26.09.2014 g/100g <0,1

\* Energy value Regulation (EU) No 1169/2011 of the European

Parliament and of the Council of 25 October 2011

Energy value kcal/100g 30

Energy value kJ/100g 129

\* Carbohydrates Regulation (EU) No 1169/2011 of the European

Parliament and of the Council of 25 October 2011 g/100g 7,6

\* Moisture PN-90/A-75101-03 g/100g 90,9

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

Total saturated fatty acids (SAFA) g/100 g < 0,1

Total monounsaturated fatty acids (MUFA) <sup>1)</sup> g/100 g < 0,1

Total polyunsaturated fatty acids (PUFA) <sup>1)</sup> g/100 g < 0,1

Total trans fatty acids g/100 g < 0,1

Total Omega-3 fatty acids <sup>1)</sup> g/100 g < 0,1

Total Omega-6 fatty acids <sup>1)</sup> g/100 g < 0,1

Total Omega-9 fatty acids <sup>1)</sup> g/100 g < 0,1

\* Sodium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 g/100 g 0,0049

\* Sodium chloride (Na x 2,5) calculated g/100g 0,012

# Total pectines as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 357

# \* Iodine ASU §64 LFGB L00.00-93 (2006-9); DIN EN 15111; 2007-06 mg/kg < 0,10

### **Pektīna biezenis**

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 1,6

Fructose g/100g 3,9

Sucrose g/100g 1,0

Maltose g/100g 0,4

Lactose g/100g <0,2

Galactose g/100g <0,2

Total sugars g/100g 6,9

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100g 235 ± 46

### **Svaigās izejvielas testi: Antonovka**

Test Method Unit Result

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 0,9

Fructose g/100g 6,0

Sucrose g/100g 1,4

Total sugars g/100g 8,3

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 468

Test: Total pectines was performed by a sub-contractor Instytut Biotechnologii

### **Svaigās izejvielas testi: Aļesja**

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 1,2

Fructose g/100g 6,6

Sucrose g/100g 3,6

Total sugars g/100g 11,4

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 535

### Svaigās izejvielas testi: Sinap orlovskij

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 1,1

Fructose g/100g 5,9

Sucrose g/100g 3,0

Total sugars g/100g 10,0

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 580

### Svaigās izejvielas testi: Antejs

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 1,2

Fructose g/100g 6,6

Sucrose g/100g 4,1

Total sugars g/100g 11,9

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 593

### Svaigās izejvielas testi: Zarja Alatau

Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method

Glucose g/100g 0,6

Fructose g/100g 5,6

Sucrose g/100g 2,8

Total sugars g/100g 9,0

\* Patulin PB-134/HPLC ed. I of 01.08.2011 µg/kg < 10

# Total pectins as galacturonic acid PB-ZO/PBJFS 06 ed. 2 z of 18.07.2016 mg/100 g 538

### Lai izvērtētu piemērotāko iepakojuma risinājumu šķidrajam pektīnam veiktas vairākas sērijas ar pētījumiem:

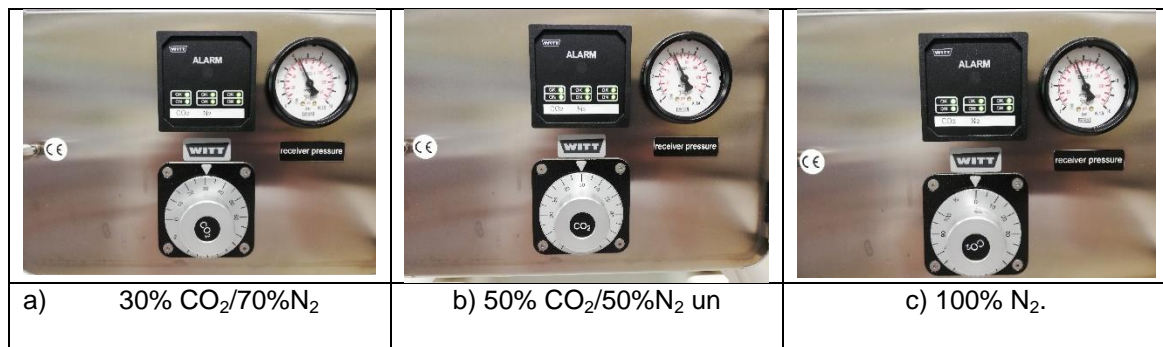
- 1) Pirmkārt meklēti optimālie iepakojuma materiāli – veicot produkta pildīšanu:
  - a) polietilēna/poliamīda (PE/PA) maisos
  - b) metalizēta zema blīvuma polietilēna (MET/LLDPE) maisos (bag-in-box)
  - c) etilvinilspirta/zema blīvuma polietilēna (EVOH/LLDPE) maisos (bag-in-box)
  - d) Cukurniedru hermētiski aizveramos traukos
  - e) Biodegradējamā iepakojumā PLA



Eksperimentos izmantotie iepakojuma materiāli

\* Visi izvēlētie iepakojumi paredzēti karstajai pildīšanai

2) Lai nodrošinātu garāku produktu realizācijas laiku veikti eksperimenti iepakojumu iekšienē mainot gāzu vidi, līdz ar to eksperimentēts ar iespēju iepakojumā atstāt gaisu, veidot vakuumu, kā arī trīs dažādas aizsarggāzu vides (MAP), kur gāzu attiecības ir a) 30% CO<sub>2</sub>/70%N<sub>2</sub>; b) 50% CO<sub>2</sub>/50%N<sub>2</sub> un c) 100% N<sub>2</sub>.



Vadoties pēc iegūtajiem rezultātiem kā optimālais iepakojums atzīts etilvinilspirta/zema blīvuma polietilēna (EVOH/LLDPE) bag-in-box maisi, produktu pildot MAP vidē ar gāzu attiecību 30% CO<sub>2</sub>/70%N<sub>2</sub>.

**Veicot eksperimentu sērijas ar izstrādāto batoniņu-uzkodu iepakojšanu, tās pakojot dažādu veidu iepakojumos:**

- Metalizēts polipropilēns (metPP);
- Caurspīdīgs bioksiāliorientēts polipropilēns (BOPP);
- Tonēts bioksiāliorientēts polipropilēns (BOPP);
- Polietilēns.poliāmīds (PE/PA);
- Biodegradējamsis PLA ar SIOs pārklājumu (PLA/SIO<sub>2</sub>)





Produktus izvērtējot gan organoleptiski, gan nosakot mikrobioloģiskos parametrus konstatēts, ka vispiemērotākais iepakojums ir caurspīdīgs BOPP, ar biezumu  $35\pm 3 \mu\text{m}$ .



Veicot eksperimentus veikta arī batoniņu sēriju pakošana dažādās gāzu vidēs, bet ņemot vērā **batoniņos – uzkodās** daudzveidīgo izejvielu struktūru kā optimāla atzīta pakošana gaisa vidē, jo paaugstināta  $\text{CO}_2$  gāzes lietošana izsauc produktu rūgšanas procesus.



## DAŽĀDI TESTĒŠANAS REZULTĀTI BATONIŅU MASĀM

### Ogu- mandeļu-sēkliņu masa (AR SUBLIMĒTU ĀBOLU)

- \* Zinc PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 1,71
- \* Magnesium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 158
- \* Manganese PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 1,52
- \* Selenium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015  $\mu\text{g}/100\text{g}$  6,20
- \* Sodium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 g/100 g 0,011
- \* Sodium chloride (Na x 2,5) calculated g/100 g 0,028

\* Iron PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 3,61  
\* Vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol) PB-40/HPLC ed. III of 28.02.2009 mg/100 g 3,2  
\* Protein (N\*6,25) PB-116 ed. II of 30.06.2014 g/100g 11,8  
\* Dietary fiber AOAC 991.43:1994 g/100g 13,3  
Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method  
Glucose g/100g 17,8  
Fructose g/100g 19,4  
Sucrose g/100g <0,2  
Maltose g/100g 1,8  
Lactose g/100g <0,2  
Galactose g/100g <0,2  
Total sugars g/100g 39,0  
\* Ash PN-A-88022:1959 g/100g 1,90  
\* Fat PN-A-88021:1971 g/100g 19,07  
\* Energy value 1) Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011  
  
Energy value kcal/100g 402  
Energy value kJ/100g 1677  
\* Carbohydrates2) Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 g/100g 39,0  
\* Moisture PN-A-88027:1984 g/100g 16,0  
\* Fatty acids profile PN-EN ISO 12966-1:2015-01, PN-EN ISO 12966-2:2017-05 except p.5.3 and 5.5, PN-EN ISO 12966-4:2015-07  
  
C4:0 butyric acid g/100 g < 0,1  
C6:0 caproic acid g/100 g < 0,1  
C8:0 caprylic acid g/100 g < 0,1  
C10:0 capric acid g/100 g < 0,1  
C11:0 undecylic acid g/100 g < 0,1  
C12:0 lauric acid g/100 g < 0,1  
C13:0 tridecylic acid g/100 g < 0,1  
C14:0 myristic acid g/100 g < 0,1  
C14:1 myristoleic acid g/100 g < 0,1  
C15:0 pentadecanoic acid g/100 g < 0,1  
C15:1 ginkgolic acid g/100 g < 0,1  
C16:0 palmitic acid g/100 g 1,4  
C16:1n7 palmitoleic acid g/100 g 0,1  
C16:1 (sum of) g/100 g 0,1

C18:1n9 trans elaidic acid g/100 g < 0,1  
C18:1n9 oleic acid g/100 g 9,3  
C18:1n7 vaccenic acid g/100 g 0,2  
C18:1 (sum of) g/100 g 9,5  
C18:2n6 trans linolelaidic acid g/100 g < 0,1  
C18:2 trans (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:2 (sum of) g/100 g 5,0  
C18:2n6 linoleic acid (LA) g/100 g 5,0  
C20:0 arachidic acid g/100 g < 0,1  
C18:3n6  $\gamma$ -linolenic acid (GLA) g/100 g < 0,1  
C21:0 heneicosanoic acid g/100 g < 0,1  
C17:0 margaric acid g/100 g < 0,1  
C16:2n4 hexadecadienoic acid g/100 g < 0,1  
C17:1 margaroleic acid g/100 g < 0,1  
C16:3n4 hexadecatrienoic acid g/100 g < 0,1  
C18:0 stearic acid g/100 g 0,7  
C18:3n4 octadecatrienoic acid g/100 g < 0,1  
C20:1n9 eicosenoic acid g/100 g < 0,1  
C20:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C18:3n3  $\alpha$ -linolenic acid (ALA) g/100 g 2,4  
C18:3 (sum of) g/100 g 2,4  
C18:4n3 stearidonic acid (SDA) g/100 g < 0,1  
C20:2n6 eicosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C22:0 behenic acid g/100 g < 0,1  
C20:3n6 dihomogamma-linolenic acid g/100 g < 0,1  
C22:1n11 gadoleic acid g/100 g < 0,1  
C22:1n9 erucic acid g/100 g < 0,1  
C22:1 (sum of) g/100 g < 0,1  
C20:3n3 eicosatrienoic acid (ETE) g/100 g < 0,1  
C20:4n6 arachidonic acid (ARA) g/100 g < 0,1  
C23:0 tricosylic acid g/100 g < 0,1  
C22:2n6 docosadienoic acid g/100 g < 0,1  
C20:4n3 eicosatetraenoic acid (ETA) g/100 g < 0,1  
C20:5n3 eicosapentaenoic acid (EPA) g/100 g < 0,1  
C24:0 lignoceric acid g/100 g < 0,1  
C24:1n9 nervonic acid g/100 g < 0,1  
C22:5n3 docosapentaenoic acid (DPA) g/100 g < 0,1  
C22:6n3 docosahexaenoic acid (DHA) g/100 g < 0,1  
Other fatty acids g/100 g < 0,1  
Total saturated fatty acids (SAFA) g/100 g 2,1

Total monounsaturated fatty acids (MUFA) 3) g/100 g 9,6  
Total polyunsaturated fatty acids (PUFA) 3) g/100 g 7,3  
Total trans fatty acids g/100 g < 0,1  
Total Omega-3 fatty acids 3) g/100 g 2,4  
Total Omega-6 fatty acids 3) g/100 g 5,0  
Total Omega-9 fatty acids 3) g/100 g 9,3

### Ogu- mandeļu-sēkliņu PLŪMJU masa :

\* Zinc PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 2,62  
\* Magnesium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 162  
\* Manganese PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 1,24  
\* Selenium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 µg/100g 19,0  
\* Sodium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 g/100 g 0,0086  
\* Sodium chloride (Na x 2,5) calculated g/100 g 0,022  
\* Iron PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015 mg/100 g 7,25  
\* Vitamin E (α-tocopherol) PB-40/HPLC ed. III of 28.02.2009 mg/100 g 6,8  
\* Protein (N\*6,25) PB-116 ed. II of 30.06.2014 g/100g 10,1  
\* Dietary fiber AOAC 991.43:1994 g/100g 11,7  
Sugars profile Enzymatic-spectrophotometric method  
Glucose g/100g 15,1  
Fructose g/100g 12,3  
Sucrose g/100g <0,2  
Maltose g/100g 1,2  
Lactose g/100g <0,2  
Galactose g/100g <0,2  
Total sugars g/100g 28,6  
\* Ash PN-A-88022:1959 g/100g 2,49  
\* Fat PN-A-88021:1971 g/100g 23,19  
\* Energy value 1) Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011  
  
Energy value kcal/100g 414  
Energy value kJ/100g 1726  
\* Carbohydrates Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 g/100g 35,4  
Other fatty acids g/100 g < 0,1  
Total saturated fatty acids (SAFA) g/100 g 5,7

Total monounsaturated fatty acids (MUFA) 2) g/100 g	7,3
Total polyunsaturated fatty acids (PUFA) 2) g/100 g	10,1
Total trans fatty acids g/100 g	< 0,1
Total Omega-3 fatty acids 2) g/100 g	< 0,1
Total Omega-6 fatty acids 2) g/100 g	10,1
Total Omega-9 fatty acids 2) g/100 g	7,1

Uz dažādu augu produktu bāzes, sastāvā iekļaujot arī jauniegūtos sublimētos produktus, veidojām dažāda atšķirīga sastāva ogu-augļu masas, ar riekstiem, sēkliņām, smalcinātām ogām, to pulveriem un tml. papildvielām, lai izveidotu veselīgas uzkodas, kas apvienotu augu izcelsmes izejvielas un sasniegtu maksimāli labāko bioloģiski aktīvo vielu koncentrāciju un daudzveidību.

No visām masām, kuras pētījām, iegūtos rezultātus izanalizējot, izveidojām 3 pamatmasas, kas nodrošināja optimālās koncentrācijas visos 3 produktos, kur katram bija savs, īpašais akcents likts uz kādu no aktīvajām vielām. Tā piemēram batoniņa masa NR.1 (sarkanā), galvenais akcents bija augu proteīns maximālā koncentrācijā – ap 20g/uz 50g produkta.

Rezultāti uzrādīja, ka izveidotās masas satur lielu skaitu minerālvielas un vitamīnus nozīmīgos daudzumos, kas labvēlīgi ietekmē mūsu organismu, tādēļ šis produkts noteikti būtu ieteicams ikdienas lietošanai gan lieliem, gan maziem. Masas veidotas tā, lai tās saturētu pēc iespējas vairāk dabīgos cukurus un daudz šķiedrvielu, kas nodrošinātu lēnu glikozes uzsūkšanās ātrumu, kas nav mazsvarīgi arī enerģijas nodrošināšanai uz ilgāku laiku.

Vēlējāties radīt produktus, kas būtu garšīgi, ar augstu uzturvērtību, un mainītu cilvēku paradumus, jo šodrīd tendence ir dzīvnieku izcelsmes produkti, kas nodrošina mums ikdienai nepieciešamo uzturvērtību uzņemšanu, turpretim augu valsts produkti tiek patērēti daudz mazākā mērā, ko pārsvarā savā uzturā lieto vegāni, veģetārieši, bet būtu jālieto visiem, vēl jo vairāk tāpēc, ka ir zināmas lietas, par šo produktu sastāvu un iedarbību, kaut vai ņemot to pašu proteīnu – augu valsts proteīns asimilējas 100% apmērā, kamēr no dzīvnieku proteīna mēs spējam uzsūkt un izmantot tikai aptuveni 30% olbaltumvielu. Veiktajos testos redzam, ka batoniņi satur arī pārsvarā mums tik nepieciešamās nepiesātinātās taukskābes un visas omegas. Ar šo produktu varētu aizstāt daudzus dzīvnieku izcelsmes produktus, vai tos papildināt, lietojot tos vismaz

pāris reizes nedēļā, lai bagātinātu savu uzturu un nodrošinātu tā daudzveidību. Pareizu uzturvielu sadali var nodrošināt arī ar šiem augu valsts izcelsmes produktiem.



Dažādu masu degustācija, organoleptiskais novērtējums.

Lielskus rezultātus uzrādīja bioloģiskā piena sublimētie paraugi, kurus bija nodoms, tāpat kā sublimētos augļus, pievienot gatavajām batoniņu masām, kā papildus bioloģiskās vērtības paaugstinātājus, īpaši sastāvā esošo proteīnu un aminoskābju klātbūtnes dēļ. Rezultātos redzam, ka paraugā atrodam pilnīgi visas aizstājamās un arī neaizstājamās aminoskābes, kā arī D un B grupas vitamīnus.

#### Testēšanas rezultāti sublimētam pienam:

Test Method	Unit	Result
* Protein (N*6,38) PB-116 ed. II of 30.06.2014	%	23,1
* Zinc PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015	mg/100 g	2,74
* Phosphorus PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015	mg/100 g	665
* Magnesium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015	mg/100 g	69,8
* Sodium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015	mg/100 g	210
* Calcium PB-223/ICP, ed. II of 12.01.2015	mg/100 g	747
* Proteinogenic amino acid 1) PB-53/HPLC ed. II of 30.12.2008		
Aspartic acid	%	1,71
Glutamic acid	%	5,07
Serine	%	1,32
Glycine	%	0,48
Histidine	%	0,65
Arginine	%	0,77
Threonine	%	0,94
Alanine	%	0,74
Proline	%	2,41

Tyrosine % 0,92

Valine % 1,44

Methionine % 0,64

Cysteine % 0,15

Isoleucine % 1,12

Leucine % 2,22

Phenylalanine % 1,11

Lysine % 1,77

\* Vitamin B3 (niacin) EN 15652:2009 mg/100 g 1,60

\* Vitamin B5 (pantothenic acid)2) PB-325 ed. I 30.11.2015 mg/100 g 2,09

\* Vitamin D3 (cholecalciferol) PN-EN 12821:2009 µg/100 g 0,57

Pētījumi ar pienu tika pārtraukti, jo gala produktu pievienojot masām, jau organoleptisko novērojumu sākuma posmā, bija jūtamas izmaiņas gan garšā, gan smaržā: tā kā batoniņu masu sastāvā ir daudz dažādas sastāvdaļas, tai skaitā rieksti un sēklas, kuriem ir tendence oksidēties, kā arī ogu un augļu produktos - mitrums, bija jūtams, ka sublimētajam piena pulverim parādās veca piena smaka un garša, jau pēc pirmā mēneša noturēšanas t +20°C, bet pats par sevi mitruma ietekmē tas veido dzeltenbrūnu masu. Līdz ar to bija skaidrs, ka, lai izmantotu šīs sublimētās „piena pārslas” tālākai pievienošanai produktos, ir nepieciešami papildus nopietni pētījumi, kuri nav veicami šī projekta ietvaros. Tādēļ varam secināt, ka pašu produktu, kā sublimētu pienu, pie attiecīga iepakojuma var lieliski izmantot dažādu produktu pagatavošanai, kas domāti tūlītējai lietošanai vai realizācijai pēc iepakojuma atvēršanas, taču, lai to pievienotu kā komponentu produktiem, kam ir lielāks realizācijas termiņš, ir jāveic atsevišķi, tālāki pētījumi.



Svaigi sublimēts piens un mitruma ietekmē sadzeltējis paraugs batoniņa sastāvā.

## PIELIKUMI

### Foto galerija, projekta norise, darba pieredze, procesi



Liofilizācijas un iepakojšanas iekārtu piemērotības analīze PTF 120 un 127 telpās, Liofilizācijas uzsākšanai.



Rūpnieciski liofilizēti meloņu paraugu iegūšana un uzņēmumā SIA "Ricberry" esošās liofilizācijas iekārtas iepazīšana / izpēte.





Liofilizēto meloņu kvalitātes analizēšana.



Att. 2a



Att. 2b

Att. 2a) Uzsākts eksperiments LLU liofilizācijas iekārtā, liofilizējot smiltsērķšņus, kuri pirms liofilizācijas dažādos veidos mehāniski apstrādāti.

Att. 2b) Liofilizēto meloņu iepakošana gaisa aizsarggāzu vidē (MAP) un uzsākts uzglabāšanas eksperiments.



Ābola biezeņa šķidrā pektīna želējošās īpašības



Vakuums, šķidrums tiek „ierauts” kompresorā



Uzsākts uzglabāšanas eksperiments.

Meloņu paraugi. Iepakošana četrus veidus iepakojumu materiālos – gaisā, aizsarggāzā un vakuumā:



1. cikla melones, garenās, vidēji saldās



Plaukti, sensori, 2. cikls, vidēja gatavība



Dažādas šķirnes melones



Svēršana pirms produkta ielādes



Att. 3a

Att. 3a) Vidū, atstājām lielākus „klučus”, lai saprastu, kā biežākais slānis ietekmēs produktu žāvēšanas procesā .



Pirmā ielāde, aukstā agregātā.



Process pirmajās 8 stundās



Svēršanas process 5 ciklā,  
liekam ļoti biezu, vienmērīgu slāni



Meloņu pārstrādes process.  
Viena no meloņu frakcijām pārstrādes procesā



Arī šīs vērtīgās vielas tiek iesaistītas eksperimentālajā izpētē, lai rastos pēc iespējas mazāk atbirumu, tuvojoties bezatlikuma tehnoloģijai



Viena no meloņu frakcijām pārstrādes procesā



Cidoniju biezenis, ar sensoru

Melonēm ir gan dažādas krāsas, gan arī dažādas šķirnes. Vissaldākā un garšīgākā rezultātā bija apaļā melone, kas eksperimenta rezultātā ieguva viegli brūnganu nokrāsu, kraukšķīgu tekstūru un pēc garšas atgādināja karameli. Šī šķirne varētu būt īpaši vērtīga un noteikti garšotu bērniem. Dažādos ciklos sublimējām dažādi sasmalcinātas melones – gan pāris plātnes lielākos gabalos, gan pavisam mazos kubiciņos. Pēc atkārtotiem mēģinājumiem secinājām, ka pārstrādei labāk izmantojami tieši mazie kubiņi, jo tie gan ātrāk, gan arī labāk sublimējās un rezultātā ieguvām garšīgus, čipsveidīgus kraukšķus.

Atsevišķā ciklā lieli gabali tikai ievietoti pārstrādei nesaldēti, svaigi, tāpēc pagāja lielāks laiks, kamēr produkts tika sasaldēts, līdz ar to elektroenerģijas patēriņš bija lielāks un process ilgāks, taču gala produkts sanāca labs, čaukstīgi gaisīgs, taču pēc sublimēšanas tos ņemot ārā pēdējos, bija paliels mitrums, jo kamerā tika ievietoti 100kg produkta, un gabaliņi zaudēja savu trauslumu.

Tādēļ ļoti svarīgs priekšnosacījums, ka telpā, kad viss process ir beidzies, jāspēj nodrošināt maximāli zemu gaisa mitrumu, jo pēc kameras atvēršanas mitrums no kameras sienām un mitrums, kas ir telpā ļoti ietekmē gatavā produkta kvalitāti.

Ja ir tik liels produkta apjoms jānoņem, tad jābūt kārtīgiem mitruma nosūcējiem ieslēgtiem, kā arī noņemšanas procesā jānodrošina pietiekams daudzums darbinieku, jo paralēli norit produktu noņemšana, svēršana un iepakošana.



Att. 4a



Att. 4b



Att. 4c

Att. 4a) Sasaldēšanas process. Režīma uzstādīšana. Vēl bez produkta...

Att. 4b) Pirms ievietošanas, temperatūras pazemināšanās rezultātā, agregāta vāks noraso.

Att. 4c) Sasaldēta produkta smalcināšana.



Pirmā ielāde, kad salikti dažādi paraugi,



Apmēram no 1 -3 stundām paraugus turam stabilā režīmā, un pārliecinājāmies, ka produkts ir labi sasaldēts, tad ieslēdzām vakuuma sistēmu sajaucās garšas un smaržas

Rezultātu apkopojumā varam redzēt, ka melonēs ir ļoti daudz šķidruma, jo no 1,5 kg plātnītes ieguvām tikai 0,098 kg gatavā produkta, kas ir aptuveni 6,5%. Plūmju biežiem (ļoti šķidrš pēc konsistences) iznākumi bija nedaudz labāki, šajos ciklos zudumi bija mazāki un iegūts vidēji no 1kg - 0,078 kg produkta.



Pēc projekta pirmajiem pētniecības mēģinājumiem izdarījām secinājumus, ka, lai izveidotu jaunu, bez cukura tehnoloģiju, tādās izejvielās kā dzērvenes un cidonijas ir daudz par skābu, lai tos izmantotu jaunā produkta ražošanā

Vēl interesants fakts - nejauši 4 cikla laikā atgadījās, ka mums atslēdzās elektrība, jo nostrādāja pažarnieku signalizācija, un līdz ar to, kad elektrība atkal ieslēdzās, automātika nobloķēja vakuma sūkni, mēs to nevarējām ieslēgt, bet sildītāji bija automātiski ieslēgušies, pie tam kamerā bija augsts spiediens, bet sasaldēšanas iekārta nestrādāja, un tajā laikā, kā pēc tam sapratām, produkts žāvējās nevis vakuumā, bet bez vakuuma, tā saucamajā karstajā žāvēšanas režīmā, un temperatūra sasniedza 65! grādus, spiediens augsts un produkts, kad izņemām bija kā mumificējies, apdedzis un to nebija iespējams nokasīt no paplātēm, pēc garšas viegli rūgtena deguma garša ( pēc izskata atgādināja celtniecības putas).



Ābolu biezenis bez cukura



Gatavo produktu – uz kodu. Vieni no pirmajiem prototipiem.

Pēc atkārtotas regulēšanas novērojām, ka, vajadzīgais nepieciešamais spiediens, lai uzsāktu sasaldēta produkta sublimāciju, ir atkarīgs no cukura un šķiedras satura (daudzuma) produktā, un tas svārstās no 0,7 līdz 4 bar, bet spiediens palielinās, palielinoties sausnas saturam un samazinot cukura saturu produktā. To novērojām veicot atkārtotus eksperimentus, kur viens tika sublimēts pilnīgi, bez pievienotā cukura, vienam pievienojām cukuru 5% un pēdējam 50% cukuru. Rezultāti bija ļoti atšķirīgi. Lieliski izdevās paraugi, kuri tika sublimēti bez cukura. Tiem bija patīkama konsistence un tie bija ļoti garšīgi. Veicot rezultātu apkopojumu, pēc degustācijas, pēc 5 ballu sistēmas novērtējām ar 4, ļoti labi.

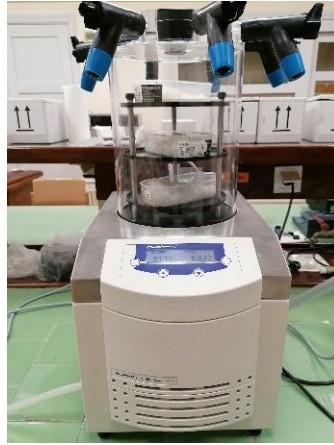
Projekta atskaites periodā turpināta meloņu, smiltsērķšķu un piena liofilizācija, režīmu optimizācija, produktu pakošana dažādos veidos (gaisa vidē, MAP un vakuumā dažāda veida iepakojuma materiālos) uzglabāšanas laikā periodiski veikta produktu kvalitātes analizēšana.



Biezeņa – temperatūras regulēšana, pH, laiks.

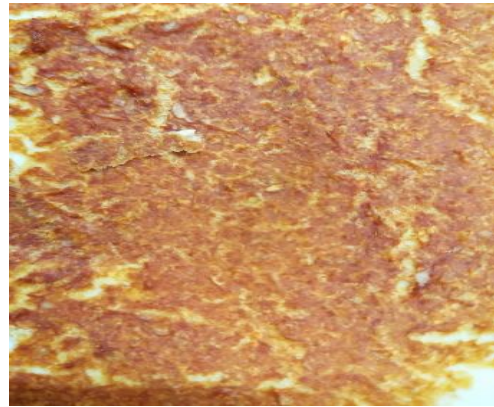
Metodes izstrāde bioloģiski aktīvu vielu noteikšanai ar šķidrums hromatogrāfu – Ogļhidrāti (Glikoze, Fruktoze, Saharoze). Metodes izstrāde bioloģiski aktīvu vielu noteikšanai ar šķidrums hromatogrāfu – Organiskās skābes (skābeņskābe, vīnskābe, citronskābe, askorbīnskābe).

Piemērotāku apstākļu izstrāde šķidrā pektīnā ekstrahēšanai regulējot temperatūru, vides pH un laiku. Labāku rezultātu iegūšanai un turpmākai eksperimentu veikšanai, izvēlēties ābolu šķirni, kurai ir vislielākā pektīnvielu un ogļhidrātu koncentrācija.

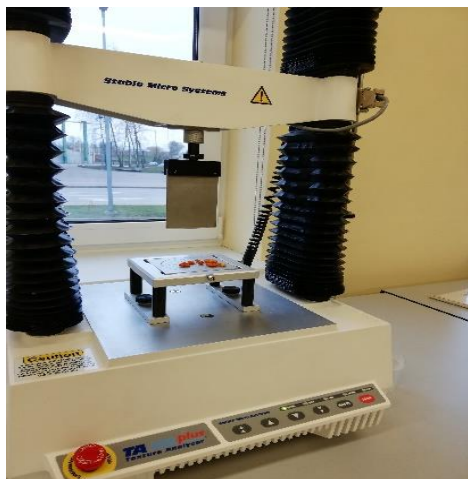


Mitruma noteikšana ābolu biezenim.

Ābola biežeņa liofilizācijas process – ābolu sulai un ābolu spiedpaliekām



Ābola biežeņa kaltēšanas process



Att. 5a



Att. 5b



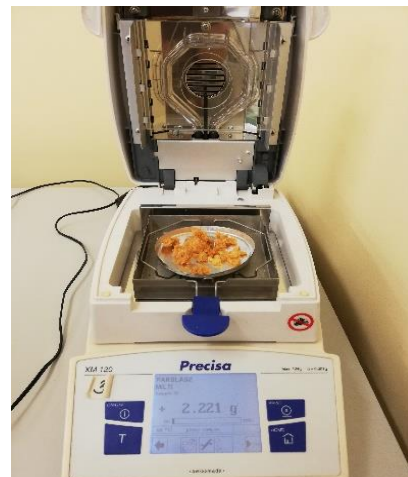
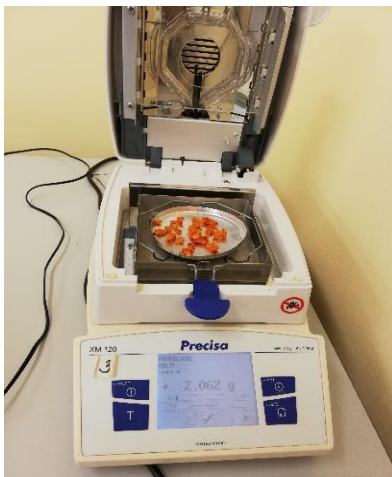
Att. 5a) Projekta atskaites periodā turpināta meloņu, smiltsērķšķu un piena liofilizācija režīmu optimizācija, produktu pakošana.

Att 5b) Liofilizētu, dažādi pakotu, smiltsērķšķu struktūras analizēšana (Ņūtonos) uzglabāšanas laikā.

Projekta atskaites periodā turpināta meloņu, smiltsērķšķu un piena liofilizācija, režīmu optimizācija, produktu pakošana dažādos veidos (gaisa vidē, MAP un vakuumā dažāda veida iepakojuma materiālos) uzglabāšanas laikā periodiski veikta produktu kvalitātes analizēšana.



Liofilizētu, dažādi pakotu, smiltsērķšķu struktūras analizēšana (Ņūtonos), uzglabāšanas laikā.



Liofilizētu, dažādi pakota, sausā piena struktūras analizēšana (Ņūtonos), uzglabāšanas laikā.



Liofilizēta, dažādi pakota sausā piena mitruma noteikšana uzglabāšanas laikā.

Turpmākajos pētījumos plānots turpināt uzsāktu analīžu veikšana uzglabāšanas laikā, lai noteiktu cik garš varētu būt liofilizēto produktu uzglabāšanas laiks dažādi tos pakojot. Noteikt optimālāko iepakojuma risinājumu. Kā arī turpināt pētījumu par liofilizēto produktu - kā izejvielu izmantošanu gatavajos produktos - funkcionālos pārtikas produktos, ar paaugstinātu uzturvērtību – uzkodās.



Uz augu bāzes (augļi, ogas, rieksti, sēklas, liofil. prod.), masu pilnveidošana.

Veikta, uz augu bāzes (augļi, ogas, rieksti, sēklas, liofil. prod.), masu pilnveidošana. Dalība izstrādājot 10 masas, no kurām atlasīti trīs gala produkti. Bag-in-box iepakojumu pakošanas procesa ieviešanas analizēšana vadoties no iepakojuma materiāla veida un gaisa, vakuuma vai MAP vides iepakojumā.



Pektīna sagatavošana pirms fasēšanas.



Pektīna iepakojanas pirmspētījumi LLU PTF laboratorijā, lai noteiktu optimālo MAP vidi.



Pektīna iepakojuma risinājumi uzglabāšanas laikā.



Dažādi pakoto pektīnu kvalitātes izmaiņas uzglabāšanas laikā.



Eksperimenti RicBerry ražotnē  
Kopā ar LLU Pārtikas tehnoloģijas katedras profesori  
un vadošo pētnieci Sandru Muižnieci-Brasavu.

Bag in box pektīna ražošana.



Šķidrā ābolu pektīna pārstrādes process



Biezeņu atlikumi no dažādām šķirnēm



Dažādu augļu un ogu sulu un bioloģiskā piena sagatavošana sublimācijai.

Eksperimentāli tika noskaidrots, ka nevar likt dažādus paraugus kopā vienā sublimēšanas reizē, jo tam sajaucās visas garšas un smaržas un nav saprotams, kas tas ir, nav katra produkta izteiktās garšas un smaržas kvalitātes, kā arī kļūda bija produkta noņemšana no sietiem, kas tika ievietota 20L plastmasas spaiņos, kā līdz šim esam uzglabājuši žāvētos produktus. Diemžēl, pēc laiciņa atverot spaini konstatējām, ka produkts ir pieņēmis mitrumu, un šādam produktam derīguma termiņš ir ap 3 mēnešiem, taču vizuāli un pēc konsistences tas vairs nav izmantojams.



Dažādi produkti tiek sublimēti kopā



Uzglabāšana spaiņos, redzam, ka atlikumi pēc sulu sublimēšanas ir tikai 0,5 – 1%



Sulbimētas piena pārslas un ērkšķoģu biezenis



Ābolu sula, sublimēta



Bioloģiskā piena sublimēšana 56 stundas ciklam



Sublimēta upeņu sula



Tīrsvara noteikšana ērkšķogu biezenim Melleņu un ķiršu sulas atlikums pēc sublimēšanas.

Gandrīz 100% zudums



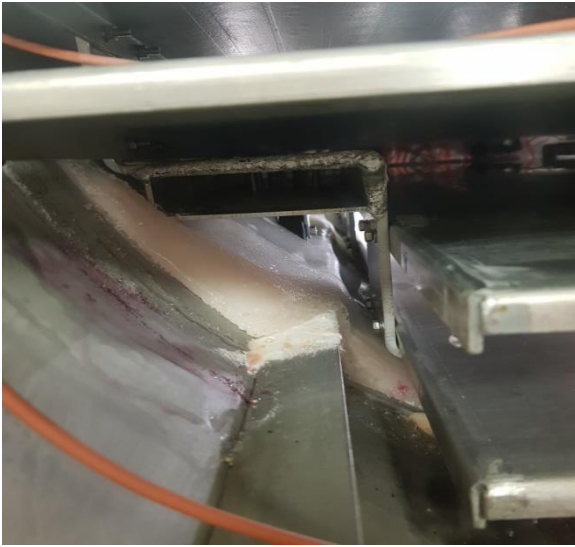
Redzam plūmju sīrupa vārīšanās sekas



Ļoti neliels, bet fantastiski garšīgs ābolu sulas sublimāts.



Trauki sublimēšanai šķidrās konsistences produktiem



Ledus kārts, kas veidojas uz agregāta sienām, produkta sasaldēšanas laikā.



Produkta vārīšanās sīrupam



Sublimēts bioloģiskais piens, masas zuduma pārbaude, paraugu iepakojšana.





Produkcijas ievietošana vakumkamerā.



Pektīna biezenis



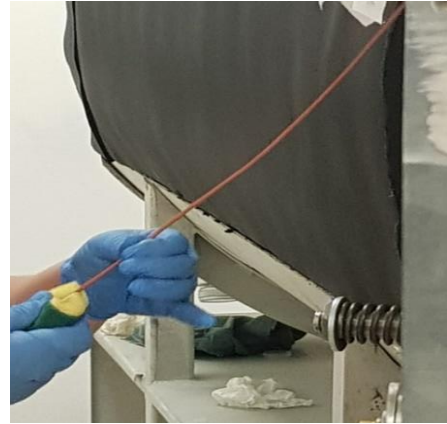
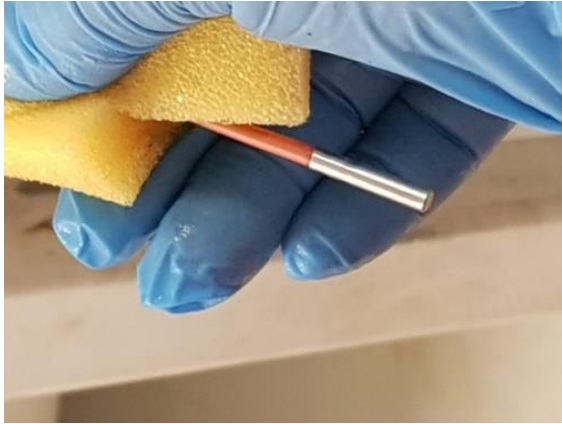
Vārīšanās procesā, no upeņu sīrupa cikla beigās pārpalikums, kas pilnībā piekusis pie trauka un vakumkameras plaukta.



Stalkītņu veidošanās uz plauktu nodalījumiem.

Sublimācijas process nenotika, produkts temperatūra nokritās līdz  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . produkts sāka vārīties, bet palika šķidrums, un pārgāja pāri malām. Līdz ar to secinām, ka jo vairāk ir cukura, spiediens palielinās, samazinoties cukura daudzumam. Eksperimentu laikā apkopojot pirmos izmēģinājumus secinām, ka biezeņu produkti, kuru cukura saturs ir 50% (domāts pievienotais cukurs), vispār nav iespējams izmantot sublimācijai, jo pat tad, kad vakumēšanas laikā tie tika sasaldēti līdz  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$  grādiem, tika novērota produkta viršana (vārīšanās). Tika novērota putošanās (līdzīgi piena vārīšanas procesam), un produkts pāriet pāri malām un izlīst no paplātēm, un piepildīja vakuuma kameru, pēc kā bija nepieciešama rūpīga kameras mazgāšana, produkts bija jānoņem arī no vakuuma kameras sienām, plauktiem un sensoriem. Tajā pašā laikā, pēc kameras piepildīšanas ar gaisu, produkts it kā karamelizējās, putas nokritās, produkts

izskatījās kā nesacietējusi karamele vai ļoti biezs un lipīgs medus. Šāds produkts ir par daudz salds un pēc konsistences un izskata nav pielietojams.

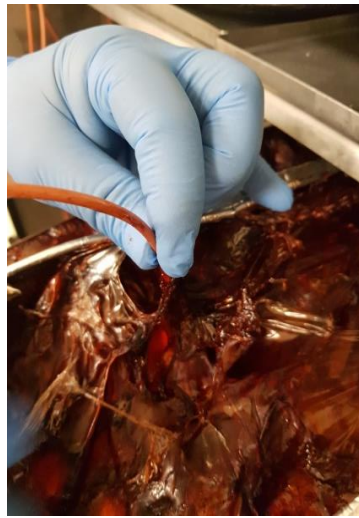


Sensoru tīrīšanas process.



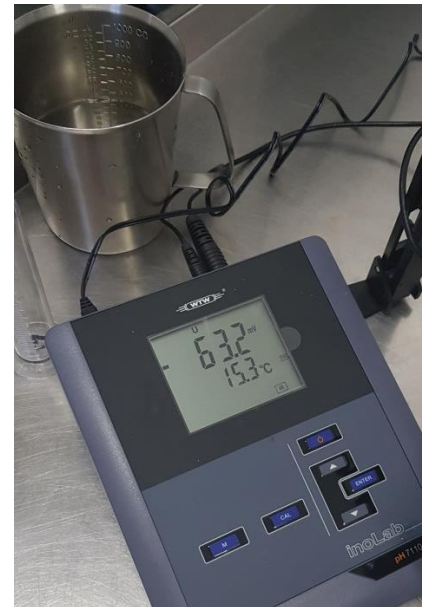
Kameras tīrīšana (atkausēšana, mazgāšana, slaucīšana)

Kameras atkausēšanas un tīrīšanas laiks pēc sublimācijas procesa beigām mums bija 12-16 stundas, bet laiks, kas pavadīts kameras tīrīšanai pēc produktu sublimācijas, kad notika produkta "vārīšanās", sasniedza 28 ! stundas, to ir ļoti grūti dabūt nost no virsmām, paret ilgs laiks, kamēr ar karsta ūdens palīdzību to visu var atmiešņēt.



Sensors jāizņem uzmanīgi, jo tas „ievārtījes” produktā...

Pēc sublimācijas procesiem tika veikti kameras atkausēšanas un tīrīšanas darbi, laika ziņā patērē tāpat līdzīgi kā iepriekšējos periodos, atkarībā no tā cik daudz un kādi procesi bijuši ( vārīšanās, pāriešana pāri malām, stalaktītu veidošanās vai tml.).



Pektīna ražošana un iepakojšanas kalibrēšana

Kalibrācija



Ieskats pektīna ražošanas procesā.



19<sup>th</sup> International Scientific Conference  
**ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT**  
 20.-22.05.2020. Jelgava, LATVIA



## **Liofilizācijas procesa un iepakojšanas risinājumu optimizācija meloņu derīguma termiņa nodrošināšanai**

**Sandra Muizniece-Brasava, Ingmars Cinkmanis, Ieva Viļuma,  
 Asnate Kirse-Ozolīna, Aivars Aboltins**



## Pētījuma aktualitāte



- Augļi ir produkti ar sezonālātes raksturu
  - ierobežota pieejamība patēriņam visa gada garumā / sarežģīti ilgtermiņa uzglabāšanas jautājumi / saldēšanas iekārtu pieejamība
- Kaltēšanas iespējas
  - krāsas, aromāta, struktūras, mituma saturs, ūdens aktivitātes, beztares, plūsmas un rehidratācijas īpašības, barības vielu zaudējumi
- Liofilizācija
  - augstāka kvalitāte, salīdzinot ar citām dehidratācijas metodēm / zema temperatūra un vakuums
- **Šī pētījuma mērķis** bija atrast optimālu Latvijā audzētu meloņu sasaldēšanas-kaltēšanas režīmu un optimālo iesaiņošanas risinājumu liofilizētu meloņu realizācijas laika pagarināšanai

2

## Materiāli un metodes I

- Meloņu šķirnes 'Emirs' un 'Gedis', audzētas in Latvijā
  - mizotas, grieztas 1 cm<sup>3</sup> kubīšos
  - mitrums 95%, cukura sturs 18 Brix
- Liofilizācijas iekārtas parametri
  - Darba kameras maksimālā kapacitāte – 100 kg
  - Kaltēšanas laiks no 72 līdz 120 stundām
  - Elektrības patēriņš no 4.5 līdz 7 KW kg<sup>-1</sup>
  - Sākotnējā optimālā temperatūra -40 °C
  - Sākotnējais spiediens – 1000 Mbar
- Melones paplātēs tika izliktas 2 cm thick biežā slāni



3

## Materiāli un metodes II

- Iepakošana un testēšana
  - 90 mm × 150 mm pakas, kopējais svars pakā 10±2 g
  - hermētiski aizkausētas ar MULTIVAC C300 vakuuma kameras iekārtu
  - uzglabātas istabas temperatūrā 21±1 °C, 40% RH 6 mēnešus dienasgaismas apstākļos
  - Veiktas mitruma satura analīzes 1; 2; 3; 4; 5 un 6 uzglabāšanas mēnešos
  - Dati apstrādāti ar – MS Excel programmu ANOVA, p<0.05



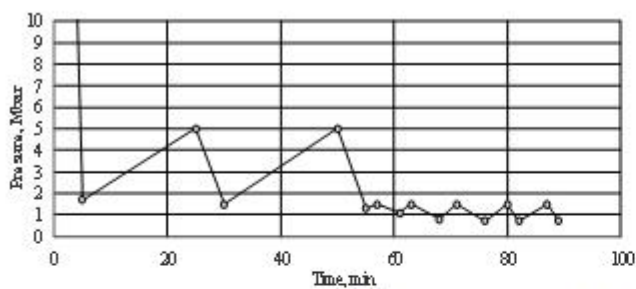
4

## Materiāli un metodes III

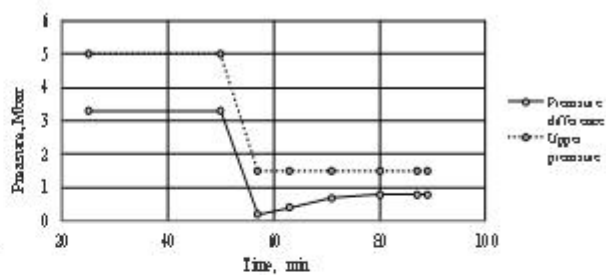
- Paraugu apzīmējumi ( iepakošanas materiāli un vide)

Parauga Nr	Iepakošanas materiāls	Biezums, μm	Gāzu vide
1	polietilēns / poliamīds (PE/PA)	65±2	Gaisa vide
2			Vakuums
3			MAP (30%CO <sub>2</sub> /70%N <sub>2</sub> )
4	Ceramis®-PLA PLA pārklāts ar SiO <sub>x</sub> ar augstām barjerīpašībām	65±2	Gaisa vide
5			Vakuums
6			MAP (30%CO <sub>2</sub> /70%N <sub>2</sub> )
7	Matēts orientēts polipropilēns/ alumīnijs / polietilēns (MatteOPP/AL/PE)	105±3	Gaisa vide
8			Vakuums
9			MAP (30%CO <sub>2</sub> /70%N <sub>2</sub> )
10	Metalizēts polipropilēns (metPP)	45±2	Gaisa vide
11			Vakuums
12			MAP (30%CO <sub>2</sub> /70%N <sub>2</sub> )

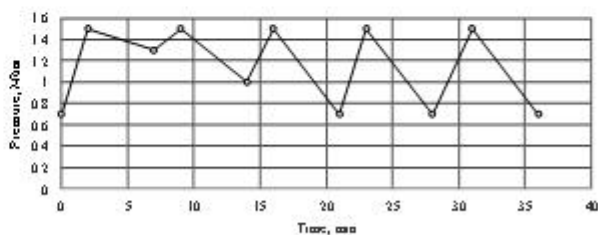
5



Spiediena izmaiņas dinamika pirmajā eksperimenta posmā liofilizācijas kamerā



Augšējais spiediens un spiediena starpība procesa sākotnējā posmā



Spiediena normalizācijas dinamika otrajā un turpmākajās posmos

7



8

## Liofilizētu un iepakotu meloņu mitruma dinamika uzglabāšanas laikā

Parauga Nr	Uzglabāšanas laiks, mēneši							
	0	1	2	3	4	5	6	
Mitruma, %								
1	2.85±0.09	2.96±0.11	3.02±0.23	5.92±0.08	7.85±0.05	8.25±0.18	8.94±0.08	PE/PA
2	2.85±0.09	2.88±0.09	2.99±0.14	4.76±0.12	5.91±0.17	7.77±0.15	8.85±0.23	
3	2.85±0.09	2.85±0.07	3.97±0.09	4.97±0.15	6.85±0.13	8.14±0.08	7.85±0.11	
4	2.85±0.09	2.89±0.09	2.90±0.15	6.97±0.13	9.13±0.09	9.86±0.15	10.73±0.12	Ceramis® -PLA
5	2.85±0.09	2.86±0.13	2.89±0.05	7.15±0.20	8.92±0.11	9.74±0.11	10.15±0.15	
6	2.85±0.09	2.87±0.20	2.85±0.09	6.63±0.16	8.76±0.09	8.65±0.07	9.95±0.17	
7	2.85±0.09	2.85±0.09	2.85±0.07	2.98±0.09	2.93±0.08	2.93±0.09	2.95±0.09	MatteOPP AL/PE
8	2.85±0.09	2.85±0.10	2.86±0.09	2.87±0.12	2.88±0.07	2.90±0.10	2.90±0.08	
9	2.85±0.09	2.85±0.08	2.85±0.11	2.87±0.09	2.86±0.09	2.87±0.09	2.87±0.10	
10	2.85±0.09	2.85±0.08	2.99±0.09	5.95±0.11	8.85±0.09	8.77±0.08	10.35±0.04	metPP
11	2.85±0.09	2.89±0.07	2.90±0.11	6.05±0.09	7.13±0.07	9.84±0.14	10.12±0.16	
12	2.85±0.09	2.84±0.14	2.85±0.07	5.99±0.10	6.92±0.11	8.89±0.09	10.45±0.09	

### Secinājumi

1. Ir svarīgi saprast un attīstīt piemērotu liofilizācijas procesa režīmu konkrētiem izstrādājumiem, izmantojot noteiktu aprīkojumu, jo tas ļauj nodrošināt nepieciešamo izstrādājumu struktūru un ir energoefektīvs.
2. Vispiemērotākais iepakojuma risinājums liofilizētu meloņu uzglabāšanai ir MatteOPP/AL/PE iepakojuma materiāls kombinācijā ar aizsarggāzu vidi (30% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub>).



## Liofilizācijas procesa un iepakošanas risinājumu optimizācija meloņu derīguma termiņa nodrošināšanai

*The research was implemented in the project "Sustainable use of Latvian agricultural resources for the development of innovative technologies and functional food products with increased nutritional value" (No. 17-00-A01620-000034) with the support of the Ministry of Agriculture and the Rural Support Service.*



Saites:

<http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2020/>

**Paldies!**

**SIA „RICBERRY”**

**Valdes locekle**

**Ieva Viļuma**

**Mob. - +371 29102228**