

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
Pārtikas tehnoloģijas fakultāte  
Pārtikas tehnoloģijas katedra



Mg.sc.ing. **Liene Ozola**

**Promocijas darbs**

**ĪPAŠIEM MEDICĪNISKIEM NOLŪKIEM PAREDZĒTAS PĀRTIKAS IZSTRĀDE**

***DEVELOPMENT OF FOOD PRODUCTS FOR SPECIAL MEDICAL PURPOSES***

zinātnes doktora grāda (Ph.D.) iegūšanai  
pārtikas un dzērienu tehnoloģijās

Promocijas darba vadītājs  
Dr.sc.ing. Solvita Kampuse

\_\_\_\_\_

Promocijas darba autors

\_\_\_\_\_

Jelgava  
2021

## ANOTĀCIJA

Uzturvielām pilnvērtīgu produktu lietošanai ikdienā ir būtiska nozīme ķermeņa optimālu funkciju nodrošināšanā. Īpaši svarīgi to ir ievērot maziem bērniem, senioriem un cilvēkiem ar veselības traucējumiem, jo tās tiek uzskatītas par mazāk pasargātajām cilvēku grupām. Veselības stāvoklis, vecums, cilvēka sociālais un psiholoģiskais stāvoklis ir tikai daži faktori, kas nosaka īpašu uztura terapijas formu izvēli, lai optimāli sekmētu atveseļošanās procesu, veicinātu organisma vispārējās enerģijas atjaunošanos un iespēju robežās tā fizioloģisko funkciju veikšanu, kā arī kopumā uzlabotu cilvēka dzīves kvalitāti.

Promocijas darba „**Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētas pārtikas izstrāde**” pētniecības darbs veikts no 2016. gada novembra līdz 2021. gada aprīlim. Pētījumi veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes laboratorijās, Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta laboratorijā, SIA „FANEKS” laboratorijā, Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta BIOR laboratorijā un Dabīgas pārtikas ražotnē SIA „KEEFA”.

**Promocijas darba mērķis** ir izstrādāt pārtikas produktus no augu un dzīvnieku valsts izejvielām cilvēkiem ar īpašas diētas nepieciešamību.

**Pētnieciskā hipotēze:** izmantojot dabīgas izcelsmes augu un dzīvnieku valsts izejvielas, ir iespējams izstrādāt produktus, kas nodrošina rekomendētās uzturvielas īpašas diētas produktos.

Balstoties uz darba mērķi un izvirzīto pētījuma hipotēzi, veicami sekojoši **pētnieciskie uzdevumi:**

1. izstrādāt caur zondi lietojamu enterālo produktu receptūras no augu un dzīvnieku valsts izejvielām;
2. izstrādāt modificētas struktūras produktu receptūras no augu un dzīvnieku valsts izejvielām;
3. izstrādāt jaunizveidoto produktu ražošanas tehnoloģijas, kas maksimāli nodrošinātu to uzturvērtības saglabāšanos;
4. pārbaudīt un izvērtēt izvēlēto tehnoloģiju ietekmi uz produktu kvalitāti un uzglabāšanas laiku;
5. izvērtēt izstrādāto modificētas struktūras produktu sagremojamību *in vitro* apstākļos.

**Promocijas darbs sastāv** no trijām nodaļām.

**1. nodaļā** apskatīta informācija par īpašiem medicīniskiem nolūkiem piemērotas pārtikas ražošanas pamatprincipiem un komerciāli pieejamajiem produktiem, par biopieejamību, dažādu uztura sastāvdaļu nozīmi, augļu un dārzeņu bioķīmisko sastāvu un pētījumā izmantoto apstrādes tehnoloģiju raksturojumu.

**2. nodaļā** aprakstītas promocijas darbā izmantotās izejvielas, eksperimentu struktūra, analīžu metodes.

**3. nodaļā** sniegts pētījumā iegūto rezultātu apkopojums un diskusija, lai nonāktu pie secinājumiem par pētījumā izvirzīto hipotēzi un uzdevumiem. Nodaļā aprakstīta caur zondi lietojamo produktu receptūru un gatavošanas tehnoloģiju izstrāde, novērtējot augstspiediena un vakuuma vārīšanas ietekmi uz izstrādāto produktu kvalitāti, ja tos ražo no svaigām izejvielām vai pusfabrikātiem. Pasterizācijas un sterilizācijas, kā sekundārā apstrādes posma, izvērtējums, nekaitīga caur zondi lietojama enterālā produkta ieguvei. Apkopoti rezultāti par modificētas struktūras produktu receptūru un tehnoloģijas izstrādi laboratorijā un industriālā vidē, jaunizstrādāto produktu uzturvielu izvērtējums un industriāli sagatavoto produktu sagremojamības izpēte.

**Darba novitāte:**

- pirmo reizi Latvijā ir veikti pētījumi par caur zondi lietojamu enterālo produktu izstrādi uz augu un dzīvnieku valsts izejvielu bāzes;
- pirmo reizi Latvijā veikti pētījumi par modificētas struktūras produktu izstrādi uz augu un dzīvnieku valsts izejvielu bāzes un šo produktu pārnesi pārtikas ražotnē.

**Darba tautsaimnieciskā nozīme:**

- īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētu produktu izstrāde Latvijā varētu palīdzēt attīstīt pārstrādes rūpniecību un lauksaimniecību, nodrošinot jaunas darba vietas un stimulējot ekonomiku;
- palīdzētu atvieglot situāciju valstī saistībā ar medicīnas un aprūpējošā personāla trūkumu un speciālās ēdināšanas nodrošinājumu medicīnas un aprūpes iestādēs;
- paplašinātu Latvijas tirgum pieejamo produktu klāstu ar reģionāli pazīstamām garšām, tādējādi arī uzlabojot pacientu dzīves kvalitāti.

Promocijas darba apjoms – 120 lappuses, ieskaitot 39 tabulas un 38 attēlus, 8 pielikumus. Darba izstrādē izmantoti 150 literatūras avoti.

Promocijas darba izstrāde līdzfinansēta no šādiem projektiem.

- Pētniecības programmas „Zinātniskās kapacitātes stiprināšana LLU”, projekta numurs: A05 – 06, „Īpašas diētas pārtikas produktu ar paaugstinātu biopieejamību izstrāde”.
- Projekta Nr.18-00-A01612-000006 „Inovatīvas ārstnieciskas pārtikas izstrāde malnutricijas/disfāģijas slimniekiem, radot jaunu, nacionāli nozīmīgu produktu ar augstu pievienoto vērtību”.

## ***ANNOTATION***

The daily use of nutritious products is essential for optimal body function. This is particularly important for young children, seniors and people with disabilities, as they are considered to be the most vulnerable groups. Health status, age, human social and psychological condition are just some of the factors that determine the choice of specific forms of nutritional therapies to optimally promote recovery, the body's overall energy recovery and, as far as possible, physiological functions and improve the quality of life.

The research work of the doctoral thesis “**Development of food products for special medical purposes**” was performed from November 2016 till April 2021. The research was performed in the laboratories of the Faculty of Food Technology of the Latvia University of Life Sciences and Technologies, in the laboratory of the Institute of Biology of University of Latvia, in the laboratory of FANEKS Ltd., in the Institute of Food Safety, Animal Health and Environment, BIOR and Natural food developer KEEFA Ltd.

**The aim of the dissertation** is to develop food products from plant and animal origin raw materials for people with special dietary needs.

**Research hypothesis:** using natural plant and animal origin raw materials, it is possible to create products that provide the recommended nutrients in food for special medical purposes.

Based on the aim of the work and the proposed research hypothesis, the following **research tasks** should be performed:

1. to develop recipes for enteral tube feed products on the basis of plant and animal raw materials;
2. to develop recipes for texture modified products on the basis of plant and animal raw materials;
3. to develop the production technology of the newly created products, which would ensure the preservation of their nutritional value as much as possible;
4. examine and evaluate the impact of selected technologies on product quality and shelf life;
5. to evaluate the *in vitro* digestibility of the developed texture modified products.

**The doctoral thesis consists** of three chapters.

**Chapter 1** provides information on the basic principles and commercially available products for special medical purposes, on bioavailability, the role of different nutrients, the biochemical composition of fruits and vegetables and the characteristics of the processing technologies used in the study.

**Chapter 2** describes the raw materials used in the thesis, the structure of experiments, the methods of analysis.

**Chapter 3** provides a summary of the results obtained in the study and a discussion to achieve the conclusions according to the hypothesis and the tasks. The chapter describes the development of recipes and technologies for the preparation of enteral tube feed products, assessing the impact of high-pressure and vacuum cooking on the developed product quality if fresh raw materials and semi-finished products are used. The evaluation of pasteurisation and sterilisation as a secondary processing step to obtain a safe product. The results of the development of texture modified products in the laboratory and industrial environment, the evaluation of the nutrients in newly developed products and the evaluation of the digestibility of industrially prepared products are summarised.

**Novelty of the work:**

- for the first time in Latvia, research has been conducted on the development of enteral tube feed products from plant and animal raw materials;
- for the first time in Latvia, research has been carried out on the development of texture modified foods from plant and animal raw materials and the transfer of these products to industrial production.

**Economic significance of work:**

- the production of products for special medical purposes in Latvia could help to develop industry and agriculture, providing new jobs and stimulating the economy;
- help alleviate the situation in the country regarding the shortage of medical and nursing staff and the provision of special meals in medical and care institutions;
- expand the range of products available on the Latvian market with regionally known flavours, thus also improving the quality of life of patients.

The doctoral thesis is written in Latvian and its volume is 120 pages, including 39 tables, 38 figures and 8 appendices. For the research 150 information sources have been analysed.

The development of the dissertation was co-financed from the following projects.

- Research program 'Scientific Capacity Building LLU' project A05-06 'Development of special dietary foods with high bioavailability'.
- European Innovation Partnership for Agricultural Productivity and Sustainability Working Group Cooperation Project No 18-00-A01612-000006 'Development of medicinal food for patients of malnutrition/dysphagia, creating new, nationally significant product with a high added value'.

## Zinātniskā darba aprobācija / *Approbation of the scientific work*

**Pētījumu rezultāti apkopoti un publicēti** 7 zinātniskajos izdevumos, ieskaitot 5 publikācijas, kas indeksētas starptautiskās citēšanas datubāzēs SCOPUS un Web of Science, un par tiem ziņots 12 starptautiskajās konferencēs. / **The research results have been summarised and published in 7 scientific journals, including 5 publications indexed in the international citation databases SCOPUS and Web of Science, and reported at 12 international conferences.**

**Publikācijas, kas indeksētas starptautiskajā datu bāzē SCOPUS vai Web of Science / Publications indexed in international citation database SCOPUS or Web of Science.**

1. **Ozola L.**, Kampuse S. (2019) Mineral and bioactive compound content in plant-based protein-enriched purees. *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Jelgava: LLU, p. 149–153. DOI: 10.22616/FoodBalt.2019.020
2. Kampuse S., Kruma Z., Klava D., **Ozola L.**, Galoburda R., Straumite E. (2019) The evaluation of organically grown apple cultivars for special diet puree production. *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Jelgava: LLU, p. 143–148. DOI: 10.22616/FoodBalt.2019.014
3. Kampuse S., Tomson L., Klava D., **Ozola L.**, Galoburda R. (2019) The influence of processing and storage conditions on quality parameters of pumpkin puree. *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Jelgava: LLU, p. 137–142. DOI: 10.22616/FoodBalt.2019.013
4. **Ozola L.**, Kampuse S. (2017) The effect of vacuum cooking on enteral food made from fresh and semi-finished ingredients. *Research for Rural Development 2017: annual 23<sup>rd</sup> international scientific conference proceedings*, Latvija, Jelgava, Vol. 1, p. 208–214.
5. **Ozola L.**, Kampuse S., Galoburda R. (2017) The effect of high-pressure processing on enteral food made from fresh and semi-finished ingredients. *FoodBalt 2017: 11<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food Science and Technology in a Changing World”*, Latvija, Jelgava: LLU, p. 80–85. DOI:1022616/foodbalt.2017.008

**Publikācijas recenzētos zinātniskajos izdevumos / Publications in peer reviewed scientific issues:**

1. **Ozola L.**, Kampuse S. (2021) Content of bioactive and mineral compounds in enteral tube feed products made from plant-based ingredients. *Proceedings of Latvian Academy of Sciences, Section B. (Iesniegts/ Submitted)*
2. Kampuse S., **Ozola L.**, Kruma Z., Klava D., Galoburda R., Straumite E., Siksnā I. (2020) Nutritional composition of plant-based texture-modified foods for dysphagia patients. *Proceedings of Latvian Academy of Sciences, Section B. (Iesniegts/ Submitted)*

**Par rezultātiem ziņots** 12 starptautiskajās zinātniskajās konferencēs Latvijā, Lietuvā, Nīderlandē un Ungārijā, kā arī starptautiskajā pārtikas izstādē “Riga Food” 2017., 2018., 2019. un 2020. gadā, starptautiskajā medicīnas izstādē “Medbaltica” 2018. gadā. / **The results of the research work have been presented at 12 international scientific conferences in Latvia, Lithuania, the Netherlands and Hungary, as well as in the international food industry fair “Riga Food” in 2017, 2018, 2019, and 2020, international medical fair “Medbaltica” in 2018.**

1. **Ozola L.**, Kampuse S. (2020) Content of bioactive and mineral compounds in enteral tube feed products made from plant-based ingredients. *3rd International Conference “Nutrition and Health”*, Latvija, Rīga, 9.–11. decembris, 2020. (Mutisks referāts / *Oral presentation*), abstraktu krājums: Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, 2020. 69. lpp.
2. Kampuse S., **Ozola L.**, Kruma Z., Klava D., Galoburda R., Straumite E. (2020) Evaluation of plant-based texture-modified foods for dysphagia *3rd International Conference “Nutrition and Health”*, Latvija, Rīga, 9.–11. decembris, 2020. (Mutisks referāts / *Oral presentation*), abstraktu krājums: Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, 2020. 68. lpp.
3. Shengjuler D., Galoburda R., **Ozola L.**, Kampuse S. (2019) Rheological properties of protein improved plant-based purees for oro-pharyngeal dysphagia consumption. *EFFoST International*

- conference “Sustainable Food Systems – Performing by Connecting”, Roterdama, Nīderlande, 12.–14. novembris, 2019. (Stenda referāts / Poster presentation)
4. **Ozola L.**, Kampuse S. (2019) Mineral and bioactive compound content in plant-based protein-enriched purees. *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Latvija, Jelgava, 2.–3. maijs, 2019. (Mutisks referāts / Oral presentation), abstraktu krājums: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Jelgava, 2019. 38. lpp.
  5. Kampuse S., Tomsone L., Klava D., **Ozola L.**, Galoburda R. (2019) The influence of processing and storage conditions on quality parameters of pumpkin puree *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Latvija, Jelgava, 2.–3. maijs, 2019. (Stenda referāts / Poster presentation), abstraktu krājums: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Jelgava, 2019. 87. lpp.
  6. Kampuse S., Kruma Z., Klava D., **Ozola L.**, Galoburda R., Straumite E. (2019) The evaluation of organically grown apple cultivars for special diet puree production *Proceedings of 13<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food. Nutrition. Well-Being” and NEEFOOD 2019 5<sup>th</sup> North and East European Congress on Food*, Latvija, Jelgava, 2.–3. maijs, 2019. (Stenda referāts / Poster presentation), abstraktu krājums: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Jelgava, 2019. 88. lpp.
  7. **Ozola L.**, Kampuse S. (2018) The influence of thermal processing technologies on enteral food shelf-life. *International conference of young scientists „Young Scientists for Advance of Agriculture” Division of agricultural and forestry sciences of the Lithuanian Academy of Sciences*, Lietuva, Viļņa, 15. novembris, 2018. (Mutisks referāts / Oral presentation), abstraktu krājums: Division of agricultural and forestry sciences of the Lithuania Academy of Sciences, Viļņa, 2018. 43. lpp.
  8. **Ozola L.**, Kampuse S. (2017) The effect of vacuum cooking on enteral food made from fresh and semi-finished ingredients. *Research for Rural Development 2017: annual 23<sup>rd</sup> international scientific conference proceedings*, Latvija, Jelgava, 17.–19. maijs, 2017. (Mutisks referāts / Oral presentation), abstraktu krājums: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Jelgava, 2017. Vol.1, 208.–214. lpp.
  9. **Ozola L.**, Kampuse S. (2017) Vacuum cooking (cook-vidē) as a potential food processing method for obtaining microbiologically safe products. *International conference of young scientists „Young Scientists for Advance of Agriculture” Division of agricultural and forestry sciences of the Lithuanian Academy of Sciences*, Lietuva, Viļņa, 16. novembris, 2017. (Mutisks referāts / Oral presentation), abstraktu krājums: Lithuanian Academy of Sciences, Division of Agricultural and Forestry Sciences, Lietuva, Viļņa, 2017. 30. lpp.
  10. **Ozola L.**, Kampuse S., Galoburda R. (2017) The effect of high-pressure processing on enteral food made from fresh and semi-finished ingredients. *FoodBalt 2017: 11<sup>th</sup> Baltic conference on food science and technology „Food Science and Technology in a Changing World”*, Latvija, Jelgava, 27.–28. aprīlis, 2017 (Mutisks referāts / Oral presentation), abstraktu krājums: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Jelgava, 2017. 46. lpp.
  11. **Ozola L.**, Kampuse S. (2017) The evaluation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) puree (preliminary research) *EuroFoodChem XIX conference*, Budapest, Hungary, 4.–6. oktobris 2017. (Stenda referāts / Poster presentation), abstraktu krājums: European Association for Chemical and Molecular Sciences, Division of Food Chemistry, Budapest, 2017. 221. lpp.
  12. **Ozola L.**, Kampuse S., Tomsone L. (2017) The content of bioactive compounds in pumpkin purée prepared with different production technologies *4th North and East European Congress on Food*, Kauņa, Lietuva, 10.–13. septembris, 2017. (Stenda referāts / Poster presentation), abstraktu krājums: Kaunas University of Technology Science, Technology and Business Centre, 2017. 96. lpp.

# SATURS / CONTENT

<b>ANOTĀCIJA</b> .....	<b>2</b>
<b>ANNOTATION</b> .....	<b>4</b>
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA / <i>APPROBATION OF THE SCIENTIFIC WORK</i> .....	6
<b>IEVADS / INTRODUCTION</b> .....	<b>17</b>
<b>1 PROBLEMĀTIKAS RAKSTUROJUMS / <i>PROBLEM STATEMENT</i></b> .....	<b>19</b>
1.1 ĪPAŠIEM MEDICĪNISKIEM NOLŪKIEM PAREDZĒTS ENTERĀLAIS UZTURS / <i>ENTERAL NUTRITION FOR SPECIAL MEDICAL PURPOSES</i> .....	20
1.2 ENTERĀLAIS UZTURS LIETOŠANAI CAUR ZONDI / <i>ENTERAL TUBE FEED NUTRITION</i> .....	21
1.2.1 <i>Dzeramais enterālais uzturs, uzturs disfāģijas pacientiem / Drinkable enteral diet, dysphagia diet</i> .....	22
1.2.2 <i>Komerčiāli pieejamie produkti enterālai barošanai / Commercially available products for enteral feeding</i> .....	24
1.3 UZTURVIELU BIOPIEEJAMĪBA / <i>BIOAVAILABILITY</i> .....	29
1.4 UZTURA SASTĀVDAĻU NOZĪME ORGANISMĀ / <i>THE ROLE OF NUTRIENTS IN THE BODY</i> .....	30
1.4.1 <i>Bioaktīvie savienojumi/ Bioactive compounds</i> .....	31
1.4.2 <i>Vitamīni/ Vitamins</i> .....	31
1.4.3 <i>Minerālvielas / Mineral compounds</i> .....	33
1.5 IZEJVIELU BIOĶĪMISKAIS RAKSTUROJUMS / <i>BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RAW MATERIALS</i> .....	34
1.5.1 <i>Dārzeņu bioķīmiskais raksturojums / Biochemical characteristics of vegetables</i> .....	34
1.5.2 <i>Augļu un ogu bioķīmiskais sastāvs / Biochemical characteristics of fruits and berries</i> .....	38
1.6 PRODUKTU APSTRĀDES METODES / <i>FOOD PROCESSING METHODS</i> .....	42
PROBLEMĀTIKAS RAKSTUROJUMA KOPSAVILKUMS .....	44
SUMMARY OF PROBLEM STATEMENT.....	45
<b>2 MATERIĀLI UN METODES / <i>MATERIALS AND METHODS</i></b> .....	<b>47</b>
2.1 PĒTĪJUMU LAIKS UN VIETA / <i>TIME AND PLACE OF THE RESEARCH</i> .....	47
2.2 MATERIĀLU RAKSTUROJUMS / <i>DESCRIPTION OF USED MATERIALS</i> .....	47
2.3 PĒTĪJUMA STRUKTŪRA / <i>THE STRUCTURE OF THE RESEARCH</i> .....	48
2.3.1 <i>Izejvielu sagatavošana / Preparation of ingredients</i> .....	49
2.3.2 <i>Caur zondi lietojamo produktu izstrāde / Development of enteral tube feed products</i> .....	50
2.3.3 <i>Modificētas struktūras produktu izstrāde / Development of texture modified foods</i> .....	56
2.4 PARAGU ANALIZĒŠANAS METODES/ <i>METHODS OF SAMPLE ANALYSIS</i> .....	60
2.5 DATU MATEMĀTISKĀ APSTRĀDE/ <i>MATHEMATICAL PROCESSING OF DATA</i> .....	62
<b>3 REZULTĀTI UN DISKUSIJA / <i>RESULTS AND DISCUSSION</i></b> .....	<b>63</b>
3.1 IZEJVIELU IZVĒRTĒJUMS ĪPAŠIEM MEDICĪNISKIEM NOLŪKIEM PAREDZĒTA UZTURA IZSTRĀDEI / <i>EVALUATION OF INGREDIENTS FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS FOR SPECIAL MEDICAL PURPOSES</i> .....	63
3.2 CAUR ZONDI LIETOJAMO PRODUKTU SAGATAVOŠANAS TEHNOĻĪJU IZVEIDE UN IZVĒRTĒJUMS / <i>DEVELOPMENT AND EVALUATION OF ENTERAL TUBE FEED PRODUCT PREPARATION TECHNOLOGIES</i> .....	63
3.2.1 <i>Augstspiediena apstrādes ietekme uz produktiem lietošanai caur zondi, kas izgatavoti no svaigām sulām vai no pusfabrikātiem / Impact of the high pressure processing on enteral tube feed products made from fresh or semi- finished ingredients</i> .....	64



3.2.2	<i>Vakuuma vārīšanas ietekme uz caur zondi lietojamiem produktiem, kas izgatavoti no svaigām sulām vai to pusfabrikātiem / Impact of vacuum cooking on enteral tube feed products made from fresh or semi-finished ingredients</i>	70
3.2.3	<i>Pasterizācijas un sterilizācijas režīmu ietekme uz caur zondi lietojamiem produktiem / Effect of pasteurisation and sterilization modes on enteral tube feed products</i>	74
	NODAĻAS 3.2 KOPSAVILKUMS	79
	SUMMARY OF CHAPTER 3.2	79
3.3	<i>CAUR ZONDI LIETOJAMO PRODUKTU UZTURVIELU IZVĒRTĒJUMS / EVALUATION OF NUTRIENT CONTENT IN ENTERAL TUBE FEED PRODUCTS</i>	80
	NODAĻAS 3.3 KOPSAVILKUMS	85
	SUMMARY OF CHAPTER 3.3	86
3.4	<i>MODIFICĒTAS STRUKTŪRAS PRODUKTU IZSTRĀDE LABORATORIJAS APSTĀKĻOS / DEVELOPMENT OF TEXTURE MODIFIED PRODUCTS UNDER LABORATORY CONDITIONS</i>	86
3.4.1	<i>Biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu izveide / Development of protein enriched purees</i>	87
3.4.2	<i>Uzturvielu saturs izvērtējums modificētas struktūras produktos / Evaluation of nutrient content in texture modified products</i>	88
3.4.3	<i>Modificētas struktūras produktu reoloģisko īpašību izvērtējums / Evaluation of reological parameters in texture modified products</i>	94
	NODAĻAS 3.4 KOPSAVILKUMS	95
	SUMMARY OF CHAPTER 3.4	96
3.5	<i>INDUSTRIĀLI RAŽOTU MODIFICĒTAS STRUKTŪRAS PRODUKTU IZVĒRTĒJUMS / EVALUATION OF INDUSTRIALLY PRODUCED TEXTURE MODIFIED PRODUCTS</i>	97
3.5.1	<i>Kvalitātes parametru izvērtējums modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Evaluation of quality parameters in texture modified products during storage</i>	97
3.5.2	<i>Makro uzturvielu, vitamīnu un minerālvielu saturs izvērtējums industriāli ražotajos modificētas struktūras produktos / Evaluation of macro nutrient, vitamin and mineral compound content in industrially prepared texture modified products</i>	102
3.5.3	<i>Industriāli ražoto modificētas struktūras produktu sagremojamības izvērtējums (in vitro) / Evaluation of digestability (in vitro) of industrially produced texture modified products</i>	106
	NODAĻAS 3.5 KOPSAVILKUMS	110
	SUMMARY OF CHAPTER 3.5	110
	<b>SECINĀJUMI</b>	<b>112</b>
	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>113</b>
	<b>INFORMĀCIJAS AVOTI / REFERENCES</b>	<b>114</b>
	<b>PIELIKUMI / ANNEXES</b>	<b>121</b>

**Promocijas darbā ievietoto tabulu saraksts / List of tables inserted in the doctoral thesis**

<b>Tabulu numurs / The number of tables</b>	<b>Tabulas nosaukums / The title of the table</b>	<b>Lpp./ pp.</b>
1.1.	Modificētas struktūras produktu viskozitātes klasifikācija ASV, Eiropā un Āzijā / <i>Viscosity classification for dysphagia diet in USA, Europe and Asia</i>	22
1.2.	Perorālās barošanas produkti (Diētiskā pārtika lietošanai papildus ikdienas uzturam vai kā vienīgais uzturvielu avots) / <i>Oral nutrition products (Dietary Foods for use as supplement to daily diet or as the sole source of nutrition)</i>	24
1.3.	Perorālās barošanas produkti (Diētiskā pārtika lietošanai papildus ikdienas uzturam vai kā vienīgais uzturvielu avots) / <i>Oral nutrition products (Dietary Foods for use as supplement to daily diet or as the sole source of nutrition)</i>	26
1.4.	Dārzeņu uzturvērtība / <i>Vegetable nutritional value</i>	36
1.5.	Vitamīnu saturs dārzeņos / <i>Vitamin content in vegetables</i>	37
1.6.	Minerālvielu saturs dārzeņos / <i>Content of mineral compounds in vegetables</i>	38
1.7.	Augļu un ogu uzturvērtība / <i>Nutritional values of fruits and berries</i>	40
1.8.	Vitamīnu saturs augļos un ogās / <i>Vitamin content in fruits and berries</i>	41
1.9.	Minerālvielu saturs augļos un ogās / <i>Content of mineral compounds in fruit and berries</i>	42
2.1.	Minerālvielu un vitamīnu kompleksa sastāvs / <i>Composition of mineral and vitamin premix</i>	48
2.2.	Caur zondi lietojamo produktu receptūras izstrādes 1. un 2. posmā / <i>Enteral tube feed product recipes in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stage</i>	52
2.3.	Z1 testa paraugu apstrādes režīmi augstspiedienā un vakuumā / <i>High pressure processing (HPP) and vacuum cooking (CV) modes for test sample Z1 treatment</i>	52
2.4.	Biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu receptūras / <i>Protein enriched puree recipes</i>	58
2.5.	Produktu un izejvielu analizēšanā izmantotās metodes un standarti / <i>Methods and standards used for the analysis of products and raw materials</i>	60
3.1.	Mikroorganismu un raugu šūnu kopskaits caur zondi lietojamo produktu paraugos, KVV g <sup>-1</sup> parauga / <i>Total plate count and yeast cell count in enteral tube feed samples, CFU g<sup>-1</sup> of sample</i>	65
3.2.	C vitamīna saturs augstspiedienā apstrādātos caur zondi lietojamajos enterālajos produktos, mg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Content of vitamin C in HPP treated enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup></i>	67
3.3.	Kopējais karotīnu saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos, mg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Total carotene content in enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup></i>	68
3.4.	Kopējais fenolu saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos, GAEmg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Total phenol content in enteral tube feed products, GAE-mg 100 g<sup>-1</sup></i>	69

<b>Tabulu numurs /</b> <i>The number of tables</i>	<b>Tabulas nosaukums /</b> <i>The title of the table</i>	<b>Lpp./</b> <i>pp.</i>
3.5.	Mikroorganismu kopskaits un raugu šūnu skaits caur zondi lietojamās produktos, kas izgatavoti no sulām, KVV g <sup>-1</sup> / <i>Total plate and yeast cell count in enteral tube feed products made from juices, CFU g<sup>-1</sup></i>	71
3.6.	C vitamīna, kopējo karotīnu, kopējo antociānu saturs caur zondi lietojamās produktos, mg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Content of vitamin C, total carotene, total anthocyanins in the enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup></i>	72
3.7.	Šķīstošās sausas saturas izmaiņas caur zondi lietojamās produktos uzglabāšanas laikā/ <i>Changes in the soluble solids content in enteral tube feed products during storage</i>	76
3.8.	Kopējo karotīnu saturas izmaiņas caur zondi lietojamās produktos uzglabāšanas laikā, mg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Changes in total carotene content in the enteral tube feed products during storage, mg 100 g<sup>-1</sup></i>	77
3.9.	Kopējo fenolu saturas izmaiņas caur zondi lietojamās produktos uzglabāšanas laikā, GAE·mg 100 g <sup>-1</sup> / <i>Changes in the total phenol content in the enteral tube feed products during storage, GAE·mg 100 g<sup>-1</sup></i>	78
3.10.	C Caur zondi lietojamo produktu antiradikālās aktivitātes izmaiņas uzglabāšanas laikā, mM TE 100 mL <sup>-1</sup> / <i>Changes in the radical scavenging activity during storage in the enteral tube feed samples, mM TE 100 mL<sup>-1</sup></i>	78
3.11.	Minerālvielu saturs caur zondi lietojamās produktos / <i>Mineral compound content in the enteral tube feed products</i>	81
3.12.	E vitamīna un B grupas vitamīnu saturs caur zondi lietojamās produktos / <i>The content of vitamin E and vitamin B complex in the enteral tube feed products</i>	82
3.13.	Kopējo karotīnu, fenolu saturs un antiradikālā aktivitāte biezeņos ar paaugstinātu olbaltumvielu daudzumu/ <i>Total carotene, phenol content and antiradical activity in protein enriched purees</i>	87
3.14.	Minerālvielu saturs biezeņos ar paaugstinātu olbaltumvielu daudzumu / <i>Mineral compound content in protein enriched purees</i>	88
3.15.	Minerālvielu saturs modificētas struktūras produktos / <i>Mineral compound content in texture modified products</i>	92
3.16.	Vitamīnu saturs modificētas struktūras produktos / <i>Vitamin content in texture modified products</i>	91
3.17.	Modificētas struktūras produktu reoloģiskās īpašības / <i>Rheological properties of texture modified products</i>	95
3.18.	Cietības izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N / <i>Changes of hardness in texture modified products during storage, N</i>	101

<b>Tabulu numurs / The number of tables</b>	<b>Tabulas nosaukums / The title of the table</b>	<b>Lpp./ pp.</b>
3.19.	Lipīguma izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N / <i>Changes of stickiness in texture modified products during storage, N</i>	101
3.20.	Konsistences izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N s / <i>Changes of consistency in texture modified products during storage, N s</i>	101
3.21.	Viskozitātes izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, Pa s / <i>Changes of viscosity in texture modified products during storage, Pa s</i>	102
3.22.	Šķiedrvielu, olbaltumvielu, tauku un titrējamo skābju saturs industriāli sagatavotos modificētas struktūras produktos / <i>Content of fibre, protein, fat and titratable acids in industrially produced texture modified products</i>	103
3.23.	Vitamīnu saturs industriāli ražotos modificētas struktūras produktos / <i>Vitamin content in industrially produced texture modified products</i>	104
3.24.	Minerālvielu saturs industriāli ražotos modificētas struktūras produktos / <i>Mineral compound content in industrially produced texture modified products</i>	105
3.25.	Zn, Fe, Ca, K, Mg izmaiņas modificētas struktūras produktos pēc <i>in vitro</i> / <i>Changes of Zn, Fe, Ca, K, Mg in texture modified products after in vitro</i>	109

**Promocijas darbā ievietoto attēlu saraksts / List of figures inserted in the doctoral thesis**

<b>Attēlu numurs/</b> <i>The number of figures</i>	<b>Attēlu nosaukums /</b> <i>The title of the figure</i>	<b>Lpp./</b> <i>pp.</i>
1.1.	Ārstnieciskā uztura nodrošinājuma veidi / <i>Nutritional support</i>	20
2.1.	Biezeņu gatavošanas shēma / <i>Puree preparation scheme</i>	50
2.2.	Vispārēja eksperimentu shēma caur zondi lietojamu produktu izstrādei / <i>Overall experimental scheme of enteral tube feed product development</i>	51
2.3.	Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 2. posma shēma / <i>The 2<sup>nd</sup> stage for enteral tube feed product development</i>	53
2.4.	Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 3.(a) posma shēma / <i>The 3<sup>rd</sup>(a) stage for enteral tube feed product development</i>	55
2.5.	Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 3.(b) posma shēma / <i>The 3<sup>rd</sup>(b) stage for enteral tube feed product development</i>	56
2.6.	Vispārēja eksperimentu shēma modificētas struktūras produktu izstrādei / <i>Overall experimental scheme of the texture modified product development</i>	57
2.7.	Modificētas struktūras produktu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu eksperimentu shēma / <i>Overall experiment scheme of protein enriched texture modified product development</i>	58
2.8.	Laboratoriski un industriāli sagatavotu modificētas struktūras produktu eksperimentālā shēma / <i>Experiment scheme of texture modified products prepared in laboratory and industrially</i>	59
3.1.	Augstspiedienā apstrādāti caur zondi lietojamie produkti / <i>Enteral tube feed products processed by high pressure processing (HPP)</i>	64
3.2.	Kopējais antociānu saturs caur zondi lietojamajos produktos / <i>Total anthocyanin content in enteral tube feed products</i>	69
3.3.	Antiradikālā aktivitāte caur zondi lietojamajos enterālajos produktos uzglabāšanas laikā, DPPH / <i>Antiradical activity in enteral tube feed products during storage, DPPH</i>	70
3.4.	Kopējo fenolu saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos / <i>Total phenol content in enteral tube feed products</i>	73
3.5.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos uzglabāšanas laikā / <i>Antiradical activity in enteral tube feed products during storage</i>	73
3.6.	Pasterizēti un sterilizēti receptūras Z1 un Z2 caur zondi lietojamie produkti / <i>Pasteurised and sterilised enteral tube feed products of Z1 and Z2 recipes</i>	74
3.7.	<i>Bacillus</i> spp. caur zondi lietojamajos produktos / <i>Bacillus spp. in enteral tube feed products</i>	75
3.8.	C vitamīna saturs 2.posmā izstrādātajos caur zondi lietojamajos produktos / <i>Vitamin C content in enteral tube feed products developed in the 2<sup>nd</sup> stage</i>	75
3.9.	C vitamīna saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos / <i>Content of vitamin C in enteral tube feed products</i>	83
3.10.	Kopējo karotīnu saturs caur zondi lietojamajos produktos / <i>Content of total carotene in enteral tube feed products</i>	84

<b>Attēlu numurs/ The number of figures</b>	<b>Attēlu nosaukums / The title of the figure</b>	<b>Lpp./ pp.</b>
3.11.	Kopējais fenolu saturs caur zondi lietojamajos produktos / <i>Total phenol content in enteral tube feed products made from plant-based ingredients</i>	84
3.12.	Olbaltumvielu saturs caur zondi lietojamajos produktos / <i>Protein content in enteral tube feed products</i>	85
3.13.	Kopējais karotīnu saturs modificētas struktūras produktos / <i>Total carotene content in the texture modified products</i>	89
3.14.	Kopējais fenolu saturs modificētas struktūras produktos / <i>Total phenol content in the texture modified products</i>	90
3.15.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas modificētas struktūras produktos / <i>Radical scavenging activity changes in the texture modified products</i>	90
3.16.	Reducēšanas spējas izmaiņas modificētas struktūras produktos / <i>Radical reducing power changes in the texture modified products</i>	91
3.17.	Aprēķinātais retinola ekvivalents modificētas struktūras produktos / <i>Calculated retinol equivalent in the texture modified products</i>	94
3.18.	Raugu šūnu kopskaita izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Yeast cell count changes in the texture modified products during storage</i>	97
3.19.	MAFAM kopskaita izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Total plate count in the texture modified products during storage</i>	98
3.20.	pH izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Changes of pH in the texture modified products during storage</i>	98
3.21.	C vitamīna satura izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Changes of vitamin C in the texture modified products during storage</i>	99
3.22.	Kopējo fenolu satura izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Changes of total phenol content in the texture modified products during storage</i>	99
3.23.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Changes of radical scavenging activity in the texture modified products during storage</i>	100
3.24.	Reducēšanas spējas izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / <i>Changes radical reducing power in the texture modified products during storage</i>	100
3.25.	Industriāli ražoto modificētas struktūras produktu enerģētiskā vērtība / <i>Energy value of the industrially produced texture modified products</i>	103
3.26.	Kopējo karotīnu satura izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc <i>in vitro</i> / <i>Evaluation of total carotene content in the texture modified products after in vitro</i>	106
3.27.	Kopējo fenolu satura izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc <i>in vitro</i> / <i>Evaluation of total phenol content in the texture modified products after in vitro</i>	107

<b>Attēlu numurs/</b> <i>The number of figures</i>	<b>Attēlu nosaukums /</b> <i>The title of the figure</i>	<b>Lpp./</b> <i>pp.</i>
3.28.	Antiradikālās aktivitātes izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc <i>in vitro</i> / <i>Evaluation of radical scavenging activity in the texture modified products after in vitro</i>	107
3.29.	Reducēšanas spējas izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc <i>in vitro</i> / <i>Evaluation of radical reducing power in the texture modified products after in vitro</i>	108

## Promocijas darbā lietoto apzīmējumu un saīsinājumu skaidrojums /

### List of designations and abbreviations used in the doctoral thesis

ABTS	radikāļu reducēšanas spēja / <i>radical reducing power</i>
ANOVA	dispersijas analīze / <i>analysis of variance</i>
AS_2	augstspiedienā 500 MPa apstrādāts paraugs, kas izgatavots no svaigām sulām / <i>high pressure processed sample at 500 MPa, made from fresh juices</i>
AS_3	augstspiedienā 600 MPa apstrādāts paraugs, kas izgatavots no svaigām sulām / <i>high pressure processed sample at 600 MPa, made from fresh juices</i>
ASPEN	Amerikas parenterālā un enterālā uztura biedrība / <i>American Society for Parenteral and Enteral Nutrition</i>
Brix%	šķīstošā sausna / <i>soluble solids</i>
D (cipars 1–5)/ (number 1–5)	modificētas struktūras deserta produkta receptūra / <i>desert recipe of the texture modified products</i>
DPPH	antiradikālā aktivitāte / <i>radical scavenging activity</i>
EK	Eiropas kopiena / <i>European Community</i>
ES /EU	Eiropas Savienība / <i>European Union</i>
ESPEN	Eiropas klīniskā ēdināšanas un metabolisma asociācija / <i>European Society of Clinical Nutrition and Metabolism</i>
GUSS	rīšanas tests / <i>Gugging Swallowing Screen</i>
ISO	Starptautiskā standartu organizācija / <i>International Standard Organization</i>
K	kontrolē, bez produkta atkārtotas termiskās apstrādes / <i>control, without additional thermal treatment of the sample</i>
KP	kontroles paraugs izgatavots no pusfabrikātiem / <i>control sample prepared from semi-finished ingredients</i>
KS	kontroles paraugs izgatavots no svaigām sulām / <i>control sample prepared from fresh juices</i>
KVV / CFU	kolonijas veidojošās vienības / <i>colony forming units</i>
KZT	kuņģa zarnu trakts / <i>the gastrointestinal tract</i>
MAFAM / TPC	mezofili aerobie un fakultatīvi anaerobie mikroorganismi / <i>total plate count</i>
p	p-vērtība / <i>p-value</i>
P1	pasterizācija 95±2 °C, 5 min / <i>pasteurisation at 95±2 °C, 5 min</i>
P2	pasterizācija 95±2 °C, 20 min / <i>pasteurisation at 95±2 °C, 20 min</i>
pH	ūdeņraža jonu aktivitātes negatīvais logaritms, kas raksturo skābumu un bāziskumu / <i>negative logarithm to base 10 of the activity of the hydrogen ion</i>
PP	polipropilēns / <i>polypropylene</i>
S (cipars 6–9)/ (number 6–9)	modificētas struktūras zupas produkta receptūra / <i>soup recipe of texture modified products</i>
S1	sterilizācija 105 °C, 20 min / <i>sterilization at 105 °C, 20 min</i>
S2	sterilizācija 120 °C, 5 min / <i>sterilization at 120 °C, 5 min</i>
Sp (cipars 1–3)/ (number 1–3)	biezeņa ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu receptūra / <i>protein enriched recipe</i>
VP_1	vakuumā apstrādāts (67±2 °C, 0.02 MPa, 15 min) paraugs, kas izgatavots no pusfabrikātiem / <i>vacuum cooked (67±2 °C, 0.02 MPa, 15 min) sample, made from semi finished products</i>
VP_2	vakuumā apstrādāts (79±2 °C, 0.06 MPa, 15 min) paraugs, kas izgatavots no pusfabrikātiem / <i>vacuum cooked (79±2 °C, 0.06 MPa, 15 min) sample, made from semi-finished products</i>
VS_1	vakuumā apstrādāts (67±2 °C, 0.02 MPa, 15 min) paraugs, kas izgatavots no svaigām sulām / <i>vacuum cooked (67±2 °C, 0.02 MPa, 15 min) sample, made from fresh juices</i>
VS_2	vakuumā apstrādāts (79±2 °C, 0.06 MPa, 15 min) paraugs, kas izgatavots no svaigām sulām / <i>vacuum cooked (79±2 °C, 0.06 MPa, 15 min) sample, made from fresh ingredients</i>
Z (cipars 1–5)/ (number 1–5)	caur zondi lietojamo produktu receptūras / <i>enteral tube feed product recipes</i>



## IEVADS / INTRODUCTION

Uzturam ir īpaša nozīme ikviena cilvēka dzīvē. Svarīgi iegādāties un uzņemt ne tikai sensori patīkamu produktu, bet arī tādu, kas spēj nodrošināt cilvēka organismu ar visu nepieciešamo optimālai ķermeņa funkciju darbībai. Īpaši svarīga pareiza uztura uzņemšana ir cilvēkiem, kam jau radušies veselības traucējumi: cilvēkiem ar dažādām slimībām, pēcopercāciju periodā, kad būtiski uzņemt nepieciešamo makro un mikroelementu daudzumu. Tie sekmē ķermeņa šūnu atjaunošanos un fizioloģisko funkciju normālu darbību, tādēļ ir aktuāla uz zinātniskajiem pētījumiem balstīta uztura produktu izstrāde minētajai patērētāju grupai.

Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzēti produkti lietošanai caur zondi un modificētas struktūras produkti orālai lietošanai, pacientiem ir daļa no atveseļošanās procesa. Šāds uzturs pieder pie enterālās barošanas, kas savukārt ietver visas uztura terapijas formas, kas nodrošinātas caur zarnu traktu, izmantojot speciālu uzturu noteiktu medicīnisku mērķu sasniegšanai. Termins „uztura terapija” nozīmē uzturvielu nodrošināšanu cilvēkiem, kas paši nav spējīgi to sekmīgi izdarīt, tādējādi potenciāli novēršot organisma novājināšanos un malnutricijas attīstību (Druml et al., 2016; Jones et al., 2011).

Mūsdienās cilvēkiem pieejami mākslīgi veidoti īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzēti pārtikas produkti, lielākais šādu produktu piedāvātājs Latvijā ir uzņēmums *Nutricia*. Vieglas disfunkcijas vai īslaicīga veselības stāvokļa pasliktināšanās gadījumā, kad uztura vajadzības vēl iespējams nodrošināt, modificējot ikdienā lietojamu pārtikas produktu konsistenci, aprūpes iestādēs vai mājās iespējams pašiem sagatavot nepieciešamo uzturu. Taču ilgtermiņā un veselības stāvoklim pasliktinoties, tas ir ārkārtīgi laikietilpīgs un personālu, kā arī ģimenes locekļus noslogojošs process. Šādu produktu neprecīza sagatavošana var radīt aizrīšanās risku, ēdiens var nenodrošināt pilnvērtīgu uzturu, vienveidīga uztura uzņemšana var pasliktināt dzīves kvalitāti, kā arī izraisīt papildu komplikācijas (Gramlich et al., 2018).

**Promocijas darba mērķis** ir izstrādāt pārtikas produktus no augu un dzīvnieku valsts izejvielām cilvēkiem ar īpašas diētas nepieciešamību.

**Pētnieciskā hipotēze:** izmantojot dabīgas izcelsmes augu un dzīvnieku valsts izejvielas, ir iespējams izstrādāt produktus, kas nodrošina rekomendētās uzturvielas īpašas diētas produktos.

Balstoties uz darba mērķi un izvirzīto pētījuma hipotēzi, veicami sekojoši **pētnieciskie uzdevumi:**

- 1.izstrādāt caur zondi lietojamu enterālo produktu receptūras no augu un dzīvnieku valsts izejvielām;
- 2.izstrādāt modificētas struktūras produktu receptūras no augu un dzīvnieku valsts izejvielām;
- 3.izstrādāt jaunizveidoto produktu ražošanas tehnoloģijas, kas maksimāli nodrošinātu to uzturvērtības saglabāšanos;
- 4.pārbaudīt un izvērtēt izvēlēto tehnoloģiju ietekmi uz produktu kvalitāti un uzglabāšanas laiku;
- 5.izvērtēt izstrādāto modificētas struktūras produktu sagremojamību *in vitro* apstākļos.

Pētījuma hipotēze aizstāvama ar sekojošām **tēzēm.**

1. No dabīgām augu un dzīvnieku valsts izejvielām ir iespējams izveidot caur zondi lietojamus enterālos produktus un modificētas struktūras produktus, kas nodrošinātu pacientiem rekomendēto uzturvielu daudzumu.
2. Produktu apstrāde, izmantojot vakuuma un augstspiediena metodes, pozitīvi ietekmē bioaktīvo savienojumu saglabāšanos, samazinot to noārdīšanās pakāpi un ātrumu.
3. Izstrādāto modificētas struktūras produktu sagremojamība *in vitro* apstākļos pierāda organisma potenciālo spēju uzņemt nepieciešamās uzturvielas.

**Darba novitāte:**

- pirmo reizi Latvijā ir veikti pētījumi par caur zondi lietojamu enterālo produktu izstrādi uz augu un dzīvnieku valsts izejvielu bāzes;
- pirmo reizi Latvijā veikti pētījumi par modificētas struktūras produktu izstrādi uz augu un dzīvnieku valsts izejvielu bāzes un šo produktu pārnesi pārtikas ražotnē.

**Darba tautsaimnieciskā nozīme.**

Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētu produktu izstrāde Latvijā,

- varētu palīdzēt attīstīt pārstrādes rūpniecību un lauksaimniecību, nodrošinot jaunas darba vietas un stimulējot ekonomiku;
- palīdzētu atvieglot situāciju valstī saistībā ar medicīnas un aprūpējošā personāla trūkumu un speciālās ēdināšanas nodrošinājumu medicīnas un aprūpes iestādēs;
- paplašinātu Latvijas tirgum pieejamo produktu klāstu ar reģionāli pazīstamām garšām, tādējādi arī uzlabojot pacientu dzīves kvalitāti.

Promocijas darba izstrāde līdzfinansēta no šādiem projektiem.

- Pētniecības programmas „Zinātniskās kapacitātes stiprināšana LLU”, projekta numurs: A05 – 06, „Īpašas diētas pārtikas produktu ar paaugstinātu biopieejamību izstrāde”.
- Projekta Nr.18-00-A01612-000006 „Inovatīvas ārstnieciskas pārtikas izstrāde malnutrīcijas/disfāģijas slimniekiem, radot jaunu, nacionāli nozīmīgu produktu ar augstu pievienoto vērtību”.

# 1 PROBLEMĀTIKAS RAKSTUROJUMS / PROBLEM STATEMENT

Pilnvērtīga uztura uzņemšanai ir būtiska loma veselības aprūpes jomā, jo tā nodrošina cilvēka organismu ar uzturvielām, kas veicina primāro fizioloģisko funkciju darbību. Gadījumos, kad cilvēks psiholoģisku vai fizioloģisku iemeslu dēļ nespēj uzņemt nepieciešamās uzturvielas vai uzņemšanas veids ir neefektīvs, nepieciešama medicīniska rekomendācija par parenterālās vai enterālās barošanas uzsākšanu.

Nepieciešamībai pēc speciālā uztura var būt daudz dažādu cēloņu, taču kā vienu no galvenajiem min malnutrīciju vai potenciālu malnutrīcijas attīstībai. Atsevišķas medicīniska rakstura publikācijas arī norāda, ka šādas enterālā uztura terapijas tiek veiktas cilvēkiem pirms un pēc-operāciju periodos, pēc dažādām fiziskām traumām, kas tieši apgrūtina uztura „normālu” uzņemšanu, kā arī onkoloģijas pacientiem, cilvēkiem pēc triekām, kas var izraisīt īslaicīgus vai ilgstošus rīšanas traucējumus – disfāģiju.

Eiropas rīšanas traucējumu biedrība kopā ar ES Geriatrikās medicīnas biedrību 2016. gadā izveidoja atskaiti par orofarengiālo disfāģiju kā geriatriko (vecāka gada gājuma cilvēku aprūpe) sindromu. Viņu apkopotajā informācijā izkristalizējās, ka rīšanas traucējumi ir ļoti izplatīti vecāka gada gājuma cilvēkiem, un tas ir saistīts ne tikai ar ķermeņa novecošanos, bet arī ar citām medicīniskām problēmām, neiroloģiskām saslimšanām un neirodeģeneratīvām slimībām (trieku, Parkinsona slimību, Alzheimerā slimību un visām demences formām, sirds mazspēju, reimatismu, artrītu u.c.), kā arī vispārēju vājumu un sarkopēniju. Pēc rakstā apkopotās informācijas disfāģija Eiropā novērojama vismaz 23% vecāka gada gājuma cilvēku, kas dzīvo patstāvīgi, līdz pat 51% stacionāros dzīvojošiem ļaudīm un pat 84% no tiem, kas slimo ar kādu no demences formām vai neirodeģeneratīvām slimībām (Bajens et al., 2016).

Šāda veida ēšanas traucējumi var izraisīt malnutrīciju. Malnutrīcija rodas no uztura, kas ir nepietiekams, vai pārmērīgs uzņemto kilokaloriju, olbaltumvielu, ogļhidrātu, vitamīnu un minerālvielu daudzums. Nepietiekams uzturs var izraisīt noteiktu uzturvielu nepietiekama daudzuma uzņemšanu organismā, bet arī vienveidīgam uzturam ir būtiski negatīva ietekme uz cilvēka veselību (Astley and Finglas, 2016).

Nepietiekams uzturs sākotnēji var izraisīt imūnsistēmas novājināšanos un palielinātu jutību pret infekcijām, kā arī nogurumu. Bieži simptomi, kas saistīti ar nepietiekamu uzturu, tieši izriet no uzturvielām, kas trūkst organismam. Īpaši smagos gadījumos ilgstošs nepietiekams uzturs var būt letāls gan pieaugušajiem, gan bērniem (Astley and Finglas, 2016).

Jaunattīstības valstīs pārmērīgs uzturs kļūst par tikpat lielu problēmu kā daudzās attīstītajās valstīs. Bieži mazkustīgs dzīvesveids ir faktors, kas var saasināt jau esošu slimību ietekmi uz indivīdu, tādējādi samazinot dzīves kvalitāti, produktivitāti un dzīves ilgumu (Astley and Finglas, 2016).

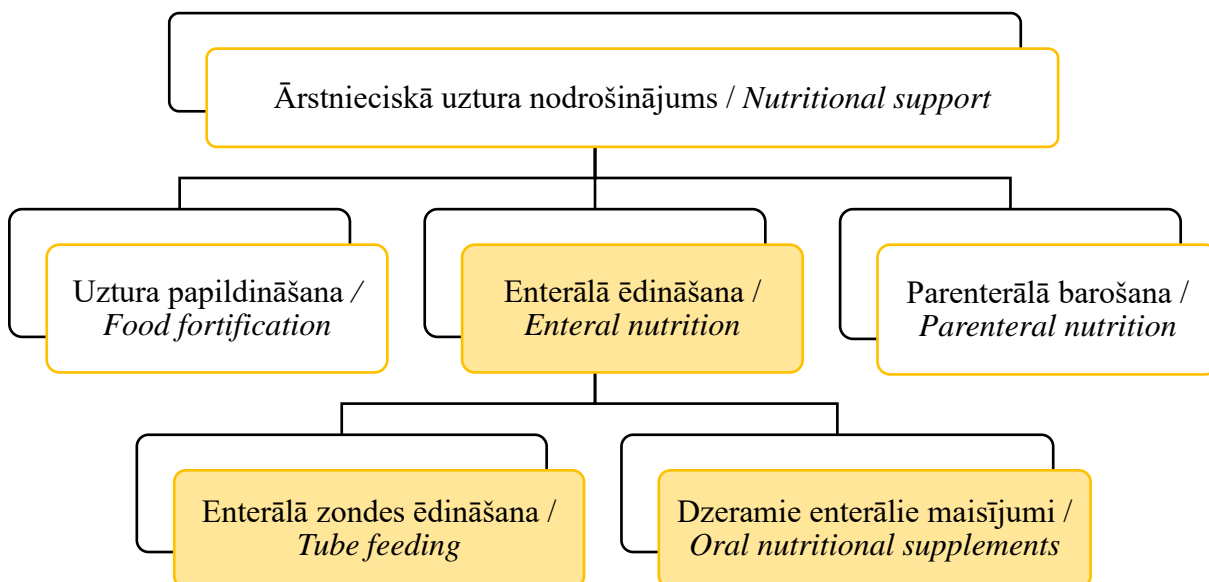
*Victoria et al.* (2008) un *Joosten un Hulst* (2008) norāda, ka malnutrīcijas izpausmes pēdējo gadu laikā ir plaši novērotas arī bērniem un, līdzīgi kā vecāka gada gājuma cilvēkiem, hroniska malnutrīcija novērota tieši hospitalizētiem bērniem un īpaši gadījumos, ja tiem jau ir kāda pamatslimība vai veselības traucējumi. *Victoria et al.* (2008) izceļ, ka kaitējums, kas nodarīts dzīves pirmajos gados var novest pie neatgriezeniskiem traucējumiem, kas var būtiski negatīvi ietekmēt arī nākamās paaudzes. Novērots, ka bērniem ar nepilnvērtīgu uzturu, kuri pēc zīdaiņu vecuma piedzīvo strauju svara pieaugumu, biežāk attīstās hroniskas slimības.

Pilnvērtīgam un pietiekamam uzturam cilvēka dzīvē ir būtiska nozīme, tā galvenais uzdevums ir nodrošināt cilvēka organismu ar uzturvielām, kas nepieciešamas ķermeņa funkciju normālai darbībai, lai pasargātu mūs no dažādām saslimšanām un kopumā nodrošinātu atbilstošu dzīves kvalitāti (Cilla et al., 2018b).

## 1.1 Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzēts enterālais uzturs / *Enteral nutrition for special medical purposes*

Eiropas Parlamenta un Padomes regula (ES) Nr. 609/2013 īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētu pārtiku definē kā īpaši apstrādātu vai izgatavotu, un ārsta uzraudzībā lietojamu pārtiku pacientiem, tai skaitā zīdaiņiem, uztura režīmam. Tā ir paredzēta kā vienīgā vai papildu pārtika ne tikai pacientiem ar ierobežotu, vājinātu vai traucētu organisma vielmaiņu, spēju uzņemt, sagremot, asimilēt vai izdalīt parasto pārtiku vai tās sastāvā esošas noteiktas uzturvielas vai metabolītus, bet arī pacientiem ar citām medicīniski noteiktām uztura vajadzībām, kuru uztura režīmu nevar izstrādāt, tikai pārveidojot parasto uzturu.

Medicīniskiem nolūkiem izšķir divus galvenos barošanas veidus – parenterāla un enterālā barošana (skatīt 1.1. att.). Parenterālajā barošanā uzturvielas pacientiem tiek nodotas šķidrums formā, kas organismā tiek ievadītas izmantojot perifēro vēnu, tās ievadot tieši asinsritē, tādējādi apejot gremošanas sistēmu un uzturvielu pārstrādi uzsākot aknās (Jones et al., 2011; Rozenbergs, 2011). Savukārt enterālā barošana ir daudzkārt vienkāršāks process, kas ietver orāli lietojamus speciālus uztura produktus un produktus barošanai caur zondi (Weimann et al., 2006). Enterālās barošanas produkti ir šī pētījuma galvenais objekts, un darbā padziļināti tiks apskatīta jaunu produktu barošanai caur zondi (šķidrie maisījumi) un produktu, kas paredzēti cilvēkiem ar disfāģiju, izstrāde jeb orāli lietojami modificētas struktūras produkti.



1.1. att. Ārstnieciskā uztura nodrošinājuma veidi /  
*Fig. 1.1. Nutritional support (Selga, 2009; Lochs et al., 2006)*

Jāuzsver, ka enterālā barošana piemērojama cilvēkiem ar funkcionējošu gremošanas sistēmu, kuri spēj uzņemt pārtiku sagremot un kuru organisms spēj asimilēt uzturvielas (Selga, 2009). Arī barošanai caur zondi tiek izmantots īpaši sagatavots pilnvērtīgs uzturvielu maisījums, ko pacientam ievada caur cauruli kuņģa-zarnu traktā, kas visbiežāk notiek caur deguna vai vēdera dobumu (Escuro, 2014; Rozenbergs, 2011). Enterālās ēdināšanas galvenā funkcija ir novērst vai koriģēt ievērojamu uzturvielu deficītu (malnutrīciju), samazināt dzīves kvalitātes pasliktināšanos un turpmāko svara zudumu, kas bieži ir sekas nepietiekamai uzturvielu uzņemšanai (Selga, 2009; Weimann et al., 2006).

Šobrīd pacientiem par visizplatītāko un pieejamāko enterālās barošanas preparātu ir kļuvuši sabalansētas enterālā ēdiena formulas, kas ir rūpnieciski ražotas un pacientiem piedāvātas dzeramu enterālo maisījumu veidā vai izmantojamas ēdināšanai caur zondi (Selga, 2009).

## 1.2 Enterālais uzturs lietošanai caur zondi / *Enteral tube feed nutrition*

Pirms enterālo produktu komercializācijas, šāda veida produkti tika sagatavoti slimnīcu virtuvēs - „blenderētie” pārtikas produkti, un ievadīti zondē ar šļirci (Escuro, 2014). Barojot caur zondi (cauruļveida savienojums starp ķermeņa vai kāda orgāna dobumu ar ārējo vidi vai citu orgāna dobumu, tā var būt iedzimta, iegūta, mākslīgi izveidota, eksperimentāla) parasti izmantoja barojošus šķidrums (piemēram, ūdens, cukura, biezpiena, krējuma, augļu un ogu maisījumus) (“Mākslīgā Barošana,” 1984). Tehnoloģijām attīstoties, slimnīcās gatavotie maisījumi tika izmantoti arvien retāk un tos aizstāja komerciāli pieejamie maisījumi par zemāku cenu, vieglāk un plašāk pielietojami, turklāt šādu preparātu izmantošana samazināja mikrobioloģiskā piesārņojuma risku un medicīnas personāla darba apjomu. Pastāvēja arī būtiskas bažas par izveidoto produktu patieso uzturvērtību, jo nebija pieejamas standartizētas receptūras. Arī šādu produktu sagatavošana mājās apstākļos gan pacientiem, gan aprūpējošajam personālam uzlika papildus slogu un nevēlamu stresu. Neprecizitātes uzturvērtībā ar nevienmērīgu makro un mikro uzturvielu sastāvu, kā arī neatbilstība produkta viskozitātē varēja radīt nopietnas komplikācijas pacientam (Escuro, 2014).

Šodien pieejamie produkti paredz, ka tie var būt ar uzturvielām pilnīgi nokomplektēti un tos iespējams izmantot kā vienīgo uztura avotu, kā arī produkti, kas ir ar uzturvielām nepilnvērtīgi un izmantojami kā papildinājums uzturam vai atsevišķu uzturvielu nodrošināšanai (Selga, 2009).

Eiropas klīniskā ēdināšanas un metabolisma asociācija (ESPEN – *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*) ir izstrādājusi ieteikumus enterālās ēdināšanas nodrošināšanai dažādu slimību un klīnisku situāciju gadījumā (Selga, 2009).

Tiek izšķirti vairāki gatavo formulu veidi (Selga, 2009).

- Standarta formula – satur gan makro uzturvielas (olbaltumvielas, lipīdus garo ķēžu triglicerīdu formā, ogļhidrātus un šķiedrvielas), gan mikrouzturvielas. Šķiedrvielas bieži šādos produktos sastopamas ļoti nelielos daudzumos vai praktiski netiek pievienotas, ar izņēmumu specializētai formulai. Var saturēt arī glutēnu vai laktozi – ar obligātu norādi uz iepakojuma.
- Slimībai specifiskās formulas – ietver mikro un makro uzturvielas, kas paredzētas specifiskai ārstēšanai vai lietošanai gremošanas vai metabolisku traucējumu gadījumos.
- Imūnmodulējošās formulas – uzlabo vai stimulē imūnās sistēmas darbību.
- Enerģiju nodrošinošās formulas – formulas ar normālu enerģētisko vērtību (0.9 līdz 1.2 kcal mL<sup>-1</sup>), ar zemu (zem normāliem produktiem paredzētās vērtības) un augstu (virs normāliem produktiem paredzētās vērtības).
- Ar paaugstinātu olbaltumvielu daudzumu – parasti satur 20% proteīnu no kopējā enerģijas daudzuma.
- Nehidrolizētu proteīnu formulas – satur dabiskas (nesašķeltas) olbaltumvielas.
- Peptīdsaturošās formulas – satur proteīnus, kas pārsvarā ir peptīdu formā.
- Brīvās aminoskābes saturošās formulas – satur atsevišķas aminoskābes kā proteīna avots.
- Ar augstu lipīdu saturu – parasti satur 40% lipīdu no kopējā enerģijas daudzuma.
- Ar mononepiesātinātajām taukskābēm – satur 20% vai vairāk no kopējā enerģijas daudzuma mononepiesātinātās taukskābes peptīdu formā.
- Šķiedrvielas saturošās formulas – produkti var saturēt gan šķiedrvielas, gan to fermentācijas produktus. Atkarībā no nepieciešamības, apzīmē kā ūdenī šķīstošas, nešķīstošas vai fermentējamas un nefermentējamas. Iesaka 15 līdz 30 g šķiedrvielu dienā.

### 1.2.1 Dzeramais enterālais uzturs, uzturs disfāģijas pacientiem / *Drinkable enteral diet, dysphagia diet*

Dzeramo enterālo maisījumu lietošana ir viens no veidiem kā palielināt caur muti uzņemtās pārtikas daudzumu optimāla enerģijas līmeņa nodrošināšanai un / vai palielināt atsevišķu uzturvielu uzņemšanu gan ambulatoriem pacientiem, gan pacientiem mājas apstākļos (Selga, 2009).

*Cichero et al.* (2017) norāda, ka disfāģija skar aptuveni 8% no pasaules iedzīvotājiem. Modificētas struktūras produkti un šķidrums iebiezināšana palīdz izvērtēt un arī labot rīšanas traucējumus – disfāģiju (Atherton et al., 2007). Disfāģija var būt par cēloni nepietiekamam uzturam, tas var izraisīt arī potenciālu aizrīšanās risku, ja tiek lietots nepareizas konsistences uzturs (Atherton et al., 2007; Bogaardt et al., 2007).

Disfāģijai ir vairākas formas un smaguma pakāpes, nepieciešamā uztura terapija, kas tiek izstrādāta pacientiem ir visai individuāla.

Mūsdienās, atkarībā no pacienta nutricionālā stāvokļa, slimības raksturojuma un intensitātes un garšas preferencēm, medicīnas personāls sniedz norādījumus par to, kāda veida un sastāva dzeramais uzturs var tikt izmantots papildus jau esošajam uzturam. Tie parasti ir uz piena vai jogurta bāzes, sulas bāzes, un tos ir ērti lietot ikdienā. Šie maisījumi pieejami ar dažādām piedevām, lielākoties augļu garšām, un, atkarībā no to bāzes produkta, tie var pilnīgi vai daļēji nodrošināt pilnvērtīgu uzturu. Ir pieejami arī pulverveida maisījumi, kam parasti ir divas formas: var iegūt dzērienu ar palielinātu vitamīnu un minerālvielu saturu vai paaugstinātu enerģiju un proteīnu daudzumu (Selga, 2009).

Ikdienā pazīstamos produktus iespējams modificēt, izmainot to struktūru, lai samazinātu vajadzību sakošļāt vai citādi orāli sagatavot ēdienu. Iebiezinātu šķidrums lietošana disfāģijas pacientiem palēnina rīšanas procesu, kas pasargā no aizrīšanās riska, no šķidrums nokļūšanas elpvados, kas var izraisīt dažādas infekciju saslimšanas un pat nāvi (Atherton et al., 2007).

Tā kā produktu struktūrai ir būtiska nozīme disfāģijas pacientiem 1.1. tabulā apkopotas dažādās valstīs pieņemtās viskozitātes klasifikācijas. Aplūkojot tabulā norādīto informāciju, redzams, ka klasifikācija katrā valstī ir diezgan atšķirīga un, veicot literatūras izpēti, netika atrasta informācija par vienotu starptautisku standartu.

**Modificētas struktūras produktu viskozitātes klasifikācija ASV, Eiropā un Āzijā /**  
*Viscosity classification for dysphagia diet in USA, Europe and Asia*

<b>GUSS tests / GUSS test</b> (Trapl et al., 2007)	<b>Austrālija / Australia</b> (Atherton et al., 2007)	<b>ASV /USA</b> ("National Dysphagia Diet: Standardization for Optimal Care," 2002)	<b>Īrija / Ireland</b> (Irish Consistency Descriptors for Modified Fluids and Food CONSENSUS DOCUMENT, 2009)	<b>Lielbritānija / Great Britain</b> (National Patient Safety Agency, 2011)	<b>Spānija / Spain</b> (Clavé et al., 2006)	<b>Nīderlande / the Netherlands</b> (Bogaardt et al., 2007)	<b>Koreja / Korea</b> (Lee et al., 2013)	<b>Japāna / Japan</b> (Taniguchi et al., 2008)
Pusšķidra barība (jogurta/pudiņa viskozitātē sabiezināts ūdens) / <i>Semi-liquid food (with viscosity of yoghurt / pudding, thickened water)</i>	Viegli iebiezināts / <i>Slightly thickened</i> (150 cP)	Šķidra barība / <i>Liquid food</i> (1–50 cP)	Modificēts ēdiens / <i>Modified food</i>	Pusšķidra biezeņa viskozitāte / <i>Viscosity of semi-liquid puree</i>	Šķidra barība / <i>Liquid food</i> (20.4 mPa s)	Šķidra barība / <i>Liquid food</i> (1 līdz ~50 cP)	Šķidra barība / <i>Liquid food</i>	0.5% ksantāna, jogurta dzēriena viskozitāte / <i>0.5% xanthan, viscosity of yoghurt drink</i> (4500 mPa s)
			Šķidra barība / <i>Liquid food</i>					
Šķidra barība (ūdens) / <i>Liquid feed (water)</i>	Vidēji biezs / <i>Moderately thickened</i> (400 cP)	Nektāra viskozitāte / <i>Viscosity of nectar</i> (51–350 cP)	Viendabīga biezeņa viskozitāte / <i>Uniform viscosity of puree</i>	Iebiezināta biezeņa viskozitāte / <i>Concentrated puree viscosity</i>	Nektāra viskozitāte / <i>Viscosity of nectar</i> (274.4 mPa s)	Bieza barība / <i>Thick food</i> (>1750 cP)	Sīrups / <i>Syrup</i>	0.75% ksantāna, beztauku jogurta viskozitāte / <i>0.75% xanthan, non-fat yoghurt viscosity</i> (10 500 mPa s)
Cieta barība (sausas maizes gabaliņš) / <i>Solid food (piece of dry bread)</i>	Izteikti biezs / <i>Extremely thickened</i> (900 cP)	Medus viskozitāte / <i>Viscosity of honey</i> (351–1750 cP)	Sasmalcināta un viegli mitra viskozitāte / <i>Crushed and slightly moist viscosity</i>	Sasmalcināta ēdiena viskozitāte / <i>Shredded food viscosity</i>	Pudiņa viskozitāte / <i>Viscosity of the pudding</i> (3931.2 mPa s)		Šķidra pasta / <i>Liquid paste</i>	1.00% ksantāna, 3% jogurta viskozitāte / <i>1.00% xanthan, 3% yogurt viscosity</i> (21000 mPa s)
		Bieza viskozitāte / <i>Thick viscosity</i> (>1750 cP)	Mīksta viskozitāte / <i>Soft viscosity</i>	Biezeņa viskozitāte / <i>Puree viscosity</i>			Bieza pasta / <i>Thick paste</i>	

## 1.2.2 Komerciāli pieejamie produkti enterālai barošanai / *Commercially available products for enteral feeding*

Pasaulē pieejami dažādi komerciālie uztura produkti medicīniskai lietošanai, ko ražo un izplata tādi uzņēmumi kā *Nestlé*, *Abbott*, *Fresenius Kabi*, *Mead Johnson Nutrition* un *Nutricia*. Lai gan sortiments ir plašs, Latvijā iegādājami tikai daži. Veicot izpēti internetā, šādus produktus Latvijas tirgum piedāvā tikai *Nutricia*. Medicīniskiem nolūkiem paredzēti orālie uztura produkti, produkti bērniem un caur zondi lietojami produkti.

Piedāvātais sortiments ļauj iegādāties produktus, kas paredzēti lietošanai ne tikai ambulatori, bet ir arī mājas apstākļos, līdz ar to tie ir ikdienā viegli lietojami produkti. Ar atsevišķiem komerciāli pieejamiem perorālās barošanas produktiem un to sastāvu iespējams iepazīties 1.2. un 1.3. tabulā.

Parasti pārtika satur dažādas izcelsmes šķiedrvielas, tādēļ *Nutricia* ir radījusi patentētu šķiedrvielu maisījumu *Multi Fibre* produktiem. Šie produkti normalizē zarnu funkcijas, veidojas mazāks diarejas risks, samazinās vēdera uzpūšanās, probiotiska darbība. MF4, 1.2. tabulā atzīmēts ar "\*" ir patentēts šķiedrvielu maisījums, kas satur četru dažādu veidu šķiedrvielas – oligofruktoze, galaktooligosaharīdi, pektīns, fruktooligosaharīdi. Pieejams arī *Multi Fibre* produkts, kas satur sešu dažādu veidu šķiedrvielas – oligofruktoze, inulīns, akācijas šķiedras, sojas polisaharīdi, rezistentā ciete, alfa celuloze<sup>1</sup>.

Minētajiem produktiem ir raksturīga augsta enerģētiskā vērtība, kas bieži panākts ar augstāku tauku saturu. Orāli uzņemamie produkti bieži ir uz piena, jogurta bāzes un parasti tiem ir neitrāla vai šokolādes, vaniļas, zemeņu, banānu garša.

Kaut gan pieejamais produktu klāsts ir diezgan plašs un spēj nodrošināt praktiski visa veida specifiskās prasības pacientu uzturam, pēdējo gadu laikā medicīnas personālam, kā arī plašākai sabiedrībai ir radušās bažas par to, cik efektīva ir sintētisko uztura elementu lietošana salīdzinājumā ar to dabīgajiem avotiem. Jāvērš uzmanība, ka būtiski lielākā daļa šo gatavo uztura formulu satur sintētiskos vitamīnus un minerālvielas un praktiski nesatur šķiedrvielas, kam ir liela nozīme pareizai zarnu darbībai.

---







<sup>1</sup> Perorālās barošanas produkti [tiešsaiste] [skatīts 11.08.2019] Pieejams: [http://nutriciaoncology.lv/wp-content/uploads/2016/11/Indikaciju\\_tabula\\_LV\\_2016.pdf](http://nutriciaoncology.lv/wp-content/uploads/2016/11/Indikaciju_tabula_LV_2016.pdf)



**Perorālās barošanas produkti (Diētiskā pārtika lietošanai papildus ikdienas uzturam vai kā vienīgais uzturvielu avots)<sup>1</sup> /  
Oral nutrition products (Dietary Foods for use as supplement to daily diet or as the sole source of nutrition)<sup>1</sup>**

<b>Produkti / Products</b>	<b>Nutridrink Protein</b>	<b>Nutridrink</b>	<b>Nutridrink Multi Fibre*</b>	<b>Nutridrink Yogurt Style</b>	<b>Nutridrink Juice Style</b>	<b>Diasup*</b>
<b>Svarīga informācija / Important information</b>	▪Vislielākā olbaltumvielu deva vismazākā tilpumā / <i>Highest protein dose in smallest volume</i>	▪Augsts uzturvielu saturs mazā tilpumā / <i>High nutrient content in a small volume</i>	▪Augsts uzturvielu saturs mazā tilpumā, satur šķiedrvielas / <i>High nutrient content in a small volume, contains fiber</i>	▪Produkts ar augstu enerģētisko vērtību uz jogurta bāzes / <i>Yoghurt-based product with high energy value</i>	▪Produkts ar augstu enerģētisko vērtību / <i>High energy value product;</i> ▪Nesatur taukus / <i>Does not contain fat</i>	▪Produkts ar zemu glikēmisko indeksu / <i>A product with a low glycemic index;</i> ▪Satur šķiedrvielas / <i>Contains fibre;</i> ▪Cukura diabēts / <i>Diabetes;</i> ▪Hiperglikēmija / <i>Hyperglycemia</i>
<b>Produktu uzturvērtība un sastāvs vienā pudelītē / Nutritional value and composition of products in one bottle</b>						
<b>Enerģētiskā vērtība, kcal / Energy value, kcal</b>	300	300	300	300	300	208
<b>Tauki, g / Fat, g</b>	11.8	11.6	13.0	11.6	Nav	7.6
<b>Ogļhidrāti, g / Carbohydrates, g</b>	30.5	37.1	31.5	37.4	67	23.4
<b>Olbaltumvielas, g / Protein, g</b>	18	12	12	12	8	9.8
<b>Šķiedrvielas, g / Dietary fibre, g</b>	nav	nav	4.5	nav	nav	4
<b>Tilpums / Volume</b>	125 mL x 4	125 mL x 4	125 mL x 4	200 mL x 4	200 mL x 4	200 mL x 4

1.2. tabulas turpinājums / Continuation of table 1.2






Produkti / Products	Nutridrink Protein	Nutridrink	Nutridrink Multi Fibre*	Nutridrink Yogurt Style	Nutridrink Juice Style	Diasup*
<i>Citi / Other</i>						
<b>Garša / Flavour</b>	Vaniļas, Zemeņu, Mokas, Persikumango, Ogu / Vanilla, Strawberry, Mocha, Peach-Mango, Berry	Neitrālā, Zemeņu, Šokolādes, Vaniļas, Meža ogu / Neutral, Strawberry, Chocolate, Vanilla, Wild berry	Zemeņu, Vaniļas / Strawberry, Vanilla	Vaniļas-citronu, Aveņu / Vanilla-lemon, raspberry	Ābolu, Apelsīnu / Apple, Orange	Zemeņu, Vaniļas / Strawberry, Vanilla
<b>Galvenā sastāva īpašības / Properties of the main composition</b>	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins	Minerālvielas; Vitamīni / Minerals; Vitamins
						

1.3. tabula / Table 1.3

**Perorālās barošanas produkti (Diētiskā pārtika lietošanai papildus ikdienas uzturam vai kā vienīgais uzturvielu avots)<sup>1</sup> /**  
*Oral nutrition products (Dietary Foods for use as supplement to daily diet or as the sole source of nutrition)<sup>1</sup>*

<b>Produkti / Products</b>	<b>Cubitan</b>	<b>Renilon 4.0</b>	<b>Renilon 7.5</b>	<b>Preop</b>	<b>Calogen</b>
<b>Svarīga informācija / Important information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produkts ar augstu olbaltumvielu daudzumu, arginīnu, antioksidantiem / <i>Product high in protein, arginine, antioxidants;</i></li> <li>▪ Izgulējumi / <i>Bedsore;</i></li> <li>▪ Brūces / <i>Wounds;</i></li> <li>▪ Apdegumi / <i>Burns</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produkts lietošanai akūtas un hroniskas nieru nepietiekamības gadījumā, kad jāierobežo uzturā olbaltumvielas un mikroelementi un kad nav uzsākta dialīze / <i>Product for use in acute and chronic renal failure where protein and trace elements need to be restricted and dialysis is not initiated</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produkts akūtas un hroniskas nieru nepietiekamības pacientiem, kam ir uzsākta dialīze / <i>Product for patients with acute and chronic renal failure on dialysis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dzidrs dzēriens pirms operācijas uzturam ar mērķi sagatavot pacienū operācijai / <i>A clear drink before the operation to prepare the patient for the operation</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uztura absorbcijas traucējumi / <i>Malnutrition;</i></li> <li>▪ Papildu kcal nodrošināšanai ar tauku papildinājumu / <i>To provide extra kcal with fat supplementation</i></li> </ul>
<b>Produktu uzturvērtība un sastāvs vienā pudelītē / Nutritional value and composition of products in one bottle</b>					
<b>Enerģētiskā vērtība, kcal / Energy value, kcal</b>	248	250	249	100	900
<b>Tauki, g / Fat, g</b>	7.0	12.5	12.5	Nav	100
<b>Ogļhidrāti, g / Carbohydrates, g</b>	29	29.4	25	25.2	0.2
<b>Olbaltumvielas, g / Protein, g</b>	18	4.9	9.1	nav	nav
<b>Šķiedrvielas, g / Dietary fibre, g</b>	0 (zemeņu un vaniļas) 0.6 (šokolādes)	nav	nav	nav	nav
<b>Tilpums / Volume</b>	200 mL x 4	125 mL x 4	125 mL x 4	200 mL x 4	200 mL
<b>Citi / Other</b>					
<b>Garša / Flavour</b>	Zemeņu, Šokolādes, Vaniļas / <i>Strawberry, Chocolate, Vanilla</i>	Aprikožu / <i>Apricot</i>	Karameļu / <i>Caramel</i>	Citrona / <i>Lemon</i>	Neitrāla / <i>Neutral</i>

1.3. tabulas turpinājums / *Continuation of table 1.3*

Produkti / <i>Products</i>	Cubitan	Renilon 4.0	Renilon 7.5	Preop	Calogen
Galvenā sastāva īpašības / <i>Properties of the main composition</i>	Arginīns / <i>Arginine</i> – 3g Antioksidanti / <i>Antioxidants</i> – Zn, Se Vitamīni / <i>Vitamins</i> – C, E u.c. Minerālvielas / <i>Minerals</i> Vitamīni / <i>Vitamins</i>	Zems olbaltumvielu, mikroelement un A vitamīna saturs / <i>Low in protein, trace element and vitamin A</i>	Zems mikroelementu un A vitamīna saturs / <i>Low content of trace elements and vitamin A</i> Vitamīni / <i>Vitamins</i>	Maltodekstrīns / <i>Maltodextrin</i> Fosfors / <i>Phosphorus</i> Magnijs / <i>Magnesium</i>	Garo ķēžu taukskābju (LCT) emulsija / <i>Long chain fatty acid (LCT) emulsion</i>
					

### 1.3 Uzturvielu biopieejamība / *Bioavailability*

Dažādas tendences pārtikas nozarē liecina, ka cilvēkiem mūsdienās ir svarīgs ne tikai ikdienā lietojamo pārtikas produktu uzturvielu sniegtais kvantitatīvais apjoms, bet arī kvalitatīvais sastāvs. Mūsdienās produkti, kas bagātīgi satur dažādus bioaktīvos savienojumus, izpelnījušies plašu sabiedrības atzinību, galvenokārt pateicoties to spējai uzlabot veselību un dzīves kvalitāti, kā arī samazināt un novērst risku saslimt ar dažādām slimībām (Braga et al., 2018; Chang, 2019; Cilla et al., 2018). Taču ir svarīgi atcerēties, ka bioaktīvo savienojumu, kā arī citu uzturvielu tiešā ietekme uz organismu atkarīga no šo savienojumu biopieejamības, ne tikai no to tiešā uzņemšanas daudzuma (Cilla et al., 2018b).

Terminam biopieejamība no uztura viedokļa nav vienas konkrētas definīcijas (Cilla et al., 2018a), šis termins visbiežāk tiek asociēts ar farmācijas nozari un medikamentu lietošanu, turklāt šī vārda tulkojums angļu valodā paredz vēl atsevišķus terminus, ar savām noteiktām definīcijām, precīzāk ļaujot saprast šī termina lietošanas nozīmi.

Angļu valodā biopieejamība jeb bioloģiskā pieejamība tulkojama kā *bioavailability*. No uztura viedokļa šis termins saprotams kā ar pārtiku uzņemto uzturvielu daļa, kas pieejama cilvēka organismam normālu fizioloģisku funkciju nodrošināšanai (Cilla et al., 2018; Fernández-García et al., 2009). Zinātniskajā literatūrā *bioavailability* vairāk tiek attiecināta uz klīniskajiem pētījumiem *in vivo*, kur veikti pētījumi iesaistot cilvēkus vai dzīvniekus. Šāda produktu vērtēšanas metode neskatoties uz lielo laiktelpību, pētījuma plānošanas niansēm, tai skaitā analītiskajiem un ētiskajiem ierobežojumiem, tiek uzskatīta par „zelta standartu” (Cardoso et al., 2015; Cilla et al., 2018; Minekus et al., 2014).

Biopieejamība ietver divus citus angļu valodā lietojamus terminus *bioaccessibility* – biopieejamība un *bioactivity* – bioaktivitāte (Cilla et al., 2018a; Fernández-García et al., 2009). Atšķirībā no bioloģiskās pieejamības (*bioavailability*) pētījumiem, kas veikti *in vivo* apstākļos, *bioaccessibility* ir attiecināma uz pētījumiem gremošanas simulācijas iekārtā, *in vitro* pētījumi (Cilla et al., 2018a).

*In vitro* metodes, kas simulē gremošanas procesus, tiek plaši pielietotas kuņģa-zarnu trakta darbības izpētē, pārstrādājot pārtikas produktus vai farmaceitiskos līdzekļus. Atšķirībā no *in vivo* pētījumiem, gremošanas darbības izpēte mākslīgos apstākļos rada iespēju veikt vairāk un atšķirīgākus atkarojumus, kontrolēt pētījuma gaitu un testēšanas materiālu. Šāda tipa pētījumi jau vairākkārt atzīti par ļoti piemērotiem procesu mehānisma pētījumiem un hipotēžu veidošanai, bez tieša riska cilvēkiem (Minekus et al., 2014).

Terminam *bioaccessibility* ir pieejamas divas alternatīvas definīcijas. Pirmā attiecas uz savienojumu daļu, kas izdalās no tās pārtikas matricas kuņģa-zarnu traktā un tādejādi kļūst pieejama absorbcijai zarnās. Otra definīcija ir ierobežojošāka un retāk izmantota. Tā apraksta bioloģisko pieejamību (*bioaccessibility*) kā savienojumu daļu, kas izdalās no tās pārtikas matricas kuņģa-zarnu traktā un tādejādi kļūst pieejama absorbcijai zarnās, ieskaitot absorbciju un asimilāciju zarnu epitēlija šūnās un visbeidzot, pirms sistemātisko zarnu un aknu metabolismu (Cardoso et al., 2015; Cilla et al., 2018a).

Savukārt bioaktivitāte (*bioactivity*) kā termins ietver procesus, kas saistīti ar to, kā bioaktīvais savienojums ir sasniedzis sistemātisko cirkulāciju un, tas tiek transportēts un sasniedz mērķa audus, mijiedarbība ar biomolekulu metabolismu šajos audos un visa tā radītā fizioloģiskā efektivitāte (Cardoso et al., 2015; Cilla et al., 2018a; Fernández-García et al., 2009).

Saistībā ar uztura elementu biopieejamību sabiedrībā ir radušās arī lielākas pārdomas par to, ar kādiem produktiem mēs cenšamies nodrošināt nepieciešamās dienas normas. Pēdējo gadu laikā tiek vairāk pievērsta uzmanība uztura bagātinātājiem, kuru sastāvā ir sintezētas uzturvielas un to patiesajai efektivitātei salīdzinājumā ar dabīgajiem uztura avotiem.

Šajā pētījumā, apskatot produktu biopieejamību, uzsvars tiks likts uz tā *in vitro* pētījumiem, apskatot produktu teorētisko pienesumu cilvēka organismam, tos lietojot uzturā.

Svarīgs faktors, kas ietekmē ne tikai produktu kvalitāti, bet arī to uzņemšanas spēju ir saistīts ar produktu apstrādes metodēm, kuras kā zināms, mēdz radīt arī būtiskus bioaktīvo savienojumu, tai skaitā vitamīnu, zudumus. Taču apstrādes procesu laikā ar produkta šūnām notiek arī dažādas fizioloģiskas izmaiņas, kas var uzlabot atsevišķu savienojumu un uztura elementu sagremojamību organismā un veicināt biopieejamību.

*Cilla et al.* (2018b) norāda, ka produktu apstrāde var uzlabot karotinoīdu biopieejamību, ja kombinācijā izmantota augstspiediena apstrāde kopā ar kādu no tradicionālajiem termiskās apstrādes veidiem un produkts satur eļļu. Ierastie termiskās apstrādes veidi kā vārīšana, blanšēšana, pasterizācija var pozitīvi ietekmēt arī askorbīnskābes un polifenolu biopieejamību (*in vitro*), bet augstspiediena metodes - minerālvielas, tokoferolus un kopējo produktu antioksidantu kapacitāti, tādejādi palielinot to potenciālo pienesumu mūsu veselībai. Pārskatā minēts, ka, izmantojot produktu apstrādi ar ultraskaņu, iespējams uzlabot polifenolsavienojumu uzņemšanu organismā un, apstrādājot produktus ar augstas intensitātes impulsa elektrisko lauku, iespējams uzlabot karotinoīdu, C vitamīna, fenolsavienojumu biopieejamību, kā arī palielināt produktu antioksidantu aktivitāti.

*Da Silva et al.* (2018) pētījumā par kopējo uzturvielu saturu un biopieejamību biežos, ātri pagatavojamās pārslās un maisījumā zīdaiņiem tika novērots, ka produktos esošo uzturvielu biopieejamība ir tieši saistīta ar produkta matricu un to kompleksa sastāvu. Maisījumos zīdaiņiem esošā minerālvielu biopieejamība ir vismaz 50% un analizējot Mn sasniedz pat 89%. Tika novērots, ka Fe un Mn šķīdība bija zemāka augļu un graudaugu bāzes produktos (0 līdz 5% - Fe un 19 līdz 52% - Mn), šie produkti satur vairāk olbaltumvielas un mazāk šķiedrvielas un fitātus.

#### **1.4 Uztura sastāvdaļu nozīme organismā / *The role of nutrients in the body***

Lielāko daļu nepieciešamās enerģijas cilvēks ikdienā uzņem ar ogļhidrātiem un taukiem, bet olbaltumvielas un liela daļa nepiesātināto taukskābju savukārt nepieciešamas organisma šūnu veidošanai un atjaunošanai.

*Sungsinchai et al.* (2019) apskatā par produktiem ar modificētu struktūru autori min ESPEN un ASPEN rekomendācijas, ka ambulatoriem un guļošiem pacientiem ar onkoloģiska rakstura slimībām ikdienā, enerģijas patēriņam jāuzņem 30 līdz 35 kcal un 20 līdz 25 kcal uz katru kg ķermeņa masas, kā arī vismaz 1 g olbaltumvielu uz katru ķermeņa masas kilogramu. Senioriem ar disfāģiju, bet ar salīdzinoši normālu uztura stāvokli, iesaka uzņemt vismaz 25 kcal kg<sup>-1</sup> ķermeņa masas, bet 35 kcal kg<sup>-1</sup> ķermeņa masas tiem, kam novērojams nepietiekams uzturs (*Costa et al.*, 2019; *Sungsinchai et al.*, 2019).

Cilvēkiem ar veselības traucējumiem ir svarīgi uzņemt atbilstošu olbaltumvielu daudzumu ikdienā. Klīniski novērots, ka nepietiekami uzņemot olbaltumvielas slikti dzīst brūces, samazinās rezistence pret infekcijām, var veidoties tūska, traucējumi transporta proteīnu sintēzē un uzsūkšanās procesu traucējumi sakarā ar fermentu trūkumu vai to nepietiekamu daudzumu. Tādēļ ar uzņemto uzturu ir būtiski nodrošināt proteīnu homeostāzi un līdzsvarotu summāro proteīnu sintēzi (*Selga*, 2009).

Literatūras avoti par optimālu uzņemamo olbaltumvielu daudzumu norāda nedaudz atšķirīgu informāciju, taču 2017. gadā Holandē izdotajās vadlīnijās par malnutrīciju tiek minēts, ka veseliem pieaugušajiem (18 līdz 64 gadi) būtu jāuzņem 0.8 g olbaltumvielu uz kg ķermeņa masas, bet veseliem vecāka gadagājuma cilvēkiem (>65 gadiem) – 1.0 g olbaltumvielu uz kg ķermeņa masas, akūti slimiem pacientiem – 1.5 līdz 1.7 g kg<sup>-1</sup> ķermeņa masas, bet hroniski slimiem pacientiem – 1.2 līdz 1.5 g kg<sup>-1</sup> ķermeņa masas (*Kruizenga et al.*, 2017).

Savukārt ogļhidrāti ir galvenais enerģijas avots, kā arī nozīmīgs kuņģa-zarnu trakta veselības uzturēšanai. Praktiski visa ogļhidrātu sagremošana un absorbcija notiek tievajā zarnā, absorbējas visi monosaharīdi. Citas ogļhidrātu formas nepieciešams organismā hidrolizēt pirms

monomērās vienības iespējams absorbēt un katabolizēt, lai iegūtu enerģiju. Hidrolīzes laikā celulozi, hemicelulozi, polisaharīdus un lignīnu gremošanas sistēmā esošie enzīmi neietekmē un tie paliek nesagremoti. Šo nesagremoto materiālu sauc par šķiedrvielām (BeMiller, 2019), tās atrodamas augu izcelsmes izejvielās. Šķiedrvielas spēj uzlabot produktu fizikālās īpašības (hidratācijas un reoloģiskās īpašības), to uzņemšana uzturā palīdz absorbēt minerālvielas un dažādus organiskos savienojumus. Šķiedrvielām piemītošās fermentatīvās īpašības, uzbriešana un daļiņu izmērs pozitīvi ietekmē resnās zarnas funkcijas (Guillon and Champ, 2000), kam ir būtiska nozīme arī pacientu uzturā.

Ne tikai makro uzturvielas kā ogļhidrāti, olbaltumvielas un tauki ir atbildīgi par organisma darbību, bet būtiska ir arī mikrouzturvielu kā vitamīnu, minerālvielu un dažādu bioaktīvo savienojumu uzņemšana. Lai gan nepieciešamais mikrouzturvielu daudzums ikdienā ir krietni mazāks salīdzinājumā ar makro uzturvielām, to trūkums cilvēka organismā var ievērojami pasliktināt veselības stāvokli. Lai pilnībā tiktu uzņemti visi nepieciešamie uztura elementi un uzturu varētu saukt par „sabalansētu” ir ieteicams lietot gan augu, gan dzīvnieku valsts produktus (Mohammad et al., 2017).

#### **1.4.1 Bioaktīvie savienojumi/ *Bioactive compounds***

Bioaktīvie savienojumi ir tās pārtikas sastāvdaļas, kas spēj ietekmēt ķermeni kopumā vai savu darbību virzīt tieši uz audiem vai šūnām. Lai gan ne visiem bioaktīvajiem savienojumiem ir reglamentētas ieteicamās dienas normas, tomēr pastāv vispārāzīti uzskati, ka virkne savienojumu no augu un dzīvnieku valsts produktiem pozitīvi ietekmē cilvēku veselību. Pie šādiem savienojumiem pieskaitāmi karotinoīdi, polifenoli, fitosterīni, taukskābes un peptīdi (Astley and Finglas, 2016).

Dažādu savienojumu darbības mehānismi, jo īpaši tie, kas saistīti ar samazinātu saslimšanas risku indivīdiem, nav pilnībā izprotami. Daži no tiem darbojas kā antioksidanti, bet citi stimulē aizsardzības mehānismus, kas uzlabo reakciju uz oksidatīvo stresu, novēršot plašu bojājumu veidošanos vai uzlabojot organisma atveseļošanos. Dotajā mirklī nav pietiekami daudz pierādījumu par ieteicamajām devām un šo savienojumu nekaitīgumu, it īpaši kā izolētiem savienojumiem, taču vispārīgi pieņemts, ka to uzņemšana kā daļa no sabalansēta uztura, uzskatāma par būtiski nozīmīgu (Astley and Finglas, 2016).

#### **1.4.2 Vitamīni/ *Vitamins***

Vitamīniem ir daudzas un dažādas funkcijas organismā, daži no tiem darbojas kā antioksidanti, bet citi ietekmē gēnu ekspresiju (Gregory, 2017). Vislielākā nozīme ir taukos šķīstošajiem vitamīniem (A, D, E, K) un ūdenī šķīstošajiem B grupas vitamīniem un C vitamīnam. Taukos šķīstošie vitamīni veido rezerves mūsu šūnās un to uzņemšana katru dienu ne vienmēr ir nepieciešama. Savukārt ūdenī šķīstošos vitamīnus gan ir ieteicams uzņemt katru dienu, jo tie neveido dabīgas rezerves organismā (Gregory, 2017; “Vitamins and Minerals chart”).

Taukos šķīstošie vitamīni ir svarīga grupa, kam piemīt daudz dažādas funkcijas un ir būtiska nozīme cilvēka organismā. Šo vitamīnu sīkāks sadalījums un izplatība ir mazāk zināma, lielākoties saistībā ar to analītisko sarežģītību, ko ietekmē dažādi faktori, gan formu skaits, gan daudzveidība. Tādēļ taukos šķīstošos vitamīnus parasti iedala grupās A, D; E un K, kur katra no tām ietver lielu daudzumu vitamīnu un metabolītu ar atšķirīgu biopieejamību (Fanali et al., 2017).

Piemēram, A vitamīns ietver divu grupu savienojumus. Retinoīdi, kur ietilpst retinols, retināls, retīnskābe, retinilesteris. Šie savienojumi atrodami dzīvnieku izcelsmes produktos - zivju eļļā, aknās, olas baltumā, sviestā, krējumā. Otra grupa ir A vitamīna provitamīni, kurā ietilpst visi karotinoīdi. Savukārt šie savienojumi atrodami augļos, ogās un dārzeņos, tie ir vieni no izplatītākajiem dabīgajiem pigmentiem, kas veido dzelteni, oranžo un sarkano krāsu (Fanali et al., 2017).

A vitamīns ar receptoru palīdzību piedalās gēnu ekspresijā, tas ir svarīgs kuņģa-zarnu trakta imūnsistēmas darbībai un redzei. Tas veicina arī ādas, matu, kaulu un zobu veidošanos. Karotinoīdi uzskatāmi par svarīgiem antioksidantiem, kas palīdz organisma aizsardzībai pret atsevišķu vēža šūnu veidošanos un pret saslimšanu ar sirds un asinsvadu slimībām (“Vitamins and Minerals chart”).

D vitamīnam ir divas galvenās formas: D<sub>2</sub> jeb ergokalciferols un D<sub>3</sub> jeb holekalciferols. D vitamīns galvenokārt veidojas UV staru ietekmē augos D<sub>3</sub> formā, bet dzīvnieku ādā D<sub>2</sub> formā no tā provitamīna – ergosterola (Fanali et al., 2017).

Tiek uzskatīts, ka D vitamīnam ir ļoti būtiska nozīme mūsu organismā, līdzīgi kā A vitamīns, arī tas piedalās gēnu ekspresijā. Optimāls vai pat nedaudz lielāks D vitamīna līmenis organismā saistīts ar samazinātu risku hronisku un infekciju slimību izpausmēm, kā arī ar mazāku iespēju vēža, sirds un asinsvadu, cukura diabēta, gripas un citu slimību attīstībai. D vitamīns palīdz uzturēt optimālu kalcija (Ca) un fosfora (P) līmeni asinīs, kas savukārt stiprina kaulus, palīdz veidot arī zobus (Gregory, 2017; Stackhouse, 2010). D vitamīns ikdienā uzņemams ar saules gaismu, bet tas nelielos daudzumos atrodams arī apstrādātā pienā, margarīnā, graudaugos. Labs D vitamīna avots ir taukainas zivis, to aknas, arī olas.

E vitamīns ietver astoņus tokohromanolus, un tie visi ir augu izcelsmes. Četri no tokoferoliem (T<sub>s</sub>), kas satur piesātinātu izoprenoīdu saiti, bet četri tokotrienoli (T<sub>3s</sub>) – satur sānu ķēdes analogu T<sub>s</sub>, bet tām ir trīs dubultās trans saites. T<sub>s</sub> un T<sub>3s</sub> tiek apzīmēti ar α-, β-, γ- un δ- burtiem, atbilstoši to metilgrupas atvasinājuma novietojumam pie hromanola gredzena. Gan tokoferoliem, gan tokotrienoliem ir atšķirīgs bioloģiskais potenciāls (Fanali et al., 2017).

Tokotrienolu ieguldījums E vitamīna bioloģiskajā aktivitātē pārtikas produktos parasti tiek uzskatīts par nenozīmīgu, līdz ar to zudumi produktu sistēmā ir nenozīmīgi. Tā saturu produktos salīdzina ar α-tokoferola daudzumu.

Cilvēka organismā tas ir nozīmīgs antioksidants, kas neitralizē nestabilās molekulas un novērš šūnu bojājumus. Tas veicina arī A vitamīna veidošanos no karotīna, piedalās fosfora vielmaiņā, arī olbaltumvielu vielmaiņā un ietekmē nukleīnskābju biosintēzi, palīdz sadziedēt ādu un novērš rētu veidošanos. Šī vitamīna deficīts organismā novērojams ļoti reti un parasti, tas konstatēts priekšlaicīgi dzimušiem zīdaiņiem vai zīdaiņiem ar zemu ķermeņa masu, un tas saistīts ar novirzēm tauku absorbcijas procesā gremošanas sistēmā. Ar E vitamīnu bagātas ir augu eļļas, rieksti, sēklas, zemesrieksti un zemesriekstu sviests, pilngraudu produkti un apstrādāti graudu produkti (Buckiuniene et al., 2018; Emami et al., 2021).

K vitamīns pārstāv divas savienojumu grupas, kur abām ir naftohinona kodols, bet ar atšķirīgām sānu ķēdēm. K<sub>1</sub> jeb filokinons atrodams augu izcelsmes pārtikas produktos, bet K<sub>2</sub> jeb menahiona galvenais avots ir baktērijas (Fanali et al., 2017). Vitamīni K<sub>1</sub> un K<sub>2</sub> palīdz gan novērst un amaznāt arteriālās kalcifikācijas risku, kas saistīts ar sirds un asinsvadu slimībām (Gregory, 2017). K vitamīns aktivizē proteīnus un Ca, kas ir būtiski asins sarecēšanai. Šī vitamīna trūkums var izraisīt iekšējo asiņošanu (“Vitamins and Minerals chart”). K<sub>1</sub> vitamīns galvenokārt atrodams zaļajos dārzeņos un augu hlorofilos, un tā absorbcija palielinās sviesta un eļļas klātbūtnē, bet K<sub>2</sub> vitamīns tiek sintezēts ar baktēriju palīdzību, to galvenie uztura avoti ir fermentēti pārtikas produkti (vīns, alus, sidrs, miso), gaļa un piena produkti (Wang et al., 2020).

Ūdenī šķīstošajiem vitamīniem, kas jāuzņem katru dienu, ir ļoti būtiska loma un tie nepieciešami vairāku organismā esošu fermentu darbībai, kas savukārt tālāk piedalās olbaltumvielu, ogļhidrātu un tauku vielmaiņā un enerģijas veidošanā organismā. B grupas vitamīniem ir arī liela nozīme centrālās nervu sistēmas stiprināšanai un smadzeņu darbībai, kā arī B grupas vitamīnu trūkums bieži saistās ar izmaiņām cilvēka uzvedībā, pasliktinātu atmiņu utt. (Hassan et al., 2020; Galoburda et al., 2012; “Vitamins and Minerals chart”).

Pie B grupas vitamīniem pieder B<sub>1</sub> jeb tiamīns, B<sub>2</sub> jeb riboflavīns, niacīns, B<sub>5</sub> jeb pantotēnskābe, B<sub>6</sub> jeb piridoksīns, B<sub>7</sub> jeb biotīns, B<sub>12</sub> un folskābe. Augļos, ogās un dārzeņos B grupas vitamīnu praktiski nav vai ir atrodami relatīvi nelielā daudzumā. Lielākoties tie atrodami graudaugos, dzīvnieku izcelsmes produktos (gaļā, zivīs, olās, pienā), sēnēs. Dārzeņos



kā kartupeļos, ziedkāpostos, pākšaugos atrodams tiamīns. Zaļo lapu dārzeņi, bietes un zemenes ir labi folskābes avoti (Hassan et al., 2020; Portari and Gonc, 2021).

Savukārt C vitamīns ir viens no izplatītākajiem augļos, ogās un dārzeņos atrodamajiem vitamīniem un antioksidantiem. Tas atrodams dažādās ogās – upenēs, zemenēs, kā arī to pārstrādes produktos. Arī spināti, paprika, tomāti, sparģeļi, kāposti un vairums garšaugu ir labs C vitamīna avots. Tas nepieciešams kolagēna veidošanai šūnās, tas ir svarīgs antioksidants, palīdz organismam uzsūkt dzelzi, veicina brūču dzīšanu un smadzeņu darbību, nozīmīgs imūnsistēmas saglabāšanā (Portari and Gonc, 2021; “Vitamins and Minerals chart”).

Optimālai dažādu vitamīnu uzņemšanai ikdienā ar pārtiku ir ļoti būtiska nozīme ikvienam, taču īpaši tas jāievēro cilvēkiem ar dažādiem veselības traucējumiem. Nepieciešamais uzturvielu daudzums pacientiem var atšķirties dažādu iemeslu dēļ, taču šādiem cilvēkiem ir svarīgi ar katru ēdienreizi vienlaicīgi uzņemt ne tikai nepieciešamās kilokalorijas, bet arī vitamīnus, 1. pielikumā iespējams apskatīt ES regulā 2016/128 norādīto vitamīnu daudzumu, ko nepieciešams uzņemt ar īpašas diētas pārtikas produktiem 100 kcal vai 100 kJ uzņemtās pārtikas

### 1.4.3 Minerālvielas / *Mineral compounds*

Līdzīgi vitamīniem arī minerālvielām ir būtiska nozīme organisma vielmaiņas un fizioloģisko procesu regulēšanā (Stathopoulou et al., 2012), tās sīkāk iedala makro elementos, kuri organismā nepieciešami lielākos daudzumos (Ca, Mg, K, Na, Cl, P un S), un mikro elementos (I, Zn, Se, Fe, Mn, Cu, Co, Mo, F, Cr, B), kuru koncentrācijas organismā ir mazākas, bet ļoti nozīmīgas (Gharibzahedi and Jafari, 2017). Lai uzturētu homeostāzi, šūnu aizsardzību, funkcionalitāti un veselību, ir nepieciešama adekvāta to uzņemšana, savukārt to trūkums ir saistīts ar konkrētām slimībām. Starp minerālvielām, kalcijs (Ca), varš (Cu), dzelzs (Fe), selēns (Se) un cinks (Zn) tiek uzskatīti par īpaši nozīmīgiem to fizioloģiskās lomas un līdzdalības dēļ dažādos bioloģiskos procesos (Stathopoulou et al., 2012).

Tādas minerālvielas kā Ca, P un F atrodams zobu struktūrā, bet Ca, Mg, Mn, P, B un F atrodami kaulos. Lielākai daļai minerālvielu ir būtiska loma kā enzīmu sastāvdaļām, piemēram, Cu, Fe, Mn, Mg, Se un Zn. Makroelementiem (Ca, Mg, P, Na un K), salīdzinot ar mikroelementiem (I), ir daudz lielāka nozīme nervu šūnās (signālu pārraide). Taču mikroelementiem (Co, I un Fe) ir būtiska nozīme eritrocītu veidošanā, glikozes līmeņa regulēšanā (Cr) un to aizsardzībā, aktivizējot antioksidantu fermentus, kur īpaši svarīgs ir Mo. Makroelementi Ca un K ir svarīgi augsta asinsspiediena kontrolei. Tādas minerālvielas kā Ca, Mg, Cu, Se, Zn, Cr un Mn ir iesaistīti arī imūnsistēmas un smadzeņu darbībā (Gharibzahedi and Jafari, 2017).

Kalcijam ir svarīga nozīme hronisku slimību profilaksē, tas ir mainīgs osteoporozes riska faktors kā arī samazina hipertensijas un resnās zarnas vēža risku. Nepietiekama Ca uzņemšana uzturā saistīta arī ar aptaukošanos, rezistenci pret insulīnu un 2. tipa cukura diabēta patoģenēzi. Kopā ar fosforu kalcijs ir būtisks kaulu audiem – kopā tie veido hidroksiapatītu (Jančichová et al., 2020).

Cinks organismā nepieciešams ļoti nelielos daudzumos, bet tas piedalās vairāk nekā 300 bioloģiskos procesos. Tam ir svarīga loma olbaltumvielu, ogļhidrātu, lipīdu un nukleīnskābju metabolismā. Zn ietekmē insulīna darbību un ir neatņemama vairāku antioksidantu enzīmu sastāvdaļa. Tā trūkums pasliktina šo enzīmu sintēzi, kas tā rezultātā, palielina oksidatīvo stresu. Lielākas cinka koncentrācijas atrodamas smadzenēs (amigdalā, hipokampā, neokorteksā), un tam ir būtiska ietekme uz centrālo nervu sistēmu. Tiek uzskatīts, ka nepietiekama Zn uzņemšana var būt saistīta ar dažādām garīgo funkciju izmaiņām, piemēram, uzvedībā, garastāvoklī un kognitīvajās spējās (Jančichová et al., 2020).

Varš ir enzīmu kofaktors (ceruloplazmīns dzelzs metabolismā), piedalās antioksidantu aizsardzībā, neuropeptiskā sintezē un imūnsistēmas reakcijās, kā arī tas ir svarīgs brūču sadzīšanai un asinsradei. Pārāk liela vara uzņemšana var palielināt insulta un citu sirds un

asinsvadu slimību risku. Pārāk augsts vara daudzums organismā tiek saistīts arī ar insulīna rezistenci, kas novērojams 2. tipa cukura diabēta slimniekiem (Jančichová et al., 2020).

Selēna deficīts ir sirds un asinsvadu, un neirodeģeneratīvo slimību, novecošanās un imūnsistēmas bojājumu attīstības faktors oksidatīvā stresa dēļ (Jančichová et al., 2020).

Atšķirīgām cilvēku grupām nepieciešamais uzturvielu daudzums var būt atšķirīgs. Piemēram, tradicionāli tiek izdalīts sievietēm un vīriešiem nepieciešamais visdažādāko uzturvielu daudzums, atšķirīgas rekomendācijas pastāv arī starp pieaugušajiem un bērniem līdz 7 gadu vecumam, grūtniecēm un senioriem un visnotaļ tas attiecināms uz cilvēkiem ar veselības traucējumiem, tādēļ 1. pielikumā iespējams iepazīties ar rekomendēto minerālvielu daudzumu īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā. Apzinoties dažādu minerālvielu un vitamīnu nozīmīgumu cilvēka organismā, ir būtiski saprast arī ar kādiem pārtikas produktiem tos iespējams ikdienā uzņemt un kā nodrošināt, ka uzņemtie pārtikas produkti nenodarīs kaitējumu cilvēka organismam. Tāpēc tālākajā literatūras analīzē ir svarīgi veikt dažādu augu valsts izejvielu bioķīmiskā sastāva izvērtējumu.

## 1.5 Izejvielu bioķīmiskais raksturojums / *Biochemical characteristics of raw materials*

Uztura speciālisti un dažādu valstu uztura vadlīnijas visā pasaulē iesaka palielināt ikdienā uzņemto augļu un dārzeņu daudzumu. Izsenis jau zināms, ka īpaši ogas un augļi ir labs dažādu uzturvielu avots (Nile and Park, 2014). Taču jāņem vērā, ka augļu, ogu un dārzeņu bioķīmiskais sastāvs ir mainīgs un to ietekmē dažādi faktori, gan šķirne, gan vide un laikapstākļi, lauksaimnieciskā darbība (Feldmane et al., 2015; Lukša et al., 2018; Ozola and Kampuse, 2016). Lai gan ir vairāki faktori, kas var izraisīt dažādas bioķīmiskās izmaiņas augu valsts izejvielās, starp tipiskiem kultūru pārstāvjiem ir atrodamas vairākas kopsakarības.

Sirds un asinsvadu slimības, vēzi var izraisīt oksidatīvais stress, kas bojā biomolekulas kā DNS, lipīdus un olbaltumvielas. Antioksidantu molekulas spēj inhibēt oksidāciju, tādējādi kavējot daudzu hronisku slimību un lipīdu peroksidācijas progresu. Augļi un dārzeņi satur visdažādākos bioķīmiskos savienojumus, no kuriem liela daļa ir fenoli, ar antioksidantu īpašībām, kas var aizsargāt cilvēka ķermeni pret šūnu oksidāciju (Wang et al., 2015).

Jāņem vērā, ka vides faktori kā augu augšanas vieta, gaisma, mitrums, UV starojums un arī apstrāde pēc ražas novākšanas (uzglabāšana, sulas spiešana, pasterizācija, kaltēšana u.c.) ietekmē polifenolu saturu (Kivimäki et al., 2012).

### 1.5.1 Dārzeņu bioķīmiskais raksturojums / *Biochemical characteristics of vegetables*

Dārzeņi ir ēdamas auga daļas kā stublāji, kāti, saknes, bumbuļi, sīpoli, lapas, ziedi, dažas ogas un augļi (ķirbis, tomāti). Tiem ir būtiska nozīme cilvēku uzturā gan kā labiem šķiedrvielu avotiem, bet tie satur arī visdažādākās minerālvielas, vitamīnus, antioksidantus. Gan dārzeņi, gan augļi satur tādus bioaktīvos savienojumus kā fenolsavenojumus, slāpekļa savienojumus, karotinoīdus un arī askorbīnskābi (Prieciņa and Kārklīņa, 2017).

**Parastā jeb sarkanā biete** (*Beta vulgaris* L.) ir sakņaugs, kas pieder balandu dzimtai (*Chanopodlanceae*) (Chhikara et al., 2019).

Bietes ir labs šķiedrvielu, dažādu bioaktīvo savienojumu avots – satur karotinoīdus, flavonoīdus, vitamīnus un minerālvielas kā kāliju, nātriju, fosforu, kalciju, magniju, varu, cinku, mangānu un ūdenī šķīstošos betalaīna pigmentus kā betacianīnus (piešķir sarkanu līdz violetu krāsu) un betaksantīnus (piešķir dzeltenu līdz oranžu krāsu), kur visiem šiem savienojumiem ir pozitīva ietekme uz cilvēka veselību (Chhikara et al., 2019; Panghal et al., 2017).

**Burkāni** (*Daucus carota* L.) arī ir Latvijā un pasaulē plaši audzēts sakņaugs (Sharma et al., 2012), kas pieder čemurziežu dzimtai (*Apiaceae*) (Morariu et al., 2017) un tiek uzskatīts par vienu no nozīmīgākajiem karotinoīdu avotiem, līdz ar to iekļaušana īpašiem diētiskiem

noļūkiem paredzētos pārtikas produktos nodrošinātu nozīmīgu daļu A vitamīna provitamīnu. Tipiski ēdamā saknes daļa ir oranža, bet ir pieejamas šķirnes, kur tā ir tumši violela, melna, sarkana, dzeltena un balta.

Pētījumā par Latvijā audzētu *Nantes* tipa burkānu ķīmisko sastāvu autori norāda, ka karotinoīdu saturs ir robežās no  $60.21 \pm 0.66$  mg  $100 \text{ g}^{-1}$  sausnas 'Berlikum' hibrīda burkānos līdz pat  $79.47 \pm 0.42$  mg  $100 \text{ g}^{-1}$  sausnas 'Champion' hibrīda burkānos. Hibrīdos 'Forto' un 'Bolero' tas vidēji bija 72 mg  $100 \text{ g}^{-1}$  sausnas. Kopējais fenolu saturs tika reģistrēts robežās no  $539.76 \pm 4.97$  GAE  $100 \text{ g}^{-1}$  sausnas hibrīdā 'Forto' līdz  $271.21 \pm 5.37$  GAE  $100 \text{ g}^{-1}$  sausnas hibrīda 'Bolero' burkānos (Rakcejeva et al., 2012).

Līdzīgi kā bietes arī burkāni ir labs šķiedrvielu, dažādu bioaktīvo savienojumu, vitamīnu un minerālvielu avots, kam ir pozitīva ietekme uz cilvēka organismu. Vidēji burkānos ir 86 līdz 89% mitruma, tas ir labs ogļhidrātu un minerālvielu kā kalcija, fosfora, dzelzs un magnija avots (Sharma et al., 2012).

**Topinambūrs** (*Helianthus tuberosus*) ir daudzgadīgs augs, kas pieder kurvziežu dzimtai (*Asteraceae*). Par auga ēdamo daļu tiek uzskatīti zem zemes augoši bumbuļi jeb gumi, kas aug līdzīgi kā kartupeļi. Tas ir saulgriežu ģints augs, kas ziedēšanas periodā izceļas ar lieliem dzelteniem ziediem (Jantaharn et al., 2018; Kays and Nottingham, 2007). Tā pirmsākumi meklējami Ziemeļamerikā, bet mūsdienās tas tiek audzēts visā pasaulē, lielākoties pateicoties tā izturībai pret dažādiem audzēšanas apstākļiem, tai skaitā temperatūrām, augsnes auglībai, izturībai pret dažādiem kaitēkļiem un slimībām. (Jantaharn et al., 2018; Yang et al., 2015).

Topinambūru lauksaimnieciskā izturība, spēja pielāgoties dažādiem klimatiskajiem apstākļiem, kā arī liels ražas apjoms padara to par viegli audzējamu kultūru un tas ir kļuvis par ekonomiski nozīmīgu augu ar plašu pielietojumu gan cilvēku, gan dzīvnieku pārtikas ražošanā, biogāzes iegūšanā (Yang et al., 2015). No topinambūriem tiek iegūts inulīns un oligo-fruktoze un pateicoties tā bioķīmiskajam sastāvam tiem ir antimikrobiālas un antioksidantu īpašības (Jantaharn et al., 2018).

Topinambūra gumi vidēji satur 80% ūdens, 15% ogļhidrātu un 1 līdz 2% olbaltumvielu. Tajos nelielos daudzumos atrodama ciete, tauki. No polinepiesātinātajām taukskābēm, gumos atrodama linolskābe (Kays and Nottingham, 2007). Gumi ir labs šķiedrvielu avots, tajos galvenais ogļhidrātu uzglabāšanas veids ir inulīna formā (Bach et al., 2013), kas savukārt ir prebiotīks un labvēlīgi ietekmē zarnu trakta mikrofloru (Judprasong et al., 2018).

**Kāposts** jeb galviņkāposts (*Brassica oleracea* convar. *capitata*) ir krustziežu dzimtas (*Brassicaceae*) augs, kas tiek ļoti plaši audzēts un izmantots visā pasaulē. Audzētās kāpostu šķirnes variē gan to galvas lielumā, formā, arī krāsā, gan kāpostlapu izkārtojumā (Jansone and Kampuse, 2019; Rokayya et al., 2013). Kāpostu ģints dārzeni satur glikozinolātus (Cvetković et al., 2019; Lavinia et al., 2012), kas ir sekundāro metabolītu grupa un pārsvarā atrodami tikai kāpostu ģints augos (Sánchez-Pujante et al., 2017). Glikozinolātu struktūrā ietilpst slāpekļis un sērs un tos var iedalīt trīs grupās atkarībā no aminoskābes, no kuras tie tiek sintezēti. Šos savienojumus hidrolizē mirozināze, kas parasti notiek biotisko un abiotisko faktoru ietekmē, tādējādi iegūstot dažādus sadalīšanās produktus. Glikozinolātiem un to hidrolīzes produktiem ir liela nozīme augu aizsardzības reakcijās pret dažāda veida stresoriem un pierādīts, ka tiem ir labvēlīga ietekme uz cilvēku veselību kā spēcīgiem antioksidantiem, kas palīdz aizsargāties no sirds un asinsvadu saslimšanām, diabēta, šiem savienojumiem ir antimikrobiālas un no audzējiem aizsargājošas īpašības (Sánchez-Pujante et al., 2017). Tieši šo savienojumu un arī citu fenolsavienojumu klātbūtne kāpostos padara tos par vērtīgu uzturvielu avotu (Cvetković et al., 2019; Lavinia et al., 2012; Rokayya et al., 2013).

Kāpostiem ir zema kaloritāte  $24\text{--}36$  kcal  $100 \text{ g}^{-1}$ ,  $100 \text{ g}$  kāpostu satur aptuveni  $1.4 \text{ g}$  olbaltumvielu,  $0.2 \text{ g}$  tauku,  $3.0 \text{ g}$  šķiedrvielu un  $92 \text{ g}$  ūdens. No minerālvielām tajos atrodami  $208 \text{ mg}$  kālija,  $46 \text{ mg}$  kalcija un  $12 \text{ mg}$  magnija  $100 \text{ g}$  produkta. Tas ir arī C vitamīna un A vitamīna avots (Jansone and Kampuse, 2019).

**Ķirbji** pieder ķirbju dzimtai (*Cucurbitaceae*), kas ir ļoti liela un pie tās pieder arī tādas lauksaimniecības kultūras kā kabači, cukīni, gurķi, melones u.c. Trīs lauksaimnieciski

nozīmīgākās no šīs dzimtas sugām ir *C. pepo* L., pie kuras pieskaitāmi cukīni, *C. maxima* un *C. moschata*, kur ietverti tradicionāli zināmie ķirbju pārstāvji (Aislado et al., 2018; Biesiada, Kucharska et al., 2011; Ozola and Kampuse, 2016). Tie ir bagātīgs dažādu uzturvielu avots kā karotinoīdu, C vitamīna, B grupas vitamīnu, E vitamīna, tie ir labs šķiedrvielu avots un tiem ir raksturīga zema kaloritāte (Biesiada et al., 2011; Ozola and Kampuse, 2016). No minerālvielām tas ir bagātīgs kālija, fosfora, magnija, dzelzs un selēna avots (Assous et al., 2014; Ozola and Kampuse, 2016).

Tajos esošais  $\beta$ -karotīns samazina saules izraisītus ādas bojājumus un mazina tūsku, bet  $\alpha$ -karotīns samazina šūnu novecošanās procesus, kataraktu un audzēju veidošanos, E vitamīns savukārt pasargā ķermeņa šūnas no oksidatīvās bojāšanās (Kim et al., 2012).

Pētījuma eksperimentālajā daļā izmantoti šķirnes ‘Učiki Kuri’ ķirbji, kas pieder (*Cucurbita maxima*) sugai (Nawirska-Olszanskaska et al., 2014). Autora citos pētījumos, savstarpēji izvērtējot no šķirnēm ‘Blue Hubbard’, ‘Golden Hubbard’, Učiki Kuri’, ‘Butternut Waltham’ un ‘Kampmelon’ iegūtos biežus, šī šķirne uzrādījusi salīdzinoši augstāku bioaktīvo savienojumu saturu. ‘Učiki Kuri’ ķirbju biežiem pēc apstrādes bija augstākais C vitamīna saturs 24.5 mg 100 g<sup>-1</sup> biežņa, kā arī 49.4 mg 100 g<sup>-1</sup> biežņa kopējo fenolu un kopējais karotīnu saturs bija 23.3 mg 100 g<sup>-1</sup> biežņa. Jāmin, ka iegūtie rezultāti attiecināmi uz ķirbju biežiem, kas tehnoloģiski iegūti no ķirbja, kuram pirmapstrādes procesā netika atdalīta miza. Biesiada et al. (2011) iegūtie dati norāda, ka ķirbjos ir augsts cietes saturs (20.95 mg 100 g<sup>-1</sup> parauga), salīdzinoši augsts reducējošo (5.16%) un kopējo (5.52%) cukuru saturs. De Vries (2017) savā ziņojumā norāda, ka šīs šķirnes ķirbji ir labs dažādu minerālvielu avots – kālijs, magnijs un fosfors, arī sērs, cinks, varš un dzelzs.

Promocijas darba eksperimentālās daļas izstrādes procesā produktu uzturvērtību aprēķinam izmantotas 1.4. tabulā norādītās dārzeņu uzturvērtības, 1.5. tabulā apskatāms arī vitamīnu saturs dārzeņos un 1.6. tabulā – minerālvielu saturs.

1.4. tabula / Table 1.4

**Dārzeņu uzturvērtība / Vegetable nutritional value (DTU Fodevareinstituttet, 2019)**

<b>Izejvielas / Uzturvielas</b> <b>100 g produkta</b> <i>Raw materials / Nutrients per</i> <i>100 g of product</i>	<b>Svaigas bietes/ Raw red</b> <i>beetroot (Beta vulgaris L.</i> <i>Var conditiva Alef.)</i>	<b>Svaigi burkāni / Raw</b> <i>carrot (Daucus carota</i> <i>L.)</i>	<b>Svaigi topinambūri/</b> <i>Raw Jerusalem</i> <i>artichoke (Helianthus</i> <i>tuberosus L.)</i>	<b>Svaigi kāposti / Raw</b> <i>white cabbage (Brassica</i> <i>oleracea L. convar.</i> <i>Capitata (L.))</i>	<b>Svaigs ķirbis / Raw</b> <i>pumpkin (Cucurbita</i> <i>pepo L.)</i>
<b>Enerģētiskā vērtība / Energy, kJ</b>	220	152	335	133	75
<b>Enerģētiskā vērtība / Energy, kcal</b>	52	36	79	32	18
<b>Olbaltumvielas / Protein, g</b>	1.7	0.7	2.1	1.2	0.6
<b>Ogļhidrāti / Carbohydrate, g</b>	9.0	5.8	15.9	5.1	3.1
<b>Kopējie cukuri / Total sugar, g</b>	8.97	6.10	11.40	3.72	2.70
<b>Kopējie tauki / Total fat, g</b>	0.3	0.4	0.6	0.2	0.1
<b>Piesātinātās taukskābes /</b> <i>Saturated fatty acids, g</i>	0.048	0.079	0.145	0.041	0.027
<b>Šķiedrvielas /Dietary fibre, g</b>	2.3	2.9	2.6	2.3	1.1
<b>Ūdens / Water, g</b>	85.9	89.5	82.1	90.6	94.6

Pēc 1.4. tabulā norādītajām dārzeņu uzturvērtībām, redzams, ka augstākā enerģētiskā vērtība ir topinambūriem, tajos ir arī lielākais olbaltumvielu, ogļhidrātu un kopējo cukuru saturs. Topinambūros pēc datubāzē pieejamās informācijas atrodams arī lielākais piesātināto taukskābju saturs, salīdzinājumā ar pārējiem apskatītajiem dārzeņiem. Šķiedrvielu saturs svaigos dārzeņos ir ļoti līdzīgs, ap 2 g 100 g<sup>-1</sup> dārzeņu.

**Vitamīnu saturs dārzeņos / Vitamin content in vegetables**  
(DTU Fodevareinstituttet, 2019)

Izejvielas / Vitamīni 100 g produkta <i>Raw materials / Vitamins 100 g of product</i>	Svaigas bietes/ Raw red <i>beetroot (Beta vulgaris l. Var conditiva Alef.)</i>	Svaigi burkāni / Raw carrot <i>(Daucus carota L.)</i>	Svaigi topinambūri/ Raw <i>Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.)</i>	Svaigi kāposti / Raw white <i>cabbage (Brassica oleracea L.convar. Capitata (L.))</i>	Svaigs ķirbis / Raw pumpkin <i>(Cucurbita pepo L.)</i>
<b>A vitamīns</b> / vitamin A, µg RE	0.583	816	0.750	2.920	3.750
<b>K vitamīns</b> / vitamin K, µg	0.2	13.2		76	-
<b>C vitamīns</b> / vitamin C, mg	8.0	7.01	6.0	45.8	5.0
<b>B<sub>1</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>1</sub> , mg	0.025	0.040	0.070	0.0490	0.050
<b>B<sub>2</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>2</sub> , mg	0.045	0.033	-	0.036	0.020
<b>B<sub>6</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>6</sub> , mg	0.050	0.119	0.090	0.156	0.050
<b>B<sub>3</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>3</sub> , mg NE	0.200	1.100	0.233	0.400	0.200
<b>B<sub>9</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>9</sub> , µg	69	63	10	77	5
<b>B<sub>5</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>5</sub> , mg	0.15	0.28	0.38	0.21	0.4
<b>B<sub>7</sub> vitamīns</b> / vitamin B <sub>7</sub> , µg	0	3.4	0.47	1.2	0.4
<b>E vitamīns</b> / vitamin E, mg α-TE	0.08	0.55	0.15	0.02	0.10

Veicot literatūras izpēti, vairākkārt apstiprinājās, ka nedz dārzeņi, nedz augļi un ogas nav uzskatāmi par D vitamīna avotu (1.5. tabula un 1.8. tabula), šis tik nozīmīgais vitamīns cilvēku organismam uzņemams pārsvarā, uzturā lietojot dzīvnieku izcelsmes produktus. Tas pats attiecināms uz B<sub>12</sub> vitamīnu. Ar atsevišķiem izņēmumiem līdzīga tendence novērojama arī B grupas vitamīniem, kurus visbiežāk pietiekamās devās ikdienā var uzņemt, uzturā lietojot dzīvnieku izcelsmes produktus un graudaugus. Jāmin gan, ka starp dārzeņiem bietes, burkāni un arī kāposti ir labi folijskābes avoti, kāposti satur arī salīdzinoši daudz K un C vitamīna, bet burkāni un burkānu sula ir A vitamīna provitamīnu avots, tajos esošo karotīnu satura dēļ, tie ir arī labs biotīna avots 3.4 µg 100 g<sup>-1</sup> un K vitamīna avots 13.2 µg 100 g<sup>-1</sup> burkānu (DTU Fodevareinstituttet, 2019).

Mīnerālvielu saturs apskatītajās izejvielās ir ļoti atšķirīgs, piemēram, Na saturs svārstās no 66 mg (burkānos) līdz 2 mg topinambūros uz 100 g<sup>-1</sup> produkta, bet tajos ir augstākais kālija (K) saturs 561 mg 100 g<sup>-1</sup>. Taču pārējos dārzeņos tas ir nedaudz virs 200 mg 100 g<sup>-1</sup>. Daudz mazākās koncentrācijās dārzeņos, augļos un ogās atrodams Ca un Mg, kur lielākie tos saturošie avoti atbilstoši secībai, ir kāposti un topinambūri. Topinambūros, bietēs un burkānu sulā norādīts lielākais dzelzs saturs. Atbilstoši rekomendācijām Latvijas iedzīvotājiem dienā pieaugušajiem vajadzētu uzņemt 50 līdz 60 µg Se, kā redzams 1.6. un 1.9. tabulā, faktiskais Se daudzums nevienā no apskatītajām izejvielām nav augstās koncentrācijās. Lielākais tā daudzums 0.7 µg 100 g<sup>-1</sup> norādīts kāpostos, bietēs ir 0.5 µg 100 g<sup>-1</sup>. Bietēs atrodama augstākā vara (Cu) koncentrācija, Latvijas iedzīvotājiem dienas norma paredz līdz 0.9 µg pieaugušiem cilvēkiem. Arī cinka saturs apskatītajos produktos ir salīdzinoši neliels, bet par tā būtiskākajiem uztura avotiem balstoties uz literatūrā sniegto informāciju uzskatāmi graudaugi, pākšaugi un rieksti.

**Minerālvielu saturs dārzeņos /**  
*Content of mineral compounds in vegetables (DTU Fodevareinstituttet, 2019)*

<b>Izejvielas / Minerālvielas 100 g produkta</b> <i>Raw materials/ Mineral compounds per 100 g of product</i>	<b>Svaigas bietes / Raw red beetroot</b> <i>(Beta vulgaris l. Var conditiva Alef.)</i>	<b>Svaigi burkāni / Raw carrot</b> <i>(Daucus carota L.)</i>	<b>Pasterizēta burkānu sula / Canned carrot juice</b>	<b>Svaigi topinambūri / Raw Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus L.)</b>	<b>Svaigs kāposti / Raw white cabbage</b> <i>(Brassica oleracea L.convar. Capitata (L.))</i>	<b>Svaigs ķirbis / Raw pumpkin</b> <i>(Cucurbita pepo L.)</i>
Na, mg	43	66	29	3	6	2
K, mg	330	286	292	561	240	243
Ca, mg	28.1	24.6	14.2	28	50.9	20.1
Mg, mg	36.2	33.1	24.4	72.3	30.1	11.2
Fe, mg	15	9.6	14	16	10.9	0.27
Zn, mg	0.6	0.24	0.46	0.6	0.305	0.2
Cu, µg	0.73	0.19	0.18	0.1	0.145	0.08
I, µg	0.12	0.036	0.046	0.12	0.019	0.15
Se, µg	0.5	0.1	-	0.1	0.7	-
Mn, mg	0.2	0.1	-	0.03	0.767	0.04

### 1.5.2 Augļu un ogu bioķīmiskais sastāvs / *Biochemical characteristics of fruits and berries*

Vairums augļu un ogu ir ne tikai garšīgi, bet spēj pasargāt no dažādām slimībām, par ko atbildīgs to ķīmiskais sastāvs. Ja dārzeņus vairāk uzturā uzņem to bagātā minerālvielu sastāva dēļ, tad ogas bagātīgi satur vitamīnus, krāsu un aromātu veidojošos bioaktīvos savienojumus, kas ir spēcīgi antioksidanti, kā arī fenolsavienojumus. Taču tie ir arī labs enerģijas avots, jo bagātīgi satur dažādus dabīgos cukurus, šķiedrvielas un ir arī minerālvielu avots, turklāt tie uzturā lietojami gan svaigā, gan pārstrādātā veidā - iegūstot sulas, sīrupus, ievārījumus, biezeņus, lieto kā dažādas piedevas citos produktos ne tikai to garšas īpašību, bet arī krāsas un aromāta dēļ (Nile and Park, 2014; Pereira et al., 2018).

Izvērtējot dažādu augļaugu bioķīmisko sastāvu, būtu ļoti nozīmīgi tos iekļaut jauno produktu sastāvā. Latvijā audzēti un potenciāli iekļaujami diētiskās pārtikas izveidē ir tādi augļaugi kā āboli, zemenes, sarkanās avenes, aronijas, upenes, brūklenes un smiltsērķšķi.

**Āboli** ir rožu dzimtas (*Rosaceae*) pārstāvji, kurā ietilpst 25–30 dažādas ābeļu sugas, taču augļu ieguvei plaši izmanto sugu – mājas ābele (*Malus x domestica* (L.)) (Feldman et al., 2015; Fernández-Jalao et al., 2019). Ābolu izplatība mūsdienās ir liela un tie ir cilvēku uzturā visvairāk lietotie augļi (Fernández-Jalao et al., 2019; Raudone et al., 2017).

Āboli ar sārtu mīkstumu ir nozīmīgs fenolsavienojumu avots (Wang et al., 2015), augļos atrodamas piecas galvenās fenolsavienojumu grupas kā hidroksikīnskābes, dihidrokalkoni, flavanoli, flavonoli un antociānīni (Chen et al., 2014; Wang et al., 2015). Tie satur arī dažādas citas uzturvielas un bioaktīvos savienojumus, kā, piemēram, pektīnu, pārtikas šķiedrvielas, dažādus vitamīnus, triterpēnu skābes (Raudone et al., 2017). Taču jāņem vērā, ka šo savienojumu, īpaši fenolu, koncentrācija un attiecīgie savienojumi atšķiras starp ābolu šķirnēm,

tāpat arī augļa mizā vai mīkstumā. Lielāka fenolsavienojumu dažādība un arī koncentrācija ir sastopama to mizās (Espley et al., 2014; Wang et al., 2015).

Līdzīgi kā āboli arī **zemenes** ir rožu dzimtas augs (*Rosaceae*), visplašāk tiek audzētas dārza zemenes (*Fragaria x ananassa*) (Feldmane et al., 2015). Pie rožu dzimtas pieskaitāmas arī sarkanās avenes (*Rubus ideaus* L.) jeb meža avenes, kas ir Eiropā izplatītākā suga, aronijas ar Latvijā audzēto populāciju (*Aronia mitschurinii* A.Skv.et Maitulina) (Feldmane et al., 2015).

Zemenes pārstrādē tiek bieži izmantotas sulu ieguvei to patīkamās garšas un bagātīgā uzturvielu sastāva dēļ – bioaktīvie savienojumi, minerālvielas, fenolsavienojumi, šķiedrvielas. Vidēji 100 g ogu satur 7.68 g ogļhidrātu, 2.0 g šķiedrvielu un līdz pat 4.89 g cukuru, tajās atrodami arī 58.8 mg C vitamīna (Wang et al., 2018).

**Avenes** parasti audzē kā daudzgadīgu kultūru un arī aveņu ogas ir ar augstu fenolskābju, flavonoīdu un antociānu saturu (Jin et al., 2012). Latvijā tiek audzētas vairākas šķirnes, gan gaišās, gan tumši sarkanās avenes, ogas vidēji satur 19.0 līdz 38.4 mg 100 g<sup>-1</sup> C vitamīna, 9.4 līdz 56.4 mg 100 g<sup>-1</sup> antociānu un 149.9 līdz 246.7 GAL mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo fenolu (Feldmane et al., 2015). Pašas ogas ir kopauglis, kas ir ļoti uzņēmīgas pret patogēnajiem mikroorganismiem un līdz ar to apgrūtina ražas ievākšanu, kā arī to uzglabāšana svaigā veidā parasti nepārsniedz 3 līdz 5 dienas (Jin et al., 2012).

**Aronijas** ir izplatītas Ziemeļamerikā, Ziemeļeiropā un Austrumeiropā kā dekoratīvs augs, taču to ogas tiek izmantotas pārtikas un dzērienu ražošanā. Ogas ir nozīmīgs fitosavienojumu, vitamīnu, antioksidantu un citu bioaktīvo savienojumu avots, kuriem piemīt pretmikrobu, pretvēža un pretvīrusu iedarbība (Baum et al., 2016; Liepiņa et al., 2013; Lukša et al., 2018).

**Upenes** (*Ribes nigrum* L.) ir ērkšķožu dzimtas (*Grossulariaceae*) un jāņogu ģints (*Ribes*) pārstāvis (Feldmane et al., 2015). Arī tās ir Eiropā, Ziemeļāzijā un Ziemeļamerikā plaši audzēts gan vietēja mēroga, gan komerciāls augs, kura popularitāte pēdējo gadu laikā pieaug. Bagātīgais polifenolu un C vitamīna saturs palīdz gremošanas sistēmas un zarnu mikrobiotas optimālai regulēšanai, aizsargā pret pretiekaisuma deģeneratīviem traucējumiem un vēzi (Vepštāitē-Monstavičē et al., 2018). Ogu bioķīmiskais sastāvs ir atšķirīgs un to ietekmē gan izvēlēta šķirne, gan augšanas vieta, piemēram, Latvijā audzētas upenes var saturēt 82.1 līdz 300.4 mg 100 g<sup>-1</sup> C vitamīna, 90.5 līdz 396.5 mg 100 g<sup>-1</sup> antociānu un 220.6 līdz 664.1 GAL mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo fenolu (Feldmane et al., 2015).

**Brūklenes** (*Vaccinium vitis-idaea* L.) ir savvaļā augošs, daudzgadīgs, mūžzaļš krūms, kam ir sarkanās ēdamas ogas, kas visbiežāk sastopamas un lietotas uzturā Eiropā (Alam et al., 2016; Alam et al., 2018). Brūkleņu ogām tiek piedēvētas veselību veicinošas īpašības pateicoties to bioķīmiskajam sastāvam, kur līdzīgi citām ogām, tas ir dažādu fenolsavienojumu, vitamīnu, īpaši C un E vitamīna avots, un arī minerālvielu avots (Kivimäki et al., 2012; Kivimäki et al., 2013). Ogām raksturīga arī skābi rūgta garša, par ko atbildīgs daudzveidīgais organisko skābju sastāvs, kas izraisa pH zemāku par 4. Tajās ir arī augsts cukuru saturs, bet saldumu maskē skābes (Viljanen et al., 2014).

**Smiltsērķšķi** (*Hippophae rhamnoides* L.) ir Eiropā, Āzijā un Ziemeļamerikā plaši izplatīts augs. Smiltsērķšķu augļos ir augsts C, E un K vitamīna, kā arī karotinoīdu, flavanolu un cukuru saturs. Tos plaši izmanto pārtikas nozarē, medicīnā un arī kosmētikas ražošanā (Lukša et al., 2018). Feldmane et al. (2015) norāda, ka Latvijā audzēto smiltsērķšķu ogās C vitamīna saturs ir robežās no 72.5 līdz 112.4 mg 100 g<sup>-1</sup>, E vitamīna saturs 16.8 līdz 32.0 mg 100 g<sup>-1</sup>, kopējie karotīni 8.8 līdz 21.4 mg 100 g<sup>-1</sup>, bet kopējais fenolu saturs 105.4 līdz 141.8 GAL mg 100 g<sup>-1</sup>, kā arī tajos ir vidēji 5% eļļas.

Receptūru izstrādē izmantotās augļu un ogu uzturvērtības apskatāmas 1.7. tabulā, 1.8. tabulā redzams tajos esošais vitamīnu saturs un 1.9. tabulā attēlots dārzenos, augļos un ogās esošais minerālvielu sastāvs.

**Augļu un ogu uzturvērtība / Nutritional values of fruits and berries**  
(DTU Fodevareinstituttet, 2019)

<b>Izejvielas/ Uzturvielas 100 g produkta</b> <i>Raw materials/ Nutrients per 100 g of product</i>	<b>Svaigi āboli / Raw apple (<i>Malus domestica</i> Borkh.)</b>	<b>Svaigas zemenes / Raw strawberries (<i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne)</b>	<b>Svaigas avenes / Raw, raspberry (<i>Rubus iaeus</i> L.)</b>	<b>Svaigas upenes / Raw black currant (<i>Ribes nigrum</i> L.)</b>	<b>Svaigas brūklenes / Raw lingonberry (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)</b>	<b>Svaigi smiltsērķši / Raw sea buckthorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>)</b>
<b>Enerģētiskā vērtība / Energy, kJ</b>	233	162	215	314	228	311
<b>Enerģētiskā vērtība / Energy, kcal</b>	55	38	51	75	54	75
<b>Olbaltumvielas / Protein, g</b>	0.3	0.7	0.5	1.4	0.8	1.4
<b>Ogļhidrāti / Carbohydrate, g</b>	11.2	7.1	7.0	4.7	12.9	3.3
<b>Kopējie cukuri / Total sugar, g</b>	8.11	6.07	5.50	6.40	7.03	3.00
<b>Kopējie tauki / Total fat, g</b>	0.3	0.031	0.5	1.0	0.5	6.0
<b>Piesātinātās taukskābes / Saturated fatty acids, g</b>	0.067	0.217	0.034	-	0.018	0.800
<b>Šķiedrvielas / Dietary fibre, g</b>	2.2	1.5	0	4.3	2.5	-
<b>Ūdens / Water, g</b>	85.6	90.0	91.8	88.2	85.6	82.6

No apskatītajiem augļiem un ogām upenes un smiltsērķši ir ar augstāko kaloritāti. Olbaltumvielu saturs ogās ir mazāks nekā dārzeņos. Svaigās upenēs un smiltsērķšos pēc datubāzē pieejamās informācijas (apkopojumu skatīt 1.7. tabula) tas nedaudz pārsniedz 1 g 100 g<sup>-1</sup> produkta, bet ābolos un pārējās ogās tas ir zem 1 g 100 g<sup>-1</sup> produkta. Vislielākais kopējo ogļhidrātu daudzums atrodams ābolos, svaigās brūklenēs, šīm izejvielām ir arī augstākais kopējo cukuru saturs, vislielākais rādītājs 10.2 g 100 g<sup>-1</sup> atrodams ābolu sulā. Augļos un ogās atrodams arī nedaudz tauku, vidējie rādītāji ir zem 0.6 g 100 g<sup>-1</sup> produkta, bet upenēm tas sasniedz 1 g 100 g<sup>-1</sup> ogu un smiltsērķšiem līdz pat 6 g 100 g<sup>-1</sup> ogu, kas atbilst literatūrā sniegtajai informācijai, ka smiltsērķšu ogās ir augsts eļļas saturs (Feldmane et al., 2015). Atbilstoši tajos ir arī augstākais piesātināto taukskābju saturs. Ābolu sula un avenes praktiski nesatur šķiedrvielas, bet pašos ābolos norādīts, ka atrodami 2.2 g 100 g<sup>-1</sup> ābolu, labākais šķiedrvielu avots starp aprakstītajām ogām ir upenes 4.3 g 100 g<sup>-1</sup> ogu.



**Vitamīnu saturs augļos un ogās / Vitamin content in fruits and berries**  
(DTU Fodevareinstituttet, 2019)

<b>Izejvielas / Vitamīni 100 g produkta</b> <i>Raw materials / Vitamins per 100 g of product</i>	<b>Svaigi āboli / Raw apple (<i>Malus domestica</i> Borkh.)</b>	<b>Svaigas zemenes / Raw strawberries (<i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne)</b>	<b>Svaigas avenes / Raw, raspberry (<i>Rubus idaeus</i> L.)</b>	<b>Svaigas upenes / Raw black currant (<i>Ribes nigrum</i> L.)</b>	<b>Svaigas brūklenes / Raw lingonberry (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)</b>	<b>Svaigi smiltsērķšķi / Raw sea buckthorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>)</b>
<b>A vitamīns / vitamin A, μg RE</b>	2.08	3.33	3.5	16.7	1.75	120
<b>K vitamīns / vitamin K, μg</b>	3	20	0	-	-	13.5
<b>C vitamīns / vitamin C, mg</b>	10	66.8	24	70	11	131
<b>B<sub>1</sub> vitamīns / vitamin B<sub>1</sub>, mg</b>	0.016	0.015	0.03	0.017	0.05	0.034
<b>B<sub>2</sub> vitamīns / vitamin B<sub>2</sub>, mg</b>	0.011	0.011	0.05	0.05	0.04	0.21
<b>B<sub>6</sub> vitamīns / vitamin B<sub>6</sub>, mg</b>	0.051	0.045	0.09	0.05	0.013	0.11
<b>B<sub>3</sub> vitamīns / vitamin B<sub>3</sub>, mg NE</b>	0.15	0.434	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>B<sub>9</sub> vitamīns / vitamin B<sub>9</sub>, μg</b>	9	15	44	34	2	10
<b>B<sub>5</sub> vitamīns / vitamin B<sub>5</sub>, mg</b>	0.1	0.129	0.24	0.25	0.12	-
<b>B<sub>7</sub> vitamīns / vitamin B<sub>7</sub>, μg</b>	0.3	0.701	1.9	0.4	2.4	-
<b>E vitamīns / vitamin E, mg α-TE</b>	0.55	0.414	1.40	5.50	1.60	26

Salīdzinājumā ar dārzeņiem, ogās atrodams vairāk E vitamīna, īpaši smiltsērķšķos 26 mg α-TE 100 g<sup>-1</sup> ogu. Kā jau pie izejvielu apraksta minēts arī 1.8. tabulā redzams, ka smiltsērķšķi ir arī labs citu vitamīnu avots. Tajos atrodams augstākais A vitamīna un C vitamīna saturs. Svaigas avenes un upenes satur folijskābi vairāk par 30 mg 100 g<sup>-1</sup> ogu.

No minerālvielām augļos un ogās (1.9. tabula) visvairāk atrodams kālijs, kalcījs un magnijs.

**Minerālvielu saturs augļos un ogās /**  
*Content of mineral compounds in fruit and berries (DTU Fodevareinstituttet, 2019)*

<b>Izejvielas / Minerālvielas 100 g produkta</b> <i>Raw materials/ Mineral compounds per 100 g of product</i>	<b>Svaigi āboli / Raw apple (<i>Malus domestica</i> Borkh.)</b>	<b>Svaigas zemenes / Raw strawberries (<i>Fragaria x ananassa</i> Duchesne)</b>	<b>Svaigas avenes / Raw, raspberry (<i>Rubus iaeus</i> L.)</b>	<b>Svaigas upenes / Raw black currant (<i>Ribes nigrum</i> L.)</b>	<b>Svaigas brūklenes / Raw lingonberry (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)</b>	<b>Svaigi smiltserkšķi / Raw sea buckthorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>)</b>
Na, mg	3	0.508	2	2	2	3.5
K, mg	120	179	228	266	89	133
Ca, mg	3.85	18.5	19.7	27	20	42
Mg, mg	4.4	12.5	17	23	9	-
Fe, mg	0.124	0.255	0.55	0.55	0.4	0.44
Zn, mg	0.032	0.104	0.34	0.53	0.18	0
Cu, µg	0.028	0.038	0.105	0.12	0.072	-
I, µg	0.2	0.05	0.4	0.4	0.15	-
Se, µg	0.3	0.18	0.189	0.1	0	0.1
Mn, mg	0.047	0.342	1.2	0.646	3.2	-

Ne mazāk nozīmīga ir arī uzturvielu faktiskā spēja tikt izmantotām mūsu organismā, kā arī to loma mūsu uzturā un dažādu produktu apstrādes tehnoloģiju ietekme uz šiem savienojumiem, kas tiks sīkāk apskatīta sekojošajā nodaļā.

### 1.6 Produktu apstrādes metodes / *Food processing methods*

Produktu apstrādē tiek izmantotas dažādas tehnoloģijas, kas spēj uzlabot produktu garšu, krāsu, struktūru, kā arī inaktivēt mikroorganismus un toksiskas vielas, kas ļauj produktus uzglabāt arī ilgāku laiku un potenciāli palielināt uzturvielu pieejamību cilvēka organismā. Tomēr tehnoloģisko procesu kopējā ietekme var būt atšķirīga no produkta uz produktu, tādēļ vēl joprojām ir būtiski noteikt procesu ietekmi uz bioloģiski aktīvajiem savienojumiem augļos un dārzeņos. Kā arī ir būtiski saprast, kāda veida izmaiņas notiek ar produktiem pārstrādes laikā vai pēc to pārstrādes, jo ir ārkārtīgi pieaugusi patērētāju interese par to, kāda veida pārtika ikdienā tiek uzņemta (Augustin et al., 2016; Sawicki and Wiczowski, 2018).

Produktu mikrobioloģiskā drošība, uzglabāšanas laiks un kvalitātes saglabāšana ir galvenie rādītāji, kam ikviens pārtikas ražotājs pievērš uzmanību. Cilvēki jau kopš seniem laikiem ir meklējuši veidus, kā saglabāt savus produktus ilgākai lietošanai un kā, kombinējot un apstrādājot dažādas izejvielas, var iegūt plašāka spektra ēdienkarti. Vairākas no šīm apstrādes metodēm vēl joprojām lieto mūsdienās, un, attīstoties zinātnei un pētniecības nozarēm, vairākas no šīm metodēm ir modificētas, bet, mainoties cilvēku ikdienai, ir izstrādātas arī jaunas (Augustin et al., 2016; Van Boekel et al., 2010).

Augļu, ogu un dārzeņu pārstrādē jau tradicionāli tiek izmantotas tādas tehnoloģijas kā smalcināšana, mērcēšana, ietvaicēšana, pasterizācija, sasaldēšana, kaltēšana, marinēšana, fermentēšana u.c. (Augustin et al., 2016). Šo metožu efektivitāte uz atšķirīgām pārtikas produktu grupām jau zināma, taču pēdējo gadu laikā alternatīvi produktu apstrādes veidi kā augstspiediena apstrāde, vakuuma tehnoloģiju integrēšana jau tradicionālās produktu apstrādes

metodēs, ultraskaņas izmantošana, apstrāde ar ultravioleto starojumu (UV) u.c. apstrādes veidi raisījuši interesi, taču to efektivitāti un potenciālos izmantošanas veidus kvalitatīvu produktu izveidei vēl nepieciešams sīkāk izpētīt (Augustin et al., 2016).

Turpmāk pavisam īsi apskatītas atsevišķas tradicionālās un arī jaunās produktu apstrādes metodes, kuras tiek uzskatītas par efektīvām drošu pārtikas produktu sagatavošanā.

Produktu **pasterizācija un sterilizācija** ir vienas no visplašāk izmantotajām produktu apstrādes metodēm augļu, ogu un dārzeņu pārstrādē, galvenokārt to efektivitātes dēļ, iegūstot mikrobioloģiski drošus produktus. Tās ir daudzfunkcionālas un vienkāršas metodes, to ieviešana uzņēmumos ir finansiāli izdevīgāka un patērē mazāk energoresursus, ja tiek salīdzinātas ar dažām inovatīvajām apstrādes metodēm, kā, piemēram, augstspiediena apstrādi.

Pasterizācijas procesā pārtikas produktus iepriekš uzkarsē līdz temperatūrai, kas parasti ir no 70 līdz 85 °C, bet nepārsniedz 100 °C, un pēc tam tos ātri atdzesē. Pasterizācijas laikā iespējams atbrīvoties no lielākās daļas veģetatīvo mikroorganismu, bet šī metode nespēj inaktivēt sporas veidojošos mikroorganismus. Lai novērstu sporas veidojošo mikroorganismu attīstību konservētos dārzeņos, gaļas produktos, jūras veltēs, iesaka izmantot sterilizāciju. Šis process parasti tiek veikts autoklāvos, kur necaurīdīgā iepakojumā ievietotu produktu pakļauj augstai temperatūrai, virs 100 °C, parasti no 110 līdz 120 °C.

Kā jau iepriekš minēts, produktu **augstspiediena apstrāde** ir relatīvi jaunāka produktu apstrādes metode, kurā izmantojot augstu spiedienu (no 100 līdz 1000 MPa) apstrādā iepakotus produktus un par spiediena pārnēsēju izmanto šķidrums. Augstspiediena apstrāde ļauj produktu apstrādāt plašā temperatūras diapazonā no 0 °C līdz 100 °C noteiktu laiku, parasti no dažām sekundēm līdz 20 minūtēm. Šis apstrādes veids ļauj iznīcināt patogēnus un mikroorganismus, kas ir atbildīgi par veģetatīvo bojāšanos, ļauj inaktivēt fermentus ar minimālām izmaiņām uzturvērtībā un sensorajā kvalitātē (Andrés et al., 2016a, 2016b; Carbonell-Capella et al., 2013).

Augstspiediena efektivitāte apstrādes laikā tiek skaidrota ar *Le Chatelier* principu, kas nosaka, ka tiek atbalstītas to reakciju fāzes pārejas, kas saistītas ar tilpuma samazināšanos, bet tās, kas saistītas ar tilpuma palielināšanos, tiek kavētas. Aromātiskie savienojumi, vitamīni un minerālvielas praktiski netiek ietekmētas augstspiediena apstrādē to zemās molekulas un kovalento saišu dēļ. Taču tas nav attiecināms uz tādām makromolekulām kā proteīni un ciete, kas augstspiediena apstrādē maina to dabisko struktūru tāpat kā tradicionālās termiskās apstrādes laikā (Barba et al., 2015).

Šo procesu raksturo ar temperatūru, spiedienu un izturēšanas laiku, ko var brīvi variēt savā starpā procesa nodrošināšanai. Parasti spiediens tiek vienlaicīgi un vienmērīgi pārraidīts produktā, neatkarīgi no tā lieluma un iepakojuma formas, atšķirībā no termiskās apstrādes, kur siltums pakāpeniski tiek pārnests caur pārtikas sistēmu. Spiediena īslaicīgā ietekme uz produktu spēj samazināt apstrādes laiku, enerģiju un atsevišķu produktu pārmērīgu apstrādi (Barba et al., 2015; Oey et al., 2008). Lai gan spiediena ietekme uz produktu sistēmu ir vienmērīga, nav iespējams pilnībā novērst siltuma pārnēsi, īpaši kompresijas un dekompresijas laikā. Spiediena pieaugums vai samazinājums ir saistīts ar proporcionālām temperatūras izmaiņām tvertnē attiecīgi adiabatiskajam sasīšanās un atdzišanās temperatūras gradientam (Oey et al., 2008).

Augstspiediena apstrādes efektivitāti attiecībā uz kopējo produkta kvalitāti un nekaitīgumu ietekmē ne tikai ārējie (procesa) faktori kā apstrādes laiks, spiediena palielināšana/dekompresijas ātrums, spiediena/temperatūras līmeņi un impulsu skaits, bet arī tādi faktori kā produktu sastāvs un mikroorganismu fizioloģiskais stāvoklis (Oey et al., 2008).

Literatūra norāda, ka apstrāde augstspiedienā spēj veikt strukturālās izmaiņas daudzos dzīvnieku un augu valsts proteīnos, tādējādi samazinot to alergisko aktivitāti vai potenciālu. Augstspiediena lietošana alergiskās aktivitātes mazināšanai ir atkarīga no pārtikas matricas, vissekmīgāk tas īstenots piena apstrādē (Oey et al., 2008).

Ne tikai palielināts spiediens, bet arī pazemināts spiediens produktu apstrādes laikā ļauj manipulēt ar produktu apstrādes temperatūrām. Produktu termiskā apstrāde vakuumā kā *sous-vide* un *cook-vide* jeb **vakuuma vārīšana** ir metodes, kas sākumā attīstījušās franču virtuvē (*haute cuisine*). Šo metožu pamatā ir produktu termiskā apstrāde temperatūrās zem 100 °C, ko

panāk ar vakuuma palīdzību. *Sous vide* (SV) metodes pamatā ir neapstrādāta produkta iepakšana termoizturīgā vakuuma iepakojumā un tā apstrāde kontrolētā temperatūrā un atbilstošu laiku. Savukārt *cook vide* (CV) pamatā ir produkta gatavošana ūdenī vai produkta vidē, kas atrodas slēgtā apsildāmā katlā un ar vakuuma sūkņa palīdzību samazinot spiedienu (skābekļa daudzumu) tajā. Spiediena samazināšanās rezultātā samazinās arī ūdens vārīšanās temperatūra (Iborra-Bernad et al. 2013; Iborra-Bernad et al., 2014; Ozola and Kampuse, 2016).

Literatūrā plaši pieejama informācija par SV produktu apstrādi, savukārt par CV pieejamā informācija ir ļoti ierobežota, kaut gan tās izmantošana ir plaša. Diezgan viennozīmīgi ir pierādīts, ka produktu apstrāde temperatūrās zem 100 °C un ar samazinātu skābekļa daudzumu spēj daudz labāk saglabāt termolabilus savienojumus, tādējādi saglabājot patieso produktu garšu, aromātu, krāsu un potenciāli uzlabojot kopējo produktu kvalitāti salīdzinājumā ar konvencionālajiem produktu apstrādes veidiem (Iborra-Bernad et al., 2015; Martinez-Hernandez et al., 2013; Ozola and Kampuse, 2016). Novērots, ka produktu mikrobioloģiskā drošība ir sasniedzama arī vakuuma apstrādē (Martinez-Hernandez et al., 2013; Ozola and Kampuse, 2016).

Salīdzinot SV un CV apstrādi, atsevišķu produktu sensorie rādītāji, arī labāks bioaktīvo savienojumu sastāvs novērojams SV apstrādē. Galvenokārt tas saistāms ar to, ka produkts jau iepakots un termiskās apstrādes laikā produktam nav tiešas saskares ar ūdeni, kurā var tikt pārnestas šīs vielas vai gaistošo savienojumu iztvaikošana produkta vārīšanas laikā (Iborra-Bernad et al., 2014; Ozola and Kampuse, 2016).

Pētījumā, ko veikuši *Martinez-Hernandez et al.* (2013), izvērtējot atšķirīgu apstrādes metožu ietekmi uz 'Kailan-Hybrid' brokoļu šķirni, tika noskaidrots, ka vakuuma apstrādes režīmi kopumā uzrādīja labāku produkta mikrobioloģisko kvalitāti, labākus fizikālos un sensoros rādītājus un atsevišķos gadījumos uzlaboja produktu antioksidatīvās īpašības salīdzinājumā ar konvencionālajām metodēm (Martinez-Hernandez et al., 2013).

### **Problemātikas raksturojuma kopsavilkums**

Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzēti produkti ir specifiska produktu grupa, kas ietilpst cilvēku ar veselības traucējumiem uzturā atveseļošanās procesā. Kvalitatīvu un uzturvielām bagātu pārtikas produktu uzņemšanai ir būtiska loma cilvēku atveseļošanās procesā, jo tie sniedz organismam visu nepieciešamo optimālai funkciju nodrošināšanai.

Nepieciešamībai pēc šādiem produktiem var būt dažādi cēloņi, kas ietver gan neiroloģiskas, neirodeģeneratīvas slimības, gan arī fiziskas traumas, vispārēju ķermeņa novecošanos u.c. Eiropā aptuveni 23% vecāka gada gājuma cilvēkiem, kas dzīvo patstāvīgi, līdz pat 51% stacionāros dzīvojošiem ļaudīm un pat 84% no tiem, kas slimo ar kādu no demences formām vai neirodeģeneratīvām slimībām, novērojama disfāgija (Baijens et al., 2016).

Nepietiekams uzturs sākotnēji var izraisīt imūnsistēmas novājināšanos un palielinātu jutību pret infekcijām, kā arī nogurumu. Bieži simptomi, kas saistīti ar nepietiekamu uzturu, tieši izriet no uzturvielām, kas trūkst organismam. Īpaši smagos gadījumos ilgstošs nepietiekams uzturs var būt letāls gan pieaugušajiem, gan bērniem (Astley and Finglas, 2016).

Medicīniskiem nolūkiem izšķir divus galvenos barošanas veidus – parenterāla un enterālā barošana. Enterālā barošana ietver orāli lietojamus speciālus uztura produktus un produktus barošanai caur zondi (Weimann et al., 2006).

Šādu produktu izveide ir atbildīgs process, jo tam ir jāsasniedz vēlams efekts, taču prognozēt, cik lielā mērā lietotais uzturs spēs nodrošināt ar nepieciešamo, ir diskutabls jautājums pat cilvēkam bez nopietniem veselības traucējumiem. Pasaulē pieejami dažādi komerciālie uztura produkti medicīniskai lietošanai, ko ražo un izplata tādi uzņēmumi kā *Nestlé*, *Abbott*, *Fresenius Kabi*, *Mead Johnson Nutrition* un *Nutricia*. Bet Latvijā pieejami tikai daži un tos piedāvā *Nutricia*, kuru sortimentā ir medicīniskiem nolūkiem paredzēti orālie uztura produkti, produkti bērniem un caur zondi lietojami produkti. Šie produkti lielākoties satur

sintētiskos vitamīnus un minerālvielas un praktiski nesatur šķiedrvielas, kam ir liela nozīme pareizai zarnu darbībai. Kaut gan piedāvātie produkti ir neatņemama uztura terapijas daļa, Latvijā komerciāli pieejamais īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētais uzturs ir visai vienveidīgs un tā klāsts nav plašs, jo vietējais tirgus ir neliels. Pēdējo gadu laikā vērojama interese paplašināt pieejamo produkcijas klāstu un vairāk pievērsties dabīgas izcelsmes produktu lietošanai uzturā.

Vieglas disfāģijas vai īslaicīga veselības stāvokļa pasliktināšanās gadījumā, kad uztura vajadzības vēl iespējams nodrošināt, modificējot ikdienā lietojamu pārtikas produktu konsistenci, aprūpes iestādēs vai mājās iespējams pašiem sagatavot nepieciešamo uzturu. Taču ilgtermiņā un veselības stāvoklim pasliktinoties, tas ir ārkārtīgi laikietilpīgs un personālu, kā arī ģimenes locekļus noslogojošs process. Šādu produktu neprecīza sagatavošana var radīt aizrīšanās risku, ēdiens var nenodrošināt pilnvērtīgu uzturu, vienveidīga uztura uzņemšana var pasliktināt dzīves kvalitāti, kā arī izraisīt papildu komplikācijas (Gramlich et al., 2018).

Tādēļ ir aktuāls pētījums, kas ietver jaunu uz augu un dzīvnieku valsts izejvielu bāzes veidotu produktu izstrādi, ko būtu potenciāli iespējams sagatavot industriālos apstākļos, tādejādi samazinot riskus un komplikācijas, kas saistītas ar šādu produktu sagatavošanu ikdienā.

### **Summary of problem statement**

*Products for special medical purposes are a specific group of products that is a part of the recovery process for people with disabilities. Intake of quality and nutritious foods plays an important role in the human recovery, as it provides the body with everything it needs to function optimally.*

*The need for such products can have a variety of reasons, including neurological, neurodegenerative diseases, but also physical trauma, general aging, and so on. In Europe, about 23% of elderly living independently, up to 51% of in stationary patients and as many as 84% of those with some form of dementia or neurodegenerative disease experience dysphagia (Baijens et al., 2016).*

*Malnutrition can initially lead to a weakened immune system and increased susceptibility to infections as well as fatigue. Often, the symptoms associated with malnutrition are a direct result of nutrient deficiencies. In particularly severe cases, prolonged malnutrition can be fatal for both adults and children (Astley and Finglas, 2016).*

*For medical purposes, two main types of feeding are distinguished - parenteral and enteral feeding. Enteral feeding includes special oral diet products and enteral tube feeding products (Weimann et al., 2006).*

*The development of such products is a responsible process, as it should achieve the desired effect, but predicting the extent to which the diet will be able to provide what is needed it is a debatable issue even for everyday people, without serious health problems. A variety of commercial medical nutrition products are available worldwide, manufactured and distributed by companies such as 'Nestlé', 'Abbott', 'Fresenius Kabi', 'Mead Johnson Nutrition' and 'Nutricia'. However only few products are available in Latvia and they are offered by 'Nutricia', whose assortment includes oral food products for medical purposes, products for children and tube feed products. These products mostly contain synthetic vitamins and minerals and practically do not contain fibre, which is important for the proper functioning of the intestines. Although the products offered are an integral part of nutritional therapies, the commercially available products for special medical purposes in Latvia are quite uniform and the range is not wide, as the local market is quite small. In recent years, there has been a trend towards interest in expanding the range of products available and focusing more on the consumption of products of natural origin.*

*In the case of mild dysphagia or temporary deterioration of health, when the nutritional needs can still be met by modifying the consistency of everyday food products, it is possible to prepare the necessary food oneself in care institutions or at home. However, in the long-term*

*and as health deteriorates, it is an extremely time-consuming and burdensome process for staff and family members. An inaccurate preparation of such products can pose a risk of choking, food may not provide a complete diet, a unvaried diet may impair quality of life, and may lead to additional complications (Gramlich et al., 2018).*

*Therefore, it is important to perform a study that involves the development of new products based on plant and animal raw materials, but which could potentially be prepared under industrial conditions, thus reducing the risks and complications associated with the day-to-day preparation of such products.*

## 2 MATERIĀLI UN METODEDES / *MATERIALS AND METHODS*

### 2.1 Pētījumu laiks un vieta / *Time and place of the research*

Eksperimentālais darbs uzsākts 2016. gada septembrī un noslēdzās 2021. gada martā. Pētījumi veikti:

- Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes Pārtikas tehnoloģijas katedras:
  - Augļu un dārzeņu pārstrādes laboratorijā – svaigu sulu ieguve, jauno produktu izstrāde, produktu vakuumvārīšana, kopējo karotīnu, kopējo antociānu, C vitamīna, titrējamo skābju un šķīstošās sausas satura noteikšana;
  - Iepakojšanas laboratorijā – produktu sterilizācija, iepakojšana vakuumā;
  - Procesu un iekārtu laboratorijā – produktu apstrāde augstspiedienā;
  - Mikrobioloģijas zinātniskajā laboratorijā – mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo (MAFAM) koloniju veidojošo vienību skaita, raugu un pelējumu, pienskābes baktēriju, *Escherichia coli* klātbūtnes noteikšana;
  - Zinātniskajā laboratorijā – kopējo fenolu satura, antiradikālās aktivitātes, reducēšanas spējas, pH noteikšana, krāsas un reoloģisko īpašību analīze;
  - Uzturzinātnes laboratorijā – šķiedrvielu, olbaltumvielu, tauku satura noteikšana;
  - Pārtikas kvalitātes laboratorijā – mitruma satura, pelnvielu noteikšana;
  - Biotehnoloģijas laboratorijā – paraugu analizēšana *in vitro* apstākļos;
- Dabīgas pārtikas ražotāja SIA „KEEFA” ražošanas telpās – pusfabrikātu, enterālo produktu lietošanai caur zondi un produktu disfāģijas uzturam eksperimentālo partiju izgatavošana;
- SIA „FANEKS” – ārpakalpojumā vitamīnu noteikšana (D<sub>2</sub>; E; K<sub>1</sub>; B<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>; B<sub>6</sub>; B<sub>7</sub>; biotīns un folskābe);
- Latvijas Universitātes Bioloģijas institūtā – ārpakalpojumā minerālvielu noteikšana (P; K; Na; Ca; Mg; Fe; Mn; Zn; Cu);
- Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts BIOR – ārpakalpojumā vitamīnu (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, E) un minerālvielu (Z, Fe, Cr, I, Ca, K, Mg, Mn, Mo, Na, Cu, Se, Cd) noteikšana.

### 2.2 Materiālu raksturojums / *Description of used materials*

Pētījuma objekts ir laboratorijas apstākļos izveidoti enterālie produkti lietošanai caur zondi un modificētas struktūras produkti disfāģijas pacientiem ar palielinātu olbaltumvielu saturu. Produktu izveidē izmantotas dažādas augu un dzīvnieku izcelsmes izejvielas:

- laboratorijas apstākļos iegūtas svaigas sulas (upeņu, biešu, ķirbju, kāpostu, topinambūru);
- SIA „KEEFA” saražoti pusfabrikāti – sulas, biezsulas un biezeņi (upeņu biezsula, biešu sula un biezenis, ķirbju sula un biezenis, kāpostu sula, topinambūru sula un biezenis, aroniju biezsula, burkānu sula un biezenis, ābolu sula un biezenis, smiltsērķšķu biezsula, brūkleņu biezsula, zemeņu biezsula, aveņu biezsula, dzērveņu biezsula);
- papildus piedevas, kas izmantotas gan laboratorisko paraugu sagatavošanai, gan industriālai produktu ražošanai – kartupeļi, zirņi, ķiploki, cukurs, sāls, jodētā sāls, mencu aknu eļļa – Mollers (SIA “Orkla Care”, Latvija), rafinēta rapšu eļļa (SIA “Iecavnieks & Co”, Latvija), 35% saldaiss krējums un kausētais siers (a/s “Smiltenes piens”, Latvija), BIO kaņepju proteīns – 50% olbaltumvielas un 20% šķiedrvielas (SIA “Ramans”, Latvija), dažādas garšvielas no vietējā mazumtirdzniecības tīkla;

- papildus piedevas laboratoriski gatavotiem produktiem – sausais sūkalu izolāts - ESN *Iso-Whey Hardcore* un sausais sojas olbaltumvielu izolāts ESN *Soy-Pro* sojas, L-arginīna HCl (Fitmart GmbH & Co.KG, Vācija), L-askorbīnskābe (Chempur, Polija);
- papildus piedevas industriāli ražotiem produktiem – sausais sūkalu izolāts - *NUTRI Whey Isolate* (FrieslandCampina DMV B.V., Nīderlande), L-arginīns (Cambridge Commodities Ltd, Lielbritānija), vitamīnu un minerālvielu sausais pulvera komplekss, sastāvu skatīt 2.1. tabulā (SternVitamin GmbH & Co, KG, Vācija).

2.1. tabula / Table 2.1

**Minerālvielu un vitamīnu kompleksa sastāvs /**  
*Composition of mineral and vitamin premix*

<b>Savienojums / Compound</b>	<b>Mērvienība / Unit of measurement</b>	<b>Robežvērtība / Threshold value</b>
<b>Minerālvielas / Mineral compounds</b>		
<b>Mg</b>	g kg <sup>-1</sup>	7.39–9.04
<b>Ca</b>	g kg <sup>-1</sup>	80.78–98.73
<b>Fe</b>	g kg <sup>-1</sup>	0.96–1.18
<b>Zn</b>	mg kg <sup>-1</sup>	675.00–825.00
<b>Se</b>	mg kg <sup>-1</sup>	4.86–7.29
<b>Vitamīni / Vitamins</b>		
<b>A</b>	mg kg <sup>-1</sup>	141.84–204.11
<b>D<sub>3</sub></b>	mg kg <sup>-1</sup>	2.10–3.02
<b>E</b>	mg kg <sup>-1</sup>	520.41–704.08
<b>C</b>	g kg <sup>-1</sup>	60.11–73.46
<b>B<sub>6</sub></b>	mg kg <sup>-1</sup>	404.76–547.62
<b>B<sub>12</sub></b>	mg kg <sup>-1</sup>	1.17–1.69
<b>B<sub>9</sub></b>	mg kg <sup>-1</sup>	28.90–39.10

### 2.3 Pētījuma struktūra / The structure of the research

Pētījumi veikti divās daļās:

- enterālo produktu lietošanai caur zondi izstrāde;
- modificētas struktūras produktu, lietošanai disfāgijas gadījumā izstrāde.

Sākotnēji iegūts izejmateriāls jauno produktu izveidei, kas aprakstīts 2.3.1. apakšnodaļā, pēc tā uzsākta jauno produktu teorētiskā un eksperimentālā izveide, kā arī analizēšana, kas veikta vairākos posmos un aprakstīta 2.3.2. un 2.3.3. apakšnodaļās.

Pētnieciskajā darbā teorētiskās receptūras izstrādātas izmantojot uzturvērtību datubāzēs atrodamo informāciju par izmantoto augļu, ogu un dārzeņu kopējo uzturvērtību, kā arī vitamīnu un minerālvielu sastāvu. Par pamatu izmantota *DTU Fodevareinstituttet* datubāze, jo tajā ir atrodama plašākā informācija par dažādu izejvielu un produktu uzturvērtību un ķīmisko sastāvu. Papildus izejvielām, kas izmantotas produktu sagatavošanai, aprēķiniem lietota informācija, kas norādīta uz produkta iepakojuma vai ražotāja specifikācijā. Visas receptūras izstrādātas uz 100 kcal un nepieciešamais vitamīnu un minerālvielu saturs balstīts uz 2015. gada ES komisijas deleģētajā regulā 2016/128 norādītajām prasībām „Vitamīnu un minerālvielu vērtības īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā, kas nav zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai izstrādāta pārtika (skatīt 1. pielikums).

Informācija par izejvielām kārtota speciāli izveidotā Microsoft Excel matricā, kurā automātiski tiek aprēķināts prognozējamais uzturvielu apjoms, kurš pēc nepieciešamības tika koriģēts, veicot labojumus receptūrā, lai sasniegtu tuvāko teorētisko enerģētisko vērtību un ES regulas 2016/128 norādēm atbilstošos vitamīnu un minerālvielu daudzumus.



### 2.3.1 Izejvielu sagatavošana / *Preparation of ingredients*

Pētījuma jauno produktu izveidei par pamatizejvielām izmantoti augļu, ogu un dārzeņu produkti – svaigas sulas, pusfabrikāti (sulas, biezsulas un biezeņi).

#### **Svaigu sulu ieguve**

Eksperimentālajā daļā izmantotās svaigās augļu, ogu un dārzeņu sulas iegūtas laboratoriskos apstākļos. Bietes (*Beta vulgaris*) un topinambūri (*Helianthus tuberosus*) pirms sulas ieguves rūpīgi nomazgāti un nomizoti, kāposti (*Brassica oleracea*) – nomazgāti un no tiem atdalītas bojātās lapas arī ķirbji (*Cucurbita maxima*), šķirne ‘Učiki Kuri’ rūpīgi nomazgāti no tiem izņemtas sēklas un starpsēklu mīkstums, visas izejvielas sagrieztas (≈3x3 cm) gabalos un sīkāk sasmalcināti ar virtuves kombainu. Savukārt upenes (*Ribes nigrum*) atlaidinātas un no tām atlasīti piemaisījumi (lapas, zariņi utt.). Sasmalcinātās izejvielas un arī atlaidinātās upenes, katra izejviela pa vienai, ievietotas auduma sietos un no tām izspiesta sula mehāniskajā presē, kas simulē ražošanas apstākļos izmantoto sulu spiedi. Iegūtās sulas sapildītas 0.5 L PP spainīšos ar vāku un uzglabātas sasaldētas -18 °C līdz -25 °C līdz tālākai izmantošanai, maksimālais uzglabāšanas laiks viena nedēļa.

#### **Pusfabrikātu ieguve**

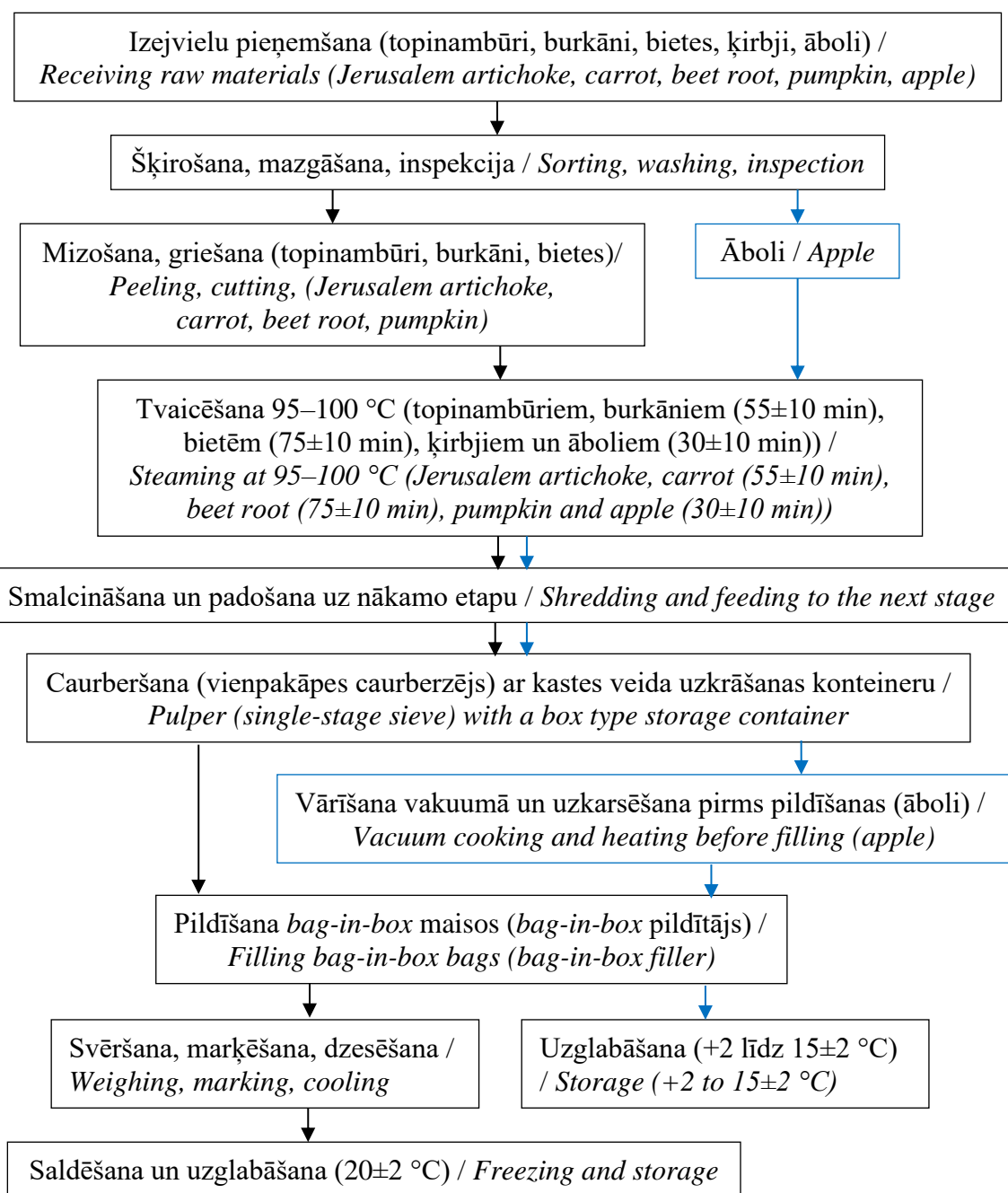
Eksperimentos pārsvarā izmantoti industriāli iegūti pusfabrikāti, sulas, biezsulas un biezeņi, kas sagatavoti uzņēmumā SIA „KEEFA”. Tālāk aprakstīta vispārīga produktu ieguves tehnoloģija, ievērojot uzņēmuma komercnoslēpuma saglabāšanu.

Sulas no āboliem, ķirbjiem, kāpostiem, topinambūriem, burkāniem, bietēm iegūtas izmantojot hidraulisko paku presi (mod. 50P1, Voran Maschinen GmbH, Austrija), vārītas vakuuma vārīšanas katlā (mod. EV-150, Tecmon Srl., Itālija) un ar karsto pildīšanas metodi safasētas 3 L un 10 L *bag-in-box* maisos, izmantojot *Bag-in-box* pildītāju (mod. MBF500, Voran Maschinen GmbH, Austrija). Visas sulas, izņemot ābolu, pēc pildīšanas atdzesētas un uzglabātas sasaldētas -18 °C līdz -25 °C, ābolu sula uzglabāta noliktavā, kuras temperatūra nepārsniedz 20 °C.

Smiltsērķšķu, upeņu, zemeņu, brūkleņu, aveņu un aroniju biezsulas iegūtas tās pēc atlaidināšanas apstrādājot skrūves siltummainī (mod. SCOOK10, Tecmon Srl., Itālija), kur izejvielām veikta primārā termiskā apstrāde, enzīmu inaktivēšanai un masas mīkstināšana. Tālāk tās apstrādātas vienpakāpju rotācijas caurberzējā (TPULP50, Tecmon Srl., Itālija), kur izmantots siets ar acu diametru 0.5 mm un iegūta biezsula un ražošanas atlikumprodukti (mizas, sēklas).

Iegūtās biezsulas analogi sulu ieguvei apstrādātas vakuuma vārīšanas katlā un karstas pildītas *bag-in-box* iepakojumos. Aveņu biezsula uzglabāta saldētā veidā -18 °C līdz -25 °C, savukārt pārējās biezsulas noliktavā, kuras temperatūra nepārsniedz 20 °C.

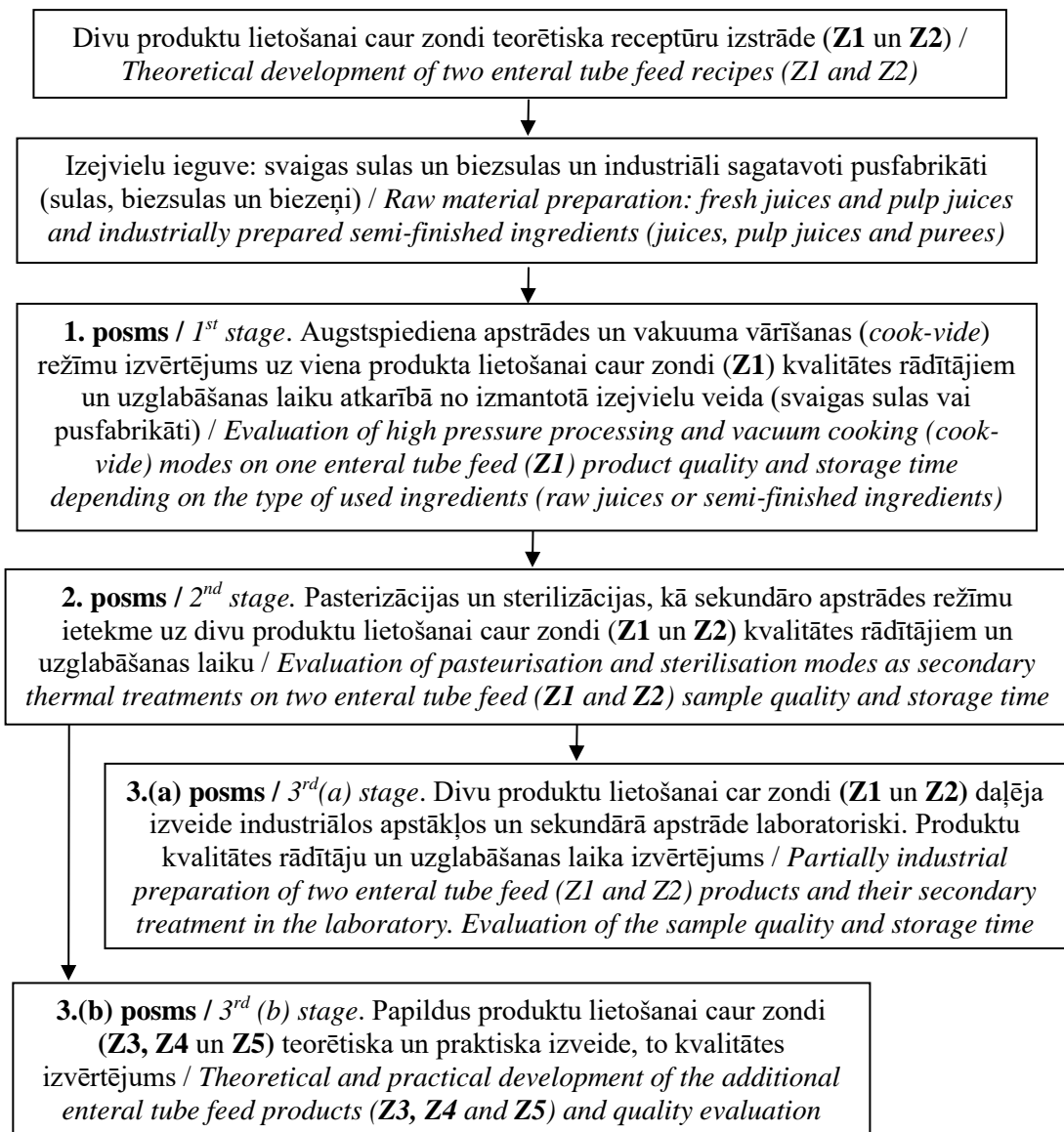
Produktos izmantotie biezeņi (burkānu, biešu, ābolu, topinambūru un ķirbju) iegūti pēc 2.1. att. parādītās shēmas.



2.1. att. **Biezeņu gatavošanas shēma** / Fig. 2.1. *Puree preparation scheme*

### 2.3.2 Caur zondi lietojamo produktu izstrāde / *Development of enteral tube feed products*

Enterālo produktu, kas paredzēti lietošanai caur zondi, izveide noritēja trīs fāzēs, kopējā shēma redzama 2.2. att. Pētījumi sākti ar receptūru izstrādi, kur par produkta bāzes izejvielām izvēlētas augļu, dārzeņu, ogu sulas un biezsulas. Pētījuma ietvaros kopā izveidotas piecas receptūras (Z1 līdz Z5), skatīt 2. pielikumu. Visas receptūras izstrādātas uz 100 kcal un nepieciešamais vitamīnu un minerālvielu saturs balstīts uz 2015. gada ES komisijas deleģētajā regulā 2016/128 norādītajām prasībām „Vitamīnu un minerālvielu vērtības īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā, kas nav zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai izstrādāta pārtika (skatīt 1. pielikumu).



2.2. att. **Vispārēja eksperimentu shēma caur zondi lietojamu produktu izstrādei /**  
Fig. 2.2. Overall experimental scheme of enteral tube feed product development

Sākumā teorētiski izstrādāta viena receptūra **Z1** (2.2. tabula), kas eksperimentāli sagatavota, izmantojot svaigas sulas/biezsulas un industriāli sagatavotus pusfabrikātus no uzņēmuma SIA „KEEFA”, kā arī papildu izejvielas atbilstoši receptūrai. 2.2. tabulā norādīta arī eksperimenta 2. posmā izveidotā receptūra Z2, sīkāka informācija par 2. eksperimenta posmu aprakstīta tālāk.

Daļa no sagatavotās testa partijas tika iepildīta 100 mL PP pudelēs un apstrādāta augstspiediena pilotiekārtā ISO-Lab (S-FL-100-250-09-W, Stansted Fluid Power Ltd., Lielbritānija) trīs atšķirīgos spiedienos (skatīt 2.3. tab.). Otra daļa sagatavotās partijas apstrādāta vakuuma vārīšanas katlā „STEPHAN UMS 5” (Stephan Food Service Equipment GmbH, Vācija) CV vidē divos režīmos (2.3. tabula), uzreiz pēc produkta vārīšanas, tas karsts iepildīts 100 mL PP pudelēs. Visi paraugi pēc pagatavošanas atdzesēti un gan augstspiedienā, gan vakuumā sagatavotiem paraugiem izvērtēti to sākotnējie kvalitātes parametri. Sagatavotiem paraugiem izvērtēta arī to kvalitāte uzglabāšanas laikā, kur tie uzglabāti istabas temperatūrā tiešos saules staros un analizēti ik pēc septiņām dienām. Par kontroles paraugiem, apstrādes režīmu un izejvielu materiālu salīdzināšanai, ņemtas papildus termiski neapstrādāti produkti, kas izgatavoti pēc izveidotās receptūras.

Paraugiem noteikti kopējie karotīni, fenoli un antociāni, analizēta antiradikālā aktivitāte (DPPH) un produktu reducēšanas spēja (ABTS), noteiktas titrējamās skābes, C vitamīns, pH, Brix% un mikrobioloģiskie rādītāji: mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu kopskaits (MAFAM); raugu un pelējumu kopskaits, *Escherichia coli* klātbūtne.

2.2. tabula / Table 2.2

**Caur zondi lietojamo produktu receptūras izstrādes 1. un 2. posmā /**  
*Enteral tube feed product recipes in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stage*

Izejviela / Ingredient	Receptūras šifrs un ielikums / Recipe code and amount, g	
	Z1	Z2
Upeņu biezsula / <i>Blackcurrant pulp juice</i>	10.00	-
Biešu sula / <i>Beet root juice</i>	50.00	50.00
Ķirbju sula / <i>Pumpkin juice</i>	48.00	41.00
Kāpostu sula / <i>Cabbage juice</i>	25.00	25.00
Topinambūru sula / <i>Jerusalem artichoke juice</i>	24.00	15.00
Smiltsērķšķu biezsula / <i>Sea buckthorn pulp juice</i>	-	10.00
Ābolu sula / <i>Apple juice</i>	-	26.00
Piena sūkalu olbaltumvielas / <i>Whey protein</i>	1.78	1.78
Rapšu eļļa / <i>Rapeseed oil</i>	2.00	1.90
Mencu aknu eļļa / <i>Cod liver oil</i>	0.40	0.40
Jodsāls / <i>Iodine salt</i>	0.07	0.07
<b>Kopējais produkta apjoms, g / Total product volume, g</b>	<b>161.25</b>	<b>171.15</b>
<b>Apjoma enerģētiskā vērtība (aprēķināta), kcal / Energy value of the volume (calculated), kcal</b>	<b>100.05</b>	<b>100.07</b>

2.3. tabula / Table 2.3

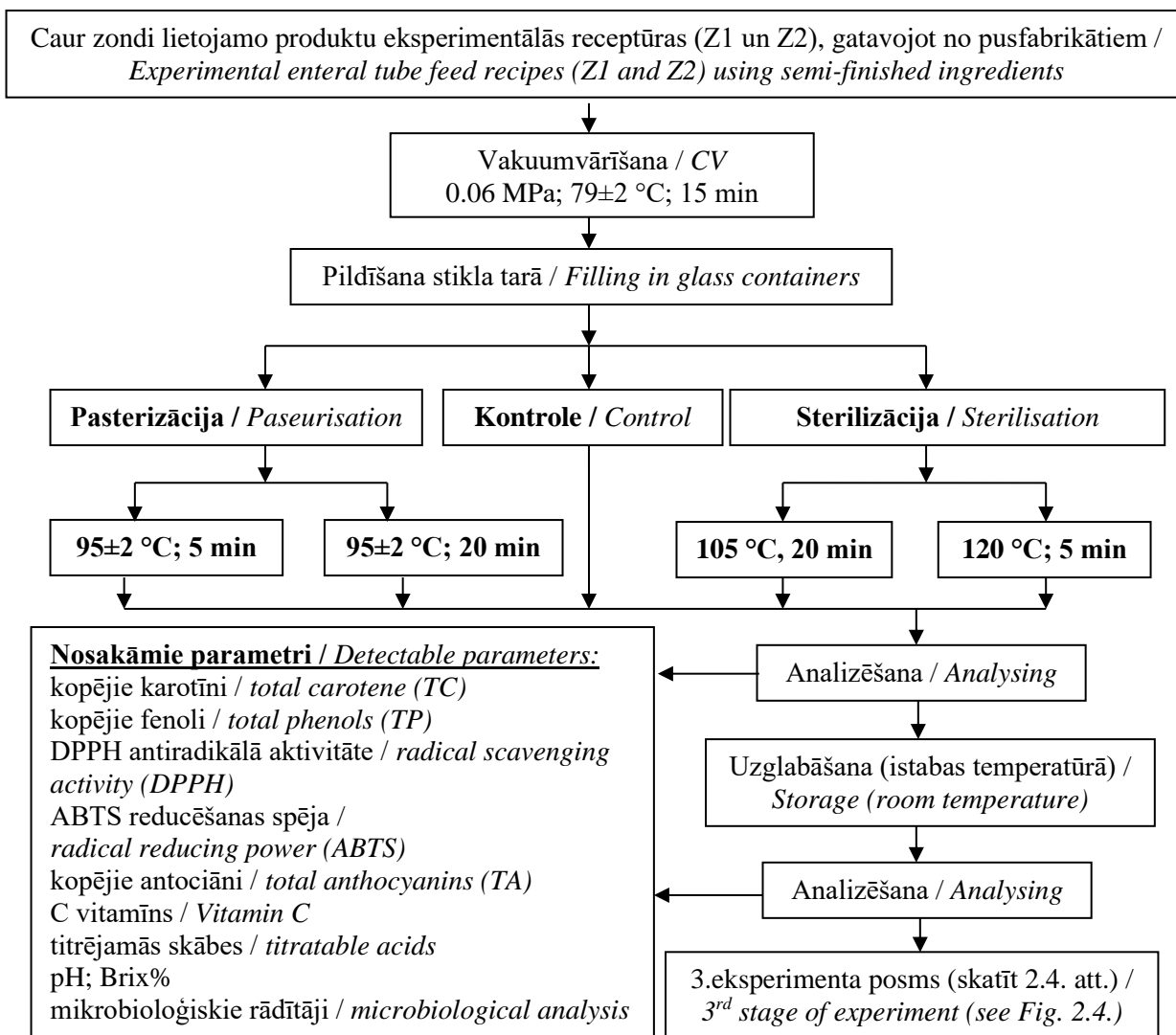
**Z1 testa paraugu apstrādes režīmi augstspiedienā un vakuumā / High pressure  
processing (HPP) and vacuum cooking (CV) modes for test sample Z1 treatment**

Izmantotais izejvielu veids / Type of ingredients	Apstrādes parametri / Processing parameters			
	Temperatūra / Temperature, °C	Spiediens / Pressure, MPa	Apstrādes laiks / Processing time, min	Parauga šifrs / Sample code
<b>Apstrāde augstspiedienā / High pressure processing</b>				
<b>Svaigas sulas/biezsulas / Fresh juices / pulp juices</b>	15±2	400	5	AS_1
	17±2	500	5	AS_2
	20±2	600	5	AS_3
<b>Pusfabrikāti / Semi- finished products</b>	15±2	400	5	AP_1
	17±2	500	5	AP_2
	20±2	600	5	AP_3
<b>Vakuuma vārīšana / Vacuum cooking</b>				
<b>Svaigas sulas/biezsulas / Fresh juices / pulp juices</b>	67±2	0.02	15	VS_1
	79±2	0.06	15	VS_2
<b>Pusfabrikāti / Semi- finished products</b>	67±2	0.02	15	VP_1
	79±2	0.06	15	VP_2
<b>Papildus neapstrādāti paraugi / Samples without additional processing</b>				
<b>Svaigas sulas/biezsulas / Fresh juices / pulp juices</b>	Kontrole / Control			KS
<b>Pusfabrikāti / Semi- finished products</b>	Kontrole / Control			KP

Pēc sākotnējo datu iegūšanas par produktu sagatavošanā izmantojamo materiālu un produktu apstrādi augstspiedienā un vakuumā, kā arī, izvērtējot praktiskās iespējas šāda produkta reālai izveidošanai, pētījumam tika izveidota 2. posma shēma, kur apskatīta produktu sekundārā apstrāde, tos pasterizējot vai sterilizējot, kopējā shēma aplūkojama 2.3. att. Analogi pirmajā fāzē izveidotajam **Z1** paraugam, tika izveidota **Z2** receptūra (skat. 2.1. tab.).

Produktu pasterizācija veikta ūdens peldē, bet sterilizācija autoklāvā “ZIRBUS technology” (HST 50/100, ZIRBUS technology GmbH, Vācija), produktu temperatūra apstrādes laikā ņemta mērot ārējo vidi.

Apstrādes režīmu ietekmes izvērtēšanai uz produktu fizikāli ķīmisko parametru kvalitāti, dati salīdzināti ar kontroles paraugiem KZ1 un KZ2, kuriem veikta tikai pirmapstrāde vakuuma vārīšanas katlā.



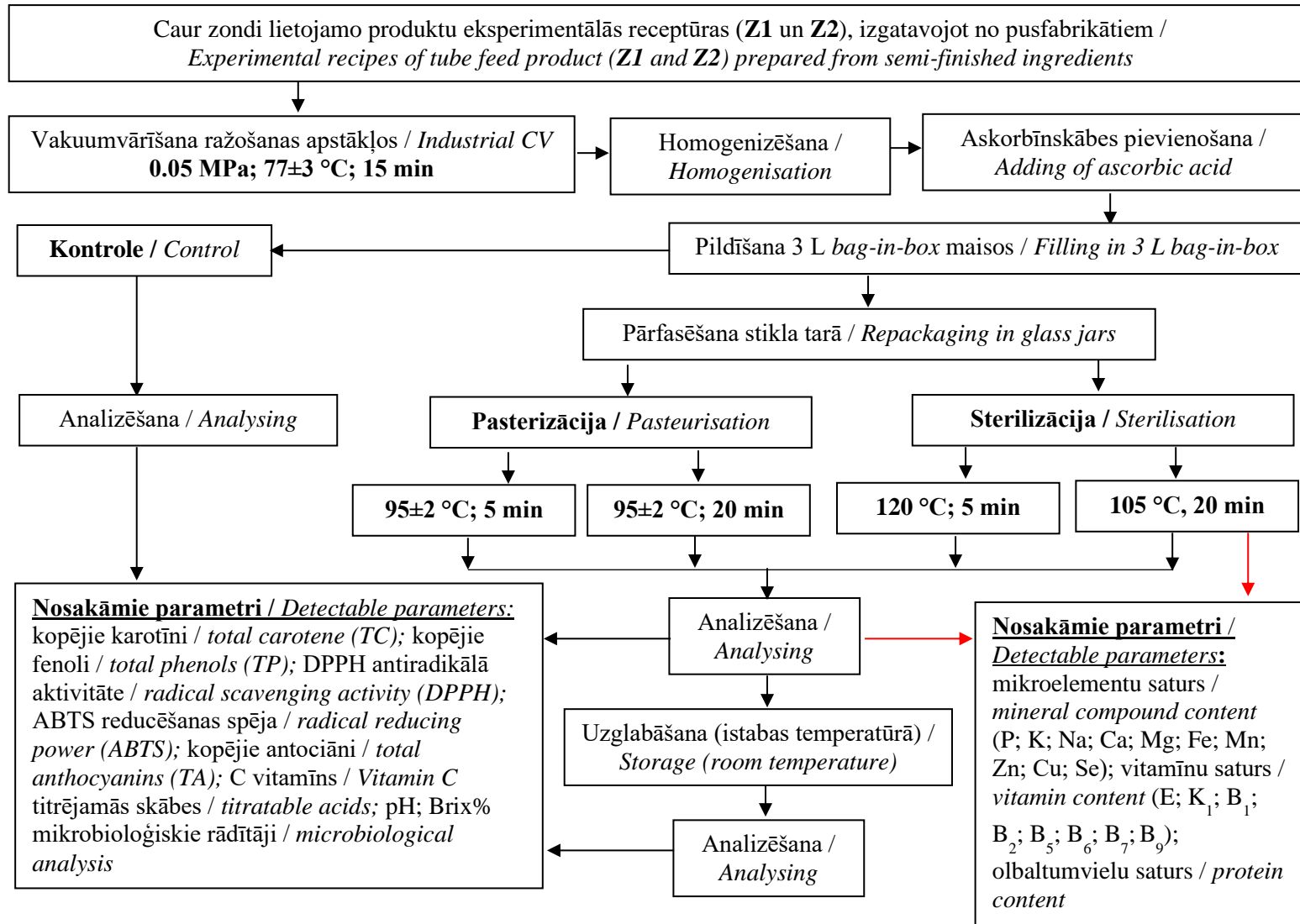
2.3. att. **Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 2. posma shēma /**  
*Fig. 2.3. The 2<sup>nd</sup> stage for enteral tube feed product development*

Eksperimentu trešajā posmā veikts caur zondi lietojamo enterālo produktu izgatavošanas eksperimentu 2. posma atkārtojums (eksperimentu shēma 2.4. att.) un produktu pirmapstrāde veikta ražošanas apstākļos, uzņēmumā SIA „KEEFA”. Eksperimentālajai receptūrai veiktas papildinošas izmaiņas, receptūras apskatāmas 2. pielikumā, produktu pirmapstrāde veikta vakuuma vārīšanas katlā EV-150 (Tecmon Srl., Itālija), apstrādes režīms: 0.05 MPa, 77±3 °C, režīms izturēts 15 min, sagatavotais produkts pēc vārīšanas homogenizēts MAGO (Bertoli Srl.con Socio Unico, Itālija), produktam pēc homogenizācijas pievienota askorbīnskābe balstoties uz iepriekšējiem pētījumiem, par zemu C vitamīna saturu produktos, un produkts

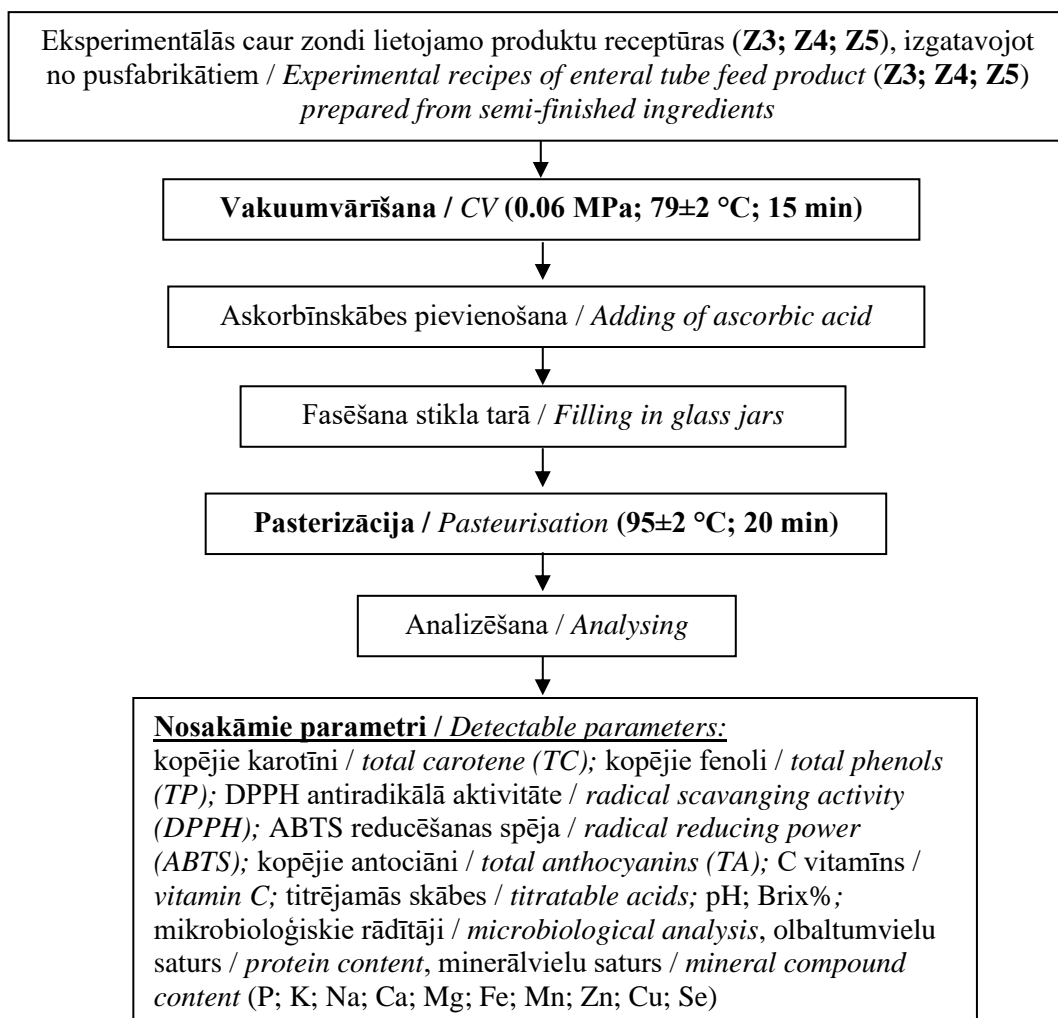
iepildīts 3 L *bag-in-box* iepakojumos ar ventili. Uzņēmuma tehniskā nodrošinājuma dēļ tālākā produktu apstrāde un eksperimenti veikti LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātē.

Industriāli sagatavotie produkti tālāk pārfasēti 250 mL stikla burciņās ar metāla vāku un analogi 2. eksperimenta posmam pasterizēti ūdens peldē un sterilizēti autoklāvā.

Paralēli caur zondi lietojamo produktu paraugu Z1 un Z2 eksperimentālai sagatavošanai ražošanas apstākļos, analogi 1. eksperimenta posmam sastādītas eksperimentālās receptūras (skatīt 2. pielikumu) Z3, Z4 un Z5, kas sagatavotas laboratorijas apstākļos, eksperimenta shēma redzama 2.5. att.



2.4. att. Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 3.(a) posma shēma / Fig. 2.4. The 3<sup>rd</sup>(a) stage for enteral tube feed product development



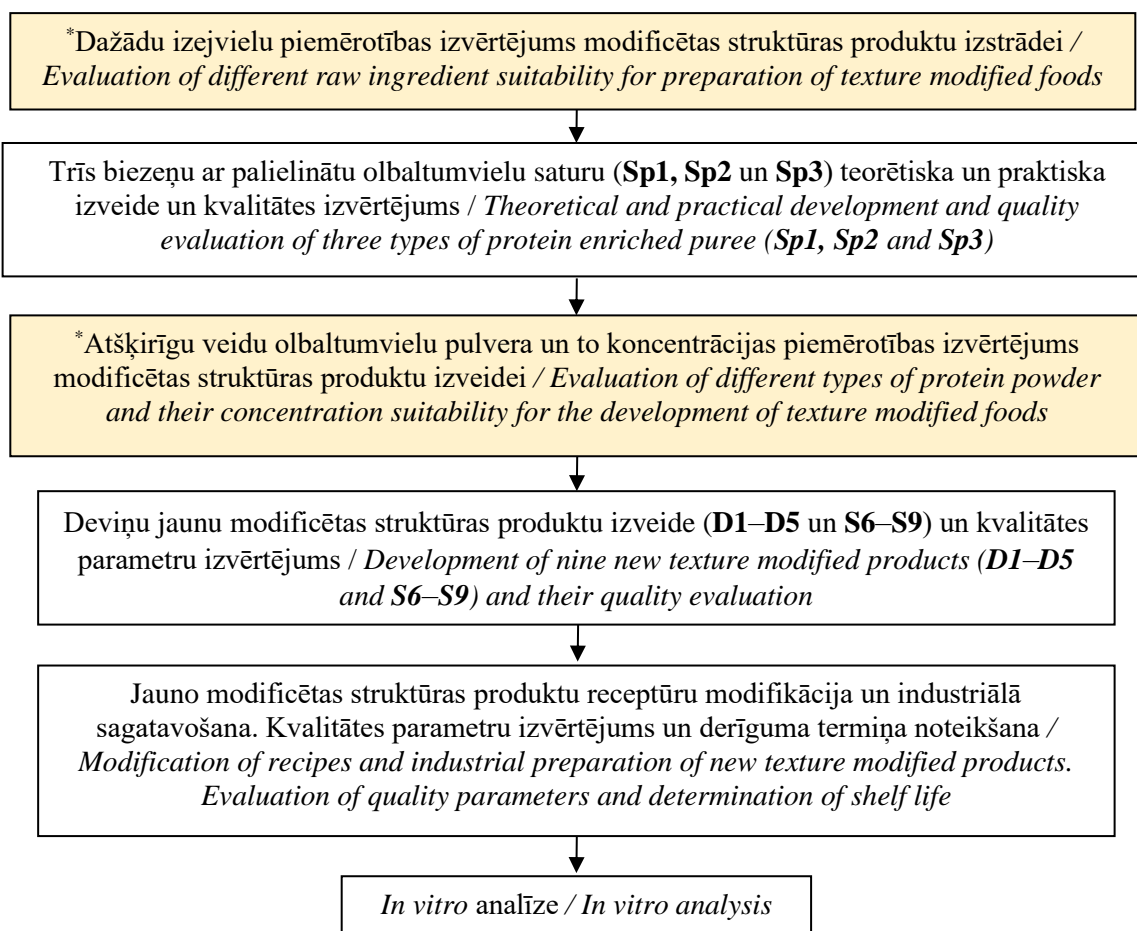
2.5. att. Caur zondi lietojamo produktu izstrādes 3.(b) posma shēma /  
Fig. 2.5. The 3<sup>rd</sup>(b) stage for enteral tube feed product development

### 2.3.3 Modificētas struktūras produktu izstrāde / Development of texture modified foods

Promocijas darba pētījumu otrā daļa veltīta jaunu modificētas struktūras produktu izstrādei, vispārīga šī posma īstenošanas shēma redzama 2.6. att.

Otrajā pētījuma daļā veikts arī vairāku izejvielu piemērotības modificētas struktūras produktu izstrādei izvērtējums. Precīzi dati par iegūtajiem rādītājiem promocijas darbā netiek atspoguļoti, bet daļa datu apkopoti un redzami 4. līdz 7. pielikumā. Izvērtēta arī dažādu olbaltumvielu pulvera un to koncentrāciju piemērotība modificētas struktūras produktu izstrādei, iegūtā informācija apkopota D.Sangjuler maģistra darbā ‘Disfāģijas pacientiem paredzētu ar proteīnu bagātinātu augu valsts izcelsmes biezeņu reoloģiskās īpašības’ / ‘Rheological properties of protein improved plant-based purees for oro-pharyngeal dysphagia consumption’, kas aizstāvēts 2020. gadā. Šie posmi 2.6. att. iezīmēti ar atšķirīgu shēmas krāsojumu, pārējā informācija, kas attēlota eksperimentu shēmā izklāstīta un apkopota sekojošās nodaļās.





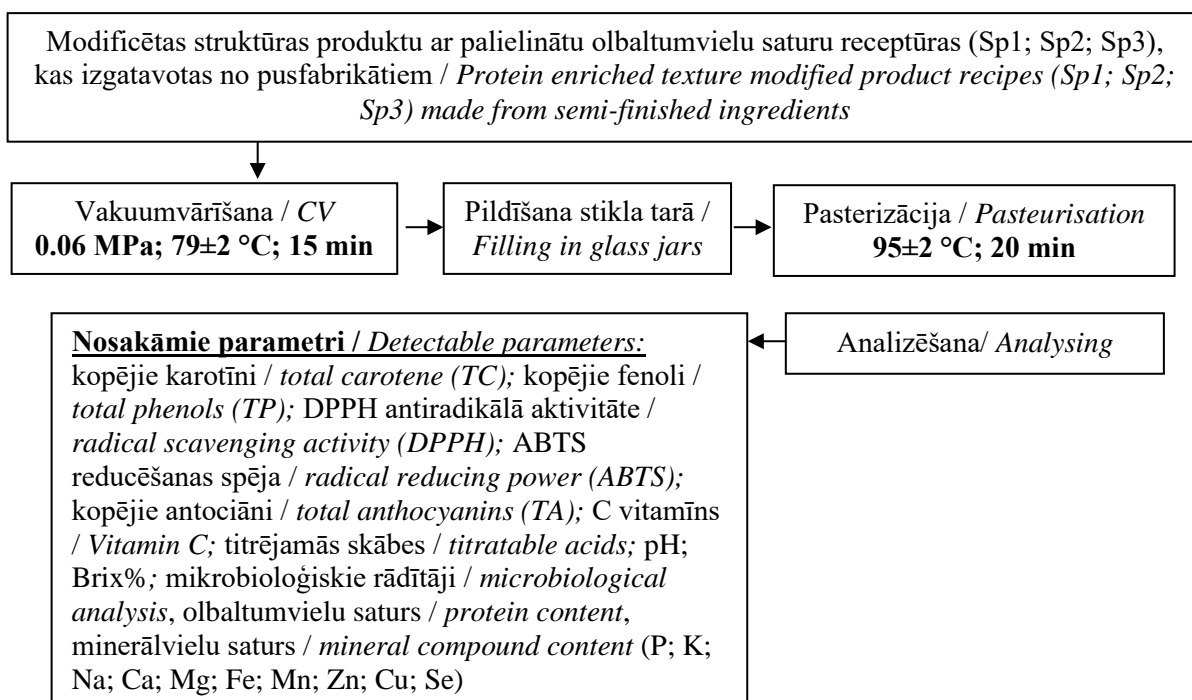
\*Iegūtie dati promocijas darbā netiek atspoguļoti / The obtained data are not reflected in the doctoral thesis

2.6. att. **Vispārēja eksperimentu shēma modificētas struktūras produktu izstrādei** /  
Fig. 2.6. Overall experimental scheme of the texture modified product development

Šo produktu izstrāde uzsākta ar receptūru izveidi, kas veikta primāri ņemot vērā sensoros rādītājus, kā produktu garšu+smaržu, krāsu un konsistenci. Rādītāju izvērtēšanu veica pieredzējuši eksperti no projekta Nr.18-00-A01612-000006 LLU darba grupas un citi eksperti no projektā iesaistītajām sadarbības partneru institūcijām. Produktu receptūras veidotas uz 100 g produkta, taču analogi eksperimentālajiem produktiem lietošanai caur zondi arī modificētas struktūras produktu receptūru sastāvs kontrolēts balstoties uz ES regulā 2016/128 norādītajām prasībām „Vitamīnu un minerālvielu vērtības īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā, kas nav zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai izstrādāta pārtika (skatīt 1. pielikumu).

Receptūras sastādītas analogā matricā kā caur zondi lietojamo produktu izstrādē, par pamatu lietojot izejvielu uzturvērtību datubāzē (DTU Fodevareinstituttet, 2019) pieejamo informāciju un informāciju, kuru norādījis ražotājs izmantotajiem papildproduktiem.

Pēc literatūrā norādītās informācijas un tirgū pieejamo produktu izpētes, eksperimentālie modificētas struktūras biezeņi ir produkti ar palielinātu olbaltumvielu saturu. Izstrādāto biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu primārā termiskā apstrāde veikta līdzīgi iepriekšējiem eksperimentiem ar enterālajiem produktiem lietošanai caur zondi, un produktu termiskajai apstrādei izvēlēts viens pasterizācijas režīms  $95 \pm 2$  °C, izturot 20 min. Sagatavoto produktu receptūras redzamas 2.4. tabulā, pētījuma shēma attēlota 2.8. att. Šī pētījuma posma galvenais mērķis bija noskaidrot vai ir iespējams izveidot sensori patīkamus un piemērotas konsistences produktus ar augstu olbaltumvielu saturu, kā arī noskaidrot produktu reālo minerālvielu fonu.



2.7. att. **Modificētas struktūras produktu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu eksperimentu shēma** / *Fig.2.7. Overall experiment scheme of protein enriched texture modified product development*

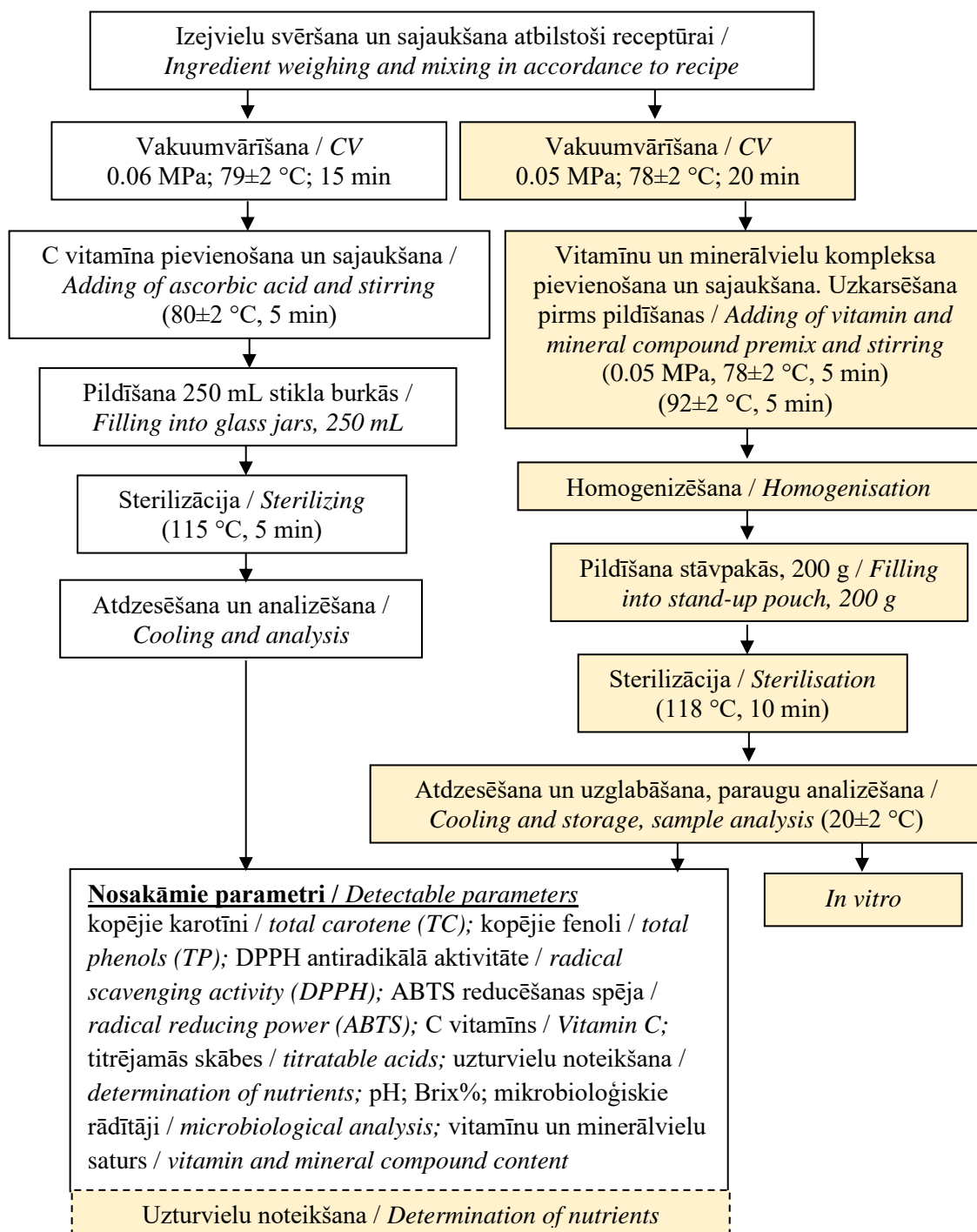
2.4. tabula / *Table 2.4*

**Biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu receptūras /**  
*Protein enriched puree recipes*

Izejviela / <i>Ingredients</i>	Receptūras šifrs un ielikums / <i>Recipe code and amount</i>		
	Sp1	Sp2	Sp3
Smiltsērķšķu biezsula/ <i>Sea buckthorn pulp juice</i>	5.00	-	-
Ābolu biezenis/ <i>Apple puree</i>	25.50	12.00	24.50
Burkānu biezenis/ <i>Carrot puree</i>	15.00	19.00	-
Zemeņu biezsula/ <i>Strawberry pulp juice</i>	13.00	-	13.00
Topinambūru biezenis/ <i>Jerusalem artichoke puree</i>	34.00	-	-
Brūkleņu biezsula/ <i>Lingonberry juice</i>	-	16.50	-
Ābolu sula/ <i>Apple juice</i>	-	20.00	-
Biešu biezenis/ <i>Beetroot puree</i>	-	25.00	-
Biešu sula/ <i>Beetroot juice</i>	-	-	12.00
Ķirbju biezenis/ <i>Pumpkin puree</i>	-	-	28.00
Aveņu biezsula/ <i>Raspberry pulp juice</i>	-	-	16.00
Sūkalu olbaltumvielu izolāts/ <i>Whey protein isolate</i>	6.00	6.00	6.00
Mencu aknu eļļa/ <i>Cod liver oil</i>	0.50	0.50	0.50
Cukurs/ <i>Sugar</i>	1.00	1.00	-
<b>Kopējais produkta apjoms, g / <i>Total product volume, g</i></b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Apjoma enerģētiskā vērtība (aprēķināta), kcal / <i>Energy value of the volume (calculated), kcal</i></b>	<b>78.72</b>	<b>75.64</b>	<b>59.82</b>

Pēc iegūtajiem rezultātiem tika veiktas izmaiņas produktu receptūrās un izstrādāti vēl papildus produkti. Kopā šai pētījuma daļai izveidotas 9 receptūras – 5 deserti (D1 līdz D5) un 4 pamatēdieni jeb zupas (S6 līdz S9), receptūras aplūkojamas 3. pielikumā. Produktu sagatavošanas un analizēšanas shēma redzama 2.9. att. Sākotnēji produkti sagatavoti laboratoriskos apstākļos, apstrādes režīmi izvēlēti balstoties uz pirmā pētījuma daļā iegūto

informāciju par caur zondi lietojamu produktu apstrādi. Produktiem veikta dažādu kvalitātes parametru analīze un noteikts sekojošu vitamīnu un minerālvielu sastāvs (vitamīni – A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, E; minerālvielas – Zn, Fe, Cr, Ca, K, Mg, Mn, Na, Cu, Se).



2.8. att. **Laboratoriski un industriāli sagatavotu modificētas struktūras produktu eksperimentālā shēma** / Fig. 2.8. *Experiment scheme of texture modified products prepared in laboratory and industrially*

Pēc produktu sagatavošanas laboratoriskos apstākļos un datu ieguves veiktas izmaiņas produktu receptūrās, lai papildus pievienotu vitamīnu un minerālvielu kompleksu, kas nepieciešams produktu sastāva uzlabošanai. Šie produkti sagatavoti industriālos apstākļos (2.8. att.) un analogi laboratoriski sagatavotajiem produktiem, veikts to kvalitātes izvērtējums, noteikts sekojošu vitamīnu un minerālvielu sastāvs (vitamīni – A, B<sub>12</sub>, D<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, E;

minerālvielas – Zn, Fe, Cr, Ca, K, Mg, Mn, Na, Cu, Se). Šiem produktu paraugiem veikts *in vitro* izvērtējums un noteikts kopējo šķiedrvielu, olbaltumvielu, tauku saturs un aprēķināts ogļhidrātu saturs, kā arī atbilstoši iegūtajiem datiem aprēķināta katra produkta enerģētiskā vērtība. Analizētas produktu izmaiņas uzglabāšanas laikā. Produkti uzglabāti istabas temperatūrā un analizēšana veikta reizi 4 nedēļās.

## 2.4 Paraugu analizēšanas metodes/ *Methods of sample analysis*

Informācija par paraugu analizēšanā izmantotajām metodēm apkopota 2.5. tabulā vai aprakstīta zemāk.

2.5. tabula / *Table 2.5.*

### Produktu un izejvielu analizēšanā izmantotās metodes un standarti / *Methods and standards used for the analysis of products and raw materials*

Nr. / No	Rādītāji / <i>Indices</i>	Metodes un standarti / <i>Methods and Standards</i>
<b>Kīmiskie rādītāji / <i>Chemical parameters</i></b>		
1.	Kopējie karotīni / <i>Total carotene</i>	(Полюдек-Фабини and Бейрих, 1981)
2.	Kopējie fenoli / <i>Total phenols</i>	(Singleton et al., 1999)
3.	Antiradikālā aktivitāte (DPPH) / <i>Radical scavenging activity(DPPH)</i>	(Yu et al., 2003)
4.	Reducēšanas spēja (ABTS) / <i>Radical reducing power (ABTS)</i>	(Re et al., 1999)
5.	Kopējie antociāni / <i>Total anthocyanins</i>	(Fuleki and Francis, 1968)
6.	C vitamīns / <i>Vitamin C</i>	(Segliņa, 2007)
7.	Titrējamās skābes / <i>Titrateable acids</i>	ISO 750:1998
8.	Taukos šķīstošie vitamīni D <sub>2</sub> ; E; K <sub>1</sub> / <i>Fat soluble vitamins D<sub>2</sub>; E; K<sub>1</sub></i>	UPLC metode taukos šķīstošo vitamīnu noteikšanai / <i>UPLC method for fat soluble vitamins</i>
9.	B grupas vitamīni: folskābe, pantotēnskābe. B <sub>1</sub> ; B <sub>2</sub> ; B <sub>6</sub> ; B <sub>7</sub> / <i>B complex vitamins: folic acid, panthothenic acid, B<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>; B<sub>6</sub>; B<sub>7</sub></i>	UPLC metode ūdenī šķīstošo vitamīnu noteikšanai / <i>UPLC method for water soluble vitamins</i>
10.	Vitamīni A, D / <i>Vitamins A, D</i>	LC-DAD šķidrums hromatogrāfija / <i>LC-DAD liquid chromatography</i>
11.	Vitamīni B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , D <sub>3</sub> , E / <i>Vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, D<sub>3</sub>, E</i>	LC-FLD šķidrums hromatogrāfija / <i>LC-FLD liquid chromatography</i>
12.	Vitamīns B <sub>9</sub> / <i>Vitamin B<sub>9</sub></i>	Nefelometrija / <i>Nephelometry</i>
13.	Minerālvielas Zn, Fe, Cr, I, Ca, K, Mg, Mn, Mo, Na, Cu, Se, Cd / <i>Mineral compounds Zn, Fe, Cr, I, Ca, K, Mg, Mn, Mo, Na, Cu, Se, Cd</i>	Induktīvi saistītās plazmas masas spektrofotometrija / <i>Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)</i>
14.	Minerālvielas Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu / <i>Mineral compounds Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu</i>	Atomabsorbcijas spektrofotometrija / <i>Atomic absorption spectrophotometry</i>
15.	Minerālvielas K, Na / <i>Mineral compounds K, Na</i>	Liesmas fotometrija / <i>Flame photometry</i>
16.	Minerālviela P / <i>Mineral compound P</i>	Kalorimetriski ar amonija molibdātu / <i>Calorimetrically with ammonium molybdate</i>
17.	Minerālviela Se / <i>Mineral compound P</i>	BIOR-T-012-148-2013

2.5. tabulas turpinājums / *Continued table 2.5.*

Nr. / No	Rādītāji / <i>Indices</i>	Metodes un standarti / <i>Methods and Standards</i>
<b>Kīmiskie rādītāji / <i>Chemical parameters</i></b>		
18.	Kopējās šķiedrvielas / <i>Total dietary fibre</i>	AOAC 985.29
19.	Kopējās olbaltumvielas / <i>Total proteins</i>	ISO 20483:2013
20.	Kopējie tauki / <i>Total fat</i>	AOAC 920.39
<b>Fizikālie rādītāji / <i>Physical parameters</i></b>		
21.	Mitrums / <i>Moisture</i>	ISO 6496:1999 ISO 1442:1973
22.	pH	ISO 2917:1999
23.	Šķīstošā sausna / <i>Soluble solids</i>	ISO 2173:2003
<b>Mikrobioloģiskie rādītāji / <i>Microbiological parameters</i></b>		
24.	Analizējamo paraugu, suspensiju un atšķaidījumu sagatavošana / <i>Preparation of test samples, suspensions and dilutions</i>	ISO 6887-4:2003
25.	Mikroorganismu kopskaits (MAFam) / <i>Total plate count</i>	ISO 4833-1:2013
26.	Raugi un pelējumi / <i>Yeasts and moulds</i>	ISO 21527-1:2008
27.	Pienskābes baktērijas / <i>Lactic acid bacteria</i>	ISO 15214:1998
28.	<i>Escherichia coli</i> klātbūtne / <i>Presence of Escherichia coli</i>	ISO 7251:2005
<b>Sagremojamības izvērtēšana / <i>Evaluation of digestability</i></b>		
29.	Analizēšana <i>in vitro</i> apstākļos (KZT) / <i>in vitro analysis</i>	( <i>Minekus et al., 2014</i> )

Produktu struktūras un viskozitātes noteikšana veikta modificētas struktūras biezeņiem. **Struktūras īpašības** novērtē ar struktūras analizatoru TA.HDplus (Stable Micro Systems Ltd., Lielbritānija), izmantojot 50 kg slodzes kameru. Paraugus iepilda akrila atpakaļ ekstrūzijas traukā līdz 30 mm atzīmei. Mērījumus veic ar 45 mm diametra ekstrūzijas disku A/BE ar ātrumu 1 mm s<sup>-1</sup> līdz 15 mm dziļumam. Maksimālais pieliktais spēks parāda biezeņa stingrību (N), maksimālais negatīvais spēks – lipīgumu (N), savukārt laukums zem spēka līknes – konsistenci (N·s). Mērījumi veikti trijos atkārtojumos telpas temperatūrā (22±1 °C).

Produktu **viskozitāti** mēra ar reometru DV-III Ultra (Brookfield Engineering Laboratories, INC., ASV). Mērījumiem izmanto vārpstu T-F, kas iestiprināta statīvā, kas nodrošina vārpstas kustību uz augšu un leju, nodrošinot pastāvīgu vārpstas saskari ar produktu. Vārpstas rotācijas ātrums 10 min<sup>-1</sup>, mērījumus veic 10 s pēc rotācijas sākuma, piecos atkārtojumos telpas temperatūrā (22±1 °C).

Gatavo produktu **sagremojamība** izvērtēta kuņģa-zarnu trakta (KZT) modeļvidē – bioreaktorā, kurā tiek simulēts uzturvielu tranzīts un sagremojamība. Pētījumā izmantotais KZT modelis (Multifors 2, INFORS-HT, Šveice) sastāv no 500 mL bioreaktora tvertnes, kurā notiekošie procesi tiek kontrolēti ar datorprogrammas (Iris 6 Pallalel Bioprocess Control Software, INFORS-HT, Šveice) palīdzību. Bioreaktora tvertnei ir pievienota cauruļvadu sistēma, ar kuras palīdzību tiek pievienota sālsskābe (HCl) un nātrija hidroģēnkarbonāts (NaHCO<sub>3</sub>), regulējot KZT vides pH. Reaktorā ir temperatūras un pH sensori, magnētiskais maisītājs, kā arī sūkņi, kas kontrolē skābes, bāzes un žultsskābju pievienošanas ātrumu. Bioreaktorā simulācijas procesa īstenošanai tiek uzturēta 37±0.1 °C temperatūra. Procesā laikā nodrošināta nepārtraukta maisīšana 60–100 apgr. min<sup>-1</sup>.

Produkta paraugu (30 g) ievieto bioreaktorā, kam pieslēgts temperatūras un pH sensors, pievieno 30 mL simulētā siekalu šķīduma (SSŠ) un iztur 2 minūtes 37 °C temperatūrā. Pāreja uz kuņģi tiek simulēta bioreaktorā, ievadot simulēto kuņģa šķīdumu (SKŠ), kas sastāv no koncentrēta elektrolītu šķīduma, pepsīna enzīma, CaCl<sub>2</sub> un destilēta ūdens. Kuņģa skābes

sekrēcija simulēta, pievienojot 1 M HCl un regulējot pH līdz  $3.0 \pm 0.2$ . Sagremojamība kuņģī simulēta 2 stundas.

Tālāk kuņģa saturs tiek neutralizēts līdz pH  $7.0 \pm 0.2$ , pievienojot 1 M NaHCO<sub>3</sub> un simulēto zarnu šķīdumu (SZŠ), kas sastāv no koncentrēta elektrolītu šķīduma, enzīmiem (tripsīna, himotripsīna,  $\alpha$ -amilāzes, lipāzes), žults sāļiem, CaCl<sub>2</sub> un destilēta ūdens, tā simulējot kuņģa satura tranzītu uz 12-pirkstu zarnu (*doudenum*). Sagremojamība tievajās zarnās simulēta 2 stundas. Pēc apstrādes KZT paraugi individuāli sasaldēti HDPE (augsta blīvuma polietilēns) maisos un uzglabāti līdz analizēšanai  $-20 \pm 2$  °C temperatūrā.

## **2.5 Datu matemātiskā apstrāde/ *Mathematical processing of data***

Datu matemātiskā apstrāde veikta, aprēķinot šādus rādītājus: vidējais aritmētiskais, standartnovirze. Datu interpretācijai izmantota vienfaktora un divfaktoru dispersijas analīze (ANOVA), veikts Tjūkija-Krāmera tests, t-tests. Ja starp faktoriem konstatē mijiedarbības ietekmi ( $p < \alpha_{0.05}$ ), tad var secināt, ka pie 95% ticamības pastāv pētāmo faktoru noteiktu lielumu mijiedarbība.

Darba pētnieciskajā daļā attēli un tabulas izveidotas un aprēķini veikti ar MS Excel for Windows 2016 programmu.

### 3 REZULTĀTI UN DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

Par promocijas darba mērķi tika izvirzīts izstrādāt jaunus enterālā uztura produktus lietošanai caur zondi un modificētas struktūras produktus disfāģijas pacientiem, to uztura normu apmierināšanai, par pamatu izmantojot augu un dzīvnieku valsts izejvielas. Izvērtēt šo produktu sastāvu un apskatīt atsevišķu sagatavoto produktu biopieejamību *in vitro* apstākļos.

Šajā nodaļā apskatāmi eksperimentu gaitā iegūtie rezultāti un to analīze. Iegūtie dati izklāstīti vairākās apakšnodaļās, atbilstoši eksperimentu gaitai, kas norādīta 2. nodaļā.

#### 3.1 Izejvielu izvērtējums īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzēta uztura izstrādei / *Evaluation of ingredients for the development of products for special medical purposes*

Pētījumi tika uzsākti, veicot izejvielu piemērotības izvērtējumu, kur analizēti dažādi Latvijā audzēti dārzeņi, augļi un ogas, kā arī izpētīta atsevišķu olbaltumvielu pulveru piemērotība īpašu medicīnisku produktu izstrādei.

Izvērtēti šķirnes ‘Antonovka’, ‘Filippa’, ‘Ničnera Zemeņu’, ‘Rudens svītrotais’ un ‘Sīpoliņš’ āboli, šķirņu ‘Mello Yello’, ‘Mapoly’ un ‘Purple’ burkāni, šķirņu ‘Burpes Golden’ un ‘Czerwona Kula’ bietes, šķirņu ‘Pink Banana’, ‘R’Etampes’, ‘Small Sugar’, ‘Učiki Kuri’ ķirbji un no šīm izejvielām iegūtu biezeņu bioķīmiskais sastāvs un struktūrmehāniskās īpašības. Analizētas arī kāpostu šķirnes ‘Paulo’, ‘Coronet’, ‘Portoza’ un ‘Candela’, kā arī Latvijā audzētas lielogu dzērvenes, smiltsērķšķu ogas ‘B.Ļubiteļskaja’ un ‘Prozračnaja’, mellenes ‘Blue rey’ un ‘Blue crop’, zemenes ‘Senga Sengana’ (ogas no 1. un 2. gada stādiem), ‘Sonāte’, ‘Elvīra’ un ‘Induka’. Daļa pētījumos iegūto datu par lauksaimniecības izejvielām un to produktiem apkopota 4. līdz 7. pielikumā.

Pētījumi veikti ar mērķi analizēt Latvijā audzētu izejvielu bioķīmisko sastāvu, kā arī savstarpēji tās salīdzināt, lai varētu izvēlēties pārstrādei piemērotākās šķirnes. Biezeņu sagatavošana un analīze veikta, lai apskatītu un salīdzinātu produktu piemērotību lietošanai modificētas struktūras produktu ražošanai, jo būtisks ir ne tikai to ķīmiskais sastāvs, bet arī struktūras izmaiņas un šo produktu sensorās īpašības. No analizētajām smiltsērķšķu šķirnēm par piemērotāko tika atzīta ‘Prozračnaja’, no mellenēm - ‘Blue rey’, zemenēm - ‘Elvīra’, par piemērotāko ābolu šķirni tika izvēlēta ‘Ničnera Zemeņu’. No analizētajiem dārzeņiem ļoti labi bioķīmiskie rādītāji tika novēroti ķirbju šķirnei ‘Učiki Kuri’, kāpostiem - ‘Portoza’.

Izstrādājot modificētas struktūras produktu receptūras un gatavošanas tehnoloģiju, pievienojot papildus proteīna avotus, tika novērotas būtiskas produktu struktūras izmaiņas. Tādēļ veikti pētījumi par sūkalu izolāta, sojas izolāta un zirņu proteīna pulvera ietekmi uz sagatavoto produktu struktūru. Izvēlētie proteīna avoti tika pievienoti 5% un 9% apmērā no 100 g produkta un apstrādāti 95±2 °C, 15 min un 115 °C, 5 min. Sagatavotie produkti savstarpēji salīdzināti, un pētījuma rezultāti apkopoti *D. Sangjuler* maģistra darbā ‘Disfāģijas pacientiem paredzētu ar proteīnu bagātinātu augu valsts izcelsmes biezeņu reoloģiskās īpašības’, 8. pielikumā pievienots iegūto rezultātu apkopojums, kas prezentēts stenda referātā.

Pamatojoties uz šī eksperimenta datiem, kā piemērotākais proteīna avots tika izvēlēts sūkalu izolāts, kas arī izmantots promocijas darbā izstrādāto produktu receptūrās, zupām papildus vēl pievienots kaņepju proteīna pulveris.

#### 3.2 Caur zondi lietojamo produktu sagatavošanas tehnoloģiju izveide un izvērtējums / *Development and evaluation of enteral tube feed product preparation technologies*

Izstrādājot caur zondi lietojamus produktus, pētījumi tika veikti vairākos posmos, šajā apakšnodaļā būs iespējams iepazīties ar eksperimentālajā procesā iegūtajiem rezultātiem.

Enterālie produkti lietošanai caur zondi nav paredzēti lietošanai caur muti, tādēļ, izstrādājot šos produktus, tādas sensorās īpašības kā garša nav būtiskas. Produktu izveide uzsākta ar receptūru izstrādi, kas balstīta uz *Komisijas deleģētajā regulā (ES) 2016/128 (2015)* norādīto informāciju par nepieciešamo vitamīnu un minerālvielu saturu īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētiem produktiem, kas nav paredzēti zīdaiņu uzturam (skatīt 1. pielikums).

Viena no nozīmīgākajām problēmām šādu produktu ražošanā ir pietiekama to derīguma termiņa nodrošināšana, līdztekus saglabājot maksimāli lielāku vitamīnu un citu organismam nozīmīgo uzturvielu saturu. Kā viens no iespējamajiem risinājumiem būtu inovatīvu un saudzējošāku apstrādes tehnoloģiju izmantošana šo produktu apstrādei. Tādēļ, veicot primāro datu ieguvu tika izvērtēta divu apstrādes režīmu (augstspiediena un vakuuma vārīšanas) piemērotība produkta sagatavošanai no divos veidos iegūtām izejvielām (svaigām sulām un industriāli izgatavotiem pusfabrikātiem), vienlaicīgi izvērtējot produktu sastāva atšķirības un izmaiņas uzglabāšanas laikā. Iegūtie rezultāti aprakstīti 3.2.1. un 3.2.2. nodaļās. Kopumā izstrādātas piecas receptūras, bet eksperimentu gaitā primāro datu ieguvei izmantota viena - Z1. Pasterizācijas un sterilizācijas režīmu ietekme uz sagatavoto Z1 un Z2 produktu kvalitāti aprakstīta 3.2.3. nodaļā. Pēc iegūtās informācijas izstrādātas vēl četras receptūras un veikts to kvalitātes izvērtējums, kas aprakstīts 3.2.4. nodaļā.

### **3.2.1 Augstspiediena apstrādes ietekme uz produktiem lietošanai caur zondi, kas izgatavoti no svaigām sulām vai no pusfabrikātiem / *Impact of the high pressure processing on enteral tube feed products made from fresh or semi-finished ingredients***

Sākotnēji pētījumu veikšanai izstrādāta viena receptūra Z1, kuras sastāvā bija upeņu biezsula, biešu, ķirbju, kāpostu, topinambūru sula, sūkalu olbaltumvielu izolāts, rapšu eļļa, mencu aknu eļļa un jodētā sāls (receptūru skatīt 2.2. tabulā), kur vienas porcijas masa, veidojot 100 kcal enerģētisko vērtību, bija 161.25 g. Sagatavotie paraugi uzglabāti istabas temperatūrā, tiešos saules staros. Eksperimentā izveidotie paraugi redzami 3.1. att.



3.1. att. **Augstspiedienā apstrādāti caur zondi lietojamie produkti /**  
*Fig. 3.1. Enteral tube feed products processed by high pressure processing (HPP)*

Sagatavoto paraugu kvalitāte, pirmkārt, izvērtēta pēc to galveno raksturojošo mikrobioloģisko rādītāju izmaiņām. Komisijas regula (EK) Nr. 2073/2005 izvirza pārtikas nekaitīguma kritērijus lietošanai gataviem produktiem, kas paredzēti zīdaiņiem un lietošanai gataviem produktiem īpašiem medicīniskiem mērķiem, kur nav pieļaujama *Listeria monocytogenes* klātbūtne 25 g produkta. Sausajos mātes piena aizstājējos un īpašiem medicīniskiem mērķiem paredzētos diētiskajos pārtikas produktos, kas paredzēti zīdaiņiem līdz sešu mēnešu vecumam – nav pieļaujama *Salmonella* klātbūtne 25 g produkta, *Cronobacter* spp. (*Enterobacter sakazakii*) un *Enterobacteriaceae* klātbūtne 10 g produkta. Sausajos mātes piena aizstājējos un īpašiem medicīniskiem mērķiem paredzētiem diētiskiem pārtikas produktiem, kas paredzēti zīdaiņiem līdz sešu mēnešu vecumam, kontrolējams arī paredzamā *Bacillus cereus* daudzums, kura robežvērtības nedrīkst pārsniegt 50 līdz 500 KVV g<sup>-1</sup> produkta.



Tā kā pētījumā izstrādātie produkti nav paredzēti zīdaiņiem, tad par galveno mikrobioloģiskās drošības rādītāju būtu jāuzskata *Listeria monocytogenes*, taču šis rādītājs produktu analizēšanas laikā netika noteikts. Jāmin, ka šis mikroorganisms plaši sastopams dabā – ūdenī, augsnē, tādēļ var nonākt arī pārtikas produktos. Tas ir ļoti noturīgs apkārtējā vidē un spēj vairoties arī zemās temperatūrās produktu uzglabāšanas laikā, taču to ir iespējams iznīcināt pasterizācijas temperatūrās. Šis patogēns ir listeriozes izraisītājs, kas ir akūta dzīvnieku un cilvēku infekcija, kurai raksturīga centrālās nervu sistēmas, limfmezglu un iekšējo orgānu bojājumi. Par galvenajiem slimības izraisītājiem tiek uzskatīti gatavi lietošanai (*ready-to-eat*) produkti, kam raksturīgs augsts olbaltumvielu saturs, jau esošs neliels sekundārais piesārņojums. Arī neapstrādāta gaļa, dažādi piena produkti (mīkstie sieri un nepasterizēts piens), olas un jūras produkti ir potenciāla vide šo mikroorganismu attīstībai (Evans et al., 2021).

Pētījumā izvēlēts sagatavotajiem produktiem analizēt mezofīli aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu kopskaitu, raugu un pelējuma šūnu kopskaitu, kas palīdz izvērtēt apstrādes režīmu efektivitāti. *E.coli* klātbūtni. Iegūtie dati tika salīdzināti ar MK noteikumu Nr. 461/2014 10. pielikumā norādīto informāciju par augļu sulu un tām līdzīgo produktu kvalitātes rādītājiem.

Mikrobioloģiskie rādītāji augstspiedienā sagatavotajiem paraugiem un kontroles paraugiem, kas noteikti 24 h pēc to sagatavošanas, neuzrādīja *E.coli* klātbūtni nevienā no sagatavotajiem paraugiem. Kontroles paraugā KS (no svaigām sulām pagatavots enterālais produkts lietošanai caur zondi) pirms uzglabāšanas tika konstatētas 2 KVV g<sup>-1</sup> pelējumu veidojošās sēnītes, taču pārējos produktos tās netika konstatētas arī uzglabāšanas laikā. Atbilstoši MK noteikumiem Nr.461/2014 nedz mezofīli aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaits nedz arī pelējumi un raugi 1 g pasterizēta produkta nedrīkst pārsniegt 50 KVV.

Paraugos konstatētais mikroorganismu kopskaits (MAFAM) un raugu šūnu kopskaits attēloti 3.1. tabulā. No svaigām sulām sagatavotais kontroles paraugs uzrādīja pārsniegtu atļauto MAFAM un raugu KVV produktā, bet no pusfabrikātiem gatavotajā paraugā tas bija normas robežās. Paraugi, kas tika pakļauti augstspiediena apstrādei, 24 h pēc sagatavošanas neuzrādīja mikrobioloģiskā piesārņojuma pazīmes. Iegūtie dati sakrīt arī ar *Andrés et al.* (2016a) sniegto informāciju par augstspiediena režīmiem un to mikrobioloģisko ietekmi uz piena un sojas bāzes smūtijiem. Augstspiediena režīmi starp 450 un 650 MPa būtiski spēj samazināt MAFAM, raugu un pelējumu kopskaitu smūtijos, turklāt spēj pagarināt derīguma termiņu ledusskapī (5±2 °C) uzglabātiem produktiem līdz pat 45 dienām.

3.1. tabula / Table 3.1

**Mikroorganismu un raugu šūnu kopskaits caur zondi lietojamo produktu paraugos, KVV g<sup>-1</sup> parauga / Total plate count and yeast cell count in enteral tube feed samples, CFU g<sup>-1</sup> of sample**

Paraugi/ Sample	Uzglabāšanas laiks, dienas / Storage time, days				
	1	7	14	21	28
<b>MAFAM kopskaits / Total plate count</b>					
<b>KS</b>	3.3·10 <sup>2</sup>	-	-	-	-
<b>AS_1</b>	<10	62	1.1·10 <sup>2</sup>	-	-
<b>AS_2</b>	<10	59	95	-	-
<b>AS_3</b>	<10	36	1.02·10 <sup>2</sup>	-	-
<b>KP</b>	<10	-	-	-	-
<b>AP_1</b>	<10	<10	<10	<10	<10
<b>AP_2</b>	<10	<10	<10	<10	<10
<b>AP_3</b>	<10	<10	<10	<10	<10

3.1. tabuls turpinājums / *Continuation of Table 3.1*

Paraugs/ <i>Sample</i>	Uzglabāšanas laiks, dienas / <i>Storage time, days</i>				
	1	7	14	21	28
<b>Raugu šūnu kopskaits / <i>Yeast cell count</i></b>					
<b>KS</b>	$8.4 \cdot 10^2$	-	-	-	-
<b>AS_1</b>	<10	39	$1.09 \cdot 10^2$	-	-
<b>AS_2</b>	<10	37.5	95	-	-
<b>AS_3</b>	<10	36	98.5	-	-
<b>KP</b>	<10	-	-	-	-
<b>AP_1</b>	<10	<10	<10	<10	<10
<b>AP_2</b>	<10	<10	<10	<10	<10
<b>AP_3</b>	<10	<10	<10	<10	<10

K – kontroles paraugs / *control sample*; S – izgatavots no svaigām sulām / *made from fresh juices*; P – izgatavots no pusfabrikātiem / *prepared from semi-finished ingredients*; A – augstspiediena apstrāde / *high pressure processing*; 1 – apstrāde 400 MPa / *treatment at 400 MPa*; 2 – apstrāde 500 MPa / *treatment at 500 MPa*; 3 – apstrāde 600 MPa / *treatment at 600 MPa*.

Uzglabājot sagatavotos paraugus, pēc 7 dienām tika konstatēts pārsniegts MAFAm skaits no svaigām sulām gatavotajos paraugos AS\_1 un AS\_2, bet paraugā AS\_2 konstatētas pirmās pazīmes par mikrobioloģiskās bojāšanās uzsākšanos, kas novērots arī pēc raugu šūnu skaita palielināšanās sagatavotajos paraugos no svaigām sulām. Savukārt no pusfabrikātiem gatavotajos produktos mikrobioloģiskās bojāšanās pazīmes netika konstatētas visu uzglabāšanas periodu (kopumā 4 nedēļas).

Paraugu pH un šķīstošās sausnas saturs sagatavotajiem paraugiem minimāli atšķīrās. Caur zondi litojamo enterālo produktu paraugos, kas izgatavoti no svaigām sulām vidējais pH bija 5, bet šķīstošā sausna 12 Brix%, savukārt paraugiem, sagatavotiem no pusfabrikātiem, – pH 4.5 un 11 Brix%. Arī citos pētījumos apstiprinājies, ka produktu apstrāde augstspiediena režīmos 400 līdz 500 MPa, nerada būtiskas izmaiņas to pH un šķīstošās sausnas saturā (Andrés et al., 2016a; Landl et al., 2010).

C vitamīna saturs (skatīt 3.2. tab.) sagatavotajos kontroles paraugos KS bija  $25.0 \pm 3.5$  mg 100 g<sup>-1</sup> un KP  $28.2 \pm 1.4$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta. Apstrāde augstspiedienā sākotnēji uzrādīja labāku C vitamīna saglabāšanos produktos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, bet pēc 2 nedēļu ilgas uzglabāšanas C vitamīna zudumi vidēji bija 50%. Savukārt paraugi, kas izgatavoti no svaigām sulām, pēc augstspiediena apstrādes salīdzinājumā ar kontroles paraugu jau pirms uzglabāšanas uzrādīja 33 līdz 65% zudumus. Konstatētās izmaiņas iespējams skaidrot ar fermentatīvo darbību svaigās sulās, kas bez iepriekšējas inaktivācijas turpina noārdīt dabīgo C vitamīna saturu produktā, pretstatā no pusfabrikātiem sagatavotajiem produktiem, kuriem veikta fermentu inaktivācija ar produktu termisko apstrādi. Statistiski tika novērota būtiska atšķirība starp sagatavotajiem paraugiem atkarībā no izmantotā izejvielu veida ( $p < 0.05$ ).

**C vitamīna saturs augstspiedienā apstrādātos caur zondi lietojamajos enterālajos produktos, mg 100 g<sup>-1</sup> / Content of vitamin C in HPP treated enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup>**

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, dienas / Storage time, days				
	1	7	14	21	28
KS	25.0±3.5 c	-	-	-	-
AS_1	17.4±1.3 c	20.5±2.9 b	11.4±1.5	-	-
AS_2	15.9±2.8 c	19.2±1.1 b	13.7±1.4	-	-
AS_3	11.1±1.8 d	16.2±2.5 b	14.5±1.4	-	-
KP	28.2±1.4 b	-	-	-	-
AP_1	29.8±1.0 ab	25.5±1.1 a	14.6±1.4	14.6±1.4	13.4±1.4
AP_2	33.3±2.2 a	27.4±2.5 a	13.3±1.4	13.3±1.4	12.8±2.1
AP_3	30.8±0.1 ab	29.5±1.3 a	13.5±1.4	14.5±1.4	13.3±1.2

“ - “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / made from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; A – augstspiediena apstrāde / high pressure processing; 1 – apstrāde 400 MPa / treatment at 400 MPa; 2 – apstrāde 500 MPa / treatment at 500 MPa; 3 – apstrāde 600 MPa / treatment at 600 MPa.

\* Vērtības, kas apzīmētas ar vienu un to pašu burtu, katras kolonnas ietvaros, parāda, ka nepastāv būtiskas atšķirības starp rādītājiem  $p > 0.05$ . / Values denoted by the same letter, within each column, show that there are no significant differences between samples  $p > 0.05$ .

Augstākais C vitamīna saturs  $33.3 \pm 2.2$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta tika konstatēts paraugā AP\_2 (pagatavots no pusfabrikātiem un apstrādāts 500 MPa), bet AS\_3 (pagatavots no svaigām sulām un apstrādāts 600 MPa) – zemākais saturs  $11.1 \pm 1.8$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta. Iegūtos datus iespējams dalēji sasaistīt ar citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem, kuros produkti uzglabāti atdzesētā veidā. Arī *Andrés et al.* (2016b) pētījumā novēroja ātru C vitamīna satura samazināšanos. Trīsdesmitajā uzglabāšanas dienā 450 MPa apstrādātiem paraugiem tika novērots 32% C vitamīna satura samazinājums, bet 600 MPa apstrādātiem paraugiem 36% C vitamīna zudumi (*Andrés et al.*, 2016b). Caur zondi lietojamo enterālo produktu paraugos kopumā uzglabāšanas laikā novērots būtisks ( $p < 0.05$ ) C vitamīna zudums visos paraugos. Atkarībā no izvēlētajā izejmateriāla, kā arī, palielinoties apstrādē izmantotajam spiedienam, kas novērots arī citos pētījumos, palielinās C vitamīna noārdīšanās ātrums (*Andrés et al.*, 2016b; *Oey et al.*, 2008).

Līdzīgi kā ar C vitamīna izmaiņām, arī kopējais karotīnu saturs sagatavotajos caur zondi lietojamajos enterālajos produktos būtiski atšķirās atkarībā no receptūrā izmantotā izejmateriālu veida (skatīt 3.3. tab.). Pirms uzglabāšanas zemākais kopējo karotīnu saturs novērots AS\_1 paraugā, bet augstākais paraugā, kas apstrādāts tādā pašā spiedienā, bet izgatavots no pusfabrikāta (AP\_1), savukārt kontroles paraugos, kas netika pakļauti augstspiediena apstrādei, noteiktais kopējo karotīnu saturs būtiski neatšķirās. Paraugos, kas sagatavoti no svaigām sulām, tika novērota būtiska kopējo karotīnu satura samazināšanās.

**Kopējais karotīnu saturs caur zondi lietojamos enterālajos produktos, mg 100 g<sup>-1</sup> /  
Total carotene content in enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup>**

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, dienas / Storage time, days				
	1	7	14	21	28
KS	0.44±0.00 a	-	-	-	-
AS_1	0.15±0.01 d	0.20±0.03 d	0.16±0.02 b	-	-
AS_2	0.18±0.04 cd	0.16±0.01 de	0.19±0.02 b	-	-
AS_3	0.21±0.02 c	0.13±0.00 e	0.16±0.02 b	-	-
KP	0.44±0.02 a	-	-	-	-
AP_1	0.42±0.02 a	0.44±0.01 a	0.37±0.01 a	0.37±0.02	0.24±0.01 b
AP_2	0.25±0.01 c	0.38±0.03 b	0.35±0.01 a	0.38±0.01	0.32±0.04 a
AP_3	0.35±0.00 b	0.32±0.00 c	0.34±0.01 a	0.37±0.00	0.33±0.00 a

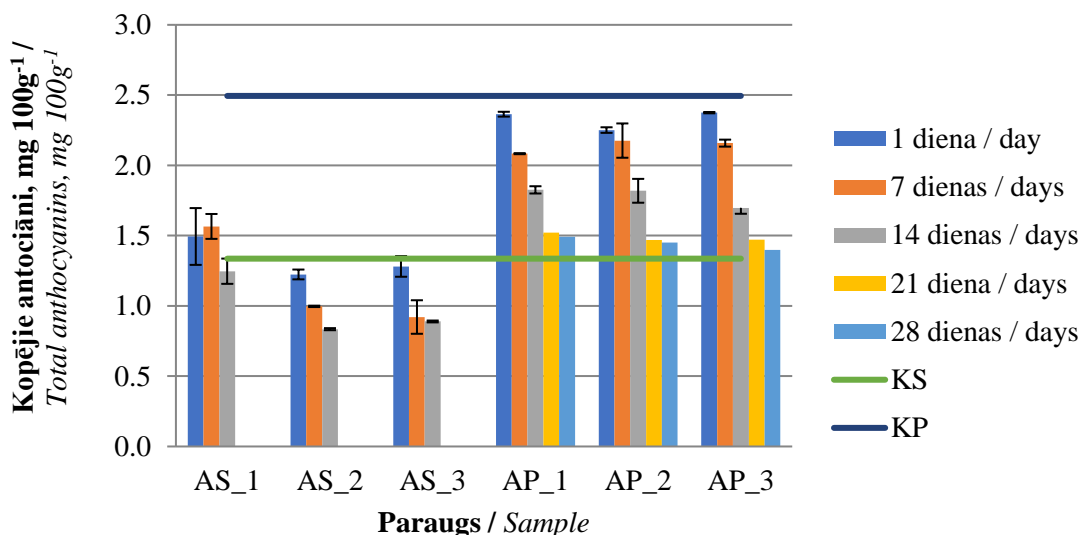
“ – “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / made from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; A – augstspiediena apstrāde / high pressure processing; 1 – apstrāde 400 MPa / treatment at 400 MPa; 2 – apstrāde 500 MPa / treatment at 500 MPa; 3 – apstrāde 600 MPa / treatment at 600 MPa.

\* Vērtības, kas apzīmētas ar vienu un to pašu burtu, katras kolonnas ietvaros, parāda, ka nepastāv būtiskas atšķirības starp rādītājiem  $p > 0.05$ . / Values denoted by the same letter, within each column, show that there are no significant differences between samples  $p > 0.05$ .

Iegūtie dati par kopējo karotīnu satura izmaiņām produktos uzglabāšanas laikā neveido viennozīmīgu priekšstatu, taču novērojama tendence, ka kopējo karotīnu daudzums ar katru uzglabāšanas nedēļu samazināšanās paraugos, kas sagatavoti no pusfabrikātiem. Nevienmērīgie dati var norādīt uz eļļas un eļļā šķīstošo sastāvdaļu nevienmērīgu sadalījumu produktā, kas radies produkta pildīšanas laikā. Savukārt *Barba et al.* (2015) norāda, ka augstspiediena apstrāde var palielināt karotīnu saturu augu valsts produktos, skaidrojot to ar izmaiņām šūnu plazmas membrānas caurlaidīgumā un karotinoīdus saistošo proteīnu denaturāciju augstspiediena apstrādes laikā (400–600 MPa / 20–25 °C / 2–5 min).

Produktos noteiktais kopējais antociānu saturs bija būtiski atšķirīgs ( $p < 0.05$ ) atkarībā no izmantotā izejvielu veida. Ievērojami zemāki rādītāji tika konstatēti paraugos, kas izgatavoti no svaigām sulām. Augstāks antociānu saturs tika konstatēts no pusfabrikātiem izgatavotajos caur zondi lietojamos enterālā produkta paraugos (skatīt 3.2. att.), kas svārstījās no 2.2±0.02 mg 100 g<sup>-1</sup> produkta (AP\_2) līdz 2.4±0.01 mg 100 g<sup>-1</sup> produkta AP\_3 paraugā, kas pakāpeniski samazinājās uzglabāšanas laikā.

Antociāni ir ļoti nestabili savienojumi, sevišķi, kad pakļauti gaismas iedarbībai (uzglabāti tiešos saules staros), kas varētu izskaidrot konstatētās izmaiņas uzglabāšanas laikā. Literatūrā tiek minēts arī, ka augstspiediena apstrāde pilnībā neinaktivē produktos esošos fermentus, kas turpina noārdīt bioaktīvos savienojumus arī uzglabāšanas laikā (Denoya and Nanni, 2016).



K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / made from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; A – augstspiediena apstrāde / high pressure processing; 1 – apstrāde 400 MPa / treatment at 400 MPa; 2 – apstrāde 500 MPa / treatment at 500 MPa; 3 – apstrāde 600 MPa / treatment at 600 MPa.

### 3.2. att. Kopējais antociānu saturs caur zondi lietojamajos produktos /

Fig. 3.2. Total anthocyanin content in enteral tube feed products

Līdzīgi antociāniem arī kopējais fenolu saturs izveidotajos caur zondi lietojamo enterālo produktu paraugos bija būtiski atšķirīgs atkarībā no izmantotā izejvielu veida. Zemākais to saturs bija paraugos no svaigi sagatavotām sulām (skatīt 3.4. tabula). Taču uzglabāšanas laikā novērota kopējo fenolu satura palielināšanās, kas konstatēta arī *Andrés et al.* (2016b) pētījumā, taču no svaigām sulām izgatavotiem paraugiem šī tendence nebija tik izteikta. *Barba et al.* (2015) savos pētījumos par polifenolu ekstrakciju norāda, ka augstspiediena apstrādē izmantotais spiediens spēj ievērojami izmainīt šūnu struktūru, saplēšot šūnapvalkus un ļaujot atbrīvoties šūnās ieslēgtajiem pigmentiem/bioaktīvajiem savienojumiem, kā tas līdzīgi novērots arī ar kopējo karotīnu un antociānu saturu produktos.

3.4. tabula / Table 3.4

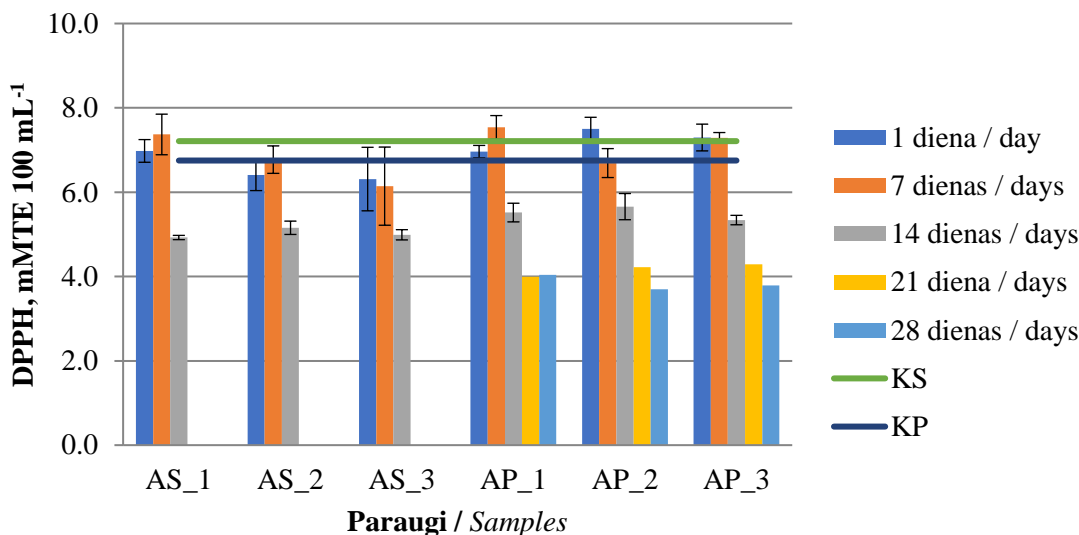
### Kopējais fenolu saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos, GAEmg 100 g<sup>-1</sup> / Total phenol content in enteral tube feed products, GAE·mg 100 g<sup>-1</sup>

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, dienas / Storage time, days				
	1	7	14	21	28
KS	52.2±4.2 a	-	-	-	-
AS_1	36.1±6.4 b	48.6±7.4	38.9±3.5 b	-	-
AS_2	34.6±5.2 b	50.8±7.0	47.3±1.0 a	-	-
AS_3	33.5±4.3 b	-	-	-	-
KP	49.6±3.2 a	-	-	-	-
AP_1	49.2±2.3 a	56.0±4.5	39.9±4.0 b	36.6±2.5	31.1±3.5
AP_2	46.0±2.9 a	54.1±4.1	48.7±3.5 a	33.0±3.9	28.1±3.2
AP_3	46.5±2.3 a	51.3±4.3	47.6±4.9 a	32.8±3.9	28.6±3.9

“ – “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / made from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; A – augstspiediena apstrāde / high pressure processing; 1 – apstrāde 400 MPa / treatment at 400 MPa; 2 – apstrāde 500 MPa / treatment at 500 MPa; 3 – apstrāde 600 MPa / treatment at 600 MPa.

\* Vērtības, kas apzīmētas ar vienu un to pašu burtu, katras kolonnas ietvaros, parāda, ka nepastāv būtiskas atšķirības starp rādītājiem  $p > 0.05$ . / Values denoted by the same letter, within each column, show that there are no significant differences between samples  $p > 0.05$

Sākotnēji iegūtie dati par paraugu antiradikālo aktivitāti kontroles paraugos un arī augstspiedienā apstrādātajos paraugos nebija būtiski atšķirīgi un līdz pat otrajai uzglabāšanas nedēļai rādītāji bija visai stabili (3.3. att.). Produktu antiradikālā aktivitāte uzglabāšanas laikā samazinājās, ko norāda arī *Andrés et al.* (2016b) un *Oey et al.* (2008). Augstākā vidējā antiradikālā aktivitāte tika konstatēta 500 MPa apstrādātajā paraugā, kas izgatavots no pusfabrikātiem (AP\_2)  $7.5 \pm 0.3$  mM TE  $100 \text{ mL}^{-1}$ , taču šajā paraugā pēc četrus nedēļu uzglabāšanas konstatēts arī viens no zemākajiem rādītājiem  $3.7 \pm 0.1$  mM TE  $100 \text{ mL}^{-1}$  parauga.



K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / made from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; A – augstspiediena apstrāde / high pressure processing; 1 – apstrāde 400 MPa / treatment at 400 MPa; 2 – apstrāde 500 MPa / treatment at 500 MPa; 3 – apstrāde 600 MPa / treatment at 600 MPa.

3.3. att. Antiradikālā aktivitāte caur zondi lietojamajos enterālajos produktos uzglabāšanas laikā, DPPH / Fig. 3.3. Antiradical activity in enteral tube feed products during storage, DPPH

Iegūtie dati bioaktīvo savienojumu izmaiņām atkarībā no to augstspiediena režīma un to uzglabāšanas laika bija izteikti svārstīgi, līdz ar to netika novērotas noteiktas sakarības starp augstspiediena režīmiem, taču 28 dienu uzglabāšanas laikā analizētie parametri būtiski samazinājās. Literatūrā tiek minēts, ka pēc augstspiediena produktu apstrādes bieži novērota labāka bioaktīvo savienojumu ekstrakcija no augu šūnu audiem, jo tiek izmainīta to struktūra, palielinot membrānu caurlaidību, kas pakāpeniski no šūnām izdala tajās ieslēgtos savienojumus (Barba et al., 2015)..

### 3.2.2 Vakuuma vārīšanas ietekme uz caur zondi lietojamajiem produktiem, kas izgatavoti no svaigām sulām vai to pusfabrikātiem/ Impact of vacuum cooking on enteral tube feed products made from fresh or semi-finished ingredients

Analogi augstspiedienā apstrādātiem šķidrājiem enterālajiem produktiem tika izveidoti un analizēti paraugi, kas apstrādāti vakuumā, *cook-vide* (CV).

Visiem sagatavotajiem paraugiem tika veiktas mikrobioloģiskās analīzes, lai pārliecinātos par izvēlēto režīmu spēju nodrošināt produktu uzglabāšanas noteiktā laika periodā. Paraugi analizēti 24 h pēc to sagatavošanas un uzglabāšanas laikā.

Nevienā no analizētajiem paraugiem netika konstatēta *E.coli* klātbūtne, kā arī pelējuma klātbūtne nedz pirms uzglabāšanas, nedz arī produktu uzglabāšanas laikā. Izvēlētajiem vakuumpstrādes režīmiem bija būtiska ietekme uz mikroorganismu skaita samazināšanu tieši no svaigām sulām pagatavotajos caur zondi lietojamajos produktos, lai gan pietiekami zems mikrobioloģiskā piesārņojuma fons ar dotajiem režīmiem netika sasniegts (skatīt 3.5. tab.). Iegūtie dati nesakrīt ar iepriekšējos pētījumos par ķirbju-irbeņu mērces termisko apstrādi

vakuumā, kur izvēlētie apstrādes režīmi nodrošināja mikrobioloģiski drošu produktu, atbilstoši MK noteikumiem Nr. 461/2014 (Ozola and Kampuse, 2018)

3.5. tabula / Table 3.5

**Mikroorganismu kopskaits un raugu šūnu skaits caur zondi lietojamos produktos, kas izgatavoti no sulām, KVV g<sup>-1</sup> / Total plate and yeast cell count in enteral tube feed products made from juices, CFU g<sup>-1</sup>**

Paraugs/ Sample	MAFAM/ Total plate count			Raugu šūnu skaits/ Yeast cell count		
	1 diena/ day	7 dienas/ days	14 dienas/ days	1 diena/ day	7 dienas/ days	14 dienas/ days
KS	1.3·10 <sup>3</sup>	-	-	3.4·10 <sup>2</sup>	-	-
VS_1	2.9·10 <sup>2</sup>	-	-	2.4·10 <sup>2</sup>	-	-
VS_2	1.6·10 <sup>2</sup>	-	-	1.2·10 <sup>2</sup>	-	-
KP	<10	-	-	<10	-	-
VP_1	<10	6.5·10 <sup>3</sup>	-	<10	1.5·10 <sup>2</sup>	-
VP_2	<10	<10	59	<10	<10	47

“ – “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / prepared from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; V – vakuuma apstrāde / vacuum cooking; 1 – apstrādāts 67±2 °C, 0.02 MPa / prepared at 67±2 °C, 0.02 MPa; 2 – apstrādāts 79±2 °C, 0.06 MPa / prepared at 79±2 °C, 0.06 MPa

Kaut gan caur zondi lietojamo produktu paraugi, kas tika izgatavoti no pusfabrikātiem, dienu pēc to pagatavošanas pilnībā atbilda nepieciešamajiem mikrobioloģiskajiem rādītājiem, jau pēc 14 dienām novērots, ka VP\_1 paraugs vairs nebija piemērots lietošanai uzturā, un paraugā VP\_2 bija sākusies mikrobioloģiskā bojāšanās, par ko liecina paaugstināts MAFAM un raugu šūnu kopskaits.

Eksperimentam izvēlētie vakuuma vārīšanas režīmi nav piemēroti konkrētā izstrādātā produkta apstrādei ilgstošai uzglabāšanai. Produkta sastāvā esošie tauki un olbaltumvielas ir ietekmējoši faktori, kas veicina mikroorganismu attīstību. Arī *Martinez-Hernandez et al.* (2013) pētījumā par vakuumā vārītiem (0.1 MPa, ar vārīšanās temperatūru 54 °C) brokoļiem norādīja, lai gan brokoļos pēc apstrādes netika konstatēti raugi un pelējumi, tika konstatēta mezofīlo, psihrofilo un enterobaktēriju klātbūtne.

Līdzīgi kā augstspiedienā apstrādātajiem paraugiem, arī vakuuma apstrādes režīmi būtiski neizmainīja paraugu pH un šķīstošās sausas saturu, kas vidēji bija 11.4%, bet vides skābums paraugos no svaigām sulām bija pH 5, no pusfabrikātiem pH 4.6. Arī šie rezultāti kopā ar mikrobioloģiskajiem rādītājiem liek secināt, ka izvēlētajā sastāva (pievienotām olbaltumvielām, taukiem), ar pH > 4.5 produkta sagatavošanai un derīguma termiņa nodrošināšanai nepieciešams izvēlēties augstāku termiskās apstrādes temperatūru un/vai kombinēt to ar uzglabāšanu 4±2 °C temperatūrā.

C vitamīna saturs analizētajos paraugos būtiski atšķīrās (p = 0.03) atkarībā no izmantotā sulu veida. No svaigām sulām pagatavotie produkti vidēji saturēja vairāk C vitamīna (3.6. tabula). Apstrādes režīmi būtiski neietekmēja C vitamīna saturu produktos (p = 0.09), taču tika novērots, ka no svaigām sulām sagatavotajos produktos pēc vakuuma vārīšanas labāk saglabājās C vitamīns.

**C vitamīna, kopējo karotīnu, kopējo antociānu saturs caur zondi lietojamos produktos, mg 100 g<sup>-1</sup> / Content of vitamin C, total carotene, total anthocyanins in the enteral tube feed products, mg 100 g<sup>-1</sup>**

<b>Paraugs / Sample</b>	<b>Uzglabāšanas laiks / Storage time</b>	<b>C vitamīns / Vitamin C</b>	<b>Kopējie karotīni/ Total carotene</b>	<b>Kopējie antociāni / Total anthocyanins</b>
<b>KS</b>	1. diena / day	24.99±3.5	0.44±0.00 a	1.50±0.1 e
<b>VS_1</b>	1. diena / day	24.11±3.0	0.41±0.01 b	1.59±0.0 e
<b>VS_2</b>	1. diena / day	22.29±1.2	0.32±0.01 d	1.27±0.0 f
<b>KP</b>	1. diena / day	21.37±1.2	0.43±0.02 a	2.45±0.2 a
<b>VP_1</b>	1. diena / day	19.33±1.1	0.43±0.01 a	2.17±0.0 b
	7. diena / day	18.15±2.1	0.37±0.01 c	1.84±0.0 c
<b>VP_2</b>	1. diena / day	19.13±1.5	0.44±0.01 a	1.65±0.1 d
	7. diena / day	18.24±2.0	0.37±0.01 c	1.49±0.0 e
	14. diena / day	16.25±1.3	0.35±0.00 c	1.41±0.0 e

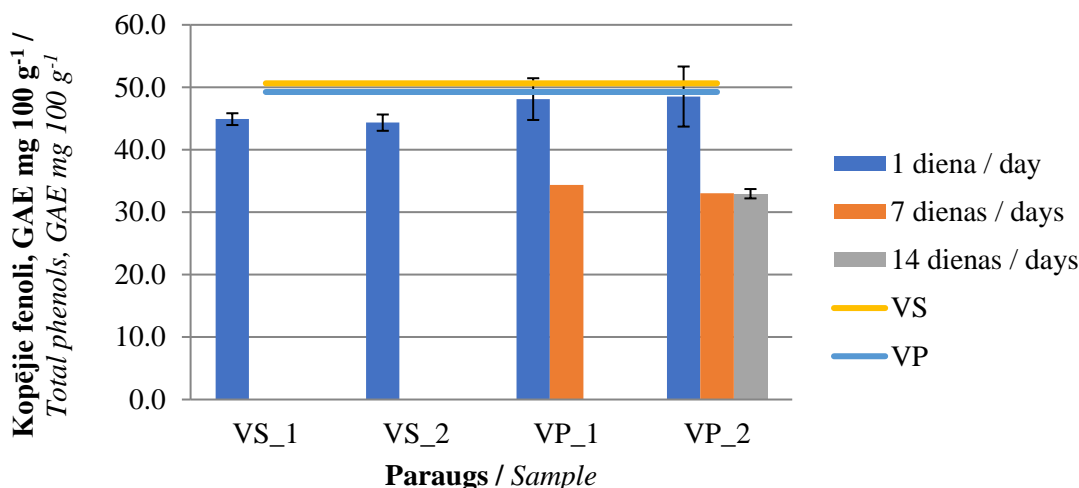
K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / prepared from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; V – vakuuma apstrāde / vacuum cooking; 1 – apstrādāts 67±2 °C, 0.02 MPa / prepared at 67±2 °C, 0.02 MPa; 2 – apstrādāts 79±2 °C, 0.06 MPa / prepared at 79±2 °C, 0.06 MPa

\* Vērtības, kas apzīmētas ar vienu un to pašu burtu, katras kolonnas ietvaros, parāda, ka nepastāv būtiskas atšķirības starp rādītājiem  $p > 0.05$ . / Values denoted by the same letter, within each column, show that there are no significant differences between samples  $p > 0.05$ .

Šķidrājos enterālajos produktos, kas izgatavoti no svaigām sulām novērojams lielāks kopējo karotīnu un antociānu zudums pēc vakuuma apstrādes ar augstāko temperatūru un mazāko vakuumu (0.06 MPa), salīdzinājumā ar kontroles paraugiem un paraugiem, kas apstrādāti 0.02 MPa spiedienā. No pusfabrikātiem gatavotajiem paraugiem kopējo karotīnu saturs uzglabāšanās laikā samazinājās vidēji par 13% (skatīt 3.6. tab.).

Apstrādes režīmu ietekme novērota arī saistībā ar kopējo antociānu izmaiņām produktos. Būtiski zudumi novēroti paraugos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem. Augstākais kopējo antociānu saturs konstatēts VP\_1 paraugā, kas izgatavots no pusfabrikātiem un apstrādāts vakuumā 0.02 MPa spiedienā (3.6. tab.), bet zemākais VS\_2 paraugā – izgatavots no svaigām sulām un apstrādāts 0.06 MPa spiedienā. Iegūtie dati sakrīt ar citu autoru secinājumiem par tādu augu valsts produktos esošo dabīgo pigmentu kā karotīnu un antociānu labāku saglabāšanos, izmantojot vakuuma apstrādi un zemākas apstrādes temperatūras (Iborra-Bernad et.al., 2015b).



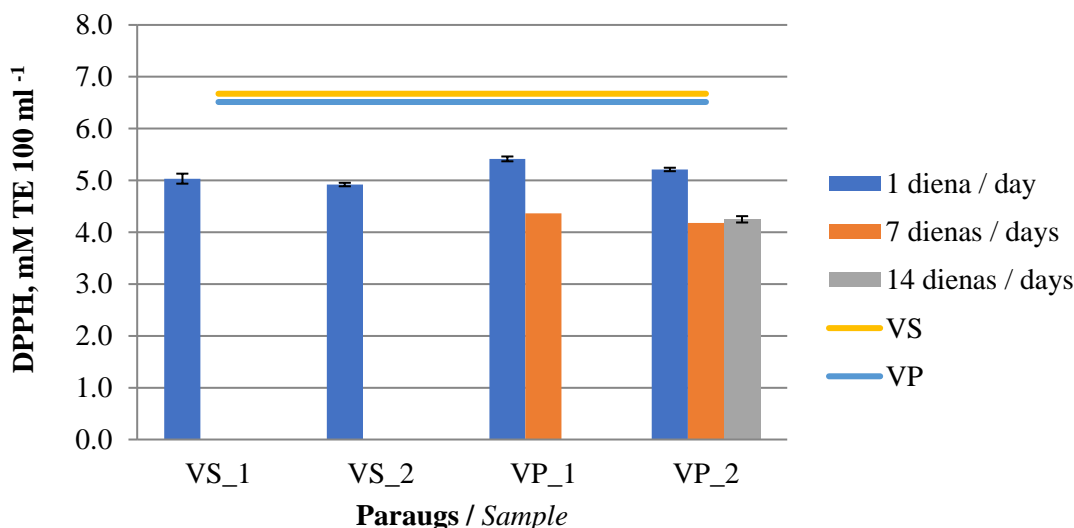


K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / prepared from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; V – vakuuma apstrāde / vacuum cooking; 1 – apstrādāts 67±2 °C, 0.02 MPa / prepared at 67±2 °C, 0.02 MPa; 2 – apstrādāts 79±2 °C, 0.06 MPa / prepared at 79±2 °C, 0.06 MPa

#### 3.4. att. Kopējo fenolu saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos /

Fig. 3.4. Total phenol content in enteral tube feed products

Kopējais fenolu saturs, kas redzams 3.4. att., sagatavotajos caur zondi lietojamajos produktos neuzrāda būtiskas atšķirības atkarībā no izmantotā izejvielu veida ( $p > 0.05$ ), taču nedaudz augstāks kopējais fenolu saturs konstatēts no pusfabrikātiem sagatavotajos paraugos. Pēc septiņām uzglabāšanas dienām tika novērots 30% zudums kopējais fenolu saturā produktos, kas gatavoti no pusfabrikātiem. Pirms uzglabāšanas paraugā VP\_1 kopējais fenolu saturs bija 48.1±3.3 GAE·mg 100 g<sup>-1</sup>, bet pēc septiņām dienām 34.4±0.6 GAE·mg 100 g<sup>-1</sup> produkta, bet paraugā VP\_2 48.5±4.8 GAE·mg 100 g<sup>-1</sup> pirms uzglabāšanas un 40.0±0.8 GAE·mg 100 g<sup>-1</sup> produkta pēc 14 dienām.



K – kontroles paraugs / control sample; S – izgatavots no svaigām sulām / prepared from fresh juices; P – izgatavots no pusfabrikātiem / prepared from semi-finished ingredients; V – vakuuma apstrāde / vacuum cooking; 1 – apstrādāts 67±2 °C, 0.02 MPa / prepared at 67±2 °C, 0.02 MPa; 2 – apstrādāts 79±2 °C, 0.06 MPa / prepared at 79±2 °C, 0.06 MPa

#### 3.5. att. Antiradikālās aktivitātes izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.5. Antiradical activity in enteral tube feed products during storage

Visbūtiskākās izmaiņas saistībā ar produktu antiradikālo aktivitāti sagatavotajiem produktiem novērojamas tieši uzglabāšanas laikā, kur tā samazinājusies par 19% pēc septiņu dienu uzglabāšanas (skatīt 3.5. att.).

Kopumā iegūtie rezultāti par vakuuma apstrādes režīmu ietekmi uz sagatavotajiem caur zondi lietojamiem produktiem daļēji sakrīt ar iepriekš veiktiem autora pētījumiem saistībā ar vakuuma ietekmi uz ķirbju-irbeņu biezeni, kur paši apstrādes režīmi savā starpā būtiski neizmainīja bioaktīvo savienojumu saturu, taču uzrādīja labākus rezultātus salīdzinājumā ar tradicionālo produktu vārīšanu (Ozola and Kampuse, 2018).

### 3.2.3 Pasterizācijas un sterilizācijas režīmu ietekme uz caur zondi lietojamiem produktiem / *Effect of pasteurisation and sterilization modes on enteral tube feed products*

Balstoties uz iepriekšējās apakšnodaļās aprakstītajiem rezultātiem par izejvielu un apstrādes režīmu piemērotību produktu izveidei, tālākiem eksperimentiem tika pieņemts lēmums produktus izgatavot no pusfabrikātiem. Lai gan augstspiediena apstrāde uzrādīja labākus rezultātus mikrobioloģiskā nekaitīguma nodrošināšanā, kā arī spēja radīt produktu ar garāku derīguma termiņu, tika pieņemts lēmums turpmāk tomēr izmantot *cook-vidē* apstrādi (vārīšana vakuumā). Apstrādes režīma izvēle balstīta uz praktisko iespēju produkta sagatavošanā industriālos apstākļos. Pamatojoties uz rezultātiem par konkrētā produkta mikrobioloģisko piesārņojumu pēc apstrādes vakuuma vārīšanas katlā, tika pieņemts lēmums, ka šāda tipa produktiem ar pievienotām olbaltumvielām un taukiem nepieciešama gatavo produktu atkārtota termiskā apstrāde, kas potenciāli ļautu iegūt patērētājam drošu produktu.

Šajā apakšnodaļā parādītas bioaktīvo savienojumu izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos to uzglabāšanas laikā atkarībā no to sekundārās termiskās apstrādes režīma (pasterizācija vai sterilizācija). Apkopotie dati ir no divām caur zondi lietojamo produktu receptūrām Z1 un Z2, kas katra izveidota no pusfabrikātiem, apstrādāta vakuuma vārīšanas katlā un pasterizēta vai sterilizēta. Abu produktu receptūras aplūkojamas 2.2. tabulā. Produktu kvalitāte izvērtēta 24 h pēc to sagatavošanas (pirms uzglabāšanas) un atkārtoti ik pēc 14 dienām kopumā 8 nedēļu garumā. Eksperimentā izveidotie paraugi redzami 3.6. attēlā.



3.6. att. Pasterizēti un sterilizēti receptūras Z1 un Z2 caur zondi lietojamie produkti / *Fig. 3.6. Pasteurised and sterilised enteral tube feed products of Z1 and Z2 recipes*

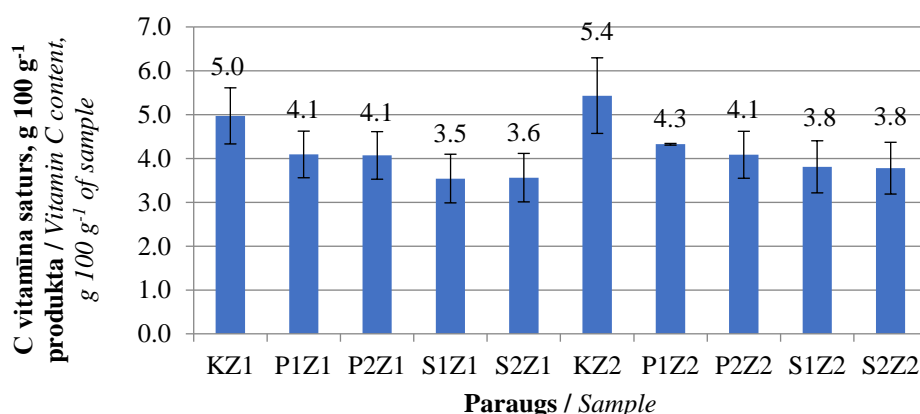
Sagatavotajiem Z1 un Z2 receptūras paraugiem veikts arī mikrobioloģiskais izvērtējums uzglabāšanas laikā. Paraugiem sākotnēji pārbaudīta *E.coli* klātbūtne, pirms uzglabāšanas un uzglabāšanas laikā analizēts arī MAFam, pienskābes baktēriju, raugu šūnu un pelējuma sēnīšu kopskaits. Sākotnēji visi pagatavotie paraugi neuzrādīja mikrobioloģisko piesārņojumu, nevienā no paraugiem netika konstatēta *E.coli* klātbūtne. Pēc divu nedēļu uzglabāšanas gan kontroles paraugiem, gan visiem paraugiem pēc pasterizācijas konstatēts, ka sākusies mikrobioloģiskā bojāšanās. Paraugiem novērots palielināts MAFam skaits, kā arī pienskābo baktēriju un raugu šūnu skaits, pelējuma sēnītes produktos netika atrastas. Paraugiem, kuriem novērota mikrobioloģiskā bojāšanās, konstatēta sporu veidojošo *Bacillus* spp. klātbūtne (skatīt

3.7. att.). Ņemot vērā iegūtos mikrobioloģiskos rezultātus, tālākiem eksperimentiem un produkta derīguma termiņa izvērtējumam, pakļauti tikai mikrobioloģiski piemērotie paraugi.



3.7. att. *Bacillus spp.* caur zondi lietojamajos produktos /  
Fig. 3.7. *Bacillus spp.* in enteral tube feed products

Sagatavotajos caur zondi lietojamajos produktos jau pirms uzglabāšanas konstatēts zems C vitamīna saturs (3.8. att.), tādēļ tā noteikšana uzglabāšanas laikā netika veikta, pamatojoties uz potenciāli neprecīzu datu iegūvi un plānojot eksperimenta 3. posmu, tika pieņemts lēmums produktu sagatavošanas procesā pievienot papildu L-askorbīnskābi, C vitamīna satura palielināšanai gatavajos caur zondi lietojamajos produktos.



K – kontrole, bez produkta termiskās apstrādes/ control, without thermal treatment of the product, Z1 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe, P1 – pasterizācija 95±2 °C, 5 min / pasteurisation 95±2 °C, 5 min, P2 – pasterizācija 95±2 °C, 20 min / pasteurisation 95±2°C, 20 min, S1 – sterilizācija 105 °C, 20 min / sterilization 105 °C, 20 min, S2 – sterilizācija 120 °C, 5 min / sterilization 120 °C, 5 min, Z2 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe.

3.8. att. C vitamīna saturs 2.posmā izstrādātajos caur zondi lietojamajos enterālajos produktos / Fig. 3.8. Vitamin C content in enteral tube feed products developed in the 2<sup>nd</sup> stage

Iegūtie dati uzrāda, ka C vitamīna saturs šajos produktos ir robežās no 5.4 g 100 g<sup>-1</sup> produkta kontroles paraugā (KZ2) līdz 3.5 g 100 g<sup>-1</sup> produkta sterilizētā caur zondi lietojamā produktu paraugā (S2Z1). Tika novērots, ka kontroles paraugi, kuriem netika veikta sekundārā apstrāde saglabājuši vairāk C vitamīna, vidēji par 1 g 100 g<sup>-1</sup> produkta mazāk nekā kontroles paraugos un par vidēji 0.5 g 100 g<sup>-1</sup> vairāk nekā sterilizētajos produktu paraugos. Kopumā starp C vitamīna saturu sagatavotajos produktos nepastāv būtiskas atšķirības nedz atkarībā no receptūras Z1 vai Z2, nedz no izvēlētā apstrādes režīma.

**Šķīstošās sausas saturas izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos uzglabāšanas laikā/**  
*Changes in the soluble solids content in enteral tube feed products during storage*

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, nedēļas/ Storage time, weeks				
	pirms uzglabāšanas/ before storage	2	4	6	8
<b>KZ1</b>	9.8±0.2	9.8±0.3	-	-	-
<b>P1Z1</b>	9.9±0.2	9.8±0.4	-	-	-
<b>P2Z1</b>	10.2±0.4	10.2±0.1	-	-	-
<b>S1Z1</b>	10.2±0.2	10.2±0.3	9.6±0.2	10.0±0.1	9.8±0.1
<b>S2Z1</b>	9.9±0.1	10.4±0.2	10.2±0.3	9.9±0.3	10.0±0.2
<b>KZ2</b>	9.8±0.1	10.1±0.1	-	-	-
<b>P1Z2</b>	10.4±0.1	10.1±0.3	10.7±0.1	-	-
<b>P2Z2</b>	10.3±0.1	9.9±0.2	10.0±0.1	10.1±0.2	10.0±0.2
<b>S1Z2</b>	9.5±0.3	9.6±0.5	9.5±0.4	9.3±0.2	9.5±0.1
<b>S2Z2</b>	9.3±0.1	10.0±0.2	10.3±0.3	9.7±0.3	9.9±0.2

K – kontrole, bez produkta termiskās apstrādes / control, without product thermal treatment, Z1 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe, P1 – pasterizācija 95±2 °C, 5 min / pasteurisation 95±2 °C, 5 min, P2 – pasterizācija 95±2 °C, 20 min / pasteurisation 95±2°C, 20 min, S1 – sterilizācija 105 °C, 20 min / sterilisation 105 °C, 20 min, S2 – sterilizācija 120 °C, 5 min / sterilisation 120 °C, 5 min, Z2 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe.

Caur zondi lietojamajos produktos noteiktais šķīstošās sausas saturs (3.7. tab.) un pH uzglabāšanas laikā būtiski neizmainījās. Z1 receptūras produktos šķīstošās sausas saturs pirms uzglabāšanas un uzglabāšanas laikā svārstījās robežās no 9.6 līdz 10.2 Brix%, bet pH 4.6 līdz 4.8, savukārt Z2 receptūras produktos 9.3 līdz 10.4 Brix%, pH 4.2 līdz 4.5. Iegūtie rezultāti uzrādīja, ka starp sagatavotajiem paraugiem pastāv neliela atšķirība produktu pH. Z1 receptūras pH vidēji ir nedaudz augstāks par pH 4.5, bet Z2 ir uz robežas, kur atšķirības tieši saistītas ar receptūrā izmantotajām izejvielām (skatīt 2.2. tab.). Tā, piemēram, Z1 sastāvā ir upeņu biezsula, bet Z2 to nesatur, tās vietā ir smiltsērķšķu biezsula, kurai ir zemāks pH, līdz ar to iespējams skaidrot atšķirības abu produktu pH. Šie dati kopā ar mikrobioloģiskajiem rādītājiem un produktu sastāvu sakrīt ar vispārpieņemtām zināšanām, ka produktu termiskās apstrādes režīmu izvēlē viens no vērā ņemamiem rādītājiem ir tieši produkta pH un robežpunkts pH 4.5, kas norāda uz nepieciešamību produktu pakļaut pasterizācijas vai sterilizācijas režīmiem. Salīdzinoši Z2 receptūras paraugi ar pH 4.4, kas pakļauti pasterizācijai, īpaši augstākajam pasterizācijas režīmam savu mikrobioālo nekaitīgumu spēja saglabāt ilgāk.

Analizējot kopējo karotīnu saturu produktos, novērojamas būtiskas atšķirības starp izmantotajām receptūrām un atkarībā no izvēlēta apstrādes režīma. Produkta Z2 receptūras sastāvā bija smiltsērķšķu biezsula, kas ir labs kopējo karotīnu avots, kas izskaidro lielāku kopējo karotīnu saturu tieši Z2 receptūras produktos (3.8. tabula). Starp sagatavotajiem paraugiem redzams, ka pēc sterilizācijas kopējo karotīnu saturs produktos bija būtiski mazāks.

Kopumā vērojama tendence kopējo karotīnu saturam samazināties produktos uzglabāšanas laikā, taču atsevišķiem paraugiem (P2Z1; S1Z1; S2Z1; S2Z2) pēc divu nedēļu uzglabāšanas novērojams kopējo karotīnu satura neliels pieaugums. Caur zondi lietojamie produkti satur papildus olbaltumvielas un taukus. Olbaltumvielas denaturējās termiskās apstrādes laikā un sagatavotajā produktā bija novērojamas kā nelielas nogulsnes, kas pēc produktu pasterizācijas un sterilizācijas bija vēl izteiktāk novērojamas safasētājās burciņās. Savukārt taukvielu šķidrājai frakcijai ir tendence noslāņoties virskārtā, līdz ar to veidojas nehomogēns produkts.

**Kopējo karotīnu satura izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos uzglabāšanas laikā, mg 100 g<sup>-1</sup> / Changes in total carotene content in the enteral tube feed products during storage, mg 100 g<sup>-1</sup>**

Paraugs / Sample	Uzglabāšanas laiks, nedēļas / Storage time, weeks				
	pirms uzglabāšanas / before storage	2	4	6	8
<b>KZ1</b>	1.07±0.0	1.05±0.0	-	-	-
<b>P1Z1</b>	1.08±0.0	1.06±0.0	-	-	-
<b>P2Z1</b>	1.06±0.0	1.11±0.1	-	-	-
<b>S1Z1</b>	0.96±0.0	1.03±0.0	0.92±0.0	0.90±0.0	0.96±0.0
<b>S2Z1</b>	0.96±0.0	1.04±0.0	1.00±0.0	0.94±0.0	0.93±0.0
<b>KZ2</b>	1.35±0.0	1.25±0.0	-	-	-
<b>P1Z2</b>	1.36±0.1	1.22±0.0	1.12±0.0	-	-
<b>P2Z2</b>	1.32±0.0	1.20±0.0	1.11±0.0	1.16±0.0	1.06±0.0
<b>S1Z2</b>	1.16±0.0	1.16±0.1	1.14±0.0	1.01±0.0	1.02±0.0
<b>S2Z2</b>	1.12±0.0	1.25±0.1	1.19±0.0	1.09±0.0	1.15±0.0

K – kontrole, bez produkta termiskās apstrādes/ control, without thermal treatment of the product, Z1 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe, P1 – pasterizācija 95±2 °C, 5 min / pasteurisation 95±2 °C, 5 min, P2 – pasterizācija 95±2 °C, 20 min / pasteurisation 95±2 °C, 20 min, S1 – sterilizācija 105 °C, 20 min / sterilisation 105 °C, 20 min, S2 – sterilizācija 120 °C, 5 min / sterilisation 120 °C, 5 min, Z2 caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe.

Vairumā paraugu termiskās apstrādes laikā kopējo fenolu saturs palielinājās (3.9. tabula). Van Boekel et al. (2010) norāda, ka šādas izmaiņas produktos varētu būt skaidrojamas ar izomerizāciju. Termiskās apstrādes laikā šūnas un tajās esošās organelas tiek bojātas, kas izraisa fenolsavienojumu un polifenoloksidāzes savstarpēju mijiedarbību, kā rezultātā daļa fenolsavienojumu tiek izomerizēti. Būtisks fenolsavienojumu pieaugums produktos tika novērots citu autoru pētījumos, kur analizētas batātes un artišoki.

Būtisks kopējo fenolu satura pieaugums novērojams arī uzglabāšanas laikā (3.9. tabula). Z1 receptūras produktos pēc sterilizācijas un 8 nedēļu uzglabāšanas kopējais fenolu saturs pieaudzis par 43% paraugā, kas sterilizēts 105 °C, 20 min, bet par 48.7% paraugā, kas sterilizēts 120 °C, 5 min. Z2 receptūras produktos pēc pasterizācijas režīma 95±2 °C, 20 min novērots pieaugums par 37.7% un sterilizācijas režīmos S1 un S2 attiecīgi par 36% un 39.4%. Arī citu zinātnieku pētījumos ir novērotas šādas izmaiņas produkta uzglabāšanas laikā. Piemēram, pētījumā par svaigi sagrieztām vīnogām un to uzglabāšanu Shiri et al. (2011) skaidro, ka fenolsavienojumi tiek sintezēti pēc Šikimāta ceļa, kurā fenilalanīna amonialiāze (PAL) ir galvenais enzīms. Saplēšot augu šūnu struktūru, kas notiek termiskās apstrādes laikā, var palielināties PAL aktivitāte, kas savukārt noved pie palielināta fenolsavienojumu satura. Cita autora pētījumos par fenolsavienojumu satura izmaiņām apstrādātā sulā uzglabāšanas laikā, kur arī novērots tā pieaugums, tiek vērsta uzmanība, ka izmaiņas varētu tikt saistītas ar pieaugošo mikroorganismu klātbūtni vai izrietošām reakcijām starp polifenoliem, kas jau oksidējušies un jaunu savienojumu veidošanos, kam piemīt antioksidatīvas īpašības. Pastāv iespēja, ka uzglabāšanas laikā veidojas jauni savienojumi, kas var reaģēt ar Folin-Ciocalteu reaģentu, tādējādi būtiski palielinot arī fenolu saturu produktos (Castro-López et al., 2016).

**Kopējo fenolu saturs izmaiņas caur zondi lietojamajos produktos uzglabāšanas laikā, GAE·mg 100 g<sup>-1</sup> / Changes in the total phenol content in the enteral tube feed products during storage, GAE·mg 100 g<sup>-1</sup>**

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, nedēļas / Storage time, weeks				
	pirms uzglabāšanas/ before storage	2	4	6	8
KZ1	57.98±3.0	75.56±3.5	-	-	-
P1Z1	60.43±2.3	77.93±1.7	-	-	-
P2Z1	67.62±6.2	78±1.0	-	-	-
S1Z1	56.35±3.8	75.1±3.1	71.77±3.7	80.74±2.1	98.86±5.9
S2Z1	57.53±5.1	77.63±5.3	79.75±4.4	87.93±4.3	112.31±3.2
KZ2	55.7±5.3	74.22±3.5	-	-	-
P1Z2	57.09±0.8	72.97±2.7	76.34±3.2	-	-
P2Z2	63.18±6.6	72.89±3.8	74.48±4.2	79.99±2.5	101.38±3.7
S1Z2	62.73±5.4	69.47±1.7	71.73±2.3	76.53±1.5	97.95±4.6
S2Z2	64.63±7	75.41±2.3	79.52±3.1	75.95±2.6	106.59±0.9

“ – “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontrole, bez produkta termiskās apstrādes / control, without thermal treatment of the product, Z1 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe, P1 – pasterizācija 95±2 °C, 5 min / pasteurisation 95±2 °C, 5 min, P2 – pasterizācija 95±2 °C, 20 min / pasteurisation 95±2 °C, 20 min, S1 – sterilizācija 105 °C, 20 min / sterilisation 105 °C, 20 min, S2 – sterilizācija 120 °C, 5 min / sterilisation 120 °C, 5 min, Z2 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe.

Caur zondi lietojamo produktu reducēšanas spēja, kas attēlota 3.10. tabulā, pēc divu nedēļu uzglabāšanas līdzīgi kā kopējais fenolu saturs šajos produktos uzrādīja pieaugumu, taču lēnām samazinājās tālākā uzglabāšanas laikā. Z1 receptūras sagatavotajos paraugos bija augstāka sākotnējā produktu reducēšanas spēja nekā Z2 receptūras paraugos.

3.10. tabula / Table 3.10

**Caur zondi lietojamo produktu antiradikālās aktivitātes izmaiņas uzglabāšanas laikā, mM TE 100 mL<sup>-1</sup> / Changes in the radical scavenging activity during storage in the enteral tube feed samples, mM TE 100 mL<sup>-1</sup>**

Paraugs/ Sample	Uzglabāšanas laiks, nedēļas / Storage time, weeks				
	pirms uzglabāšanas/ before storage	2	4	6	8
KZ1	4.79±0.1	4.54±0.1	-	-	-
P1Z1	4.82±0.0	5.06±0.1	-	-	-
P2Z1	4.77±0.1	5.18±0.1	-	-	-
S1Z1	4.80±0.1	4.99±0.1	5.22	5.18	4.57
S2Z1	4.89±0.1	5.13±0.1	5.10	5.39	4.65
KZ2	4.40±0.1	5.06±0.1	-	-	-
P1Z2	4.69±0.1	5.02±0.1	4.95	-	-
P2Z2	4.77±0.1	4.95±0.1	5.07	5.41	4.43
S1Z2	4.43±0.1	4.79±0.1	4.84	5.10	4.49
S2Z2	4.46±0.1	4.95±0.1	5.19	5.14	4.33

“ – “ – parauga analizēšana netika veikta / no sample analysis was performed; K – kontrole, bez produkta termiskās apstrādes / control, without product thermal treatment, Z1 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe, P1 – pasterizācija 95±2 °C, 5 min / pasteurisation 95±2 °C, 5 min, P2 – pasterizācija 95±2 °C, 20 min / pasteurisation 95±2 °C, 20 min, S1 – sterilizācija 105 °C, 20 min / sterilisation 105 °C, 20 min, S2 – sterilizācija 120 °C, 5 min / sterilisation 120 °C, 5 min, Z2 – caur zondi lietojamā produkta receptūra / enteral tube feed product recipe.

## Nodaļas 3.2 kopsavilkums

Apstrāde augstspiedienā un vakuuma vārīšana (*cook-vidē*) ir efektīvas apstrādes metodes mikrobioloģiskā piesārņojuma samazināšanai.

Caur zondi lietojamus produktos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, izmantojot augstspiediena apstrādi, analizēto mikroorganismu skaits nepārsniedza pieļaujamās robežvērtības un produkti bija piemēroti lietošanai uzturā 4 nedēļas pēc to izgatavošanas un uzglabāšanas istabas temperatūrā, tiešā saules gaismā. Taču paraugos, kas izgatavoti no svaigām sulām, jau pēc vienas nedēļas MAFAM un raugu šūnu skaits pārsniedza pieļaujamo robežu. Paraugi, kas izgatavoti no svaigām sulām, uzrādīja lielāku bioloģiski aktīvo savienojumu satura samazināšanos, bet, līdzīgi kā paraugos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, netika novērotas būtiskas izmaiņas atkarībā no pielietotā spiediena. Tika novērots, ka C vitamīna, kopējais karotīnu un kopējais fenolu saturs caur zondi lietojamus produktos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, nedaudz palielinājās, palielinoties apstrādes spiedienam. Sākotnējie rezultāti liecina, ka pēc augstspiediena apstrādes 400 MPa, 500 MPa un 600 MPa pielietošanas ir iespējams iegūt mikrobioloģiski pieņemamus produktus.

Iegūtie dati par vakuuma vārīšanas (*cook-vidē*) ietekmi uz izstrādāto caur zondi lietojamo enterālo produktu neuzrādīja būtiskas atšķirības kopējo fenolu saturā un antiradikālajā aktivitātē atkarībā no izejvielas veida, kas izvēlēts paraugu sagatavošanai (svaigas sulas vai pusfabrikāti), bet caur zondi lietojamus produktos labāk saglabājās karotīni un antociāni, ja tie tika izgatavoti no pusfabrikātiem. Vakuuma vārīšana ar tai sekojošu karsto pildīšanu nebija pietiekama, lai sasniegtu mikrobioloģisko nekaitīgumu produktos, kas izgatavoti no svaigām sulām, bet, izmantojot pusfabrikātus, šajos produktos analizētie mikrobioloģiskie rādītāji bija normas robežās 14 dienas.

Pētījumā veiktajos eksperimentos iegūtais derīguma termiņš nav pietiekams produkta veiksmīgai realizācijai. Izvērtējot bioaktīvo savienojumu izmaiņas, konstatēts, ka neatkarīgi no apstrādes metodes bioaktīvie savienojumi labāk saglabājas produktos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, nekā produktos no svaigi spiestas sulas.

Lai pagarinātu izstrādāto produktu derīguma termiņu, tika analizēta arī divu pasterizācijas un sterilizācijas režīmu ietekme uz sagatavotajiem produktiem. Kaut gan sterilizācija nebija pati saudzējošākā metode bioaktīvo savienojumu saglabāšanai, šī uzskatāma par efektīvāko metodi produktu derīguma termiņa pagarināšanai, jo mikrobioloģiskie rādītāji bija normas robežās visu testēšanas laiku – 8 nedēļas. Eksperimenta laikā konstatēts, ka produktos nesaglabājās pietiekams C vitamīna saturs, tādēļ veiktas izmaiņas Z1 un Z2 produktu receptūrās. Izveidotas vēl trīs receptūras un sagatavotajiem produktiem veikta minerālvielu un citu uzturvielu analīze, kas aprakstīta nākamajā nodaļā.

### *Summary of Chapter 3.2*

*High-pressure treatment and vacuum cooking (cook-vidē) are effective in reducing microbiological contamination.*

*The number of analysed microorganisms did not exceed the limit values in the enteral tube feed products made from semi-finished products and products were suitable for consumption 4 weeks after their preparation and storage at room temperature in direct sunlight. However, in the samples made from fresh juices total plate count and yeast count exceeded the limit already after one week. Samples made from fresh juices showed greater changes in the content of biologically active compounds, but similar to the samples made from semi-finished ingredients, they did not show significant changes depending on the pressure applied. It was observed that the content of vitamin C, total carotene and total phenols in enteral tube feed products made from semi-finished ingredients slightly increased with an increasing processing pressure. Preliminary results showed that microbiologically acceptable*

products can be obtained after application of high-pressure treatment at 400 MPa, 500 MPa and 600 MPa.

The obtained data on the effect of vacuum cooking (cook-*vide*) on the developed enteral tube feed product did not show significant differences in total phenol content and radical scavenging activity depending on the type of juice selected for sample preparation (fresh juice or semi-finished product), but showed better retention of total carotene and anthocyanin content when made from semi-finished products. Vacuum cooking followed by hot filling was not sufficient to achieve microbiological integrity in the products made from fresh juices, but the microbiological parameters analysed in these products were within acceptable range for 14 days when semi-finished products were used.

The shelf life obtained in the experiments performed in the study is insufficient for the successful realisation of the product. When evaluating the changes in bioactive compounds, it was shown that the preparation of products from semi-finished products would allow better preservation of the bioactive compounds compared to the products made from freshly squeezed juices.

In order to extend the shelf life of the developed products, the impact of pasteurisation and sterilisation conditions on the prepared products was also analysed. Although sterilisation was not the most lenient method for preserving bioactive compounds, it is considered to be the most effective method, as the microbiological parameters were within the acceptable range for 8 weeks. During the experiment it was found that the products also have insufficient vitamin C content, therefore changes were made in the formulations of Z1 and Z2 products. Three more recipes were designed and the analysis of minerals and other nutrients were performed for the prepared products, which are further discussed in the next chapter.

### **3.3 Caur zondi lietojamo produktu uzturvielu izvērtējums / Evaluation of nutrient content in enteral tube feed products**

Iepriekšējās nodaļās tika apskatīta būtiska informācija par caur zondi lietojamo produktu sagatavošanu, lai varētu sagatavot patērētājiem drošu pārtiku, veiktas arī izmaiņas divu sākotnējo produktu Z1 un Z2 receptūrās. Tās papildinātas ar pievienotu askorbīnskābi un papildus izveidotas vēl trīs receptūras. Ar visu izstrādāto caur zondi lietojamo produktu receptūrām var iepazīties 2. pielikumā, kas veidotas uz 100 kcal. Tā kā sagatavotie produkti ir paredzēti cilvēkiem ar veselības traucējumiem, vienlaicīgi šiem produktiem ir jāsasniedz noteiktas sastāva normas minerālvielu un vitamīnu saturā, kas tiek uzstādītas ES regulā 2016/128. Šajā nodaļā tiks sniegta informācija par minerālvielu saturu visos piecos izstrādātajos produktos. Divās receptūrās (Z1 un Z2) veikta arī K<sub>1</sub>, E un B grupas (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>) vitamīnu analīze. Visiem produktiem noteikts arī C vitamīna, kopējo karotīnu un kopējo fenolu saturs. Sagatavotajiem paraugiem noteikts arī faktiskais olbaltumvielu saturs.

Minerālvielu satura analīze eksperimentālajos caur zondi lietojamajos produktos uzrādīja, ka selēna saturs ir zem 0.20 mg kg<sup>-1</sup> produkta, kas ir izmantotās noteikšanas metodes apakšējā robeža un precīzākus rādījumus par Se saturu nebija iespējams iegūt. Īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā uztura vajadzību apmierināšanai tiek regulēts, ka Se saturam 100 kcal uzņemamā produkta ir jābūt robežās no 2.5 līdz 10 µg.

Nepietiekamais selēna saturs sagatavotajos produktos bija paredzams. Selēns atrodams dažādos augos – lapu un zaļajos dārzeņos, riekstos, pilngraudos, kuros tas nonācis no augsnes, līdz ar to Se līmenis dažādos reģionos ir atšķirīgs (Santhosh Kumar and Priyadarsini, 2014; Gharibzahedi and Jafari, 2017) un Latvijas augsnē tipiski nav atrodams daudz selēna (Vincevica-Gaile et al., 2011).

Analizētajos caur zondi lietojamo produktu paraugos konstatēts arī nepietiekams cinka saturs, kas nav augstāks par 0.3 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, kamēr ES regulā 2016/128 rekomendēts 0.5 līdz 1.5 mg cinka 100 kcal produkta. Cinks atrodams gan dzīvnieku, gan augu valsts produktos. No receptūrās pievienotajiem produktiem bietes un tompinambūri tiek



uzskatīti par labākajiem Zn avotiem, kas vidēji satur 0.6 mg 100 g<sup>-1</sup>, upenēs tā saturs ir 0.5 mg 100 g<sup>-1</sup> (DTU Fodevareinstituttet, 2019).

Arī kalcija saturam produktos tika novērota tendence nesasnīgt nepieciešamo minimālo robežu (35 mg 100 kcal<sup>-1</sup>), kas tika konstatēts paraugos Z1, Z2 un Z5. Taču paraugā Z3 Ca saturs bija 38.7 mg un paraugā Z4 35.9 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta. Minerālvielu saturs 100 kcal analizēto paraugu redzams 3.11. tabulā. Dzīvnieku izcelsmes produkti kā piens un piena produkti, lašu konservi, sardīnes ar visu asaku ir tradicionāli kalcija avoti uzturā, bet tas atrodams arī tādos zaļajos augos kā brokoļi, dažādi pākšaugi (Gharibzahedi and Jafari, 2017). Nedz minētie dzīvnieku, nedz augu valsts produkti netika iekļauti caur zondi lietojamo produktu sastāvā, kā rezultātā Ca saturs analizētajos produktos bija ļoti neliels.

Vara, dzels un mangāna saturs produktos starp paraugiem ir līdzīgos daudzumos, kā attēlots 3.11. tabulā. Cu un Fe analizētajos produktos vairāk pietuvinās minimālajām rekomendējamām normām, tādēļ būtu ieteicams sagatavotās receptūras uzlabot.

3.11. tabula /Table 3.11

**Minerālvielu saturs caur zondi lietojamos produktos /  
Mineral compound content in the enteral tube feed products**

Minerālvielas/ Mineral compounds	Daudzums paraugā (mg 100 kcal <sup>-1</sup> parauga)/ Content per sample (mg 100 kcal <sup>-1</sup> sample)					Ieteicamais daudzums (mg 100 kcal <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup> / Recommended content (mg 100 kcal <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Minimums/ Minimum	Maksimums/ Maximum
Ca	34.5 ↓	27.8 ↓	38.7	35.9	32.3 ↓	35/50 <sup>(2)</sup>	175/250 <sup>(2)</sup>
Cu	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.06	0.5
Fe	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8	0.5	2
K	404.1 ↑	345.2 ↑	385.1 ↑	397.0 ↑	420.0 ↑	80	295
Mg	36.9 ↑	29.2 ↑	39.2 ↑	33.2 ↑	36.2 ↑	7.5	25
Mn	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.05	0.5
Na	40.2	34.7	65.6	57.7	64.7	30	175
P	36.0	34.8	45.2	30.8	32.6	30	80
Zn	0.3 ↓	0.3 ↓	0.3 ↓	0.3 ↓	0.3 ↓	0.5	1.5

↓ Norāda, ka noteiktais daudzums nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/18. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128 (European Commission, 2016).

<sup>2</sup> Produktiem, kas paredzēti bērniem no 1 līdz 10 gadu vecumam / For products intended for children of 1 to 10 year of age.

Iegūtie dati uzrādīja palielinātu kālija un magnija saturu. Sagatavotie caur zondi lietojamie produkti vidēji saturēja par 32% vairāk K un par 39% vairāk Mg nekā rekomendējamais daudzums. Augstākais K saturs konstatēts Z1 un Z5 produktos, kur kālija saturs pārsniedz 400 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta. Paraugs Z3 saturēja visvairāk nātrija (65.6 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta), fosfora (45.2 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta), kalcija (38.7 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta), kā arī magnija (39.2 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta), taču šajā paraugā konstatēts viszemākais vara, dzelzs un mangāna saturs.

Visos caur zondi lietojamos enterālajos produktos par bāzi izmantota sarkano biešu sula (*Beta vulgaris* L.), kas izmantota, lai sniegtu produktam pH, kas ir tuvāks neitrālam, bet arī tās uzturvielu sastāva dēļ.

Lai palielinātu un dažādotu minerālvielu savienojumu saturu, tika izmantotas arī citas dārzenų sulas, piemēram, kāpostu (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), burkānu (*Daucus carota* L.), ķirbju (*Cucurbitaceae*) un topinambūru (*Heliantus tuberosus*). Dažādas augļu un ogu sulas

un biezsulas tika pievienotas, lai uzlabotu vitamīnu un bioaktīvo savienojumu saturu sagatavotajos produktos.

Sagatavoto Z1 un Z2 paraugu vitamīnu K<sub>1</sub> un B<sub>9</sub> saturs bija ļoti neliels. Iegūtie dati bija zem analītiskās noteikšanas normas robežas, un precīzu informāciju nav iespējams iegūt. Paraugos konstatēti zem 0.03 mg L<sup>-1</sup> K<sub>1</sub> vitamīna un zem 0.1 mg L<sup>-1</sup> B<sub>9</sub> vitamīna.

K<sub>1</sub> vitamīns ir dominējošā K vitamīna uztura forma un tiek sintezēts visos augos, tomēr tā saturs dažādos dārzeņos un augļos ir ļoti atšķirīgs. Vispārējs pieņēmums ir tāds, ka K<sub>1</sub> vitamīna saturs korelē ar zaļās krāsas stīpumu un tumšākas krāsas dārzeņi satur vairāk K<sub>1</sub> vitamīna. Piemēram, spināti satur 380 µg 100 g<sup>-1</sup>, ledus salāti 35 µg 100 g<sup>-1</sup>, bet banānos ir tikai 0.2 µg 100 g<sup>-1</sup> K<sub>1</sub> vitamīna (Jäpelt and Jakobsen, 2016). Attiecībā uz analizēto caur zondi lietojamo enterālo produktu sastāvu vislielākais K<sub>1</sub> vitamīna saturs bija kāpostos 76 µg 100 g<sup>-1</sup>, burkānos 13.2 µg 100 g<sup>-1</sup>, zemenēs 20 µg 100 g<sup>-1</sup> un smiltsērķšķos 13.5 µg 100 g<sup>-1</sup> (DTU Fodevareinstituttet, 2019).

Folskābe jeb B<sub>9</sub> vitamīns, parasti vairāk atrodama dārzeņos. Piemēram, svaigās bietes un burkāni satur līdz 63 µg 100 g<sup>-1</sup> un svaigi kāposti līdz 77 µg 100 g<sup>-1</sup> folskābes (DTU Fodevareinstituttet, 2019). Tomēr literatūrā tiek minēts, ka folātu saturs svaigos produktos pēc blanšēšanas un tvaicēšanas ievērojami samazinās (Barba et al., 2015). Folskābes saturs pasterizētā burkānu sulā ir 4 µg 100 g<sup>-1</sup> (DTU Fodevareinstituttet, 2019). Barba et al. (2015) min, ka puravos monoglutamāta folāti bija samazinājušies no 33% līdz 6 un 11%, ziedkāpostos no 9% līdz 2 un 3%. Pusfabrikātu sagatavošanā izmantotās termiskās apstrādes metodes un režīmi, ko izmanto caur zondi lietojamo enterālo produktu sagatavošanai, varētu ievērojami samazināt folātu saturu paraugos, tādējādi izskaidrojot Z1 un Z2 produktos konstatēto zemo saturu.

Eiropas Komisijas deleģētā regula 2016/128 norāda, ka īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā, kas nav piemērota zīdaiņu uzturam, K vitamīna saturam 100 kcal ir jābūt robežās no 3.5 līdz 20 µg, bet folskābes saturam 10 līdz 50 µg.

3.12. tabula / Table 3.12

**E vitamīna un B grupas vitamīnu saturs caur zondi lietojamajos produktos /**  
*The content of vitamin E and vitamin B complex in the enteral tube feed products*

Vitamīni / Vitamin	Saturs analizētajos paraugos, mg 100 kcal <sup>-1</sup> parauga / Content in analysed samples, mg 100 kcal <sup>-1</sup> of sample		Ieteicamais saturs / Recommended content, mg 100 kcal <sup>-1</sup> (1)	
	Z1	Z2	Minimums / Minimum	Maksimums / Maximum
<b>E</b>	1.769±0.243	1.836±0.227	0.5 (2)	3
<b>B<sub>1</sub></b>	0.047±0.010 ↓	0.027±0.001 ↓	0.06	0.5
<b>B<sub>2</sub></b>	0.163±0.036	0.102±0.017	0.08	0.5
<b>B<sub>5</sub></b>	0.531±0.131	0.284±0.064	0.15	1.5
<b>B<sub>6</sub></b>	0.031±0.005 ↓	0.018±0.003 ↓	0.08	0.5
<b>B<sub>7</sub></b>	0.003±0.001	0.004±0.002	0.75·10 <sup>-3</sup>	7.5·10 <sup>-3</sup>

↓ Norāda, ka noteiktais daudzums nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/128. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128 (European Commission, 2016).

<sup>2</sup> 0.5 g polinepiecātināto taukskābju, izteiktu linoleīnskābe, bet nekādā gadījumā mazāk par 0.5 mg uz 100 kcal. / 0.5 g of polyunsaturated fatty acid expressed as linoleic acid but in no case less than 0.5 mg per 100 available kcal.

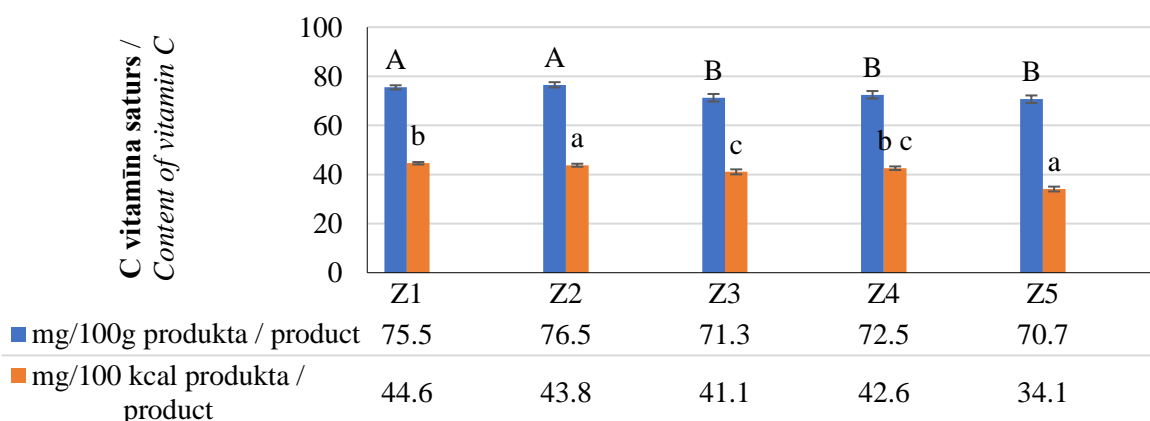
Iegūtie dati salīdzinājumā ar (ES) 2016/128 regulu rāda, ka Z1 un Z2 paraugi vidēji satur 60% no ieteicamā maksimālā E vitamīna daudzuma. Kā parādīts 3.12. tabulā, Z2 paraugā ir nedaudz lielāks E vitamīna saturs, kas varētu būt skaidrojams ar to, ka Z2 paraugā ir smiltsērķšķi (*Hippophae rhamnoides*). Šajās ogās ir augsts C, E un K vitamīnu, kā arī

karotinoīdu, flavanolu un cukuru saturs, un tās izmanto gan pārtikas rūpniecībā, gan medicīnā, gan kosmētikā (Lukša et al., 2018). No receptūrās izmantotajām sastāvdaļām vislielākais E vitamīna saturs ir smiltsērķšķu ogās 26 mg  $\alpha$ -TE 100 g<sup>-1</sup>, neapstrādātās upenēs (*Ribes nigrum* L.) 5.5 mg  $\alpha$ -TE 100 g<sup>-1</sup> un 1.6 mg  $\alpha$ -TE 100 g<sup>-1</sup> svaigās brūklenēs (*Vaccinium vitis-idaea* L.), bet citās izejvielās to saturs nepārsniedz 1 mg  $\alpha$ -TE 100 g<sup>-1</sup> (DTU Fodevareinstituttet, 2019).

Kaut gan vairumā gadījumu B grupas vitamīnu saturs analizētajos Z1 un Z2 produktos sasniedz minimālo rekomendēto devu (skatīt 3.12. tab.) rādījumu novirzes vērtības ir salīdzinoši augstas, tādēļ nevar apgalvot, ka produktos noteiktie B grupas vitamīni atbilst regulas norādījumiem. Iegūtie dati kopumā norāda, ka tikai B<sub>1</sub> un B<sub>6</sub> vitamīns nesasniedz ieteicamo daudzumu 100 kcal produkta. Šī informācija sakrīt ar citu autoru sniegto informāciju, ka par tipiskiem B<sub>1</sub> un B<sub>6</sub> vitamīna uztura avotiem, galvenokārt uzskatāmi graudaugi, pākšaugi, zaļie un lapu dārzeņi un dzīvnieku izcelsmes produkti, piemēram, cūkgaļa. B<sub>1</sub> vitamīnu var atrast arī aknās, rīsos un makaronos (Bellows and Moore, 2012).

Zemie vitamīnu satura rādītāji analizētajos paraugos varētu tikt skaidroti ar izvēlēto pusfabrikātu veidu, kas tika izmantoti produktu sagatavošanā. Sulas var saturēt mazāk uzturvielas nekā biezsulas vai biezeņi. Ogu mizās un sēklās bieži atrodams augstāks minerālvielu un vitamīnu saturs nekā to sulas daļā.

Iegūtie dati par C vitamīna saturu caur zondi lietojamajos produktos, kas redzami 3.9. att. uzrādīja, ka vidēji C vitamīna saturs svārstījās robežās no 70.7±1.5 mg 100 g<sup>-1</sup> produkta Z5 paraugā līdz 76.5±1.1 mg 100 g<sup>-1</sup> produkta Z2 paraugā. Lielāka C vitamīna koncentrācija ir saistīta ar pievienoto askorbīnskābi, aptuveni 0.1% no receptūras satura katrā paraugā produkta sagatavošanas laikā.



**Paraugs / Sample**

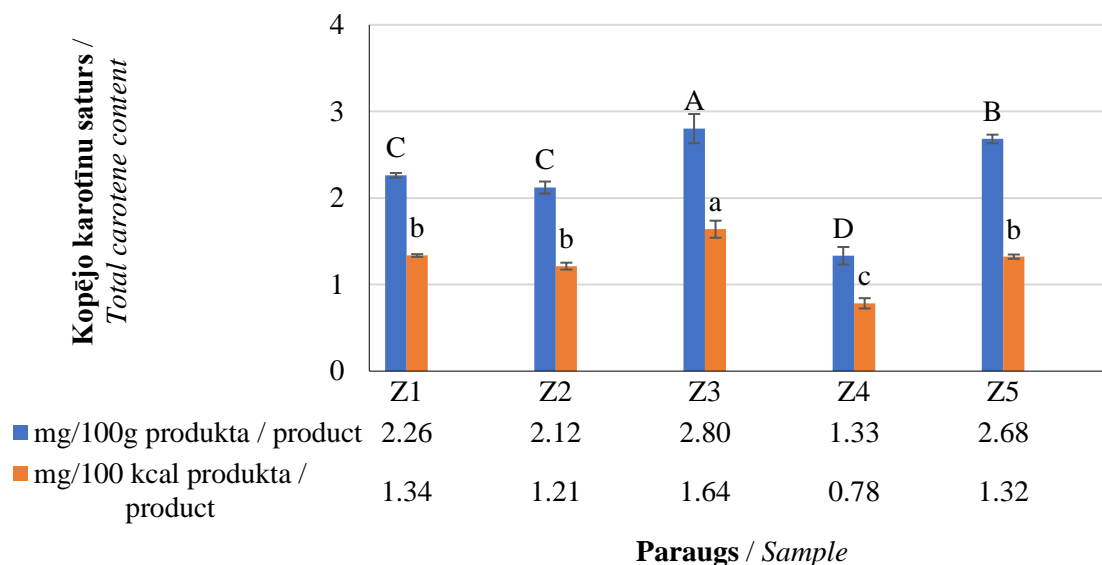
Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of the columns within the sample group were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

### 3.9. att. C vitamīna saturs caur zondi lietojamajos enterālajos produktos /

*Fig. 3.9. Content of vitamin C in enteral tube feed products*

Tika konstatētas arī būtiskas atšķirības ( $p > 0.05$ ) paraugu C vitamīna saturā atkarībā no izmantotā sekundārās termiskās apstrādes veida. Iegūtie dati uzrādīja lielāku saturu sterilizētajos produktos (120 °C, 5 min) nekā pasterizētajos (95±2 °C, 20 min), izsakot uz 100 g produkta, taču neuzrādīja šādu pašu tendenci pārrēķinot to uz 100 kcal produkta. Salīdzinot iegūtos datus ar (ES) regulā 2016/128 rekomendēto daudzumu (2.25 līdz 22 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta) pārsniedza maksimālo robežu. Paraugs Z5 saturēja par 54.9% vairāk C vitamīna, bet Z1 un Z2 paraugos tas bija pat par 102.6% un 98.6% lielāks.

Būtiskas atšķirības ( $p > 0.05$ ) tika konstatētas arī starp paraugiem attiecībā uz to kopējo karotīnu saturu (skatīt 3.10. att.), kā arī kopējo fenolu saturu (skatīt 3.11. att.). Visaugstākais kopējo karotīnu un fenolu saturs tika konstatēts paraugā Z3, bet zemākais paraugā Z4 gan 100 g produkta, gan pārrēķinot uz 100 kcal.



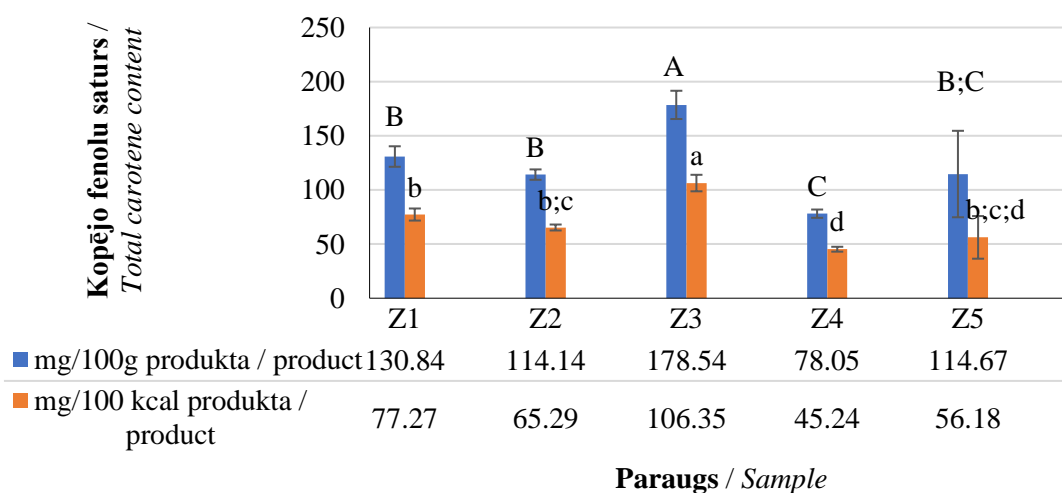
Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA Vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns in a sample group were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.10. att. **Kopējo karotīnu saturs caur zondi lietojamos produktos /**  
*Fig. 3.10. Content of total carotene in enteral tube feed products*

Kopējais karotīnu saturs starp paraugiem svārstījās no  $0.78 \pm 0.06$  mg  $100 \text{ kcal}^{-1}$  produkta līdz  $1.64 \pm 0.10$  mg  $100 \text{ kcal}^{-1}$  produkta attiecīgi Z4 un Z3 paraugos.

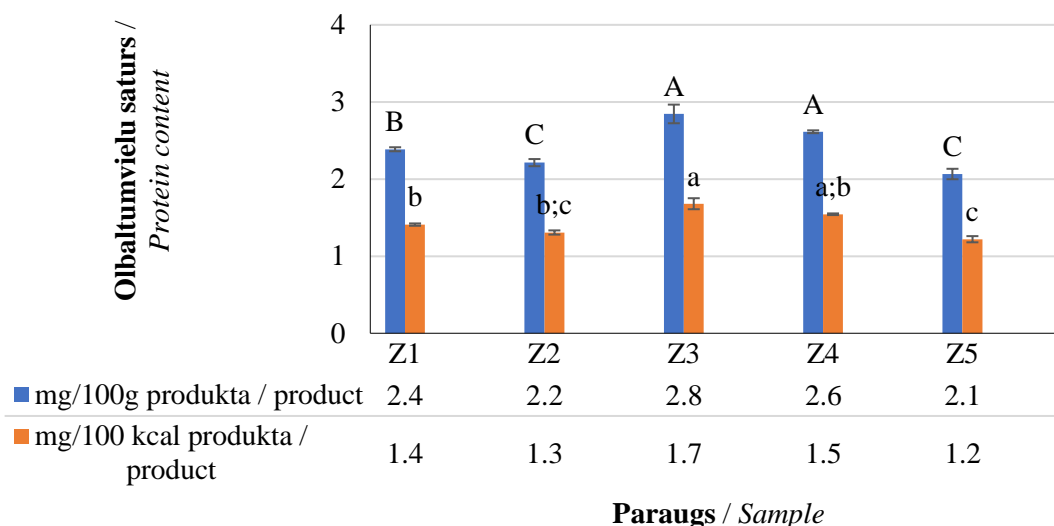
Kopējais fenolu saturs, kas redzams 3.11. att., šķidrajos enterālajos produktos svārstījās robežās no  $178.54 \pm 13.04$  mg  $100 \text{ g}^{-1}$  vai  $106.35 \pm 7.63$  mg  $100 \text{ kcal}^{-1}$  Z3 paraugā līdz  $78.05 \pm 3.83$  mg  $100 \text{ g}^{-1}$  vai  $45.24 \pm 2.25$  mg  $100 \text{ kcal}^{-1}$  Z4 paraugā.

Lai gan nav precīzu rekomendāciju kopējo karotīnu un fenolu satura uzņemšanas daudzumiem, bioaktīvo savienojumu pozitīvā ietekme uz cilvēka organismu ir plaši zināms fakts. Šie savienojumi spēj samazināt saslimšanas risku, daži darbojas kā antioksidanti, bet citi stimulē aizsardzības mehānismus, kas uzlabo reakciju pret oksidatīvo stresu (Astley and Finglas, 2016).



Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns in a sample group were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.11. att. **Kopējais fenolu saturs caur zondi lietojamos produktos /**  
*Fig. 3.11. Total phenol content in enteral tube feed products*



Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns in a sample group were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

### 3.12. att. Olbaltumvielu saturs caur zondi lietojamajos produktos /

Fig. 3.12. Protein content in enteral tube feed products

Olbaltumvielu saturs šķidrajos enterālajos produktos bija robežās no 2.8 līdz 2.1 g 100 g<sup>-1</sup> produkta jeb 1.7 līdz 1.2 g 100 kcal<sup>-1</sup> produkta (skatīt 3.12. att.). Izstrādātajos produktos ir mazāks olbaltumvielu saturs nekā *Nutricia* piedāvātajos produktos. Piemēram, “Nutrison” satur 4 g 100 kcal<sup>-1</sup> produkta jeb 16% no enerģētiskās vērtības, “Nutrison Protein Plus” satur 6.3 g 100 kcal<sup>-1</sup> jeb 20% no enerģētiskās vērtības. Lai eksperimentāli sagatavotie caur zondi lietojamie produkti varētu tikt pielīdzināti komerciāli pieejamajiem produktiem būtu nepieciešams palielināt tajos esošo olbaltumvielu saturu vismaz līdz 4 g 100 kcal<sup>-1</sup> produkta. Tādēļ uzskatāms, ka no olbaltumvielu satura viedokļa eksperimentālie produkti nav konkurētspējīgi.

## Nodaļas 3.3 kopsavilkums

Receptūru izstrādes laikā apstiprinājās, ka augu valsts produktiem tipiski nav augsta enerģētiskā vērtība un nav pietiekams olbaltumvielu saturs. Lai palielinātu enerģētisko vērtību, receptūras tika papildinātas ar rapšu un mencu aknu eļļu. Lai palielinātu olbaltumvielu saturu produktos, tika izmantots sūkālu izolāts, bet C vitamīna satura papildināšanai tika pievienota askorbīnskābe.

Pētījuma noslēgumā tika veikta uzturvielu analīze sagatavotajos produktos. Salīdzinājumā ar komerciāli pieejamajiem produktiem lietošanai caur zondi, eksperimentāli sagatavotajos produktos joprojām nebija pietiekams olbaltumvielu saturs, kas nepārsniedza 1.7 g 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, turpretim komerciālie satur vismaz 4 g 100 kcal<sup>-1</sup>. Vizuāli novērtējot sagatavotos produktus, bija redzama arī izteikta olbaltumvielu denaturācija pēc sterilizācijas, kas tikai palielinātos, ja pievienotais sūkālu izolāta daudzums tiktu palielināts. Šī veida enterālajiem produktiem ir jābūt plūstošiem un homogēniem, lai tie varētu caur zondi nonākt cilvēka organismā bez sarežģījumiem. Tādēļ, lai iegūtu šādus produktus, būtu jāapsver atsevišķu uztura elementu mikrokapsulācija un produktu sagatavošana aseptiski, tādējādi pagarinot tā derīguma termiņu un samazinot uzturvielu izmaiņas uzglabāšanas laikā.

Analizētais vitamīnu saturs Z1 un Z2 produktos parādīja, ka tajos ir zems K<sub>1</sub> un B grupas vitamīnu saturs. E vitamīna saturs pārbaudītajos caur zondi lietojamajos produktos sasniedza vidēju daudzumu saskaņā ar (ES) regulas 2016/128 ieteicamo maksimālo E vitamīna daudzumu (3 mg α-TE 100 kcal<sup>-1</sup>). Tomēr C vitamīna saturs pēc tā papildus pievienošanas vairumā

paraugu par nepilnām divām reizēm pārsniedza maksimālo ieteicamo 22 mg 100 kcal<sup>-1</sup> saturu.

Z1 līdz Z5 paraugos konstatēts selēna trūkums un arī zems Ca, Cu, Fe, Fe un Zn saturs, bet minerālvielu K un Mg saturs bija pārāk augsts un pārsniedza rekomendētās normas.

Lai uzlabotu izveidoto produktu sastāvu, būtu ieteicams meklēt citas sastāvdaļas, kas varētu nodrošināt lielāku trūkstāšo vitamīnu un minerālu savienojumu saturu vai papildus pievienot vitamīnu un / vai minerālvielu savienojumu kompleksus, lai nodrošinātu ES regulā 2016/128 definētās ieteicamās vērtības, kā arī samazināt pievienotās askorbīnskābes daudzumu.

Pētījuma laikā iegūtā informācija ļauj spriest, ka šādu caur zondi lietojamo enterālo produktu izveide ir iespējama, taču būtu nepieciešams vēl pilnveidot receptūras, kā arī produktu gatavošanas tehnoloģiju.

### **Summary of Chapter 3.3**

*During the development of the recipes, it was confirmed that plant products typically do not possess high energy value and have insufficient content of proteins. In order to increase energy value, recipes were supplemented with rapeseed and cod liver oil. Whey isolate was used to increase protein content, but ascorbic acid was used for vitamin C content increase.*

*At the final stage of the study, nutrient analysis of the prepared products was performed. The data obtained showed that, experimentally prepared samples compared to commercially available products still contained insufficient amount of protein, which did not exceed 1.7 g 100 kcal<sup>-1</sup> product, while commercial products contain at least 4 g 100 kcal<sup>-1</sup>. Visual observation of the prepared products also showed severe denaturation of the proteins after sterilisation, which would only increase if the amount of whey isolate added were increased. Enteral tube feed products must be fluid and homogeneous so that they can enter the human body through the tube without difficulty. Therefore, microencapsulation of the individual nutrients and aseptic preparation of the products should be considered in order to obtain such products, thus extending their shelf life and reducing nutrient changes during storage.*

*The analysed content of vitamins in products Z1 and Z2 showed that they contain low amount of K<sub>1</sub> and B group vitamins. The content of vitamin E in the tested tube feed enteral products reached an average amount compared to the maximum recommended amount of vitamin E (3 mg  $\alpha$ -TE 100 kcal<sup>-1</sup>) in accordance with Regulation (EU) 2016/128. Although, the vitamin C content was almost 2-fold higher compared to the maximum recommended amount of 22 mg 100 kcal<sup>-1</sup>.*

*Mineral content in samples Z1 to Z5 showed selenium deficiency and also low content of Ca, Cu, Fe, Fe and Zn. But the content of minerals K and Mg was too high and exceeded the recommended norms.*

*It would be advisable to look for other ingredients that could provide a higher content of insufficient vitamins and minerals or to add vitamin and / or mineral complexes to ensure the recommended values of EU Regulation 2016/128, as well as to reduce added amount of ascorbic acid.*

*The information obtained during the study allows to conclude that the development of such enteral tube feed products is possible, but it would be necessary to further improve the recipes, as well as the product preparation technology.*

### **3.4 Modificētas struktūras produktu izstrāde laboratorijas apstākļos / Development of texture modified products under laboratory conditions**

Atšķirībā no caur zondi lietojamo enterālo produktu izveides, modificētas struktūras produktu receptūras disfāģijas uzturam veidotas, ņemot vērā tādas sensoros rādītājus kā garša, garša+smarža, konsistence un krāsa. Šajā darbā nav attēloti sensorie rādītāji produktu izstrādes laikā, jo tie katru reizi mainījās, attīstot produktus. Produktu sensoro novērtēšanu veica dažādu

nozaru eksperti, sadarbības partneri no projekta Nr.18-00-A01612-000006 „Inovātīvas ārstnieciskas pārtikas izstrāde malnutricijas/diēģārijas slimniekiem, radot jaunu, nacionāli nozīmīgu produktu ar augstu pievienoto vērtību”, starp kuriem bija Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docētāji un vadošie pētnieki, kā arī uztura speciālisti, vadošie pētnieki un ārsti no Rīgas Stradiņa universitātes un Latvijas Diētas ārstu asociācijas. Darba grupas ietvaros konkretizēti arī jautājumi saistībā ar produktu sastāva vajadzībām un struktūras īpatnībām, ņemot vērā mērķa grupu, kam šādi produkti būtu piemērojami.

Modificētas struktūras produktu izveides laikā ņemta vērā arī caur zondi lietojamo produktu izstrādes laikā gūtā informācija par produktu ražošanas tehnoloģiju. Sākotnēji izstrādātas trīs produktu receptūras un izvērtēti vairāki to kvalitātes rādītāji, kā arī dabīgais produktu minerālvielu fons, rezultāti apskatāmi 3.4.1. nodaļā. Pētījuma nākamajā posmā veiktas izmaiņas trīs oriģinālo produktu receptūrās un izveidoti papildus produkti. Kopumā izstrādāti deviņi produkti (5 deserti un 4 zupas). Izveidotajiem produktiem analizēti dažādi kvalitātes rādītāji, kas aprakstīti 3.4.2. un 3.4.3. nodaļā.

### 3.4.1 Biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu izveide / *Development of protein enriched purees*

Biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu sastāva pamatā ir augļu, ogu un dārzeņu biezeņi un biezsulas, tiem papildus pievienoti 0.5% mencu aknu eļļas, 6% sūkalu izolāta un paraugos Sp1 un Sp2 pievienots arī 1% cukura. Tie vārīti vakuumā un pēc karstās fasēšanas stikla burciņās pasterizēti ( $95\pm 2$  °C; 20 min) ūdens vannā.

Sagatavotajiem produktiem veikts mikrobioloģiskais izvērtējums, un tajos netika konstatēta *E.coli* klātbūtne, arī MAFAM, raugu šūnu skaits, pelējuma sēnītes produktos netika atrastas.

Veicot olbaltumvielu satura noteikšanu paraugos Sp1 tas bija  $6.5\pm 0.02$  g  $100$  g<sup>-1</sup> produkta, paraugā Sp2  $6.2\pm 0.05$  g  $100$  g<sup>-1</sup>, bet paraugā Sp3  $6.5\pm 0.04$  g  $100$  g<sup>-1</sup> produkta. Šie dati ir atbilstoši receptūras izveides laikā prognozētajam daudzumam, jo lielākā daļa pamatizejvielu nesatur vairāk par 1 g olbaltumvielu  $100$  g produkta (*DTU Fodevareinstituttet*, 2019).

Izvērtējot bioaktīvo savienojumu saturu sagatavotajos paraugos, tika konstatēts, ka pastāv būtiskas atšķirības kopējo karotīnu saturā (skatīt 3.13. tab.). Atšķirība starp kopējo karotīnu saturu produktos Sp2 un Sp3 bija 41%. Šos rezultātus tieši ietekmē produkta izejvielu proporcijas. Sp1 un Sp2 paraugi saturēja burkānus un Sp1 sastāvā bija arī smiltsērķšķi, abas izejvielas uzskatāmas par nozīmīgiem karotīnu avotiem.

3.13. tabula / *Table 3.13*

#### Kopējo karotīnu, fenolu saturs un antiradikālā aktivitāte biezeņos ar paaugstinātu olbaltumvielu daudzumu/ *Total carotene, phenol content and antiradical activity in protein enriched purees*

Paraugs / Sample	Kopējie karotīni / Total carotene, mg $100$ g <sup>-1</sup>	Kopējie fenoli / Total phenols, mg GAE $100$ g <sup>-1</sup>	DPPH, mM TE $100$ mL <sup>-1</sup>
Sp1	$2.15\pm 0.11$ ab	$79.08\pm 5.61$ b	$7.42\pm 0.29$
Sp2	$2.51\pm 0.07$ a	$100.85\pm 6.24$ a	$8.67\pm 0.14$
Sp3	$1.47\pm 0.14$ b	$90.07\pm 5.88$ ab	$7.35\pm 0.39$

Atšķirīgi burti kolonas ietvaros norāda, ka starp paraugu vidējām vērtībām pastāv būtiska atšķirība ( $p < 0.05$ ) atbilstoši Tjūkija-Krāmera testam. / *Different letters within the column indicate a significant difference in the mean ( $p < 0.05$ ) according to the Tukey-Kramer test.*

Vislielākais kopējo fenolu saturs arī konstatēts paraugā Sp2 (3.13. tabula), tomēr pretēji kopējo karotīnu saturam, paraugā Sp1 kopējo fenolu saturs bija par 20% zemāks, tāpēc tika novērotas būtiskas atšķirības starp šiem paraugiem.

Lai gan kopējo karotīnu un kopējo fenolu saturā bija būtiskas atšķirības starp atsevišķiem paraugiem, pēc antiradikālās aktivitātes (DPPH) novērtēšanas tas netika novērots. Līdzīgi kā iepriekšējos novērojumos, paraugam Sp2 bija nedaudz lielāka antiradikālā aktivitāte (3.13. tabula), salīdzinot ar citiem paraugiem. Pētījumā par apstrādātiem smūtijiem, kas saturēja apelsīnu, papaijas, melones sulu, burkānu biezeni un vājienu (Andrés et al., 2016b), konstatēja kopējo karotinoīdu saturu  $20.43 \pm 0.47$  mg  $100 \text{ mL}^{-1}$  termiski apstrādātos ( $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , 3 min) paraugos. Kopējais fenolu saturs  $45.40 \pm 0.70$  mg GAE  $100 \text{ mL}^{-1}$  un DPPH  $53.9 \pm 0.7$  mM TE  $100 \text{ mL}^{-1}$  ar pakāpenisku bioaktīvu savienojumu koncentrācijas samazināšanos, uzglabājot produktu 45 dienas atdzesētā veidā (Andrés et al., 2016b).

Iegūtie rezultāti liecina, ka biezeni satur dažādus fenolsavienojumus salīdzinoši augstās koncentrācijās, pateicoties paraugu sagatavošanā izmantoto augļu un ogu pusfabrikātu daudzveidībai. Tomēr tiem nav spēcīga antiradikālā aktivitāte, kas varētu saīsināt šādu produktu derīguma termiņu.

3.14. tabula / Table 3.14

**Minerālvielu saturs biežos ar paaugstinātu olbaltumvielu daudzumu /**  
*Mineral compound content in protein enriched purees*

Minerālvielas / Mineral compounds	Daudzums paraugā / Content per sample, mg 100 kcal <sup>-1</sup>			Ieteicamais daudzums / Recommended content, mg 100 kcal <sup>-1</sup> (1)	
	Sp1	Sp2	Sp3	Minimums/ Minimum	Maksimums/ Maximum
<b>P</b>	43.8	33.9	66.1	30	80
<b>K</b>	292.8	239.2	356.2↑	80	295
<b>Na</b>	32.2	37.3	35.5	30	175
<b>Ca</b>	51.3	48.5	61.3	35/50 (2)	175/250 (2)
<b>Mg</b>	23.5	22.5	38.7↑	7.5	25
<b>Fe</b>	1.3	0.5	0.7	0.5	2
<b>Zn</b>	0.2↓	0.2↓	0.3↓	0.5	1.5
<b>Cu</b>	0.1	0.1	0.1	0.06	0.5

↓ Norāda, ka noteiktais saturs nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

↑ Norāda, ka noteiktais saturs pārsniedz rekomendēto devu. / Shows that the maximum level of recommended value has been exceeded.

<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/128 / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128.

<sup>2</sup> Produktiem, kas paredzēti bērniem no 1 līdz 10 gadu vecumam / For products intended for children of 1 to 10 year of age.

Minerālvielu satura analīzē noteiktais Se saturs bija zem analīzēs izmantotās metodes noteikšanas robežas ( $<0.20 \text{ mg kg}^{-1}$ ), kas sakrīt arī ar informāciju par caur zondi lietojamo produktu minerālvielu saturu un literatūrā sniegto informāciju, ka Se parasti atrodams graudaugos, nedaudz arī piena produktos, uzturā uzņemot dzīvnieku subproduktus, jūras veltes (*Selenium*, 2018).

Arī šo produktu minerālvielu saturs tika salīdzināts ar ES regulā 2016/128 norādītajām normām. No analizētajiem savienojumiem konstatēts, ka visi paraugi satur nepietiekamu Zn daudzumu (skatīt 3.14. tab.).

Paraugā Sp3 pārsniegts kālija un magnija daudzums  $100 \text{ kcal}^{-1}$  produkta, taču pārējās minerālvielas visos sagatavotajos produktos iekļaujas ieteicamo normu robežās.

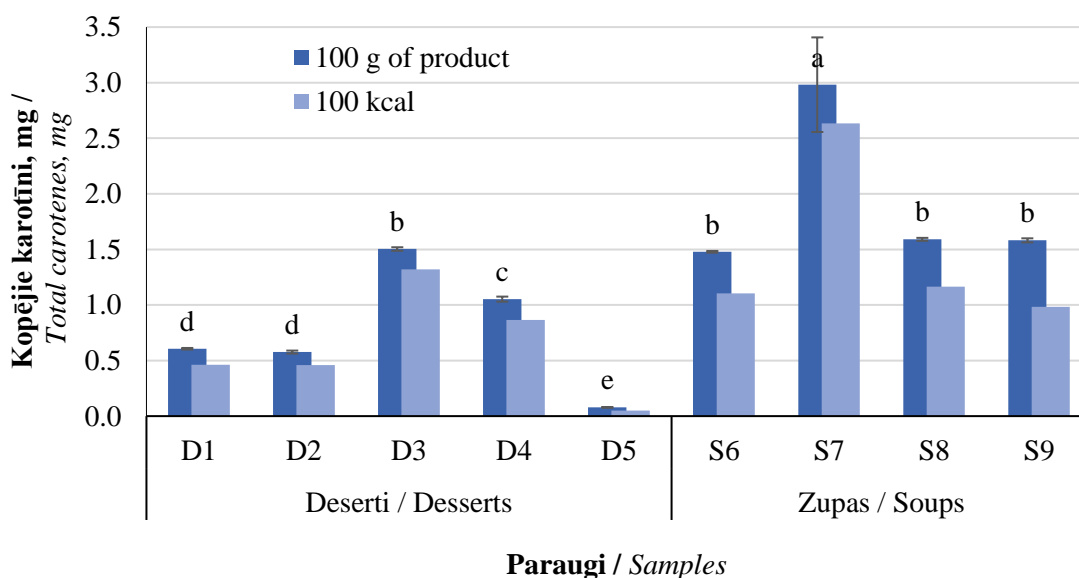
### 3.4.2 Uzturvielu satura izvērtējums modificētas struktūras produktos / *Evaluation of nutrient content in texture modified products*

Izstrādājot tieši cilvēkiem ar disfāģiju piemērotu modificētas struktūras produktu receptūras par pamatu tika ņemtas iepriekšējā eksperimentā izmantotās receptūras. Jaunajiem



produktiem bija nepieciešams palielināt produktu enerģētisko vērtību un veikt izmaiņas olbaltumvielu daudzumā, lai jaunizveidotos produktus būtu iespējams pielīdzināt komerciāli pieejamajiem produktiem. Jaunizveidoto produktu receptūras aplūkojamas 3. pielikumā. Kopā izveidotas deviņu produktu receptūras, no tiem pieci ir deserti (D1–D5) un četras biezzupas (S6–S9). Papildus norādītajām izejvielām visiem produktiem pievienota arī rapšu eļļa, askorbīnskābe, L-arginīns, olbaltumvielu avots (paraugos D1–D5 pievienoti 4 g 100 g<sup>-1</sup> sūkalu izolāta, bet paraugos S6–S9 pievienoti 7 g 100 g<sup>-1</sup> sūkalu izolāta un 1 g 100 g<sup>-1</sup> kaņepju proteīna pulvera). Paraugiem D1–D5 pievienots arī cukurs, bet paraugiem S6–S9 pievienots sāls un dažādas garšvielas. Paraugi D5 un S9 satur saldo krējumu, un paraugā S8 pievienots arī kausētais siers.

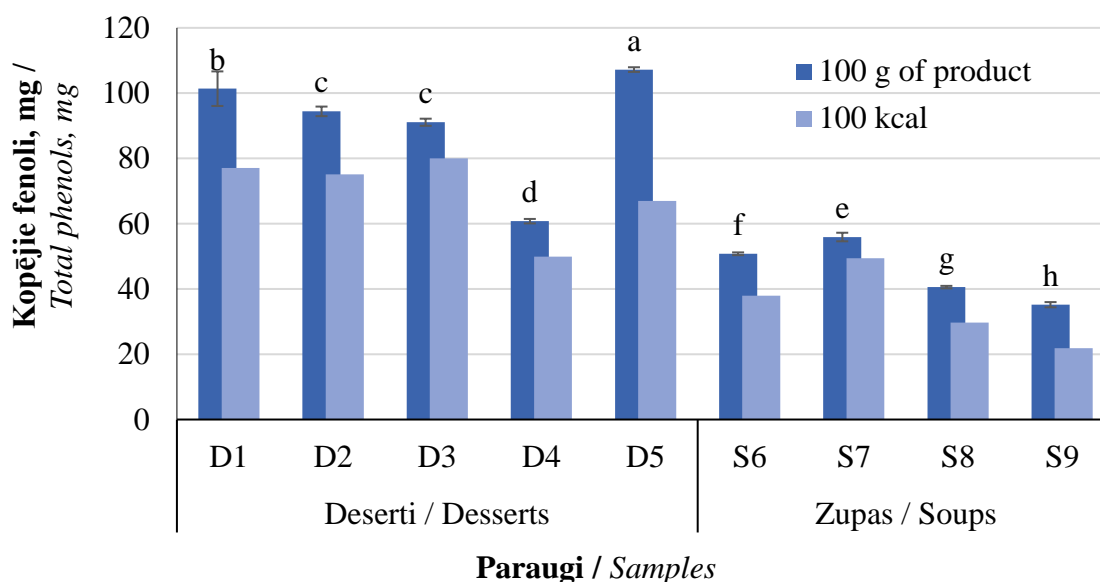
Bioaktīvo savienojumu saturs produktos bija ļoti daudzveidīgs, kas bija sagaidāms, ņemot vērā produktu atšķirīgo sastāvu. Būtiskas atšķirības ( $p = 0.000$ ) tika konstatētas starp analizētajiem desertu un zupu paraugiem. Augstākais kopējo karotīnu saturs konstatēts paraugā S7 ( $2.98 \pm 0.43$  mg 100 g<sup>-1</sup> jeb  $2.63$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>), kur galvenās sastāvdaļas bija bietes un burkāni. Sagatavotajos desertos kopējais karotīnu saturs bija mazāks, D3 paraugā konstatēta visaugstākā to koncentrācija ( $1.5 \pm 0.02$  mg 100 g<sup>-1</sup> jeb  $1.32$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>), kas pielīdzināma kopējo karotīnu saturam biezzupu paraugos S6, S8 un S9. Vismazākais kopējo karotīnu saturs konstatēts paraugā D5 ( $0.08 \pm 0.00$  mg 100 g<sup>-1</sup> jeb  $0.05$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>), dati redzami 3.13. att. Parauga D5 sastāvā vienīgais būtiskais kopējo karotīnu avots bija ķirbju biezenis, taču D3 paraugs saturēja arī smiltsērķšķu biezsulu, kas ir labs karotīnu avots.



Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.13. att. **Kopējais karotīnu saturs modificētas struktūras produktos /**  
*Fig. 3.13. Total carotene content in the texture modified products*

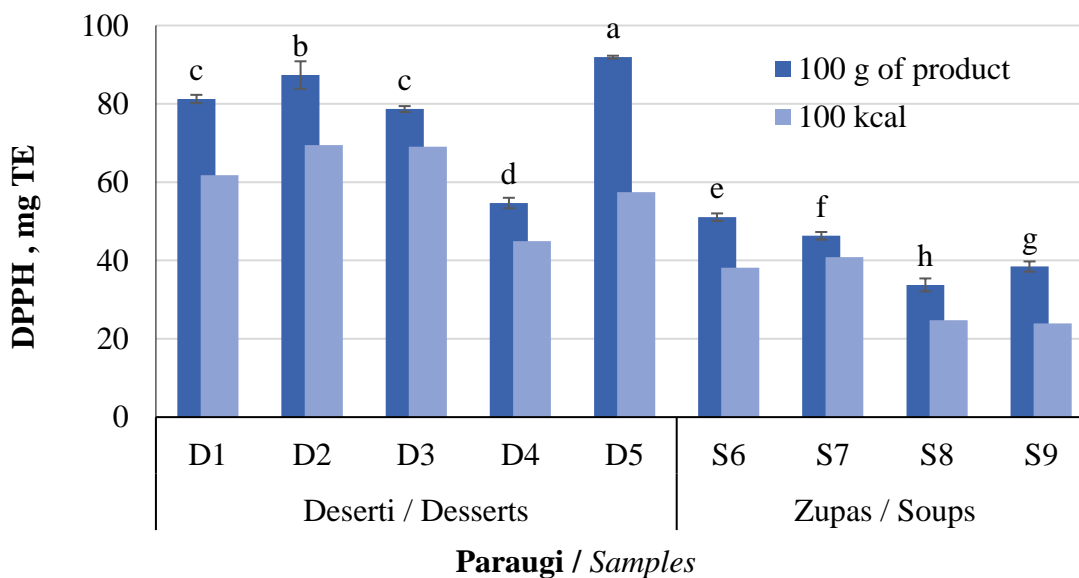
Arī kopējo fenolu saturs būtiski atšķīrās starp analizētajiem paraugiem ( $p = 0.000$ ). Pretēji datiem par kopējo karotīnu saturu, kur lielāks to saturs tika konstatēts biezzupās, desertos bija lielāks kopējo fenolu saturs. Paraugā D5 konstatēts lielākais kopējo fenolu saturs ( $107.22 \pm 0.02$  mg 100 g<sup>-1</sup>), skatīt 3.14. att. Pēc pārrēķina uz 100 kcal lielākais kopējo fenolu saturs tika konstatēts paraugā D3 ( $79.99 \pm 1.09$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>), kur galvenās sastāvdaļas bija ābolu sula, ķirbju biezenis, dzērveņu un smiltsērķšķu biezsulas un biešu biezenis un sula. Drózd *et al.* (2018) un Olas (2018) norādījuši, ka dzērvenes un aronijas, kā arī citas ogas, kas atrodamas desertu sastāvā, ir labi fenolu avoti, tādēļ novērots, ka kopējo fenolu saturs šajos produktos ir augstāks.



Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.14. att. **Kopējais fenolu saturs modificētos produktos** /  
 Fig. 3.14. Total phenol content in the texture modified products

Paraugu antiradikālās aktivitātes rezultātos (3.15. att.) bija vērojamas līdzīgas tendences kā kopējo fenolu saturam, arī starp šiem rādītājiem konstatēta būtiska atšķirība ( $p = 0.000$ ). Augstākā antiradikālā aktivitāte 100 g parauga novērota paraugā D5 ( $91.92 \pm 0.037$  mg 100 g<sup>-1</sup>), bet, pārreķinot uz enerģētisko vērtību, visaugstākā tā bija D2 paraugam ( $69.49 \pm 3.41$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>) un D3 paraugam ( $69.09$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>).



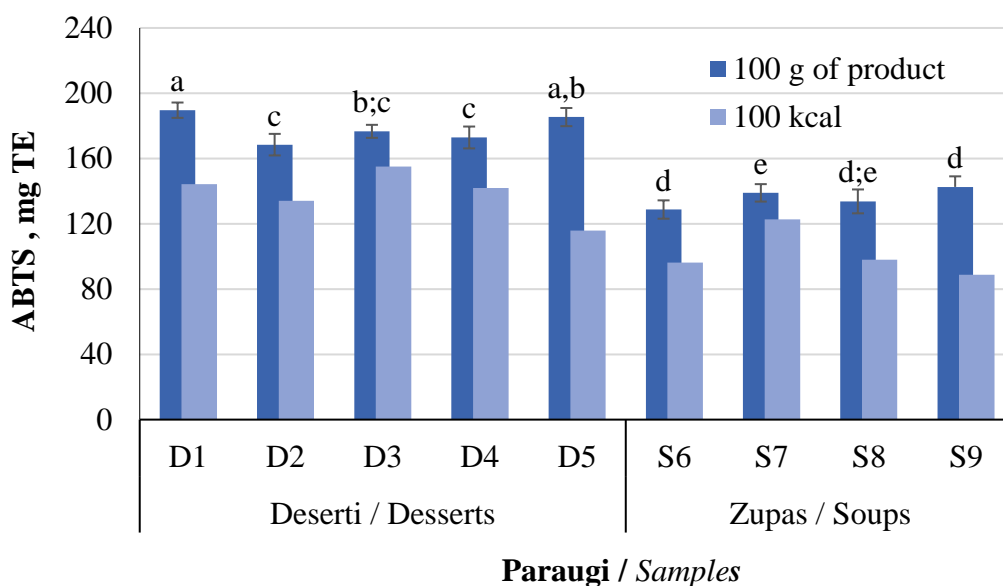
Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.15. att. **Antiradikālās aktivitātes izmaiņas modificētos produktos** /  
 Fig. 3.15. Radical scavenging activity changes in the texture modified products

Zemākā antiradikālā aktivitāte 100 kcal produkta konstatēta produktos S8 un S9 ( $23.92$  un  $24.72$  mg 100 kcal<sup>-1</sup>).

Būtiskas atšķirības tika novērotas arī jauno produktu ABTS reducēšanas spējā. Iegūtie dati bija robežās no  $128.74$  mg 100 g<sup>-1</sup> paraugā S6 līdz  $189.60$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta paraugā D1,

bet pārrēķinot reducēšanas spēju uz 100 kcal tā starp produktiem bija robežās no 88.72 mg paraugā S9 līdz 155.14 mg paraugā D3 (3.16. att.).



Vērtības ar atšķirīgiem burtiem stabiņu augšpusē ir būtiski atšķirīgas starp paraugu grupu (ANOVA vienfaktora analīze, t-tests,  $p < 0.05$ ). / Means with different letters on top of columns were significantly different (ANOVA Single factor analysis, t-test,  $p < 0.05$ ).

3.16. att. **Reducēšanas spējas izmaiņas modificētas struktūras produktos /**  
*Fig. 3.16. Radical reducing power changes in the texture modified products*

Analogi caur zondi lietojamiem produktiem, analizētie vitamīnu un minerālvielu daudzumi modificētas struktūras produktos pacientiem ar disfāģiju salīdzināti ar ES regulā 2016/128 norādītajām normām.

Visos sagatavotajos paraugos kālija saturs iekļaujas rekomendētajās normās, kas norādītas 3.15. tabulā. Starp paraugiem kālijs bija robežās no 91.85 mg 100 kcal<sup>-1</sup> paraugā D5 līdz 239.36 mg 100 kcal<sup>-1</sup> paraugā S7. Arī hroma un mangāna saturs produktos ir rekomendēto normu robežās, taču tie bija tuvāki minimālajai robežai: 1.25 μg 100 kcal<sup>-1</sup> hromam, 0.05 mg 100 kcal<sup>-1</sup> mangānam. Augstākais mangāna saturs tika konstatēts paraugā S7 0.30 mg 100 kcal<sup>-1</sup>, pārējos eksperimentālajos produktos tas bija robežās no 0.12 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta paraugā D5 līdz 0.22 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta paraugā S8.

Lielākā daļa no analizētajiem paraugiem satur arī atbilstošu magnija daudzumu, kaut gan paraugs D5 nedaudz iepaliek no minimālās normas 7.5 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, bet paraugs S7 nedaudz pārsniedz maksimālo magnija rekomendējamo devu 25 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta (3.15. tabula). Analizējot iegūtos datus par Ca saturu produktos, tikai zupu paraugi S6, S7 un S8 pārsniedza minimālo ES regulas 2016/128 normu. No šiem parauga S8 Ca saturs bija visaugstākais 57.19 mg 100 kcal<sup>-1</sup>, rekomendētā norma ir robežās no 35 līdz 175 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta. Zupu paraugi vienīgi saturēja arī pieņemamu Na daudzumu. Līdzīgi caur zondi lietojamiem produktiem, Zn un Fe daudzumi modificētas struktūras produktos bija ļoti nelielā daudzumā. Paraugi D4 un S8 bija vienīgi, kas pārsniedza minimālo rekomendēto robežu un paraugs S8 vienīgais sasniedza minimālo rekomendēto dzelzs normu 0.5 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta. Joda, molibdēna un selēna saturs produktos bija zem izmantoto analizēšanas metožu noteikšanas robežas. Līdzīgi rezultāti par Se saturu tika konstatēti, arī analizējot caur zondi lietojamo produktu minerālvielu saturu.

Minerālvielu saturs modificētas struktūras produktos / Mineral compound content in texture modified products

Paraugs / Sample		Minerālvielas / Mineral compounds								
		Zn, mg	Fe, mg	Cr, µg	Ca, mg	K, mg	Mg, mg	Mn, mg	Na, mg	Cu, mg
Ieteicamais daudzums / Recommended content, mg 100 kcal <sup>-1</sup> (1)	Minimums/ Minimum	0.50	0.50	1.25	35.00	80.00	7.50	0.05	30.00	0.06
	Maksimums/ Maximum	1.50	2.00	15.00	175.00	295.00	25.00	0.50	175.00	0.50
Deserti / Desserts	D1	0.39 ↓	0.23 ↓	2.21	28.37 ↓	206.10	11.41	0.15	8.37 ↓	0.06
	D2	0.31 ↓	0.14 ↓	3.74	25.06 ↓	172.63	9.39	0.16	8.75 ↓	0.05 ↓
	D3	0.18 ↓	0.14 ↓	2.81	22.66 ↓	145.78	10.89	0.18	8.78 ↓	0.04 ↓
	D4	<b>0.83</b>	0.19 ↓	<b>4.68</b>	27.18 ↓	173.29	10.76	0.16	12.32 ↓	0.08
	D5	0.29 ↓	0.06 ↓	1.37	23.74 ↓	91.85	7.25 ↓	0.12	6.25 ↓	0.03 ↓
Zupas / Soups	S6	0.37 ↓	0.43 ↓	1.57	43.46	182.95	20.61	0.19	81.39	0.05 ↓
	S7	0.44 ↓	0.44 ↓	3.00	51.32	<b>239.36</b>	<b>26.50</b> ↑	<b>0.30</b>	<b>141.32</b>	<b>0.10</b>
	S8	0.82	<b>0.58</b>	2.27	<b>57.19</b>	168.42	21.24	0.22	123.76	0.06
	S9	0.24 ↓	0.24 ↓	1.49	34.47	145.58	15.62	0.14	88.96	0.04 ↓
Noteikšanas robeža (mg 100 g <sup>-1</sup> ) / Level of detection (mg 100 g <sup>-1</sup> )		0.02	0.1	0.1	2.0	2.0	2.0	0.02	2.0	0.05

↓ Norāda, ka noteiktais daudzums nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

↑ Norāda, ka noteiktais daudzums pārsniedz rekomendēto devu. / Shows that the maximum level of recommended value has been exceeded.

<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/18. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128.

Vispārzināms, ka augļi, ogas un dārzeņi nav nozīmīgi B grupas vitamīnu avoti, kas novērojams arī analizējot vitamīnu saturu modificētas struktūras produktos pacientiem ar disfāgiju. Vitamīni B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> un B<sub>6</sub> nevienā no analizētajiem paraugiem nespēja sasniegt ES regulas 2016/128 ieteiktās normas, ar izņēmumu paraugā S8, kur B<sub>6</sub> vitamīna saturs bija 0.097 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta un paraugā S6 (0.080 mg 100 kcal<sup>-1</sup>), kas ir vienāds ar minimālo robežvērtību B<sub>6</sub> vitamīna saturam (3.16. tabula). Savukārt B<sub>9</sub> vitamīns visos paraugos iekļaujas rekomendētajās normās un starp analizētajiem biezeņu produktiem ir robežās no 0.021 līdz 0.049 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produktā.

Produktos tika analizēts arī D<sub>3</sub> vitamīna saturs, taču nebija iespējams iegūt nosakāmus datus, jo augļi, ogas un dārzeņi nav D vitamīna avots. Pretēji D vitamīna saturam E vitamīns visos produktos iekļāvās rekomendēto normu robežās. Paraugš S9 saturēja vismazāko E vitamīna saturu 0.827 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, paraugos D5 un S8 tas ir nedaudz vairāk kā 2 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, bet visi pārējie paraugi pārsniedza maksimālo ieteicamo devu 3 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta, paraugs D<sub>3</sub> saturēja 4.101 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta.

3.16. tabula / Table 3.16

**Vitamīnu saturs modificētas struktūras produktos /**  
*Vitamin content in texture modified products*

Paraugs / Sample		Vitamīni / Vitamins						
		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	E <sup>(2)</sup>
<b>Ieteicamais daudzums / Recommended content, mg 100 kcal<sup>-1</sup> (1)</b>	<b>Minimums/ Minimum</b>	0.035	0.060	0.080	10.0	0.080	0.010	0.500
	<b>Maksimums/ Maximum</b>	0.18	0.5	0.5	50	0.5	0.05	3
<b>Deserti / Desserts</b>	D1	-	-	-	0.286 ↓	0.030 ↓	0.022	3.620 ↑
	D2	-	-	-	-	0.032 ↓	0.028	3.874 ↑
	D3	-	-	-	0.171 ↓	0.049 ↓	0.021	<b>4.101</b> ↑
	D4	-	-	-	0.333 ↓	0.039 ↓	0.024	3.770 ↑
	D5	0.029 ↓	-	-	0.177 ↓	0.031 ↓	0.016	2.318
<b>Zupas / Soups</b>	S6	-	0.025 ↓	0.021 ↓	0.543 ↓	0.080	0.037	3.047
	S7	-	0.029 ↓	0.023 ↓	-	0.065	<b>0.049</b>	3.745 ↑
	S8	0.023 ↓	0.029 ↓	0.044 ↓	0.485 ↓	<b>0.097</b>	0.028	2.570
	S9	<b>0.038</b>	0.014 ↓	0.031 ↓	0.424 ↓	0.053 ↓	0.030	0.827 ↑
<b>Noteikšanas robeža, mg 100 g<sup>-1</sup> / Level of detection, mg 100 g<sup>-1</sup></b>		0.007	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.01

↓ Norāda, ka noteiktais daudzums nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

↑ Norāda, ka noteiktais daudzums pārsniedz rekomendēto devu. / Shows that the maximum level of recommended value has been exceeded.

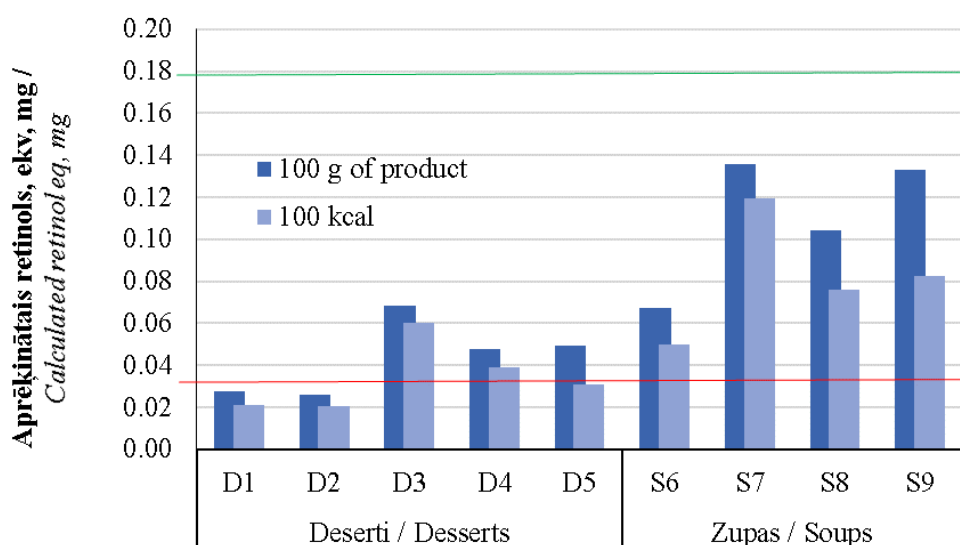
<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/18. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128 (European Commission, 2016).

<sup>2</sup> 0.5 g polinepiesātināto taukskābju, izteiktu linoleīnskābe, bet nekādā gadījumā mazāk par 0.5 mg uz 100 kcal / 0.5 g of polyunsaturated fatty acid expressed as linoleic acid but in no case less than 0.5 mg per 100 available kcal.

Atsevišķos paraugos konstatēts neliels A vitamīna saturs. Paraugu D5 un S9 sastāvā ir saldais krējums, paraugs S8 saturēja kausēto sieru. Tā kā A vitamīns ir atrodams tikai dzīvnieku izcelsmes produktos, tāpēc tikai šie trīs paraugi uzrādīja nosakāmus rezultātus. Pārējo paraugu A vitamīna saturs bija uz noteikšanas sliekšņa, taču sagatavotie biezeņi saturēja arī vērā ņemamu kopējo karotīnu daudzumu, kas redzams 3.13. att. Kopējie karotīni ir A vitamīna prekursori, tādēļ veikts kopējo karotīnu pārrēķins uz retinolu (3.17. att.).

Literatūrā tiek minēts, ka pārrēķina koeficients augļos un lapu dārzeņos ir 12:1 un 28:1 (Khan et al., 2007), bet burkānos 15:1 (Tang et al., 2005). Ņemot vērā šo informāciju šai

pētījuma daļai tika piemērots pārrēķina koeficients 22:1, lai aprēķinātu potenciālo A vitamīna daudzumu, ko varētu uzņemt ar katru produktu.



**Paraugi / Samples**

- Maksimālais rekomendētais A vitamīna daudzums (mg 100 kcal<sup>-1</sup>) ES regulā 2016/128. / *Maximum recommended value for vitamin A (mg 100 kcal<sup>-1</sup>) based on EU regulation 2016/128.*
- Minimālais rekomendētais A vitamīna daudzums (mg 100 kcal<sup>-1</sup>) ES regulā 2016/128. / *Minimum recommended value for vitamin A (mg 100 kcal<sup>-1</sup>) based on EU regulation 2016/128.*

3.17. att. **Aprēķinātais retinola ekvivalents modificētas struktūras produktos /**  
*Fig. 3.17. Calculated retinol equivalent in the texture modified products*

Iegūtie aprēķinu dati par retinola saturu modificētas struktūras produktos dod iespēju secināt, ka zupas var nodrošināt nepieciešamo A vitamīna saturu, taču deserta paraugos D1, D2 un D5 aprēķinātais retinola daudzums nesasniedz minimālo robežu 0.035 mg 100 kcal<sup>-1</sup> produkta.

### 3.4.3 Modificētas struktūras produktu reoloģisko īpašību izvērtējums / *Evaluation of reological parameters in texture modified products*

Jaunu modificētas struktūras produktu pacientiem ar disfāģiju izveidē īpaša nozīme jāpievērš ne tikai produkta sastāvam, bet būtiski ir novērtēt produktu reoloģiskās īpašības. Disfāģijas pamatā ir pacienta nespēja vai grūtības pārvietot ēdiena vai dzērienu uz mutes aizmuguri, lai to norītu caur rīkli un droši pāri elpceļiem. Parasti, kad ēdiena kumos vai dzēriena malks tiek norīts un nokļūst rīkles zonā, vārsts, kas atdala rīkli no balsenes, tiek aizvērts, lai nodrošinātu, ka produkts ko cenšamies norīt, paliek rīklē un nonāk barības vadā, bet nenonāk trahejā. Tomēr šis vārsts cilvēkiem, kuri cieš no disfāģijas, bieži darbojas lēnāk. Tā rezultātā produkts var iekļūt elpceļos un izraisīt aspirāciju (Hadde and Chen, 2020; Sungsinchai et al., 2019).

Sagatavotie produktu paraugi izvērtēti pēc to viskozitātes, cietības, konsistences un lipīguma. Iegūtie dati salīdzināti ar normām, kas noteiktas eksperimentāli projekta ietvaros analizējot disfāģijas pacientiem piemērotus ikdienā lietojamus produktus, dati attēloti 3.17. tabulā.

**Modificētas struktūras produktu reoloģiskās īpašības /**  
*Rheological properties of texture modified products*

<b>Paraugs / Sample</b>	<b>Viskozitāte / Viscosity, Pa s</b>	<b>Cietība / Hardness, N</b>	<b>Konsistence / Consistency, N s</b>	<b>Lipīgums / Stickiness, N</b>
<b>Robeža biežākiem produktiem / Limit for thicker products</b>	57	2.74	31.2	-3.5
<b>Robeža šķidrākiem produktiem / Limit for more liquid products</b>	38	1.67	23.7	-2.7
<b>Deserti / Desserts</b>				
<b>D1</b>	60.9±3.5	2.78±0.28	37.0±3.9	-4.5±1.4
<b>D2</b>	39.8±2.3	1.96±0.20	26.2±2.8	-2.3±0.5
<b>D3</b>	28.8±1.7	1.80±0.11	23.5±1.9	-2.6±0.2
<b>D4</b>	66.2±2.9	3.11±0.21	41.0±3.6	-3.9±0.4
<b>D5</b>	38.1±3.2	2.06±0.24	27.4±3.2	-2.7±0.2
<b>Zupas / Soups</b>				
<b>S6</b>	> 937	5.95±0.48	70.3±4.5	-5.5±1.2
<b>S7</b>	>937	8.22±1.03	94.7±10.2	-8.4±1.2
<b>S8</b>	805.4±97.0	6.44±1.09	73.7±11.9	-7.0±1.2
<b>S9</b>	645.0±93.8	6.36±0.91	72.9±11.3	-5.2±2.4

Sagatavotie produkti uzrādīja būtiskas atšķirības viskozitātē, cietībā un konsistencē, salīdzinot tos pa produktu grupām ( $p < 0.05$ ). Sagatavotās zupas pārsniedza biežāko produktu robežvērtības, kas produktus padara par nepiemērotiem, taču eksperimenta laikā tika konstatēts, ka produktus intensīvi samaisot uzsildītu produktu, tā konsistenci iespējams samazināt uz pusi. Augstie rādītāji zupās varētu tikt skaidroti ar pievienoto olbaltumvielu daudzumu produktu sagatavošanas laikā. Zupās pievienotais olbaltumvielu daudzums ir divas reizes lielāks nekā deserts. *Tarrega et al.* (2012) arī norāda, ka dažādi sūkalu olbaltumvielu koncentrāti un izolāti tiek plaši izmantoti vairāku produktu ražošanā kā struktūras modificētājs, jo tie spēj veidot želejas un nodrošina mitruma saglabāšanos produktu apstrādes laikā. Kaut gan pētījumos ir minēts, ka augstu koncentrāciju lietošana var būtiski sabiezināt produktu.

Analizētie desertu paraugi uzrāda, ka D3 parauga konsistence vairāk tuvinās šķidro produktu standartvērtībai, bet parauga viskozitāte ir nedaudz zem šo pašu produktu grupas vērtības. D1 un D4 gan pēc konsistences, gan viskozitātes vairāk pielīdzināmi biežākiem produktiem. Savukārt D2 un D5 atrodas pa vidu starp abiem rādītājiem pēc konsistences, bet to viskozitāte tuvāka šķidrākiem produktiem.

### Nodaļas 3.4 kopsavilkums

Pētījums tika uzsākts ar trīs biezeņu ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu izveidi. Produktu pamatizejvielas bija dažādu augļu, ogu un dārzeņu pusfabrikāti. Lai palielinātu produktā esošo olbaltumvielu saturu, receptūrā iekļauts sūkalu izolāts. Produktu receptūras veidotas līdzīgi kā izstrādājot caur zondi lietojamus enterālos produktus, balstoties uz produktu datubāzēs pieejamo informāciju par izejvielu sastāvu. Atšķirībā no caur zondi lietojamiem produktiem, modificētas struktūras produkti jāveido, ņemot vērā arī sensoros rādītājus. Attīstot jaunas receptūras, produktu sensoro vērtēšanu veica dažādu nozaru eksperti, sadarbības partneri no projekta *Nr.18-00-A01612-000006 „Inovatīvas ārstnieciskas pārtikas izstrāde malnutricijas/disfāģijas slimniekiem, radot jaunu, nacionāli nozīmīgu produktu ar augstu*

pievienoto vērtību”, starp kuriem bija Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docētāji un vadošie pētnieki, kā arī uztura speciālisti, vadošie pētnieki un ārsti no Rīgas Stradiņa universitātes un Latvijas Diētas ārstu asociācijas. Darba grupas ietvaros konkretizēti arī jautājumi saistībā ar produktu sastāva vajadzībām un struktūras īpatnībām, ņemot vērā mērķa grupu, kam šādi produkti ir nepieciešami.

Biezeņos ar paaugstinātu olbaltumvielu saturu konstatēts salīdzinoši labs minerālvielu saturs, kā arī olbaltumvielu saturs 100 g produkta vidēji bija 6 g, taču to enerģētiskā vērtība bija pārāk zema un, salīdzinot ar komerciāli pieejamajiem produktiem, olbaltumvielu saturs bija ļoti neliels, tādēļ uz pirmo receptūru bāzes izveidoti jauni produkti.

Kopumā izveidoti 9 produkti, no tiem 5 deserti (D1 līdz D5) un 4 biezzupas (S6 līdz S9). Produkti laboratoriski sagatavoti, izejvielas vārot vakuuma katlā 0.06 MPa;  $79\pm 2$  °C; 15 min, kam sekoja karstā pildīšana stikla tarā un produktu sterilizācija 115 °C, 5 min. Izstrādātajiem produktiem noteikti mikrobioloģiskie rādītāji, kas neuzrādīja piesārņojumu, un veikta dažādu bioaktīvo savienojumu noteikšana, iegūtajiem datiem veikts arī pārrēķins uz 100 kcal, lai varētu novērtēt to uzturvielu piensumu, kad uzņemtais uzturs balstīts uz produktu enerģētisko vērtību. Produktiem izvērtēts arī vitamīnu un minerālvielu saturs, kas salīdzināts ar ES regulā 2016/128 norādītajām normām īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētas pārtikas izveidē ne zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai. Šiem paraugiem konstatēts ieteiktajām normām daļēji neatbilstošs vitamīnu un minerālvielu sastāvs. Produktiem veikts arī struktūrmehānisko īpašību izvērtējums, kam ir būtiska nozīme, jo produkti paredzēti disfāģijas pacientu vajadzībām. Ļoti izcēlās sagatavotie zupu paraugi, kuriem tika konstatēta pārāk augsta viskozitāte un konsistence, varētu būt lielā pievienoto olbaltumvielu daudzuma dēļ produktu sagatavošanas laikā.

### **Summary of Chapter 3.4**

*The study was started with the development of three protein enriched purees. The base ingredients of these products were the semi-finished products of various fruits, berries and vegetables. In order to increase the protein content whey isolate was included in the recipe. Product recipes were designed similar to the development of enteral tube feed products using the information on raw material composition available from product databases. Unlike enteral tube feed products, texture modified products should be designed considering sensory attributes. Sensory evaluation of new products was performed by experts from various fields, as part of working in the collaborative project No.18-00-A01612-000006 “Development of medicinal food for patients of malnutrition/dysphagia, creating a new, nationally significant product with a high added value”, including teaching staff and leading researchers from the Faculty of Food Technology, as well as nutritionists, leading researchers and medical doctors from Riga Stradins University and the Latvian Association of Dieticians. The working group also specified issues related to the composition needs and textural requirements for the products, taking into account the target group to which such products would be applicable.*

*Protein enriched purees had a relatively good mineral compound content, as well as an average protein content of 6 g per 100 g of product, but their energy value was too low and the protein content also was too low compared to commercially available products, so new products were designed based on the first recipes.*

*A total of 9 products were created, including 5 desserts (D1 to D5) and 4 soups (S6 to S9). Products were prepared in the laboratory by cooking in a vacuum kettle at 0.06 MPa;  $79\pm 2$  °C; 15 min, followed by hot filling in the glass jars and sterilisation of the products at 115 °C, 5 min. Microbiological evaluation of samples did not show contamination, also various bioactive compounds were analysed, and the obtained data were recalculated per 100 kcal in order to assess their biological contribution when the diet is based on the energy value of products. The content of vitamins and minerals was also determined for the products, which was compared to the norms specified in EU Regulation 2016/128 in the development of food*



intended for special medical purposes to meet the nutritional needs other than infants. The content of vitamins and minerals in the tested samples was too low. The products have also been evaluated for textural properties, which are essential as they are intended for the needs of dysphagia patients. The prepared soup samples, were found to have too high viscosity and consistency. High consistency in soups could be explained by the amount of protein added during product preparation.

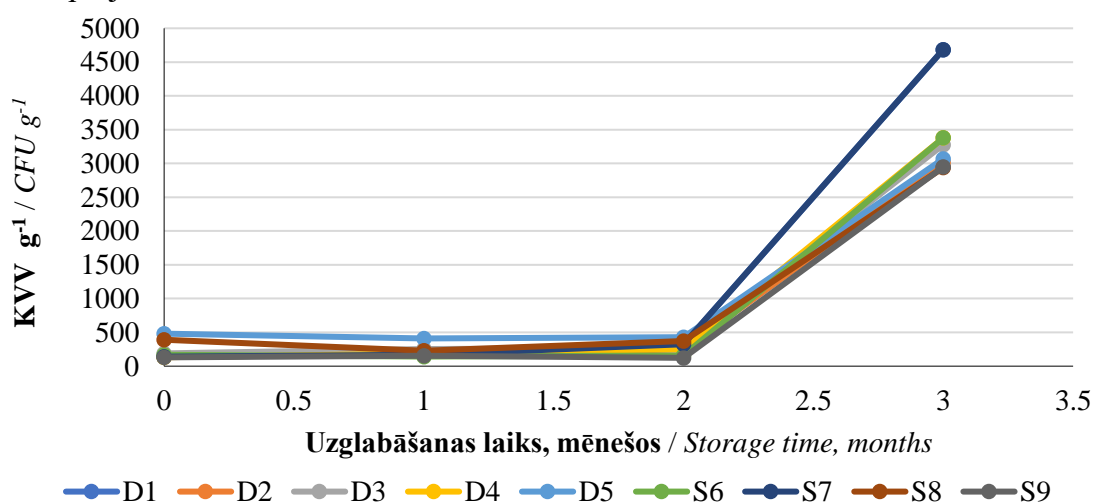
### 3.5 Industriāli ražotu modificētas struktūras produktu izvērtējums / Evaluation of industrially produced texture modified products

Viens no noslēdzošajiem posmiem jaunu modificētas struktūras produktu izstrādē disfāģijas pacientiem bija sagatavoto produktu pārnese ražošanas apstākļos. Šī posma īstenošanai tika ņemti vērā iepriekšējos eksperimentos iegūtie rezultāti par minerālvielu un vitamīnu nepietiekamu daudzumu izstrādātajos produktos, tādēļ produktu receptūrām papildus pievienots vitamīnu un minerālvielu komplekss. Pētījumā izmantotas tās pašas 3. pielikumā norādītās produktu receptūras, kurās augļu, ogu un dārzeņu pusfabrikātu sastāvā veikts proporcionāls pārrēķins, lai receptūrām noņemtu iepriekš pievienoto askorbīnskābi un tā vietā pievienotu 2.8 g 100 g<sup>-1</sup> produkta vitamīnu un minerālvielu premiksu.

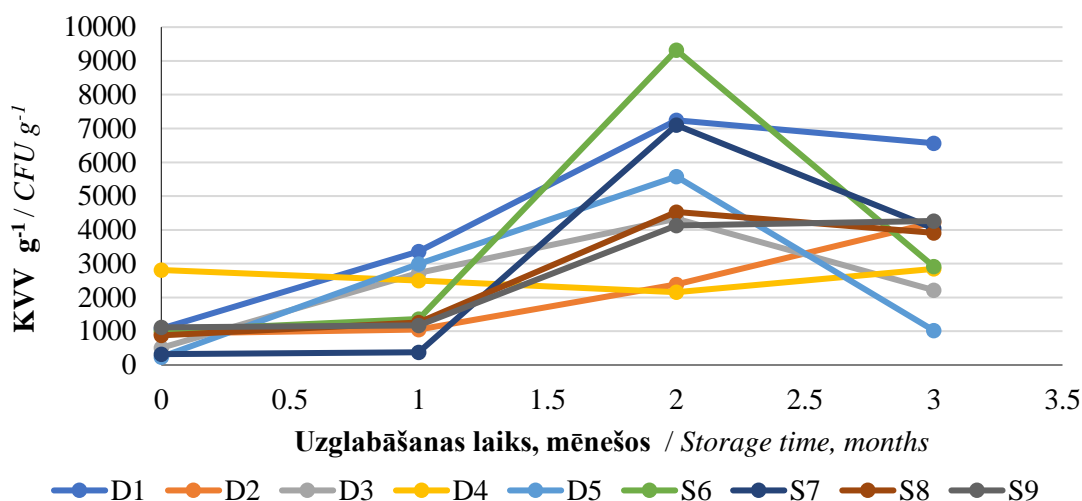
Sagatavotajiem produktiem veikts kvalitātes izmaiņu izvērtējums uzglabāšanas laikā, kas apskatīts (3.5.2. nodaļa) un produktu sagremojamības izvērtējums *in vitro* apstākļos 3.5.3. nodaļā.

#### 3.5.1 Kvalitātes parametru izvērtējums modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Evaluation of quality parameters in texture modified products during storage

Šajā nodaļā iespējams iepazīties ar dažādu kvalitātes rādītāju izmaiņām produkta uzglabāšanas laikā. Produktu paraugi uzglabāti istabas temperatūrā, ne tiešas gaismas klātbūtnē. Produktu analizēšana uzsākta īsi pēc produktu saražošanas un atkārtota analizēšana veikta ik pēc mēneša. Kopumā redzamas izmaiņas trīs mēnešu garumā, taču pētnieciskais darbs tiek turpināts projekta Nr.18-00-A01612-000006 ietvaros.



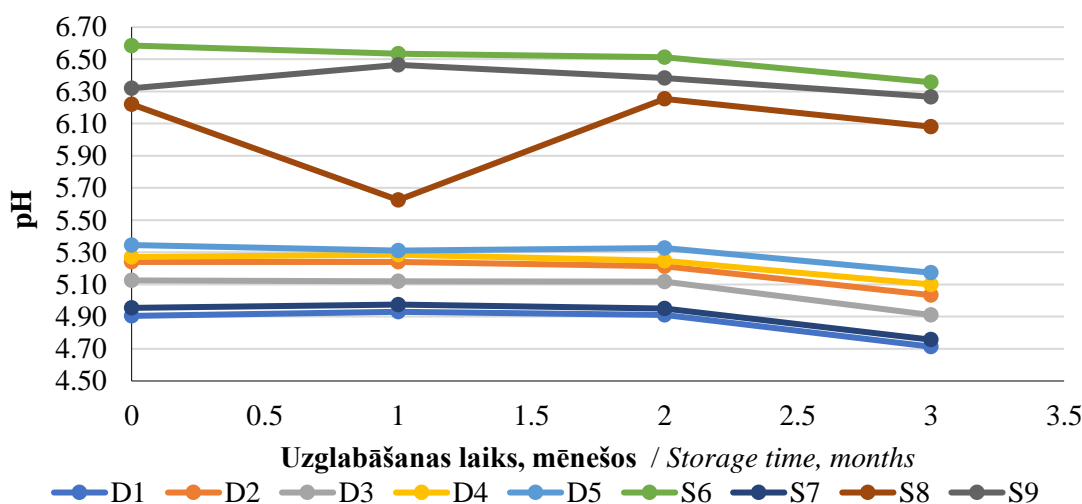
3.18. att. Raugu šūnu kopskaita izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.18. Yeast cell count changes in the texture modified products during storage



3.19. att. MAFAm kopskaita izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.19. Total plate count in the texture modified products during storage

Produktu mikrobioloģiskā analīze uzrādīja, ka nevienā paraugā nav konstatēta pelējuma, pienskābo baktēriju un zarnu grupas baktēriju klātbūtne, taču jau no paša sākuma paraugos konstatēta raugu šūnu klātbūtne (3.18. att.), kas visos paraugos bija  $>100$  kvv  $g^{-1}$  produkta. Konstatēts arī palielināts mikroorganismu kopskaits (MAFam), skatīt 3.19. att., paraugos D1, S6, S9 tas lielāks par 1000 kvv  $g^{-1}$  produkta, paraugā D4 tas pārsniedz 2000 kvv  $g^{-1}$  produkta. Konkrēti norādījumi par mikrobioloģiskā piesārņojuma normām netika atrasti, taču sterilizētos produktos tradicionāli nav pieļaujama mikroorganismu klātbūtne. Iegūtie rezultāti liek spriest par to, ka izvēlētais sterilizācijas režīms nav bijis efektīvs un gaidītais rezultāts nav sasniegts, kas nesakrīt ar iepriekšējos pētījuma eksperimentu posmos iegūto informāciju. Jāmin arī, ka laboratoriski sagatavotie produkti tika pildīti stikla burkā, bet industriāli sagatavotie – stāvpakās, kas varēja būtiski ietekmēt mikrobioloģisko organismu attīstību.

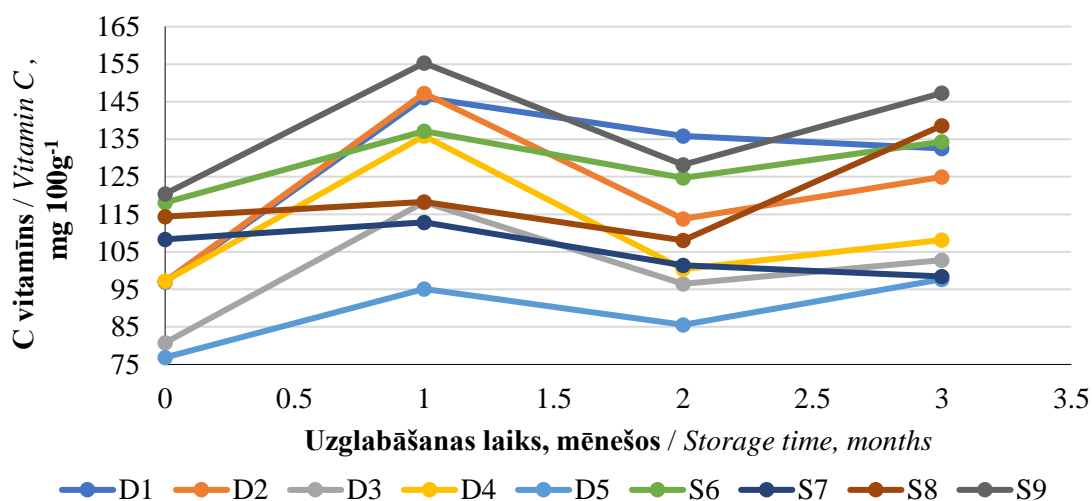
Uzglabāšanas laikā novērojams pakāpenisks mikrobioloģiskā piesārņojuma pieaugums, kas saasinās pēc divu mēnešu uzglabāšanas. Mikroorganismu kopskaits (3.19. att.) būtiski samazinājies pēc trīs mēnešu uzglabāšanas, šāda parādība netika novērota raugu šūnu kopskaitā.



3.20. att. pH izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.20. Changes of pH in the texture modified products during storage

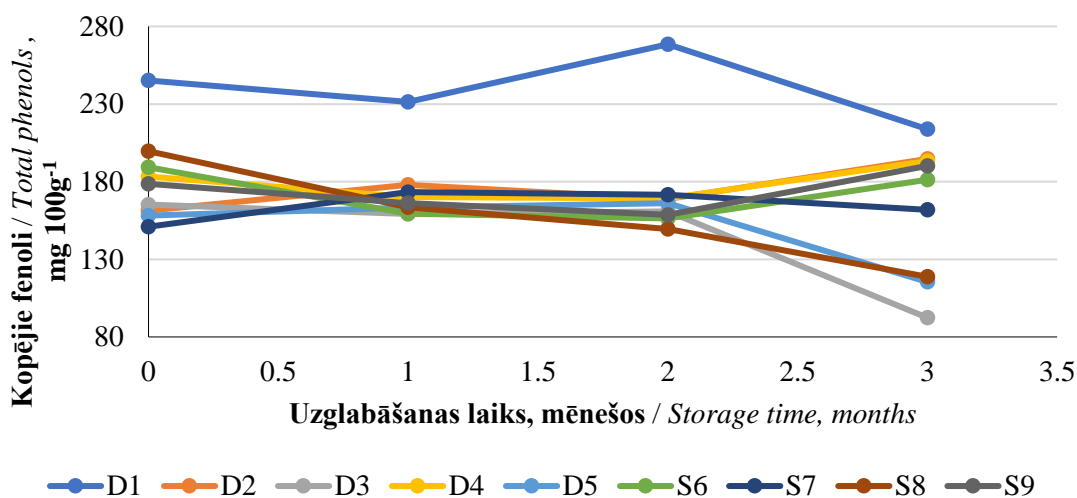
Starp paraugiem novērojamas būtiskas atšķirības produktu pH vērtībās ( $p < 0.05$ ), desertos (D1 līdz D5) un zupas S7 produktu pH, kas pirms uzglabāšanas bija robežās no 4.9

līdz 5.3 un ir zemāks par zupu S6; S8 un S9 pH, kur tas ir robežās no 6.2 līdz 6.6 (skatīt 3.20. att.). Pirmos divus mēnešus produktu pH kopumā uzglabāšanas laikā būtiski nemainījās, bet novērota pH samazināšanās pēc trīs mēnešu uzglabāšanas.



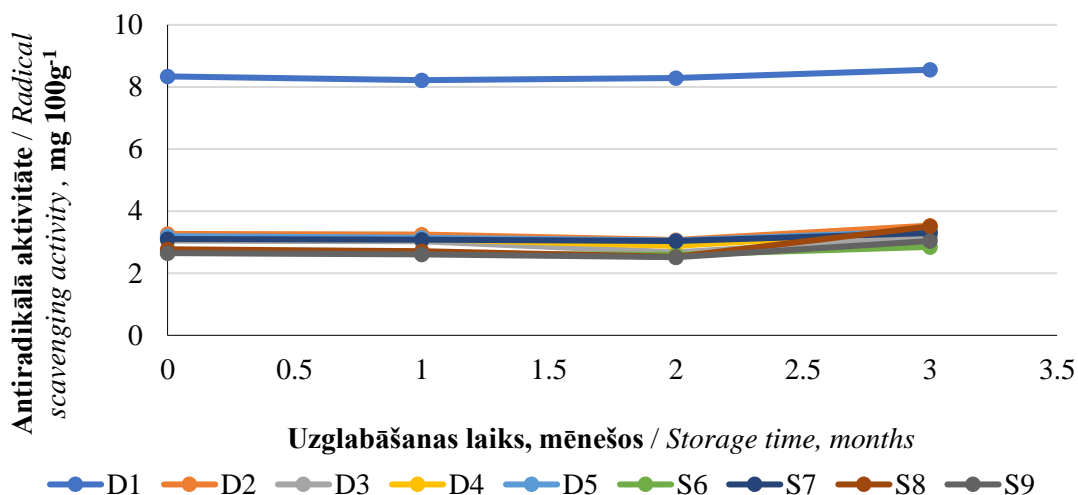
3.21. att. C vitamīna saturs izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.21. Changes of vitamin C in the texture modified products during storage

Saražotajos produktos tika novērota C vitamīna saturs palielināšanās analizētajos deserta paraugos pēc viena mēneša uzglabāšanas (skatīt 3.21. att.). Visā uzglabāšanas laikā tika novērotas C vitamīna svārstības, kas varētu būt saistītas ar daļas askorbīnskābes pāreju oksidētajā un reducētajā formā un noteikšanas metodiku, kas ļauj noteikt tikai reducēto formu.

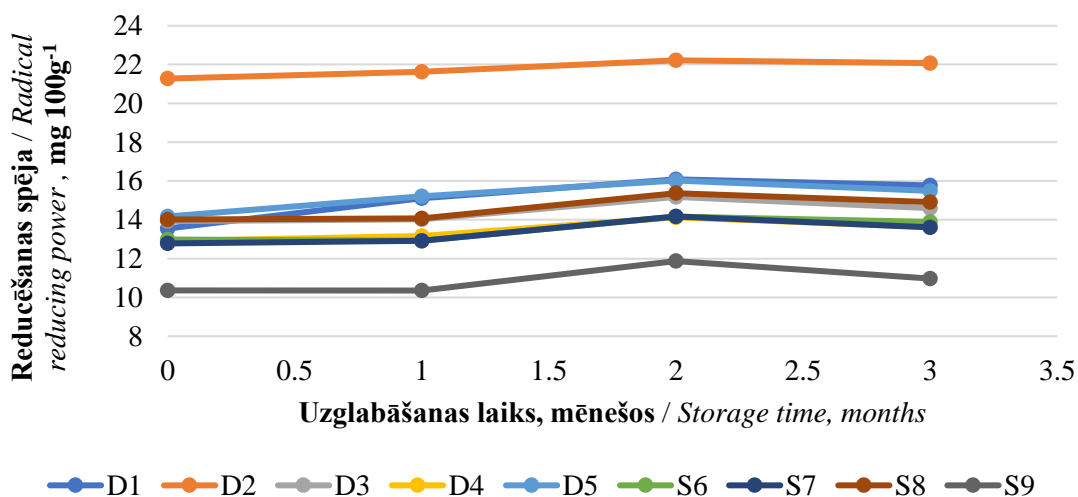


3.22. att. Kopējais fenolu saturs izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.22. Changes of total phenol content in the texture modified products during storage

Kopējais fenolu saturs (skatīt 3.22. att.) pirms uzglabāšanas starp produktiem ir robežās no  $151.01 \pm 7.31$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta (S7) līdz  $245.21 \pm 9.41$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta (D1), kas uzglabāšanas laikā visos produktos samazinās un pēc trīs mēnešu uzglabāšanas mazākais fenolu saturs novērojams produktā D3 ( $92.40 \pm 0.98$  mg 100 g<sup>-1</sup> parauga), bet augstākais joprojām paraugā D1 ( $213.86 \pm 2.84$  mg 100 g<sup>-1</sup> parauga). D1 kopējais fenolu saturs būtiski atšķiras no pārējiem paraugiem.



3.23. att. Antiradikālā aktivitāte modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.23. Radical scavenging activity in the texture modified products during storage



3.24. att. Reducēšanas spēja modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā / Fig. 3.24. Radical reducing power in the texture modified products during storage

Līdzīgi kā kopējo fenolu satura izmaiņās uzglabāšanas laikā, kur visaugstākā koncentrācija novērota produktā D1 tajā novērota augstākā DPPH aktivitāte (3.23. att.), taču augstākā ABTS aktivitāte novērojama paraugā D2 (skatīt 3.24. att.), bet zemākā ABTS aktivitāte tika novērota paraugā S9  $10.36 \pm 0.34$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta uzglabāšanas sākumā līdz  $10.93 \pm 0.27$  mg 100 g<sup>-1</sup> produkta pēc 3 mēnešu uzglabāšanas.

Analizējot industriāli sagatavoto modificētas struktūras produktu reoloģiskās īpašības, iegūtie dati analogi laboratorijā sagatavotajiem paraugiem salīdzināti ar pētījuma laikā nospraustajām robežvērtībām. Produktu cietībai vēlamās robežas ir 1.67 līdz 2.74 N. Kā redzams 3.18. tabulā pirms uzglabāšanas visi produkti izņemot S6 un S9 bija atbilstoši vēlamajām robežām. Uzglabāšanas laikā novērojama cietības palielināšanās, kur šāda tendence novērojama arī analizējot pārējos reoloģiskos rādītājus.

3.18. tabula / Table 3.18

**Cietības izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N /**  
*Changes of hardness in texture modified products during storage, N*

Paraugs / Sample		Uzglabāšanas laiks, mēnešos / Storage time, months			
		0	1	2	3
<b>Deserts /</b> <i>Desserts</i>	D1	3.17 ± 0.38	3.09 ± 0.20	2.81 ± 0.21	3.80 ± 0.18
	D2	2.04 ± 0.13	2.45 ± 0.19	2.91 ± 0.18	2.74 ± 0.13
	D3	1.51 ± 0.14	2.61 ± 0.22	3.06 ± 0.21	2.77 ± 0.30
	D4	2.42 ± 0.09	2.50 ± 0.12	2.36 ± 0.08	2.70 ± 0.15
	D5	1.63 ± 0.06	3.43 ± 0.70	3.68 ± 0.55	2.78 ± 0.20
<b>Zupas /</b> <i>Soups</i>	S6	8.11 ± 0.87	11.40 ± 0.67	13.15 ± 0.81	12.38 ± 2.52
	S7	2.65 ± 0.12	3.78 ± 0.08	4.24 ± 0.13	4.35 ± 0.17
	S8	2.95 ± 0.20	4.60 ± 0.40	5.29 ± 0.67	5.26 ± 0.43
	S9	0.86 ± 0.08	3.70 ± 0.27	3.81 ± 0.24	2.78 ± 0.04

3.19. tabula / Table 3.19

**Lipīguma izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N /**  
*Changes of stickiness in texture modified products during storage, N*

Paraugs / Sample		Uzglabāšanas laiks, mēnešos / Storage time, months			
		0	1	2	3
<b>Deserts /</b> <i>Desserts</i>	D1	-3.42 ± 0.40	-3.42 ± 0.38	-3.02 ± 0.29	-4.13 ± 0.03
	D2	-2.33 ± 0.11	-2.67 ± 0.22	-3.26 ± 0.21	-2.91 ± 0.22
	D3	-2.06 ± 0.19	-3.11 ± 0.34	-3.68 ± 0.36	-3.30 ± 0.43
	D4	-2.71 ± 0.08	-2.87 ± 0.23	-2.72 ± 0.08	-2.94 ± 0.21
	D5	-2.30 ± 0.18	-4.28 ± 0.85	-4.60 ± 0.46	-3.54 ± 0.52
<b>Zupas /</b> <i>Soups</i>	S6	-11.10 ± 1.46	-13.89 ± 1.77	-11.19 ± 7.33	-14.54 ± 3.34
	S7	-3.41 ± 0.17	-4.74 ± 0.19	-5.66 ± 0.11	-5.47 ± 0.28
	S8	-3.86 ± 0.38	-5.52 ± 0.52	-6.43 ± 0.81	-5.82 ± 0.56
	S9	-1.24 ± 0.13	-4.39 ± 0.23	-4.57 ± 0.21	-3.44 ± 0.05

3.20. tabula / Table 3.20

**Konsistences izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, N s /**  
*Changes of consistency in texture modified products during storage, N s*

Paraugs / Sample		Uzglabāšanas laiks, mēnešos / Storage time, months			
		0	1	2	3
<b>Deserts /</b> <i>Desserts</i>	D1	39.56 ± 3.88	38.26 ± 3.53	35.06 ± 1.74	45.13 ± 0.28
	D2	24.77 ± 3.36	29.46 ± 1.53	33.52 ± 1.40	33.04 ± 2.11
	D3	19.86 ± 1.99	32.32 ± 2.81	34.00 ± 1.22	32.60 ± 4.58
	D4	30.60 ± 1.05	31.68 ± 1.79	29.59 ± 0.60	32.55 ± 2.15
	D5	22.23 ± 1.02	41.15 ± 6.80	39.81 ± 0.92	31.90 ± 4.33
<b>Zupas /</b> <i>Soups</i>	S6	86.49 ± 14.96	105.31 ± 14.72	114.53 ± 14.74	106.27 ± 15.09
	S7	34.03 ± 0.79	41.79 ± 4.85	47.37 ± 4.13	49.27 ± 3.08
	S8	38.39 ± 2.46	51.95 ± 3.16	59.77 ± 4.42	52.01 ± 5.02
	S9	11.00 ± 0.61	41.35 ± 3.39	46.24 ± 1.30	35.25 ± 1.66

**Viskozitātes izmaiņas modificētas struktūras produktos uzglabāšanas laikā, Pa s /**  
*Changes of viscosity in texture modified products during storage, Pa s*

Paraugs / Sample		Uzglabāšanas laiks, mēnešos / Storage time, months			
		0	1	2	3
<b>Deserts /</b> <i>Desserts</i>	D1	58.07 ± 3.57	54.90 ± 3.85	63.36 ± 1.88	81.66 ± 36.57
	D2	34.86 ± 1.14	68.10 ± 3.11	68.53 ± 2.55	65.63 ± 29.55
	D3	20.15 ± 0.93	48.71 ± 3.45	55.11 ± 1.57	60.17 ± 5.34
	D4	44.30 ± 1.01	49.71 ± 2.62	55.74 ± 1.41	63.42 ± 2.22
	D5	28.17 ± 0.95	53.46 ± 2.69	53.20 ± 1.35	55.74 ± 4.67
<b>Zupas /</b> <i>Soups</i>	S6	815.74 ± 41.84	888.80 ± 36.96	862.00 ± 33.98	898.80 ± 48.30
	S7	45.66 ± 4.03	62.37 ± 2.56	67.76 ± 2.22	418.60 ± 26.18
	S8	55.73 ± 2.67	76.87 ± 4.13	76.87 ± 4.13	260.19 ± 33.62
	S9	15.83 ± 1.17	68.78 ± 4.06	65.19 ± 0.77	193.32 ± 86.86

Produktiem vēlamās lipīguma robežas ir -2.7 līdz -3.5 N (3.19.tabula), konsistence 23.7 līdz 31.2 N s (3.20.tabula), bet viskozitātei 38 līdz 57 Pa s (3.21.tabula). Starp analizētajiem paraugiem visaugstākie reoloģiskie rādītāji novērojami paraugam S6, bet viszemākie S9, šīs vērtības vienlaicīgi ir arī neatbilstošas nospraustajām robežvērtībām un būtu ieteicams šo produktu receptūras modificēt, lai produkti būtu piemēroti disfāģijas pacientu uztura vajadzībām.

Produktu reoloģisko īpašību palielināšanās uzglabāšanas laikā skaidrojama ar produktos esošo šķiedrvielu un olbaltumvielu uzbriešanu, līdzīga tendence tika novērota arī laboratorijā sagatavotajos produktu paraugos un eksperimentā, kur analizēti vairāku olbaltumvielu avotu un to koncentrācijas ietekme uz produkta reoloģiskajām īpašībām atkarībā no izvēlētā apstrādes režīma (8. pielikums).

**3.5.2 Makro uzturvielu, vitamīnu un minerālvielu saturs izvērtējums industriāli ražotajos modificētas struktūras produktos /**  
*Evaluation of macro nutrient, vitamin and mineral compound content in industrially prepared texture modified products*

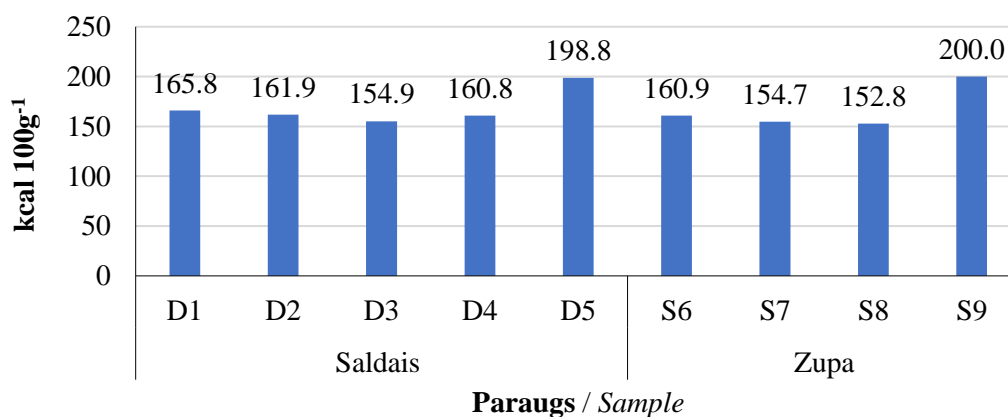
Visiem industriāli ražotajiem produktiem noteikts arī kopējais šķiedrvielu saturs, olbaltumvielu un tauku saturs (skatīt 3.22. tabula), veikts enerģētiskās vērtības aprēķins, kas parādīts 2.25. att. un analizēti iegūtie vitamīnu un minerālvielu daudzumi saistībā ar ES regulā 2016/128 norādītajām normām īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētos pārtikas produktos, kas nav paredzēti zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai.

**Šķiedrvielu, olbaltumvielu, tauku un titrējamo skābju saturs industriāli sagatavotos modificētas struktūras produktos / Content of fibre, protein, fat and titratable acids in industrially produced texture modified products**

Paraugs / Sample	Kopējās diētiskās šķiedrvielas, g 100 g <sup>-1</sup> / Total dietary fibre, g 100 g <sup>-1</sup>	Olbaltumvielu saturs, g 100 g <sup>-1</sup> / Protein content, g 100 g <sup>-1</sup>	Tauku saturs, g 100 g <sup>-1</sup> / Fat content, g 100 g <sup>-1</sup>	Titrējamās skābes, g 100 g <sup>-1</sup> / Titratable acids, g 100 g <sup>-1</sup>	
Saldais / Desserts	D1	8.34	9.45±0.0	5.02±0.0	0.92±0.0
	D2	8.63	9.85±0.6	5.65±0.0	0.75±0.1
	D3	8.01	9.20±0.0	6.11±0.1	0.80±0.0
	D4	8.47	9.61±0.2	5.51±0.1	0.75±0.0
	D5	9.96	8.08±0.6	9.15±0.1	0.75±0.0
Zupa / Soup	S6	9.70	13.79±0.8	6.13±0.0	0.57±0.0
	S7	8.96	10.82±0.0	5.77±0.0	0.88±0.0
	S8	8.75	13.38±1.7	5.66±0.0	0.66±0.0
	S9	10.55	13.19±1.2	11.32±0.2	0.53±0.0

Salīdzinot saražoto produktu kopējo šķiedrvielu saturu ar komerciāli pieejamajiem produktiem, kas apskatīti arī 1.2. tabulā, redzams, ka jaunizveidotie produkti satur vismaz divreiz vairāk šķiedrvielu. Komerciālie produkti lielākoties nesatur šķiedrvielas. Olbaltumvielu saturs promocijas darba ietvaros industriāli sagatavotajos produktos bija robežās no 8.08 līdz 13.79 g 100 g<sup>-1</sup> produkta, komerciāli pieejamo produktu sastāvā tas vidēji ir 12 g 125 mL<sup>-1</sup> produkta ar atsevišķiem izņēmumiem, kur tas var būt arī mazākos vai lielākos daudzumos, atkarībā no produkta lietošanas mērķa. Jaunizveidoto produktu tauku saturs vidēji ir mazāks kā komerciāli pieejamajos (skatīt 3.18. tabulu). Produktos esošais tauku saturs nodrošina no 8.3% (D1) līdz pat 22.6% (S9) no produkta kopējās enerģētiskās vērtības. Jāmin, ka produktu S5 un S9 sastāvā papildus rapšu eļļai ir pievienots arī saldaiss krējums, kas palielina tauku saturu produktos. Ar olbaltumvielām iespējams uzņemt no 14.3% (D3) līdz 26.4% (S9) no kopējās produkta enerģētiskās vērtības.

Titrējamo skābju daudzums saražotajos produktos ir robežās no 0.53 (S9) līdz 0.92 (D1), veicot enerģētiskās vērtības aprēķinu jāņem vērā arī šis parametrs, jo tas sniedz 3 kcal. Saražoto produktu enerģētiskā vērtība attēlota 3.25. att. Vairums saražoto produktu enerģētiskā vērtība ir robežās no (S7) 154.7 kcal 100 g<sup>-1</sup> produkta līdz (D1) 165.8 kcal 100 g<sup>-1</sup> produkta, savukārt produktā S9 tas sasniedz 200 kcal 100 g<sup>-1</sup> produkta un nedaudz zem 200 kcal 100 g<sup>-1</sup> produkta satur arī paraugs D5.



3.25.att. **Industriāli ražoto modificētas struktūras produktu enerģētiskā vērtība / Fig. 3.25. Energy value of the industrially produced texture modified products**

Līdzīgi kā iepriekšējos pētījumos arī šiem produktiem veikta vitamīnu un minerālvielu saturs noteikšana, par kuriem informācija apkopota 3.23. un 3.24.tabulā.

3.23. tabula / Table 3.23

**Vitamīnu saturs industriāli ražotos modificētas struktūras produktos /  
Vitamin content in industrially produced texture modified products**

Paraugs / Sample		Vitamīnu saturs / Vitamin content				
		B <sub>12</sub> , µg	B <sub>6</sub> , mg	B <sub>9</sub> , µg	D <sub>3</sub> , µg	E <sup>(2)</sup> , mg
<b>Ieteicamais daudzums / Recommended content, mg 100 kcal<sup>-1</sup> (1)</b>	<b>Minimums/ Minimum</b>	0.07	0.08	10	0.5	0.5
	<b>Maksimums/ Maximum</b>	0.7	0.5	50	2.5/3(1)	3
<b>Deserti / Desserts</b>	<b>D1</b>	2.77↑	0.89↑	68.15↑	5.42↑	2.38
	<b>D2</b>	2.39↑	0.78↑	69.80↑	4.98↑	2.46
	<b>D3</b>	2.72↑	0.83↑	70.37↑	5.12↑	2.49
	<b>D4</b>	3.54↑	0.88↑	70.27↑	5.23↑	2.39
	<b>D5</b>	2.16↑	0.67↑	48.49	4.51↑	2.00
<b>Zupas / Soups</b>	<b>S6</b>	2.59↑	0.88↑	76.44↑	5.12↑	2.50
	<b>S7</b>	1.97↑	0.81↑	75.63↑	4.64↑	2.42
	<b>S8</b>	2.04↑	0.82↑	70.68↑	4.67↑	2.21
	<b>S9</b>	1.74↑	0.65↑	55.50	4.16↑	1.85

↑ Norāda, ka noteiktais daudzums pārsniedz rekomendēto devu. / Shows that the maximum level of recommended value has been exceeded.

(1) Produktiem, kas paredzēti bērniem no 1 līdz 10 gadu vecumam. / For products intended for children of 1 to 10 years of age.

<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/18. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128 (European Commission, 2016).

<sup>2</sup> 0.5 g polinepiesātināto taukskābju, izteiktu linoleīnskābe, bet nekādā gadījumā mazāk par 0.5 mg uz 100 kJ. / 0.5 g of polyunsaturated fatty acid expressed as linoleic acid but in no case less than 0.5 mg per 100 available kcal.

Apskatot iegūto informāciju par vitamīnu saturu industriāli sagatavotajos produktos, redzams, ka pievienotais vitamīnu un minerālvielu komplekss būtiski uzlabojis kopējo vitamīnu saturu šajos produktos salīdzinājumā ar iepriekš analizētajiem produktiem. Vairumā produktu pat pārsniegtas (ES) regulā 2016/128 norādītās normas ar izņēmumu E vitamīna saturā, kur laboratorijā gatavotajos paraugos tas bija dominējošais vitamīns pēc satura un vairumā gadījumu pārsniedza rekomendētās normas. Industriāli sagatavotajos paraugos E vitamīna saturs ir mazāks, bet tas iekļaujas normu robežās.

Ievērojami uzlabojies arī produktos esošais minerālvielu saturs. Gandrīz visos produktos pārsniegta maksimālā ieteicamā norma Zn, Fe un Ca daudzumam 100 kcal<sup>-1</sup> produkta (3.24. tabula). Visos deserta paraugos konstatēts nepietiekams Na saturs. Kā izņēmums D2 vienīgais pārsniedza minimālo Cu rekomendēto devu, pārējos paraugos tas bija nedaudz zem normas, bet D3 un D5 paraugā tā daudzums nesasniedza minimālo noteikšanas robežu.



**Minerālvielu saturs industriāli ražotos modificētas struktūras produktos /  
Mineral compound content in industrially produced texture modified products**

Paraugs / Sample		Minerālvielas / Mineral compounds							
		Zn, mg	Fe, mg	Cr, µg	Ca, mg	K, mg	Mg, mg	Na, mg	Cu, mg
<b>Ieteicamais daudzums/ Recommended content, mg 100 kcal<sup>-1</sup> (<sup>1</sup>)</b>	<b>Minimums/ Minimum</b>	0.50	0.50	1.25	35.00	80.00	7.50	30.00	0.06
	<b>Maksimums/ Maximum</b>	1.50	2.00	15.00	175.00	295.00	25.00	175.00	0.50
<b>Deserti / Desserts</b>	<b>D1</b>	2.105↑	3.498↑	6.634	193.004↑	162.847	24.970	6.031↓	0.047↓
	<b>D2</b>	1.884↑	2.637↑	5.127	183.447↑	131.563	22.915	6.794↓	0.083
	<b>D3</b>	1.956↑	2.976↑	2.711	162.686	108.457	22.014	5.165↓	-
	<b>D4</b>	2.133↑	3.053↑	3.856	178.483↑	124.378	24.502	8.706↓	0.036↓
	<b>D5</b>	1.519	1.751	2.364	120.724	68.913↓	15.443	4.024↓	-
<b>Zupas / Soups</b>	<b>S6</b>	2.144↑	3.456↑	5.407	185.830↑	166.563	33.002↑	65.258	0.051↓
	<b>S7</b>	2.140↑	3.154↑	3.361	179.703↑	180.995	33.096↑	91.791	0.058↓
	<b>S8</b>	2.160↑	2.906↑	3.927	195.681↑	153.796	33.835↑	145.288	0.045↓
	<b>S9</b>	1.480	1.675	1.950	122.500	101.000	20.050	71.000	0.032↓

↓ Norāda, ka noteiktais daudzums nav sasniedzis minimālo rekomendēto devu. / Shows that the minimum level of recommended value has not been reached.

↑ Norāda, ka noteiktais daudzums pārsniedz rekomendēto devu. / Shows that the maximum level of recommended value has been exceeded.

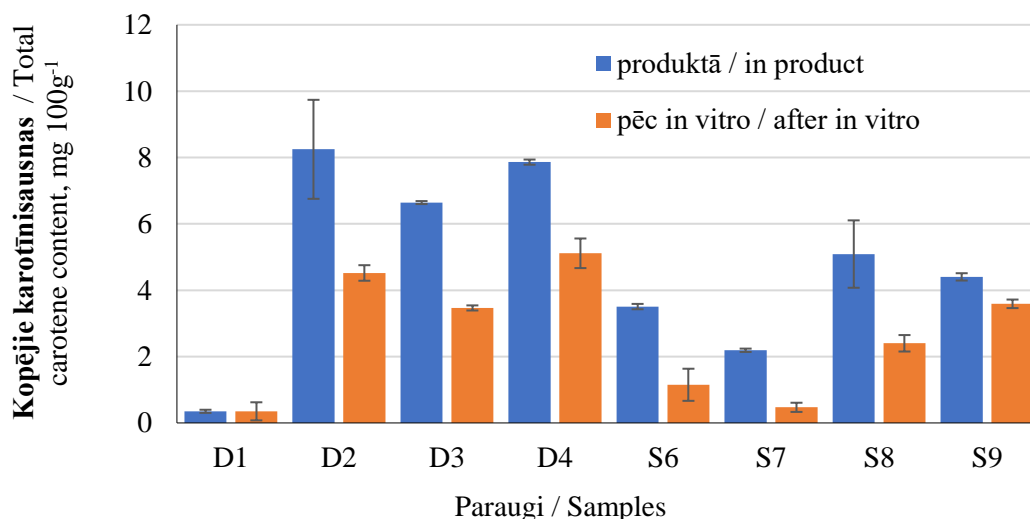
<sup>1</sup> Informācija atbilstoši Komisijas deleģētajai regulai (ES) 2016/18. / Data according to Commission delegated regulation (EU) 2016/128.

### 3.5.3 Industriāli ražoto modificētas struktūras produktu sagremojamības izvērtējums (in vitro) / Evaluation of digestability (in vitro) of industrially produced texture modified products

Šajā pētījumā svarīgs ne tikai izstrādāto produktu sastāvs, bet arī šo produktu sagremojamība, tādejādi izvērtējot, kādu daļu no ar pārtiku uzņemtajām uzturvielām cilvēka organisms spētu uzsūkt un izmantot organisma vajadzībām. Šajā nodaļā tiks apskatīti iegūtie dati par kopējo karotīnu, fenolu, antiradikālās aktivitātes, radikāļu reducēšanas spēju un minerālvielu (Zn, Fe, Ca, K, Mg) biopieejamību cilvēka organismam, kas īpaši nozīmīga cilvēkiem ar veselības traucējumiem.

Pārtikas produktos esošie bioaktīvie savienojumi, minerālvielas, vitamīni un daudzi citi elementi bieži ir saslēgti dažādos kompleksos ar citām sastāvdaļām. Produktu gremošanas laikā organisms izdala dažādus fermentus un notiek uzturvielu šķelšana, pārveidojot tās, lai varētu uzņemt šos savienojumus un izmantotu tālāk dažādu dzīvības procesu īstenošanai kā enerģijas ieguvei, jaunu šūnu veidošanai utt. (Cilla et al., 2018b, 2018a).

Analizētie savienojumi pēc apstrādes kuņģa zarnu traktā (KZT) un pašā produktā izteikti uz sausu.



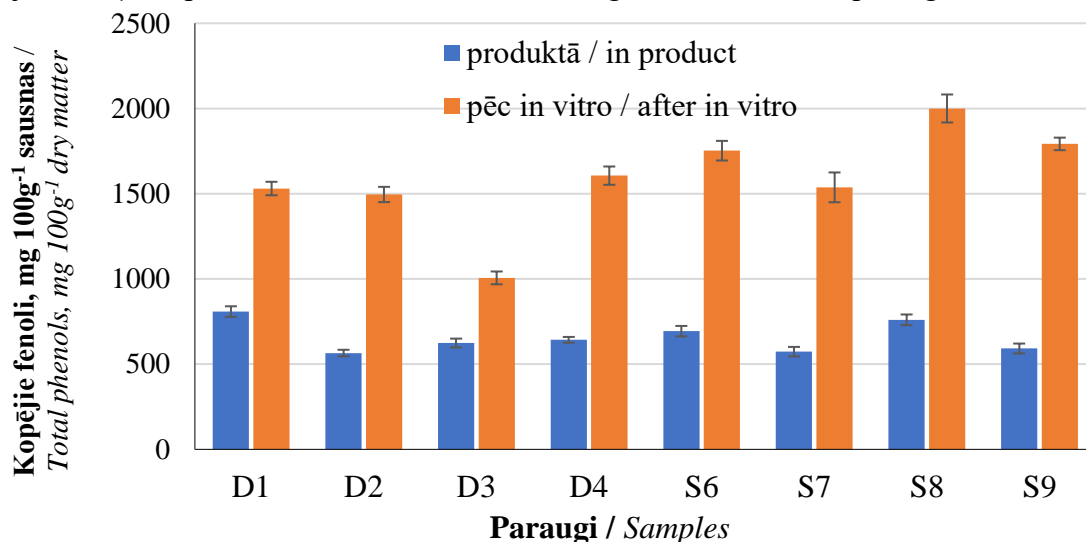
3.26. att. **Kopējo karotīnu satura izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc in vitro** / Fig. 3.26. Evaluation of total carotene content in the texture modified products after in vitro

Iegūtie dati par kopējo karotīnu izmaiņām pēc apstrādes KZT (skatīt 3.26. att.) uzrāda, ka organisms spēj saņemt tikai daļu no kopējā produktā esošā karotīnu satura. Aptuveni 50% no produktos noteiktā kopējā karotīnu satura, organismam iespējams uzņemt uzturā, lietojot produktus D2, D3, D4 un S8. Aptuveni 99% iespējams uzņemt no parauga D1, taču tajā esošais kopējais karotīnu saturs ir ļoti niecīgs. Procentuāli augstākā kopējais karotīnu biopieejamība novērota paraugam S9. Produkts satur burkānu un ķirbju sulu, kas vispārzināmi, kā labi karotīnu avoti.

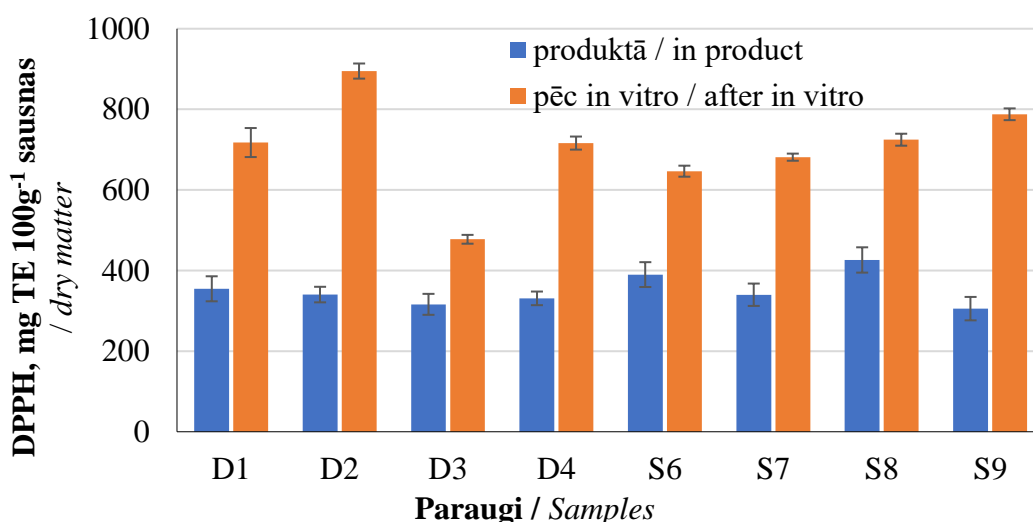
Stinco et al. (2019) savā pētījumā, kur apskatīta karotinoīdu biopieejamība komerciāli veidotos piena un sulu dzērienos arī konstatējis būtiski mazāku ( $p > 0.05$ ) karotinoīdu daudzumu produktos pēc in vitro  $0.738 \pm 0.808 \text{ mg L}^{-1}$  nekā sākotnējā paraugā ( $2.965 \pm 2.126 \text{ mg L}^{-1}$ ). Zemā biopieejamība tiek skaidrota ar karotinoīdu hidrofobo dabu, kā rezultātā arī to biopieejamība no uzturā lietotiem augļiem un dārzeņiem ir salīdzinoši neliela. Tiek minēts, ka to sagremojamība efektīvi uzlabojas, produktiem pievienojot viegli sagremojamus lipīdus (Stinco et al., 2019).

Pilnīgi pretēja situācija novērojama ar kopējo fenolu, DPPH un ABTS izvērtējumu pēc KZT. Augstākā kopējais fenolu biopieejamība (skatīt 3.27. att.) konstatēta paraugos S6, S8 un

S9. Attiecībā pret produktos noteikto kopējo fenolu saturu pēc apstrādes KZT no parauga S9 iespējams uzņemt par 200% vairāk. Vismazākais ieguvums konstatēts paraugā D3.



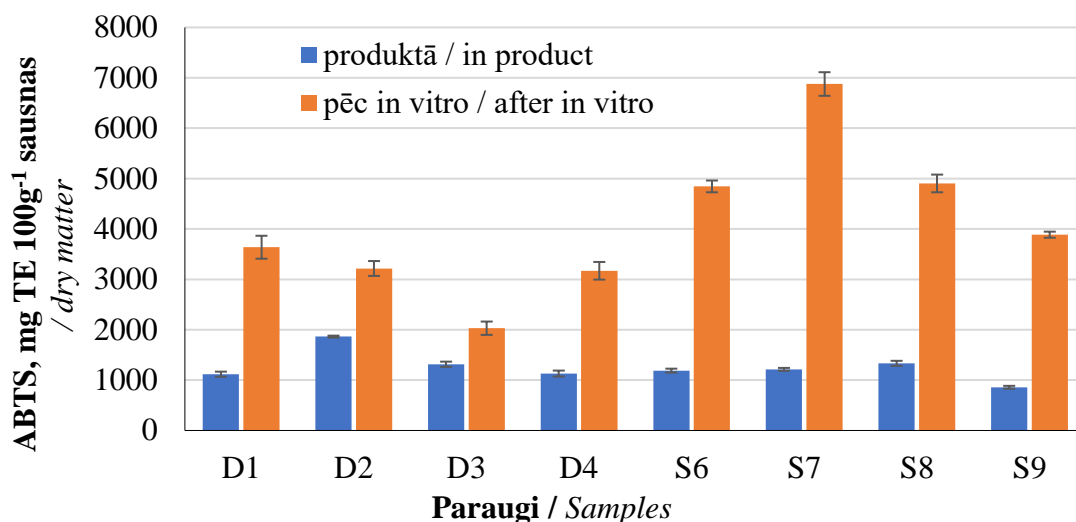
3.27. att. **Kopējo fenolu satura izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc *in vitro*** / Fig. 3.27. Evaluation of total phenol content in the texture modified products after in vitro



3.28. att. **Antiradikālās aktivitātes izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc *in vitro*** / Fig. 3.28. Evaluation of radical scavenging activity in the texture modified products after in vitro

Novērojama arī būtiski lielāka ( $p < 0.05$ ) DPPH un ABTS aktivitāte produktos pēc apstrādes KZT, iegūtie dati attēloti 3.28. un 3.29. att. DPPH aktivitāte analizētajos produktos pēc apstrādes KZT būtiski pieaugusi vidēji par 100% salīdzinājumā ar produktu. Vēl augstāki rādītāji konstatēti ABTS aktivitātē. S7 paraugā tā ir par 466% procentiem augstāka nekā produktā, bet paraugā D3 tikai par 54%.

Diezgan plaši veikts fenolsavienojumu un antiradikālās aktivitātes biopieejamības izvērtējums un bieži konstatēts pieaugums pēc *in vitro* apstrādes. Taču pastāv liela varbūtība, ka pēc pētījumiem *in vivo* varētu novērot mazāku efektivitāti, jo fenolsavienojumu biopieejamība ķermenī lielā mērā atkarīga no to izdalīšanās no matricas un stabilitātes saglabāšana gremošanas laikā (Joaquim et al., 2017).



3.29. att. **Reducēšanas spējas izvērtējums modificētas struktūras produktos pēc *in vitro*** / Fig. 3.29. *Evaluation of radical reducing power in the texture modified products after in vitro*

Produktu sagremojamības ietekme uz Zn, Fe, Ca, K un Mg redzama 3.25. tabulā. Vairumā sagatavoto produktu minerālvielu saturs ir pieaudzis pēc apstrādes KZT. Paraugā D3 novērots, ka samazinājies Fe saturs pēc apstrādes KZT, sākotnēji tā saturs produktā bija 17.40 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā, bet pēc apstrādes 15.75 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā, līdzīgas izmaiņas konstatētas arī Ca un Mg saturā. Ca saturs mainījās no 951.30 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā uz 608.74 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā, bet Mg no 128.73 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā uz 95.53 mg 100 g<sup>-1</sup> sausnā.

Novērota tendence, ka Ca un Mg saturs praktiski visos produktos bija samazinājies pēc apstrādes KZT, tādejādi var secināt, ka ne viss produktu sastāvā esošais daudzums ir pieejams izmantošanai organismā.

**Zn, Fe, Ca, K, Mg izmaiņas modificētas struktūras produktos pēc *in vitro* /**  
*Changes of Zn, Fe, Ca, K, Mg in texture modified products after in vitro*

Paraugs / Sample	Zn, mg 100 g <sup>-1</sup> sausnas / dry matter		Fe, mg 100 g <sup>-1</sup> sausnas / dry matter		Ca, mg 100 g <sup>-1</sup> sausnas / dry matter		K, mg 100 g <sup>-1</sup> sausnas / dry matter		Mg, mg 100 g <sup>-1</sup> sausnas / dry matter	
	Produktā / In product	Pēc <i>in vitro</i> / after in vitro	Produktā / In product	Pēc <i>in vitro</i> / after in vitro	Produktā / In product	Pēc <i>in vitro</i> / after in vitro	Produktā / In product	Pēc <i>in vitro</i> / after in vitro	Produktā / In product	Pēc <i>in vitro</i> / after in vitro
<b>D1</b>	11.51	15.32↑	19.12	52.18↑	1055.06	880.78↑	890.21	1430.95↑	136.50	136.90
<b>D2</b>	10.68	18.69↑	14.96	34.43↑	1040.28	1225.57↑	746.06	1497.54↑	129.95	148.03↑
<b>D3</b>	11.44	11.78	17.40	15.75↓	951.30	608.74↓	634.20	904.68↑	128.73	95.53↓
<b>D4</b>	12.02	17.39↑	17.20	28.10↑	1005.61	1001.47	700.77	1226.80↑	138.05	136.31
<b>S6</b>	12.64	14.58↑	20.37	39.64↑	1095.24	763.89↓	981.68	1331.97↑	194.51	159.55↓
<b>S7</b>	12.57	16.70↑	18.53	28.89↑	1055.43	864.04↓	1063.02	1489.15↑	194.38	169.47↓
<b>S8</b>	12.56	16.16↑	16.90	29.02↑	1138.18	998.61↓	894.56	1342.87↑	196.80	173.55↓
<b>S9</b>	9.81	19.09↑	11.10	28.24↑	812.06	943.13↑	669.54	1459.88↑	132.91	166.60↑

↑ Minerālvielas saturs pēc *in vitro* apstrādes ir palielinājies salīdzinājumā ar daudzumu produktā. / Mineral content has increased after *in vitro* digestion compared to product.

↓ Minerālvielas saturs pēc *in vitro* apstrādes ir samazinājies salīdzinājumā ar daudzumu produktā. / Mineral content has decreased after *in vitro* digestion compared to product.

### Nodaļa 3.5 kopsavilkums

Viens no noslēdzošajiem posmiem jaunu modificētas struktūras produktu izstrādē disfāgijas pacientiem bija sagatavoto produktu ražošanas pārnese industriālos apstākļos. Šī posma īstenošanai tika ņemti vērā iepriekšējā eksperimentā konstatētie novērojumi par minerālvielu un vitamīnu nepietiekamu daudzumu izstrādātajos produktos, tādēļ produktu receptūrām pievienots vitamīnu un minerālvielu komplekss, un veiktas proporcionālas sastāva izmaiņas jau izveidoto produktu receptūrās.

Produkts termiski apstrādāts analogi laboratorijas pētījuma laikā izmantotajiem režīmiem ar nelielām modifikācijām. Vakuuma vārīšana veikta  $78\pm 2$  °C, 20 min, kam sekoja produktu karstā fasēšana stāvpakās un sterilizācija 118 °C, 10 min. Trīs mēnešu uzglabāšanas laikā telpas temperatūrā tika novērotas C vitamīna svārstības, kas varētu būt saistītas ar daļas askorbīnskābes pāreju oksidētajā un reducētajā formā. Kopējais fenolu saturs izstrādātajos produktos pirms uzglabāšanas bija robežās no  $151.01\pm 7.31$  mg 100 g<sup>-1</sup> produktā S7 līdz  $245.21\pm$  mg 100 g<sup>-1</sup> produktā D1, kas uzglabāšanas laikā visos produktos samazinājās, kamēr antiradikālā aktivitāte DPPH un radikāļu saistīšanas spēja ABTS vērtētajos produktos saglabājās salīdzinoši stabila.

Produktiem noteikts kopējais šķiedrvielu, olbaltumvielu un tauku saturs, kā arī veikts enerģētiskās vērtības aprēķins. Šos produktus salīdzinot ar komerciāli jau pieejamiem produktiem, saskatāmas gan pozitīvas, gan negatīvas atšķirības. Piemēram, jaunizveidotajos modificētās struktūras produktos ir ievērojami augstāks šķiedrvielu saturs, arī olbaltumvielu saturs ir uzskatāms par atbilstošu konkrētās patērētāju grupas vajadzībām, taču produktu enerģētiskā vērtība ir zemāka, kā arī produktu atsevišķi reoloģiskie rādītāji ir pārāk augsti.

Analizējot šo produktu vitamīnu un minerālvielu saturu, vērojama pozitīva pievienotā vitamīnu un minerālvielu kompleksa ietekme. Šie rādītāji pat pārsniedz ES regulā 2016/128 rekomendētās maksimālās robežas. Taču būtu vērtīgi veikt atkārtotu vitamīnu un minerālvielu analīzi un noskaidrot vai un cik lieli zudumi rodas produktu uzglabāšanas laikā.

Veicot produktu sagrejojamības izvērtēšanu *in vitro* konstatēts, ka kopējo karotīnu biopieejamība ir zemāka par produktos esošo saturu, pārrēķinot uz sausu. Līdzīgi novērojumi konstatēti analizējot Ca un Mg saturu produktos. Pretēji šiem novērojumiem kopējo fenolu, antiradikālās aktivitātes un reducēšanas spēju biopieejamība pēc *in vitro* palielinājās.

### Summary of Chapter 3.5

*One of the final stages in the development of new texture modified products was the transfer of the prepared product production to industrial environment. To implement this stage, the observations made in the previous experiments on the insufficient content of minerals and vitamins in the developed products were taken into account, therefore a premix of vitamins and minerals was added to the product formulations and proportional changes were made in the formulations of already developed products.*

*The product was heat-treated analogous to the modes used during the laboratory study with minor modifications. Vacuum cooking was performed at  $78\pm 2$  °C for 20 min, followed by hot filling of the products in stand-up pouches and sterilisation at 118 °C for 10 min. During 3 months of storage, variations in vitamin C content were observed, which may be related to the conversion of some ascorbic acid to the oxidized and reduced forms. In the products the total phenol content before storage ranged from  $151.01\pm 7.31$  mg of 100 g<sup>-1</sup> product S7 to  $245.21\pm$  mg of 100 g<sup>-1</sup> product D1, which decreased in all products during storage, while the antiradical activity DPPH and radical scavenging capacity ABTS in the evaluated products remained relatively stable.*

*The total fibre, protein and fat content of the products was determined, as well as the energy value was calculated. There are both positive and negative differences between these*

*products and those already commercially available. Thus, for example, newly developed products have a significantly higher fibre content, the protein content is also considered to meet the needs of a particular consumer group, but the energy value of the products is lower and some of the rheological parameters of the products are too high.*

*Analysing the vitamin and mineral content of these products, a positive effect of the added vitamin and mineral premix was observed. These figures even exceeded the values recommended by EU Regulation 2016/128. However, it would be worthwhile to repeat the analysis of vitamins and minerals and find out whether and to what extent losses occur during storage of the products.*

*The in vitro evaluation of the digestibility of the products showed that the bioavailability of total carotene is lower than the content per dry matter of the products, similar observations were made by analysing the content of Ca and Mg in the products. In contrast to these observations, the bioavailability of total phenol, radical scavenging activity and radical reducing power increased after in vitro digestion.*

## SECINĀJUMI

1. Ar izstrādātajām caur zondi lietojamo enterālo produktu Z1 un Z2 receptūrām no augu un dzīvnieku izejvielām ir iespējams nodrošināt pietiekamu E, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub> vitamīnu daudzumu, bet nav iespējams nodrošināt pietiekamu B<sub>1</sub> un B<sub>6</sub> vitamīna daudzumu.
2. Modificētas struktūras paraugos Sp2 un Sp3 ar palielinātu olbaltumvielu saturu, kas izstrādāti no augu un dzīvnieku izejvielām, ir nepietiekams selēna un cinka saturs, zems dzelzs saturs, kā arī zema enerģētiskā vērtība.
3. Pilnveidojot sākotnējās receptūras Sp1, Sp2 un Sp3, tika iegūti deviņi modificētas struktūras produkti (D1 līdz D5 un S6 līdz S9) ar augstāku enerģētisko vērtību un plašāku garšu profilu.
4. Papildinot izstrādātās modificētas struktūras produktu receptūras ar vitamīnu un minerālvielu kompleksu, ir iespējams būtiski paaugstināt vitamīnu un minerālvielu saturu produktos.
5. Pētījuma laikā izstrādātajiem modificētas struktūras produktiem vidējā enerģētiskā vērtība ir 160 kcal 100 g<sup>-1</sup> produkta, tiem ir augsts olbaltumvielu un šķiedrvielu saturs, taču to minerālvielu un vitamīnu saturs tikai daļēji atbilst normatīvo aktu prasībām, tādēļ šie produkti uzskatāmi par piemērotiem uztura papildināšanai, bet nevar būt vienīgais disfāgijas pacientu uzturs.
6. Augstspiedienā apstrādātos paraugos, kas izgatavoti no svaigām sulām, ir lielāks bioloģiski aktīvo savienojumu satura samazinājums, salīdzinot ar paraugiem, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, bet pielietotajam spiedienam (400–600 MPa) nav būtiska ietekme.
7. Vakuuma vārīšanas režīms būtiski neietekmē izstrādāto caur zondi lietojamo produktu kopējo fenolu saturu un antiradikālo aktivitāti atkarībā no izejvielas veida (svaiga sula vai pusfabrikāts). Tomēr produktiem, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, ir augstāks kopējo karotīnu un antociānu saturs.
8. Caur zondi lietojamajos produktos, kas izgatavoti no pusfabrikātiem, izmantojot augstspiediena apstrādi, mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu, raugu, pelējumu un *Esherichia coli* skaits nepārsniedza pieļaujamo robežu 4 nedēļu uzglabāšanas laikā telpas temperatūrā, savukārt vakuumā vārīto paraugu derīguma termiņš nepārsniedza 2 nedēļas.
9. Pēc modificētas struktūras produktu *in vitro* apstrādes kuņģa zarnu trakta simulācijas sistēmā kopējo fenolu, antiradikālā aktivitāte un reducēšanas spēja būtiski ( $p < 0.05$ ) palielinājās.
10. Promocijas darba pētījumos iegūtie rezultāti daļēji apstiprina izvirzīto hipotēzi – izmantojot dabīgas izcelsmes augu un dzīvnieku valsts produktus, iespējams izstrādāt produktus, kas nodrošina nepieciešamās uzturvielas īpašas diētas produktos.



## CONCLUSIONS

1. The developed enteral tube feed recipes Z1 and Z2 can provide sufficient amounts of vitamins E, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, but could not provide sufficient amounts of vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>6</sub>.
2. Texture modified food samples Sp2 and Sp3 have insufficient selenium and zinc content, as well as low iron content and low energy value.
3. By supplementing the developed texture modified product recipes with a vitamins and minerals premix, it is possible to significantly increase the content of vitamins and minerals in the products.
4. By improving the recipes of the initial samples Sp1, Sp2 and Sp3, nine texture modified products (D1 to D5 and S6 to S9) with a higher energy value and a wider taste profile were obtained.
5. Texture modified products developed during the study have an average energy value of 160 kcal per 100 g<sup>-1</sup> of product, they have a high content of proteins and dietary fibres, but their mineral compound and vitamin content partly complies with regulatory requirements, therefore it is considered to be suitable as a diet supplementary product, but may not be the only diet for patients with dysphagia.
6. High-pressure treated samples made from fresh juices have a greater reduction in the content of biologically active compounds compared to samples made from semi-finished products, but there is no significant difference depending on the applied pressure (400-600 MPa).
7. The vacuum cooking mode does not significantly affect the total phenol content and antiradical activity of the developed enteral tube feed products depending on the type of raw material. However, products made from semi-finished products have a higher content of total carotene and anthocyanins.
8. In enteral tube feed products made from semi-finished products using high pressure treatment, the number of total plate count, yeasts, molds and *E. coli* did not exceed the limit for 4 weeks at room temperature and in vacuum-cooked samples did not exceed 2 weeks.
9. After *in vitro* treatment of the texture modified products in the gastrointestinal simulation system, the total phenol, antiradical activity and reducing ability increased significantly ( $p < 0.05$ ).
10. The results obtained in the research of the doctoral thesis partially confirm the hypothesis - by using products of natural plant and animal origin, it is possible to develop products that provide the recommended nutrients in food for special medical purposes.

## INFORMĀCIJAS AVOTI / REFERENCES

1. Aislado, C., Cucurbita, D. E. C., Invierno, C. D. E. (2018). Biological and serological characteristics of Zucchini yellow mosaic virus isolated from zucchini (*Cucurbita pepo*), Squash 9C.maxima), and pumpkin (*C.moschata*). *Agro-Ciencia*, **52**(7), 1005–1011.
2. Alam, Z., Morales, H. R., Roncal, J. (2016). Environmental conditions affect phenolic content and antioxidant capacity of leaves and fruits in wild partridgeberry (*Vaccinium vitis-idaea*). *Botany*, **13**(April), cjb-2016-0041.
3. Alam, Z., Roncal, J., Peña-Castillo, L. (2018). Genetic variation associated with healthy traits and environmental conditions in *Vaccinium vitis-idaea*. *BMC Genomics*, **19**(1), 4.
4. Andrés, V., Villanueva, M.-J., Tenorio, M.-D. (2016a). Influence of high pressure processing on microbial shelf life, sensory profile, soluble sugars, organic acids, and mineral content of milk- and soy-smoothies. *LWT - Food Sci. Technol.*, **65**, 98–105.
5. Andrés, V., Villanueva, M. J., Tenorio, M. D. (2016b). The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds, and antioxidant activity in smoothies during refrigerated storage. *Food Chem.*, **192**, 328–335.
6. AOAC 920.39 Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed. (n.d.).
7. AOAC 985.29 Total Dietary Fiber in Foods. (n.d.).
8. Assous, M. T. M., Saad, E. M. S., Dyab, A. S. (2014). Enhancement of quality attributes of canned pumpkin and pineapple. *Ann. Agric. Sci.*, **59**(1), 9–15.
9. Astley, S., Finglas, P. (2016). Nutrition and Health. *Ref. Modul. Food Sci.*, 1–6.
10. Atherton, M., Bellis-Smith, N., Cichero, J. A. Y., Suter, M. (2007). Texture-modified foods and thickened fluids as used for individuals with dysphagia: Australian standardised labels and definitions. *Nutr. Diet.*, **64**(SUPPL. 2), 53–76.
11. Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Lockett, T., Osmond, M., Sanguansri, P., Stonehouse, W., Zajac, I., Cobiac, L. (2016). Role of food processing in food and nutrition security. *Trends Food Sci. Technol.*, **56**, 115–125.
12. Bach, V., Jensen, S., Kidmose, U., Sørensen, J. N., Edelenbos, M. (2013). The effect of culinary preparation on carbohydrate composition, texture and sensory quality of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *LWT - Food Sci. Technol.*, **54**(1), 165–170.
13. Baijens, L. W. J., Clave, P., Cras, P., Ekberg, O., Forster, A., Kolb, G. F., Leners, J. C., Masiero, S., Mateos-Nozal, J., Ortega, O., Smithard, D. G., Speyer, R. (2016). European society for swallowing disorders - European union geriatric medicine society white paper: Oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome. *Clin. Interv. Aging*, **11**, 1403–1428.
14. Barba, F. J., Terefe, N. S., Buckow, R., Knorr, D., Orlien, V. (2015). New opportunities and perspectives of high pressure treatment to improve health and safety attributes of foods. A review. *Food Res. Int.*, **77**, 725–742.
15. Baum, J. I., Howard, L. R., Prior, R. L., Lee, S.-O. (2016). Effect of *Aronia melanocarpa* (Black Chokeberry) supplementation on the development of obesity in mice fed a high-fat diet. *J. Berry Res.*, **6**, 203–212.
16. Bellows, L., Moore, R. (2012). *Water-Soluble Vitamins: B-Complex and Vitamin C*.
17. BeMiller, J. N. (2019). Carbohydrate Nutrition, Dietary Fiber, Bulking Agents, and Fat Mimetics. In *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (pp. 323–350). Elsevier Inc. in cooperation with AACC International.
18. Biesiada, A., Kucharska, A., Sokół-Łętowska, A., Nawirska, A. (2011). Chemical Composition of Pumpkin Fruit Depending on Cultivar and Storage. *Ecol. Chem. Eng.*, **18**(1), 9–18.
19. Bogaardt, H. C. A., Burger, J. J., Fokkens, W. J., Bennink, R. J. (2007). Viscosity Is Not a Parameter of Postdeglutitive Pharyngeal Residue: Quantification and Analysis with Scintigraphy. *Dysphagia*, **22**, 145–149.
20. Braga, A. R. C., Murador, D. C., de Souza Mesquita, L. M., de Rosso, V. V. (2018). Bioavailability of anthocyanins: Gaps in knowledge, challenges and future research. *J. Food Compos. Anal.*, **68**, 31–40.
21. Buckiuniene, V., Alencikiene, G., Miezeleiene, A., Raceviciute-stupeliene, A., Bliznikas, S., Gruzauskas, R., Academy, V. (2018). *EFFECT OF SUNFLOWER AND RAPESEED OIL , ORGANIC AND INORGANIC SELENIUM AND VITAMIN E IN THE DIET ON YOLK FATTY ACIDS PROFILE , MALONDIALDEHYDES CONCENTRATION AND SENSORY QUALITY OF LAYING*. **76**(98).

22. Carbonell-Capella, J. M., Barba, F. J., Esteve, M. J., Frígola, A. (2013). *High pressure processing of fruit juice mixture sweetened with Stevia rebaudiana Bertoni: Optimal retention of physical and nutritional quality.*
23. Cardoso, C., Audia Afonso, C., Lourenço, H., Costa, S., Nunes, M. L. (2015). Bioaccessibility assessment methodologies and their consequences for the risk/benefit evaluation of food. *Trends Food Sci. Technol.*, **41**, 5–23.
24. Castro-López, C., Sánchez-Alejo, E. J., Saucedo-Pompa, S., Rojas, R., Aranda-Ruiz, J., Martínez-Avila, G. C. G. (2016). Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. *Heliyon*, **2**(9).
25. Chang, S. K. (2019). How Food Structure and Processing Affect the Bioavailability of Nutrients and Antioxidants. *Encycl. Food Chem.*, 158–166.
26. Chen, J., Sun, H., Wang, Y., Wang, S., Tao, X., Sun, A. (2014). Stability of Apple Polyphenols as a Function of Temperature and pH. *Int. J. Food Prop.*, **17**(8), 1742–1749.
27. Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chem.*, **272**, 192–200.
28. Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., Duivesteyn, J., Kayashita, J., Lecko, C., Murray, J., Pillay, M., Riquelme, L., Stanschus, S. (2017). Development of International Terminology and Definitions for Texture-Modified Foods and Thickened Fluids Used in Dysphagia Management: The IDDSI Framework. *Dysphagia*, **32**(2), 293–314.
29. Cilla, A., Bosch, L., Barberá, R., Alegría, A. (2018a). *Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds – A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols.*
30. Cilla, A., Bosch, L., Barberá, R., Alegría, A. (2018b). Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds – A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols. *J. Food Compos. Anal.*, **68**, 3–15.
31. Clavé, P., De Kraa, M., Arreola, V., Girvent, M., Farré, R., Palomera, E., Serra-Prat, M. (2006). The effect of bolus viscosity on swallowing function in neurogenic dysphagia. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, **24**(9), 1385–1394.
32. Costa, A., Carrión, S., Puig-Pey, M., Juárez, F., Clavé, P. (2019). Triple adaptation of the mediterranean diet: Design of a meal plan for older people with oropharyngeal dysphagia based on home cooking. *Nutrients*, **11**(2).
33. Cvetković, B. R., Pezo, L. L., Mišan, A., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Ilić, N., Filipčev, B. (2019). The effects of osmotic dehydration of white cabbage on polyphenols and mineral content. *LWT-Food Sci. Technology*, **110**, 332–337.
34. Da Silva, E. do N., De Farias, L. O., Cadore, S. (2018). The total concentration and bioaccessible fraction of nutrients in purées, instant cereals and infant formulas by ICP OES: A study of Dietary Recommended Intakes and the importance of using a standardized in vitro digestion method. *J. Food Compos. Anal.*, **68**, 65–72.
35. Dalija Segliņa. (2007). *Smiltsērķšķu augļi un to pārstrādes produkti/ Sea buckthorn fruits and their processing products* [Latvijas Lauksaimniecības universitāte/ Latvia university of agriculture].
36. De Vries, J. (2017). *Quality testing in open pollinated crop varieties Inner and outer crop quality testing in open pollinated pumpkin, red cabbage and carrot varieties.*
37. Denoya, G. I., Nanni, M. S. (2016). Biochemical and microstructural assessment of minimally processed peaches subjected to high-pressure processing: Implications on the freshness condition. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, **36**, 212–220.
38. Drózd, P., Sežiene, V., Wójcik, J., Pyrżyńska, K. (2018). Evaluation of bioactive compounds, minerals and antioxidant activity of lingonberry (*vaccinium vitis-idaea* L.) Fruits. *Molecules*, **23**(1), art. 53.
39. Druml, C., Ballmer, P. E., Druml, W., Oehmichen, F., Shenkin, A., Singer, P., Soeters, P., Weimann, A., Bischoff, S. C. (2016). ESPEN guideline on ethical aspects of artificial nutrition and hydration. *Clin. Nutr.*, **35**(3), 545–556.
40. DTU Fodevareinstituttet. (2019). Frida Fooddata.Dk.
41. Emami, M. R., Jamshidi, S., Zarezadeh, M., Khorshidi, M., Olang, B., Sajadi Hezaveh, Z., Sohoul, M., Aryaeian, N. (2021). Can vitamin E supplementation affect obesity indices? A systematic review and meta-analysis of twenty-four randomized controlled trials. *Clin. Nutr.*,

xxxx.

42. Escuro, A. A. (2014). Blenderized Tube Feeding: Suggested Guidelines to Clinicians. *Pract. Gastroenterol.*, **136**, 58–66.
43. Espley, R. V., Butts, C. A., Laing, W. A., Martell, S., Smith, H., Mcghe, T. K., Zhang, J., Paturi, G., Hedderley, D., Bovy, A., Schouten, H. J., Putterill, J., Allan, A. C., Hellens, R. P. (2014). Dietary Flavonoids from Modified Apple Reduce Inflammation Markers and Modulate Gut Microbiota in Mice 1-3. *J. Nutr. Nutr. Physiol. Metab. Nutr. Interact.*, **144**, 146–154.
44. European Commission. (2016). COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2016/128 of 25 September 2015 supplementing Regulation (EU) No 609/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the specific compositional and information requirements for food for special medical purp. *Off. J. Eur. Union*, **2015**(March 1999), 30–43.
45. Evans, E., Samuel, E., Redmond, E., Taylor, H. (2021). Exploring *Listeria monocytogenes* perceptions in small and medium sized food manufacturers: Technical leaders' perceptions of risk, control and responsibility. *Food Control*, **126**, 108078.
46. Fanali, C., D'orazio, G., Fanali, S., Gentili, A. (2017). Advanced analytical techniques for fat-soluble vitamin analysis. *Trends Anal. Chem.*, **87**, 82–97.
47. Feldmane, D., Ikase, L., Rubauskis, E., Skrīvele, M., Drudze, I. (2015). *Augļkopība* (Ikase Laila (Ed.)). LV Augļkopības institūts.
48. Fernández-García, E., Carvajal-Lérída, I., Pérez-Gálvez, A. (2009). In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutr. Res.*, **29**, 751–760.
49. Fernández-Jalao, I., Sánchez-Moreno, C., De Ancos, B. (2019). Effect of high-pressure processing on flavonoids, hydroxycinnamic acids, dihydrochalcones and antioxidant activity of apple 'Golden Delicious' from different geographical origin. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, **51**, 20–31.
50. Fuleki, T., Francis, F. J. (1968). Quantitative Methods for Anthocyanins.. *J. Food Sci.*, **33**(1), 78–83.
51. Galoburda, R., ... (2012). Vitamīni. In E. Straumīte (Ed.), *Bioloģiski aktīvās vielas pārtikas produktos. Monogrāfija* (pp. 15–90). LLU.
52. Gharibzahedi, S. M. T., Jafari, S. M. (2017). The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends Food Sci. Technol.*, **62**, 119–132.
53. Gramlich, L., Hurt, R. T., Jin, J., Mundi, M. S. (2018). Home Enteral Nutrition: Towards a Standard of Care. *Nutrients*, **10**(1020).
54. Gregory, J. . (2017). Fennema's Food Chemistry, Fifth Edition. In *Fennema's Food Chemistry* (Fifth Edit). CRC Press.
55. Guillon, F., Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res. Int.*, **33**(3–4), 233–245.
56. Hadde, E. K., Chen, J. (2020). *Texture and texture assessment of thickened fluids and texture-modified food for dysphagia management. June*, 1–12.
57. Hassan, M. A., Taha, T. H., Hamad, G. M., Hashem, M., Alamri, S., Mostafa, Y. S. (2020). Biochemical characterisation and application of keratinase from *Bacillus thuringiensis* MT1 to enable valorisation of hair wastes through biosynthesis of vitamin B-complex. *Int. J. Biol. Macromol.*, **153**, 561–572.
58. Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2015a). Physico-Chemical and Structural Characteristics of Vegetables Cooked Under Sous-Vide, Cook-Vide, and Conventional Boiling. *J. Food Sci.*, **80**(8), E1725–E1734.
59. Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2015b). Physico-Chemical and Structural Characteristics of Vegetables Cooked Under Sous-Vide, Cook-Vide, and Conventional Boiling. *J. Food Sci.*
60. Iborra-Bernad, C., Tárrega, A., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2014). Comparison of Vacuum Treatments and Traditional Cooking Using Instrumental and Sensory Analysis. *Food Anal. Methods*, **7**(2), 400–408.
61. Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. (2013). *Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods.*
62. Iborra-Bernad, Consuelo, Garcia-Segovia, P., Martinez-Monzo, J. (2014). Effect of vacuum cooking treatment on physicochemical and structural characteristics of purple-flesh potato. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **49**, 943–951.

63. *Irish Consistency Descriptors for Modified Fluids and Food CONSENSUS DOCUMENT*. (2009).
64. *ISO 1442:1973 - Meat and meat products -- Determination of moisture content*. (n.d.).
65. *ISO 15214:1998 - Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria -- Colony-count technique at 30 degrees C*. (n.d.).
66. *ISO 20483:2013 - Cereals and pulses -- Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content -- Kjeldahl method*. (n.d.).
67. *ISO 21527-1:2008 - Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds -- Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95*. (n.d.).
68. *ISO 2173:2003 - Fruit and vegetable products -- Determination of soluble solids -- Refractometric method*. (n.d.).
69. *ISO 2917:1999 - Meat and meat products -- Measurement of pH -- Reference method*. (n.d.).
70. *ISO 4833-1:2013 - Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the enumeration of microorganisms -- Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique*. (n.d.).
71. *ISO 6496:1999 - Animal feeding stuffs -- Determination of moisture and other volatile matter content*. (n.d.).
72. *ISO 6887-4:2003 - Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination -- Part 4: Specific rules for the preparation of products other than milk and milk products, meat and meat products, and fish and fishery products*. (n.d.).
73. *ISO 7251:2005 - Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli* -- Most probable number technique*. (n.d.).
74. *ISO 750:1998 - Fruit and vegetable products -- Determination of titratable acidity*. (n.d.).
75. Jančíhová, K., Habánová, M., Mrázová, J., Gažarová, M., Kopčková, J. (2020). Assessment of the intake of selected minerals in population of premenopausal women based on specific socio-demographic indicators. *Slovak J Ournal Food Sci.*, **14**(September), 704–712.
76. Jansone, L., Kampuse, S. (2019). Comparison of Chemical composition on fresh and Fermented cabbage juice. *FoodBalt 2019 13th Balt. Conf. Food Sci. Technol. "Food.Nutrition.Well-Being."* *NEEFood 2019 5th North East Eur. Congr. Food*, 160–164.
77. Jantaharn, P., Mongkolthanaruk, W., Senawong, T., Jogloy, S., McCloskey, S. (2018). Bioactive compounds from organic extracts of *Helianthus tuberosus* L. flowers. *Ind. Crops Prod.*, **119**(September 2017), 57–63.
78. Jäpelt, R. B., Jakobsen, J. (2016). Analysis of vitamin K 1 in fruits and vegetables using accelerated solvent extraction and liquid chromatography tandem mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization. *Food Chem.*, **192**, 402–408.
79. Jin, P., Wang, Y., Gao, H., Chen, H., Zheng, Y., Wang, C. Y. (2012). Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. *Food Chem.*, **132**, 399–405.
80. Joaquim, J., Neto, L., Silva, T., Almeida, D., Lima, J., Medeiros, D., Rogério, L., Borges, T., Isabel, A., Maia, V., Riceli, P., Ribeiro, V., Sousa, E., Brito, D., Felipe, D., Fontenele, A., Carvalho, U. (2017). *ScienceDirect Impact of bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in biological systems upon the antioxidant activity of the ethanolic extract of *Triplaris gardneriana* seeds*. **88**, 999–1007.
81. Jones, L, Rm, W., Wilkins, S., Pizer, B. (2011). *Nutritional support in children and young people with cancer undergoing chemotherapy ( Review )*. **1311**(5), 1236–1311.
82. Jones, Leanne, Watling, R. M., Wilkins, S., Pizer, B. (2011). Cochrane Review: Nutritional support in children and young people with cancer undergoing chemotherapy. *Evidence-Based Child Heal. A Cochrane Rev. J.*, **6**(4), 1236–1311.
83. Joosten, K. F. M., Hulst, J. M. (2008). Prevalence of malnutrition in pediatric hospital patients. *Curr Opin Pediatr*, **20**, 590–596.
84. Judprasong, K., Archeepsudcharit, N., Chantapiriyapoon, K., Tanaviyutpakdee, P., Temviriyankul, P. (2018). Nutrients and natural toxic substances in commonly consumed Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber. *Food Chem.*, **238**, 173–179.
85. Kampuse, S., Kruma, Z., Klava, D., Ozola, L., Galoburda, R., Straumite, E. (2019). The evaluation of organically grown apple cultivars for special diet puree production. *FoodBalt 2019 13th Balt. Conf. Food Sci. Technol. "Food.Nutrition.Well-Being."* *NEEFood 2019 5th North East Eur. Congr. Food*, 143–148.

- 86.Kays, S., Nottingham, S. (2007). *Biology and chemistry of Jerusalem artichoke: Helianthus tuberosus L.*
- 87.Khan, N. C., West, C. E., De Pee, S., Bosch, D., Ha, D. P., Hulshof, P. J. M., Ha, H. K., Verhoef, H., Hautvast, J. G. A. J. (2007). The contribution of plant foods to the vitamin A supply of lactating women in Vietnam: A randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.*, **85**(4), 1112–1120.
- 88.Kim, M. Y., Kim, E. J., Kim, Y.-N., Choi, C., Lee, B.-H. (2012). Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutr. Res. Pract.*, **6**(1), 21.
- 89.Kivimäki, A. S., Ehlers, P. I., Siltari, A., Turpeinen, A. M., Vapaatalo, H., Korpela, R. (2012). Lingonberry, cranberry and blackcurrant juices affect mRNA expressions of inflammatory and atherothrombotic markers of SHR in a long-term treatment. *J. Funct. Foods*, **4**(2), 496–503.
- 90.Kivimäki, A. S., Siltari, A., Ehlers, P. I., Korpela, R., Vapaatalo, H. (2013). Lingonberry juice lowers blood pressure of spontaneously hypertensive rats (SHR). *J. Funct. Foods*, **5**(3), 1432–1440.
- 91.Komisijas delīgētā regula (ES) 2016/128, ar ko attiecībā uz īpašām sastāva un informācijas prasībām, kuras piemēro īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētai pārtikai, papildina Eiropas Parlamenta un Padomes Regulu (ES) Nr.609/2013, (2015).
- 92.Kruizenga, H., Beijer, S., Rd, P., Huisman-De Waal, G., Jonkers-Schuitema, C., Rd, B., Klos, M., Rn, B., Remijnse-Meester, W., Thijs, A., Tieland, M., Witteman, B. (2017). *Guideline on malnutrition* (p. 36). Dutch Malnutrition Steering Group.
- 93.Landl, A., Abadias, M., Sárraga, C., Viñas, I., Picouet, P. A. (2010). Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple purée product. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, **11**, 557–564.
- 94.Lavinia, B. C., Manea, I., Bratu, M. G., Avram, D., Nicolescu, C. L. (2012). Evaluation of the cabbage and cucumber juices as substrate for *Lactobacillus acidophilus* LA-5. *Rom. Biotechnol. Lett.*, **17**(4), 7418–7429.
- 95.Lee, S. Il, Yoo, J. Y., Kim, M., Ryu, J. S. (2013). Changes of Timing Variables in Swallowing of Boluses With Different Viscosities in Patients With Dysphagia Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **94**, 120–126.
- 96.Liepiņa, I., Nikolajeva, V., Jākobsone, I. (2013). Antimicrobial activity of extracts from fruits of *Aronia melanocarpa* and *Sorbus aucuparia*. *Environ. Exp. Biol.*, **11**, 195–199.
- 97.Lochs, H., Allison, S. P., Meier, R., Pirlich, M., Kondrup, J., Schneider, S., van den Berghe, G., Pichard, C. (2006). Introductory to the ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Terminology, Definitions and General Topics. *Clin. Nutr.*, **25**(2), 180–186.
- 98.Lukša, J., Vepšaitė-Monstavičė, I., Yurchenko, V., Serva, S., Servienė, E. (2018). High content analysis of sea buckthorn, black chokeberry, red and white currants microbiota – A pilot study. *Food Res. Int.*, **111**, 597–606.
- 99.Mākslīgā barošana. (1984). In *Populārā medicīnas enciklopēdija* (Otrais izd, p. 291 no 623). Galvenā enciklopēdiju redakcija, Rīga.
- 100.Martinez-Hernandez, G. B., Artes-Hernandez, F., Colares-Souza, F., Gomez, P. A., Garcia-Gomez, P., Artes-Hernandez, F. (2013). Innovative Cooking Techniques for Improving the Overall Quality of a Kailan-Hybrid Broccoli. *Food Bioprocess Technol.*, **6**(8), 2135–2149.
- 101.Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carri, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, L. S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., ... Jorge, I. P. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus †. *Food Funct*, **5**, 1113–1124.
- 102.MK noteikumi Nr. 461 “Prasības pārtikas kvalitātes shēmām, to ieviešanas, darbības, uzraudzības un kontroles kārtība,” (2014).
- 103.Morariu, A., Rusu, T., Morariu, A. D. (2017). The influence of different fertilizers on the chemical composition of carrots. *Res. J. Agric. Sci.*, **49**(4), 328–335.
- 104.National Dysphagia Diet: Standardization for Optimal Care. (2002). In *National Dysphagia Diet Task Force*.
- 105.National Patient Safety Agency. (2011). *Dysphagia Diet Food Texture Descriptors*.
- 106.Nawirska-Olszanskaska, A., Biesiada, A., Sokół-Łętowska, A., Kucharska, A. Z. (2014). Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. *Food Chem.*, **148**, 415–419.

- 107.Nile, S. H., Park, S. W. (2014). Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, **30**(2), 134–144.
- 108.Oey, I., Van der Plancken, I., Van Loey, A. (2008). Does high pressure processing influence nutritional aspects of plant based food systems? *Trends Food Sci. Technol.*, **19**(6), 300–308.
- 109.Olas, B. (2018). Berry phenolic antioxidants - implications for human health? *Front. Pharmacol.*, **9**, 1–14.
- 110.Ozola, L., Kampuse, S. (2016). *Irbeņu izmantošanas iespējas ķirbju-irbeņu mērču gatavošanā*. Latvijas Lauksaimniecības universitāte.
- 111.Ozola, L., Kampuse, S. (2018). Influence of Heat Treatment Methods on Bioactive Compound Concentrations in Pumpkin – Guelder Rose (*Viburnum opulus*) Sauces. *Proc. Latv. Acad. Sci. Sect. B. Nat. Exact, Appl. Sci.*, **72**(2), 97–102.
- 112.Panghal, A., Virkar, K., Kumar, V. (2017). Development of Probiotic Beetroot Drink. *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, **5**(3), 257–262.
- 113.Pereira, C. C., Do Nascimento Da Silva, E., Ossanes De Souza, A., Vieira, M. A., Ribeiro, A. S., Cadore, S. (2018). Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. *J. Food Compos. Anal.*, **68**, 73–78.
- 114.Portari, V., Gonc, C. (2021). *The B-complex vitamins related to energy metabolism and their role in exercise performance : A narrative review Les vitamines du complexe B liées au métabolisme*. xxx.
- 115.Prieciņa, L., Kārklīņa, D. (2017). *Evaluation of biologically active compounds in fresh and dried vegetables and spices / Bioloģiski aktīvo savienojumu izvērtējums svaigos un kaltētos dārzeņos un garšaugos*. Latvia University of Agriculture.
- 116.Rakcejeva, T., Augspole, I., Dukalska, L., Dimins, F. (2012). Chemical Composition of Variety ‘ Nante ’ Hybrid Carrots Cultivated in Latvia. *Int. J. Nutr. Food Eng.*, **6**(4), 1120–1126.
- 117.Raudone, L., Raudonis, R., Liaudanskas, M., Janulis, V., Viskelis, P. (2017). Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, **216**, 186–192.
- 118.Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, **26**(9–10), 1231–1237.
- 119.Rokayya, S., Li, C.-J., Zhao, Y., Li, Y., Sun, C.-H. (2013). Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) Phytochemicals with Antioxidant and Anti-inflammatory Potential. *Asian Pacific J. Cancer Prev.*, **14**, 6657–6662.
- 120.Rozenbergs, V. (2011). Uztura mācība. In *Uztura mācība (Nutrition in Latvian)*. LLU.
- 121.Sánchez-Pujante, P. J., Borja-Martínez, M., Pedreño, M. Á., Almagro, L. (2017). Biosynthesis and bioactivity of glucosinolates and their production in plant in vitro cultures. *Planta*, **246**(1), 19–32.
- 122.Santhosh Kumar, B., Priyadarsini, K. I. (2014). Selenium nutrition: How important is it? *Biomed. Prev. Nutr.*, **4**, 333–341.
- 123.Sawicki, T., Wiczkowski, W. (2018). The effects of boiling and fermentation on betalain profiles and antioxidant capacities of red beetroot products. *Food Chem.*, **259**, 292–303.
- 124.*Selenium*. (2018). National Institutes of Health: Fact Sheet for Health Professionals.
- 125.Selga, G. (2009). *Enterālā ēdināšana* (Z. Stikute & A. Danilāns (Eds.)). SIA “GSE.”
- 126.Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *J. Food Sci. Technol.*, **49**(1), 22–32.
- 127.Shiri, M. A., Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D., Dadi, M. (2011). Changes in phenolic compounds and antioxidant capacity of fresh-cut table grape (*Vitis vinifera*) cultivar “Shahaneh” as influence by fruit preparation methods and packagings. *Aust. J. Crop Sci.*, **5**(12), 1515–1520.
- 128.Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Method Enzymol.*, **299**, 152–178.
- 129.Stackhouse, W. J. (2010). *Vitamin D: Biochemistry, Nutrition and Roles*. Nova Science Publishers, Inc.
- 130.Stathopoulou, M. G., Kanoni, S., Papanikolaou, G., Antonopoulou, S., Nomikos, T., Dedoussis, G. (2012). Mineral Intake. *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.*, **108**, 201–236.
- 131.Stinco, C. M., Pumilia, G., Giuffrida, D., Dugo, G., Meléndez-martínez, A. J., Vicario, I. M. (2019). Journal of Food Composition and Analysis Bioaccessibility of carotenoids , vitamin A

- and  $\alpha$ -tocopherol, from commercial milk-fruit juice beverages : Contribution to the recommended daily intake. *J. Food Compos. Anal.*, **78**(January), 24–32.
132. Sungsinchai, S., Niamnuy, C., Wattanapan, P., Charoenchaitrakool, M., Devahastin, S. (2019). Texture Modification Technologies and Their Opportunities for the Production of Dysphagia Foods: A Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, **0**, 15.
  133. Tang, G., Qin, J., Dolnikowski, G. G., Russell, R. M., Grusak, M. A. (2005). Spinach or carrots can supply significant amounts of vitamin A as assessed by feeding with intrinsically deuterated vegetables. *Am. J. Clin. Nutr.*, **82**(4), 821–828.
  134. Taniguchi, H., Tsukada, T., Ootaki, S., Yamada, Y., Inoue, M. (2008). Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing. *J Appl Physiol*, **105**, 791–799.
  135. Tarrega, A., Ramírez-Sucre, M. O., Vélez-Ruiz, J. F., Costell, E. (2012). Effect of whey and pea protein blends on the rheological and sensory properties of protein-based systems flavoured with cocoa. *J. Food Eng.*, **109**(3), 467–474.
  136. Trapl, M., Enderle, P., Nowotny, M., Teuschl, Y., Matz, K., Dachenhausen, A., Brainin, M. (2007). Dysphagia Bedside Screening for Acute-Stroke Patients The Gugging Swallowing Screen. *Stroke*, **38**, 2948–2952.
  137. Van Boekel, M., Fogliano, V., Pellegrini, N., Stanton, C., Scholz, G., Lalljie, S., Somoza, V., Knorr, D., Jasti, P. R., Eisenbrand, G. (2010). A review on the beneficial aspects of food processing. *Mol. Nutr. Food Res.*, **54**(9), 1215–1247.
  138. Vepštaitė-Monstavičė, I., Lukša, J., Stanevičienė, R., Strazdaitė-Žielienė, Ž., Yurchenko, V., Serva, S., Servienė, E. (2018). Distribution of apple and blackcurrant microbiota in Lithuania and the Czech Republic. *Microbiol. Res.*, **206**, 1–8.
  139. Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorell, R., Richter, L., Sachdev, S. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Matern. Child Undernutrition* **2**, **371**.
  140. Viljanen, K., Heiniö, R. L., Juvonen, R., Kössö, T., Puupponen-Pimiä, R. (2014). Relation of sensory perception with chemical composition of bioprocessed lingonberry. *Food Chem.*, **157**, 148–156.
  141. Vincevica-Gaile, Z., Klavins, M., Rudovica, V., Viksna, A. (2011). Trace and Major Elements in Food Articles in Latvia: Root Vegetables. *Sci. J. Riga Tech. Univ. Environ. Clim. Technol.*, **7**(1), 119–124.
  142. *Vitamins and Minerals chart*. (n.d.). Harvard University, National Institutes of Health.
  143. Wang, J., Wang, J., Ye, J., Kranthi Vanga, S., Raghavan, V. (2018). Influence of high-intensity ultrasound on bioactive compounds of strawberry juice: Profiles of ascorbic acid, phenolics, antioxidant activity and microstructure. *Food Control*, **96**, 128–136.
  144. Wang, K., Wu, Q., Li, Z., Reger, M. K., Xiong, Y., Zhong, G., Li, Q., Zhang, X., Li, H., Foukakis, T., Xiang, T., Zhang, J., Ren, G. (2020). Vitamin K intake and breast cancer incidence and death: results from a prospective cohort study. *Clin. Nutr.*, *xxx*.
  145. Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P., Ma, F. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples. *J. Funct. Foods*, **18**, 1086–1094.
  146. Weimann, A., Braga, M., Harsanyi, L., Laviano, A., Ljungqvist, O., Soeters, P., Jauch, K. W., Kemen, M., Hiesmayr, J. M., Horbach, T., Kuse, E. R., Vestweber, K. H. (2006). Guidelines on Enteral Nutrition: Surgery including Organ Transplantation. *Clin. Nutr.*, **25**, 224–244.
  147. Yang, L., He, Q. S., Corscadden, K., Udenigwe, C. C. (2015). The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnol. Reports*, **5**(1), 77–88.
  148. Yu, L., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Haley, S. (2003). Antioxidant Properties of Bran Extracts from “Akron” Wheat Grown at Different Locations. *J. Agric. Food Chem.*, **51**(6), 1566–1570.
  149. Zariņš, Z., Neimane, L. (2009). *Uztura mācība* (Z. Zariņš (Ed.); 5th ed.). LU Akadēmiskais apgāds.
  150. Полюдек-Фабини, Р., Бейрих, Т. (1981). *Органический анализ, Химия*.



## **PIELIKUMI / ANNEXES**

**Vitamīnu un minerālvielu vērtības, īpašiem medicīniskiem nolūkiem paredzētā pārtikā, kas nav zīdaiņu uztura vajadzību apmierināšanai izstrādāta pārtika / Values for vitamins and minerals in food for special medical purposes other than that developed to satisfy the nutritional requirements of infants (Komisijas deleģētā regula (ES) 2016/128)**

	100 kJ		100 kcal	
	Minimums / Minimum	Maksimums / Maximum	Minimums / Minimum	Maksimums / Maximum
<b>Vitamīni / Vitamins</b>				
<b>A vitamīns / Vitamin A, µg RE</b>	8.4	43	35	180
<b>D vitamīns / Vitamin D, µg</b>	0.12	0.65/0.75 <sup>(1)</sup>	0.5	2.5/3 <sup>(1)</sup>
<b>K vitamīns / Vitamin K, µg</b>	0.85	5	3.5	20
<b>C vitamīns / Vitamin C, mg</b>	0.54	5.25	2.25	22
<b>Tiamīns / Thiamine, mg</b>	0.015	0.12	0.06	0.5
<b>Riboflavīns / Riboflavin, mg</b>	0.02	0.12	0.08	0.5
<b>B<sub>6</sub> vitamīns / Vitamin B<sub>6</sub>, mg</b>	0.02	0.12	0.08	0.5
<b>Niacīns / Niacin, mg NE</b>	0.22	0.75	0.9	3
<b>Folijskābe / Folate, µg</b>	2.5	12.5	10	50
<b>B<sub>12</sub> vitamīns / Vitamin B<sub>12</sub>, µg</b>	0.017	0.17	0.07	0.7
<b>Pantotēnskābe / Panthothenic acid, mg</b>	0.035	0.35	0.15	1.5
<b>Biotīns / Biotin, µg</b>	0.18	1.8	0.75	7.5
<b>E vitamīns / Vitamin E, mg α-TE</b>	0.5/g polinepiesātināto taukskābju, izteiktu linoleīnskābe, bet nekādā gadījumā mazāk par 0.1 mg uz 100 kJ / 0.5/g of polyunsaturated fatty acid expressed as linoleic acid but in no case less than 0.1 mg per 100 available kJ	0.75	0.5/g polinepiesātināto taukskābju, izteiktu linoleīnskābe, bet nekādā gadījumā mazāk par 0.5 mg uz 100 kJ / 0.5/g of polyunsaturated fatty acid expressed as linoleic acid but in no case less than 0.5 mg per 100 available kJ	3

1. pielikuma turpinājums / *continued Annex 1*

	<b>100 kJ</b>		<b>100 kcal</b>	
	<b>Minimums / Minimum</b>	<b>Maksimums / Maximum</b>	<b>Minimums / Minimum</b>	<b>Maksimums / Maximum</b>
<b>Minerālvielas / Minerals</b>				
<b>Na, mg</b>	7.2	42	30	175
<b>Cl, mg</b>	7.2	42	30	175
<b>K, mg</b>	19	70	80	295
<b>Ca, mg</b>	8.4/12 <sup>(1)</sup>	42/60 <sup>(1)</sup>	35/50 <sup>(1)</sup>	175/250 <sup>(1)</sup>
<b>P, mg</b>	7.2	19	30	80
<b>Mg, mg</b>	1.8	6	7.5	25
<b>Fe, mg</b>	0.12	0.5	0.5	2
<b>Zn, mg</b>	0.12	0.36	0.5	1.5
<b>Cu, µg</b>	15	125	60	500
<b>J, µg</b>	1.55	8.4	6.5	35
<b>Se, µg</b>	0.6	2.5	2.5	10
<b>Mn, mg</b>	0.012	0.12	0.05	0.5
<b>Cr, µg</b>	0.3	3.6	1.25	15
<b>Mo, µg</b>	0.84	4.3	3.5	18
<b>F, mg</b>	-	0.05	-	0.2

<sup>(1)</sup>Produktiem, kas paredzēti bērniem no 1 līdz 10 gadu vecumam / *For products intended for children of 1 to 10 year of age*

**Ekspērimētālo caur zondi lietojamo produktu receptūras /**  
*Experimental enteral tube feed product recipes*

<b>Izejviela / Ingredient</b>	<b>Receptūras šifrs un izejvielas ielikums katrā receptūrā/ Recipe code and added ingredient amount per recipe</b>				
	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>	<b>Z5</b>
Upeņu biezsula/ <i>Blackcurrant pulp juice</i>	10.00	-	-	-	-
Biešu sula/ <i>Beetroot juice</i>	51.50	50.00	50.00	50.00	50.00
Ķirbju sula/ <i>Pumpkin juice</i>	48.00	41.00	-	41.00	30.00
Kāpostu sula/ <i>Cabbage juice</i>	26.00	25.00	30.00	30.00	30.00
Topinambūru sula/ <i>Jerusalem artichoke juice</i>	30.00	25.00	-	27.30	-
Smiltsērķšķu biezsula/ <i>Sea buckthorn pulp juice</i>	-	10.00	-	6.00	-
Ābolu sula/ <i>Apple juice</i>	-	20.00	30.10	-	35.00
Aroniju biezsula/ <i>Chokeberry pulp juice</i>	-	-	17.00	-	-
Burkānu sula/ <i>Carrot juice</i>	-	-	40.00	-	35.00
Brūkleņu biezsula/ <i>Lingonberry pulp juice</i>	-	-	-	12.00	-
Zemeņu biezsula/ <i>Strawberry pulp juice</i>	-	-	-	-	19.00
Piena sūkalu olbaltumvielas/ <i>Whey protein</i>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Rapšu eļļa/ <i>Rapeseed oil</i>	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Mencu aknu eļļa/ <i>Cod liver oil</i>	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Jodsāls/ <i>Iodine salt</i>	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Askorbīnskābe/ <i>Ascorbic acid</i>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>Kopējais produkta apjoms, g/ Total product volume</b>	<b>169.32</b>	<b>174.82</b>	<b>170.92</b>	<b>170.12</b>	<b>202.82</b>
<b>Apjoma enerģētiskā vērtība (aprēķināta), kcal/ Energy value of the volume (calculated), kcal</b>	<b>100.09</b>	<b>100.12</b>	<b>100.01</b>	<b>100.08</b>	<b>100.14</b>

**Modificētas struktūras produktu receptūras / Recipes of texture modified products**

Izejvielas / Ingredients	Izejvielu daudzums katrā receptūrā (%) / Ingredient content per recipe (%)								
	D1	D2	D3	D4	D5	S6	S7	S8	S9
Aroniju biezsula / <i>Chokeberry pulp juice</i>	-	-	-	-	10.00	-	-	-	-
Aveņu biezsula / <i>Raspberry pulp juice</i>	-	-	-	17.00	-	-	-	-	-
Ābolu biezenis / <i>Apple puree</i>	12.00	15.00	-	7.00	16.66	-	3.00	-	-
Ābolu sula / <i>Apple juice</i>	-	10.00	28.00	15.00	23.00	-	-	-	-
Biešu biezenis / <i>Beetroot puree</i>	15.00	-	6.00	4.00	-	-	20.00	-	-
Biešu sula / <i>Beetroot juice</i>	-	-	8.00	-	-	-	19.70	-	-
Brūkleņu biezsula / <i>Lingonberry pulp juice</i>	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-
Burkānu biezenis / <i>Carrot puree</i>	-	11.00	-	18.00	-	-	3.75	12.00	-
Burkānu sula / <i>Carrot juice</i>	-	-	-	-	-	8.40	-	-	15.00
Kartupeļi / <i>Potatoes</i>	-	-	-	-	-	25.00	10.50	15.00	10.66
Kāpostu sula / <i>Cabbage juice</i>	-	-	-	-	-	27.86	25.74	46.06	-
Krūmciidoniju biezenis / <i>Japanese quince puree</i>	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Ķirbju biezenis / <i>Pumpkin puree</i>	-	-	29.86	-	20.00	-	-	-	-
Ķirbju sula / <i>Pumpkin juice</i>	-	-	-	-	-	19.00	-	-	40.53
Smiltsērķšķu biezsula / <i>Sea buckthorn pulp juice</i>	-	8.00	5.00	-	-	-	-	-	-
Topinambūru biezenis / <i>Jerusalem artichoke puree</i>	19.86	26.86	-	24.86	-	-	-	-	-
Topinambūru sula / <i>Jerusalem artichoke juice</i>	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Upeņu biezsula / <i>Blackcurrant pulp juice</i>	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Zemeņu biezsula / <i>Strawberry pulp juice</i>	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-
Zirņi / <i>Peas</i>	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-
Citas izejvielas / <i>Other ingredients</i>	15.14	14.14	13.14	14.14	30.34	16.60	17.31	26.94	33.81

**Latvijā audzētu ābolu un to biezeņu raksturojums /**  
*Characteristics of Latvian grown apples and their purees* (Kampuse et al., 2019)

<b>Šķirne / Variety</b>	<b>C vitamīns / Vitamin C, mg 100g<sup>-1</sup></b>	<b>Kopējie karotīni / Total carotene, mg 100g<sup>-1</sup></b>	<b>Titrējamās skābes / Titratable acids, g 100g<sup>-1</sup></b>	<b>Šķīstošā sausna / Soluble solids, Brix%</b>	<b>pH</b>	<b>Kopējie fenoli / Total phenols, mg GAE 100 g<sup>-1</sup></b>	<b>Antiradikālā aktivitāte / Radical scavenging activity, mg TE 100 g<sup>-1</sup></b>
<b>Svaigi āboli / Fresh apples</b>							
‘Antonovka’	14.51	0.08	1.11	10.65	2.97	115.25	9.22
‘Filippa’	12.70	0.13	0.7	10.63	3.10	89.65	3.26
‘Ničnera Zemeņu’	8.84	0.06	0.61	13.5	3.33	85.84	3.55
‘Rudens Svītrotais’	7.71	0.10	0.68	12.25	3.26	68.21	3.09
‘Sīpoliņš’	8.99	0.09	0.71	12.78	3.22	79.1	2.88
<b>Ābolu biezenis / Apple puree</b>							
‘Antonovka’	6.17	0.07	1.028	10.87	2.97	193.22	9.81
‘Filippa’	5.16	0.07	0.67	10.9	3.15	152.25	8.09
‘Ničnera Zemeņu’	7.21	0.04	0.55	13.48	3.38	179.55	9.58
‘Rudens svītrotais’	6.82	0.07	0.64	11.8	3,26	165.31	8.96
‘Sīpoliņš’	6.00	0.08	0.74	13.4	3.31	133.85	7.96

## Latvijā audzētu ogu raksturojums / Characteristics of berries grown in Latvia

Šķirne / Variety	C vitamīns / Vitamin C, mg 100 g <sup>-1</sup>	Kopējie karotīni / Total carotenes, mg 100 g <sup>-1</sup>	Titrējamās skābes / Titratable acids, g 100 g <sup>-1</sup>	Šķīstošā sausna / Soluble solids, Brix%	pH	Kopējie antociāni / Total anthocyanins, mg 100 g <sup>-1</sup>
<b>Dzērvenes / Cranberries</b>						
-	18.40	0.49	2.14	8.86	2.00	54.11
<b>Smiltsērķšķi / Sea buckthorn</b>						
'B.Ļubiteļskaja'	57.37	6.79	1.95	6.64	2.38	-
'Prozračnaja'	84.74	14.73	1.39	8.54	2.64	-
<b>Mellenes / Blueberries</b>						
'Blue rey'	21.08	0.34	1.05	14.88	2.49	159.19
'Blue crop'	16.11	0.29	0.89	14.12	2.68	74.17
<b>Zemenes / Strawberries</b>						
'Senga Sengana' (1.g stādi)	46.88	0.05	0.71	10.44	3.34	19.93
'Senga Sengana' (2.g stādi)	48.36	0.01	0.87	10.42	3.22	6.60
'Sonāte'	33.44	0.00	0.60	11.68	3.19	15.16
'Elvīra'	43.32	0.07	0.86	13.62	3.35	17.91
'Induka'	52.38	0.07	0.80	12.36	3.35	16.22

**Latvijā audzētu burkānu un biešu salīdzinājums /**  
*Comparison of carrots and beet root grown in Latvia*

<b>Izejviela / Ingredient</b>	<b>Šķirne / Variety</b>	<b>C vitamīns / Vitamin C, mg 100 g<sup>-1</sup></b>	<b>Kopējie karotīni / Total carotene, mg 100 g<sup>-1</sup></b>	<b>Titrējamās skābes / Titratable acids, g 100 g<sup>-1</sup></b>	<b>Šķīstošā sausna / Soluble solids, Brix%</b>	<b>pH</b>	<b>Kopējie antociāni / Total anthocyanins, mg 100 g<sup>-1</sup></b>
<b>Svaigi / Fresh</b>							
<b>Burkāni / Carrots</b>	'Mello Yello'	16.16	6.59	1.11	11.35	-	-
	'Mapoly'	15.20	0.67	0.70	11.70	-	-
	'Purple'	31.42	2.07	0.61	10.70	-	47.84
<b>Bietes / Beet root</b>	'Burpes Golden'	16.09	-	0.68	11.78	-	-
	'Czerwona Kula'	19.33	-	0.71	12.17	-	50.02
<b>Biezenis / Puree</b>							
<b>Burkāni / Carrots</b>	'Mello Yello'	7.44	7.68	1.03	10.82	5.59	-
	'Mapoly'	6.82	0.64	0.67	9.50	5.50	-
	'Purple'	15.02	1.88	0.55	12.50	5.51	46.37
<b>Bietes / Beet root</b>	'Burpes Golden'	5.49	0.03	0.64	11.57	5.56	-
	'Czerwona Kula'	10.86	-	0.74	12.95	5.18	26.28



**Latvijā audzētu kāpostu un ķirbju raksturojums /**  
*Characteristics of cabbage and pumpkin grown in Latvia*

Šķirne / Variety	C vitamīns / Vitamin C, mg 100 g <sup>-1</sup>	Kopējie karotīni / Total carotenes, mg 100 g <sup>-1</sup>	Titrējamās skābes / Titratable acids, g 100 g <sup>-1</sup>	Šķīstošā sausna / Soluble solids, Brix%	pH
<b>Svaigi kāposti / Fresh cabbage</b>					
'Paulo'	36.98	0.04	0.08	6.54	6.43
'Coronet'	51.31	0.08	0.17	6.66	6.05
'Portoza'	53.93	0.15	0.11	7.32	6.13
'Candela'	49.27	0.10	0.13	6.92	5.83
<b>Svaigi ķirbji / Fresh pumpkin</b>					
'Pink Banana'	7.18	27.6	0.15	9.5	7.0
'Roges D'Etampes'	7.74	22.6	0.17	6.8	7.1
'Small Sugar'	10.75	25.0	0.11	8.7	6.9
'Učiki Kuri'	19.99	47.3	0.30	13.4	7.3
<b>Ķirbju biezenis / Pumpkin puree</b>					
'Pink Banana'	6.50	11.1	0.15	9.1	5.9
'Roges D'Etampes'	5.10	9.1	0.26	5.8	5.3
'Small Sugar'	10.08	8.8	0.22	9.0	5.8
'Učiki Kuri'	18.13	12.9	0.34	14.4	6.0

8. pielikums / Annex 8

**Stenda referāts ‘Disfāģijas pacientiem paredzētu ar proteīnu bagātinātu augu valsts  
izcelsmes biezeņu reoloģiskās īpašības’ / *Poster presentation ‘Rheological properties of  
protein improved plant-based purees for oro-pharyngeal dysphagia consumption’***

# Rheological Properties of Protein Improved Plant-Based Purees for Oro-pharyngeal Dysphagia Consumption

Dzner Shengjuler, Ruta Galoburda, Liene Ozola, Solvita Kampuse

Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Food Technology  
Rīgas iela 22, Jelgava, Latvia, LV - 3001



Latvia University  
of Life Sciences  
and Technologies



DznerShengjuler @Shengjuller

d.shengjuler@outlook.com

“One cannot think well, love well, sleep well, if one has not dined well.” - Virginia Woolf, A Room of One's Own

## Introduction

- Inability of the food bolus passage from mouth to esophagus is defined as oropharyngeal dysphagia (OD). OD patients are at risk to experience aspiration pneumonia, malnutrition and dehydration. Therefore, the objective of this investigation was to determine the rheological properties of protein improved plant-based puree for OD consumption [1].

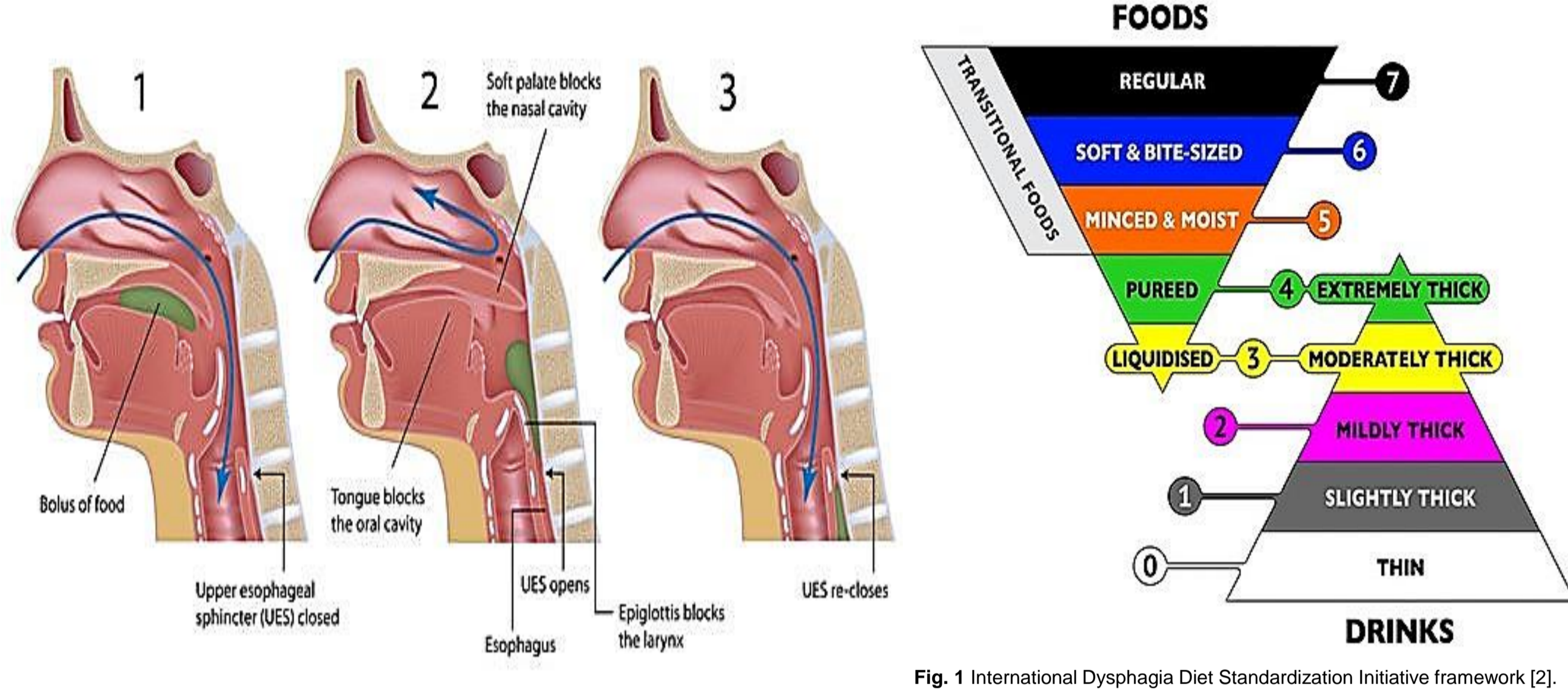


Fig. 1 International Dysphagia Diet Standardization Initiative framework [2].

## Materials and Methods

### Materials

- Raw materials: sea buckthorn pulp and strawberry pulp juice, apple, pumpkin and Jerusalem artichoke puree.
- Protein sources: soy (S), whey (W), pea (P).
- Protein concentrations: 5% (5), 9% (9).
- Heat treatments: pasteurization (P), sterilization (S).

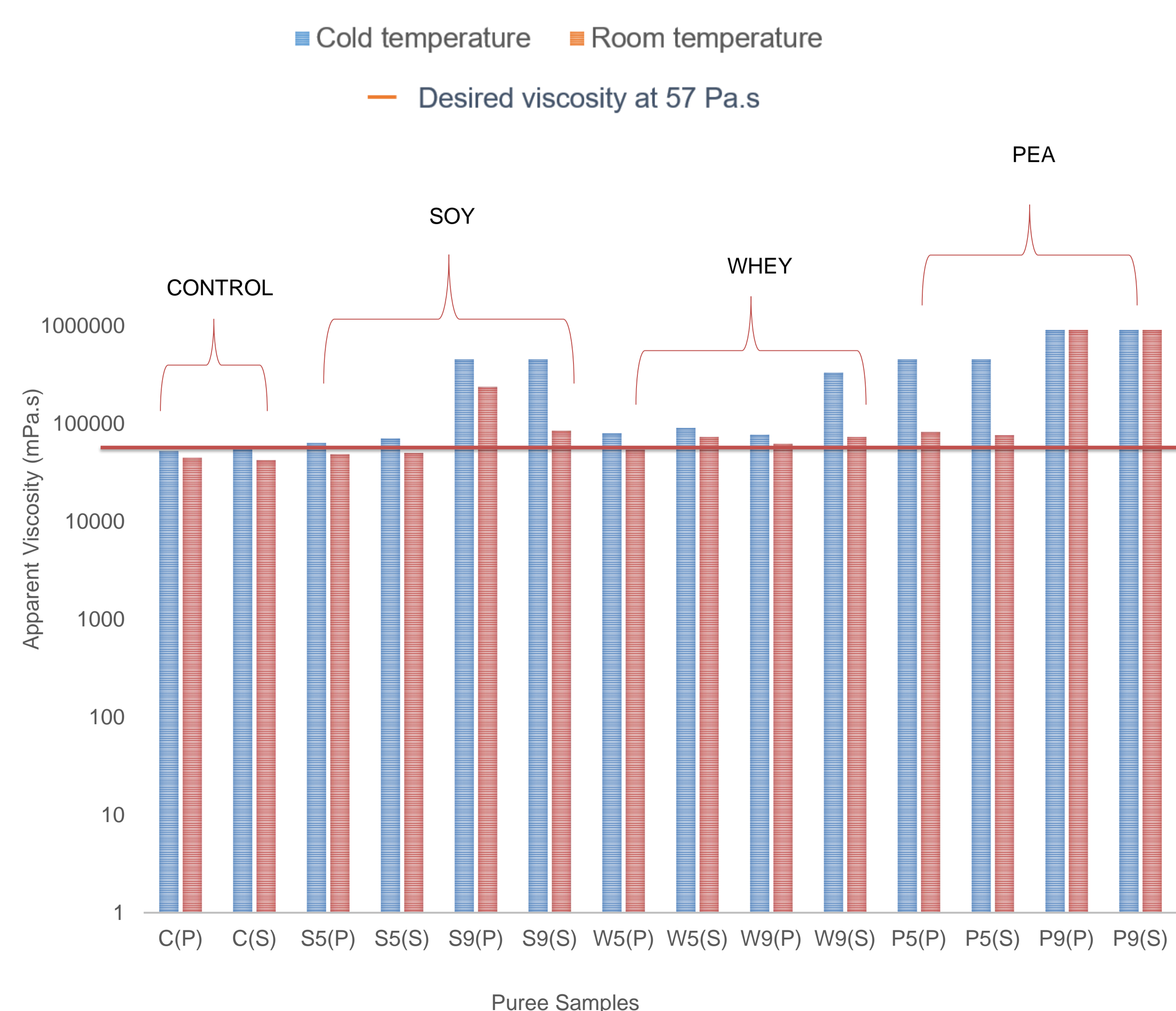
### Methods

- Samples to be analyzed were prepared by vacuum cooking ( $79 \pm 2^\circ\text{C}$ , 0.06 MPa, 15 min). Individual samples were subjected to secondary heat treatments, pasteurization ( $95 \pm 2^\circ\text{C}$ , 15 min) and sterilization ( $115^\circ\text{C}$ , 5 min).
- Viscosity was determined by DV – III Ultra Rheometer, using TF spindle, consistency by Texture Analyzer TA.HD Plus using a back extrusion rig, while shear stress and viscoelasticity by MCR 302, using a cone-plate geometry system, and flow ramp was performed at  $25^\circ\text{C}$  at shear rate 0 to  $300 \text{ s}^{-1}$ , cone-plate geometry determining sweeps with strain at 0.01% - 100% at 1 Hz of frequency at  $25^\circ\text{C}$ , thus storage modulus ( $G'$ ) and loss modulus ( $G''$ ) described the products rheological characteristics respectively.

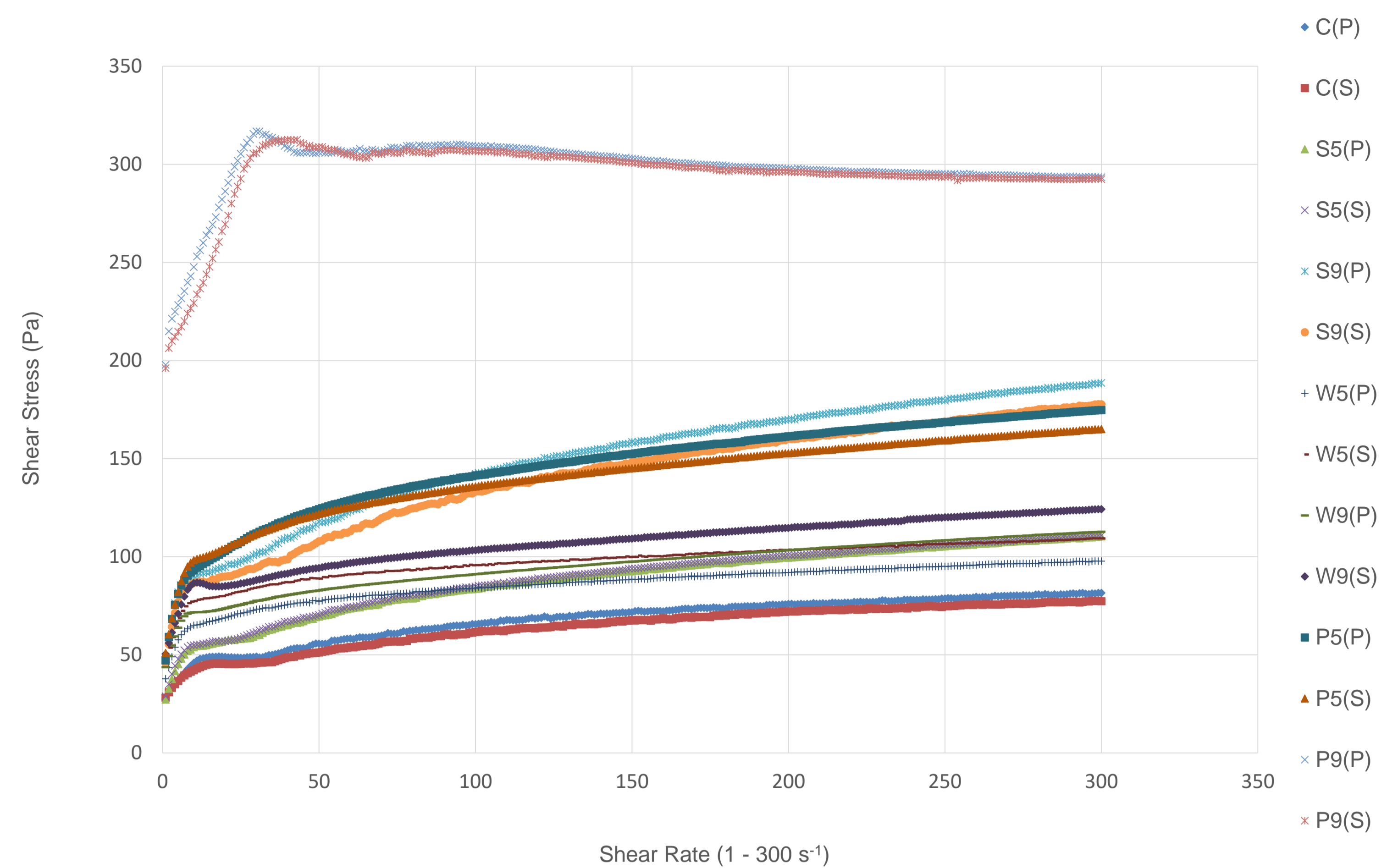


## Results & Discussions

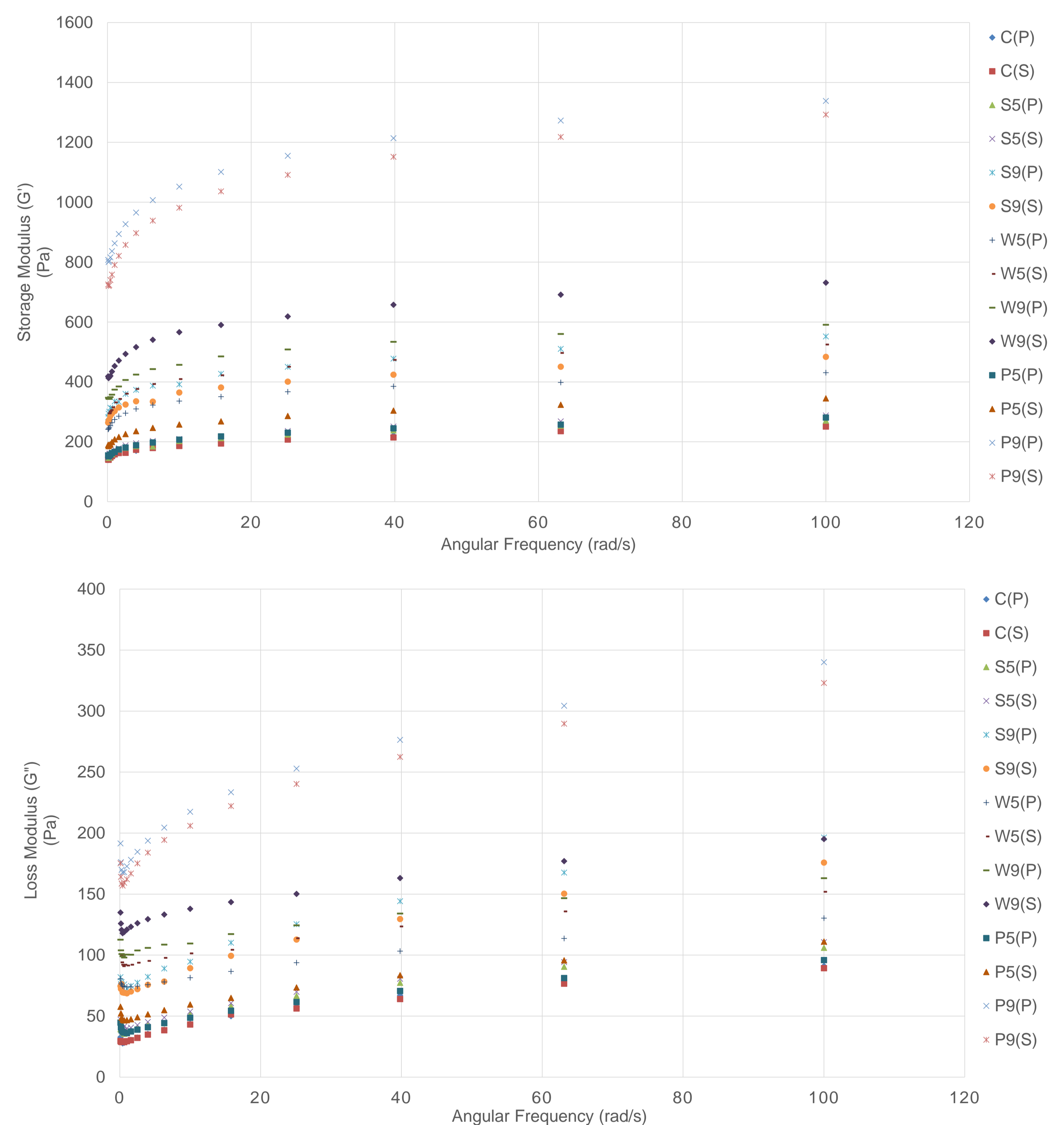
### Apparent Viscosity



### Shear Stress



### Viscoelasticity



## Conclusions

- Significant impact on the rheological properties of plant – based puree for dysphagia patients was observed upon fortification with protein – soy, whey, and pea. Protein additive increased viscosity of puree. Pea protein proved to be unfit for the purpose of this investigation.
- Continuous increase of  $G'$  and  $G''$  indicated the inability of the samples to form a gel. Such textural behaviour is a crucial quality feature of product for oro-pharyngeal dysphagia patients.
- All samples indicated shear – thickening characteristic, which may be due to particle size and friction between these particles. However, it is highly debatable whether it was caused by the protein source or overall proteins and their interaction with other compounds present in the samples. Further investigations should be done to verify the actual cause for such behaviour.

## Acknowledgement

Project Nr.18-00-A01612-000006 „Development of medicinal food for patients of malnutrition/dysphagia, creating a new, nationally significant product with a high added value”.



## References

- Espitalier, F., Fanous, A., Aviv, J., Bassiouny, S., Desuter, G., Nerurkar, N., ... Crevier-Buchman, L. (2018). International consensus (ICON) on assessment of oropharyngeal dysphagia. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 135(1), S17–S21. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2017.12.009>
- Steele, C. M., Namasivayam-MacDonald, A. M., Guida, B. T., Cichero, J. A., Duivesteyn, J., Hanson, B., ... Riquelme, L. F. (2018). Creation and Initial Validation of the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative Functional Diet Scale. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(5), 934–944. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.012>