



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
PĀRTIKAS TEHNOLOĢIJAS FAKULTĀTE

LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY

Mg. cib. hyg. **Inta Krasnova**

SVAIGU AUGĻU SALĀTU KVALITĀTI NOTEICOŠO FAKTORU
IZVĒRTĒJUMS

EVALUATION OF QUALITY INFLUENCING FACTORS
OF FRESH FRUIT SALADS

Promocijas darba
KOPSAVILKUMS
inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai
pārtikas zinātnes nozarē

SUMMARY
of the Doctoral Thesis
for the PhD sc. ing. in Food Science

Jelgava 2013

Promocijas darba vadītāja/
Scientific supervisor: Prof., Dr. sc. ing. Daina Kārklīņa
Promocijas darba konsultantes/
Scientific advisers: Prof., Dr. habil. sc. ing. Lija Dukaļska,
Dr. sc. ing. Dalija Seglīņa

Oficiālie recenzenti/*Official reviewers:*
Prof. Dr. chem. Viesturs Kreicbergs (Latvijas Lauksaimniecības
universitāte/*Latvia University of Agriculture*)
Asoc. prof. Dr. chem. Ida Jākobsone (Latvijas Universitāte/*Latvia University*)
Dr. chem. Dace Šantere (Pārtikas un veterinārā dienesta Novērtēšanas un reģistrācijas
departamenta direktora vietniece)

Darbs izstrādāts ar ESF projekta atbalstu
2009/0228/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/035 (2010. –2012.)
Doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF Project.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Pārtikas zinātnes nozares
promocijas padomes atklātajā sēdē 2013. gada 29. novembrī plkst.10⁰⁰ 145.
auditorijā Pārtikas tehnoloģijas fakultātē, Lielā ielā 2, Jelgavā.

*The defence of the thesis in open session of the Promotion Board of Food
Science will be held on 29.november, 2013, at 10⁰⁰ o'clock a.m., auditorium 145,
at the Faculty of Food Technology of LUA, Liela iela 2, Jelgava.*

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā
bibliotēkā Lielā ielā 2, Jelgavā, LV-3001, un internetā (pieejams:
http://llu.fbf.llu.lv/promoc_darbi.html). Atsauksmes sūtīt Pārtikas zinātnes nozares
promocijas padomes sekretārei LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docentei *Dr.*
sc. ing. I. Beitānei (Liela iela 2, Jelgava, LV-3001, e-pasts: Ilze.Beitane@llu.lv).

*The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of
Agriculture, Liela iela 2, Jelgava LV-3001, and on internet:*

http://llu.fbf.llu.lv/promoc_darbi_en.html

*References are welcome to send to Dr. sc. ing. I. Beitane, the Secretary
of the Promotion Board in sector of Food Science at LUA, Faculty of Food
Technology, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, Latvia or
e-mail: Ilze.Beitane@llu.lv*

ISBN 978-9984-861-58-6

SATURS

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE.....	4
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA	6
MATERIĀLI UN METODES	9
REZULTĀTI UN DISKUSIJA	19
SECINĀJUMI	30

CONTENTS

TOPICALITY OF THE RESEARCH.....	31
APPROBATION OF THE SCIENTIFIC WORK.....	33
MATERIALS AND METHODS	36
RESULTS AND DISCUSSION	40
CONCLUSIONS	46

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Cilvēki aizvien vairāk apzinās, cik svarīgi ir rūpēties par savu veselību un to saglabāt. Izvēlētais uzturs ir viens no faktoriem, kas var būtiski to ietekmēt. Tāpēc mūsdienās patērētājiem ir nepieciešamība pēc veselīgiem un svaigiem produktiem, kas gatavi tūlītējai lietošanai. Svaigu augļu un dārzeņu salāti ir viena no iespējām, kā palielināt šo produktu daudzumu uzturā un ir īpaši iecienīti pēdējo gadu laikā, samazinot laika patēriņu ikdienas uztura sagatavošanai.

Latvijā, attīstoties komercaugļkopībai un palielinoties augļu ražošanas apjomiem, viens no iespējamiem augļu pārstrādes veidiem varētu būt svaigu augļu salātu ražošana, izmantojot vietējās izejvielas, kas ļautu racionāli izmantot iegūto augļu ražu un paplašinātu augļu produkcijas klāstu tirdzniecības tīklos, kā arī sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos.

Āboliem jābūt ar atbilstoši kvalitātes rādītājiem: stingru, blīvu mīkstuma konsistenci, augstu šķīstošās sausas saturu, sabalansētām garšas īpašībām un noteiktā gatavības pakāpē. Katram reģionam ir noteiktas ābolu šķirnes, kuras atšķiras pēc kvalitātes rādītājiem. Tāpēc Latvijā audzētu šķirņu ābolu pareiza izvēle garantētu kvalitatīvu svaigu augļu salātu ieguvī.

Pārstrādājot ābolus dažādos produktos, tos mizojot un griežot, augļu daļiņas ātri kļūst brūnas. Brūnēšanu izraisa augļos esošo enzīmu – polifenoloksidāžu – darbība, kuru iespējams novērst, izmantojot dažādas produkta apstrādes tehnoloģijas un pretbrūnēšanas vielas. Svaigu augļu salātu brūnēšana, kas rada grieztu augļu gabaliņu ārējā izskata izmaiņas, ir viena no pamatproblēmām, kas jārisina, lai saglabātu augļu uzturvērtību to pārstrādes procesos un produkcijas realizēšanā.

Iepakojumam ir svarīga nozīme svaigu augļu salātu uzglabāšanas, izplatīšanas un mārketinga procesos. Iepakojuma industrijā izstrādāti novatoriski iepakojuma materiāli, kas ir paredzēti svaigas augļu produkcijas iepakojšanai, lai nodrošinātu atbilstīgu svaigu augļu salātu kvalitāti realizācijas laikā. Lai pārliecinātos par jauno iepakojšanas tehnoloģiju ekonomiskumu svaigu augļu salātu iepakojšanai, katrs jauns iepakojuma materiāls un tehnoloģija jāpārbauda katrā uzņēmumā individuāli un jānosaka tehnoloģiskie parametri ražotās produkcijas veida uzglabāšanai un realizācijas termiņa pārbaudei.

Situācijas apskats dod iespēju formulēt **promocijas darba hipotēzi** – Latvijā audzēti atsevišķi komercšķirņu āboli, efektīvi pretbrūnēšanas līdzekļi un atbilstošs iepakojums garantē labas svaigu augļu salātu sensorās īpašības un paaugstinātu uzturvērtību par atbilstīgu tirgus cenu.

Pētījumu objekts

Latvijā audzētu komercšķirņu ‘Antej’, ‘Aļesja’, ‘Auksis’, ‘Belorusskoje Maļinovoje’, ‘Koričnoje Novoje’, ‘Kovaļenkovskoje’, ‘Orļik’, ‘Saltanat’ ‘Sinap Orlovskij’, ‘Zarja Alatau’ āboli un no tiem ražoti augļu salāti.

Lai pierādītu hipotēzi, promocijas darba **mērķis** ir izvērtēt svaigu augļu salātu ražošanai piemērotāko Latvijā audzēto komercšķirņu ābolus, pretbrūnēšanas līdzekļus un atbilstošu iepakojumu kvalitātes nodrošināšanai.

Darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi**:

- noteikt Latvijā komerciāli audzēto šķirņu ābolu fizikālos, ķīmiskos un sensoros rādītājus;
- izvērtēt bioloģiski aktīvo vielu saturu un enzīmu – polifenolu oksidāzes un peroksidāzes aktivitāti ābolos;
- veikt analizēto šķirņu ābolu kvalitātes integrēto novērtējumu un izvēlēties piemērotāko šķirņu augļus salātu ražošanai;
- novērtēt dažādu pretbrūnēšanas līdzekļu ietekmi uz grieztu ābolu fizikālajām īpašībām, bioloģiski aktīvo vielu satura izmaiņām un mikrobioloģiskajiem rādītājiem uzglabāšanas laikā;
- novērtēt pretbrūnēšanas apstrādes ietekmi uz grieztu ābolu sensorajām īpašībām un to izmaiņām uzglabāšanas laikā;
- izvērtēt bioloģiski aktīvo vielu saturu un antioksidantu aktivitāti augļu salātos;
- izvērtēt svaigu augļu salātu fizikālo, ķīmisko un mikrobioloģisko rādītāju izmaiņas dažu konvencionālo un biodegradējamo materiālu iepakojumā uzglabāšanas laikā;
- „prognozēt” svaigu augļu salātu ražošanas izmaksas.

Promocijas darba hipotēzi pierāda ar šādām **tēzēm**:

- dažādu šķirņu ābolu kvalitātes integrētais novērtējums, kas balstīts uz ābolu fizikāliem, ķīmiskiem un sensoriem rādītājiem, pamato piemērotāko šķirņu ābolu izvēli svaigu augļu salātu ražošanai;
- svaigu augļu salātu kvalitāti nodrošina efektīvu pretbrūnēšanas līdzekļu izvēle;
- saldētas ogas svaigu augļu salātu receptūrā dažādo to sortimentu un paaugstina uzturvērtību;
- Izvēlētais iepakojums dažādi iespaido svaigu augļu salātu kvalitāti uzglabāšanas laikā;
- svaigu augļu salātu aprēķinātā realizācijas cena ir konkurentspējīga ar citu līdzīgu produktu cenu tirgū.

Pētījuma novitāte un zinātniskais nozīmīgums

1. Noteikti piemērotākie Latvijā audzēto komercšķirņu āboli svaigu augļu salātu ražošanai.
2. Antioksidants NatureSeal® AS5 un augļu sulas: krūmcidoniju, balto jāņogu un smiltsērķšķu sulas/ūdens 20% atšķaidījumi atzīti kā efektīvi ābolu pretbrūnēšanas līdzekļi.
3. Izstrādāti jauni pārstrādes produkti no Latvijā audzētu komercšķirņu āboliem – svaigi augļu salāti .

4. Izvērtēta svaigu augļu un dārzeņu iepakojšanai rekomendēto dažu konvencionālo un bioloģiski sadalāmo iepakojšanas materiālu piemērotība augļu salātu uzglabāšanai.

Promocijas darba tautsaimnieciskā nozīmība

1. Svaigu augļu salātu izstrāde dod iespēju dārzkopjiem racionālāk izmantot Latvijas komercdārzos iegūto ābolu ražu, vienlaikus paplašinot augļu produkcijas piedāvājuma klāstu vietējā tirgū.
2. Iegūtie ābolu un augļu salātu ķīmiskā sastāva dati papildina Latvijas pārtikas produktu sastāva datubāzi (pieejams: www.partikasdb.lv/partikas-sastava-datubaze/par-datubazi/)
3. Piemērotāko šķirņu ābolu izvēle, ieteiktie grieztu augļu pretbrūnēšanas līdzekļi un eksperimentāli pārbaudītie iepakojuma materiāli ļaus ražotājiem sekmīgāk uzsākt Latvijā jauna produkcijas veida ražošanu.
4. Biodegradējamos iepakojuma materiālus var sekmīgi izmantot augļu salātu iepakojšanai kā alternatīvu risinājumu konvencionālajiem polimēriem un ievērojami samazināt vides piesārņojumu.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

Par pētījuma rezultātiem ziņots 11 starptautiskajās zinātniskajās, zinātniski praktiskajās konferencēs, kongresos un simpozijos Latvijā, Igaunijā, Francijā, Rumānijā, Serbijā, Itālijā un Lietuvā, kā arī starptautiskajā pārtikas izstādē *Riga Food 2012*, ražas svētkos *Vecauce 2012* un praktiskajā seminārā Dobelē.

1. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Juhneviča K., Heidemane G. The evaluation of sensory physical and chemical properties of pears grown in Latvia. Ikgadējā 16. starptautiskā zinātniskā konference *Research for rural development 2010*. Jelgava, Latvija, 2010. gada 19.–21. maijs (referāts/oral presentation).
2. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Kviesis J., Juhneviča J. Quality changes of fresh cut pear slices after freezing, depending on the used inhibitors. 5. Baltijas pārtikas zinātnes un tehnoloģijas konference *Foodbalt-2010*. Tallina, Igaunija, 2010. gada 29.–30. oktobris (stenda referāts/poster presentation).
3. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Suraka V. (2011) The practical and theoretical investigations of the quality changes in fresh pear salad, depending on storage time and inhibitors. 6. Starptautiskais CIGR tehniskais simpozijš *Towards a sustainable food chain*. Nante, Francija, 2011. gada 18.–21. aprīlis (stenda referāts/poster presentation).
4. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Aboltins A., Juhneviča K. Effect of different combinations of anti-browning substances on fresh-cut pear slice quality. 6. Starptautiskā zinātniskā konference *Food Balt 2011*. Jelgava, Latvija, 2011. gada 5.–6. maijs (stenda referāts/poster presentation).
5. Krasnova I., Karklina D., Seglina D., Juhneviča K., Kviesis J. Assessment of apple cultivar quality and selection of the most suitable apple cultivars for

- fresh cut salad production. Latvijas Lauksaimniecības universitātes ikgadējā starptautiskā zinātniskā konference *Research for Rural Development 2011*. Jelgava, Latvija, 2011. gada 18.–20. maijs (referāts/oral presentation).
6. Krasnova I., Seglina D., Kviesis J., Karklina D. Polyphenolic, Vitamin C and Sugar Profile of Apple Cultivars Grown in Latvia. Second Balkan Symposium on Fruit Growing, Fruit quality, health and environment. Pitesti, Rumānija, 2011. gada 5–7. septembris (stenda referāts/poster presentation).
 7. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Juhneviča K. Quality maintenance of fresh-cut apple salad using different anti-browning agents. II International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce: Convenience Food for a Tasteful Life. Turīna, Itālija, 2011. gada 17.–21. jūlijs (stenda referāts/poster presentation).
 8. Krasnova I., Suraka V., Seglina D., Karklina D. Quality of fresh cut pear slices treated by different combinations of antibrowning inhibitors. 3rd International Conference on Laboratory Diagnostics in Veterinary Medicine, Food and Environmental Safety. Rīga, Latvija, 2011. gada 15.–16. septembris (stenda referāts/poster presentation).
 9. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Juhneviča K., Gailīte I. Effect of different antibrowning agents to the microbiology of the fresh cut during storage. 7. Baltijas pārtikas zinātnes un tehnoloģijas konference Foodbalt-2012. Kauna, Lietuva, 2012. gada 17.–18. maijs (stenda referāts/poster presentation).
 10. Krasnova I., Seglina D., Juhneviča K., Karklina D. The effect of browning inhibitors treatment on the microbiology of Fresh-Cut Apple Salad. Central European Congress on Food. CEFood 2012. Novi Sad, Serbija, 2012. gada 23.–26. maijs (stenda referāts/poster presentation).
 11. Krasnova I., Seglina D., Mišina I., Karklina D. Effects of anti-browning treatments on the storage quality of fresh-cut pears. 2. Starptautiskā zinātniskā konference Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product. Rīga, Latvija, 2012. gada 22.–24. augusts (stenda referāts/poster presentation).
 12. Praktiskais seminārs *Svaigu augļu salāti un to ražošanas iespējas*. Pieaugušo izglītības un atbalsta centrs, Dobeles, Latvija, 2012. gada 29. augusts (referāts/oral presentation).
 13. Starptautiskā pārtikas izstāde Riga Food 2012. Rīga, Latvija, 2012. gada 5.–8. septembris (stenda referāts/poster presentation).
 14. Krasnova I. (2012) Rudens bumbieru šķirņu kvalitātes novērtējums. Ražas svētki *Vecauce-2012*: Studijas. Zinātne. Prakse. Zinātniskais seminārs. 2012. gada 1. novembris.

Pētījumu rezultāti apkopoti un publicēti septiņos recenzējamos zinātniskos izdevumos un monogrāfijā:

1. Krasnova I., Karklina D., Juhneviča K., Heidemane G. (2010) The evaluation of sensory physical and chemical properties of pears grown in Latvia.

- International Scientific Conference Proceedings „Research for Rural Development”, p. 145–151. (EBSCO; Academic Search Complete, CAB Abstracts).
2. Krasnova I., Karklina D., Seglina D., Juhneviča K., Kviesis J. (2011) Assessment of apple cultivar quality and selection of the most suitable apple cultivars for fresh cut salad production. International Scientific Conference Proceedings „Research for Rural Development”, p. 126–133. (EBSCO; Academic Search Complete, CAB Abstracts).
 3. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Suraka V. (2011) Changes of vitamin C and polyphenols during the storage time in minimally processed pear salads with various anti-browning additions. 6th International CIGR Technical Symposium, Toward a Sustainable Food Chain-Food Process, Bioprocessing & Food quality management. Nantes: Oniris, Francija, CD formātā, p. 118–121. (Scopus.)
 4. Krasnova I., Dukalska L., Seglina D., Juhneviča K., Sne E., Karklina D. (2012) Effect of Passive Modified Atmosphere in Different Packaging Materials on Fresh-Cut Mixed Fruit Salad Quality during Storage. World Academy of Science, Engineering and Technology, 67, p. 1095–1104.
 5. Krasnova I. (2012) Rudens bumbieru šķirņu kvalitātes novērtējums. Ražas svētki „Vecauce-2012”: Studijas. Zinātne. Prakse. Zinātniskā semināra rakstu krājums. 28.–32. lpp.
 6. Krasnova I., Seglina D., Kviesis J., Surikova V., Karklina D. (2013) Polyphenolic, vitamin C and sugar profile of apple cultivars grown in Latvia. Proceedings II Balkan Symposium on Fruit Growing, *Acta Horticulturae* 981, Vol.(1), 613-619.
 7. Krasnova I., Dukalska L., Seglina D., Misiņa I., Karkliņa D. (2013) Influence of anti-browning inhibitors and biodegradable packaging on the quality of fresh-cut pears. Proceedings of the Latvian Academy of sciences Vol.67, (2), 167-174.

Monogrāfija

Augspole I., Krasnova I., Dukalska L., Rakcejeva T., Muizniece S., Šabovics M. Svaigi augļi un dārzeņi bioloģiski sadalāmajā iepakojumā. Progresīvā iepakojuma tehnoloģijas pārtikas industrijā. Red. Dukalska L., Muizniece-Brasava S. Jelgava: LLU, 2012, 163.–168. lpp.

Iesniegts publicēšanai

Dukalska Lija, Ungure Eva, Krasnova Inta, Augspole Ingrida, Muizniece Brasava Sandra, Levkane Vita, and Rakcejeva Tatjana. (2013) Evaluation of the influence of various biodegradable packaging materials on the quality and shelf life of different food products LLU Raksti. (*Iesniegts, izrecenzēts un pieņemts publicēšanai.*)

MATERIĀLI UN METODES

Pētījuma laiks un vieta

Pētījumi veikti laika posmā no 2009. līdz 2012. gadam.

- Latvijas Valsts auglīkopības institūtā Augļu un ogu eksperimentālās pārstrādes nodaļas Eksperimentālajā pārstrādes un bioķīmiskajā laboratorijā pētīto šķirņu āboliem un augļu salātiem veiktas ķīmiskās un fizikālās analīzes, izstrādāti augļu salātu eksperimentālie paraugi; augļu salāti iepakoti;
- Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Pārtikas tehnoloģijas katedrā, Pārtikas produktu sensorās novērtēšanas laboratorijā veikta augļu salātu sensorā vērtēšana; Pārtikas produktu analīžu laboratorijā augļu salātos noteiktas šķiedrvielas.
- Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskajā institūtā *BIOR* veiktas augļu salātu mikrobioloģiskās analīzes un noteikta ūdens aktivitāte.

Pētījumā izmantotie materiāli

Latvijā audzēto komercšķirņu āboli (*Malus domestica*) ‘Aļesja’, ‘Antej’, ‘Auksis’, ‘Belorusskoje Maļinovoje’, ‘Koričnoje Novoje’, ‘Kovaļenkovskoje’, ‘Orļik’, ‘Saltanat’, ‘Sinap Orlovskij’, ‘Zarja Alatau’.

Bumbieru (*Pyrus communis*) šķirnes ‘Suvenīrs’ augļi.

Pretbrūnēšanas līdzekļi: dabīgās sulas: smiltsērķšķu, balto jāņogu, krūmcidoniju.

– *NatureSeal® AS5*.

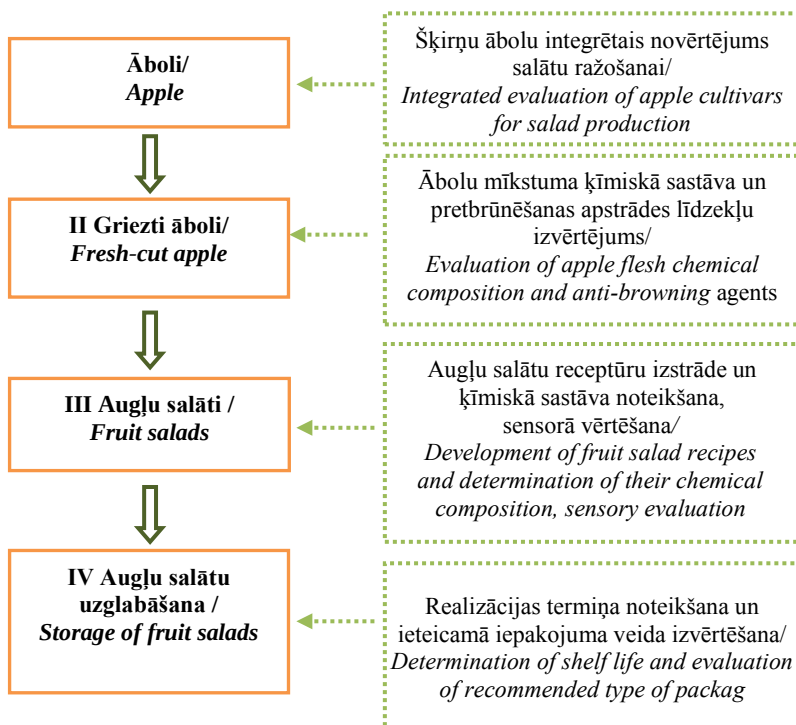
Augļu salātu eksperimentālo paraugu ražošanai paredzētās saldētās ogas: upenes (*Ribes nigrum* L), zemenes (*Fragaria* × *ananassa*), lieloģu dzērvenes (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), smiltsērķšķu ogas (*Hippophae rhamnoides* L).

Iepakojšanas materiāli. Polipropilēna kārbīņas (PP) ar uzspiežamu PP vāciņu, *DuniFORM* PP kārbīņas, mitruma absorbents *LinPac* PS (polistirols). Konvencionālās polimēru plēves: *Amtor Agrifresh*, *BOPP Propafilm™ P2GAF*. Biodegradējamās *INNOVIA NatureFlex™ NVS* un *VC999 BioPack PLA* plēves.

NatureFlex™ NVS INNOVIA un *VC999 BioPack PLA* ar SiO₂ pārklājumu un uzlabotām barjerīpašībām atšķirīgo kušanas temperatūru dēļ nevar piekausēt pie PP kārbīnām, tādēļ iepriekš no šīm plēvēm tika izgatavoti maisiņi, kuros ievietoja *DuniFORM* PP kārbīņas ar augļu salātiem un maisiņus hermētiski aizkausēja.

DuniForm PP kārbīņas ar augļu salātiem hermētiski aizkausēja ar *Amtor Agrifresh* un *BOPP Propafresh™ P2GAF* plēvi. Kā kontroles iepakojums izmantotas polipropilēna (PP) kārbīņas ar uzspiežamu vāciņu. Kā viens no aktīvā iepakojuma paveidiem izmantots mitruma absorbents *LinPac* PS (polistirols), no kura sagatavota mitruma absorbējoša loksne (138 x 98 mm), kas ievietota PP kārbīnās.

Pētījumu struktūra

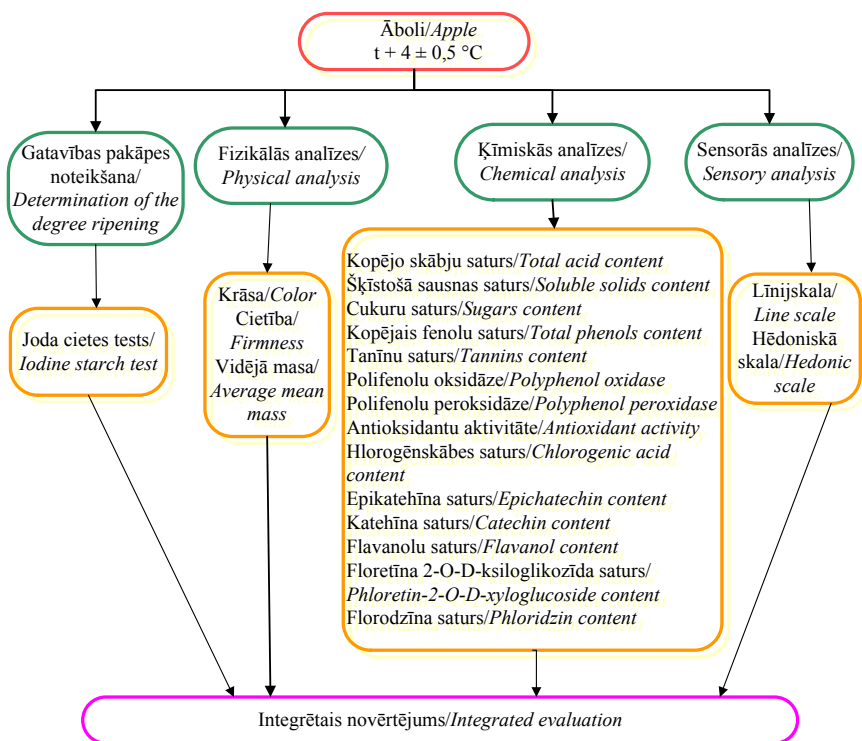


1. att. Pētījumu vispārējā struktūra
Fig. 1. General structure of the research

Pētījumu pirmajā posmā izpētes objekts ir Latvijā audzēto komercšķirņu āboli, kurus analizē, lai noteiktu piemērotāko šķirņu ābolus augļu salātu ražošanai. Otrajā posmā tiek pētīti pretbrūnēšanas līdzekļi, lai noteiktu, kurš no tiem ir visefektīvākais grieztu ābolu mīkstuma krāsas saglabāšanai. Trešajā posmā izstrādāta augļu salātu receptūra un pētīti augļu salātu veidi, noteikts to ķīmiskais sastāvs un sensorie rādītāji. Ceturtajā posmā pētīta augļu salātu kvalitāte konvencionālajos un biodegradējamajos iepakojuma materiālos uzglabāšanas laikā, lai noteiktu realizācijas termiņu.

Pētīto šķirņu ābolu izvērtējums augļu salātu ražošanai

Analizēti ābeļu šķirņu ‘Aļesja’, ‘Antej’, ‘Auksis’, ‘Belorusskoje Maļinovoje’, ‘Koričnoje Novoje’, ‘Kovaļenkovskoje’, ‘Orļik’, ‘Saltanat’, ‘Sinap Orlovskij’, ‘Zarja Alatau’ 2010. un 2011. gada ražas āboli atbilstoši pētījuma shēmai (2. att.).



2. att. Dažādu šķirņu ābolu kvalitātes izvērtēšanas shēma
Fig. 2. Scheme of quality evaluation of different apple varieties

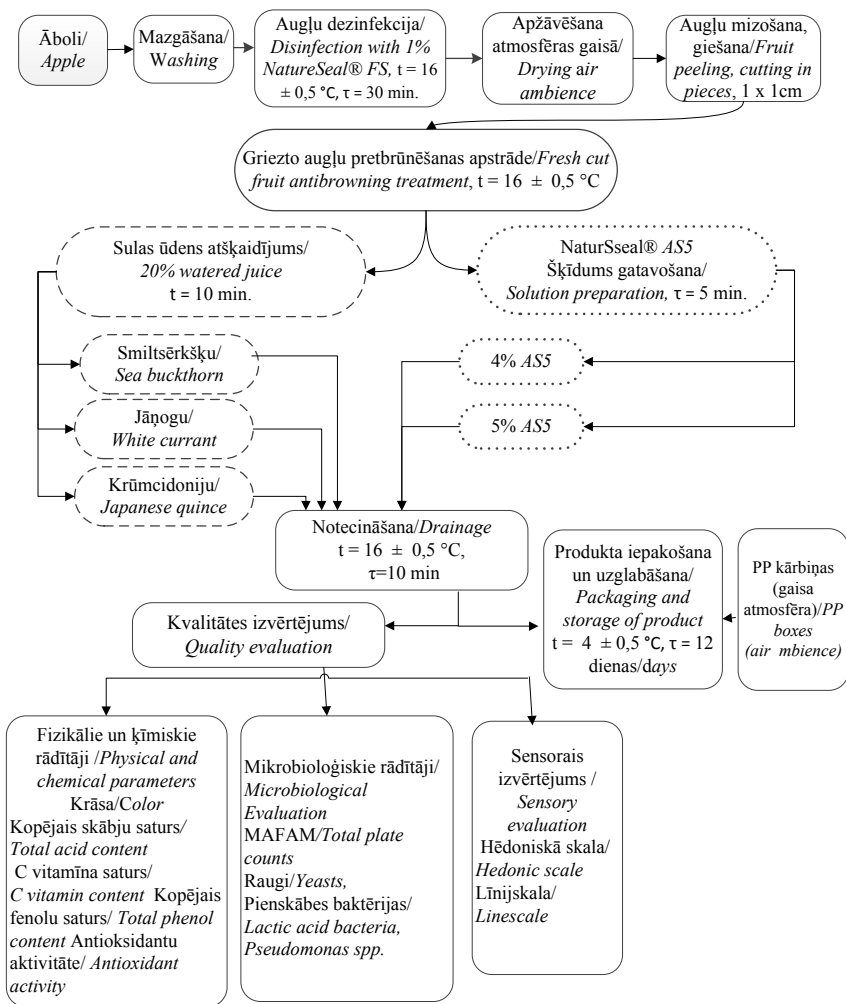
Lai zinātniski pamatotu izvēlētos augļu salātu ražošanai piemērotāko šķirņu ābolus, veikts integrētais novērtējums. Integrētajā novērtējumā šķirņu ābolu analizētās pazīmes sadalītas trīs grupās: ķīmiskā sastāva, fizikālo un sensoro īpašību rādītāji. Sensorās novērtēšanas parametru grupai tika piešķirts augstākais ieguldījuma koeficients ($\omega_i = 0,34$), jo šie rādītāji ir būtiski ābolu izvērtēšanai un ietekmē augļu salātu kvalitāti, garšu un ārējo izskatu. Sensorās novērtēšanas parametru grupas iekšienē hēdoniskajam vērtējumam piešķirts augstākais ieguldījuma koeficients ($\omega_i = 0,3$). Fizikālo rādītāju grupai piešķirts ieguldījuma koeficients ($\omega_i = 0,33$). Šīs grupas iekšienē augstākais ieguldījuma koeficients ($\omega_i = 0,3$) piešķirts cietībai un brūnēšanas indeksam. Ķīmiskā sastāva rādītāju grupai ieguldījuma koeficients ir $\omega_i = 0,33$. Šīs grupas iekšienē augstākais ieguldījuma koeficients piešķirts antioksidantu aktivitātei un C vitamīna saturam ($\omega_i = 0,2$).

Salātu gatavošanai izmantots augļu mīkstums, tāpēc pēc integrētā novērtējuma noteikts piemērotāko šķirņu ābolu mīkstuma ķīmiskais sastāvs, un tam veiktas

ķīmiskās analīzes, kuras parādītas 2. attēlā. Āboli līdz analizēšanai tika uzglabāti glabātuvē sešus mēnešus $+4 \pm 0,5$ °C temperatūrā, gaisa relatīvais mitrums 90%.

Griezto ābolu pretbrūnēšanas līdzekļu izvērtējums

Griezto ābolu mīkstuma brūnēšanas novēršanai pārbaudīti šādi pretbrūnēšanas līdzekļi: dabīgo krūmcidoniju, balto jāņogu un smiltsērķšķu sulas/ūdens 20% atšķaidījumi, un 4% un 5% *NatureSeal® AS5* šķīdums ūdenī. Pretbrūnēšanas apstrādes shēma parādīta 3. attēlā. Pēc pretbrūnēšanas apstrādes grieztie augļu gabaliņi iepakoti gaisa vidē polipropilēna kārbīnās (PP) pa 220 ± 10 g, uzglabāti 12 dienas ledusskapī $+4 \pm 0,5$ °C temperatūrā un 0; 3.; 6.; 9.; un 12. dienā noteikta lietoto pretbrūnēšanas līdzekļu ietekme uz griezto augļu kvalitāti.

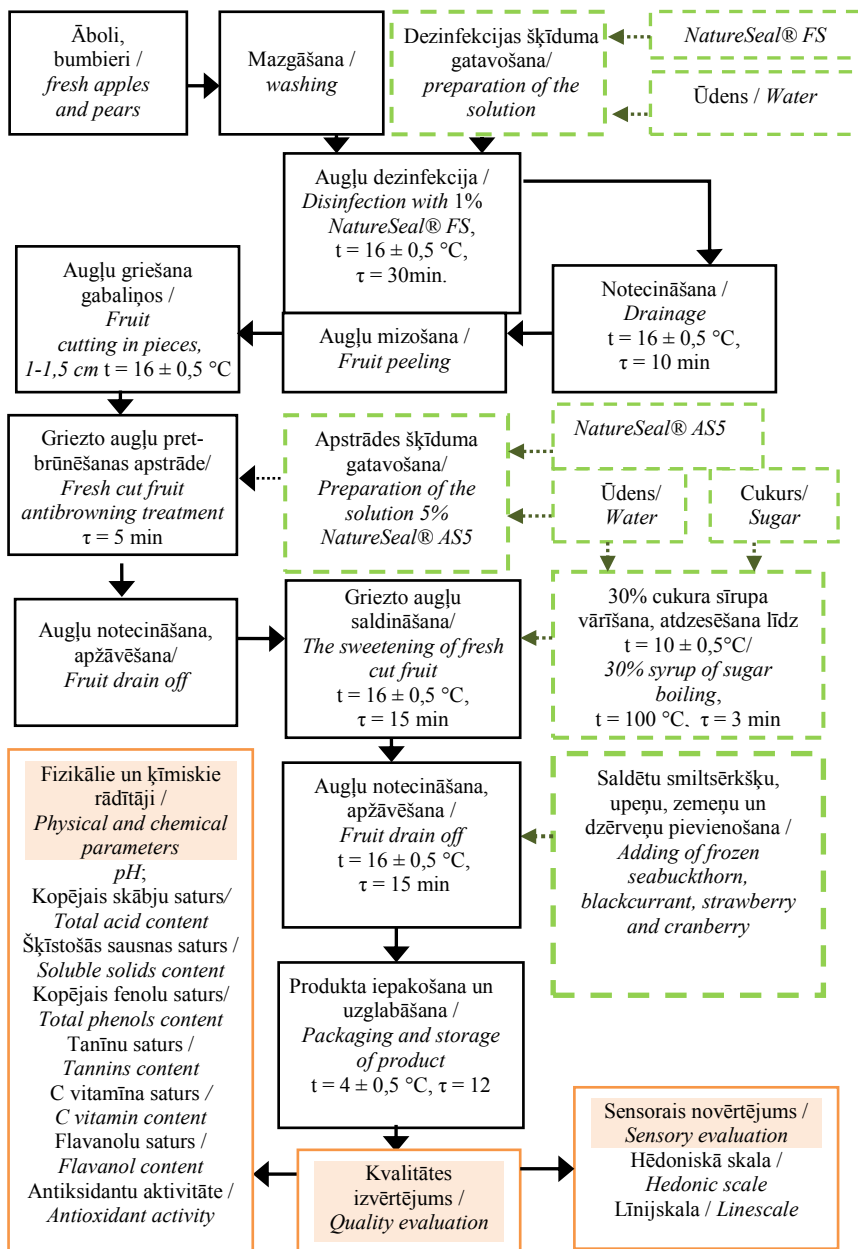


3.att. Griezto augļu pretbrūnēšanas apstrādes un kvalitātes izvērtēšanas shēma

Fig. 3. Scheme of the cut apple anti-browning treatment and quality evaluation

Augļu salātu receptūru izstrāde un kvalitātes novērtēšana

Augļu salātu ražošanai no svaigiem augļiem izstrādāta tehnoloģiskā shēma, norādot nepieciešamo tehnoloģisko operāciju parametrus (4.att.).



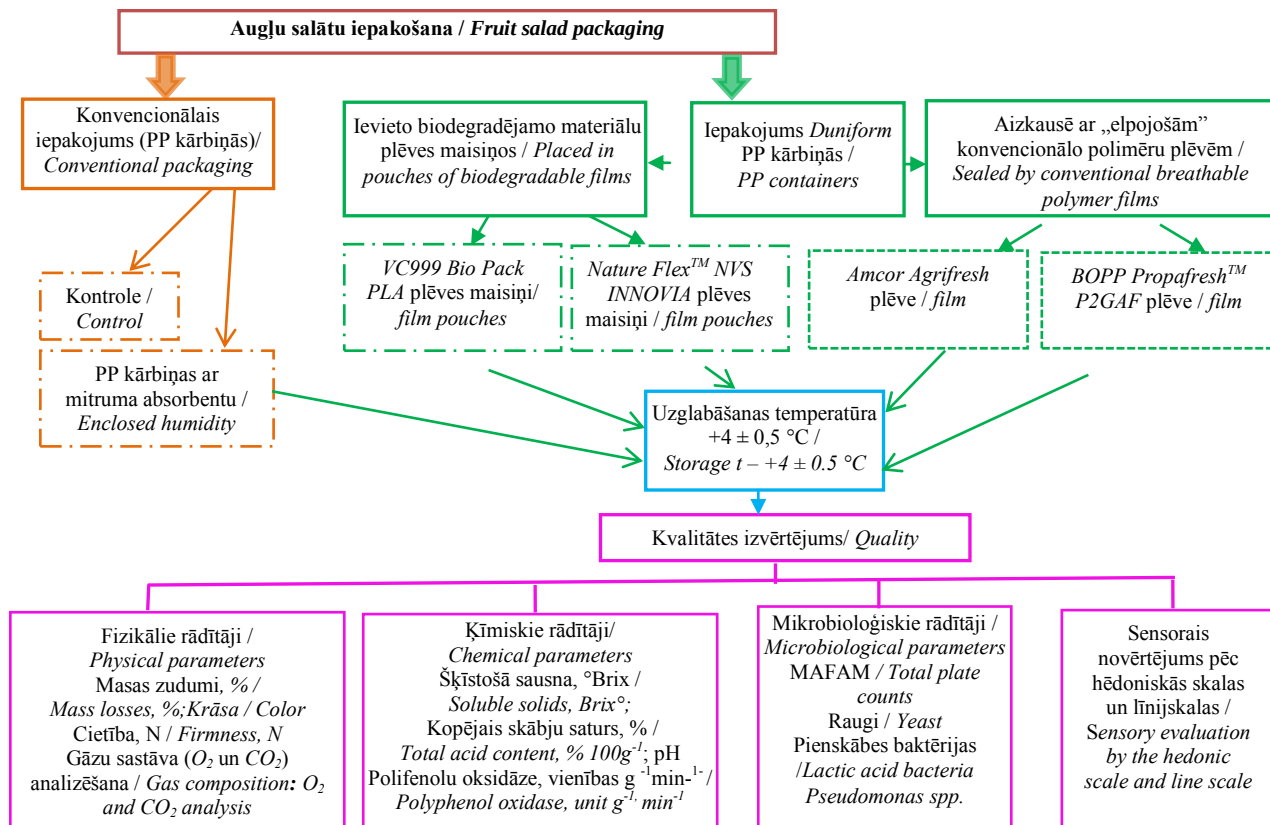
4. att. Augļu salātu ražošanas tehnoloģiskā shēma
Fig. 4. Technological scheme of fruit salad proction

Svaigu augļu salātu pamatsastāvā ir: 80 % mizoti, sagriezti āboli un 20 % mizoti, griezti bumbieri. Svaigi augļu salāti ar atļautajām saldētām ogām (smiltsērķšķi, upenes, zemenes un dzērvenes) attiecīgi satur 80 % svaigu augļu salātu pamatsastāvu un 20 % saldētu ogu. Ir izstrādātas piecas svaigu augļu salātu receptūras: ābolu/bumbieru augļu salāti un augļu salāti ar smiltsērķšķiem, upenēm, dzērvenēm un zemenēm. Visu veidu augļu salātiem veiktas ķīmiskās analīzes un sensorais vērtējums.

Augļu salātu realizācijas termiņa izvērtējums dažādos iepakojuma materiālos

Augļu salātus iepakoja gaisa vidē *DuniForm* polipropilēna kārbīņās (PP) pa 170 ± 10 g un tradicionāli tirdzniecībā lietotajās PP kārbīņās pa 220 ± 10 g atbilstoši 5.attēlā parādītai shēmai.

Iepakotie paraugi 10 dienas bija uzglabāti ledusskapī $+4 \pm 0,5$ °C temperatūrā. Iepakojuma brīvajā telpā virs augļu salātiem tika noteikts gāzu sastāvs (O_2 un CO_2 koncentrācija) un salātu virsmas krāsa, kā arī veiktas ķīmiskās, mikrobioloģiskās un sensorās analīzes uzglabāšanas laikā.



5.att. Augļu salātu iepakojšanas shēma/ Fig. 5. Scheme of salad packaging

Fizikālo un ķīmisko parametru noteikšanas metodes

Fizikālo un ķīmisko rādītāju noteikšanas metodes apkopotas 1.tabulā. tabulā. Fizikālās un ķīmiskās analīzes veiktas āboliem kopā ar mizu un atsevišķi ābolu mīkstumam. Griezti augļi un augļu salāti analizēti tūlīt pēc pretbrūnēšanas apstrādes un dažādu materiālu iepakojumos uzglabāšanas laikā.

1. tabula/Table 1

Fizikālo un ķīmisko rādītāju noteikšanas metodes Methods of determination of physical and chemical parameters

Nr. p.k./ No	Rādītāji/Parameters	Noteikšanas metode, standarts/ Method for determining, standard
1.	Augļu gatavības pakāpe/ Degree of fruit ripeness	Joda cietes tests/Iodine starch test (Kaack un Pedersen, 2010)
2.	Augļa vidējā masa/ Average mass of one fruit, g	Svara metode, elektroniskie sviri ($\pm 0,001$ g) / Weighing method
3.	Krāsas komponentes $L^* a^* b^*$ / Colour components $L^* a^* b^*$	CIE $L^* a^* b^*$ krāsu sistēma/ CIE $L^* a^* b^*$ coulour system.
4.	Cietība / Firmness, N	Texture analyser TMS PRO (Food technology Corporation, USA)
5.	Ūdens aktivitāte/ Water activity, a_w	ISO 21807:2004
6.	Masas zudumi/Mass losses, %	Svara metode, elektroniskie sviri ($\pm 0,0001$ g)/Weighing method
7.	Šķīstošā sausna/Soluble solids, ° Brix	ISO 2137:2003
8.	Kopējo skābju saturs/ Total acid content, %	AOAC 942.15
9.	C vitamīna saturs/ Vitamin C content, mg 100 g ⁻¹	LVS EN 14130:2003
10.	Kopējo fenolu saturs/ Total phenol content, mg 100 g ⁻¹	Spektrofotometriskā metode / Spectrophotometric method (Singleton et al., 1999)
11.	Flavanolu saturs / Total content of flavanols (expressed as catechin), mg100g ⁻¹	Spektrofotometriskā metode/ Spectrophotometric method, (Lu et al., 2010; Rohman et al., 2010)
12.	Tanīnu saturs / Tannin content expressed as tannin acid, g 100 g ⁻¹	Spektrofotometriskā metode/ Spectrophotometric method, (Paaver et al., 2010)
13.	Polifenolu oksidāzes aktivitāte/ Polyphenol oxidase activity, vienības min g ⁻¹ /units min g ⁻¹	Spektrofotometriskā metode/ Spectrophotometric method, (Rojas-Graü et al., 2008)
14.	Polifenolu peroksidāzes aktivitāte/Polyphenol peroxidase activity, vienības min g ⁻¹ / units min g ⁻¹	

Nr. p.k./ No	Rādītāji/Parameters	Noteikšanas metode, standarts/ Method for determining, standard
15.	Antioksidantu aktivitāte / <i>Antioxidant activity, (DPPH)</i> <i>mmol TE 100g⁻¹</i>	Spektrofotometriskā metode / <i>Spectrophotometric method,</i> Brand-Williams et al. 1995
16.	Antioksidantu aktivitāte, dzelzs reducēšanas pakāpe (FRAP) / <i>Antioxidant activity Ferric reducing</i> <i>antioxidant power (FRAP)</i>	Spektrofotometriskā metode / <i>Spectrophotometric</i> <i>Method,</i> (Benzie and Strain, 1996)
17.	Kopējās diētiskās šķiedrvielas / <i>Total dietary fiber, g 100 g⁻¹</i>	AOAC 994.13, AACC 32–25
18.	Cukuru saturs/ <i>Content of sugars, g 100 g⁻¹</i>	Augstefektīvas šķidruma hromotogrāfijas metode/ <i>Method of high-efficiency liquid</i> <i>chromatography</i>
19.	Fenolu savienojumu: katehīnu, epikatehīnu, hlorogenskābes, kafijskābes, rutīna, floridzīna, floretīna 2-O-D-ksiloglikozīda saturs/ <i>Phenolic compounds: catechin,</i> <i>epicatechin, chlorogenic acids, caffeic</i> <i>acid, rutin, Phloretin-2-O-D-</i> <i>xyloglucoside</i>	Augstefektīva šķidruma hromotogrāfija/ <i>Method of high-efficiency liquid</i> <i>chromatography</i> (Iacopini et al., 2010; Carbone et al., 2011)

Mikrobioloģisko rādītāju noteikšanas metodes

Mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu (MAFAM) koloniju veidojošās vienības (KVV) noteiktas atbilstoši standartam LVS EN 4833:2003, raugi – atbilstoši standartam ISO 21527-2:2008 un *Pseudomonas spp.* – atbilstoši standartam LVS EN ISO 12780, pienskābes baktērijas saskaņā ar standartu ISO 9332:2003.

Sensoro analīžu metodes

Ābolu un svaigu augļu salātu sensoro īpašību intensitāte vērtēta, izmantojot līniju skalu, bet patikšanas pakāpes noteikšanai lietota hēdoniskā skala (ISO 4121:2003). Griezto augļu raksturojošo īpašību novērtēšanai pēc pretbrūnēšanas apstrādes izmantota piecpakāpju skala (ISO 4121:2003).

Ābolu un grieztu augļu pēc pretbrūnēšanas apstrādes patikšanas pakāpes un sensoro īpašību intensitātes sensorā vērtēšanā piedalījās 25 apmācīti vērtētāji.

Augļu salātu patikšanas pakāpe pēc saldētu ogu pievienošanas noteikta, izmantojot hēdonisko skalu. Vērtēšana veikta LLU, un tajā piedalījās 81 apmācīts vērtētājs. Lai noskaidrotu potenciālo patērētāju viedokli par augļu

salātu patikšanas pakāpi, sensorā vērtēšana tika veikta starptautiskās pārtikas izstādes *Riga Food 2012* laikā. Sensorajā vērtēšanā piedalījās 225 vērtētāji, un tai iepriekš bija sagatavota anketa, kurā tika iekļauti arī jautājumi par optimālo augļu salātu iepakojuma tilpumu.

Integrētais novērtējums

Ar integrētā novērtējuma metodi atrasti piemērotāko šķirņu āboli ar labākām kvalitātes īpašībām pēc pazīmju kompleksa, grupas iekšienē piešķirot katrai pazīmju grupai un atsevišķi katrai pazīmei savu ieguldījuma koeficientu. (Мартинов, 1987).

Integrētā novērtējuma vērtība (IT) raksturo konkrētās šķirnes vērtējuma novirzes no optimālajām vērtībām, tāpēc mazākā integrētā novērtējuma vērtība atbilst labākajai šķirnei, kas augļu salātu ražošanai ir vispiemērotākā. Pēc integrētā novērtējuma vērtības par piemērotākām atzītas šķirnes, kuru IT ir mazāka nekā vidējās aritmētiskās integrētās novērtējuma vērtības un kuru standartnovirzes starpība ($IT_{vid} - s$).

Matemātiskā datu apstrāde

Eksperimentāli iegūto datu matemātiskā apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm, lietojot *Microsoft Excel for Windows 7.0* un SPSS programmas SPSS 15 paketi. Iegūtajiem rezultātiem aprēķināti šādi rādītāji: vidējā aritmētiskā vērtība, standartnovirze. Datu interpretācijai izmantota vienfaktora un divfaktoru dispersijas analīze (ANOVA) un *General Linear Model* (GLM) un mazāko kvadrātu metode. Atšķirību noskaidrošanai starp atsevišķiem paraugiem lietots *Scheffe* kritērijs. Sensorā vērtējuma rezultāti analizēti ar statistiskajām metodēm: divfaktoru dispersijas analīzi, Tjūkija, Frīdmena testu. Ābolu nozīmīgāko sensoro īpašību rezultātu izvērtēšanai papildus izmantota hierarhiju analīzes metode (AHP – *The Analytic Hierarchy Process*). Pazīmju sakarību ciešums starp analizētajiem rādītājiem noteikts, lietojot regresijas un korelācijas analīzi. Ja sakarība starp pazīmēm ir lineāra, determinācijas koeficients sakrīt ar korelācijas koeficientu: R^2 vienāds ar r^2 . Ja korelācijas koeficienta vērtība ir $0,5 \leq |r| \leq 0,8$, starp pētāmajām pazīmēm ir vidēji cieša lineārā sakarība. Ja $|r| > 0,8$, tad starp pētāmajām pazīmēm ir cieša lineārā sakarība (Arhipova, Bāliņa, 2006).

REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Pētīto ābolu masa, diametrs un cietība bija būtiski atšķirīgi starp šķirnēm ($p = 0,002$, $n = 10$). **Ābolu cietība** ir svarīgs kvalitātes rādītājs, kurš jāņem vērā, lai noteiktu ābolu novākšanas laiku. No cietības ir atkarīgs to realizācijas veids: tūlītējs patēriņš svaigā veidā, pārstrāde vai ilgstoša uzglabāšana. Izvērtējot divu gadu rezultātus būtiski mazāka cietība ($p < 0,05$, $n = 10$) bija

‘Kovaļenkovskoje’ šķirnes āboliem (8,4 N) (2. tab.). Šīs šķirnes āboli analizēšanas brīdī bija visgatavākie, gatavības indekss 0,19 un gatavības pakāpe pēc joda cietes testa 8,2. Augstākā cietība bija ‘Antej’ (15,3 N) ‘Sinap Orlovskij’ šķirnes āboliem (15,4 N). Šo ābolu gatavības indekss un gatavības pakāpe bija attiecīgi zemāka (0,16 un 0,17; Joda cietes tests 6,0 un 5,5).

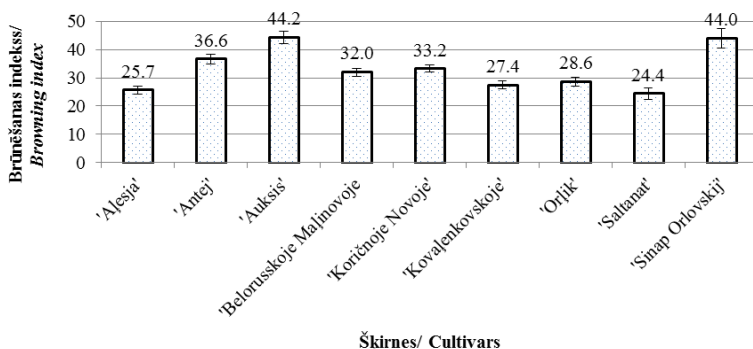
2. tabula/Table 2

Ābolu šķirņu cietības un gatavības pakāpes rādītāji
Firmness and degree of ripeness parameters of apple cultivars

Šķirnes/Cultivars	Cietība/ Firmness, N	Joda cietes tests/ Iodine Starch test	Gatavības indekss/ Ripening indekss
‘Aļesja’	8.81 ± 1,61 ^{ab*}	6.80 ± 0.42 ^{ab}	0.16 ± 0.02 ^{ab}
‘Antej’	15.29 ± 2,32 ^b	6.00 ± 0.67 ^b	0.16 ± 0.04 ^{ab}
‘Auksis’	11.61 ± 1.37 ^a	6.70 ± 0.48 ^b	0.19 ± 0.04 ^{ab}
‘Beloruskoje Maļinovoje’	13.18 ± 2,12 ^b	6.70 ± 0.48 ^b	0.16 ± 0.03 ^{ab}
‘Koričnoje Novoje’	13.01 ± 2,04 ^b	7.00 ± 0.67 ^{bc}	0.15 ± 0.02 ^a
‘Kovaļenkovskoje’	8.39 ± 1,78 ^a	8.15 ± 0.83 ^c	0.19 ± 0.04 ^{ab}
‘Orļik’	8.97 ± 1,25 ^a	6.80 ± 0.42 ^b	0.19 ± 0.02 ^{ab}
‘Saltanat’	13.28 ± 3,54 ^b	6.75 ± 0.42 ^b	0.15 ± 0.04 ^a
‘Sinaps Orlovskij’	15.14 ± 2,01 ^b	5.50 ± 0,53 ^a	0.17 ± 0.04 ^{ab}
‘Zarja Alatau’	13.27 ± 1,25 ^b	6.10 ± 0.74 ^{ab}	0.15 ± 0.03 ^a

* Vērtības, kas atzīmētas ar vienu un to pašu burtu, būtiski neatšķiras ($p > 0,05$)/
Values, marked with the same letter, are not significantly different ($p > 0.05$).

Ābolu mīkstuma krāsas komponentes analizētajām šķirnēm būtiski atšķīrās ($p < 0,05$, $n = 20$). Gaišākais mīkstums bija ‘Kovaļenkovskoje’ šķirnes āboliem – krāsas komponentes L* vērtība 81,11; b* 15,68, bet tumšākais mīkstums – Auksis’ – L* 76,83 un b* 22,53. Uz ābolu mīkstuma brūnēšanas intensitāti norāda brūnēšanas indeksa (BI) vērtība. Augstākais BI bija ‘Auksis’ (44,22) un ‘Sinap Orlovskij’ šķirnes āboliem (43,99), bet zemākais BI novērots ‘Aļesja’ šķirnes āboliem (25,66). Ābolu šķirņu mīkstuma BI parādīts 6.attēlā



6. att. Ābolu šķirņu mīkstuma brūnēšanas indekss/
Fig. 6. Flesh browning index of apple cultivars

Šķirņu ābolu ķīmiskā satāva rādītāji ir apkopoti 3.tabulā. Ābolos esošie cukuri un organiskās skābes ir svarīgākie ābolu sabalansētās, saldskābās garšas veidotāji. Šķirņu ābolu ķīmiskā sastāva rādītāji analizētajos ābolos būtiski atšķirās ($p = 0,000$). Zemākais kopējo skābju saturs 'Kovaļenkovoje' šķirnes ābolos – 0,15%, bet 'Sinap Orlovskij' šķirnes ābolos tas bija četras reizes augstāks – 0,64%. Augstākais šķīstošās sausnas saturs noteikts 'Auksis' (13,10 °Brix) un 'Zarja Alatau' šķirnes augļos (12,9 °Brix).

3. tabula/Table 3

Ķīmiskā sastāva rādītāju saturs ābolu šķirnēm
Chemical composition of apple cultivars

Šķirnes/ Cultivars	Kopējo skābju saturs/ Total acid content, %	Šķīstošā sausna/ Soluble solids, ° Brix	C vitamins/ Vitamin C, mg 100 g ⁻¹	Kopējais fenolu saturs/ Total phenol content, mg 100 g ⁻¹	Flavanolu saturs /Flavanol content, mg 100 g ⁻¹	Tanīnu saturs/ Tannin content, mg 100g ⁻¹	PPO/ Polyphenol oxidase activity, vienības min g ⁻¹ / units min g ⁻¹	POD/ Polyphenol peroxidase activity, vienības g ⁻¹ min ⁻¹ / units min ⁻¹ g ⁻¹
‘Aļesja’	0.60 ^{es}	12.86 ^c	12.62 ^{bc}	106.75 ^f	33.30 ^{bc}	1.45 ^d	3.05 ^{bc}	2.61 ^c
‘Antej’	0.66 ^g	11.35 ^b	18.37 ^f	129.41 ^g	67.22 ^c	2.90 ^f	4.14 ^{cd}	2.03 ^d
‘Auksis’	0.53 ^d	13.10 ^e	10.79 ^a	101.51 ^f	36.52 ^c	0.86 ^b	3.15 ^{bcd}	1.70 ^b
‘Belorusskoje Maļinovoje’	0.60 ^e	10.28 ^a	15.36 ^e	70.76 ^{cd}	29.72 ^b	1.21 ^c	2.72 ^{ab}	2.00 ^{cd}
‘Koričnoje Novoje’	0.61 ^{ef}	11.53 ^{bc}	14.15 ^{de}	46.44 ^a	33.80 ^{bc}	1.53 ^d	1.49 ^a	2.83 ^e
‘Kovaļen- kovskoje’	0.15 ^a	11.95 ^d	10.56 ^a	73.92 ^d	18.79 ^a	1.11 ^c	1.99 ^{ab}	1.40 ^a
‘Orļik’	0.39 ^b	11.72 ^{bcd}	13.39 ^{cd}	86.93 ^e	59.96 ^d	1.98 ^c	3.20 ^{bcd}	1.75 ^{bc}
‘Saltanat’	0.47 ^c	11.78 ^{cd}	11.53 ^{ab}	72.55 ^{cd}	20.18 ^a	0.69 ^a	2.71 ^{ab}	2.02 ^d
‘Sinap’	0.79 ^h	11.36 ^b	12.95 ^{bcd}	66.57 ^{bc}	36.54 ^c	1.59 ^d	4.32 ^d	2.19 ^d
‘Orlovskij’								
‘Zarja Alatau’	0.64 ^{fg}	12.91 ^c	11.72 ^{ab}	59.98 ^b	28.97 ^b	0.90 ^b	2.21 ^{ab}	2.23 ^d

* Ar vienādi apzīmētiem burtiem nav novērotas būtiskas atšķirības, $p = 0.05$ /
 Values, marked with the same letter, are not significantly different ($p > 0.05$).

Augstākais kopējais cukuru saturs bija 'Zarja Alatau' ($12,17 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), bet vismazākais – 'Belorusskoje Maļinovoje' ($8,13 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) ābolos. Izvērtējot šķīstošās sausas un skābes attiecību analizētajos ābolos, patīkamākās un sabalansētākās garšas īpašības bija 'Aļesja', 'Antej', 'Auksis', 'Koričnoje Novoje', 'Sinap Orlovskij' un 'Belorusskoje Maļinovoje' āboliem, kuros sausas un skābes attiecība bija 10:20.

C vitamīns (askorbīnskābe) augļos ir nozīmīgs komponents, kuram piemīt antioksidatīvas īpašības. C vitamīna saturs pētītajos ābolos bija $10,6\text{--}18,4 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. **Fenolu savienojumi** ir spēcīgi antioksidanti, kas ābolos nosaka antioksidantu aktivitātes lielāko daļu. Augstākais kopējais fenolu saturs bija 'Antej' šķirnes ($129,41 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) un zemākais – 'Koričnoje Novoje' ābolos ($46,44 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). **Flavanolu saturs** ābolos bija $18,79\text{--}67,20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Dažādu šķirņu augļu raksturīgās un atšķirīgās garšas nianšes veido fenolu savienojumi: katehīni un proantociānīdīns (tanīni), kas nosaka šķirnes specifisko garšu. Augstākais tanīnu, katehīnu ($2,9 \text{ un } 44,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) un hloreģēnskābes ($117,56 \text{ mg kg}^{-1}$) saturs bija 'Antej'. ābolos, rutīna ($11,64 \text{ mg kg}^{-1}$) saturs – 'Sinap Orlovskij', kafijskābes ($0,62 \text{--}64 \text{ mg kg}^{-1}$) saturs – 'Bekorusskoje Maļinovoje' šķirnes ābolos.

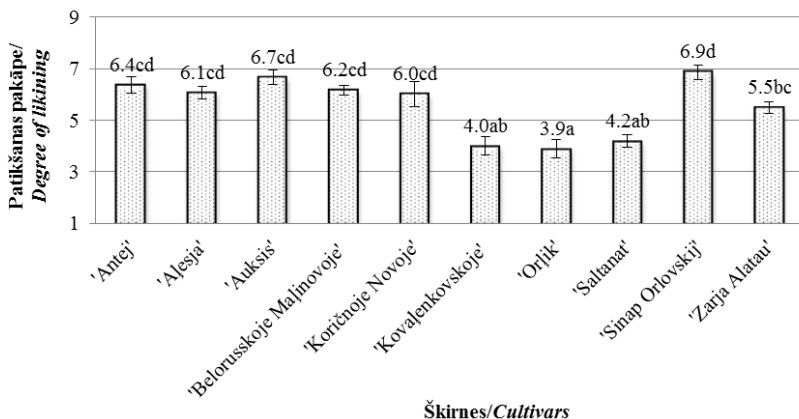
Āboli satur enzīmus (**polifenolu oksidāzes (PPO)**) un polifenolu peroksidāzes (POD), kas pēc mizošanas vai griešanas izdalās no augļu šūnām, izraisot mīkstumā virsmas brūnēšanu. Zemākā PPO aktivitāte konstatēta agro ziemas šķirņu 'Kovaļenkovskoje' ($1,4 \text{ vienības g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) un 'Koričnoje Novoje' ābolos ($1,49 \text{ vienības g}^{-1} \text{ min}^{-1}$), bet augstākā PPO aktivitāte – vēlās ziemas šķirnes 'Sinap Orlovskij' ābolos ($4,32 \text{ vienības g}^{-1} \text{ min}^{-1}$). Pēc statistikas datiem, vidēji cieša sakarība konstatēta kopējo fenolu saturam ($r = 0,487$) un flavanolu saturam ($r = 0,492$) ar PPO aktivitāti ābolos. Augstākais POD saturs ($2,83 \text{ vienības g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) bija 'Koričnoje Novoje' šķirnes ābolos, bet zemākais ($1,40 \text{ vienības g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) – 'Kovaļenkovskoje' ābolos.

Floridzīns un fletīns ir spēcīgi antioksidanti. Floridzīna, fletīna 2-O-D-ksiloglikozīda saturs pētītajos ābolos ir būtiski atšķirīgs. Iegūtie analīžu rezultāti liecina, ka mazākais floridzīna saturs ($4,03 \text{ mg kg}^{-1}$) bija 'Belorusskoje Maļinovoje' šķirnes, bet augstākais ($14,05 \text{ mg kg}^{-1}$) – 'Aļesja' ābolos. Savukārt fletīna 2-O-D-ksiloglikozīda saturs pētītajos ābolos bija $1,41\text{--}10,17 \text{ mg kg}^{-1}$.

Pētītajos ābolos augstākā **antioksidantu aktivitāte (AOA)** pēc DPPH bija 'Sinap Orlovskij' šķirnes ābolos ($408,37 \text{ mmol TE } 100 \text{ g}^{-1}$), bet pēc FRAP – 'Antej' ābolos ($16,00 \text{ mmol TE } 100 \text{ g}^{-1}$). Savukārt mazākā AOA pēc DPPH bija 'Koričnoje Novoje' ābolos ($194,65 \text{ mmol TE } 100 \text{ g}^{-1}$), bet pēc FRAP – 'Saltanat' ābolos ($5,04 \text{ mmol TE } 100 \text{ g}^{-1}$). Pēc statistikas datiem, AOA pēc FRAP cieši korelē ar C vitamīna saturu ($r = 0,703$), flavanolu saturu ($r = 0,803$), tanīnu saturu ($r = 0,794$) un epikatehīna saturu ($r = 0,814$). AOA pēc DPPH vidēji cieši korelē ar kopējiem fenoliem ($r = 0,566$),

hlorogēnskābi ($r = 0,538$) un floridzīnu ($r = 0,427$). Augļu salātiem izmantojami āboli ar augstāko AOA.

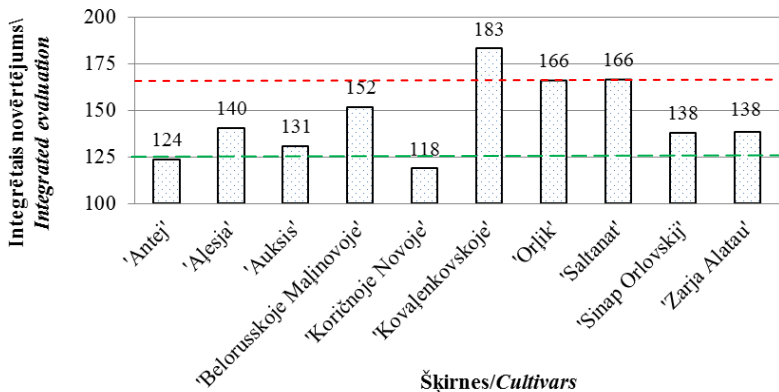
Sensorā vērtēšana veikta, lai noskaidrotu, kuri āboli pēc garšas īpašībām ir piemērotāki svaigu augļu salātu ražošanai. Vērtētāji atzina, ka labākie ir 'Sinap Orlovskij', 'Auksis' un 'Antej' šķirnes āboli; vērtējuma rezultāti attiecīgi ir 6,89, 6,7 un 6,4 punkti (skat.7.att.).



7. att. Šķirņu ābolu sensorais novērtējums pēc hēdoniskās skalas/
Fig. 7. Sensory evaluation of apple cultivars by hedonic scale

Izmantojot integrēto novērtējumu (IT), noteikti piemērotākie analizēto šķirņu āboli svaigu augļu salātu ražošanai. Mazākā IT vērtība norāda, ka ābolu šķirne 'Koričnoje Novoje' (118), un arī 'Antej' šķirne (124) pēc izvērtētajiem rādītājiem atbilst piemērotākajām šķirnēm svaigu augļu salātu ražošanai (8. att.). Pēc sensorā vērtējuma, šo šķirņu āboli bija atzīti par piemērotiem svaigu augļu salātu ražošanai. 'Koričnoje Novoje' āboliem augļu cietība 13,7 N, kopējais skābju saturs 0,61%, polifenolu oksidāze 2,2 vienības $g^{-1} min^{-1}$, kopējais fenolu saturs 46,4 mg 100 g^{-1} , C vitamīna saturs 14,2 mg 100 g^{-1} un baltuma indekss 72,4, bet 'Antej' ar augļu cietību 14,4 N, kopējo skābju saturs 0,7% un baltuma indekss 70,4. Pēc iegūtajiem IT rezultātiem svaigu augļu salātu ražošanai izmantojamas arī šķirnes, kuru IT vērtība ietilpst vidējā integrētā novērtējuma diapazonā 125–166. Tās ir 'Auksis', 'Sinap Orlovskij' un 'Zarja Alatau' šķirnes augļi, kuri ietilpst vidējā novērtējuma robežās (125–166). Turklāt šo ābolu antioksidantu aktivitāte bija augsta (381–408,4 mmol 100 g^{-1}) un mīkstuma cietība bija piemērota salātu ražošanai (14,4–16,4 N). Savukārt 'Kovaļenkovskoje' šķirne pēc IT novērtējuma nav piemērota augļu salātu ražošanai (neietilpst vidējā IT

novērtējuma robežās). Šo ābolu mīkstuma struktūra un sensorās īpašības bija novērtētas kā nepiemērotas.



**8. att. Ābolu šķirņu integrētais novērtējums/
Fig. 8. Integrated evaluation of apple cultivars**

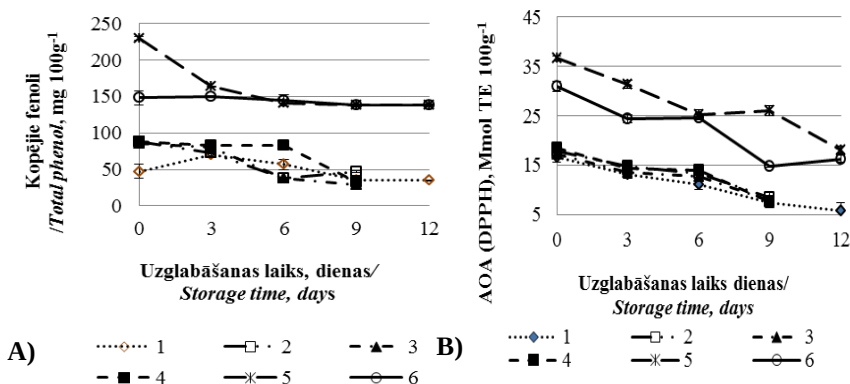
— Vid – IT = 125; — Vid + IT = 166

Bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums ir atšķirīgs gan dažādu šķirņu ābolos, gan to sastāvdaļās. Analizējot piecu šķirņu – ‘Koričnoje Novoje’, ‘Auksis’, ‘Antej’, ‘Sinap Orlovskij’, ‘Zarja Alatau’ – ābolu mīkstuma ķīmisko sastāvu, tas būtiski atšķirās šķirņu starpā ($p < 0,05$). Salīdzinot ar nemizotu ābolu ķīmisko sastāvu, bioloģiski aktīvo vielu saturs ābolos samazinājies vidēji par 45 %. Veicot respondentu aptauju, priekšroka tika dota svaigu augļu salātiem, kas gatavoti no mizotiem augļiem.

Grieztu ābolu pretbrūnēšanas apstrāde

Salātu gatavošanai izvēlētie šķirnes ‘Antej’ āboli mizoti, griezti gabaliņos un veikta to pretbrūnēšanas apstrāde. Griezto ābolu prebrūnēšanas apstrādei izvērtēts smiltsērķšķu, balto jāņogu un krūmcidoniju 20% sulas/ūdens atšķaidījums un *NatureSeal® AS5* 4% un 5% šķīdums ūdenī. Izvērtējot pētījuma rezultātus, secināms, ka apstrāde ar 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu novērs griezto augļu brūnēšanu līdz divpadsmit dienām. Turklāt apstrāde ar preparātu uzrādīja pozitīvu ietekmi uz griezto ābolu kvalitāti un bioloģiski aktīvo savienojumu saglabāšanu. Uzglabāšanas beigās antioksidantu aktivitāte griezto ābolu paraugos pēc apstrādes ar 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu ir vidēji par 70% augstāka salīdzinot ar kontroles paraugu. Kopējo fenolu satura un antioksidantu aktivitātes dinamika svaigi

grieztajos ābolos pēc pretbrūnēšanas apstrādes uzglabāšanas laikā parādīta 9.attēlā.



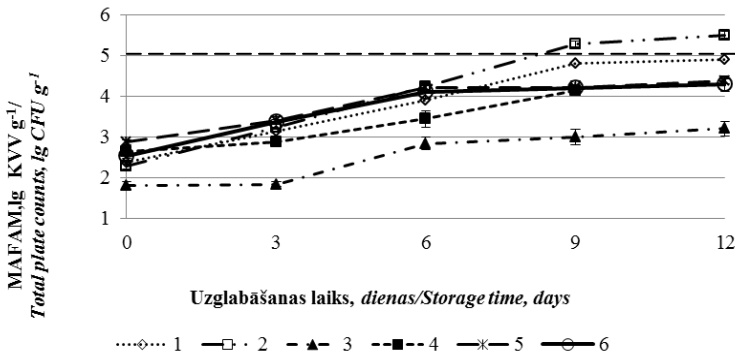
9. att. Kopējā fenolu saturs(A) un AOA (DPPH) (B) dinamika ar pretbrūnēšanas līdzekli apstrādātos grieztajos ābolos/ Fig. 9. Dynamics of total phenol (A) and of AOA (DPPH) (B) content in fresh-cut apples

1) kontrole/control; 2) 20% atšķaidīta smiltsērķšķu sula / water /20% sea buckthorn juice dilution; 3) 20% atšķaidīta krūmceidoniju sula/ water /20% Japanese quince juice dilution; 4) 20% atšķaidīta jāņogu sula/ water /20% white currants juice dilution; 5) 4% NatureSeal® AS5 šķīdums/ 4% NatureSeal® solution; 6) 5% NatureSeal® AS5 šķīdums/ 5% NatureSeal® solution.

Saldzinājumā ar kontroles paraugu ābolu gabaliņu apstrāde ar NatureSeal® AS5 būtiski paaugstina C vitamīna saturu (attiecīgi 7,4 un 20,34 mg 100 g⁻¹) kopējo fenolu saturu (attiecīgi 34,44 un 138,15 mg 100 g⁻¹) un antioksidantu aktivitāti (DPPH attiecīgi 5,87 un 18,09 mg TE 100 g⁻¹) tajos ($p = 0,00$). Apstrādātajos ābolos paaugstināšanos izraisa NatureSeal® AS5 ķīmiskais sastāvs (C vitamīns un dabas vielas). Apstrāde ar 20% krūmceidoniju, smiltsērķšķu un balto jāņogu atšķaidīta sula novērš brūnēšanu un paaugstina kopējo fenolu saturu grieztajos augļos pirmajās trīs dienās, bet uzglabāšanas beigās griezto ābolu virsmas krāsa kļuva tumšāka un antioksidantu aktivitāte būtiski samazinājās ($p < 0,05$).

MAFAM skaits grieztajos ābolos kontroles paraugā un pēc pretbrūnēšanas apstrādes ar 20% smiltsērķšķu sulu/ ūdens atšķaidījumu uzglabāšanas devītajā dienā pārsniedza Pārtikas un veterinārā dienesta ieteiktos kritērijus ($N_{\max} = \leq 10^5$ KVV g⁻¹ Marčenkova, 2010). Savukārt grieztie āboli pēc apstrādes ar 20% balto jāņogu sulu/ ūdens atšķaidījumu bija bojāti un netika analizēti (10. att.). Uzglabāšanas laika beigās MAFAM KVV skaits grieztajos ābolos pēc apstrādes ar 20% atšķaidītu krūmceidoniju sulu,

un *NatureSeal® AS5* 4% un 5% ūdens šķīdumiem nepārsniedza ieteiktās mikrobioloģiskā piesārņojuma normas.



10. att. MAFAM KVV dinamika grieztos ābolos uzglabāšanas laikā pēc apstrādes ar pretbrūnēšanas līdzekļiem/

Fig 10. Dynamics of MAFAM CFU in fresh cut apples during storage after anti-browning treatment

1) kontrole/control; 2) 20% atšķaidīta smiltsērķšķu sula/ water /20% sea buckthorn juice dilution; 3) 20% atšķaidīta krūmcidoniju sula/ water /20% Japanese quince juice dilution; 4) 20% atšķaidīta jāņogu sula/ water /20% white currants juice dilution; 5) 4% *NatureSeal® AS5* šķīdums/ 4% *NatureSeal®* solution; 6) 5% *NatureSeal® AS5* šķīdums/ 5% *NatureSeal®* solution.

— — — — — Pieļaujamā mikroorganismu KVV g^{-1} skaita norma pēc PVD ieteiktajiem mikrobioloģiskās kvalitātes kritērijiem gatavajiem ēdieniem $< 10^5$ KVV g^{-1} /permissible number of microorganisms CFU g^{-1} by FVS recommended microbiological quality criteria for ready to eat food $< 10^5$ CFU g^{-1} .

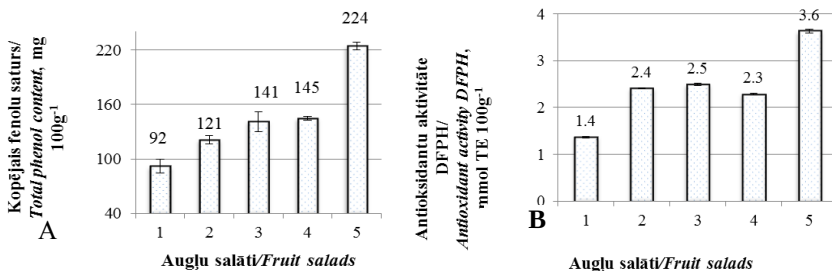
Salīdzinot ar kontroles paraugu grieztajos ābolos pēc apstrādes ar 20% atšķaidītu krūmcidoniju sulu un pēc apstrādes ar 4% un 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu ir būtiski mazāks mikroorganismu (raugu, pienskābes baktēriju un *Pseudomonas spp.*) KVV g^{-1} skaits ($p = 0,00$).

Apkopojot hēdoniskā vērtējuma rezultātus, konstatēts, ka vērtētāji paraugus novērtējuši diapazonā no „ļoti patīk” līdz „vidēji nepatīk”. Pētījuma pirmajā dienā augstākais novērtējums piešķirts kontroles paraugam (vērtējums 7,8) un paraugam, kas apstrādāts ar 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu (vērtējums 7,0). Uzglabāšanas laikā augļu kvalitātes īpašības būtiski pazeminājās ($p = 0,00$), un pētījuma sestajā dienā vērtētājiem vislabāk patika grieztie āboli, kas apstrādāti ar 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu (vērtējums 5,2), bet ar 20% smiltsērķšķu sulu/ ūdens atšķaidījumu patika mazāk (vērtējums 3,3). Izvērtējot sensoro īpašību intensitāti pēc piecpakāpju skalas, vērtētājiem vislabāk patika griezto ābolu krāsa un cietība pēc apstrādes ar 5% *NatureSeal® AS5* šķīdumu (attiecīgi vērtējums 3,95 un 3,37), garša un

smarža pēc apstrādes ar 4% *NatureSeal® AS5* šķīdumu (vērtējums 2,32) un smarža pēc apstrādes ar 20% smiltsērķšķu sulu/ ūdens atšķaidījumu (vērtējums 2,37).

Augļu salāti

Laboratorijas apstākļos saskaņā ar izstrādāto receptūru izvērtēti augļu salāti, svaigu augļu un saldētu ogu optimālā sastāva noteikšanai. Svaigu augļu salātu optimālā attiecība pamatsastāvdaļās ir: āboli 80 % un bumbieri 20%. Augļu salāti ar saldētām ogām satur attiecīgi 80 % augļu salātu pamatsastāvdaļu un 20 % saldētu ogu.



**11. att. Kopējā fenolu (A) saturs un AOA (DPPH) (B) augļu salātos/
Fig. 11. Total phenol content (A) and AOA (DPPH) (B) in fruit salads**

1) Augļu salāti/fruit salad; 2) Augļu salāti ar smiltsērķšķiem/fruit salad with sea buckthorn;
3) Augļu salāti ar dzērvenēm/fruit salad with cranberries; 4) Augļu salāti ar zemenēm/fruit salad with strawberries; 5) Augļu salāti ar upenēm/fruit salad with black currants.

Saldētu ogu pievienošana augļu salātiem izmainīja ne tikai to ārējo izskatu un garšas īpašības, bet arī paaugstināja uzturvērtību.

Pievienojot augļu salātiem atļaidinātas iepriekš saldētas ogas, kopējais skābju saturs augļu salātos ir robežās no 0,17 līdz 0,34%. Šķīstošās sausas saturs būtiski nemainās pēc saldētu ogu pievienošanas. Cukuru (saharozes, glikozes un fruktozes) saturs augļu salātos ir 12,0 g 100 g⁻¹, bet pēc saldētu ogu pievienošanas tas nedaudz samazinās līdz 10,2 g 100 g⁻¹). Augļu salātos ar saldētām upenēm ir augstāks C vitamīna, kopējo fenolu, flavanolu, tanīnu saturs un antioksidantu aktivitāte (11.attēls). Saldētu upeņu pievienošana augļu salātiem būtiski paaugstina arī šķiedrvielu saturu līdz 16,3%. Salīdzinājumā augļu salātu kontroles paraugā tas ir tikai 13,7%.

Pēc augļu salātu sensorās vērtēšanas rezultātiem (vērtēja patērētāji *Rīga Food 2012* izstādē) secināms, ka vērtētājiem labāk patīk augļu salāti ar dzērvenēm (7,54), tie būtiski atšķiras no augļu salātiem ar zemenēm (7,03) un augļu salātiem ar smiltsērķšķiem (7,0).

Apkopojot apmācītu vērtētāju hēdoniskā vērtējuma rezultātus, konstatēts, ka augļu salātu paraugi patīkšanas ziņā būtiski atšķiras ($p < 0,05$). Visaugstāk

novērtēts augļu salātu kontroles paraugs (6,9), bet viszemāk – augļu salāti ar upenēm (6,0).

Pēc līnijas skalas vērtēšanas rezultātiem secināms, ka vērtētajiem augļu salātiem ir būtiski atšķirīga garša ($p = 0,003$), izskats, saldums un skābums ($p < 0,05$), bet nav novērota būtiska atšķirība starp augļu salātu konsistenci un sulīgumu ($p > 0,05$).

Augļu salātu kvalitātes novērtējums uzglabāšanas laikā dažādos iepakojuma materiālos

Biodegradējamā iepakojuma *VC999 BioPack PLA film* maisīšos brīvajā telpā virs augļu salātiem pēc četrām uzglabāšanas dienām iestājas nemainīgs gāzu sastāvs (O_2 no 15,4 līdz 15,7%; CO_2 no 9,3 līdz 8,4%), bet *NatureFlexTM NVS INNOVIA* plēves maisīšos nemainīgs gāzu sastāvs (O_2 no 14,7 līdz 13,7%; CO_2 no 14,7 līdz 14,5%) veidojas pēc sešām uzglabāšanas dienām. Augļu salātu virsmas krāsa vislabāk saglabājas konvencionālo „elpojošo” polimēru *Amcor AgriFresh-US film* un *BOOPP PropafreshTM* iepakojumos (baltuma indekss attiecīgi 64,4 un 63,3). Mazākā augļu salātu krāsas kopējā difference ΔE^* pēc desmit uzglabāšanas dienām ir iepakojumā *Dunifrom* kārbīnās, kas hermetizētas ar *BOOPP PropafreshTM P2GAF* plēvi. Augstākais kopējo skābju saturs (0,46%) uzglabāšanas laika beigās noteikts augļu salātos, kas iepakoti *Dunifrom* kārbīnās, kuras hermetizētas ar „elpojošām” konvencionālo polimēru plēvēm (*Amcor AgriFresh-US film* un *BOOPP film PropafreshTM P2GAF*), kā arī ievietotas biodegradējamā materiāla *VC999 BioPack PLA film* maisīšos. Salātu struktūra desmit uzglabāšanas dienu laikā vismazāk izmainījusies biodegradējamo materiālu *VC999 BioPack PLA film* (no $19,2 \pm 0,8$ līdz $17,1 \pm 0,5$ N) un *NatureFlexTM NVS INNOVIA film* iepakojumos (no $19,2 \pm 1,0$ līdz $16,3 \pm 0,9$ N). Uzglabāšanas beigās mazākā PPO bija augļu salātos *VC999 BioPack PLA film* iepakojumā – $2,46$ vienības $g^{-1}min\ g^{-1}$.

Svaigos augļu salātos mikroorganismu augšanu uzglabāšanas laikā ietekmē iepakojšanas materiāli un to īpašības ($p = 0,01$). Pēc desmit uzglabāšanas dienām $+4\ ^\circ C$ temperatūrā augļu salātos mazākais MAFAM KVV, rauga šūnu, kā arī pienskābes baktēriju un *Pseudomona spp.* skaits konstatēts salātos *Dunifrom* PP kārbīnās, kas ievietotas hermētiski aizkausētos biodegradējamās *VC999 BioPack PLA* plēves maisīšos. Izvērtējot MAFAM KVV skaitu pētītajos paraugos uzglabāšanas laikā, redzams, ka tas nepārsniedz Pārtikas veterinārā dienesta (PVD) ieteiktos mikrobioloģiskos kritērijus ($N_{max} \leq 10^5$ KVV g^{-1}). Augļu salāti uzglabāšanas laika beigās pēc hēdoniskās skalas būtiski augstāk ($p < 0,05$) novērtēti *Amcor AgriFresh-US film* (6,6) un *VC999 BioPack PLA* (6,4) iepakojumos.

Augļu salātu konsistenci ekspertī visaugstāk novērtējuši biodegradējamo materiālu *VC999 BioPack PLA* un *NatureFlexTM NVS INNOVIA film*

iepakojumā, bet viszemāk – kontroles iepakojumos PP kārbīnās ar uzspiežamu vāciņu gan ar mitruma absorbentu, gan bez tā.

Augļu salātu pašizmaksa

Augļu salātu ražošanas izmaksu lielāko daļu veido pamatizejvielu (ābolu un bumbieru) izmaksas, kas ir mainīgas atkarībā no to cenas tirgū. Aprēķināta augļu salātu 120 g produkta pašizmaksa polipropilēna iepakojumā: augļu salāti bez piedevām maksā Ls 0,40, bet augļu salāti ar saldētām ogām – līdz Ls 0,51. Minētās cenas ir konkurētspējīgas tirgū un pieņemamas aptaujātajiem respondentiem.

SECINĀJUMI

1. Svaigu augļu salātu ražošanai kā piemērotākie atzīti šķirnes ‘Koričnoje Novoje’ āboli ar augļu cietību 13,7 N, kopējo skābju saturu 0,61%, polifenolu oksidāzes aktivitāti 2,2 vienības $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$, kopējo fenolu saturu 46,4 mg 100 g^{-1} , C vitamīna saturu 14,2 mg 100 g^{-1} un baltuma indeksu 72,4 un šķirnes ‘Antej’ āboli ar nedaudz zemākām raksturojošām īpašībām.
2. Salīdzinot ar nemizotu ābolu ķīmisko sastāvu, bioloģiski aktīvo vielu saturs ābolu mīkstumā, ko izmantoja salātu gatavošanai, samazinājās vidēji par 45%.
3. Kā efektīvākais pretbrūnēšanas līdzeklis tika atzīts 5% *Nature Seal® AS5* šķīdums ūdenī, kas novērš grieztu augļu brūnēšanu līdz divpadsmit dienām un, salīdzinot ar kontroli, paaugstina antioksidantu aktivitāti par 70 %. Novērtējot svaigu augļu salātu sensorās īpašības pēc apstrādes ar pretbrūnēšanas līdzekļiem, kā labākie tika atzīti ar *NatureSeal® AS5* šķīdumu ūdenī apstrādātie paraugi.
4. Svaigu augļu salātu pamatsastāvam, pievienojot atļaidinātas saldētas ogas, būtiski palielinājās kopējais fenolu un C vitamīna saturs un antioksidantu aktivitāte.
5. Izvērtējot iepakojumus, būtiskas augļu salātu krāsas izmaiņas konstatētas kontroles iepakojumā polipropilēna kārbīnās ar un bez mitruma absorbentu (baltuma indekss (WI) 59,5 un 60,30). Savukārt konvencionālo polimēru iepakojumi *Amtor AgriFresh-US film* un *BOOPP film Propafresh™* nodrošina vismazākās augļu salātu virsmas krāsas izmaiņas uzglabāšanas laikā (WI 64,41 un 63,45), bet biodegradējamos iepakojumos konstatētas nedaudz lielāka krāsu samazināšanās (WI 61,16 un 59,79).
6. Vislabāk svaigu augļu salātu kvalitāti nodrošina biodegradējamo materiālu *VC999 BioPack PLA* un konvencionālo polimēru *BOOPP film Propafresh™* iepakojumi, kuros konstatēts zemākais ($p = 0,001$)

MAFAM, kas nepārsniedz pieļaujamo KVV $g^{-1} \leq 10^5$ skaitu augļu salātos desmit dienu uzglabāšanas laikā. Iepakojumos *Ancor AgriFresh-US film*, *NatureFlexTM NVS INNOVIA film* un polipropilēna kārbīnās ar mitruma absorbentu un bez tā pieļaujamais MAFAM KVV g^{-1} augļu salātos nepārsniedza noteikto robežu.

7. Svaigu augļu salātu pašizmaksa polipropilēna iepakojumā (120 g) bez saldētām ogām ir Ls 0,45, bet ar saldētām ogām – no 0,40 līdz Ls 0,51.
8. Pētījumā izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies: Latvijā audzēti komercšķirņu āboli, efektīvi pretbrūnēšanas līdzekļi un atbilstošs iepakojums garantē labas sensorās īpašības un paaugstinātu uzturvērtību svaigu augļu salātiem par atbilstīgu tirgus cenu.

TOPICALITY OF THE RESEARCH

Today people are more and more aware of the importance of taking care of their health and keeping healthy. The chosen diet is one of its influencing factors. That is why consumers need a healthy and fresh product that is ready to eat. Fresh-cut fruit and vegetable salads are one of opportunities how to enlarge the amount of this product consumption in everyday diet. Recently, this diet has become favourable resulting in reduction of the food cooking time.

In Latvia, by developing a commercial fruit growing and increasing fruit production amount, one of the possible fruit processing ways could be a fresh fruit salad production using the local raw material thus allowing to use rationally the obtained fruit harvest and expand variety of fruit products in commercial network as well as in public catering enterprises.

Apples must meet certain quality requirements: firm and dense flesh consistence, high content of soluble solids, balanced flavour properties, and appropriate ripeness degree. Each region has its own apple cultivars which differ by their quality parameters. A correct selection of apple variety grown in Latvia might ensure a fresh-cut apple salad product of high quality.

When processing apples into different products, peeling and cutting them, fruit particles become brown quickly. Browning is caused by enzymes present in fruit – polyphenoloxidase – which is possible to prevent applying various product processing technologies and anti-browning agents. Fresh-cut fruit salad browning, which causes changes of appearance of the cut fruit pieces, is one of the basic problems to be solved in order to preserve the fruit nutritive value during the processing and selling of the product.

Packaging has an important role in the process of fresh fruit salad production, storage, distribution, and marketing.

The packaging industry has developed innovative packaging materials for fresh-cut fruit product packaging to ensure appropriate quality of fresh-cut fruit

salad during the shelf life. To make sure that the new packaging technology is economic for fresh-cut fruit salad packaging, every new packaging material and technology should be inspected in each enterprise individually, and technological parameters should be determined for the storage and shelf life expiration term inspection of the product.

The survey of the situation allows formulating the **hypothesis of the doctoral thesis** – some commercial apple cultivars grown in Latvia, effective browning inhibitors and appropriate packaging ensure good sensory properties and elevated nutritive value for fresh-cut fruit salads at a reasonable market price.

Object of the research – apple cultivars commercially grown in Latvia: Antey, Alesya, Auksis, Belorusskoye Malinovoye, Korichnoye Novoye, Kavalenkovskoye, Orlyk, Saltanat, Sinap Orlovsky, Zarya Alatau, and cut apples and fruit salads.

To prove the hypothesis, the **aim** of the thesis is to evaluate the suitability of commercial apple cultivar grown in Latvia and anti-browning agents for fresh-cut fruit salad production and a proper selection of packaging for quality preservation.

To reach the aim of the research, the following **objectives** have been advanced:

- determine physical, chemical and sensory parameters of apple cultivars commercially grown in Latvia;
- evaluate the content of biologically active substances and activity of enzymes – polyphenoloxidase and peroxidase – in apples;
- carry out the integrated quality evaluation of the analyzed apple cultivars selecting the best ones for fruit salad production;
- evaluate the effect of different browning inhibitors on the cut apple physical properties, changes of biologically active substance content in apples and microbiological parameters during storage;
- evaluate the effect of anti-browning treatment on the cut apple sensory properties and their changes during storage;
- estimate the content of biologically active substances and activity of antioxidants in fruit salads;
- determine the changes of physical, chemical and microbiological parameters of fresh-cut apple salads packaged in some conventional and biodegradable packaging materials during storage;
- “predict” production costs of fresh fruit salads.

The hypothesis of the research is proved by the following **theses**:

- the quality integrated evaluation of different apple cultivars, based on the apple physical, chemical and sensory parameters, substantiates selection of more suitable apple varieties for fresh-cut fruit salad production;
- selection of effective browning inhibitors ensures the fresh fruit salad quality;
- frozen berries in the recipes of fresh fruit salads diversify their assortment and enhance their nutritive value;
- the selected packaging influences the fresh fruit salad quality during the storage time;
- the calculated retail price for fresh fruit salads is competitive with other market price of similar products.

Research novelty and scientific importance

1. Most suitable apple cultivars commercially grown in Latvia for fresh fruit salad production have been estimated.
2. Antioxidant *NatureSeal® AS5* and 20% natural fruit juice water solution have been approved as effective apple anti-browning agents.
3. New apple processing products – fresh fruit salads – have been developed.
4. Selected the best packaging material for fruit salad storage; determined most suitable biologically degradable materials for fresh fruit salad packaging.

Research economic significance

1. Production of fresh fruit salads enables gardeners to use apples obtained in Latvian commercial gardens more rational, and at the same time to expand variety of fruit products offered on the local market.
2. The obtained data of chemical composition of apples and apple salads supplement the content of Latvian foodstuff database (available: www.partikasdb.lv/partikas-sastava-datubaze/par-datubazi/).
3. Selection of most suitable apple cultivars, recommended cut fruit anti-browning agents and experimentally approved packaging materials will enable producers in Latvia to start production of a new product more successfully.

APPROBATION OF THE SCIENTIFIC WORK

Research results have been reported at 11 international scientific, scientific and practical conferences, congresses and symposia in Latvia, Estonia, France, Rumania, Serbia, Italy and Lithuania, as well as at the International Food Exhibition *Riga Food 2012*, harvest festival *Vecauce 2012*, and practical seminar in Dobeles.

1. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Juhneveica K., Heidemane G. The evaluation of sensory physical and chemical properties of pears grown in Latvia. The 16th International Scientific Conference *Research for Rural Development 2010*. Jelgava, Latvia, May 19–21, 2010 (oral presentation).
2. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Kviesis J., Juhneveica J. Quality changes of fresh cut pear slices after freezing depending on the used inhibitors. The 5th Baltic Food Science and Technology Conference *Foodbalt-2010*. Tallinn, Estonia, 29–30 October 2010 (poster presentation).
3. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Suraka V. The practical and theoretical investigations of the quality changes in fresh pear salad depending on the storage time and inhibitors. The 6th International CIGR Technical Symposium *Towards a Sustainable Food Chain*. Nante, France, 18–21 April 2011 (poster presentation).
4. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Aboltins A., Juhneveica K. Effect of different combinations of anti-browning substances on fresh-cut pear slice quality. The 6th International Scientific Conference *Food Balt 2011*. Jelgava, Latvia, 5–6 May 2011 (poster presentation).
5. Krasnova I., Karklina D., Seglina D., Juhneveica K., Kviesis J. Assessment of apple cultivar quality and selection of the most suitable apple cultivars for fresh-cut salad production. International Scientific Conference of Latvia University of Agriculture *Research for Rural Development 2011*. Jelgava, Latvia, 18–20 May 2011 (oral presentation).
6. Krasnova I., Seglina D., Kviesis J., Karklina D. Polyphenolic, Vitamin C and Sugar Profile of Apple Cultivars Grown in Latvia. Second Balkan Symposium on Fruit Growing, Fruit quality, Health and Environment. Pitesti, Rumania, 5–7 September 2011 (poster presentation).
7. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Juhneveica K. Quality maintenance of fresh-cut apple salad using different anti-browning agents. II International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce: *Convenience Food for a Tasteful Life*. Turina, Italy, 17–21 July 2011 (poster presentation).
8. Krasnova I., Suraka V., Seglina D., Karklina D. Quality of fresh cut pear slices treated by different combinations of antibrowning inhibitors. The 3rd International Conference on Laboratory Diagnostics in Veterinary Medicine, Food and Environmental Safety. Rīga, Latvia, 15–16 September 2011 (poster presentation).
9. Krasnova I., Seglina D., Karklina D., Juhneveica K., Gailite I. Effect of different antibrowning agents on microbiology of the fresh-cut fruit during storage. The 7th Baltic Food science and Technology Conference *Foodbalt-2012*. Kaunas, Lithuania, 17–18 May 2012 (poster presentation).

10. Krasnova I., Seglina D., Juhneva K., Karklina D. The effect of browning inhibitors treatment on the microbiology of fresh-cut apple salad. Central European Congress on Food. *CE Food 2012*. Novi Sad, Serbia, 23–26 May 2012 (poster presentation).
11. Krasnova I., Seglina D., Mišina I., Karklina D. Effects of anti-browning treatments on the storage quality of fresh-cut pears. The 2nd International Scientific Conference *Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product*. Riga, Latvia, 22–24 August 2012 (poster presentation).
12. Practical seminar *Fresh fruit salads and their production opportunities*. Adult Education and Support Center, Dobele, Latvia, 29 August 2012 (oral presentation).
13. International Food Exhibition *Riga Food 2012*. Riga, Latvia, 5–8 September 2012 (poster presentation).
14. Krasnova I. Quality evaluation of pear autumn varieties. Harvest Festival *Vecauce-2012: Studiess. Science. Prattice*. Scientific seminar. 1 November 2012.

Research results are summarized and published in seven reviewed scientific publications and in a monograph:

1. Krasnova I., Karklina D., Juhneva K., Heidmane G. (2010) The evaluation of sensory physical and chemical properties of pears grown in Latvia. International Scientific Conference Proceedings *Research for Rural Development*, pp. 145–151. (EBSCO; Academic Search Complete, CAB Abstracts).
2. Krasnova I., Karklina D., Seglina D., Juhneva K., Kviesis J. (2011) Assessment of apple cultivar quality and selection of the most suitable apple cultivars for fresh cut salad production. International Scientific Conference Proceedings *Research for Rural Development*, pp. 126–133. (EBSCO; Academic Search Complete, CAB Abstracts).
3. Krasnova I., Aboltins A., Seglina D., Karklina D., Suraka V. (2011) Changes of vitamin C and polyphenols during the storage time in minimally processed pear salads with various anti-browning additions. 6th International CIGR Technical Symposium, Toward a Sustainable Food Chain-Food Process, Bioprocessing & Food quality management. Nantes: Oniris, Francija, CD formātā, pp. 118–121. (Scopus.)
4. Krasnova I., Dukalska L., Seglina D., Juhneva K., Sne E., Karklina D. (2012) Effect of Passive Modified Atmosphere in Different Packaging Materials on Fresh-Cut Mixed Fruit Salad Quality During Storage. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 67, pp. 1095–1104.
5. Krasnova I. (2012) Quality evaluation of pear autumn varieties. Harvest Festival *Vecauce-2012: Studies. Science. Prattice*. Proceedings of the Scientific Seminar, pp. 28–32.

- 6.Krasnova I., Seglina D., Kviesis J., Surikova V., Karklina D. (2013) Polyphenolic, vitamin C and sugar profile of apple cultivars grown in Latvia. Proceedings II Balkan Symposium on Fruit Growing, *Acta Horticulturae* 981, Vol.(1), pp. 613-619.
- 7.Krasnova I., Dukaļska L., Segliņa D., Misiņa I., Karkliņa D. (2013) Influence of anti-browning inhibitors and biodegradable packaging on the quality of fresh-cut pears.Proceedings of the Latvian Academy of sciences Vol.67, (2), 167-174.

Monograph

Augspole I., Krasnova I., Dukalska L., Rakcejeva T., Muizniece S., Šabovics M. Fresh fruit and vegetables in biologically degradable packaging. Progressive Packaging Technologies in Food Industry. Ed. Dukaļska L., Muizniece-Brasava S. Jelgava: LLU, 2012, pp. 163.–168.

Submitted for publication

Dukalska Lija, Ungure Eva, Krasnova Inta, Augspole Ingrida, Muizniece Brasava Sandra, Levkane Vita, Rakcejeva Tatjana. (2013) Evaluation of the influence of various biodegradable packaging materials on the quality and shelf life of different food products. LUA Proceedings. (*Submitted, reviewed, accepted for publication*).

MATERIALS AND METHODS

Research time and place

The research was carried out during the period from 2009 to 2012.

- In Experimental Processing and Biochemistry Laboratory, Fruit and Berries Experimental Processing Department, Latvian State Institute of Fruit Growing, chemical and physical analyses were carried out for the apple cultivars and fruit salads, experimental samples of fruit salads were developed; fruit salads were packaged.
- In Laboratory of Foodstuffs Sensory Evaluation, Department of Food Technology, Latvia University of Agriculture (LUA), sensory evaluation of fruit salads was carried out; in Laboratory of Food Analyses, dietary fiber was estimated for fruit salads.
- In Scientific Institute of Food Safety, Animal Health and Environment *BIOR*, microbiological analyses of fruit salads were carried out and water activity was determined.

Materials used for the research

Apple (*Malus domestica*) cultivars grown commercially in Latvia: Alesya, Antey, Auksis, Belorusskoye Malinovoye, Korichnoye Novoye, Kovalenkovskoye, Orlik, Saltanat, Sinap Orlovsky, Zarya Alatau.

Pears (*Pyrus communis*) cultivar Suvenir.

Natural juices: sea buckthorn, white currants, Japanese quinces.

Anti-browning substance *NatureSeal® AS5*.

Frozen berries for experimental samples of fruit salads: blackcurrant (*Ribes nigrum* L), strawberries (*Fragaria* ^x *ananassa*), large cranberries (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L).

Packaging materials

Polypropylene boxes (PP) with a PP flip-off cap, *DuniFORM* PP boxes, humidity absorbents *LinPac* PS (polystirol). Conventional polymer films: *Amcor Agrifresh*, *BOPP Propafilm™ P2GAF*. Biodegradable *INNOVIA NatureFlex™ NVS* and *VC999 BioPack PLA* films.

NatureFlex™ NVS INNOVIA and *VC999 BioPack PLAS* with SiO₂ coating and with improved barrier properties due to different melting temperatures are impossible to seal to PP containers; therefore, bags were prepared of these films, where *DuniFORM* PP boxes with fruit salad were placed, and then the bags were hermetically sealed.

DuniFORM PP boxes with fruit salad were hermetically sealed with *Amcor Agrifresh* and *BOPP Propafresh™ P2GAF* film. As a control packaging, polypropylene (PP) boxes with a flip-off caps were used. As one of the active packaging types, humidity absorbent *LinPack* PS (polystirol) was used from which a humidity absorbing sheet was prepared (138 x 98 mm), and then placed into PP boxes.

Structure of the research

At the first stage of the investigation, the object of the research is apple cultivars commercially grown in Latvia, which are analyzed to determine the most suitable apple variety for fruit salad production. At the second stage, anti-browning agents are investigated to determine which of them is the most effective for the colour maintenance of cut apple flesh. At the third stage, a recipe of fruit salads is worked out and fruit salad types are investigated, their chemical composition and sensory parameters are established. At the fourth stage, the quality of fruit salads packaged in conventional and biodegradable – environmentally friendly – packaging materials are studied in order to determine shelf life (see Fig. 1).

Quality evaluation of the investigated apple cultivars for fruit salad production

The following apple cultivars Alesya, Auksis, Belorusskoye Malinovoye, Korichnoye Novoye, Kavalenkovskoye, Orlyk, Saltanat, Sinap Orlovsky, Zarya Alatau of 2010 and 2011 harvest were analyzed according to the research scheme (Fig.2).

In order to substantiate scientifically the selected most suitable apple cultivars for fruit salad production, integrated evaluation was carried out. In the integrated evaluation, the analyzed qualities of apple varieties were divided into three groups: parameters of chemical composition, physical and sensory properties. The sensory evaluation parameters group was allocated the highest contribution coefficient ($\omega_1 = 0.34$) because these parameters are significant for apple evaluation and influence the fruit salad quality and appearance. Within the sensory evaluation parameter group, hedonic evaluation was allocated the highest contribution coefficient ($\omega_1 = 0.3$). The physical parameter group was allocated contribution coefficient $\omega_1 = 0.33$. Within this group, the highest contribution coefficient ($\omega_1 = 0.3$) was allocated to firmness and browning index. For the chemical composition parameters the allocated contribution coefficient was $\omega_1 = 0.33$. Within this group, the highest contribution coefficient was allocated to antioxidant activity and vitamin C content ($\omega_1 = 0.2$).

For salads, fruit flesh was used; therefore, after integrated evaluation, the chemical composition of apple flesh of most suitable varieties was determined (see Fig. 2). Prior to analysis, apples were stored in storage for six months at temperature $+4 \pm 0.5$ °C, relative air humidity 90%.

Evaluation of anti-browning agents for cut apples

For prevention of apple flesh browning, the following anti-browning agents were tested: Japanese quince, white currant and sea buckthorn natural juice/water 20% dilution, and 4% and 5% *NatureSeal® AS5* water solution. Anti-browning treatment scheme is shown in Figure 3. After anti-browning treatment the cut apple pieces were packaged in polypropylene boxes (PP) in air ambience by 220 ± 10 g and stored in refrigerator at temperature $+4 \pm 5$ °C, but on day 0, 3, 6, 9 and 12, the effect of applied anti-browning agents on the cut fruit quality was determined.

Development of fruit salad recipes and quality evaluation

A technological scheme for fresh fruit salad production was worked out indicating the needed parameters of technological operations (Fig. 4).

Basic components of fresh fruit salads are 80% of peeled, cut into pieces apples and 20% of peeled, cut into pieces pears. Fresh fruit salads with thawed frozen berries (sea buckthorn, blackcurrants, strawberries and cranberries) contain 80% of basic components and 20% of frozen berries.

There are five recipes of fresh fruit salads developed: apple/pear fruit salad and fruit salads with sea buckthorns, blackcurrants, cranberries and strawberries. All types of salads were chemically analyzed and sensory evaluated.

Shelf life evaluation of fruit salads in different packaging materials

Fruit salads were packaged in *DuniForm* polypropylene (PP) boxes by $170 \pm 10\text{g}$ and in traditional PP boxes used in trade by $220 \pm 10\text{g}$ in air ambience as it is shown in Figure 5.

The packaged samples were stored in refrigerator for 10 days at temperature $+4 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. In the headspace of the packaging, the gas content (O_2 and CO_2 concentration) and colour of salad surface were determined, as well as chemical, microbiological and sensory analyses were performed during the storage time.

Determination methods of physical and chemical parameters

Determination methods of physical and chemical parameters are summarized in Table 1. Physical and chemical analyses were performed in apples with skin and separately in apple flesh. The cut fruit and fruit salads were analyzed immediately after anti-browning treatment and in different packaging during storage.

Methods applied for determination of microbiological parameters

Mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganism (MAFAM) colony forming units (CFU) were determined in compliance with the standard LVS EN4833:2003, yeasts – in compliance with the standard ISO 21527-2:2008, *Pseudomonas* spp. – in compliance with the standard LVS EN ISO 12527-2:2008, lactic acid bacteria – in compliance with the standard ISO 9332:2003.

Methods of sensory analyses

The intensity of sensory properties of apples and fruit salads were evaluated by using a line scale, but for determination of the degree of liking a hedonic scale was used (ISO 4121:2003). For determination of the cut fruit characteristic features after anti-browning treatment a five-stage scale was applied (ISO 4121:2003).

Twenty-five trained experts participated in evaluation of liking degree and intensity of sensory properties of apples and cut fruit after anti-browning treatment.

The degree of liking of fruit salads after adding frozen berries was determined by using a hedonic scale. Evaluation was carried out at the LUA, and 81 trained experts participated in it. In order to find out the potential consumers' opinion about fruit salads, the sensory evaluation was carried out

during the International Food Exhibition *Riga Food 2012*. There were 225 participants of sensory evaluation. A questionnaire was prepared in which there were included questions dealing with the optimum volume of the fruit salad package.

The integrated evaluation

The most suitable apple cultivars were established by integrated evaluation method according to the quality complex allocating within the group the contribution coefficient for each group and for each quality (Мартинов, 1987).

The integrated evaluation value (IT) characterizes deviations from the optimum ones of the particular cultivar therefore the least value of integrated evaluation corresponds to the best cultivar that suits best for fruit salad production. By the value of integrated evaluation, as most suitable cultivars are considered those the IT of which is less than arithmetic mean value of integrated evaluation and standard deviation difference ($IT_{vid} - S$).

The experimentally obtained data were mathematically processed applying mathematical statistical methods Microsoft Excel for Windows 7.0 and SPSS program packet15. The mean arithmetic value and standard deviation were calculated for the obtained results. For data interpretation, a one-way and two-way variance analyses (ANOVA) were performed and *General Linear Model* (GLM) and the smallest quadrate method was used. *Scheffe* criterion was used for establishing differences between samples. Results of sensory evaluation were analyzed by statistical methods: two-way variance analysis, Tukey's and Friedman's test. For assessment of more important results of sensory properties the hierarchy analysis method was applied (AHP – *The Analytic Hierarchy Process*). Correlation between variables of the analyzed parameters was determined applying regression and correlation analysis. If the correlation between variables is linear, the determination coefficient agrees with the correlation coefficient: R^2 equals r^2 . If the value of correlation coefficient is $0.5 \leq |r| \leq 0.8$, there is a medium close linear agreement between the analyzed variables. If $|r| > 0.8$, there is a close linear agreement between the analyzed variables (Arhipova, Băliņa, 2006).

RESULTS AND DISCUSSION

The apple mass, diameter and firmness differed significantly between the cultivars ($p = 0.002$, $n = 10$). The **apple firmness** is an important quality parameter that should be taken into account to determine the harvesting time. The way of uses of apples is dependent on their firmness: immediate fresh eating, processing or long term storage. Evaluating a two-year results, a significantly less firmness ($p < 0.05$, $n = 10$) was in Kovalenkovskoye

cultivar apples (8.4 N) (Table 2). Apples of this variety were most ripened at the moment of analysis, the ripeness index was 0.19 and the ripeness degree by starch-iodine test was 8.2. The highest firmness was in Antey (15.4 N) and Sinap Orlovsky (15.4 N) varieties of apples. The ripeness index and ripeness degree was lower (0.16 and 0.17; starch-iodine test 6.0 and 5.5, respectively). Components of the **apple flesh colour** in analyzed varieties differed significantly ($p < 0.05$, $n = 20$). Kovalenkovskoye variety apples had the lightest flesh colour – colour component L^* value was 81.11; b^* 15.68, but the darkest flesh had Auksis – L^* 76.83 and b^* 22.53. The apple flesh browning intensity is indicated by the value of browning index (BI). The highest BI had Auksis (44.22) and Sinap Orlovsky (25.66) variety apples. BI in apple cultivars is shown in Figure 6.

Chemical composition parameters of apple cultivars are presented in Table 3. Sugars and organic acids present in apples are most important substances responsible for the well-balanced flavour. The parameters of chemical composition of apple cultivars in analyzed apples differed significantly ($p = 0.000$). The lowest total acidity content of Kovalenkovskoye variety apples was 0.15%, but that of Sinap Orlovsky variety apples four times higher 0.64%. The highest soluble solid content was determined in Auksis (13.12 °Brix) and Zarya Alatau variety fruit (12.9 Brix°).

The highest total sugar content was in apples of Zarya Alatau cultivar (12.17g/100g⁻¹), but the lowest – in Belorusskoye Malinovoye (8.13g/100g⁻¹). Evaluation of the soluble solids and acid ratio in the analyzed apples showed that more pleasant and well-balanced flavour had Alesya, Antey, Auksis, Korichnoye Novoye, Sinap Orlovsky and Belorusskoye Malinovoye fruit in which the dry matter and acid ratio was 10:20.

Vitamin C (ascorbic acid) in fruit is an important component which possesses anti-oxidative qualities. The vitamin C content in the analyzed apples was 10.6–18.4mg/100g⁻¹. **Phenolic compounds** are strong anti-oxidants, which refer to the largest part of anti-oxidant activity. The highest total phenol content was in Antey variety apples (129.41mg/100g⁻¹) and the lowest – in Korichnoye Novoye cultivar apples (46.44mg/100g⁻¹). The **content of flavanols** in apples was 18.79–67.20mg/100g⁻¹. The typical and different flavour nuances of various fruit varieties are made by phenolic compounds: catechines and proanthocyanidin (tannins) that determine the specific flavour of the cultivar. The highest content of tannins, catechines (2.9 and 44.5mg/100g⁻¹) and chloregenic acid (117.56mg/kg⁻¹) content was in Antey apples, rutin content (11.64mg/kg⁻¹) – in Sinap Orlovsky, caffeic acid content (0.62 mg/kg⁻¹) – in Belorusskoye Malinovoye variety apples.

Apples contain enzymes **polyphenol oxidases** (PPO) and **polyphenol peroxidases** (POD), which are released from the fruit cells, causing browning of the flesh surface. The lowest PPO activity was established in early winter

cultivars Kovalenkovskoye ($1.4 \text{ units g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) and Korichnoye Novoye apples ($1.49 \text{ units g}^{-1} \text{ min}^{-1}$), but the highest PPO activity – in late winter cultivar Sinap Orlovsky apples ($4.32 \text{ units g}^{-1} \text{ min}^{-1}$). According to statistical data, a medium close correlation was established for phenolic content ($r = 0.487$) and for flavanol content ($r = 0.492$) with PPO activity in apples. The highest POD content ($2.83 \text{ units g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) was in Korichnoye Novoye variety apples, but the lowest ($1.40 \text{ units g}^{-1} \text{ min}^{-1}$) – in Kovalenkovskoye apples.

Phloridzin and phloretin are strong antioxidants. Phloridzin, phloretin and 2-O-D-xiloglucoside content in the examined apples was significantly different. The obtained results show evidence that the smallest phloridzin content (4.03 mg/kg^{-1}) was in Belorusskoye Malinovoye cultivar apples, but the highest (14.05 mg/kg^{-1}) – in Alesya variety apples. In turn, 2-O-D-xiloglucoside content in the examined apples was $1.41\text{--}10.17 \text{ mg/kg}^{-1}$.

In the examined apples, the highest **anti-oxidant activity** (AOA) by DPPH was in apples of Sinap Orlovsky cultivar ($408.37 \text{ mmol TE/100g}^{-1}$), but by FRAP – in Antey apples ($16.00 \text{ mmol TE/100g}^{-1}$). In turn, the smallest AOA by DPPH was in Korichnoye Novoye apples ($194.65 \text{ mmol TE 100g}^{-1}$) while by FRAP – in Saltanat apples ($5.04 \text{ mmol TE/100g}^{-1}$). According to statistical data, AOA by FRAP had a close correlation with vitamin C content ($r = 0.703$), flavanol content ($r = 0.803$), tannin content ($r = 0.794$) and epicatechin content ($r = 0.814$). AOA by DPPH closely correlated with total phenols ($r = 0.566$), chlorogenic acid ($r = 0.538$) and phloridzin ($r = 0.427$). For fruit salads, apples with the highest AOA should be used.

The **sensory evaluation** was carried out to find the most suitable apples by their flavour properties for fruit salad production. Experts have recognized that the best apple varieties are Sinap Orlovsky, Auksis and Antey; results of evaluation are 6.89, 6.7 and 6.4 points, respectively (see Fig. 7).

Using integrated evaluation (IT) most suitable analyzed apple varieties were determined for fresh fruit salad production. The least IT value indicates that apple cultivars Korichnoye Novoye (118) and Antey (124) were most suitable for fresh fruit salad production (Figure 8). The obtained IT results show that other apple varieties also could be used for production of fresh fruit salads the IT value of which was within the range of average IT evaluation 125-166; these were Auksis, Sinap Orlovsky and Zarya Alatau. According to the sensory evaluation apples of these cultivars were considered as suitable for fresh fruit salad production. Furthermore, the activity of anti-oxidants was high ($381\text{--}408.4 \text{ mmol/100g}^{-1}$) and flesh firmness was adequate to salad production ($14.4\text{--}16.4 \text{ N}$). In turn, Kovalenkovskoye variety by IT evaluation did not fit to fruit salad production (it was outside the range of average IT evaluation). The flesh texture of these apples and sensory properties were estimated as

unsuitable. For fresh fruit salad production, most suitable apple variety was accepted Korichnoye Novoye – a typical fruit firmness 13.7 N, total acid content 0.61%, polyphenol oxidase 2.2 units $\text{g}^{-1}/\text{min}^{-1}$, total phenol content 46.4mg/100g $^{-1}$, vitamin C content 14.2mg/100g $^{-1}$ and whiteness index 72.4. Second suitable apple cultivar was Antey with fruit firmness 14.4 N, total acid content 0.7% and whiteness index 70.4.

The amount of biologically active compounds was different in both apples of various cultivars and their components. Analyzing the chemical composition of apple flesh in five cultivars – Korichnoye Novoye, Auksis, Antey, Sinap Orlovsky, Zarya Alatau, it differed significantly between the cultivars ($p < 0.05$). Biologically active substance content was reduced on average by 45% in comparison with unpeeled apple chemical composition. The inquired respondents gave preference to fresh fruit salads made of peeled fruit.

Anti-browning treatment of fresh cut apples

Antey apples, chosen for salad preparation, were peeled, cut into pieces and treated for browning. For anti-browning treatment of the fresh-cut apples the following inhibitors were evaluated: 20% juice/water dilution of sea buckthorn, white currants, and Japanese quinces, as well as *NatureSeal® AS5* 4% and 5% water solution. The obtained results allow drawing a conclusion that treatment with 5% *NatureSeal® AS5* solution prevents the cut fruit browning to 12 days. Furthermore, treatment with this substance showed a positive effect on the quality of fresh-cut apples and preservation of biologically active compounds. At the end of the storage, activity of anti-oxidants in the cut apple samples after treatment with 5% *NatureSeal® AS5* solution was on average by 70% higher compared to the control sample. The dynamics of total phenol content and anti-oxidant activity in fresh-cut apples after anti-browning treatment during the storage period is shown in Figure 9.

Treatment of apple pieces with *NatureSeal® AS5*, compared to that of control sample, significantly increases vitamin C content (7.4 and 20.34mg/100g $^{-1}$, respectively) and total phenol content (34.4 and 138.15mg/100g $^{-1}$, respectively) and anti-oxidant activity (DPPH, 5.87 and 18.09mg TE/100g $^{-1}$), $p = 0.00$. Treatment with 20% juice/water dilution of Japanese quinces, sea buckthorn and white currants prevented browning and increased the total phenol content in the cut fruit during the first three days, but at the end of storage the surface colour became darker and anti-oxidant activity decreased significantly ($p < 0.05$).

The number of MAFAM in the cut apples of control sample and after anti-browning treatment with 20% juice/water dilution of sea buckthorn on day 9 of storage exceeded criteria recommended by Food and Veterinary Service (FVS) ($N_{\text{max}} = \leq 10^5$ CFU/g $^{-1}$; Marčenkova, 2010); while the cut apples after treatment with 20% juice/water dilution of white currants were

rotten and were not analyzed (Fig.10). At the end of the storage time, the number of MAFAM CFU in cut apples after treatment with 20% juice/water dilution of sea buckthorn and 4% and 5% *NatureSeal® AS5* did not exceed recommended norms of microbiological contamination.

After treatment of the cut apples with 20% of sea buckthorn juice/water dilution and after treatment with 4% and 5% *NatureSeal® AS5* solution, in comparison with that of control sample, the number of microorganisms (yeasts, lactic acid bacteria and *Pseudomonas* spp.) CFU g⁻¹ was significantly lower ($p = 0.00$).

Summarizing results of hedonic evaluation, it was established that estimators had estimated samples within the range from *like very much* to *medium dislike*. On the first day of investigation, the highest estimation received control sample (estimation 7.8) and sample treated with 5% *NatureSeal® AS5* solution (estimation 7.0). During the storage time, the fruit quality properties decreased significantly ($p = 0.00$), and on day 6, experts liked best of all the cut apples treated with 5% *NatureSeal® AS5* solution (estimation 5.2), but apples treated with 20% sea buckthorn juice/water dilution experts liked less (estimation 3.3). Evaluating the intensity of sensory properties by a five-stage scale, the estimators liked best of all the cut apple colour and firmness after treatment with 5% *NatureSeal® AS5* solution (estimation 3.95 and 3.37, respectively), flavour and aroma after treatment with 4% *NatureSeal® AS5* solution (estimation 2.32) and aroma after treatment with 20% sea buckthorn juice/water dilution (estimation 2.37).

Fruit salads

Under laboratory conditions, complying with developed recipes fruit salads were evaluated to estimate the optimum composition of fresh fruit and frozen berries. The studies show that the optimum ratios of basic components of fresh fruit salads were as follows: apples 80% and pears 20%. Fruit salad with frozen berries contained 80% of basic components and 20% of frozen berries.

Addition of frozen berries to fruit salads had changed not only the appearance and flavour properties but had also increased their nutritional value.

Supplementing fruit salad with thawed previously frozen berries, the total acid content in fruit salad was within the range from 0.17 to 0.34%. The soluble solids did not change significantly after adding frozen berries. The sugar content in fruit salad was 12.0g/100g⁻¹, but after adding frozen berries that decreased a little to 10.2g/100g⁻¹. Fruit salad with frozen blackcurrants had higher content of vitamin C, total phenols, flavanols, tannins and anti-oxidant activity (Fig. 11). Addition of frozen blackcurrants to fruit salad also increased the content of fibers to 16.3%; in control salad sample that was only 13.7%.

According to the results of sensory evaluation of salads (consumers evaluated them in the exhibition *Riga Food 2012*) a conclusion can be drawn that consumers liked best salads with cranberries (7.54), they differed significantly from salad with strawberries (7.03) and fruit salad with sea buckthorn (7.0).

Summarizing results of hedonic evaluation of trained evaluators it was established that the fruit salad samples in regard to liking differed significantly ($p < 0.05$). The highest estimation was given to the control sample of fruit salad (6.9), but the lowest – fruit salad with blackcurrants.

A conclusion can be drawn by the results of a line scale evaluation that the evaluated fruit salads had a significantly different flavour ($p < 0.003$), appearance, sweetness and acidity ($p < 0.05$), but there was insignificant difference between the fruit salad consistence and juiciness ($p < 0.05$).

Quality evaluation of fruit salads during storage in different packaging materials

After four days of storage, in the headspace over the fruit salads in bags of biodegradable *VC999 BioPack PLA* film a constant gas composition set in (O_2 from 15.4 to 15.7%; CO_2 from 9.3 to 8.4%), but in *NatureFlex™ NVS INNOVIA* film bags a constant gas composition (O_2 from 14.7 to 13.7%; CO_2 from 14.7 to 14.5%) developed after six days of storage. The colour of fruit surface preserved best in conventional “breathable” polymer *Amtcor AgriFresh-US* film and *BOOPP Propafresh™* packaging (whiteness index 64.4 and 63.3, respectively). The least colour total difference ΔE^* after 10 days of storage was in packaging *Dunifform* boxes hermetically sealed by *BOOPP Propafresh™ P2GAF* film. The highest total acid content (0.46%) at the end of the storage time was determined in fruit salads packaged in *Dunifform* boxes hermetically sealed with “breathable” conventional polymer films (*Amtcor AgriFresh-US* and *BOOPPP film Propafresh™ P2GAF*) as well as placed into bags of biodegradable material *VC999 BioPack PLA film*. The salad texture during ten days of storage was least changed in packaging of biodegradable materials *VC999 BioPack PLA film* (from 19.2 ± 0.8 to 17.1 ± 0.5 N) and in *NatureFlex™ NVS INNOVIA film* (from 19.2 ± 1.0 to 16.3 ± 0.9 N). At the end of storage, the least PPO was in fruit salads packaged in *VC999 BioPack PLA film* – 2.46 units $g^{-1}/min\ g^{-1}$.

The growth of microorganisms in fresh fruit salads during the storage time was influenced by the packaging materials and their qualities ($p = 0.01$). After 10 days of storage at temperature +4 °C, the least number of MAFAM CFU, yeast cells as well as lactic acid bacteria and *Pseudomonas* spp. were found in salads packaged in *Dunifform* PP boxes placed into hermetically sealed bags of biodegradable materials *VC999 BioPack PLA film* and *VC999 BioPack PLA film*. Analyzing the number of MAFAM CFU in the investigated samples during the storage time it was evident that their number

did not exceed the Food and Veterinary Service recommended microbiological criteria ($N_{\max} \leq 10^5$ CFU/g⁻¹). Food salads at the end of the storage time, were estimated significantly higher ($p < 0.05$) packaged in *Amcor AgriFresh-US film* (6.6) and in *VC999 BioPack PLA* (6.4). Experts had estimated the consistence of fruit salads the highest in biodegradable materials *VC999 BioPack PLA* and *NatureFlex™ NVS INNOVIA film* packaging, but the lowest – control samples in boxes of PP packaging with flip-off caps both with and without a humidity absorbent.

Prime cost of fruit salads

The major part of the salad production costs makes the basic raw material (apples, pears) which are changing depending on the market price. Prime cost of 120g of fruit salad in polypropylene packaging has been calculated: fruit salads without additives cost 0.40 LVL, but fruit salads with frozen berries – up to 0.51 LVL. The above mentioned prices are competitive on the market and acceptable for the inquired respondents.

CONCLUSIONS

1. As most suitable varieties of apples for fresh fruit salad production are accepted Korichnoye Novoye with fruit firmness 13.7 N, total acid content 0.61%, polyphenol oxidase activity 2.2 units g⁻¹/min⁻¹, total phenol content 46.4mg/100g⁻¹ and whiteness index 72.4, and the cultivar Antey with slightly lower characteristic features.
2. Comparing with unpeeled apple chemical composition, content of biologically active substances in the apple flesh used for salad preparation decreases by 45%.
3. As most effective anti-browning agent is considered 5% *NatureSeal® AS5* water solution that prevents browning of fresh-cut fruit to 12 days and compared to the control increases activity of anti-oxidants by 70%. Evaluating fresh fruit salad sensory parameters after anti-browning treatment, as the best are accepted samples treated with *NatureSeal® AS5* water solution.
4. After adding thawed frozen berries to the basic components of fresh fruit salad, the total phenol and vitamin C content, and anti-oxidant activity increase significantly.
5. Evaluating the packaging, significant changes of fruit salad colour is observed in packaging of polypropylene boxes with humidity absorbent and in control packaging (whiteness index (WI) 59.5 and 60.30). In turn, the conventional polymer packaging *Amcor AgriFresh-US film* and

BOOPP film *PropafreshTM* provide the least colour changes of fruit salad surface during the storage time (WI 64.41 and 63.45), but in biodegradable packaging a slightly greater colour changes are observed (WI 61.16 and 59.79).

6. The quality of fresh fruit salads is best provided by biodegradable material *VC999 BioPack PLA* and conventional polymer *BOOPP film PropafreshTM* packaging where the lowest ($p < 0.001$) MAFAM is established not exceeding the permissible CFU $\text{g}^{-1} \leq 10^5$ number in fruit salads during ten days of the storage time. In packaging *Amcor AgriFresh-US* film, *NatureFlexTM NVS INNOVIA* film and in polypropylene boxes with and without a humidity absorbent MAFAM CFU g^{-1} in fruit salads do not exceed the stated limit.
7. The prime cost of fresh fruit salads in polypropylene packaging (120g) without frozen berries is 0.45 LVL, but with frozen berries – from 0.40 to 0.51 LVL.
8. The hypothesis advanced in the research has proved to be true: apples of some cultivars commercially grown in Latvia, effective anti-browning agents and a suitable packaging provide good sensory properties and increase nutritional value in fruit salads at a reasonable market price.

