

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvia University of Life Sciences and Technologies

Pārtikas tehnoloģijas fakultāte
Faculty of Food Technology



Mg.sc.ing. Līva Aumeistere

MĀTES PIENA SASTĀVA IZPĒTE

THE STUDY OF HUMAN MILK COMPOSITION

Promocijas darba KOPSAVILKUMS
zinātniskā doktora grāda zinātnes doktors (*Ph.D.*)
pārtikas un dzērienu tehnoloģijās
iegūšanai

SUMMARY

*of the Doctoral thesis for acquiring a Doctor of Science
(Ph.D.) in Food and beverage technologies*

Jelgava
2021

Promocijas darba vadītājas / *Scientific supervisors:*

LLU profesore *Dr.sc.ing.* **Inga Ciproviča**

RSU asociētā profesore *Dr.med.* **Dace Zavadska**

Darba recenzenti / *Official reviewers:*

Vadošā pētniece / *Leading researcher Dr.sc.ing.* **Vita Šterna** – APP Zinātniskais institūts “Agroresursu un ekonomikas institūts” / *Institute of Agricultural Resources and Economics;*

Asociētā profesore / *Associated professor Dr.med.* **Laila Meija** – Rīgas Stradiņa universitāte / *Riga Stradiņš University;*

Profesors / *Professor Dr.med.habil.* **Vytautas Usonis** – Viļņas universitāte / *Vilnius University.*

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas un dzērienu tehnoloģijas nozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2021. gada 29. septembrī plkst. 14.00 Pārtikas tehnoloģijas fakultātes 216. auditorijā, Rīgas ielā 22, Jelgavā.

The defence of the Ph.D. thesis in an open session of the Promotion Board of the Food and Beverage Technology of Latvia University of Life Sciences and Technologies will be held on 29th September 2021 at 14 PM in auditorium 216 at Faculty of Food Technology of Latvia University of Life Sciences and Technologies, 22 Riga Street, Jelgava.

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā, 2 Jelgavā un internetā (pieejams: www.kopkatalogs.lv). Atsauksmes sūtīt Pārtikas un dzērienu tehnoloģijas nozares promocijas padomes sekretārei, profesorei *Dr.sc.ing.* **Ilzei Beitānei** (Rīgas iela 22a, Jelgava, LV-3004, e-pasts: ilze.beitane@llu.lv).

*The Ph.D. thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2 Liela Street, Jelgava, and on the internet: www.kopkatalogs.lv. References should be sent to the professor Dr.sc.ing. **Ilze Beitane**, the Secretary of the Promotion Board of Food and Beverage Technology at the Faculty of Food Technology (22a Riga Street, Jelgava, LV-3004, Latvia or e-mail: ilze.beitane@llu.lv).*

CONTENT

List of the acronyms, abbreviations used in the summary of the <i>Ph.d.</i> thesis	4
Topicality of the research	5
Approbation of the research.....	7
Materials and methods.....	10
Results and discussion	16
1. Composition of human milk.....	16
2. Dietary habits and nutrient intake among the study participants.....	22
3. Human milk composition in relation to maternal nutrition	31
4. Supply of energy and nutrients for exclusively breastfed infants via human milk.....	36
Conclusions	42

SATURS

Promocijas darba kopsavilkumā lietotie saīsinājumi un simboli	4
Pētījuma aktualitāte.....	44
Zinātniskā darba aprobācija.....	46
Materiāli un metodes.....	49
Pētījuma rezultāti un diskusija	53
1. Mātes piena sastāvs	53
2. Uztura paradumi un uzturvielu uzņemšana pētījuma dalībniecēm.....	56
3. Uztura ietekme uz mātes piena sastāvu.....	62
4. Enerģijas un uzturvielu nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem	66
Secinājumi	67

**LIST OF THE ACRONYMS, ABBREVIATIONS USED IN
THE SUMMARY OF THE *PH.D.* THESIS / *PROMOCIJAS
DARBA KOPSAVILKUMĀ LIETOTIE SAĪSINĀJUMI UN
SIMBOLI***

ρ – Spearman rank correlation coefficient / *Spīrmena rangu korelācijas koeficients*

ALA / ALS – α -linolenic acid / *α -linolēnskābe*

ARA / AS – arachidonic acid / *arahidonskābe*

BDL / ZNR – below the detection limit / *zem noteikšanas robežas*

BMI / KMI – body mass index / *ķermeņa masas indekss*

CLA / KLS – conjugated linoleic acid / *konjugētā linolskābe*

DHA / DHS – docosahexaenoic acid / *dokozaheksaēnskābe*

E % – the percentage of total daily energy intake / *procentuālais dienā uzņemtās kopējās enerģijas daudzums*

EA / ES – elaidic acid / *elaidīnskābe*

EN – European standard / *Eiropas standarts*

EPA / EPS – eicosapentaenoic acid / *eikozānpentaēnskābe*

et al. / etc. / u.c. / u.tml. – and others / *un citi*

Fig. / att. – attēls / *figure*

ICP-MS – inductively coupled plasma mass spectrometry / *induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija*

IQR / SKI – interquartile range / *starpkvartīļu izkliede*

ISO – International Standard Organization / *Starptautiskā Standartizācijas organizācija*

LA / LS – linoleic acid / *linolskābe*

LEA / LES – linolelaidic acid / *linolelaidīnskābe*

LVS – Latvian Standard / *Latvijas standarts*

MCFA / VGKT – medium-chain fatty acids / *vidēji garo ķēžu taukskābes*

MUFA / MNT – monounsaturated fatty acids / *mononepiesātinātās taukskābes*

n – number of samples or participants / *paraugu vai dalībnieču skaits*

ND / ND – not defined / *nav definēts*

OA / OS – oleic acid / *oleīnskābe*

PA / PS – palmitic acid / *palmitīnskābe*

PUFA / PNT – polyunsaturated fatty acids / *polinepiesātinātās taukskābes*

R² – the coefficient of determination / *determinācijas koeficients*

SFA / PT – saturated fatty acids / *piesātinātās taukskābes*

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences / *Sociālo zinātņu statistikas pakete*

TFA / TT – *trans* fatty acids / *trans taukskābes*

VA / VS – vaccenic acid / *vaccēnskābe*

TOPICALITY OF THE RESEARCH

Human milk is universally preferred as the first food and nutrient source for the infant (World Health Organization, 2018).

Components in human milk are directly synthesized in the mammary glands or derived from maternal plasma, therefore originate from current maternal diet or body stores (Andreas, Kampmann, & Le-Doare, 2015; Hale & Hartmann, 2017). Accordingly, the quality of women's diet is an important factor that can affect human milk composition and provision of essential nutrients for the infant (Hale & Hartmann, 2017; Lawrence & Lawrence, 2015).

Human milk composition among lactating women in Latvia has not been comprehensively studied (Bake et al., 2007; Broka et al., 2016). There has been previously done research assessing the exposure of human milk to persistent organic pollutants in Latvia (Bake et al., 2007). The target group of the research was mothers from town Olaine and the control group was from the area without chemical industry objects. Obtained results responded to the lowest detected levels of organic pollutants among European countries (Bake et al., 2007).

Research conducted by Broka et al. (2016) is the latest study conducted in Latvia about macronutrient (fat, protein, lactose) content in human milk. Nevertheless, only transitional human milk samples (less than one month postpartum) were collected, and it was done while mothers and infants were admitted to the Neonatal Care Unit in Children's Clinical University Hospital. Therefore, study results cannot be ascribed to the overall population.

All around the world fatty acid composition of human milk has been extensively studied (Bravi et al., 2016; Keikha et al., 2017), and it seems that the type of fatty acids in human milk varies due to regional aspects and dietary traditions (Andreas, Kampmann, & Le-Doare, 2015; Hale & Hartmann, 2017; Mohrbacher, 2010). However, currently there is no data regarding fatty acid composition in human milk among lactating women in Latvia. Currently, there are also no data about the essential and potentially toxic elements content in human milk among lactating women in Latvia. There is also a lack of information regarding women's dietary habits during lactation in Latvia.

It raises a need to conduct research in this area as it would provide an insight of national differences in human milk composition, allow us to evaluate the quality of maternal nutrition and its effect on human milk composition and therefore nutritional provision for infants.

The **hypothesis** of the study: maternal nutrition predicts human milk composition and serves as the basis for providing the essential nutrients for the infant.

The hypothesis is supported by the following **thesis**:

- a lactating woman can meet her nutritional needs by consuming a well-balanced diverse diet, which also serves as the basis for providing the essential nutrients for infant via human milk.
- total fat, protein, lactose content in human milk is not directly affected by maternal diet;
- qualitative and quantitative fatty acid composition of human milk is influenced by maternal dietary habits;
- essential and potentially toxic element content in human milk is related to maternal dietary habits;
- exclusively breastfed infants till six months of age can receive a sufficient amount of energy and nutrients (fat, protein, lactose, fatty acids and essential elements) via human milk.

The **research object** of the study: mature human milk (at least 28 days postpartum).

The **aim** of the study: to evaluate human milk composition in relation to maternal nutrition and to assess nutritional supply for exclusively breastfed infants.

Consequential **research objectives** were set to achieve the aim of the study:

- 1) to analyse protein, lactose, fat, fatty acid, essential (Ca, Mg, Na, K, Zn, Se, Mn, Fe, Cu, Co, Cr) and potentially toxic element (Al, Ni, As, Sr, Cd, Sn, Sb, Pb) content in human milk;
- 2) to evaluate the compliance of the women's nutrition during lactation with the recommendations at the national and European level;
- 3) evaluate the association between maternal nutrition and human milk composition;
- 4) based on elaborated human milk composition results, theoretically evaluate nutritional adequacy of exclusively breastfed infants till six months of age.

The **scientific significance** of the study:

- 1) for the first time in Latvia, composition of human milk has been comprehensively analysed;
- 2) elaborated data serve as a contribution from Latvia to the global research area of human milk composition.

The **national significance** of the study:

- 1) elaborated findings can be used to develop nutritional guidance for lactating women in Latvia;
- 2) compiled results can be used to develop nutrient intake guidelines for infants in Latvia (≤ 6 months old).

APPROBATION OF THE RESEARCH

Results of the research have been published in **8** peer-reviewed scientific issues, of which **7** are indexed in SCOPUS and/or Web of Science databases:

- 1) **Aumeistere L.**, Zavadskā D. (2016) Raising awareness about breast milk composition among women in Latvia. **In:** *Journal of Breastfeeding Biology*, Vol. 1, No. 1, p. 21–28. <https://doi.org/10.14302/issn.2644-0105.jbfb-16-1257>;
- 2) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Celmalniece K. (2017) Lactose content of breast milk among lactating women in Latvia. **In:** *FOODBALT 2017 – 11th Baltic Conference on Food Science and Technology: Food Science and Technology in a Changing World. International Scientific Conference Proceedings*, p. 169–173. <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.023> (indexed in Web of Science database);
- 3) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K. (2017) A preliminary study on essential minerals in human milk: association with dietary habits. **In:** *23rd Annual International Scientific Conference “Research for Rural Development 2017”*. *International Scientific Conference Proceedings*, Vol 1. 2017, p. 230–236. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.034> (indexed in SCOPUS and Web of Science databases);
- 4) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Volkovs V. (2018) Fish intake reflects on DHA level in breast milk among lactating women in Latvia. **In:** *International Breastfeeding Journal*, Vol. 13, Article No. 33. <https://doi.org/10.1186/s13006-018-0175-8> (indexed in SCOPUS and Web of Science databases);
- 5) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2018) Zinc content in breast milk and its association with maternal diet. **In:** *Nutrients*, Vol. 10, Issue 10, Article No. 1438. <https://doi.org/10.3390/nu10101438> (indexed in SCOPUS and Web of Science databases);
- 6) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) Essential elements in mature human milk. **In:** *FOODBALT 2019. 13th Baltic Conference on Food Science and Technology. FOOD. NUTRITION. WELL-BEING. Conference Proceedings*, p. 25–29. <https://doi.org/10.22616/Foodbalt.2019.005> (indexed in Web of Science database);

- 7) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Andersons J., Volkovs V., Celmalniece K. (2019) Impact of maternal diet on human milk composition among lactating women in Latvia. **In:** *Medicina*, Vol. 55, Issue 5, Article No. 173. <https://doi.org/10.3390/medicina55050173> (indexed in SCOPUS and Web of Science database);
- 8) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Bavrins K., Borisova A. (2020) The relation between human milk sodium and maternal sodium intake. **In:** *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, Vol. 74, Issue 4, p. 232–236. <https://doi.org/10.2478/prolas-2020-0037> (indexed in SCOPUS and Web of Science database).

Results have been presented in **11** international scientific conferences & congresses in Latvia, Spain, Italy, the Netherlands, and Finland:

- 1) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Bavrins K. (2017) Trace elements in human milk among lactating women in Latvia. **In:** *International Student Conference “Health and Social Sciences*, 5 April 2017, Riga, Latvia (Poster presentation);
- 2) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Celmalniece K. (2017) Lactose content of breast milk among lactating women in Latvia. **In:** *11th Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt 2017*, 27 to 28 April 2017, Jelgava, Latvia (Oral presentation);
- 3) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Bavrins K. (2017) A preliminary study on essential minerals in human milk: association with dietary habits. **In:** *23rd Annual International Scientific Conference Research for Rural Development 2017*, 17 to 19 May 2017, Jelgava, Latvia (Oral presentation);
- 4) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Andersons J., Jakubone E. (2017) Fat content of human milk: a pilot study from Latvia. **In:** *11th European Nutrition and Dietetics Conference*, 29 June to 1 July 2017, Madrid, Spain (e-poster presentation);
- 5) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Bavrins K., Borisova A. (2018) Zinc content in breast milk: a report from Latvia. **In:** *2nd EuroSciCon Conference on Food Technology*, 14 to 16 May 2018, Rome, Italy (Oral presentation);
- 6) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadaska D., Volkovs V. (2018) *Trans* fatty acid content in mature breast milk among lactating women in Latvia. **In:** *1th European Food Chemistry & Nutrition Congress*, 26 to 27 July 2018, Amsterdam, the Netherlands (Oral presentation);

- 7) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) Maternal sodium intake reflects on sodium content in mature human milk. **In:** *6th International Conference on Nutrition & Growth*, 7 to 9 March 2019, Valencia, Spain (Poster presentation);
- 8) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) Essential elements analysis in mature human milk. **In:** *13th Baltic Conference on Food Science FoodBalt 2019 & 5th North and East European Congress on Food NEEFood 2019*, 2 to 3 May 2019, Jelgava, Latvia (Oral presentation);
- 9) Beluško A., **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D. (2020) Conjugated linoleic acid in human milk: a case study from Latvia. **In:** *3rd International Conference Nutrition and Health*, 9 to 11 December 2020, Riga, Latvia (e-poster presentation);
- 10) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Volkovs V. (2020) Dietary vegetable oil impact on fatty acid composition in human milk. **In:** *12th Nordic Nutrition Conference*, 13 to 16, December 2020, Helsinki, Finland (e-poster presentation);
- 11) Beluško A., **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D. (2021) Omega-3 fatty acid composition in human milk. **In:** *16th International Scientific Conference "Students on their Way to Science"*, 23 April 2021, Jelgava, Latvia (Oral presentation virtually).

The study has been financially supported by the grants:

- Strengthening Research Capacity in the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Project "The study of human milk composition". Project No. Z2. Contract No. 3.2.-10/44. Project status – finished (project time from 1 January 2017 to 31 December 2018);
- Conducting Fundamental Research in the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Project "Natural variations in fatty acid composition of human milk". Project No. G1. Contract No. 3.2.-10/2019/LLU. Project status – ongoing (project time from 6 January 2020 to 5 January 2022);
- Latvia University of Life Sciences and Technologies Transition to the New Doctoral Funding Model. European Social Fund Project No. 8.2.2.0/20/I/001. Project status – ongoing (project time from 17 May 2021 to 16 May 2022).

MATERIALS AND METHODS

Design, time, venue of the research and sample size

This comparative cross-sectional study was carried out from November 2016 till March 2021 and divided into two intervals:

- the first study period was from November 2016 till December 2019 (in total participated 71 participant);
- the second study period was from January 2020 till March 2021 (in total participated 70 participants).

In both study periods, women were invited to participate in the study via a poster published on social media member groups for lactating mothers.

Participants were from all regions of Latvia, however, mainly from Riga and Pierīga (see Table 1).

Table 1 / 1. tabula

Division of the study participants by the statistical regions of the Republic of Latvia / *Dalībnieču sadalījums pa Latvijas Republikas statistiskajiem reģioniem (n=141)*

Statistical regions of the Republic of Latvia / <i>Latvijas Republikas statistiskie reģioni</i>	First study period / <i>Pirmais pētījuma posms</i>	Second study period / <i>Otrais pētījuma posms</i>
Rīga / Rīga	n=41	n=36
Pierīga / Pierīga	n=18	n=15
Vidzeme / Vidzeme	n=4	n=5
Zemgale / Zemgale	n=4	n=9
Latgale / Latgale	n=1	n=3
Kurzeme / Kurzeme	n=3	n=2

Inclusion and exclusion criteria for the participants

The inclusion criteria for the participants were:

- 1) signed consent form;
- 2) reside in Latvia;
- 3) singleton pregnancy;
- 4) at least 28 days postpartum;
- 5) exclusively breastfeeding or partially breastfeeding (human milk and infant formula or complementary food);
- 6) mother and child apparently healthy (without metabolic disorders, no acute illnesses, etc.).

Exclusion criteria were:

- 1) unsigned consent form;
- 2) noncompliance with the inclusion criteria.

Ethical considerations

Before the study, the approval from Riga Stradiņš University Ethics Committee was received (No. 4/28.7.2016.). To continue the study, ethical approval was renewed in year 2020 (No. 6-1/01/6). The study was conducted according to the guidelines laid down in the:

- Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects (World Medical Association, 2013);
- Convention for the protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine: Convention on Human Rights and Biomedicine (Council of Europe, 1997).

The signed consent form was obtained from all women before the study. The privacy rights of the participants were ensured throughout the study under the General Data Protection Regulation (Regulation No. 2016/679 of the European Parliament and the Council, 2016) and Personal Data Processing Law (Latvijas Republikas Fizisko personu datu apstrādes likums, 2018). Human milk samples as well all documentation were marked using a unique three-digit code to replace all personal information (name, surname, etc.).

Description of the study process

The study process was similar in both study periods and is described in the Figure 1.

A specific sampling procedure was used to reduce possible nutritional undue and to ensure minimal interference with the infant's feeding behaviour.

A few millilitres of milk were expressed after the end of nursing from the feeding breast. If the nursing session was paired (the infant had been feeding on both breasts), participants were asked to collect milk from the breast that has been suckled for a longer period.

Sampling frequency was not defined, but taking into account possible diurnal variations, the pooled sample had to include milk from the morning, mid-day, evening and night feedings.

During the first study period, participants were asked to collect in total 100 ml of pooled human milk and pour it into four containers:

- ~ 40 ml of milk in one container (for the determination of fat and protein);
- ~ 40 ml of milk in another container (for the determination of essential and potentially toxic elements);
- ~ 10 ml of milk in another container (for the determination of lactose);
- ~ 10 ml of milk in another container (for the qualitative and quantitative determination of fatty acids).

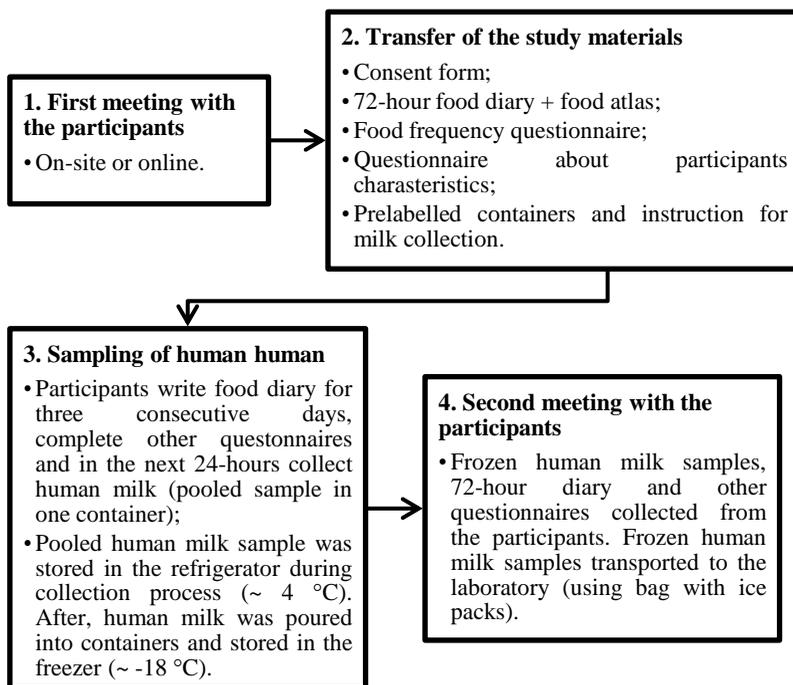


Fig. 1. Description of the study process

During the second study period, sample collection and storage was the same except that due to time limit and financial reasons we were not able to determine essential and potentially toxic element content in human milk and chose a less expensive method for macronutrient (fat, protein, lactose) determination in human milk. Therefore, participants were asked to collect in total only 50 ml of pooled human milk and pour it into two containers:

- ~ 40 ml of milk in one container (for the determination of fat, protein, lactose);
- ~ 10 ml of milk in another container (for the qualitative and quantitative determination of fatty acids).

Methods used for the analysis of human milk composition

Methods used for the analysis of human milk composition are summarized in the Figure 2.

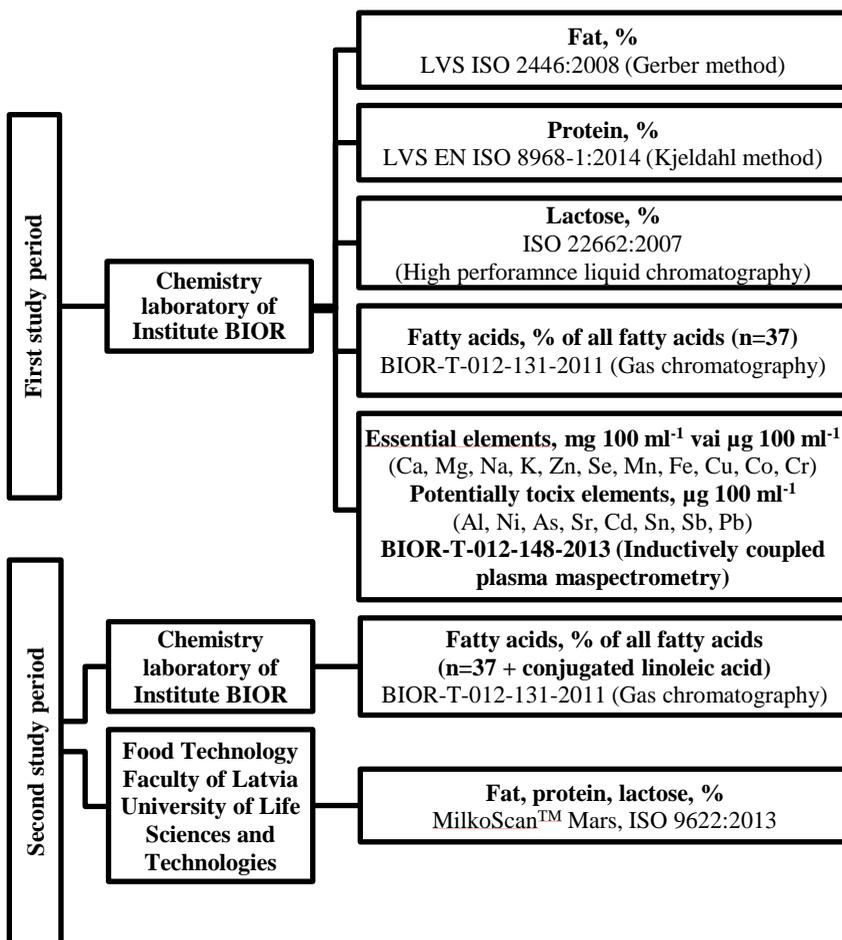


Fig. 2. Methods used for the analysis of human milk composition

Evaluation of nutritional data using 72-hour food diary and food frequency questionnaire

To evaluate current energy and nutrient intake among the participants, a self-administered 72-hour food diary was used. A 72-hour food diary included example page on how to write a diary. Participants were also encouraged to use an electronic food atlas (Food Control Authority, 2014) to determine the size of a food product or a food portion size. Measurements like spoons, cups were also used by participants to facilitate the determination of the food portion sizes.

Unfortunately, due to a lack of information regarding the fatty acid composition of different foodstuff, we were not able to use the national food composition database of Latvia. Instead, we used the Finnish food composition Fineli (National Institute for Health and Welfare of Finland, 2019) to calculate the total energy and nutrient intake among the participants.

Nutritional information about dietary supplements was taken into account and added to the nutrient calculations from the Fineli food database.

A self-administered food frequency questionnaire – a modified protocol from the World Health Organization (2007) was used to assess participants' habitual diet. The aim of the food frequency questionnaire was to rank different foodstuff intake according to the consumption frequency during the past four weeks before the study. The food frequency questionnaire consisted of 74 foods & drinks. The response options in the food frequency questionnaire were ranged into six categories:

- “never” (0 points);
- “less than once a week” (1 point);
- “once a week” (2 points);
- “twice a week” (3 points);
- “more than twice a week but not every day” (4 points);
- “every day” (5 points).

Characteristics of the participants

Information regarding characteristics of the participants are summarized in Table 2.

Table 2 / 2. tabula

Characteristics of the participants / *Pētījuma dalībnieku raksturojums*

Parameter (unit) / Parametrs (mērvienība)	First study period / <i>Pirmais pētījuma posms</i> (n=69)*		Second study period / <i>Otrais pētījuma posms</i> (n=70)	
	Median (IQR) / <i>Mediāna</i> (<i>SKI</i>)	Range / <i>Diapazons</i>	Median (IQR) / <i>Mediāna</i> (<i>SKI</i>)	Range / <i>Diapazons</i>
Maternal characteristics / <i>Dalībnieču raksturojums</i>				
Age (years) / <i>Vecums</i> (<i>gadi</i>)	31 (5)	23–39	31 (7)	23–45
BMI / <i>KMI</i> (kg m^{-2})	21.72 (4.46)	17.63– 32.18	22.28 (3.79)	18.51– 36.57
Parity / <i>Bērnu skaitis</i>	2 (1)	1–4	2 (1)	1–5

Table 2 continued / 2. tabulas turpinājums

Parameter (unit) / Parametrs (mērvienība)	First study period / Pirmais pētījuma posms (n=69)*		Second study period / Otrais pētījuma posms (n=70)	
	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons	Mediāna (SKI) / Median (IQR)	Median (IQR) / Mediāna (SKI)
Feeding pattern / Ēdināšanas veids	40 – exclusively breastfeeding / <i>ekskluzīvā zīdīšana</i> 2 – human milk + infant formula / <i>mātes piens + mātes piena aizstājējs</i> 27 – human milk + complementary feeding / <i>mātes piens + papilduzturs</i>		48 – exclusively breastfeeding / <i>ekskluzīvā zīdīšana</i> 3 – human milk + infant formula / <i>mātes piens + mātes piena aizstājējs</i> 19 – human milk + complementary feeding / <i>mātes piens + papilduzturs</i>	
Milk expression manner / Piena noslaukšanas veids	21 – manual expression / <i>noslaukšana ar roku</i> 39 – breast pump / <i>piena pumpis</i> 9 – both methods / <i>abas metodes</i>		31 – manual expression / <i>noslaukšana ar roku</i> 26 – breast pump / <i>piena pumpis</i> 13 – both methods / <i>abas metodes</i>	
Characteristics of the children / Bērnu raksturojums				
Age (months) / Vecums (mēneši)	4.0 (4.5)	1.5–21.0	3.0 (4.0)	1.0–27.0
	64 – Infants / <i>Zīdaiņi</i> (≤12 months / <i>mēneši</i>) 5 – Toddlers / <i>Mazi bērni</i> (1 to 2 years old / <i>1 līdz 2 gadus veci</i>)		68 – Infants / <i>Zīdaiņi</i> (≤12 months / <i>mēneši</i>) 2 – Toddlers / <i>Mazi bērni</i> (1 to 2 years old / <i>1 līdz 2 gadus veci</i>)	
Birth weight / Dzimšanas svars (kg)	3.49 (0.64)	1.60–5.36	3.61 (0.64)	1.63–5.50
Birth length / Dzimšanas garums (cm)	53.0 (5.0)	42–61	54.0 (3.0)	42–61
Sex / Dzimums	34 – girls / <i>meitenes</i> 35 – boys / <i>zēni</i>		34 – girls / <i>meitenes</i> 36 – boys / <i>zēni</i>	

* two out of 71 participants did not complete a questionnaire about maternal & child characteristics / *divas no pētījuma dalībniecēm neiesniedza anketas par mātes & bērna parametriem*

Data statistical analysis

All elaborated data were summed up using Microsoft Excel, 2019 (Microsoft Corp.), and statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics, version 22.0 (SPSS Incorporated).

The results were expressed as average (standard deviation), median (interquartile range) and range (minimal–maximal values). The Kruskal Wallis H test was used to spot statistically significant differences between continuous or ordinal dependent variables and independent nominal variables. Spearman's rank correlation (ρ) was selected to measure the strength and direction of the association between continuous or ordinal variables. Non-parametric partial Spearman's rank correlations were conducted while controlling the following covariates:

- maternal age;
- maternal BMI;
- child's age;
- child's birth weight and length;
- child's sex;
- parity;
- feeding pattern (exclusive / mixed);
- milk expression manner (manual expression by hand / breast pump / combination of both methods).

A principal component analysis was conducted to identify different dietary patterns and human milk fatty acid composition patterns among the participants. The count of patterns was identified based on the eigenvalue (≥ 1). Values with the factor loading $\geq |0.5|$ were considered to contribute significantly to the identified components.

Stepwise multiple regression was used to predict a specific nutrient content in human milk based on three sequential day intake of this nutrient.

If needed, data were transformed to follow a normal distribution (log-transformation or square root transformation) before the specific statistical test.

A p -value of ≤ 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Composition of human milk

Obtained results about **macronutrient** content in obtained human milk samples are summarized in Table 3.

Median fat content in human milk did not significantly differ between study groups ($p=0.771$), but a significantly higher median protein and lactose content in human milk were noted among the second study group ($p<0.005$ for both). Obtained differences are probably due to different analytical methods used in each study period.

The median values for fat (4.40 %) and lactose (6.53 %) content in human milk from the first study period were similar to data previously reported in Latvia from Broka et al. (2016) – 4.42 % and 6.50 %, respectively. Elaborated median content for protein in both study groups (1.09 % and 1.23 %, respectively) was lower than data reported from Broka et al. (2016) – 1.46 %. The difference could be related to the sampling time. Our samples were collected at least 28 days postpartum, therefore it was mature human milk. Broka et al. (2016) analysed human milk samples collected 5 to 28 day postpartum, therefore it was transitional milk which contains a higher protein content compared to mature human milk (Garwolińska et al., 2018).

Table 3 / 3. tabula

**Fat, protein, and lactose content (%) in human milk /
Tauku, olbaltumvielu un laktozes saturs (%) mātes pienā**

Macro-nutrients / Makro- uzturvielas	First study period / Pirmais pētījuma posms (n=65)*		Second study period / Otrais pētījuma posms (n=70)	
	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons
Fat / Tauki	4.40 (2.00)	1.00–7.70	4.32 (1.75)	0.92–7.56
Protein / Olbaltum- vielas	1.09 (0.19)	0.75–1.82	1.23 (0.21)	1.00–1.99
Lactose / Laktoze**	6.53 (0.49)	5.94–7.70	7.18 (0.29)	6.24–7.54

* six out of 71 participants were not able to donate enough human milk for the analysis / sešas no pētījuma dalībniecēm nevarēja noslaukt pietiekami piena analīžu veikšanai.

** two significant outliers among lactose values were detected in the first study group and one significant outlier in the second study group / divas atšķirīgas vērtības laktozes saturam tika konstatētas pirmajā grupā, bet viena – otrajā grupā.

Data regarding fatty acid composition in human milk (only most important fatty acids displayed) are compiled in Table 4.

Dominating fatty acids in human milk was oleic acid, followed by palmitic acid and linoleic acid. These three fatty acids are marked also as dominant fatty acids from studies around the world (Antonakou et al., 2013; Daud et al., 2013; Glew et al., 2006; Jiang et al., 2016; Krešić et al., 2013; Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Mojska et al., 2003; Mosley et al., 2005; Nishimura et al., 2013; Olang et al., 2012; Precht & Molquentin, 1999; Samur, Topcu & Turan, 2009; Wu et al., 2010).

Table 4 / 4. tabula

**Fatty acid composition of human milk (% from all fatty acids) /
Taukskābju sastāvs mātes pienā (% no kopējām taukskābēm)**

Fatty acids / Taukskābes	First study period / <i>Pirmais pētījuma posms (n=71)</i>	Second study period / <i>Otrais pētījuma posms (n=70)</i>	<i>p-value / p-vērtība</i>
	Median / <i>Mediāna (Range / Diapazons)</i>	Median / <i>Mediāna (Range / Diapazons)</i>	
PS / PA (C16:0)	23.80 (13.20–30.60)	18.70 (10.60–25.0)	<0.0005
OA / OS (C18:1 n-9c)	34.50 (26.10–41.40)	38.20 (25.20–49.40)	<0.0005
LA / LS (C18:2 n-6c)	11.20 (5.00–26.50)	14.40 (8.60–36.80)	<0.0005
ALA / ALS (C18:3 n-3)	1.00 (0.50–9.60)	1.70 (0.80–5.50)	<0.0005
ARA / AS (C20:4 n-6)	0.30 (0.10–0.50)	0.40 (0.10–2.10)	0.021
EPA / EPS (C20:5 n-3)	0.10 (<0.10–2.70)	0.10 (<0.10–0.30)	<0.0005
DHA / DHS (C22:6 n-3)	0.30 (0.10–4.30)	0.30 (0.10–1.00)	0.883
EA / ES (C18:1 n-9t)	<0.10 (all values / <i>visas vērtības</i>)	0.50 (0.10–1.40)	<0.0005
VA / VS (C18:1 n-11t)	1.20 (<0.10–1.90)	1.70 (0.90–2.20)	<0.0005
LEA / LES (C18:2 n-9t,12t)	0.10 (<0.10–1.50)	0.10 (<0.10–0.30)	<0.0005
CLA / KLS (C18:2 n9c, n11t)	not analysed in this study period/ <i>netika noteikta šī posma ietvaros</i>	0.10 (<0.10–0.30)	not calculated / <i>nav aprēķināts</i>
SFA / PT	45.70 (27.20–60.80)	38.60 (21.80–49.10)	<0.0005
MCFA / VGKT (C10–C14)	12.40 (4.00) (6.20–24.50)	12.10 (3.20) (6.50–21.70)	0.149
MUFA / MNT	38.80 (29.20–45.60)	40.30 (25.80–51.40)	0.132
PUFA / PNT	14.10 (7.50–31.70)	18.10 (12.40–39.60)	<0.0005
TFA / TT	1.40 (<0.10–2.80)	2.40 (1.00–3.20)	<0.0005

Using principal component analysis, we identified six human milk fatty acid profiles among the participants, explaining 85.12 % of total fatty acid profile variance:

- first profile associated with a high polyunsaturated fatty acid level, but a low saturated fatty acid level in human milk (explaining 28.22 % of total variance);
- second profile associated with high monounsaturated and *trans* fatty acid levels, but low n-6 / n-3 polyunsaturated fatty acid ratio in human milk (explaining 20.46 % of total variance);
- third profile associated with a high n-3 polyunsaturated fatty acid level, but low monounsaturated fatty acid level in human milk (explaining 13.95 % of total variance);
- fourth profile associated with a high *trans* fatty acid level, but low monounsaturated fatty acid level (explaining 9.37 % of total variance);
- fifth profile associated with high long chain fatty acid – eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid levels in human milk (explaining 7.86 % of total variance);
- sixth profile associated with low docosahexaenoic acid and medium chain fatty acid levels (explaining 5.27 % of total variance).

Overall, our obtained data regarding fatty acid level in human milk were comparable to other data reported from Europe (Antonakou et al., 2013; Krešić et al., 2013; Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Mojska et al., 2003; Mosley et al., 2005; Precht & Molkentin, 1999), except we report a higher vaccenic acid level in human – 1.40 %. In other European countries on average vaccenic acid level in human milk less than 1 % (Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Precht & Molkentin, 1999).

Total *trans* fatty acid level among lactating women in Latvia is one of the lowest (1.70 %). Lower results reported only from Spain – 0.80 % (Luna, Juárez & de la Fuente, 2007).

Although median docosahexaenoic acid level in human milk among lactating women in Latvia responded to target value (0.30 %) (Jackson Harris & Harris, 2016), it was quite variable among the samples.

The level of arachidonic acid in human milk (0.30 %) was significantly lower than reported globally (0.55 %) (Fu et al., 2016).

Data regarding **essential and potentially toxic element** content in human milk is summarized in the Table 5.

A study from Sweden (Björklund et al., 2012) is one of the latest studies providing data about essential and potentially toxic elements in human milk from Europe using a sensitive analytical method ICP-MS which was also used in this study. A comparison of data can be found in Table 6.

Overall, our elaborated data for calcium, potassium and magnesium content in human milk were similar, but data for sodium and zinc were lower compared to data from Sweden (Björklund et al., 2012).

Table 5 / 5. tabula

**Esenciāli un potenciāli toksisko elementu saturs mātes pienā /
Esenciāli un potenciāli toksisko elementu saturs mātes pienā (n=69)***

Element, Symbol (unit) / Elementa nosaukums, simbols (mērvienība)	Detection limit / Noteikšanas robeža	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons
Essential elements / Esenciālie elementi			
Calcium / Kalcījs Ca (mg 100 ml⁻¹)	0.20	27.40 (9.43)	17.30–59.23
Magnesium / Magnijs Mg (mg 100 ml⁻¹)	2	3.89 (1.02)	2.52–5.63
Sodium / Nātrijs Na (mg 100 ml⁻¹)	2	12.67 (6.35)	5.00–42.54
Potassium / Kālijs K (mg 100 ml⁻¹)	2	60.59 (12.71)	40.99–75.88
Zinc / Cinks Zn (mg 100 ml⁻¹)	0.01	0.10 (0.11)	BDL / ZNR–0.34
Selenium / Selēns Se (µg 100 ml⁻¹)	2	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Manganese / Mangāns Mn (µg 100 ml⁻¹)	200	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Iron / Dzelzs Fe (µg 100 ml⁻¹)	100	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Copper / Varš Cu (µg 100 ml⁻¹)	50	BDL / ZNR	BDL / ZNR –64.99
Cobalt / Kobalts Co (µg 100 ml⁻¹)	1	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Chromium / Hroms Cr (µg 100 ml⁻¹)	1	BDL / ZNR	BDL / ZNR –1.44

Table 5 continued / 5. tabulas turpinājums

Element, Symbol (unit) / Elementa nosaukums, simbols (mērvienība)	Detection limit / Noteikšanas robeža	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons
Potentially toxic elements / Potenciāli toksiskie elementi			
Aluminum / Alumīnijs Al (µg 100 ml⁻¹)	500	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Nickel / Niķelis Ni (µg 100 ml⁻¹)	50	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Arsenic / Arsēns As (µg 100 ml⁻¹)	0.5	BDL / ZNR	BDL / ZNR -0.93
Strontium / Stroncijs Sr (µg 100 ml⁻¹)	50	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Cadmium / Kadmijs Cd (µg 100 ml⁻¹)	0.5	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Tin / Alva Sn (µg 100 ml⁻¹)	50	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Antimony / Antimons Sb (µg 100 ml⁻¹)	50	BDL / ZNR	BDL / ZNR
Lead / Svins Pb (µg 100 ml⁻¹)	1	BDL / ZNR	BDL / ZNR -4.84

* the number of the participants from the first study period who were able to donate human milk for the determination of essential and potentially toxic element content / pirmā pētījuma posma dalībnieču skaits, kuras ziedoja mātes pienu esenciālo un potenciāli toksisko elementu satura noteikšanai.

Table 6 / 6. tabula

**Comparison of essential element content in human milk /
Esenciālo elementu satura salīdzinājums mātes pienā (mg 100 ml⁻¹)**

Elements / Elementi	This study / Šis pētījums (n=69)		Björklund et al. (2012) Sweden / Zviedrija (n=60)	
	Median / Mediāna	Range / Diapazons	Median / Mediāna	Range / Diapazons
Calcium / Kalcījs	27.40	17.30–59.23	30.70	19.60–41.60
Magnesium / Magnījs	3.89	2.52–5.63	2.80	2.10–4.30
Sodium / Nātrijs	12.67	5.00–42.54	19.20	13.60–48.00
Potassium / Kālijs	60.59	40.99–75.88	63.6	54.90–72.90
Zinc / Cinks	0.10	<0.01–0.34	0.35	0.12–0.57

Latest technologies like ICP-MS allow us to ascertain elements even in small quantities. Nevertheless, possible adjustments are needed for the element analysis in human milk using ICP-MS, because we faced difficulties to determine iron, selenium and other essential element values in human milk above the detection limit. The possible reasons are listed below:

- selection of sample preparation method – Levi et al. (2018) have explored that sample preparation before ICP-MS analysis could influence specific element values in human milk samples. Selenium content is about 15 % higher with the alkali dilution method, but iron content is about 28 % higher with acid digestion. Acid digestion was used in this study;
- the purity of analytical reagents, technical parameters etc. factors can influence the values of detection limit for ICP-MS analysis;
- our elaborated detection limits for the analysed elements were significantly higher compared to values reported by Björklund et al. (2012). Although it should be noted that their limit of detection was based only on five blank samples while ours – on 20 blank samples;
- detection of some isotopes like selenium (^{78}Se), iron (^{56}Fe) etc. can be affected by spectrometric interferences with other polyatomic ions, most often argon ions (de la Guardia & Garrigues, 2015). Argon was used as a carrier gas for ICP-MS analysis in this study.

In the majority of analysed human milk samples, potentially toxic element content was also below the detection limit. Only two individual human milk samples contained potentially toxic element content above detection limit – one sample with an arsenic content of $0.93 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$ and one sample with a lead content of $4.84 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$, respectively. Both determined values did not exceed the maximal values set in European Commission Regulation 1881/2006 for infant formulae and foods destined for infants and toddlers ($10 \mu\text{g}$ for arsenic and $5 \mu\text{g}$ for lead in 100 mg^{-1} wet weight, respectively).

2. Dietary habits and nutrient intake among the study participants

Evaluation of food frequency questionnaire

Rye bread was the most consumed food product from the food group “cereals, cereal products & potatoes” – consumed more than twice a week by 31 % of the participants and every day by 28 % of the participants. Often among the participants was also consumed bread containing seeds & grains – consumed at least twice times a week (26 % of the participants) or every day (16 % of the participants) and wholegrain oats – consumed at least twice times a week (15 % of the participants) or every day (11 % of the participants). Other types of cereals – rice, buckwheat, etc. were consumed only rarely.

Boiled potatoes were mostly consumed once a week by ~ 32 % of the participants. More than half of the participants (~ 52 %) also on a rare basis preferred consumption of baked, fried potatoes, or potatoes' mash.

Overall, participants did not consume various types of starchy food, but preferred the consumption of specific products like bread and potatoes. Other starchy food products like buckwheat, quinoa, amaranth, couscous, bulgur was not popular among the participants.

Red meat was mostly consumed once a week by ~ 22 % of the participants but white meat – mostly twice a week (29 % of the participants). Processed meat was mostly avoided (30 % of the participants) or only consumed on a rare basis (32 % of the participants). Eggs were mostly consumed almost every day by the study participants (33 %).

The majority of the participants in this study were non-fish eaters (17 % of the participants) or noted fish consumption only rarely (46 % of the participants). Once a week fish was included in the diet by ~ 22 % of the participants, but only 15 % of the participants consumed fish at least two times a week. Also, seafood was consumed only rarely by 47% of the participants or avoided completely by ~ 46 % of the participants.

Almost half of the participants consumed milk on daily basis (43 %). Cheese was the second most frequently consumed dairy product, eaten almost every day by approximately 34 % of the participants. Fourteen participants from the first study group and ten participants from the second study group in the food frequency questionnaire noted that they avoid milk and dairy products. The reasons for the exclusion of milk & dairy products were following – participant is a vegetarian (two from the first group, one from the second group) or a vegan (two participants in each study group), maternal health issues (two participants from the first study group), the infant has cow's milk protein allergy (eight participants from the first study group and seven participants from the second study group).

More than half of the study participants did not consume pulses or ate them only rarely.

Only about half of the participants consumed fresh vegetables (52 %) and fresh fruits (49 %) on daily basis, but fresh berries on daily basis were consumed only by 13 % of the participants. Cooked vegetables on daily basis were consumed only by one-third of the participants.

Dominant plant-based fat source among the participants was plant oils – consumed almost every day or every day by approximately 83 % of the participants. Olive oil was the most commonly consumed plant oil among the lactating women in this study – frequently used by 71 % of the participants. Sunflower oil was the second most commonly preferred plant oil – frequently used by 25 % of the participants, but canola oil – the third most commonly preferred plant oil (23 % of the participants) (participants were allowed to note more than one preferential plant oil in food frequency questionnaire).

Butter was the most commonly used condiment – consumed almost every day or every day by half of the participants. Other condiments – ketchup, mayonnaise, sauces, margarine, and blended fat spreads were mostly avoided by the participants or consumed rarely.

Chocolate was the most commonly preferred sweet – consumed almost every day or every day by ~ 32 % of the participants. Cookies were consumed every day or almost every day by approximately 20 % of the participants. Almost all participants (~ 90 %) consumed salty snacks and fast food only rarely or never. Soft drinks were consumed only rarely or not at all.

More than half of the participants (~ 58 %) noted coffee consumption on daily basis. Also, caffeine-containing teas were consumed on daily basis by one-third of the participants (~ 30 %). Almost half of the participants from this study (~ 42 %) noted herbal tea use on daily basis.

Alcohol was completely avoided by approximately 70 % of the study participants but ~ 22 % of the participants noted the use of alcohol less than once a week. The rest of the participants drunk alcohol once (6 %), twice a week (1 %) or more frequently (1 %).

To classify current dietary patterns among the participants, we performed a principal components analysis based on the data from the food frequency questionnaire. Principal components analysis revealed five components that had eigenvalues greater than one and which explained 18.83 %, 17.65 %, 9.65 %, 8.63 %, and 6.67 % of the total variance (61.43 % in total), respectively:

- the first dietary pattern can be characterised as healthy due to high vegetable, fruit, berry, plant-based fat, pulses consumption, but low animal-based protein intake;
- the second dietary pattern can be associated as unhealthy due to high intake of products that contain high amount of carbohydrates (including sugar), fat, and salt;
- the third dietary pattern can be associated with high milk & dairy product and sweets & baked goods intake and could potentially be associated with a higher *trans* fatty acid intake;
- the fourth dietary pattern is related to different drink intake, but
- the fifth dietary pattern – associated with high fish & seafood and vegetable intake.

Evaluation of 72-hour food diary

Median **energy** intake among the participants was lower than recommended. The median percentage of energy intake from **carbohydrates** among the participants was lower, energy intake from **fats** was higher, but energy intake from **protein** – within recommendations (Table 7).

Table 7 / 7. tabula

Energy and macronutrient intake among the participants / *Enerģijas un makrouzturvielu uzņemšanas daudzums pētījuma dalībniecēm (n=139)**

Nutrients / Uzturvielas	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons	Guidelines for lactating women / <i>Vadlīnijas sievietēm zīdīšanas periodā</i>
Energy / Enerģija	2004 kcal / 8385 kJ (581 kcal / 2431 kJ)	827–3807 kcal / 3460–15928 kJ	2460–3110 kcal / 10293–13012 kJ (19–30 years / <i>gadi</i>), 2340–2960 kcal / 9791–12385 kJ (≥31 years / <i>gadi</i>) (Veselības ministrija, 2017)
Carbohydrates / <i>Ogļhidrāti</i>	39.33 E % (10.19 E %)	11.90– 56.62 E %	45–60 E % (Nordic Council of Ministers, 2014; Veselības ministrija, 2017a)
Sugars / Cukuri	18.74 E % (7.83 E %)	0.93–41.44 E %	≤10 E % (free sugars / “ <i>brīvie</i> ” <i>cukuri</i>) (Nordic Council of Ministers, 2014; Veselības ministrija, 2017a)
Fibre / Šķiedrvielas	22.18 g (13.23 g)	7.05–95.93 g	25–35 g (Nordic Nutrition Recomendations, 2014)
Salt / <i>Sāls</i>	5.57 g (3.53 g)	1.03–14.00 g	5 g (Veselības ministrija, 2017)
Protein / Olbaltumvielas	15.41 E % (5.48 E %)	8.01–43.08 E %	10–20 E % (Nordic Council of Ministers, 2014; Veselības ministrija, 2017a)
Fat / <i>Tauki</i>	41.63E % (10.05 E %)	23.47– 57.34 E %	25–30 E % (Veselības ministrija, 2017a)
SFA / <i>PT</i>	14.12 E % (6.18 E %)	4.69– 25.17 E %	≤10 E % (Nordic Council of Ministers, 2014; Veselības ministrija, 2017a)
MUFA / <i>MNT</i>	14.78 E % (5.13 E %)	5.66–27.79 E %	10–20 E % (Nordic Council of Ministers, 2014)
PUFA / <i>PNT</i>	6.90 E % (3.81 E %)	2.59–19.01 E %	5–10 E % (Nordic Council of Ministers, 2014)

Table 7 continued / 7. tabulas turpinājums

Nutrients / Uzturvielas	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapazons	Guidelines for lactating women / Vadlīnijas sievietēm zīdīšanas periodā
n-3 PUFA / n-3 PNT	1.10 E % (0.98 E %)	0.11–6.49 E %	At least / <i>Vismaz</i> 1 E % (Nordic Council of Ministers, 2014)
LA / LS	5.24 E % (3.12 E %)	1.81– 17.46 E %	≤4 E % (European Food Safety Authority, 2019a)
ALA / ALS	0.99 E % (0.71 E %)	0.27– 6.62 E %	At least / <i>Vismaz</i> 0.5 E % (European Food Safety Authority, 2019a)
LA + ALA / LS + ALS	6.44 E % (3.81 E %)	2.01– 18.77 E %	At least / <i>Vismaz</i> 5 E % (Nordic Council of Ministers, 2014)
EPA / EPS	18.82 mg (96.17 mg)	0.00– 1962.00 mg	No guidelines regarding daily intake of EPA / <i>Nav vadlīniju par ieteicamo EPS dienas devu</i>
DHA / DHS	99.72 mg (217.97 mg)	0.00– 4260.84 mg	200 mg per day / <i>dienā</i> (Nordic Council of Ministers, 2014)
EPA + DHA / EPS + DHS	131.27 mg (308.02 mg)	0.00– 6450.29 mg	250 mg EPA + DHA plus additionally 100 to 200 mg of DHA per day / <i>250 mg EPS + DHS plus papildus 100 līdz 200 mg DHS dienā</i> (European Food Safety Authority, 2019a)

* two out of 141 participants did not submit the 72 hour food diary / *divas no 141 pētījuma dalībniecēm neiesniedza uztura dienasgrāmatu.*

Overall, a higher total energy intake among study participants was associated with fruits & berries ($\rho=0.182$, $p=0.039$), plant-based fat ($\rho=0.199$, $p=0.024$), sweets & bakery goods ($\rho=0.229$, $p=0.009$) intake. Participants who consumed more frequently milk & dairy products, sweets & bakery goods and salty snacks & fast food were consuming more fat ($\rho=0.199$, $p=0.024$, $\rho=0.279$, $p=0.001$ and $\rho=0.191$, $p=0.030$). Median total protein intake among the participants positively correlated with habitual intake of eggs, meat & processed meat, fish & seafood, and milk & dairy products ($\rho=0.281$, $p=0.001$, $\rho=0.279$, $p=0.001$ and $\rho=0.333$, $p<0.0005$). Total carbohydrate intake weakly correlated with habitual fruit & berry consumption among the participants ($\rho=0.258$, $p=0.003$).

Sugar intake among the participants was high and provided approximately one-fifth of the total energy intake (Table 7). Overall, a higher sugar intake was noted among the study participants with a higher fruit & berries intake ($\rho=0.257$, $p=0.003$).

Median **fibre** intake (~ 22 g per day) among the participants of this study was slightly lower than recommended (25 to 35 g per day). Fibre intake among the participants positively correlated with pulses ($\rho=0.278$, $p=0.001$), vegetable ($\rho=0.313$, $p<0.0005$), fruit & berries ($\rho=0.317$, $p<0.0005$) and plant-based fat (food group that includes nuts, seeds, avocado) ($\rho=0.436$, $p<0.0005$) consumption.

Participants consumed more **saturated fatty acids** than recommended (Table 7). A higher intake of saturated fatty acids was reported among women with a higher intake of eggs, meat & meat products ($\rho=0.285$, $p=0.001$), milk & dairy products ($\rho=0.438$, $p<0.0005$) and sweets & baked goods ($\rho=0.328$, $p<0.0005$).

Monounsaturated fatty acid intake among the participants was within guidelines (Table 7). A higher monounsaturated fatty acid intake was noted among the participants with a higher intake of plant-based fats ($\rho=0.214$, $p=0.015$).

Total **polyunsaturated fatty acid** and **n-3 polyunsaturated fatty acid** intake among the study participants was within guidelines, but combined intake of **linoleic acid** + **α -linolenic acid** was above recommended 5 % of total daily energy intake (Table 7). Individually, linoleic acid intake among the study participants was higher than recommended, and α -linolenic acid intake was above 0.5 % of total daily energy intake (Table 7). A higher total polyunsaturated fatty acid, n-3 polyunsaturated fatty acid, both linoleic acid and α -linolenic acid intake among study participants was associated with habitual intake of plant-based fats ($\rho=0.287$, $p=0.001$, $\rho=0.242$, $p=0.006$, $\rho=0.262$, $p=0.003$, and $\rho=0.303$, $p=0.001$, respectively).

Median **eicosapentaenoic acid** and **docosahexaenoic acid** intake (19 mg and 100 mg per day, respectively) among the participants was significantly lower than recommended (Table 7). Habitual fish & seafood intake was associated with a higher intake of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid intake among study participants ($\rho=0.236$, $p=0.007$ and $\rho=0.224$, $p=0.011$).

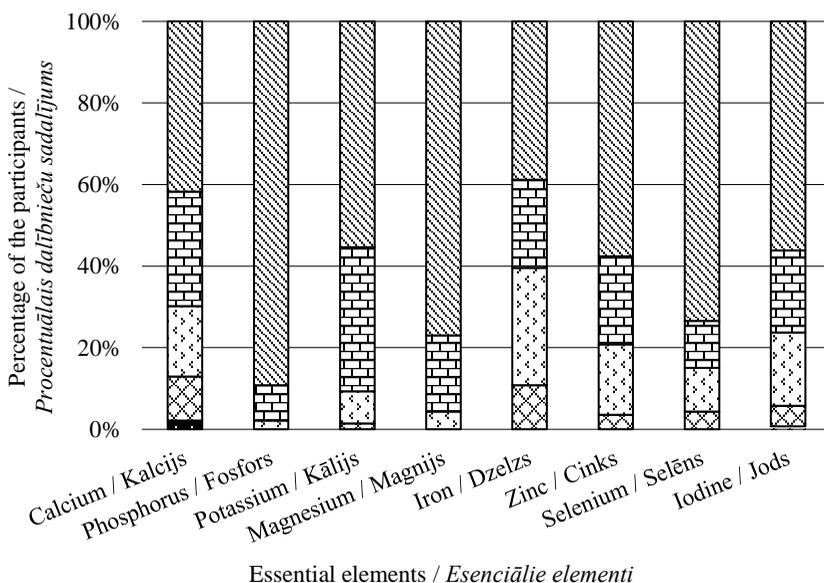
Median **trans fatty acid** intake among the study participants did not exceed 1 g per day, and positively correlated with habitual intake of milk & dairy products ($\rho=0.421$, $p<0.0005$) and sweets & baked goods ($\rho=0.312$, $p<0.0005$).

The median intake of **cholesterol** among study participants was around 273 mg per day. High intake of cholesterol can potentially increase the risk of cardiovascular diseases; therefore, it is recommended to consume less than 300 mg of cholesterol per day (Reiner et al., 2011).

Participants who were consuming more animal-based products were accordingly consuming more cholesterol ($\rho=0.345$, $p<0.0005$ for eggs, meat & meat products and $\rho=0.395$, $p<0.0005$ for milk & dairy products).

Few participants noted the use of **alcohol** during the study period – mainly red wine (n=3), white wine (n=2), or beer (n=2). For four participants the small amount of alcohol was consumed via dessert – tiramisu. Nevertheless, the total median alcohol intake among above mentioned participants did not exceed the upper limit of daily alcohol intake – 10 g per day.

Only for ~ 42 % of the participants median daily **calcium** intake reached the recommended 900 mg per day (Figure 3), and a significantly higher calcium intake was observed among the participants who consumed milk & dairy products more frequently ($\rho=0.520$, $p<0.0005$).



- ≥100 % of recommended intake / ≥100 % no ieteicamā daudzuma
- ▨ 75 % to 99 % of recommended intake / 75 % līdz 99 % no ieteicamā daudzuma
- ▩ 50 % to 74 % of recommended intake / 50 % līdz 74 % no ieteicamā daudzuma
- ▤ 25 % to 49 % of recommended intake / 25 % līdz 49 % no ieteicamā daudzuma
- 0 % to 24 % of recommended intake / 0 % līdz 24 % no ieteicamā daudzuma

Fig. 3. Median daily essential element intake among the participants in comparison to dietary guidelines / 3. att. Dienā uzņemtāis esenciālo elementu daudzums pētījuma dalībniecēm, salīdzinot ar uztura vadlīnijām (n=139)

A higher intake of **phosphorus** was noted among the participants with a higher intake of milk & dairy products ($\rho=0.346$, $p<0.0005$) and plant-based fats ($\rho=0.241$, $p=0.006$). Overall, for most participants (~ 89 %) daily intake of phosphorus reached the recommended daily intake of 900 mg (Figure 3).

Potassium intake among the participants positively correlated with vegetable, fruit & berries, plant-based fat intake ($\rho=0.325$, $p<0.0005$, $\rho=0.245$, $p=0.005$ and $\rho=0.388$, $p<0.0005$, respectively). Although, just over half of the participants in this study (~ 55 %) had a potassium intake of recommended 3100 mg per day (Figure 3).

Unfortunately, **sodium** (and therefore **salt**) intake among the majority of the participants (~ 63 %) was higher than recommended (Table 7), and it was associated with the habitual intake of eggs, meat & meat products ($\rho=0.306$, $p<0.0005$) and milk & dairy product intake ($\rho=0.196$, $p=0.026$).

Approximately 77 % of the participants the median daily intake of **magnesium** reached at least 280 mg (Figure 3). Participants with a higher habitual intake of plant-based products overall had a higher intake of magnesium ($\rho=0.336$, $p<0.0005$ for vegetable, $\rho=0.300$, $p=0.001$ for fruit & berries, $\rho=0.466$, $p<0.0005$ for plant-based fat intake).

Only for approximately 39 % of the participants the median daily **iron** intake reached at least 15 mg (Figure 3). Interestingly, that a higher iron intake was among the participants who consumed more of plant-based products, but less of animal-based food products like meat ($\rho=-0.285$, $p=0.001$).

For 58 % participants median daily **zinc** intake reached the recommended 11 mg per day (Figure 3). A higher zinc intake was noticed among the participants with a higher plant-based fat (like seeds, nuts, etc.) intake ($\rho=0.208$, $p=0.019$).

Adequate (at least 60 μg per day) **selenium** intake was reached among 73 % of the participants (Figure 3), and higher selenium intake was noted among the participants with a higher habitual intake of eggs, meat & processed meat ($\rho=0.174$, $p=0.050$) and milk & dairy products ($\rho=0.298$, $p=0.001$).

For most of the participants (56 %), median daily intake of **iodine** reached the minimum recommended intake – 150 μg (Figure 3), and overall, a higher intake of iodine was noted among the participants with a higher intake of fish & seafood ($\rho=0.190$, $p=0.032$) and milk & dairy products ($\rho=0.400$, $p<0.0005$).

Median consumption of **vitamin A** among the participants was low – only approximately 27 % of the participants reached the daily adequate intake of 1100 μg per day (Figure 4). A higher intake of vitamin A in this study was noted among the participants who were consuming more milk & dairy products ($\rho=0.284$, $p=0.001$) and plant-based fats ($\rho=0.202$, $p=0.022$).

Median **carotenoid** intake among participants was approximately 9724 μg per day, and the intake of carotenoids was associated with vegetable ($\rho=0.305$, $p<0.0005$) and plant-based fat ($\rho=0.266$, $p=0.002$) intake.

Only for 36 % of the participants, the median intake of **vitamin D** reached at least 10 μg per day (Figure 4).

A higher **vitamin E** intake was among the participants with a higher intake of plant-based fat sources ($\rho=0.247$, $p=0.005$), and overall, for 60 % of the participants median daily intake of vitamin E was within national dietary guidelines – 11 mg (Figure 4).

Among the study participants with a higher vegetable, fruit and plant-based fat intake, **K vitamin** intake was accordingly higher ($\rho=0.257$, $p=0.003$, $\rho=0.195$, $p=0.027$, $\rho=0.342$, $p<0.0005$), and, for the majority of the participants (~ 84 %), vitamin K intake reached at least 70 μg per day (Figure 4).

Participants, who consumed more vegetables ($\rho=0.277$, $p=0.002$), fruits & berries ($\rho=0.244$, $p=0.006$) and plant-based fat sources ($\rho=0.252$, $p=0.004$), also consumed more of **vitamin C**. However, only among 54 % of the participants, the median daily intake of vitamin C reached the recommended 100 mg per day (Figure 4).

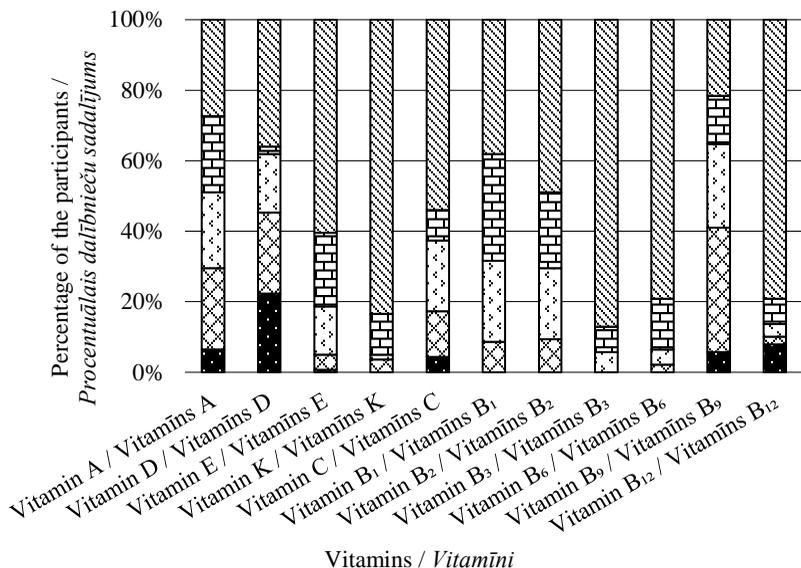
For only 38 % of the participants the intake of **vitamin B₁** was sufficient (at least 1.6 mg per day), and overall, vitamin B₁ intake was higher among participants who consumed more of vegetables, fruits & berries and plant-based fat products ($\rho=0.181$, $p=0.041$, $\rho=0.179$, $p=0.043$, $\rho=0.197$, $p=0.026$).

Only for approximately half of the participants (~ 49 %), the median **vitamin B₂** intake reached the recommended daily intake of 1.7 mg (Figure 4). Among the study participants, vitamin B₂ intake was positively associated with habitual milk & dairy product intake ($\rho=0.465$, $p<0.0005$).

Vitamin B₃ intake for the majority (~ 87 %) of the participants was adequate (at least 20 mg per day) (Figure 4), and it was associated with habitual intake of eggs, meat & processed meat, fish & seafood, milk & dairy product intake ($\rho=0.210$, $p=0.017$, $\rho=0.229$, $p=0.009$, $\rho=0.243$, $p=0.006$).

Approximately for 79 % of the participants the intake of **vitamin B₆** was within guidelines (1.5 mg per day, see Figure 4). Participants who consumed more plant-based foodstuff – vegetables, fruits & berries, and plant-based fats were consuming more of vitamin B₆ ($\rho=0.275$, $p=0.002$, $\rho=0.182$, $p=0.040$, $\rho=0.283$, $p=0.001$).

A higher **vitamin B₉** intake was noted among the participants with a higher intake of vegetables, fruits & berries, pulses, and plant-based fat products ($\rho=0.289$, $p=0.001$, $\rho=0.321$, $p<0.0005$, $\rho=0.338$, $p<0.0005$, respectively). However, only for 22 % of the participants, the median daily intake of vitamin B₉ reached the recommended 500 μg per day (Figure 4).



- ▨ ≥100 % of recommended intake / ≥100 % no ieteicamā daudzuma
- ▤ 75 % to 99 % of recommended intake / 75 % līdz 99 % no ieteicamā daudzuma
- ▥ 50 % to 74 % of recommended intake / 50 % līdz 74 % no ieteicamā daudzuma
- ▧ 25 % to 49 % of recommended intake / 25 % līdz 49 % no ieteicamā daudzuma
- 0 % to 24 % of recommended intake / 0 % līdz 24 % no ieteicamā daudzuma

Fig. 4. Median daily vitamin intake among the participants in comparison to dietary guidelines / 4. att. Dienā uzņemtais vitamīnu daudzums pētījuma dalībniecēm, salīdzinot ar uztura vadlīnijām (n=139)

For 79 % of the participants, the intake of **vitamin B₁₂** was within guidelines (2 µg per day, see Figure 4). Also, the intake of vitamin B₁₂ was higher among the participants who consumed more animal-based foodstuff ($\rho=0.200$, $p=0.024$ for eggs, meat & meat products, $\rho=0.328$, $p<0.0005$ for fish & seafood, $\rho=0.408$, $p<0.0005$ for milk & dairy products).

3. Human milk composition in relation to maternal nutrition

Data statistical analysis did reveal few significant, but weak correlations between habitual dietary intake of specific food groups and **macronutrient** content in human milk.

For example, lower fat content in human milk was noted among the participants with a higher intake of fish & seafood ($\rho=-0.196$, $p=0.030$), but a higher protein content in human milk was observed among the participants with a higher habitual intake of pulses ($\rho=0.184$, $p=0.041$), plant-based fats ($\rho=0.201$, $p=0.025$) and salty snacks & fast food ($\rho=0.180$, $p=0.047$).

Protein content in human milk positively correlated with median maternal intake of monounsaturated fatty acids ($\rho=0.178$, $p=0.049$), n-3 polyunsaturated fatty acids ($\rho=0.264$, $p=0.003$), α -linolenic acid ($\rho=0.335$, $p<0.0005$), iron ($\rho=0.220$, $p=0.015$) but negatively with vitamin B₆ ($\rho=-0.390$, $p<0.0005$) intake.

Lactose content in human milk positively correlated with monounsaturated fatty acid ($\rho=0.199$, $p=0.027$) and selenium ($\rho=0.185$, $p=0.041$) intake, but negatively with sugar ($\rho=-0.198$, $p=0.029$) and vitamin B₆ ($\rho=-0.650$, $p<0.0005$) intake.

However, no direct correlation was found between maternal intake of **fat, protein, or lactose** and the content of these macronutrients in the human milk ($p>0.05$).

Saturated fatty acid level in human milk positively correlated with habitual eggs, meat & meat products ($\rho=0.211$, $p=0.017$), fish & seafood ($\rho=0.217$, $p=0.014$) and milk & dairy product ($\rho=0.368$, $p<0.005$), as well as sweet & bakery good intake ($\rho=0.187$, $p=0.034$) and median maternal intake of saturated fatty acids ($\rho=0.278$, $p=0.002$). Although stepwise multiple regression revealed that only maternal intake three days before sampling had a significant impact on the saturated fatty acid level in human milk, $F(3, 135)=4.223$, $p=0.007$, and maternal intake of saturated fatty acids explained only 6 % (adjusted $R^2=0.065$) of the variability of the saturated fatty acid level in human milk.

Medium-chain fatty acid level in human milk negatively correlated with the fat intake ($\rho=-0.242$, $p=0.006$).

Positive associations were found between **palmitic acid** level in human milk and habitual milk & dairy products consumption ($\rho=0.509$, $p<0.0005$) and sweets & baked goods intake ($\rho=0.267$, $p=0.002$), as well as median maternal intake of lactose ($\rho=0.478$, $p<0.0005$), saturated fatty acids ($\rho=0.410$, $p<0.0005$) and *trans* fatty acids ($\rho=0.449$, $p<0.0005$). Stepwise multiple regression analysis also confirmed the significance of maternal intake of saturated fatty acid on the palmitic acid level in human milk, $F(3, 135)=7.075$, $p<0.0005$. However, maternal intake of saturated fatty acids explained only 12 % of the variability of the palmitic acid level in human milk (adjusted $R^2=0.117$), and only dietary intake of saturated fatty acids on the day before sampling had a significant impact on the palmitic acid level in human milk ($p=0.009$).

Both **oleic acid** and **monounsaturated fatty acid** level in human milk positively correlated with maternal intake of monounsaturated fatty acids ($\rho=0.346$, $p<0.0005$ and $\rho=0.294$, $p=0.001$, respectively), but negatively with maternal intake of *trans* fatty acids ($\rho=-0.190$, $p=0.032$ and $\rho=-0.193$, $p=0.029$, respectively). Stepwise multiple regression analysis also confirmed the significance of maternal intake of monounsaturated fatty acids on total monounsaturated fatty acid, as well as individually on the oleic acid level in human milk, $F(3, 135)=5.698$, $p=0.001$ and $F(3, 135)=7.647$, $p<0.0005$, respectively. However, maternal intake of monounsaturated fatty acids explained only 9 % of the variability of the monounsaturated fatty acid level in human milk (adjusted $R^2=0.093$) and only 13 % of the variability of the oleic acid level in human milk (adjusted $R^2=0.126$). Both regression analyses revealed that only dietary intake of monounsaturated fatty acids on the day before sampling had a significant impact on the oleic acid level and total monounsaturated fatty acid level in human milk ($p=0.043$ and $p=0.012$, respectively).

There was a correlation between median maternal intake of polyunsaturated fatty acids and **polyunsaturated fatty acid** level in human milk ($\rho=0.277$, $p=0.002$). Stepwise multiple regression analysis confirmed that maternal intake of polyunsaturated fatty acids three days and on the day before sampling significantly affected the polyunsaturated fatty acid level in human milk, $F(3, 135)=9.502$, $p<0.0005$. However, overall, maternal intake of polyunsaturated fatty acids explained only around 16 % of the variability of the polyunsaturated fatty acid level in human milk (adjusted $R^2=0.156$) ($p<0.0005$).

There was a significant positive correlation between maternal intake of **n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids** and level of these fatty acids in the human milk ($\rho=0.298$, $p=0.001$ and $\rho=0.451$, $p<0.0005$, respectively). Also, the stepwise regression analysis revealed that n-6 polyunsaturated fatty acids intake three days before sampling and on the day before sampling showed the greatest impact on the level of these fatty acids in the milk ($F(3, 135)=7.730$, $p<0.0005$), but the intake of n-3 polyunsaturated fatty acids in all three days before sampling had a significant impact on n-3 polyunsaturated fatty acids level in human milk $F(3, 135)=14.852$, $p<0.0005$. Intake of n-6 polyunsaturated fatty acids explained around 15 % of n-6 polyunsaturated fatty acids level in human milk (adjusted $R^2=0.147$), but n-3 polyunsaturated fatty acids intake – approximately 28 % of the n-3 polyunsaturated fatty acid level in human milk (adjusted $R^2=0.283$).

There was a moderate positive correlation between median maternal intake of linoleic acid and **linoleic acid** level in human milk ($\rho=0.302$, $p=0.001$). Stepwise multiple regression analysis confirmed that maternal intake of linoleic acid three days before sampling and on the day before the sampling influenced the linoleic acid level in human milk, $F(3, 135)=8.273$, $p<0.0005$, and maternal intake of linoleic acid explained around 14 % of the variability of the linoleic acid level in human milk (adjusted $R^2=0.137$).

Sunflower oil as the main plant oil source in the diet was related to a higher level of linoleic acid, n-6 polyunsaturated acids and total polyunsaturated fatty acids in human milk. On the opposite, a lower level of monounsaturated fatty acid, docosahexaenoic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids in human milk samples was found among the participants with the preference for the consumption of sunflower oil (Table 8).

Table 8 / 8. tabula

The fatty acid level (% of total fatty acid level) in human milk depending on the preferential plant oil source in the maternal diet / *Taukskājbu saturs (% no kopējā taukskājbu satura) mātes pienā atkarībā no lietotā augu eļļas avota uzturā (n=138)**

Fatty acid level in human milk / <i>Taukskājbu saturs mātes pienā</i>	Sunflower oil as the preferential plant oil? / <i>Saulespuķu eļļa kā preferenciālā augu eļļa?</i>		<i>p</i> -value / <i>p</i> -vērtība
	No / <i>Nē</i>	Yes / <i>Jā</i>	
MUFA / <i>MNT</i>	40.10	38.15	<i>p</i> =0.050
LA / <i>LS</i>	11.90	15.00	<i>p</i> =0.001
n-6 PUFA / <i>n-6 PNT</i>	13.20	16.45	<i>p</i> =0.001
n-3 PUFA / <i>n-3 PNT</i>	2.10	1.80	<i>p</i> =0.023
PUFA, total / <i>PNT, kopā</i>	14.05	15.90	<i>p</i> =0.006
Ratio between LA and ALA / <i>Attiecība starp LS un ALS</i>	8.74	11.09	<i>p</i> =0.001
Ratio between n-6 and n-3 PUFA / <i>Attiecība starp n-6 un n-3 PNT</i>	6.49	9.03	<i>p</i> <0.0005
DHA / <i>DHS</i>	0.40	0.30	<i>p</i> =0.001

Median maternal intake of α -linolenic acid was related to **α -linolenic acid** level in human milk ($\rho=0.450$, $p<0.0005$). Stepwise multiple regression analysis also confirmed that both maternal intake of α -linolenic acid three days before sampling and on the day before sampling significantly influenced α -linolenic acid level in human milk, $F(3, 135)=20.230$, $p<0.0005$. Overall, maternal intake of α -linolenic acid explained 30 % of the variability of the α -linolenic acid level in human milk (adjusted $R^2=0.295$).

Arachidonic acid level in human milk negatively correlated with habitual intake of cereals, cereal products & potatoes ($\rho=-0.254$, $p=0.004$) and habitual intake of legumes ($\rho=-0.248$, $p=0.005$).

A habitual fish & seafood intake positively correlated with **docosahexaenoic acid** level in human milk ($\rho=0.287$, $p=0.001$). Participants who consumed fish at least twice a week had a significantly higher docosahexaenoic acid level in human milk (0.50 %) compared to non-fish eaters (0.30 %) ($p=0.001$).

There was also a significant strong positive association between dietary eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid intake, and docosahexaenoic acid level in human milk ($\rho=0.534$, $p<0.0005$ and $\rho=0.570$, $p<0.0005$, respectively). Stepwise multiple regression analysis also confirmed that maternal intake of docosahexaenoic acid all three days before sampling significantly influenced docosahexaenoic acid level in human milk, $F(3, 134)=13.347$, $p<0.0005$. Overall, maternal intake of docosahexaenoic acid explained 26 % of the variability of the docosahexaenoic acid level in human milk (adjusted $R^2=0.259$).

No direct association was found between maternal intake of *trans* fatty acids and **trans fatty acid** level in human milk ($\rho=0.167$, $p=0.056$), but overall, a higher *trans* fatty acid level in human milk was observed among the participants with a higher intake of animal-based food products ($\rho=0.283$, $p=0.001$ for eggs, meat & meat products, $\rho=0.193$, $p=0.029$ for fish & seafood and $\rho=0.257$, $p=0.003$ for milk & dairy products). **Elaidic acid** as well as **linolelaidic acid** level in human milk correlated with maternal intake of milk & dairy products ($\rho=0.607$, $p<0.0005$ and $\rho=0.436$, $p<0.0005$). Overall, elaborated results indicate that milk & dairy products are the dominant source of *trans* fatty acids found in human milk among lactating women in Latvia.

Calcium content in human milk was higher for the participants who reported a higher habitual intake of eggs, meat & meat products ($\rho=0.404$, $p=0.002$), but no direct association was found between maternal intake of calcium and calcium content in human milk ($\rho=-0.063$, $p=0.642$).

There was also no direct association between maternal intake of magnesium and **magnesium** content in human milk ($\rho=-0.160$, $p=0.235$). Only a weak significant association was found between magnesium content in human milk and habitual intake of fish & seafood ($\rho=0.298$, $p=0.024$).

Sodium was the only element which content in human milk was directly influenced by the maternal intake of sodium and salt. However, only a weak association was found between maternal intake of sodium & salt, and sodium content in human milk ($\rho=0.263$, $p=0.048$ and $\rho=0.265$, $p=0.046$, respectively). However, a stepwise multiple regression disclosed that sodium content in human milk is not directly influenced by maternal sodium intake, $F(3,61)=1.332$, $p=0.272$. Other factors, like infant age, lactose, protein, calcium, magnesium, and potassium content in human milk potentially affects sodium content in human milk.

Potassium is a dominant osmotic element found in the cells but sodium – the dominant osmotic element found outside the cells. This could potentially explain why a lower content of potassium in human milk was found among the participants who reported a higher salty snack & fast food ($\rho=-0.316$, $p=0.017$) consumption, because these products contain a high amount of sodium. Nevertheless, no direct association was found between maternal intake of potassium and potassium content in human milk ($\rho=-0.067$, $p=0.622$).

Zinc content in human milk was positively affected by the maternal intake of polyunsaturated fatty acids ($\rho=0.277$, $p=0.037$), n-6 polyunsaturated fatty acids ($\rho=0.305$, $p=0.021$) and linoleic acid ($\rho=0.311$, $p=0.018$), but a negative association was found for fish & seafood intake ($\rho=-0.265$, $p=0.046$). No direct association was found between maternal intake of zinc and zinc content in human milk ($\rho=0.001$, $p=0.996$).

Although few significant associations were found between essential element content in human milk and maternal diet, overall, we conclude that essential element content in human milk is unlikely to be influenced by a direct maternal intake of essential elements.

Other essential element (iron, selenium, manganese, copper, cobalt, chromium), as well as **potentially toxic element** content (aluminium, nickel, arsenic, strontium, cadmium, tin, antimony, lead) in human milk was below the detection limit, therefore further evaluation regarding maternal diet impact on the essential and potentially toxic element content in human milk was not possible.

4. Supply of energy and nutrients for exclusively breastfed infants via human milk

To theoretically evaluate if exclusively breastfed infants (1 to 6 months old) from this study received a sufficient amount of energy and nutrients via human milk, obtained median energy or nutrient values in 100 ml of human milk were multiplied by the mean daily intake of human milk consumed by the infant depending on age in the developed countries (data from Butte, Lopez Alarcon & Garza, 2002). Then elaborated values were compared with the levels that are considered to be adequate for the majority of infants (Table 9).

Table 9 / 9. tabula

Daily intake of energy and macronutrients via human milk for exclusively breastfed infants (1 to <6 months) / Dienā ar mātes pienu uzņemtais enerģijas un makrouzturvielu daudzums ekskluzīvi zīdītiem 1 līdz 6 mēnešus veciem zīdaiņiem (n=83)*

Nutrients (unit) / Uzturvielas (mērvienība)	Nutrient supply via human milk according to elaborated data / Uzturvielu nodrošinājums ar mātes pienu, balstoties uz pētījuma datiem		Level of intake that is considered adequate for the majority of infants / Daudzums, ko uzskata par adekvātu lielākajai daļai zīdaiņu (European Food Safety Authority, 2013)	Recommen- ded intake / Ieteicamais daudzums (Veselības ministrija, 2017a)
	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapa- zons		
Energy / Enerģija (kcal)	519.25 (102.14)	366.67– 708.30	335–358 (1 to <2 months / 1 līdz <2 mēnešī)	520 (girls / meitenes) 590 (boys / zēni)
	510.74 (103.78)	384.39– 672.17	454–502 (2 to <3 months / 2 līdz <3 mēnešī)	
	506.55 (120.31)	328.61– 717.81	478–523 (3 to <4 months / 3 līdz <4 mēnešī)	
	538.62 (98.91)	312.44– 697.63	502–550 (4 to <5 months / 4 līdz <5 mēnešī)	
	524.56 (98.20)	411.13– 644.95	550–573 (5 to <6 months / 5 līdz <6 mēnešī)	

Table 9 continued / 9. tabulas turpinājums

Nutrients (unit) / Uzturvielas (mērvienība)	Nutrient supply via human milk according to elaborated data / Uzturvielu nodrošinājums ar mātes pienu, balstoties uz pētījuma datiem		Level of intake that is considered adequate for the majority of infants / Daudzums, ko uzskata par adekvātu lielākajai daļai zīdaiņu (European Food Safety Authority, 2013)	Recommen- ded intake / Ieteicamais daudzums (Veselības ministrija, 2017a)
	Median (IQR) / Mediāna (SKI)	Range / Diapa- zons		
Carbohy- drates / Ogļhidrāti (E %)	39.96 (9.66)	22.88– 69.04	40–45	ND / ND
Protein / Olbaltum- vielas (g)	8.79 (1.23)	6.53– 13.37	7–9	ND / ND
Fat / Tauki (E%)	53.34 (11.04)	22.47– 68.84	50–55	ND / ND
LA / LS (E%)	13.30 (6.20)	6.30– 35.30	4	ND / ND
ALA / ALS (E%)	0.75 (0.47)	0.20– 4.19	0.50	ND / ND
ARA / ARS (mg)	91.43 (79.03)	17.54– 941.41	140	ND / ND
DHA / DHS (mg)	109.43 (87.88)	36.27– 960.96	100	ND / ND

* count of the participants who were exclusively breastfeeding their 1 to 6 months old infants and were able to donate milk both for fat, protein, lactose analysis, and fatty acid composition analysis / pētījuma dalībnieču skaits, kuras ekskluzīvi zīdīja 1 līdz 6 mēnešus vecu zīdaini un ziedoja mātes pienu tauku, olbaltumvielu, laktozes un taukskābju sastāva analizēm.

Based on theoretical calculation, the **energy** intake among 1–2 months old exclusively breastfed infants was higher than the level considered to be adequate. The energy intake among 3–4 months old exclusively breastfed infants was adequate, but energy intake among 5 to <6 months old exclusively breastfed infants was lower than the level considered to be adequate (Table 9).

Median daily intake of **protein**, **fat**, and **carbohydrates** (in this case, **lactose**) via human milk for exclusively breastfed infants till six months of age was adequate according to European Food Safety Authority guidelines (2013) (Table 9).

Median energy intake of **linoleic acid** via human milk for exclusively breastfed infants (1 to <6 months) in this study was significantly higher, the median daily intake of **α -linolenic acid** and **docosahexaenoic acid** slightly higher than the adequate daily intake, but median daily intake of **arachidonic acid** via human milk was lower than adequate daily intake, according to the European Food Safety Authority guidelines (Table 9).

However, a large variance in daily fatty acids intake for infants via human milk was observed since fatty acid levels in human milk were affected by maternal dietary intake which was also quite variable among the participating women.

According to theoretically calculated data, exclusively breastfed infants till six months of age received a sufficient amount of **calcium, potassium, and magnesium** (Fig. 5, 6. and 7).

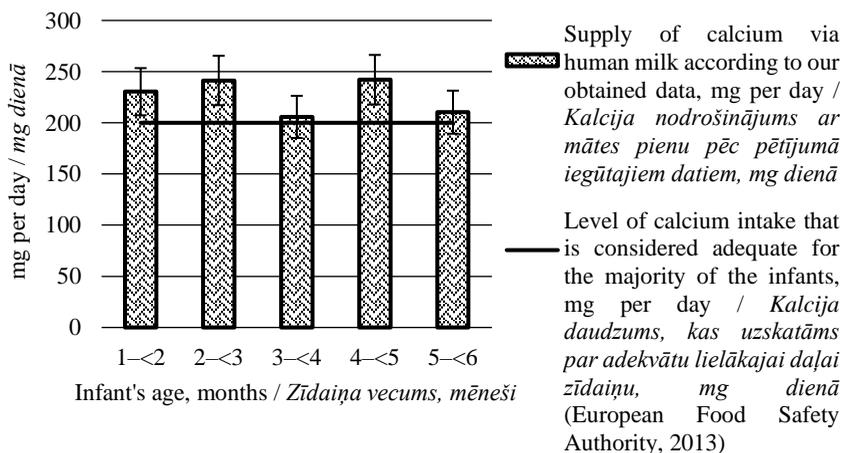
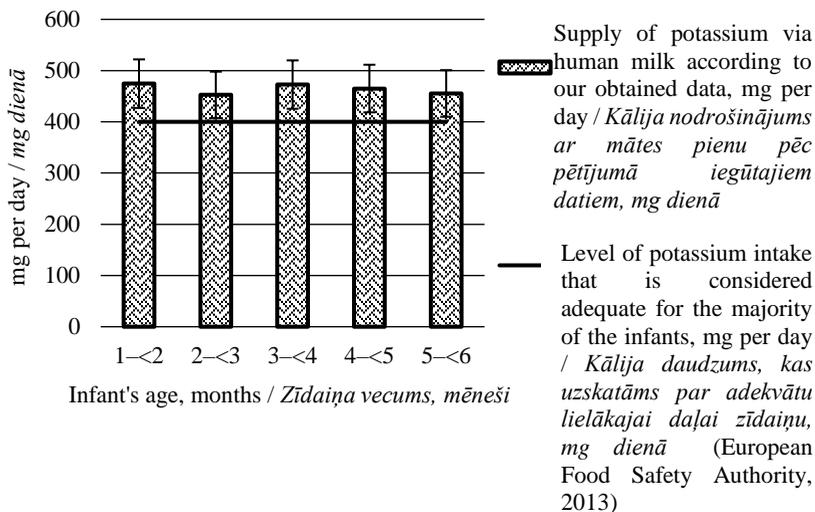


Fig. 5. **Supply of calcium via human milk for exclusively breastfed infants /**
 5. att. **Kalcija nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem**
 (n=38)

Although median sodium and salt intake among the participants was higher than recommended, but zinc intake within guidelines, the daily intake of **sodium** and **zinc** for exclusively breastfed infants via human milk, according to calculated data, was lower than adequate, based on European Food Safety Authority scientific opinion (Fig. 8 and 9).



6. att. **Kālija nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem /**
Fig. 6. Supply of potassium via human milk for exclusively breastfed infants /
 (n=38)

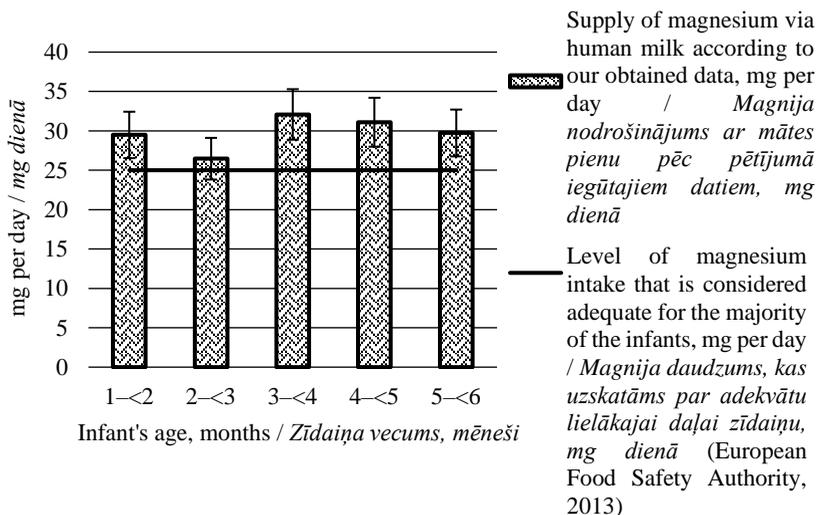


Fig. 7. **Supply of magnesium via human milk for exclusively breastfed infants /**
 7. att. **Magnija nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem** (n=38)

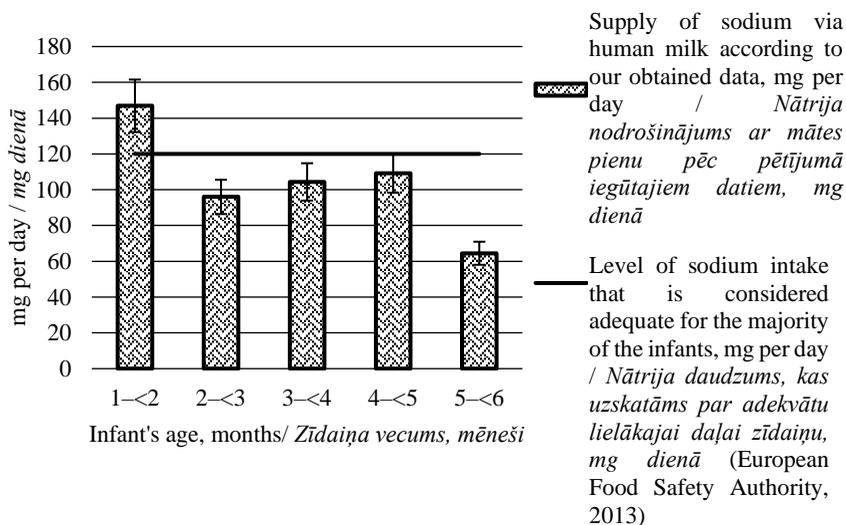


Fig. 8. Supply of sodium via human milk for exclusively breastfed infants / 8. att. *Nātrija nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem* (n=38)

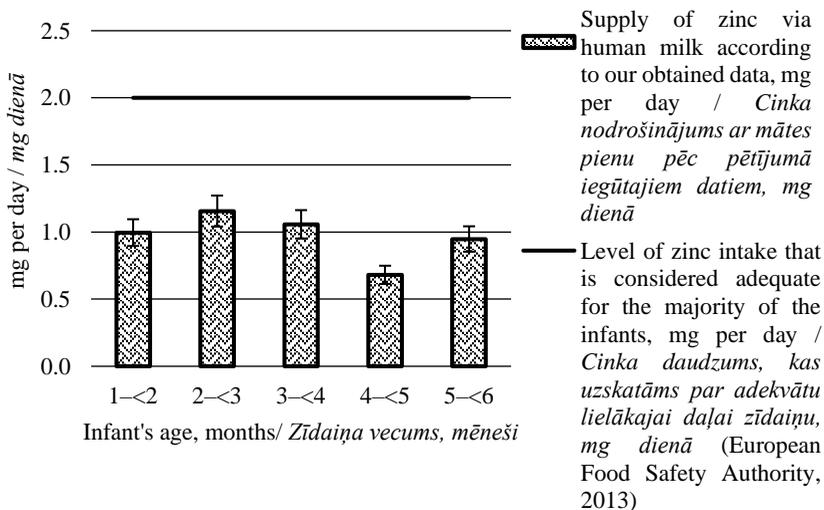


Fig. 9. Supply of zinc via human milk for exclusively breastfed infants / 9. att. *Cinka nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem* (n=38)

However, it should be taken into account that an adequate level of some essential elements for the infant could be met both by human milk and endogenous stores (for example, iron stored during gestation period in the liver) (Butte, Lopez-Alarcon & Garza, 2002; European Food Safety Authority, 2013). Therefore, future research should aim for the assessment of essential element content not only in human milk, but also in plasma or serum for both mothers and infants.

CONCLUSIONS

- 1) For the first time in Latvia fatty acid composition of human milk has been comprehensively studied providing an insight of differences related to the geographical location and dietary patterns of the lactating women.
- 2) Three dominating fatty acids in human milk were palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid, in total compiling ~ 71 % of the total fatty acid level in human milk.
- 3) Although median docosahexaenoic acid level in human milk corresponded to the recommended target value – 0.30 %, a large variance in values was observed (from 0.10 % to 4.30 % of a total fatty acid level).
- 4) Compared to other countries, a low total *trans* fatty acid level (<2.0 %) in human milk was observed.
- 5) Elaborated values for fat, protein, lactose, calcium, potassium and magnesium content in human milk were similar to data found in literature, but zinc and sodium content in human milk was lower comparing to data from other countries.
- 6) Human milk contained only trace amounts of arsenic, cadmium, tin, and lead which did not exceed the maximum levels of potentially toxic elements defined in legislation for in the infant formulas and foodstuff destined for infants and toddlers.
- 7) Participants consumed more fat, saturated fatty acids, and salt than recommended, but dietary intake of carbohydrates, fibre, eicosapentaenoic acid, and docosahexaenoic acid, calcium, iron, and vitamins A, D, B₁, B₂, B₉ was insufficient.
- 8) Low intake for the majority of essential nutrients (carbohydrates, fibre, eicosapentaenoic acid, and docosahexaenoic acid, calcium, iron, and vitamins A, D, B₁, B₂, B₉) among the participants was due to insufficient intake of nutritious foods like vegetables, fruits, berries, pulses, cereals, milk & dairy products, and fish.

- 9) Immediate maternal intake affects the fatty acid ($C \geq 16$) composition of human milk. Also, the habitual intake of specific food products (like fish, plant oils, etc.) affects the fatty acid composition of human milk and therefore impacts the fatty acid intake for the infant.
- 10) On the opposite, macronutrient (fat, protein, lactose), as well as essential element content in human milk is insensitive to immediate maternal diet.
- 11) Based on calculations, 1 to 6 months old exclusively breastfed infants received adequate energy, fat, protein, carbohydrate, α -linolenic, docosahexaenoic acid, calcium, magnesium, and potassium intake via human milk, but the intake of arachidonic acid, sodium and zinc was lower than recommended.
- 12) The hypothesis of the research was approved – maternal nutrition predicts human milk composition and serves as the basis for providing the essential nutrients for the infant.

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Mātes piens ir pirmais vispiemērotākais uzturvielu avots zīdāinim (Pasaules Veselības Organizācija, 2018). Mātes pienā esošās uzturvielas tiek sintezētas piena dziedzeros vai transportētas uz laktocītiem no asinsrites. Tādējādi uzturvielu avoti mātes pienā ir sievietes uzturs zīdīšanas periodā vai uzturvielu rezerves organismā (Andreas, Kampmann, & Le-Doare, 2015; Hale & Hartmann, 2017). Sievietes uztura kvalitātei zīdīšanas periodā ir būtiska nozīme, jo tā var ietekmēt piena sastāvu un nepieciešamo uzturvielu nodrošinājumu zīdāinim (Hale & Hartmann, 2017; Lawrence & Lawrence, 2015).

Mātes piena sastāvs Latvijā līdz šim nav plaši pētīts (Bake et al., 2007; Broka et al., 2016). Ir dati par noturīgo organisko piesārņojuma saturu mātes pienā (Bake et al., 2007). Šī pētījuma mērķa grupa bija mātes, dzīvojošas Olainē, un kontroles grupa – dalībnieces dzīvojošas teritorijās, kurās nav intensīvas ķīmiskās rūpniecības. Nevienā no grupām noturīgā organiskā piesārņojums saturs mātes piena paraugos nepārsniedza pieļaujamās normas (Bake et al., 2007).

Pētījums, ko veikusi Broka et al. (2016), ir jaunākais par makrouzturvielu (tauku, olbaltumvielu, laktozes) saturu mātes pienā Latvijā. Šajā pētījumā analizēti pārejas posma piena paraugi (pagājis mazāk nekā mēnesis pēc dzemdībām, laktācija vēl nav nostabilizējusies), un dalībnieces bija mātes, kas pētījuma norises laikā ar bērnu atradās Bērnu klīniskās universitātes slimnīcas Neonatoloģijas nodaļā, tādēļ iegūtos rezultātus nav iespējams vispārināt uz visu populāciju.

Lai gan taukskābju sastāvs mātes pienā pasaulē ir plaši pētīts (Bravi et al., 2016; Keikha et al., 2017), apliecinot taukskābju sastāva mainību mātes pienā ģeogrāfisko un uztura tradīciju dēļ (Andreas, Kampmann & Le-Doare, 2015; Hale & Hartmann, 2017; Mohrbacher, 2010), Latvijā nav noteikts un analizēts taukskābju sastāvs mātes pienā. Trūkst arī datu par esenciālo un potenciāli toksisko elementu saturu mātes pienā Latvijā, nav izvērtēti arī uztura paradumi sievietēm zīdīšanas periodā Latvijā.

Tas norāda uz nepieciešamību veikt pētījumu šajā jomā, jo iegūtie dati sniegtu informāciju par nacionālajām atšķirībām, ļautu izvērtēt uzturvielu nodrošinājumu sievietēm Latvijā un uztura ietekmi uz mātes piena sastāvu un attiecīgi uzturvielu nodrošinājumu zīdaiņiem.

Promocijas darba **hipotēze**: mātes uzturs zīdīšanas periodā var ietekmēt piena sastāvu un nepieciešamo uzturvielu nodrošinājumu zīdāinim.

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

- sieviete zīdīšanas periodā ar sabalansētu, daudzveidīgu uzturu var uzņemt nepieciešamo uzturvielu daudzumu, kas būs pamats atsevišķu uzturvielu nodrošinājumam zīdaiņim ar mātes pienu;
- kopējais tauku, olbaltumvielu, laktozes saturs mātes pienā nav tieši atkarīgs no uztura;
- taukskābju sastāvu un saturu mātes pienā ietekmē sievietes uztura paradumi zīdīšanas periodā;
- esenciālo un potenciāli toksisko elementu saturs mātes pienā ir atkarīgs no sievietes uztura zīdīšanas periodā;
- ekskluzīvi zīdīti zīdaiņi līdz sešu mēnešu vecumam ar mātes pienu var uzņemt nepieciešamo enerģijas un uzturvielu (tauku, olbaltumvielu, laktozes, taukskābju un esenciālo elementu) daudzumu.

Pētījuma **objekts ir** nobriedis mātes piens (pagājušas vismaz 28 dienas pēc dzemdībām).

Promocijas darba mērķis: analizēt mātes piena sastāvu saistībā ar uzturu un izvērtēt uzturvielu nodrošinājumu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem.

Pētījuma uzdevumi, lai sasniegtu promocijas darba mērķi, ir:

- 1) analizēt nobrieduša mātes piena sastāvu, nosakot olbaltumvielu, laktozes, tauku, taukskābju, esenciālo (Ca, Mg, Na, K, Zn, Se, Mn, Fe, Cu, Co, Cr) un potenciāli toksisko elementu (Al, Ni, As, Sr, Cd, Sn, Sb, Pb) saturu;
- 2) izvērtēt sievietes uzturu zīdīšanas periodā atbilstoši vadlīnijām nacionālajā un Eiropas līmenī;
- 3) novērtēt uztura ietekmi uz mātes piena sastāvu;
- 4) teorētiski novērtēt pētījuma ietvaros analizēto uzturvielu nodrošinājumu ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem.

Pētījuma **zinātniskais nozīmīgums:**

- 1) pirmo reizi Latvijā visaptveroši pētīts nobrieduša mātes piena sastāvs;
- 2) pētījumā iegūtie dati būs Latvijas ieguldījums mātes piena sastāva izpētē pasaulē.

Pētījuma **tautsaimnieciskā nozīme:**

- 1) pētījuma rezultāti var kalpot par pamatu veselīga uztura vadlīniju izstrādei sievietēm zīdīšanas periodā Latvijā;
- 2) iegūtie pētījuma rezultāti var tikt izmantoti, lai izstrādātu ieteicamās uzturvielu normas zīdaiņiem Latvijā (≤ 6 mēnešu vecumam).

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

Pētījuma rezultāti publicēti 8 recenzētos zinātniskajos izdevumos, no kuriem 7 ir indeksēti SCOPUS un/vai Web of Science datubāzēs:

- 1) **Aumeistere L.**, Zavadskā D. (2016) Raising awareness about breast milk composition among women in Latvia. *Journal of Breastfeeding Biology*, Vol. 1, No. 1, p. 21–28. <https://doi.org/10.14302/issn.2644-0105.jbfb-16-1257>;
- 2) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Celmalniece K. (2017) Lactose content of breast milk among lactating women in Latvia. *FOODBALT 2017 – 11th Baltic Conference on Food Science and Technology: Food Science and Technology in a Changing World. International Scientific Conference Proceedings*, p. 169–173. <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.023> (indeksēts Web of Science datubāzēs);
- 3) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K. (2017) A preliminary study on essential minerals in human milk: association with dietary habits. *23rd Annual International Scientific Conference “Research for Rural Development 2017”. International Scientific Conference Proceedings*, Vol 1. 2017, p. 230–236. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.034> (indeksēts SCOPUS un Web of Science datubāzēs);
- 4) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Volkovs V. (2018) Fish intake reflects on DHA level in breast milk among lactating women in Latvia. *International Breastfeeding Journal*, Vol. 13, Article No. 33. <https://doi.org/10.1186/s13006-018-0175-8> (indeksēts SCOPUS un Web of Science datubāzēs);
- 5) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2018) Zinc content in breast milk and its association with maternal diet. *Nutrients*, Vol. 10, Issue 10, Article No. 1438. <https://doi.org/10.3390/nu10101438> (indeksēts SCOPUS un Web of Science datubāzēs);
- 6) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) Essential elements in mature human milk. *FOODBALT 2019. 13th Baltic Conference on Food Science and Technology. FOOD. NUTRITION. WELL-BEING. Conference Proceedings*, p. 25–29. <https://doi.org/10.22616/Foodbalt.2019.005> (indeksēts Web of Science datubāzēs);

- 7) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Andersons J., Volkovs V., Ceļmalniece K. (2019) Impact of maternal diet on human milk composition among lactating women in Latvia. *Medicina*, Vol. 55, Issue 5, Article No. 173. <https://doi.org/10.3390/medicina55050173> (indeksēts SCOPUS un Web of Science datubāzēs);
- 8) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Bavrins K., Borisova A. (2020) The relation between human milk sodium and maternal sodium intake. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, Vol. 74, Issue 4, p. 232–236. <https://doi.org/10.2478/prolas-2020-0037> (indeksēts SCOPUS un Web of Science datubāzēs).

Par zinātniskā darba rezultātiem ziņots **11** starptautiskajās zinātniskajās konferencēs & kongresos Latvijā, Spānijā, Itālijā, Nīderlandē un Somijā:

- 1) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Bavrins K. (2017) Trace elements in human milk among lactating women in Latvia. *International Student Conference “Health and Social Sciences”*, 5. aprīlis, 2017. gads, Rīga, Latvija (stenda referāts);
- 2) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Ceļmalniece K. (2017) Lactose content of breast milk among lactating women in Latvia. *11th Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt 2017*, 27. līdz 28. aprīlis, 2017. gads, Jelgava, Latvija (mutiskais ziņojums);
- 3) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Bavrins K. (2017) A preliminary study on essential minerals in human milk: association with dietary habits. *23rd Annual International Scientific Conference Research for Rural Development 2017*, 17. līdz 19. maijs, 2017. gads, Jelgava, Latvija (mutiskais ziņojums);
- 4) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Andersons J., Jakubone E. (2017) Fat content of human milk: a pilot study from Latvia. *11th European Nutrition and Dietetics Conference*, 29. jūnijs līdz 1. jūlijs, 2017. gads, Madride, Spānija (e-posteris);
- 5) **Aumeistere L.**, Ciprovica I., Zavadzka D., Bavrins K., Borisova A. (2018) Zinc content in breast milk: a report from Latvia. *2nd EuroSciCon Conference on Food Technology*, 14. līdz 16. maijs, 2018. gads, Roma, Itālija (mutiskais ziņojums);

- 6) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Volkovs V. (2018) *Trans fatty acid content in mature breast milk among lactating women in Latvia. 1th European Food Chemistry & Nutrition Congress*, 26. līdz 27. jūlijs, 2018. gads, Amsterdama, Nīderlande (mutiskais ziņojums);
- 7) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) *Maternal sodium intake reflects on sodium content in mature human milk. 6th International Conference on Nutrition & Growth*, 7. līdz 9. marts, 2019. gads, Valensija, Spānija (stenda referāts);
- 8) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Bavrins K., Borisova A. (2019) *Essential elements analysis in mature human milk. 13th Baltic Conference on Food Science FoodBalt 2019 & 5th North and East European Congress on Food NEEFood 2019*, 2. līdz 3. maijs, 2019. gads, Jelgava, Latvija (mutiskais ziņojums);
- 9) Beluško A., **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D. (2020) *Conjugated linoleic acid in human milk: a case study from Latvia. 3rd International Conference Nutrition and Health*, 9. līdz 11. decembris, 2020. gads, Rīga, Latvija (e-postera prezentācija);
- 10) **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D., Volkovs V. (2020) *Dietary vegetable oil impact on fatty acid composition in human milk. 12th Nordic Nutrition Conference*, 13. līdz 16. decembris, 2020. gads, Helsinki, Somija (e-postera prezentācija);
- 11) Beluško A., **Aumeistere L.**, Ciproviča I., Zavadskā D. (2021) *Omega-3 taukskābju sastāvs mātes pienā. 16th International Scientific Conference "Students on their Way to Science"*, 23. aprīlis, 2021. gads, Jelgava, Latvija (mutiskais ziņojums tiešsaistē).

Promocijas darba izstrāde līdzfinansēta:

- Programma "Zinātniskās kapacitātes stiprināšana Latvijas Lauksaimniecības universitātē". Projekts "Mātes piena sastāva izpēte". Projekta Nr. Z2. Līguma Nr. 3.2.-10/44. Projekta statuss – noslēgts (projekta laiks no 2017. gada 1. janvāra līdz 2018. gada 31. decembrim);
- Programma "Fundamentālo pētījumu veikšana Latvijas Lauksaimniecības universitātē". Projekts "Taukskābju sastāva variācijas mātes pienā". Projekta Nr. G1. Līguma Nr. 3.2.-10/2019/LLU. Projekta statuss – turpinās (projekta laiks no 2020. gada 6. janvāra līdz 2022. gada 5. janvārim);
- Eiropas Sociālā fonda projekts Nr. 8.2.2.0/20/I/001 "LLU pāreja uz jauno doktorantūras finansēšanas modeli". Projekta statuss – turpinās (projekta laiks no 2021. gada 17. maija līdz 2022. gada 16. maijam).

MATERIĀLI UN METODES

Pētījuma dizains, laiks, vieta un paraugu atlase

Šķērsgriezuma dizaina pētījums tika veikts laika posmā no 2016. gada novembra līdz 2021. gada martam un noritēja divos posmos:

- pirmais posms laika periodā no 2016. gada novembra līdz 2019. gada decembrim (kopā piedaloties 71 dalībnieci);
- otrais posms laika periodā no 2020. gada janvāra līdz 2021. gada martam (kopā piedaloties 70 dalībniecēm).

Dalībnieces tika uzrunātas, izmantojot sociālo mediju domubiedru grupas sievietēm zīdīšanas periodā.

Dalībnieces pārstāvēja Latvijas reģionus, lielākā daļa bija no Rīgas un Pierīgas (skat. 1. tabulu).

Iekļaušanas un izslēgšanas kritēriji dalībai pētījumā

Iekļaušanas kritēriji:

- 1) parakstīta piekrišanas forma;
- 2) pētījuma norises laikā māte ar bērnu dzīvoja Latvijā;
- 3) viena bērna grūtniecība;
- 4) pagājušas vismaz 28 dienas pēc dzemdībām;
- 5) bērns pētījuma norises brīdī ekskluzīvi vai daļēji zīdīts (mātes piens + mātes piena aizstājējs vai mātes piens + papilduzturs);
- 6) māte un bērns pētījuma norises laikā veseli (nav hronisku vai akūtu saslimšanu).

Izslēgšanas kritēriji:

- 1) neparakstīta piekrišanas forma;
- 2) neatbilstība iekļaušanas kritērijiem.

Ētiskie apsvērumi

Pirms pētījuma uzsākšanas saņemta Rīgas Stradiņa universitātes Ētikas komitejas atļauja (Nr. 4/28.7.2016.). Pētījuma turpināšanai atļauja atjaunota 2020. gadā (Nr. 6-1/01/6). Pētījums veikts saskaņā ar vadlīnijām, kas noteiktas:

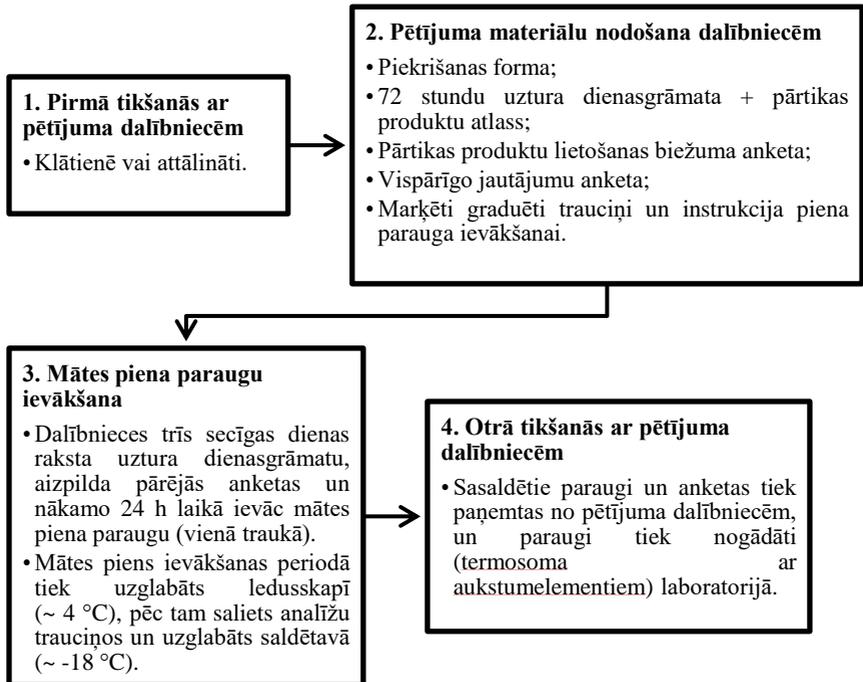
- Helsinku deklarācijā. Ētiskie principi medicīnas pētījumos, kas tiek veikti ar cilvēkiem (Pasaules Ārstu asociācija, 2013. gads);
- Konvencijā par cilvēktiesību un cieņas aizsardzību bioloģijā un medicīnā – Konvencija par cilvēktiesībām un biomedicīnu (Eiropas Padome 1997. gads).

Parakstīta piekrišanas forma tika iegūta no visām dalībniecēm pirms pētījuma uzsākšanas. Dalībnieku privātās tiesības visā pētījuma laikā tika nodrošinātas saskaņā ar Vispārīgo datu aizsardzības regulu (Eiropas Parlamenta un Padomes Regula Nr. 2016/679) un Latvijas Republikas Fizisko personu datu apstrādes likumu (2018. gads).

Mātes piena paraugi, kā arī visa dokumentācija, tika šifrēta, izmantojot unikālu trīs ciparu kodu, lai aizstātu personas datus (vārds, uzvārds u.c.).

Pētījuma apraksts

Pētījuma gaita abos posmos bija līdzīga un uzskatāmi aprakstīta 10. attēlā.



10. att. Pētījuma norises apraksts

Lai neradītu uzturvielu zaudējumus bērnam un nodrošinātu, ka netiek ietekmēti bērna zīdīšanas paradumi, mātes piena parauga ievākšanai tika izstrādāta speciāla procedūra. Daži mililitri piena tika atslaukti zīdīšanas reizes noslēgumā no tās krūts, kuru zīdis bērns. Ja bērns bija zīdis no abām krūtīm, piens bija jānoslauc no tās krūts, kuru bērns zīdis ilgāk.

Parauga ievākšanas biežums netika noteikts, bet, ievērtējot uzturvielu satura izmaiņas diennakts ietvaros, mātes piena kopparaugam bija jāietver piens no rīta, pusdienlaika, vakara un nakts barošanas.

Pirmā posma ietvaros dalībniecēm bija jāiegūst kopā 100 ml piena un jāsalej četros paraugu trauciņos:

- ~ 40 ml piena vienā trauciņā (tauku, olbaltumvielu satura noteikšanai);
- ~ 40 ml piena otrā trauciņā (esenciālo un potenciāli toksisko elementu satura noteikšanai);
- ~ 10 ml piena trešajā trauciņā (laktozes satura noteikšanai);
- ~ 10 ml piena ceturtajā trauciņā (kvalitatīvai un kvantitatīvai taukskābju sastāva analīzei).

Otrā posma ietvaros pētījuma gaita bija analoga, bet ierobežotā laika un finansējuma dēļ netika veiktas esenciālo un potenciāli toksisko elementu satura analīzes un izmantota lētāka metode makrouzturvielu (tauku, olbaltumvielu, laktozes) satura noteikšanai.

Otrā posma ietvaros dalībniecēm bija jānoslauc kopā 50 ml piena un noslēgumā jāsalej divos paraugu trauciņos:

- ~ 40 ml piena vienā trauciņā (tauku, olbaltumvielu satura noteikšanai);
- ~ 10 ml piena otrajā trauciņā (kvalitatīvai un kvantitatīvai taukskābju analīzei).

Pētījumā izmantotās metodes mātes piena sastāva analīze

Metodes, kuras izmantotas mātes piena sastāva analīzēšanai, apkopotas 11. attēlā.

Uztura datu izvērtēšana, izmantojot 72 stundu pārtikas dienasgrāmatu un pārtikas biežuma anketu

Lai izvērtētu uzņemto enerģijas un uzturvielu daudzumu pētījuma dalībniecēm, izmantota 72 stundu uztura dienasgrāmata. Uztura dienasgrāmata ietvēra paraugu, kā nepieciešams pierakstīt informāciju. Dalībnieces tika aicinātas izmantot elektroniski nosūtītu pārtikas produktu atlasu (Food Control Authority, 2014), lai noteiktu un atbilstoši pierakstītu dažādu produktu / ēdienu porcijas izmēru. Uztura dienasgrāmatā varēja norādīti arī tādus porciju daudzumus kā “karotes”, “krūzes” u.tml.

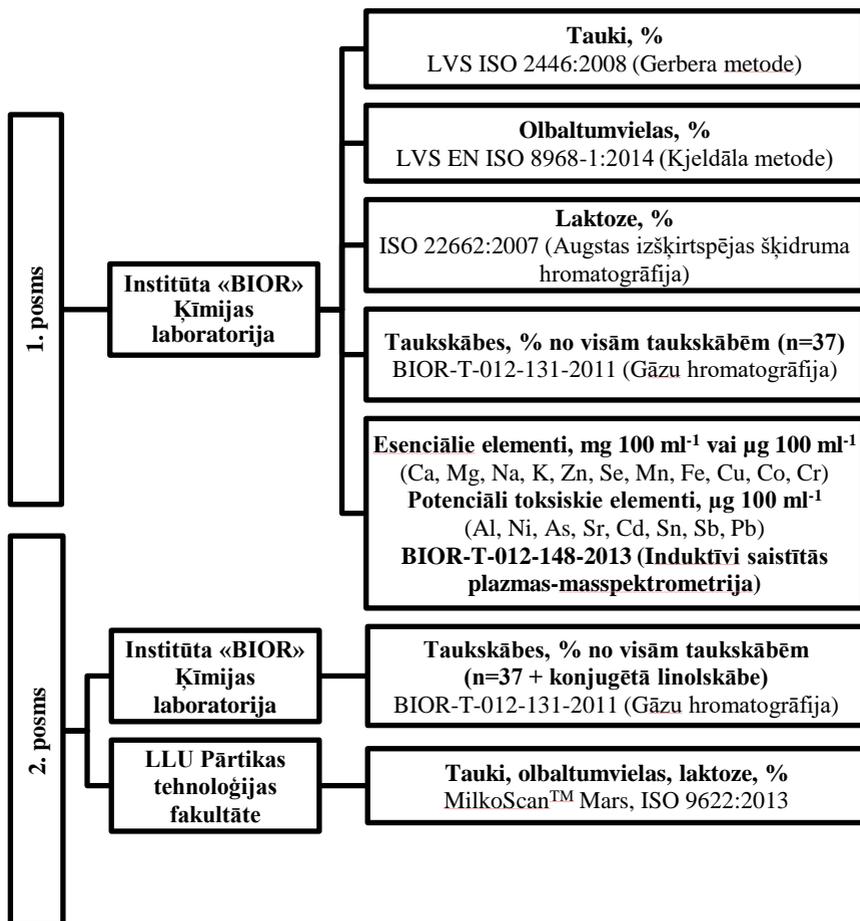
Latvijas pārtikas sastāva datu bāzē nav pieejama informācija par taukskābju saturu produktos, tādēļ, lai aprēķinātu dalībniecēm uzņemto enerģijas un uzturvielu daudzumu, tika izmantota Somijas pārtikas datu bāze Fineli (National Institute for Health and Welfare of Finland, 2019).

Tika ņemts vērā arī ar uztura bagātinātājiem uzņemtais uzturvielu daudzums, pieskaitot to klāt aprēķiniem no Fineli pārtikas datu bāzes.

Lai izvērtētu dalībnieču uztura paradumus, sievietēm bija jāaizpilda arī pārtikas produktu lietošanas biežuma anketa – modificēts protokols, ko izstrādājusi Pasaules Veselības organizācija (2007).

Anketā dalībniecēm bija jāatzīmē, cik bieži pēdējo 4 nedēļu laikā ir lietoti konkrētie pārtikas produkti un dzērieni (kopā 74 dažādi). Atbilžu varianti bija šādi:

- “nekad” (0 punkti);
- “retāk nekā reizi nedēļā” (1 punkts);
- “vienu reizi nedēļā” (2 punkti);
- “divas reizes nedēļā” (3 punkti);
- “biežāk nekā divas reizes nedēļā, bet ne katru dienu” (4 punkti);
- “katru dienu” (5 punkti).



11. att. Mātes piena sastāva analizēšanai izmantotās metodes

Pētījuma dalībnieku raksturojums

Pētījuma dalībnieku raksturojums ir apkopots 2. tabulā.

Datu statistiskā analīze

Visi dati apkopoti izmantojot Microsoft Excel, 2019 (Microsoft Corp.). Datu statistiskā apstrāde veikta izmantojot IBM SPSS Statistics, versiju 22.0 (SPSS Incorporated).

Iegūtajiem datiem aprēķināts vidējais aritmētiskais (standartnovirze), mediāna (starpkvartiļu izkliede) vai diapazons (minimālās–maksimālās vērtības). Kruskala-Vallisa H tests tika izmantots, lai noteiktu statistiski ticamas saistības starp kvalitatīviem un kvantitatīviem datiem. Spīrmēna rangu korelācijas koeficients (ρ) noteikts, lai vērtētu korelācijas virzienu un ciešumu starp kvantitatīviem datiem. Spīrmēna rangu korelācijas analīze tika veikta, kontrolējot pēc šādiem ietekmējošajiem faktoriem:

- mātes vecums;
- mātes ķermeņa masas indekss;
- bērna vecums;
- bērna dzimšanas svars un garums;
- bērna dzimums;
- bērnu skaits ģimenē;
- barošanas veids (ekskluzīva / jaukta);
- piena noslaukšanas veids (noslaukšana ar roku / izmantojot piena pumpi / abas metodes).

Galveno komponentu analīze tika veikta, lai identificētu dažādus uztura paradumu modeļus un taukskābju profilus mātes pienā. Klāsteru skaits tika identificēts balstoties uz iegūto eigenvērtību (≥ 1). Vērtības ar faktora ietekmi $\geq |0.5|$ tika uzskatītas par nozīmīgām, identificējot klāstera komponentes.

Vairāksolņu daudzfaktoru regresijas analīze tika izmantota, lai prognozētu konkrētu uzturvielu saturu mātes pienā, balstoties uz datiem par attiecīgās uzturvielas uzņemšanu ar uzturu, trīs secīgas dienas pirms mātes piena parauga iegūšanas.

Ja nepieciešams, dati tika pārveidoti, lai atbilstu normālsadalījumam (log-transformācija vai kvadrātsaknes izvilkšana).

Sakarība tika uzskatīta par nozīmīgu, ja p -vērtība ≤ 0.05 .

PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

1. Mātes piena sastāvs

Rezultāti par **makrouzturvielu (tauku, olbaltumvielu, laktozes)** saturu mātes pienā ir apkopoti 3. tabulā.

Tauku saturs mātes pienā, salīdzinot abas pētījuma grupas, nozīmīgi neatšķirās ($p=0.771$), bet otrā posma dalībniecēm pienā tika konstatēts augstāks olbaltumvielu un laktozes saturs ($p<0.005$ abiem). Novērotās atšķirības drīzāk saistītas ar dažādu analītisko metožu izmantošanu pētījuma posmos.

Dati par tauku (4.40 %) un laktozes (6.53 %) saturu mātes pienā pirmā posma dalībniecēm bija salīdzināmi ar Latvijā veiktā pētījuma datiem (Broka et al., 2016) – attiecīgi 4.42 % un 6.50 %. Olbaltumvielu saturs mātes pienā abos posmos (1.09 % un 1.23 %) bija zemāks nekā Broka et al. (2016) pētījumā – 1.46 %. Tas varētu būt izskaidrojams ar atšķirīgo paraugu ieguves laiku. Šī pētījuma ietvaros tika analizēti mātes piena paraugi, kad ir pagājušas vismaz 28 dienas pēc dzemdībām (nobriedis mātes piens). Brokas et al. (2016) pētījumā analizēti mātes piena paraugi, kas iegūti 5 līdz 28 dienas pēc dzemdībām – pārejas piens, kas satur augstāku olbaltumvielu saturu nekā nobriedis mātes piens (Garwolińska et al., 2018).

Dati par būtiskāko **taukskābju** sastāvu un saturu mātes pienā ir apkopoti 4. tabulā.

Dominējošās taukskābes mātes pienā bija oleīnskābe, palmitīnskābe un linolskābe. Arī citu zinātnieku pētījumi apstiprina, ka šīs taukskābes mātes pienā procentuāli ir visvairāk (Antonakou et al., 2013; Daud et al., 2013; Glew et al., 2006; Jiang et al., 2016; Krešić et al., 2013; Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Mojska et al., 2003; Mosley et al., 2005; Nishimura et al., 2013; Olang et al., 2012; Precht & Molquentin, 1999; Samur, Topcu & Turan, 2009; Wu et al., 2010).

Pirmā posma pētījuma dalībniecēm mātes pienā bija augstāks palmitīnskābes un kopējais piesātināto taukskābju saturs, bet otrā posma dalībniecēm – augstāks mononepiesātināto, polinepiesātināto un *trans* taukskābju saturs. Atšķirības, īpaši *trans* C18:1 taukskābju izomēru saturā, varētu būt skaidrojamas ar 2020. gadā pilnveidoto taukskābju noteikšanas metodi, kas ļauj labāk identificēt dažādus *trans* C18:1 taukskābju izomērus.

Izmantojot galveno komponentu analīzi, identificēti seši mātes piena taukskābju profili, kopā izskaidrojot 85.12 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā:

- pirmais profils saistīts ar augstu polinepiesātināto taukskābju, bet mazu piesātināto taukskābju saturu mātes pienā (skaidrojot 28.22 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā);
- otrais profils saistīts ar augstu mononepiesātināto un *trans* taukskābju saturu mātes pienā, bet mazu n-6 / n-3 polinepiesātināto taukskābju attiecību mātes pienā (skaidrojot 20.46 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā);
- trešais profils saistīts ar augstu n-3 polinepiesātināto taukskābju saturu, bet mazu mononepiesātināto taukskābju saturu mātes pienā (skaidrojot 13.95 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā);

- ceturtais profils saistīts ar augstu *trans* taukskābju, bet mazu mononepiesātināto taukskābju saturu mātes pienā (skaidrojot 9.37 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā);
- piektais profils saistīts ar augstu polinepiesātināto taukskābju – eikozapentaēnskābes un dokozaheksaēnskābes saturu mātes pienā (skaidrojot 7.86 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā);
- sestais profils saistīts ar zemu dokozaheksaēnskābes un vidēji garo ķēžu taukskābju saturu mātes pienā (skaidrojot 5.27 % no kopējām taukskābju variācijām mātes pienā).

Kopumā, dati bija salīdzināmi ar rezultātiem, ko publicējuši Eiropas valstu zinātnieki (Antonakou et al., 2013; Krešić et al., 2013; Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Mojska et al., 2003; Mosley et al., 2005; Precht & Molquentin, 1999), izņemot vakcēnskābes saturu mātes pienā, kas bija ievērojami augstāks (1.40 %) starp šī pētījuma dalībniecēm. Citās Eiropas valstīs vakcēnskābes saturs mātes piena paraugos ir mazāks par 1.00 % (Luna, Juárez & de la Fuente, 2007; Precht & Molquentin, 1999).

Kopējais *trans* taukskābju saturs mātes pienā Latvijā ir viens no zemākajiem (1.70 %). Mazāks *trans* taukskābju saturs Eiropas valstu mātes piena pētījumos ir Spānijā – 0.80 % (Luna, Juárez & de la Fuente, 2007).

Lai gan mediānais dokozaheksaēnskābes saturs mātes pienā (0.30 %) atbilst rekomendētajai robežvērtībai (Jackson Harris & Harris, 2016), tas krasi atšķirās analizētajos paraugos (0.10 līdz 4.30 %).

Arahidonskābes saturs mātes pienā (0.30 %) pētījuma dalībniecēm bija ievērojami mazāks nekā globāli noteiktā vērtība (0.55 %) (Fu et al., 2016).

Dati par **esenciālo un potenciāli toksisko elementu** saturu mātes pienā ir apkopoti 5. tabulā.

Zviedrijas pētījums, ko veica Björklund et al. (2012), ir viens no jaunākajiem pētījumiem Eiropā, kas sniedz datus par esenciālo un potenciāli toksisko elementu saturu mātes pienā, izmantojot ICP-MS analītisko metodi (izmantota šajā pētījumā). Datu salīdzinājums skatāms 6. tabulā.

Kalcija, kālija un magnija satura dati mātes pienā bija salīdzināmi, bet nātrija un cinka saturs bija mazāks nekā Zviedrijas pētījumā (Björklund et al., 2012).

Lai gan tādas modernas analītiskās metodes kā ICP-MS atļauj noteikt elementu saturu pat niecīgā daudzumā, daži uzlabojumi ir nepieciešami. Analizējot elementu saturu mātes pienā, saskārāmie ar grūtībām noteikt dzelzs, selēna un citu esenciālo elementu vērtības mātes pienā virs metodes noteikšanas robežas.

Iespējami iemesli varētu būt:

- paraugu sagatavošanas metodes izvēle – Levi et al. (2018) ir atklājis, ka paraugu sagatavošanas veids var ietekmēt konkrētu elementu noteikšanu mātes pienā. Piemēram, tiek konstatēts par 15 % augstāks selēna saturs mātes pienā, izmantojot paraugu apstrādi ar sārmu, bet tiek noteikts par 28 % augstāks dzelzs saturs, izmantojot paraugu apstrādi ar skābi. Šī pētījuma ietvaros paraugu sagatavošanai tika izmantota skābe;
- analītisko reagentu tīrība, tehniskie parametri u.c. faktori var ietekmēt ICP-MS metodes noteikšanas robežvērtības;
- aprēķinātās metodes robežvērtības šī pētījuma ietvaros bija augstākas nekā, piemēram, ziņots Björklund et al. (2012) pētījumā. Jāatzīmē, ka to aprēķini veikti uz piecu “tukšo” paraugu analīzēm, bet šī pētījuma ietvaros – uz 20 “tukšo” paraugu analīzēm;
- dažu izotopu kā selēns (^{78}Se), dzelzs (^{56}Fe) u.c. noteikšanu var ietekmēt spektrometriski traucējumi ar citiem poliatomiskiem joniem, galvenokārt – argona (de la Guardia & Garrigues, 2015). Šī pētījuma ietvaros argons tika izmantots kā nesējgāze ICP-MS analīzei.

Arī potenciāli toksisko elementu saturs analizētajos mātes piena paraugos bija zem noteikšanas robežas. Tikai divos paraugos potenciāli toksisko elementu saturs pārsniedza metodes noteikšanas robežu – vienā paraugā arsēna saturs bija $0.93 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$ un citā paraugā svina saturs – $4.84 \mu\text{g } 100 \text{ ml}^{-1}$. Abas vērtības nepārsniedza maksimāli pieļaujamo saturu, kas noteikts Eiropas Komisijas Regulā 1881/2006 mātes piena aizstājējiem un pārtikai, kas paredzēta zīdaiņu un mazu bērnu ēdināšanai (attiecīgi, $10 \mu\text{g}$ arsēna un $5 \mu\text{g}$ svina uz 100 mg^{-1} mitra svara).

2. Uztura paradumi un uzturvielu uzņemšana pētījuma dalībniecēm

Pārtikas produktu lietošanas biežuma anketas izvērtējums

Rudzu maize bija visbiežāk lietotais pārtikas produkts produktu grupā “Graudaugi, graudaugu produkti & kartupeļi” – to lietojušas uzturā biežāk nekā divas reizes nedēļā 31 % dalībnieču un katru dienu – 28 % dalībnieču. Bieži uzturā lietota arī graudu & sēklu maize – vismaz divas reizes nedēļā 26 % dalībnieču vai katru dienu – 16 % dalībnieču. Arī pilngraudu auzu pārslas bieži lietotas uzturā – vismaz divas reizes nedēļā (15 % dalībnieču) vai katru dienu (11 % dalībnieču). Citi cieti saturošie produkti – rīsi, griķi u.c. lietoti reti.

Vārīti kartupeļi ir patērēti vienu reizi nedēļā (~ 32 % dalībnieču). Vairāk nekā puse dalībnieču (~ 52 %) atzīmējušas, ka retāk nekā reizi nedēļā uzturā lieto arī krāsni vai uz pannas ceptus kartupeļus, vai kartupeļu biezeni.

Kopumā dalībnieču uzturs nav daudzveidīgs, no cieti saturošo produktu klāsta lielākoties tiek patērēta tikai maize un kartupeļi, bet griķi, kvinoja, amarants, kus-kus, bulgurs nebija plaši lietoti uzturā.

Sarkanā gaļā visbiežāk lietota vienu reizi nedēļā (~ 22 % dalībnieču), bet baltā gaļa – vismaz divas reizes nedēļā (29 % dalībnieču). Gaļas izstrādājumi uzturā netika lietoti (30 % dalībnieču) vai lietoti retāk nekā reizi nedēļā (32 % dalībnieču). Olas dalībnieču uzturā lielākoties iekļautas gandrīz katru dienu (33 % dalībnieču).

Lielākā daļa dalībnieču uzturā zivis nelieto vispār (17 %) vai lieto reti (46 % dalībnieču). Vienu reizi nedēļā zivis uzturā iekļauj ~ 22 % dalībnieču, bet tikai 15 % dalībnieču zivis ēd vismaz divas reizes nedēļā. Arī jūras veltes uzturā tiek lietotas reti (47 % dalībnieču) vai nemaz (~ 46 % dalībnieču).

Gandrīz puse dalībnieču uzturā katru dienu lieto pienu (43 %). Siers bija otrs visbiežāk lietotais piena produkts, patērēts gandrīz katru dienu (34 % dalībnieču). Četrpadsmit dalībnieces no pirmā pētījuma posma un desmit dalībnieces no otrā posma pārtikas produktu lietošanas biežuma anketā bija atzīmējušas, ka no uztura pilnībā izslēdz pienu un piena produktus. Iemesli tam bija šādi – dalībniece veģetāriete (divas dalībnieces no pirmā posma, viena no otrā posma) vai vegāne (divas dalībnieces katrā posmā), veselības problēmas pašai dalībniecei (divas dalībnieces pirmajā posmā) vai govju piena alerģija bērnam (astoņas dalībnieces pirmajā posmā un septiņas dalībnieces otrajā posmā).

Vairāk nekā puse dalībnieču anketā bija atzīmējušas, ka nelieto pākšaugus vai lieto tos reti.

Aptuveni puse dalībnieču uzturā katru dienu lieto svaigus dārzeņus (52 %) un augļus (49 %), bet svaigas ogas katru dienu uzturā iekļauj tikai 13 % dalībnieču. Pagatavoti dārzeņi uzturā katru dienu bija tikai vienai trešdaļai dalībnieču.

No augu izcelsmes taukvielām galvenokārt tiek lietotas augu eļļas – gandrīz katru dienu uzturā lieto 83 % dalībnieču. Olīveļļa bija visbiežāk izmantotā augu eļļa (71 % dalībnieču), saulespuķu eļļa – otra visbiežāk lietotā (25 % dalībnieču), bet rapšu eļļa – trešā (23 % dalībnieču) (dalībnieces anketā drīkstēja atzīmēt vairākas augu eļļas).

Sviests gandrīz katru vai katru dienu uzturā bija iekļauts 50 % dalībnieču. Citas piedevas ēdiena garšas uzlabošanai – kečups, majonēze, mērces, margarīns, augu tauku pastas praktiski nebija iekļautas dalībnieču uzturā.

Šokolāde bija visbiežāk lietotais saldums – gandrīz katru dienu vai katru dienu uzturā lietojušas ~ 32 % dalībnieču. Cepumus gandrīz katru vai katru dienu uzturā lietojušas 20 % dalībnieču. Gandrīz visas dalībnieces (~ 90 %) sāļās uzkodas un “ātrās uzkodas” lietojušas reti vai nemaz. Limonādes arī lietotas reti vai nemaz.

Vairāk nekā puse dalībnieču (~ 58 %) katru dienu ir dzērušas kafiju. Arī kofeīnu saturošās tējas uzturā lietojušas trešā daļa dalībnieču (~ 30 %). Gandrīz puse no dalībniecēm (~ 42 %) katru dienu uzturā lietojušas arī zāļu tējas.

Alkoholu lielākā daļa dalībnieču nelieto (~ 70 %), bet ~ 22 % dalībnieču anketā bija atzīmējušas, ka alkoholu lieto retāk nekā reizi nedēļā. Pārējās dalībnieces alkoholu lietojušas vienu reizi (6 %), divas reizes (1 %) nedēļā vai biežāk (1 %).

Lai klasificētu, kādi uztura paradumi ir raksturīgi pētījuma dalībniecēm, balstoties uz pārtikas produktu lietošanas biežuma anketas datiem, tika veikta galveno komponentu analīze un identificēti pieci uztura modeļi ar eigenvērtību lielāku nekā viens, kas izskaidroja, attiecīgi, 18.83 %, 17.65 %, 9.65 %, 8.63 %, un 6.67 % no kopējās uztura variācijas (61.43 % kopā):

- pirmo uztura modeli var raksturot kā “veselīgu”, jo saistīts ar augstu dārzeņu, augļu, ogu, augu izcelsmes taukvielu un pākšaugu patēriņu, bet zemu dzīvnieku izcelsmes olbaltumvielu patēriņu;
- otrais uztura modelis vērtējams kā “neveselīgs”, jo dominē produkti ar augstu ogļhidrātu (tai skaitā cukuru), tauku un sāls daudzumu;
- trešais uztura modelis saistīts ar lielu pienu & piena produktu un saldumu & konditorejas izstrādājumu patēriņu, kas attiecīgi varētu būt saistīts arī ar augstāku *trans* taukskābju uzņemšanu;
- ceturtais uztura modelis saistīts ar dažādu dzērienu patēriņu;
- piektais modelis – ar lielāku zivju & jūras velšu un augļu patēriņu.

72 stundu uztura dienasgrāmatas izvērtējums

Enerģijas uzņemšana pētījuma dalībniecēm bija zemāka nekā rekomendēts uzņemt sievietēm zīdīšanas periodā. Enerģijas uzņemšana ar **ogļhidrātiem** bija zemāka, ar **taukiem** augstāka, bet ar **olbaltumvielām** – atbilstoši rekomendācijām (7. tabula).

Cukura patēriņš pētījuma dalībniecēm bija augsts un nodrošināja aptuveni vienu piekto daļu no kopējā uzņemtās enerģijas daudzuma (7. tabula). Kopumā augstāks cukura patēriņš tika novērots dalībniecēm, kuras biežāk uzturā lietoja augļus & ogas ($\rho=0.257$, $p=0.003$).

Šķiedrvielu uzņemšana (~ 22 g dienā) pētījuma dalībniecēm bija zemāka nekā rekomendēts (25 to 35 g dienā). Vairāk šķiedrvielu uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja pākšaugus ($\rho=0.278$, $p=0.001$), dārzeņus ($\rho=0.313$, $p<0.0005$), augļus & ogas ($\rho=0.317$, $p<0.0005$) un augu izcelsmes taukvielas (grupa, kas ietver tādus produktus kā rieksti, sēklas, avokado) ($\rho=0.436$, $p<0.0005$).

Dalībnieces uzņēma vairāk **piesātināto taukskābju** nekā rekomendēts (7. tabula). Augstāks piesātināto taukskābju patēriņš bija saistīts ar biežāku olu, gaļas & gaļas izstrādājumu ($\rho=0.285$, $p=0.001$), piena & piena produktu ($\rho=0.438$, $p<0.0005$) un saldumu & konditorejas izstrādājumu ($\rho=0.328$, $p<0.0005$) patēriņu.

Mononepiesātināto taukskābju uzņemšana pētījuma dalībniecēm bija atbilstoši vadlīnijās noteiktajam (7. tabula). Vairāk mononepiesātināto taukskābju uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kas biežāk uzturā lietoja augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.214, p=0.015$).

Kopējais **polinepiesātināto taukskābju, n-3 polinepiesātināto taukskābju** patēriņš pētījuma dalībniecēm bija atbilstoši vadlīnijām, bet kopējais uzņemtais **linolskābes + α -linolēnskābes** daudzums pārsniedza rekomendācijās noteikto (7. tabula). Individuāli linolskābes uzņemšana pētījuma dalībniecēm arī bija augstāka nekā rekomendēts, bet α -linolskābes uzņemšana sasniedza rekomendēto vērtību 0.5 E % (7. tabula). Augstāka kopējā polinepiesātināto taukskābju, n-3 polinepiesātināto taukskābju, linolskābes un α -linolēnskābes uzņemšana bija tām dalībniecēm, kas biežāk uzturā iekļāva augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.287, p=0.001, \rho=0.242, p=0.006, \rho=0.262, p=0.003$ un $\rho=0.303, p=0.001$).

Uzņemtais **eikozapentaēnskābes un dokozaheksaēnskābes** daudzums (19 mg un 100 mg dienā) pētījuma dalībniecēm bija ievērojami zemāks nekā noteikts vadlīnijās (7. tabula). Zivju & jūras velšu lietošana uzturā bija saistīta ar augstāku uzņemto eikozapentaēnskābes un dokozaheksaēnskābes daudzumu ($\rho=0.236, p=0.007$ un $\rho=0.224, p=0.011$).

Mediānais uzņemtais **trans taukskābju** daudzums pētījuma dalībniecēm nepārsniedza 1 g dienā. Augstāks uzņemtais **trans taukskābju** daudzums bija saistīts ar biežāku piena & piena produktu ($\rho=0.421, p<0.0005$) un saldumu & konditorejas izstrādājumu patēriņu ($\rho=0.312, p<0.0005$).

Mediānais uzņemtais **holesterīna** daudzums pētījuma dalībniecēm bija aptuveni 273 mg dienā. Augsts holesterīna patēriņš var palielināt kardiovaskulāro slimību risku, tādēļ ir rekomendēts dienā neuzņemt vairāk par 300 mg holesterīna (Reiner et al., 2011). Augstāks uzņemtā holesterīna daudzums bija tām dalībniecēm, kuras uzturā biežāk lietoja dzīvnieku izcelsmes produktus ($\rho=0.345, p<0.0005$ – olas, gaļa & gaļas izstrādājumi, $\rho=0.395, p<0.0005$ – piens & piena produkti).

Dažas pētījuma dalībnieces 72 stundu uztura dienasgrāmatā bija norādījušas, ka lietojušas **alkoholu** – galvenokārt sarkanvīnu (n=3), baltvīnu (n=2) vai alu (n=2). Četrām pētījuma dalībniecēm nedaudz alkohols uzņemts ēdot desertu – tiramisū. Kopumā gan alkohola patēriņš šim pētījuma dalībniecēm nepārsniedza dienā noteikto maksimālo limitu – 10 g.

Tikai aptuveni 42 % pētījuma dalībnieču uzņemtais **kalcija** daudzums sasniedza dienā rekomendēto – 900 mg (3. attēls). Vairāk kalcija uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja pienu & piena produktus ($\rho=0.520, p<0.0005$).

Vairāk **fosfora** uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja pienu & piena produktus ($\rho=0.346$, $p<0.0005$) un augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.241$, $p=0.006$). Kopumā lielākajai daļai pētījuma dalībnieču (~ 89 %) dienā uzņemtais fosfora daudzums sasniedza rekomendētos 900 mg (3. attēls).

Kālija uzņemšana pozitīvi korelēja ar dārzenū, augļu & ogu un augu izcelsmes taukvielu patēriņu ($\rho=0.325$, $p<0.0005$, $\rho=0.245$, $p=0.005$ un $\rho=0.388$, $p<0.0005$). Diemžēl kopumā tikai nedaudz vairāk nekā puse pētījuma dalībnieču (~ 55 %) uzņēma dienā nepieciešamo kālija daudzumu – 3100 mg (3. attēls).

Nātrija (un attiecīgi **sāls**) uzņemšana lielākajai daļai pētījuma dalībnieču (~ 63 %) pārsniedza dienā rekomendēto daudzumu (7. tabula). Nātriju vairāk uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kas uzturā biežāk lietoja olas, gaļu & gaļas izstrādājumus ($\rho=0.306$, $p<0.0005$) un pienu & piena produktus ($\rho=0.196$, $p=0.026$).

Aptuveni 77 % dalībnieču mediānais **magnija** daudzums sasniedza rekomendētos 280 mg dienā (3. attēls). Kopumā dalībnieces, kuras biežāk uzturā iekļāva augu valsts produktus, vairāk uzņēma magniju ($\rho=0.336$, $p<0.0005$ – dārzeniem, $\rho=0.300$, $p=0.001$ – augļiem & ogām, $\rho=0.466$, $p<0.0005$ – augu izcelsmes taukvielām).

Tikai aptuveni 39 % dalībnieču uzņemtais **dzelzs** daudzums sasniedza rekomendētos 15 mg dienā (3. attēls). Interesanti, ka vairāk dzelzs uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kas vairāk uzturā iekļāva augu valsts produktus, bet mazāk gaļu ($\rho=-0.285$, $p=0.001$).

Aptuveni 58 % dalībnieču dienā uzņemtais **cinka** daudzums sasniedza rekomendētos 11 mg (3. attēls). Vairāk cinka uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras biežāk uzturā lietoja augu izcelsmes taukvielas (sēklas, riekstus u.c.) ($\rho=0.208$, $p=0.019$).

Atbilstošs (vismaz 60 μg dienā) uzņemtā **selēna** daudzums bija 73 % dalībnieču (3. attēls). Tas korelēja ar olu, gaļas & gaļas izstrādājumu ($\rho=0.174$, $p=0.050$) un piena & piena produktu patēriņu ($\rho=0.298$, $p=0.001$).

Lielākajai daļai pētījuma dalībnieču (56 %), uzņemtais **joda** daudzums sasniedza dienā ieteicamo minimālo devu – 150 μg (3. attēls). Kopumā vairāk joda uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kas uzturā biežāk lietoja zivis & jūras veltes ($\rho=0.190$, $p=0.032$) un pienu & piena produktus ($\rho=0.400$, $p<0.0005$).

Uzņemtais **A vitamīna** daudzums pētījuma dalībniecēm bija zems – tikai aptuveni 27 % dalībnieču sasniedza dienā rekomendēto daudzumu – 1100 μg (4. attēls). A vitamīna uzņemšana pozitīvi korelēja ar piena & piena produktu ($\rho=0.284$, $p=0.001$) un augu izcelsmes taukvielu lietošanu uzturā ($\rho=0.202$, $p=0.022$).

Mediānais uzņemtais **karotinoīdu** daudzums pētījuma dalībniecēm bija aptuveni 9724 μg . Vairāk karotinoīdu uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras biežāk uzturā lietoja dārzeņus ($\rho=0.305$, $p<0.0005$) un augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.266$, $p=0.002$).

Tikai 36 % dalībnieču uzņemtais **vitamīna D** daudzums sasniedza rekomendētos 10 μg dienā (4. attēls).

Vairāk **E vitamīna** uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja dažādas augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.247$, $p=0.005$). Kopumā 60 % dalībnieču E vitamīna uzņemšana atbilda vadlīnijās noteiktajam – 11 mg dienā (4. attēls).

Dalībnieces ar augstāku dārzenū, augļu & ogu un augu izcelsmes taukvielu patēriņu uzņēma vairāk **K vitamīna** ($\rho=0.257$, $p=0.003$, $\rho=0.195$, $p=0.027$ un $\rho=0.342$, $p<0.0005$). Lielākajai daļai dalībnieču (~ 84 %) K vitamīna uzņemšana sasniedza dienā rekomendēto daudzumu – 70 μg (4. attēls).

Dalībnieces, kuras uzņēma vairāk dārzenū ($\rho=0.277$, $p=0.002$), augļu & ogu ($\rho=0.244$, $p=0.006$) un augu izcelsmes taukvielu ($\rho=0.252$, $p=0.004$), uzņēma attiecīgi vairāk arī **C vitamīna**. Aptuveni 54 % dalībnieču dienā uzņemtais C vitamīna daudzums sasniedza rekomendētos 100 mg (4. attēls).

Tikai 38 % dalībnieču **B₁ vitamīna** uzņemšana bija pietiekama (vismaz 1.6 mg dienā). Kopumā vairāk B₁ vitamīna uzņēma tās pētījuma dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja dārzenus, augļus & ogas un augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.181$, $p=0.041$, $\rho=0.179$, $p=0.043$ un $\rho=0.197$, $p=0.026$).

Tikai aptuveni pusei pētījuma dalībnieču (~ 49 %), mediānais uzņemtais **B₂ vitamīna** daudzums sasniedza vadlīnijās noteikto – 1.7 mg dienā (4. attēls). B₂ vitamīna uzņemšana pozitīvi korelēja ar piena & piena produktu patēriņu uzturā ($\rho=0.465$, $p<0.0005$).

B₃ vitamīna uzņemšana lielākajai daļai dalībnieču (~ 87 %) bija atbilstoša (vismaz 20 mg dienā) un pozitīvi korelēja ar olu, gaļa & gaļas izstrādājumu, zivju & jūras velšu, piens & piena produktu ($\rho=0.210$, $p=0.017$, $\rho=0.229$, $p=0.009$ un $\rho=0.243$, $p=0.006$) patēriņu.

Aptuveni 79 % dalībnieču **B₆ vitamīna** uzņemšana sasniedza rekomendēto daudzumu (1.5 mg dienā, skat. 4. attēls). Dalībnieces, kuras uzturā biežāk lietoja augu izcelsmes produktus – dārzenus, augļus & ogas, augu izcelsmes taukvielas, attiecīgi uzņēma vairāk arī vitamīnu B₆ ($\rho=0.275$, $p=0.002$, $\rho=0.182$, $p=0.040$ un $\rho=0.283$, $p=0.001$).

Vairāk **B₉ vitamīna** uzņēma dalībnieces, kuras biežāk uzturā lietoja dārzenus, augļus & ogas, pākšaugus un augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.289$, $p=0.001$, $\rho=0.321$, $p<0.0005$, $\rho=0.338$, $p<0.0005$). Tikai 22 % dalībnieču uzņemtais B₉ vitamīna daudzums sasniedza rekomendētos 500 μg dienā (4. attēls).

Lielākajai daļai dalībnieču (~ 79 %) uzņemtais **B₁₂ vitamīna** daudzums sasniedza ieteicamos 2 μg dienā (4. attēls). B₁₂ vitamīna uzņemšana bija saistīta ar dzīvnieku valsts produktu iekļaušanu uzturā ($\rho=0.200$, $p=0.024$ produktu grupai – olas, gaļa & gaļas izstrādājumi, $\rho=0.328$, $p<0.0005$ zivis & jūras veltes, $\rho=0.408$, $p<0.0005$ piens & piena produkti).

3. Uztura ietekme uz mātes piena sastāvu

Datu statistiskā apstrāde atklāja dažas nozīmīgas, bet vājas korelācijas starp konkrētu produktu lietošanu uzturā un **makrouzturvielu** saturu mātes pienā. Piemēram, zemāks tauku saturs mātes pienā bija dalībniecēm ar augstāku zivju & jūras velšu patēriņu ($\rho=-0.196$, $p=0.030$), bet augstāks olbaltumvielu saturs bija dalībniecēm, kuras uzturā biežāk lietoja pākšaugus ($\rho=0.184$, $p=0.041$), augu izcelsmes taukvielas ($\rho=0.201$, $p=0.025$) un sālās uzkodas & “ātrās uzkodas” ($\rho=0.180$, $p=0.047$).

Olbaltumvielu saturs mātes pienā pozitīvi korelēja ar mononepiesātināto taukskābju ($\rho=0.178$, $p=0.049$), n-3 polinepiesātināto taukskābju ($\rho=0.264$, $p=0.003$), α -linolēnskābes ($\rho=0.335$, $p<0.0005$), dzelzs ($\rho=0.220$, $p=0.015$), bet negatīvi ar B₆ vitamīna ($\rho=-0.650$, $p<0.0005$) uzņemšanu.

Laktozes saturs mātes pienā pozitīvi korelēja ar mononepiesātināto taukskābju ($\rho=0.199$, $p=0.027$) un selēna uzņemšanu ($\rho=0.185$, $p=0.041$), bet negatīvi ar cukura ($\rho=-0.198$, $p=0.029$) un B₆ vitamīna uzņemšanu ($\rho=-0.650$, $p<0.0005$).

Tieša saistība starp **tauku, olbaltumvielu vai laktozes** uzņemšanu ar uzturu un šo uzturvielu saturu mātes pienā netika konstatēta ($p>0.05$).

Piesātināto taukskābju saturs mātes pienā pozitīvi korelēja ar šādu pārtikas produktu grupu iekļaušanu uzturā – olas, gaļa & gaļas izstrādājumi ($\rho=0.211$, $p=0.017$), zivis & jūras veltes ($\rho=0.217$, $p=0.014$), piens & piena produkti ($\rho=0.368$, $p<0.0005$), kā arī saldumi & konditorejas izstrādājumi ($\rho=0.187$, $p=0.034$) un arī ar mediāno uzņemto piesātināto taukskābju saturu ar uzturu ($\rho=0.278$, $p=0.002$). Vairāksuļu daudzfaktoru regresijas analīze atklāja, ka tikai trīs dienas pirms parauga ievākšanas ar uzturu uzņemtajam piesātināto taukskābju daudzumam bija statistiski ticama ietekme uz piesātināto taukskābju saturu mātes pienā, $F(3, 135)=4.223$, $p=0.007$ un ar uzturu skaidrojami 6 % (pielāgotais $R^2=0.065$) no piesātināto taukskābju variācijas mātes pienā.

Vidēji garo ķēžu taukskābju saturs mātes pienā negatīvi korelēja ar uzņemto tauku daudzumu ($\rho=-0.242$, $p=0.006$).

Pozitīva saistība tika konstatēta starp **palmitīnskābes** saturu mātes pienā un piena & piena produktu ($\rho=0.509$, $p<0.0005$) un saldumu & konditorejas izstrādājumu lietošanu uzturā ($\rho=0.267$, $p=0.002$), kā arī ar uzņemto laktozes ($\rho=0.478$, $p<0.0005$), piesātināto taukskābju ($\rho=0.410$, $p<0.0005$) un *trans* taukskābju daudzumu ($\rho=0.449$, $p<0.0005$).

Vairāksloņu daudzfaktoru regresijas analīze apstiprināja, ka ar uzturu uzņemtajam piesātināto taukskābju daudzumam ir ietekme uz palmitīnskābes saturu mātes pienā, $F(3, 135)=7.075$, $p<0.0005$. Jāatzīmē, ka ar uzturu izskaidrojami tikai 12 % palmitīnskābes satura mainīguma mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.117$), un tikai dienu pirms parauga ievākšanas uzņemtais piesātināto taukskābju daudzums bija vērtējams kā būtisks faktors ($p=0.009$).

Gan **oleīnskābes**, gan **mononepiesātināto taukskābju** saturs mātes pienā pozitīvi korelēja ar uzņemto mononepiesātināto taukskābju daudzumu ($\rho=0.346$, $p<0.0005$ un $\rho=0.294$, $p=0.001$), bet negatīvi korelēja ar uzņemto *trans* taukskābju daudzumu ($\rho=-0.190$, $p=0.032$ un $\rho=-0.193$, $p=0.029$). Vairāksloņu daudzfaktoru regresijas analīze apstiprināja, ka uzņemtajam mononepiesātināto taukskābju daudzumam ir būtiska ietekme uz mononepiesātināto taukskābju un oleīnskābes saturu mātes pienā, $F(3, 135)=5.698$, $p=0.001$ un $F(3, 135)=7.647$, $p<0.0005$. Tomēr ar uzturu izskaidrojami tikai 9 % no mononepiesātināto taukskābju un tikai 13 % no oleīnskābes satura mainīguma mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.093$ un $R^2=0.126$). Tikai dienu pirms piena parauga ievākšanas, uzņemtajam mononepiesātināto taukskābju daudzumam bija būtiska ietekme uz mononepiesātināto taukskābju un oleīnskābes saturu mātes pienā ($p=0.012$ un $p=0.043$).

Tika konstatēta statistiski ticama pozitīva korelācija starp uzņemto **polinepiesātināto taukskābju** daudzumu ar uzturu un šo taukskābju saturu mātes pienā ($\rho=0.277$, $p=0.002$). Vairāksloņu daudzfaktoru regresijas analīze apstiprināja, ka uzņemtajam polinepiesātināto taukskābju daudzumam ar uzturu trīs un vienu dienu pirms parauga ievākšanas bija būtiska ietekme uz polinepiesātināto taukskābju saturu mātes pienā, $F(3, 135)=9.502$, $p<0.0005$. Kopumā ar uzturu iespējams skaidrot tikai aptuveni 16 % no polinepiesātināto taukskābju satura variācijas mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.156$) ($p<0.0005$).

Tika konstatēta statistiski ticama pozitīva korelācija starp ar uzturu uzņemto **n-6 un n-3 polinepiesātināto taukskābju daudzumu** un attiecīgi šo taukskābju saturu mātes pienā ($\rho=0.298$, $p=0.001$ un $\rho=0.451$, $p<0.0005$). Arī vairāksloņu daudzfaktoru regresijas analīze norādīja uz to, ka trīs un vienu dienu pirms parauga ievākšanas ar uzturu uzņemtajam n-6 polinepiesātināto taukskābju daudzumu bija būtiska ietekme uz attiecīgo taukskābju saturu mātes pienā ($F(3, 135)=7.730$, $p<0.0005$), bet n-3 polinepiesātināto taukskābju gadījumā, uzturam visas trīs dienas pirms parauga ievākšanas bija būtiska ietekme uz kopējo n-3 polinepiesātināto taukskābju saturu mātes pienā. Ar uzturu iespējams izskaidrot aptuveni 15% no n-6 polinepiesātināto taukskābju variācijas mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.147$), bet n-3 polinepiesātināto taukskābju gadījumā – 28 % (pielāgotais $R^2=0.283$).

Tika konstatēta vidēji cieša pozitīva saistība starp ar uzturu uzņemto linolskābes daudzumu un attiecīgi **linolskābes** saturu mātes pienā ($\rho=0.302$, $p=0.001$). Vairākošu daudzfaktoru regresijas analīze atklāja, ka ar uzturu uzņemtais linolskābes daudzums trīs un vienu dienu pirms parauga ievākšanas būtiski ietekmēja linolskābes saturu mātes pienā, $F(3, 135)=8.273$, $p<0.0005$, un kopumā ar uzturu skaidrojami 14 % no linolskābes satura mainīguma mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.137$).

Sauļespuķu eļļas, kā preferenciālās augu eļļas, izvēle uzturā bija saistīta ar augstāku linolskābes, n-6 polinepiesātināto un kopējo polinepiesātināto taukskābju saturu, bet zemāku mononepiesātināto, dokozaheksaēnskābes un n-3 polinepiesātināto taukskābju saturu mātes pienā (8. tabula).

Ar uzturu uzņemtajai α -linolēnskābei bija ietekme uz **α -linolēnskābes** saturu mātes pienā ($\rho=0.450$, $p<0.0005$). Vairākošu daudzfaktoru regresijas analīze norādīja, ka trīs un vienu dienu pirms parauga ievākšanas ar uzturu uzņemtajam α -linolēnskābes daudzumam bija būtiska ietekme uz minētās taukskābes saturu mātes pienā, $F(3, 135)=20.230$, $p<0.0005$. Kopumā ar uzturu iespējams skaidrot 30 % no α -linolēnskābes satura variācijas mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.295$).

Arahidonskābes saturs mātes pienā negatīvi korelēja ar graudaugu, graudaugu produktu & kartupeļu ($\rho=-0.254$, $p=0.004$) un pākšaugu lietošanu uzturā ($\rho=-0.248$, $p=0.005$).

Zivju & jūras velšu lietošana uzturā bijā saistīta ar augstāku **dokozaheksaēnskābes** saturu mātes pienā ($\rho=0.287$, $p=0.001$). Dalībniecēm, kuras uzturā lietoja zivis vismaz divas reizes nedēļā bija ievērojami augstāks dokozaheksaēnskābes saturs mātes pienā (0.50 %), salīdzinot ar dalībniecēm, kuras zivis uzturā nelietoja (0.30 %) ($p=0.001$).

Tika konstatēta arī cieša pozitīva saistība starp uzņemto eikozapentaēnskābes un dokozaheksaēnskābes daudzumu un dokozaheksaēnskābes saturu mātes pienā ($\rho=0.534$, $p<0.0005$ un $\rho=0.570$, $p<0.0005$). Vairākošu daudzfaktoru regresijas analīze apstiprināja, ka ar uzturu uzņemtajam dokozaheksaēnskābes daudzumam visas trīs dienas pirms parauga ievākšanas bija būtiska ietekme uz konkrētās taukskābes saturu mātes pienā, $F(3, 134)=13.347$, $p<0.0005$. Kopumā ar uzturu iespējams skaidrot aptuveni 26 % no dokozaheksaēnskābes satura mainīguma mātes pienā (pielāgotais $R^2=0.259$).

Starp ar uzturu uzņemto *trans* taukskābju daudzumu un ***trans* taukskābju** saturu mātes pienā netika konstatēta būtiska saistība ($\rho=0.167$, $p=0.056$). Kopumā augstāks *trans* taukskābju saturs mātes pienā tika novērots dalībniecēm ar augstāku dzīvnieku izcelsmes produktu patēriņu ($\rho=0.283$, $p=0.001$ – olas, gaļa & gaļas izstrādājumi, $\rho=0.193$, $p=0.029$ – zivis & jūras veltes, $\rho=0.257$, $p=0.003$ – piens & piena produkti).

Elaidīnskābes, kā arī **linolelaidīnskābes** saturs mātes pienā korelēja ar piena & piena produktu patēriņu ($\rho=0.607$, $p<0.0005$ un $\rho=0.436$, $p<0.0005$), norādot, ka piens & piena produkti ir galvenais *trans* taukskābju avots mātes pienā sievietēm Latvijā.

Kalcija saturs mātes pienā bija augstāks tām dalībniecēm, kuras biežāk atzīmēja tādu produktu lietošanu uzturā kā olas, gaļa & gaļas izstrādājumi ($\rho=0.404$, $p=0.002$), bet netika konstatēta statistiski nozīmīga saistība starp ar uzturu uzņemto kalcija daudzumu un kalcija saturu mātes pienā ($\rho=-0.063$, $p=0.642$).

Netika konstatēta tieša saistība starp ar uzturu uzņemto magnija daudzumu un **magnija** saturu mātes pienā ($\rho=-0.160$, $p=0.235$). Vāja, bet nozīmīga, korelācija tika konstatēta starp magnija saturu mātes pienā un biežāku zivju & jūras velšu patēriņu ($\rho=0.298$, $p=0.024$).

Nātrijs bija vienīgais elements, kura saturs mātes pienā bija tieši atkarīgs no ar uzturu uzņemtā nātrija un attiecīgi sāls daudzuma, tomēr konstatētā sakarība nebija cieša ($\rho=0.263$, $p=0.048$ un $\rho=0.265$, $p=0.046$). Vairāksolņu daudzfaktoru regresijas analīze atklāja, ka ar uzturu uzņemtajam nātrijam nav būtiskas, tiešas ietekmes uz nātrija saturu mātes pienā, $F(3,61)=1.332$, $p=0.272$. Citi faktori, piemēram, bērna vecums, laktozes, olbaltumvielu, kalcija, magnija un kālija saturs mātes pienā potenciāli ietekmē nātrija saturu mātes pienā.

Kālijs ir dominējošais osmotiskā spiediena uzturētājs šūnā, bet nātrijs – ārpus šūnas. Tas iespējami izskaidro, kādēļ zemāks kālija saturs mātes pienā tika konstatēts dalībniecēm ar augstāku sāļo uzskodu & “ātro uzskodu” patēriņu ($\rho=-0.316$, $p=0.017$). Tieša saistība starp uzņemto kālija daudzumu ar uzturu un kālija saturu mātes pienā netika konstatēta ($\rho=-0.067$, $p=0.622$).

Cinka saturs mātes pienā pozitīvi korelēja ar uzņemto polinepiesātināto taukskābju ($\rho=0.277$, $p=0.037$), n-6 polinepiesātināto taukskābju ($\rho=0.305$, $p=0.021$) un linolskābes daudzumu ($\rho=0.311$, $p=0.018$), bet negatīvi ar zivju & jūras velšu patēriņu ($\rho=-0.265$, $p=0.046$). Netika konstatēta tieša saistība starp ar uzturu uzņemto cinka daudzumu un cinka saturu mātes pienā ($\rho=0.001$, $p=0.996$).

Lai gan dažas nozīmīgas korelācijas tika konstatētas starp esenciālo elementu saturu mātes pienu un sievietes uzturu, kopumā secināms, ka ar uzturu uzņemtajam esenciālo elementu daudzumam nav tiešas ietekmes uz esenciālo elementu saturu mātes pienā.

Pārējo esenciālo elementu (dzelzs, selēns, mangāns, varš, kobalts, hroms), kā arī **potenciāli toksisko elementu** (alumīnijs, niķelis, arsēns, stroncijs, kadmījs, alva, antimonijs, svins) saturs mātes pienā bija zem metodes noteikšanas robežas. Attiecīgi nebija iespējams izvērtēt uztura ietekmi uz šo elementu saturu mātes pienā.

4. Enerģijas un uzturvielu nodrošinājums ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem

Lai teorētiski novērtētu vai pētījumā iekļautie ekskluzīvi zīdītie zīdaiņi (1 līdz 6 mēnešus veci) uzņēma atbilstošu enerģijas un uzturvielu daudzumu, pētījuma ietvaros iegūti rezultāti par enerģijas vai uzturvielu daudzumu 100 ml piena tika sareizināti ar vidējo mātes piena patēriņu zīdaiņiem attīstītajās valstīs, atbilstoši konkrētajam vecuma posmam (dati no Butte, Lopez Alarcon & Garza, 2002). Pēc tam aprēķinātās vērtības tika salīdzinātas ar vadlīnijās noteiktajiem enerģijas un uzturvielu daudzumiem (9. tabula).

Pamatojoties uz kalkulācijām, enerģijas nodrošinājums ar mātes pienu 1 līdz 2 mēnešus veciem ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem bija augstāks nekā noteikts vadlīnijās. Enerģijas nodrošinājums ar mātes pienu 3 līdz 4 mēnešus veciem zīdaiņiem bija pietiekams, bet 5 līdz <6 mēnešus veciem zīdaiņiem – zemāks nekā definēts vadlīnijās (9. tabula).

Olbaltumvielu, tauku un ogļhidrātu (šajā gadījumā **laktozes**) uzņemšana ar mātes pienu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem bija atbilstoša vadlīnijās noteiktajam (European Food Safety Authority, 2013) (9. tabula).

Uzņemtais enerģijas daudzums ar **linolskābi** zīdaiņiem bija ievērojami augstāks, enerģijas daudzums ar **α -linolēnskābi** un **dokozaheksaēnskābi** nedaudz augstāks, bet **arahidonskābes** uzņemšana zemāka par vadlīnijās noteikto, atsaucoties uz Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādes vadlīnijām (European Food Safety Authority, 2013) (9. tabula).

Ir jāatzīmē, ka individuāli uzņemtais taukskābju daudzums zīdaiņiem ar mātes pienu ievērojami atšķirās, jo taukskābju saturu mātes pienā ietekmē ar uzturu uzņemtais taukskābju daudzums, kas arī ievērojami atšķirās pētījuma dalībniecēm.

Pamatojoties uz kalkulācijām, ekskluzīvi zīdīti zīdaiņiem līdz sešu mēnešu vecumam ar mātes pienu uzņēma atbilstošu **kalcija, kālija un magnija** daudzumu (5., 6. un 7. attēls).

Lai gan uzņemtais nātrijs un sāls daudzums ar uzturu pētījumā iesaistītajām sievietēm bija augstāks nekā rekomendēts, bet cinka daudzums – atbilstoši rekomendācijām, ar mātes pienu uzņemtais **nātrijs un cinka** saturs ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem bija zemāks nekā noteikts vadlīnijās (European Food Safety Authority, 2013) (8. un 9. attēls).

Jāņem vērā, ka zīdāinim dienā nepieciešamo uzturvielu daudzumu var nodrošināt gan mātes piens, gan mātes organisma iekšējās rezerves (piemēram, dzelzs gadījumā gestācijas periodā uzkrātās rezerves aknās) (Butte, Lopez-Alarcon & Garza, 2002; European Food Safety Authority, 2013). Turpinot analizēt esenciālo elementu nodrošinājumu ekskluzīvi zīdītiem zīdaiņiem ar mātes pienu, paralēli būtu jānosaka šo elementu saturs ne tikai mātes pienā, bet arī mātes un zīdaiņa asins plazmā vai serumā.

SECINĀJUMI

- 1) Pirmo reizi Latvijā ir vispusīgi analizēts taukskābju sastāvs mātes pienā, sniedzot ieskatu atšķirībās, kas saistītas ar ģeogrāfisko ietekmi un mātes uztura paradumiem.
- 2) Dominējošās taukskābes mātes pienā ir palmitīnskābe, oleīnskābe un linolskābe, nodrošinot ~ 71 % no kopējā taukskābju satura mātes pienā.
- 3) Lai gan dokozaheksaēnskābes saturs mātes pienā sasniedza rekomendēto robežvērtību – 0.30 %, tas krasi atšķīrās analizētajos mātes piena paraugos (no 0.10 % līdz 4.30 % no kopējā taukskābju satura).
- 4) Salīdzinot ar citu valstu pētījumiem, tika konstatēts mazs kopējais *trans* taukskābju saturs mātes pienā (<2 %).
- 5) Noteiktais tauku, olbaltumvielu, laktozes, kalcija, kālija un magnija saturs mātes pienā bija salīdzināms ar literatūras datiem, bet cinka un nātrija saturs bija zemāks nekā citu valstu pētījumos.
- 6) Mātes piens saturēja nenozīmīgu arsēna, kadmija, alvas un svina daudzumu, nepārsniedzot maksimāli pieļaujamo saturu, kas noteikts normatīvajos aktos mātes piena aizstājējiem un pārtikai, kas paredzēta zīdaiņiem un mazu bērnu ēdināšanai.
- 7) Pētījuma dalībnieces ar uzturu uzņēma vairāk tauku, piesātināto taukskābju un sāls nekā ieteicams, bet nepietiekamā daudzumā tika uzņemti ogļhidrāti, šķiedrvielas, eikozapentaēnskābe un dokozaheksaēnskābe, kalcījs, dzelzs, A, D, B₁, B₂, B₉ vitamīni.
- 8) Uzņemtais uzturvielu (ogļhidrāti, šķiedrvielas, eikozapentaēnskābe un dokozaheksaēnskābe, kalcījs, dzelzs, A, D, B₁, B₂, B₉ vitamīni) daudzums pētījuma dalībniecēm skaidrojams ar nepietiekamu dārzena, augļu, ogu, pākšaugu, graudaugu, piena, piena produktu un zivju patēriņu.
- 9) Taukskābju uzņemšana ar uzturu ietekmē taukskābju (C_{≥16}) sastāvu mātes pienā. Arī noteiktu produktu lietošana (piemēram, zivju, augu eļļas izvēle u.c.) ietekmē taukskābju sastāvu un saturu mātes pienā.

- 10) Makrouzturvielu (tauku, olbaltumvielu, laktozes) un esenciālo elementu saturs mātes pienā nav atkarīgs no sievietes uztura zīdīšanas periodā.
- 11) Pamatojoties aprēķiniem, 1 līdz 6 mēnešus veci ekskluzīvi zīdīti zīdaiņi ar mātes pienu uzņēma atbilstošu enerģijas, tauku, olbaltumvielu, oglekļahidrātu, α -linolēnskābes, dokozaheksaēnskābes, kalcija, magnija un kālija daudzumu, bet arahidonskābes, nātrija un cinka uzņemšana bija mazāka par vadlīnijās noteikto.
- 12) Izvirzītā pētījuma hipotēze ir apstiprinājusies – mātes uzturs zīdīšanas periodā var ietekmēt piena sastāvu un nepieciešamo uzturvielu nodrošinājumu zīdaiņim.