



Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvia University of Agriculture



TATJANA MARČENKOVA

**GATAVO ĒDIENU MIKROBIOLOĢISKIE
KRITĒRIJI**

**MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR
READY-TO-EAT FOODS**

Promocijas darba KOPSAVILKUMS
inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai
Pārtikas zinātnes nozarē

SUMMARY of the Doctoral thesis
for acquiring the Doctor's degree of Engineering sciences
in sector of Food Sciences

Jelgava, 2010.gads

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE

PĀRTIKAS TEHNOLOĢIJAS FAKULTĀTE
FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY

Tatjana Marčenkova

GATAVO ĒDIENU MIKROBIOLOĢISKIE KRITĒRIJI

**MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR
READY-TO-EAT FOODS**

Promocijas darba kopsavilkums
inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai pārtikas zinātnes nozarē

Summary of Doctoral thesis
for acquiring the Doctor's degree of Engineering sciences in sector of Food Sciences

Autore: _____
(paraksts)

Jelgava
2010

Informācija/Information

Promocijas darbs izpildīts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātē Uztura katedrā./**The doctoral thesis was executed** in the Department of Nutrition, Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture.

Promocijas darba zinātniskais vadītājs – Asoc. prof., Dr. sc.ing. **Mārtiņš Ruciņš**, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Uztura katedra./**Scientific supervisor of the thesis** – Department of Nutrition, Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture.

Oficiālie recenzenti:/Official reviewers:

Prof., Dr.habil.med., **Aija Žilevica** – Latvijas Universitāte, Medicīnas fakultāte, Mikrobioloģijas katedra./Department of Microbiology of Faculty of Medicine, Latvia University.

Prof., Dr.sc.ing., **Līga Skudra** – Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Pārtikas tehnoloģijas katedra./Department of Food Technology, Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture.

Dr.sc.ing., **Ināra Helēna Konošonoka** – Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra”, Bioķīmijas un mikrobioloģijas laboratorija./Laboratory of biochemistry and microbiology of Research Institute of Biotechnology and Veterinary medicine „Sigra”, Latvia University of Agriculture

Promocijas darba izstrāde un noformēšana veikta ar ESF grantu atbalstu.
Doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF grant.



Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Pārtikas zinātnes promocijas padomes atklātajā sēdē 2010.gada 20. augustā Jelgavā, Lielajā ielā 2, Pārtikas tehnoloģijas fakultātē, 145 auditorijā, plkst. 11:30.

The defence of the thesis in an open session of the Promotion Council of Food Science of Latvia University of Agriculture will be held on August 20, 2010, Jelgava, Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, in the auditorium No.145 at 11:30.

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā un <http://lufb.llu.lv/llu-tgheses.htm>

Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docentei Dr. phys. L.Markevičai, Lielā iela 2, Jelgava, LV– 3001 vai Lilija.Markevica@llu.lv.

The Thesis is available at the Fundamental Library of Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava and <http://lufb.llu.lv/llu-tgheses.htm>.

References are welcome to be sent to L.Markevica, Dr. phys., the Secretary of the Promotion Council of Latvia University of Agriculture, Faculty of Food Technology, Liela iela 2, Jelgava, LV– 3001, Latvia or Lilija.Markevica@llu.lv.

SATURS

Informācija/Information.....	3
PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE	5
DARBA MĒRĶIS, UZDEVUMI, NOVITĀTE UN ZINĀTNISKAIS NOZĪMĪGUMS.....	7
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA.....	10
MATERIĀLI UN METODES.....	13
MIKROBIOLOĢISKO UN FIZIKĀLI – ĶĪMISKO IZMEKLĒJUMU METODES.....	17
PĒTĪJUMĀ IEGŪTO REZULTĀTU IZVĒRTĒŠANAS METODIKA.....	18
PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA	20
Pirmās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti.....	20
Otrās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti	25
Trešās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti.....	29
Mikroorganismu skaita kopsakarības ar ēdienu temperatūru un pH	34
Ēdināšanas uzņēmumu higiēniskās situācijas izvērtējums	47
PĒTĪJUMA REZULTĀTU KOPSAVILKUMS UN DISKUSIJA	49
SECINĀJUMI.....	55
IETEIKUMI.....	56

CONTENTS

TOPICALITY OF THE RESEARCH	58
THE AIM, TASKS, NOVELTY AND SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF THE THESIS	60
SCIENTIFIC APPROBATION OF THE THESIS	63
MATERIALS AND METHODS.....	64
METHODS OF MICROBIOLOGICAL AND PHYSICALLY – CHEMICAL INVESTIGATIONS	67
EVALUATION METHODS FOR RESEARCH RESULTS	68
RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION	70
Research results of the first category RTE	70
Research results of the second category RTE.....	72
Research results of the third category RTE	75
Interconnection among the amount of microorganisms, food temperature and pH	77
Evaluation of the hygienic situation in catering establishments.....	81
SUMMARY OF RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION	82
CONCLUSIONS.....	85
RECOMMENDATIONS	87

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Ievads

Sabiedrības veselība ir atkarīga no tā, kādi riska faktori ietekmē iedzīvotāju veselību. Viens no šiem riska faktoriem ir cilvēku uzturs. Savukārt pārtikas aprites uzraudzība lielā mērā ir atkarīga no pārtikas riska faktoru adekvātas identifikācijas, kas ir galvenais nosacījums kvalitatīvas un nekaitīgas pārtikas aprītē.

Augsts sabiedrības veselības aizsardzības līmenis ir viens no pamatmērķiem, kas noteikts Eiropas Parlamenta un Padomes 2002. gada 28. janvāra regulā (EK) Nr.178/2002, ko vēl sauc par Eiropas Kopienas Pārtikas likumu.

Mikrobioloģiskais apdraudējums ir biežākais cēlonis lielākajai daļai ar pārtiku saistīto slimību izplatībai, un tāpēc mikroorganismi, to toksīni vai metabolīti pārtikā nedrīkst būt tādā daudzumā, kas rada risku cilvēka veselībai. Pārtiku nedrīkst laist tirgū, ja tā nav droša, arī tad, ja tā ir mikrobioloģiski piesārņota. Tāpēc ir svarīgi, lai pārtikas nozares dalībnieki lietotu vienotus mikrobioloģiskus un nekaitīguma kritērijus. Pārtikas mikrobioloģiskie kritēriji ļauj secināt, cik pieņemami ir pārtikas produkti, to ražošana, apstrāde un izplatīšana (WHO, 2003; Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr.178/2002; Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr.852/2004; Eiropas Komisijas regula (EK) Nr. 2073/2005).

ES normatīvie akti, kas reglamentē prasības pārtikas higiēnā, paredz veikt riska novērtēšanu, kā arī izmantot piesardzības principa pieeju pārtikas aprītē. Turklāt kā vienu no uzdevumiem izvirza patogēnu samazināšanu pārtikā, kā arī pārtikas mikrobioloģisko un temperatūras kontroles kritēriju izstrādi un ieviešanu, kas balstās uz zinātnisku riska novērtējumu (Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr.178/2002; Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr.852/2004; Eiropas Komisijas regula (EK) Nr.2073/2005).

Pārtikas nozares dalībniekiem ir jānodrošina pārtikas atbilstība mikrobioloģiskajiem kritērijiem. Tā ietver noteiktu mikrobioloģisko kritēriju vērtību pārbaudi pārtikas uzņēmumos, ņemot pārtikas un vides paraugus, veicot analīzes un īstenojot korektīvus pasākumus (Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr.852/2004; Eiropas Komisijas regula (EK) Nr. 2073/2005).

Pārtikas ražotāja pienākums ir ražot un laist apgrozībā tikai drošu, cilvēka dzīvībai, veselībai nekaitīgu preci vai pārtiku (PAUL, 1998). Tā ir prece, kas normālos vai lietošanai paredzamos apstākļos, ieskaitot paredzamo lietošanas ilgumu, nerada risku vai rada tādu risku, kurš uzskatāms par pieļaujamu un atbilst augstam drošuma, cilvēka dzīvības un veselības aizsardzības līmenim. Preces atbilstību drošuma prasībām vērtē saskaņā ar nacionālajiem standartiem, labu ražošanas praksi attiecīgajā sfērā, sasniegto zinātnes un tehnikas līmeni un, ņemot vērā drošumu, ar kādu persona varētu pamatotī rēķināties.

Ēdināšanas uzņēmumos gatavota pārtika vai ēdieni var būt gan termiski apstrādāti, gan neapstrādāti, tos var lietot uzturā karstus un atdzesētus. Tomēr šādai pārtikai ir relatīvi īss derīguma termiņš, un tāpēc to vēl mēdz saukt par augsta riska pārtiku (CAC/RCP 39–1993). Ēdienu paraugu kvalitātes novērtēšana un mikrobioloģiskā testēšana nav iespējama bez attiecīgo salīdzināšanas kritēriju vai kritisko limitu izstrādes. Šo kritēriju izstrāde ļaus valsts uzraudzības dienestu un pārtikas uzņēmumu atbildīgajiem speciālistiem adekvāti un objektīvi novērtēt ēdienu kvalitāti un nekaitīgumu, kas veicinās produktu kvalitāti un garantēs drošumu patērētājiem, bet pārtikas uzņēmumos līdzvērtīgus apstākļus un godīgu tirgus konkurenci. Tādēļ šī promocijas darba mērķis ir gatavo ēdienu mikrobioloģisko kritēriju izstrāde.

Problēmas aktualitāte

Uzņēmējiem, kuri strādā pārtikas aprītē, ir jānodrošina pārtikas, tostarp tās izejvielu, atbilstība mikrobioloģiskajiem kritērijiem, jo tie objektīvi pierāda pārtikas nekaitīgumu. Mikrobioloģiskie kritēriji ļauj novērtēt arī pārtikas apstrādes tehnoloģisko procesu drošumu. Ražotājam jānosaka, vai produkts, ko tas ražo, ir derīgs lietošanai cilvēka uzturā un vai to pirms lietošanas nevajag termiski vai kā citādi apstrādāt, lai nodrošinātu tā nekaitīgumu. Pārtikas nozares dalībniekiem ir jālemj, cik bieži ir jāņem paraugi un jāveic analīzes atbilstoši procedūrām, kas balstītas uz HACCP principiem. Tomēr dažos gadījumos var būt nepieciešams noteikt saskaņotas paraugu ņemšanas shēmas Eiropas Kopienas līmenī, īpaši, lai nodrošinātu vienādu kontroles līmeni. Pārtikas un tās izejvielu paraugu ņemšana ražošanas vidē ir nepieciešama patogēno mikroorganismu savlaicīgai identificēšanai un novēršanai pārtikas produktos (PAUL, 1998; Komisijas regula (EK) Nr.178/2002; NAS, 2004; Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr.852/2004).

Pēdējos gados gan ražotāji un patērētāji, gan uzraudzības institūcijas pievērš īpašu uzmanību gatavo produktu kvalitātei un nekaitīgumam. Pieaug ēdināšanas uzņēmumu loma un tajos ražoto produktu/ēdienu apjoms. Šajos uzņēmumos gatavotā pārtika nereti ir potenciāli bīstama cilvēku veselībai. To pierāda gan sabiedrības veselības statistiskie dati, gan dažādi pētījumi (Tirado et al., 2002; Szabo, 2005; Melngaile, 2008; Millere, 2009).

Pēdējos piecos gados Latvijā novērots iedzīvotāju saslimstības pieaugums ar akūtām zarnu infekcijām (gan sporādiski, gan grupveida slimību gadījumi). Slimības galvenokārt bija saistītas ar mikrobioloģiski piesārņotas pārtikas lietošanu uzturā (SVA, 2005–2008). Reģistrēto pārtikas izraisīto slimību ierosinātāju spektrs ir ļoti plašs, arī saslimstības rādītāji ar AZI Latvijā ir vieni no augstākajiem Eiropas Kopienas valstīs. Gatavo ēdienu monitoringa iespējas valstī pašlaik ierobežo likumdošanas normatīvā bāze, kas nosaka arī finansiālās iespējas.

Līdz 2006. gada 1.janvārim pārtikas mikrobioloģiskā piesārņojuma normas Latvijā tika reglamentētas 1999. gada 20. augusta LR Ministru kabineta noteikumos Nr. 292 „Noteikumi par pārtikas mikrobioloģisko piesārņojumu”. Šis dokuments tika veidots, balstoties uz PSRS normatīvo bāzi, tomēr lielākai daļai ēdienu nebija iestrādātas pārtikas nekaitīguma normas attiecībā uz *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* enteropatogēniem celmiem, *Vibrio parahaemolytica*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter spp.* u.c. patogēniem un nosacīti patogēniem mikroorganismiem.

Latvijā pašlaik nav reglamentētas mikrobioloģiskās kvalitātes normas ēdieniem, tādēļ arī nav iespējams veikt objektīvu ēdināšanas uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes novērtēšanu. Nav vienotu mikrobioloģisko kritēriju dažāda veida salātiem, dīdētēm graudiem, desertiem un citiem ēdieniem, t.sk. pamatēdieniem no gaļas un zvejas produktiem. Nav arī vadlīniju šo kritēriju novērtēšanai un piemērošanai.

Pārtikas mikrobioloģiskā piesārņojuma normas pašlaik nosaka EK regula Nr. 2073/2005 par pārtikas produktu mikrobioloģiskajiem kritērijiem. Diemžēl šajā dokumentā mikrobioloģiskā piesārņojuma normas ir reglamentētas galvenokārt izejvielām un rūpnieciski ražotiem pārtikas produktiem, bet tās nav iespējams attiecināt uz mazumtirdzniecības, t.sk. ēdināšanas uzņēmumos gatavotajiem ēdieniem, piemēram, saliktiem ēdieniem: salātiem, desertiem, pamatēdieniem, ēdienu pusfabrikātiem u.c.

Esošajam normatīvajam dokumentam ir vairāki objektīvi trūkumi. Dokumentā sniegtās normas ir vispārīgas un neparedz sīki izstrādātus mikrobioloģiskās kvalitātes kritērijus ēdieniem. Tie skar kopējo Eiropas Savienības tirgu, bet gandrīz neskar vietējo vai nacionālo līmeni. Tāpēc arī attīstītajās Eiropas valstīs (Īrijā, Lielbritānijā, Francijā u.c.), arī ASV un Kanādā, jau sen ir izstrādāti nacionālie mikrobioloģiskie kritēriji, kuri ir balstīti uz zinātnisku riska novērtējumu. Šos kritērijus bieži lieto gan uzraudzības institūciju eksperti, gan ēdināšanas nozares speciālisti. Tāpēc šo pētījumu mērķis ir noskaidrot, kādus kritērijus nākotnē Latvijā varētu piemērot ēdienu novērtēšanai. Nosauktajās valstīs, nosakot mikrobioloģisko piesārņojumu,

lielākais uzsvars tiek likts tieši uz izplatīšanas posma uzņēmumiem – mazumtirdzniecību, t.sk. ēdināšanas uzņēmumiem.

Ēdienu paraugu mikrobioloģiskā testēšana ir viena no objektīvajām metodēm pārtikas aprites valsts uzraudzības, t.sk. arī mazumtirdzniecības un ēdināšanas uzņēmumu paškontroles pasākumu efektivitātes novērtēšanai. Tā nodrošina pierādījumus pārtikas higiēnas noteikumu izpildei (ir vai nav pārkāpti) vai arī pamato atsevišķu pārtikas aprites posmu papildu kontroles nepieciešamību. Ēdienu laboratorisko izmeklējumu monitoringa ir papildu mehānisms pārtikas aprites valsts uzraudzības funkciju realizēšanai, tā ir viena no riska novērtējuma vai apdraudējuma analīzes daļām. Faktiski tas ir viens no svarīgākajiem mehānismiem, kas palīdz savlaicīgi atklāt problēmas, kas saistītas ar pārtikas kvalitāti un nekaitīgumu.

Mikrobioloģiskos kritērijus var izmantot HACCP procedūru un citu higiēnas kontroles pasākumu pārbaudei. Tie pārtikā jānosaka arī tādēļ, lai definētu ražošanas procesu un produktu kvalitāti. Šo kritēriju izstrādes nepieciešamību nosaka ES likumdošanas tiesisko dokumentu prasības, piemēram, Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) 852/2004 par pārtikas produktu higiēnu. Tajā teikts, ka jāizstrādā mikrobioloģisko kritēriju un temperatūras kontroles normas, kurām jābūt balstītām uz zinātnisku riska novērtējumu. Šis dokuments nosaka nacionālo labas higiēnas prakses u.c. vadlīniju izstrādes nepieciešamību, kas veicinātu pārtikas kvalitāti un nekaitīgumu (*Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr.852/2004; Eiropas Komisijas regula (EK) Nr. 2073/2005*).

Kā papildu instruments valsts pārtikas aprites uzraudzības monitoringam ik gadus tiek izstrādātas un realizētas Eiropas Kopienas Pārtikas koordinētās laboratoriskās uzraudzības programmas, kas periodiski paredz iekļaut dažādu ēdienu paraugu pētījumus, piemēram, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria* un *Campylobacter* ģinšu u.c., mikrobioloģisko rādītāju noteikšanai. Tomēr šīs programmas nevar paredzēt katras ES dalībvalsts situāciju, tostarp arī nacionālās likumdošanas un finansiālo situāciju, kā arī sekmēt higiēnas sakārtošanu ēdināšanas uzņēmumos.

Apzinoties, ka pilnīga piesārņojuma riska novēršana pārtikas ražošanas un patērišanas laikā ir neiespējams uzdevums, pēc darba autores domām, riska samazināšana ir katra pārtikas uzņēmuma darbības neatņemama daļa un atbildība, tā ir cieši saistīta ar produktu kvalitātes un patērētāju veselības saglabāšanu.

DARBA MĒRĶIS, UZDEVUMI, NOVITĀTE UN ZINĀTNISKAIS NOZĪMĪGUMS

Promocijas darbs „Gatavo ēdienu mikrobioloģiskie kritēriji” izstrādāts laika posmā no 2004.gada līdz 2009.gadam Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas Tehnoloģijas fakultātē un Pārtikas un veterinārajā dienestā, tai skaitā Pārtikas un veterinārā dienesta Nacionālā Diagnostikas centra Pārtikas un vides izmeklējumu laboratorijā.

Promocijas darba mērķis – izstrādāt zinātniski pamatotus kritērijus Latvijas ēdināšanas uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes vērtēšanai.

Darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi**:

1. izpētīt ēdienu kvalitātes mikrobioloģiskos rādītājus;
2. identificēt pētījumos izdalīto baktēriju sugas;
3. analizēt mikroorganismu augšanas īpatnības, galvenos ietekmes faktorus un to attīstības tendences;
4. izpētīt higiēnas situāciju Latvijas ēdināšanas uzņēmumos, tostarp ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes saglabāšanas pasākumu praktiskos aspektus;
5. izstrādāt Latvijas apstākļiem piemērotus ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes kritērijus;

6. sagatavot ieteikumus gatavo ēdienu mikrobioloģisko kritēriju praktiskai ieviešanai Latvijas ēdināšanas uzņēmumos.

Pamatojoties uz pārtikas kvalitātes un nekaitīguma riska analīzes pamatprincipiem, noformulēta **promocijas darba hipotēze**: pārtikas mikrobioloģiskā piesārņojuma samazināšanai sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos un efektīvai pārtikas valsts uzraudzības funkciju realizācijai ir ieteicams lietot *Latvijas apstākļiem piemērotus* mikrobioloģiskos kritērijus kā indikatorus gatavo ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes novērtēšanai.

Promocijas darba hipotēze jāpierāda ar šādām **tēzēm**:

1. ēdienu mikrobioloģiskā piesārņojuma līmenis ir atkarīgs no ēdināšanas uzņēmumos notiekošo tehnoloģisko procesu uzraudzības un kontroles pasākumu efektivitātes, ēdienu apstrādes veida un ēdienu sastāva;
2. ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes un to tehnoloģisko procesu posmu novērtēšanai jāievieš mikrobioloģiskie kritēriji, kas balstīti uz zinātnisku riska novērtējumu.

Promocijas darba novitātes

1. Izstrādāti vietējiem apstākļiem piemēroti nacionālo mikrobioloģisko kritēriju ieteikumi gatavajiem ēdieniem, kas sniegs metodisku atbalstu ēdināšanas nozarē strādājošiem un pārtikas uzraudzības institūciju pārstāvjiem, organizējot un kontrolējot pasākumus pārtikas piesārņojuma novēršanai.
2. Noskaidrots Latvijas apstākļiem raksturīgākais mikroorganismu spektrs un to daudzums ēdināšanas uzņēmumos gatavotajos ēdienos.
3. Sagatavoti priekšlikumi Latvijas normatīvajiem aktiem par gatavo ēdienu mikrobioloģiskajiem kritērijiem, kas sekmēs pārtikas higiēnas un nekaitīguma nodrošināšanas jautājumu sakārtošanu ēdināšanas uzņēmumos, tādējādi veicinot pārtikas izraisīto slimību skaita samazināšanu.

Darba zinātniskais nozīmīgums

- Ar promocijas darbā ietverto pētījumu rezultātiem papildināta Latvijas ēdināšanas uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes teorētiskā bāze, lietota jaunākā pieredze pārtikas piesārņojuma vērtēšanā, balstoties uz riska analīzes pamatprincipiem.
- Darbā noteiktas galvenās likumsakarības (ēdienu veidi, sastāvs un to apstrādes metodes u.c.), pēc kurām atlasīti mikrobioloģiskie kritēriji.
- Pilnveidota Latvijas apstākļiem atbilstoša ēdienu mikrobioloģisko kritēriju vērtēšanas metodika.
- Analizēta higiēnas situācija Latvijas ēdināšanas uzņēmumos, tostarp paškontroles pasākumu ieviešanas problēmas.

Darba tautsaimnieciskā nozīme

Vienotu mikrobioloģisko kritēriju esamība valstī nodrošinās kopēju izpratni par mikrobioloģiski drošu pārtikas apriti, tostarp produktu un tehnoloģisko procesu lietošanu Latvijas ēdināšanas uzņēmumos, kā arī veicinās vienlīdzīgas un godīgas tirgus konkurences apstākļus uzņēmējiem un sniegs praktisku atbalstu uzraudzības institūcijām.

Mērķa sasniegšanai izvirzīto uzdevumu risinājumu izklāsts promocijas darbā strukturēts piecās nodaļās.

Darba ievada daļā formulēta problēmas nostādne, sniegts ēdienu mikrobioloģisko kritēriju nepieciešamības pamatojums.

Pirmajā nodaļā izvērstā diskusija par pārtikas mikrobioloģiskās kvalitātes jēdzienu, raksturoti biežākie pārtikas piesārņojuma avoti un faktori, kā arī pārtikas izraisītās slimības. Analizēta tiesiskā un normatīvā bāze, kas nosaka pārtikas nekaitīgumu. Aprakstītas biežāk lietotajās metodes un kritēriji ēdienu kvalitātes un nekaitīguma novērtēšanai.

Otrajā nodaļā raksturoti darbā lietotie materiāli, metodes un objekts. Doti fizikāli – ķīmisko un mikrobioloģisko izmeklējumu, ēdināšanas uzņēmumu higiēnas situācijas un pētījumu rezultātu vērtēšanas metožu raksturojumi.

Trešajā nodaļā apkopoti pētījuma rezultāti un izvēsta diskusija par tiem. Analizēta ēdienu paraugu mikrobioloģiskā kvalitāte, vides faktoru ietekme uz ēdienu mikrofloru. Dots ēdienu gatavošanā lietoto metožu, pH un temperatūras, kā arī ēdināšanas uzņēmumu higiēniskās situācijas novērtējums. Vērtēti darba rezultāti salīdzinot ar citu valstu zinātnieku atzinumiem un pētījumu rezultātiem.

Darba noslēgumā formulēti galvenie secinājumi un sniegti ieteikumi iegūto mikrobioloģisko vērtēšanas kritēriju ieviešanai Latvijas ēdināšanas uzņēmumos. Darba pielikumos sniegts pētījumā iegūto rezultātu kopsavilkums.

Promocijas darbs uzrakstīts uz 171 lapas, ietverot 22 tabulas, 43 attēlus, 16 formulas un 14 pielikumus. Darbā izmantoti 252 literatūras un 20 interneta avoti.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

Par darba rezultātiem ziņots 13 starptautiskajās zinātniski – praktiskajās konferencēs, kongresos un semināros Latvijā, Igaunijā, Francijā, Nīderlandē, ASV, Lielbritānijā, Jordānijā, Krievijā:

1. **2004.gada janvāris – novembris**, līdzdalība Nīderlandes – Latvijas, starptautiskā projektā Pārtikas uzraudzības stiprināšana Latvijas Pārtikas un veterinārajā dienestā//*Strengthening of Food control in the Food and Veterinary service in Latvia PPA03/LV/9/1*. Darba materiālu prezentācija (*prezentācija /oral presentation*);
2. **2005.gada 21. jūnijā**, Lielbritānija, Londona. 4. Nacionālā konference „HACCP sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumiem – sagatavošanās 2006. gadam.”//4th National conference „HACCP for catering: Preparing for 2006” Darba materiālu prezentācija (*prezentācija /oral presentation*);
3. **2006.gada 5. – 7. janvārī** ASV, Sietla, Vašingtonas štata universitātes 11. Pēcdiploma izglītības un pēcdiploma studentu zinātniskā konference Viesmīlības un Tūrisma jautājumos.//*The comparison of the preliminary results on microbiological investigations of some ready-to-eat foods prepared in public catering establishments*. 11 th Annual Graduate Education and Graduate Student Research Conference in Hospitality and Tourism „Advances in Hospitality and Tourism, Seattle, Washington State University 5– 7 January 2006 (*stenda referāts/poster presentation*);
4. **2006.gada 16. – 21.septembrī** Francija, Nante 13.Pasaules kongress Pārtikas zinātnē un tehnoloģijā „Pārtika ir dzīve”//*Microbiological investigations of some ready-to-eat foods prepared in Public Catering establishments in Latvia*. 13 th World Congress of Food Science and Technology „Food is Life”, Nantes, France (*stenda referāts/poster presentation*);
5. **2006.gada 10.novembrī**, Latvija, Jelgava, LLU, VMF, Starptautiskā zinātniskā konference, Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna.//*Evaluation of the results on microbiological investigations of ready-to-eat foods and hygienic situation at catering establishments*. // Latvia, Jelgava, University of Agriculture International scientific conference– Animals. Health. Food hygiene (*prezentācija /oral presentation*);
6. **2007.gada 29.01.– 03.02.**, Igaunijā, Tartu universitāte.„Bioloģisko datu analīze” „Nordic– Baltic– Russian Academic Network in Bioinformatics” projekta ietvaros, ziņots par pētījumu rezultātiem (*prezentācija /oral presentation*);
7. **2007.gada 11.– 12. februārī**. Jordānija, Ammāna. Dānijas – Latvijas sadarbības projekts JO– 04/AA/HE/02 „Reforming the Food Inspection Services and Food Chain Laboratories” Darba seminārs JFDA (Jordan Food and Drug Administration//Jordānijas Pārtikas un Zāļu administrācijā) par pārtikas mikrobioloģisko piesārņojumu, par pārtikas izraisītām saslimšanām un uzraudzībā iesaistīto institūciju komunikāciju. Ziņots par iegūtajiem pētījumu rezultātiem Latvijas situācijas raksturošanai.
8. **2007.gada 12.jūnijā**, Lielbritānija, Londona. „Jaunās HACCP prasības sabiedriskajā ēdināšanā un tirdzniecībā– viena gada pieredze”. 6. Nacionālā konference.//*6th National Conference – „The New HACCP regulation in Catering & Retail: One year on”*. Darba materiālu prezentācija diskusiju laikā (*prezentācija /oral presentation*);

9. **2007.gada 29. – 30.martā**, Latvija, Rīgas Stradiņa universitāte. *Latvijas ēdināšanas uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģisko izmeklējumu starprezultātu salīdzinājums*. Rīgas Stradiņa universitātes ikgadējā zinātniskā konference (*stenda referāts/poster presentation*);
10. **2007.gada 16. – 18. maijā**, Latvija, Jelgava, LLU starptautiskā zinātniskā konference 2007.gada 16– 18.maijā „*Microbiological quality aspects of ready– to– eat foods from catering establishments*”//International scientific conference „*Research for rural development 2007*”, *Latvia University of Agriculture*. (*prezentācija/oral presentation*);
11. **2007.gada 19.– 23. novembrī**, Nīderlande, Vageningenas universitāte, Pārtikas mikrobioloģiskā apdraudējuma vadīšana//*10th International seminar „Management of Microbiological Hazards in Food”*. *Latvijas situācijas raksturošana un darba materiālu prezentācija praktisko nodarbību laikā* (*prezentācija /oral presentation*);
12. **2008.gada 1– 4 jūlijā**. Krievija, Sankt–Pēterburga, Otrais Sankt–Pēterburgas ekoloģiskais forums “‘Apkārtējā vide un cilvēka veselība’ – Evaluation of hygienic situation at public catering establishments and dynamics of food borne diseases in Latvia // *Second State Petersburg ecologic forum “Environmental health and human health” Russia* (*prezentācija/oral presentation*).
13. **2010.gada 10.aprīlī**. Rīgā, Profilaktiskās Medicīnas asociācijas zinātniski-praktiskā konference sabiedrības veselības speciālistiem. „*Higiēnas situācija Latvijas ēdināšanas uzņēmumos un ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes aspekti*”//Scientific-practical conference for public health professionals of Latvian association of preventive medicine. „*Hygienic situation in catering establishments and microbiological quality aspects of RTE foods*”(prezentācija/oral presentation);

Pētījumu rezultāti apkopoti un publicēti 8 starptautiski atzītos izdevumos:

1. J.Perevoscikovs, I.Jansone, S.Jansone, A.Brila, A.Bormane, T.Ribakova, **T.Marcenkova**, (2005). *Trichinellosis outbreaks in Latvia linked to bacon bought at market*, January– March 2005. **In:** Journal of Eurosurveillance, Volume 10, Issue 4– 6, April– June, p.132– 134. Available at: <http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/EQ/v05n02/v05n02.pdf> [ISSN 1025– 496X].
2. **T.Marcenkova**, M.Rucins, (2005). *Current events on surveillance of food circulation concerning establishments of public catering in Latvia*. **In:** Proceeding of International Scientific Practical Conference „*New technologies in traditional food*” Latvia Agriculture University, Faculty of Food Technology, Jelgava, p.201– 208. [ISBN 9984– 596– 6].
3. **T.Marcenkova**, M.Rucins, V.Veldre (2006). *The comparison of the preliminary results on microbiological investigations of some ready– to– eat foods prepared in public catering establishments*. **In:** Proceedings of 11 th Annual Graduate Education and Graduate Student Research Conference in Hospitality and Tourism „*Advances in Hospitality and Tourism*, Seattle, Washington State University 5– 7 January 2006. Volume XI, p.52– 56(CD– room).
4. **T.Marcenkova**, M.Rucins (2006). *Microbiological investigations of some Ready– to– Eat foods prepared in Public Catering establishments in Latvia*. **In:** Proceedings of 13 th World Congress of Food Science and Technology „*Food is Life*”, Nantes, France, p.941 – 943.
5. **T.Marcenkova**, M.Rucins, (2006). *Evaluation of the results on microbiological investigations of ready– to– eat foods and Hygienic situation at catering establishments*. **In:** Proceedings of International scientific conference, Latvia University of Agriculture, Veterinary

Medicine Faculty – Animals. Health. Food hygiene, 10 November, 2006, p. 176– 183. [ISSN 1407– 1754].

6. **T.Marčenkova**, M.Ruciņš (2007) *Microbiological quality aspects of ready– to– eat foods from catering establishments*. **In:** Research for rural development 2007: Proceedings of International scientific conference, 16 – 17 May 2007, Latvia University of Agriculture. Jelgava. p. 98– 106. [ISSN 1691 – 4031].

7. **T.Marcenkova**, M.Rucins (2009). *Dynamics of foodborne diseases in Latvia and microbiological investigations of ready– to– eat foods from catering establishments*. **In:** Journal „Medicinos: teorija ir practika”, Lithuania, 2009 Dec., vol.15, No 4, p.356– 365. [ISSN 1392– 1312]. Avialable at: http://www.mtp.lt/files/16_MTP_2009_IV_.pdf

8. **T.Marčenkova**, M.Ruciņš (2010) *Gatavo ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes pētījumi un to ietekmējošie faktori*. Publikācija iesniegta LLU rakstos 2010.gada aprīlī //The study of microbiological quality of RTE foods and factors influencing it's. Publication submitted to Proceedings of Latvia University of Agriculture at April of 2010.

MATERIĀLI UN METODES

Pētījumu norises laiks un vieta

Lai sasniegtu pētījumu mērķi un izpildītu uzdevumus, tika izvēlēti Rīgas pilsētas atklāta tipa ēdināšanas uzņēmumi, kuros veikta gatavo ēdienu paraugu atlase. Pētījumi veikti laikā no 2004. gada novembrim līdz 2009. gada oktobrim. Paraugu laboratoriskie, t.sk., mikrobioloģiskie izmeklējumi, veikti PVD Nacionālā diagnostikas centra (NDC) Pārtikas un vides izmeklējumu laboratorijā.

Pētījumu objekts

Promocijas darba autore ikdienas darbā saskaras ar situācijām, kad ir jāsniedz paskaidrojumi un konsultācijas PVD pārtikas inspektoriem un uzņēmējiem, kas nodarbojas ar pārtikas ražošanu un/vai pārdošanu, par pārtikas, t.sk. ēdienu paraugu, mikrobioloģiskajiem izmeklējumiem, par izmeklējumu rezultātiem un to novērtēšanas kritērijiem, par normatīvo aktu prasību piemērošanu saistībā ar HACCP principu ieviešanu un paškontroles dokumentācijas un praktiskās rīcības vērtēšanu.

Pašlaik viens no aktuālākiem jautājumiem pārtikas uzņēmumos ir objektīvu metožu izmantošana, vērtējot uzņēmumu higiēnisko situāciju, tostarp veicot pārtikas un vides paraugu mikrobioloģiskos izmeklējumus, to plānošanu, tāpēc nepieciešami kritēriji šo izmeklējumu rezultātu novērtēšanai.

Pētījumā analizēti:

- ēdienu paraugi no 16 Rīgas pilsētas ēdināšanas uzņēmumiem;
- ēdienu paraugos noteikto temperatūras mērījumu rezultāti;
- ēdienu paraugos noteiktais pH;
- ēdināšanas uzņēmumu PVD pārbaudes protokoli un aptaujas anketas uzņēmumu higiēniskās situācijas novērtēšanai;
- PVD uzraudzības pārskati (laika posmā no 2004. līdz 2008. gadam) par pārtikas higiēnas normatīvo aktu prasību kontroli ēdināšanas uzņēmumos;
- Sabiedrības veselības aģentūras un Pārtikas un veterinārā dienesta informācija (apskati, ziņojumi) par pārtikas izraisītajām slimībām un to uzliesmojumiem Latvijā.

Ēdienu paraugi. Pētījuma ietvaros ar statistikas metodēm tika analizēti 552 ēdienu paraugu mikrobioloģisko izmeklējumu rezultāti, tostarp paraugos noteikts: MAFAM; koliformas baktērijas, pH. 178 paraugos veikta izdalīto mikroorganismu sugu identifikācija. Paraugi ņemti saskaņā ar PVD apstiprināto procedūru KR.10.P.212 “Vispārīgie metodiskie norādījumi pārtikas paraugu ņemšanai mikrobioloģiskajiem izmeklējumiem un izmeklējumu rezultātu novērtēšanai”.

Ēdienu paraugu temperatūras mērījumu rezultāti. Pētījuma ietvaros katram ēdienu paraugam veikti iekšējās temperatūras mērījumi, kuru rezultāti tika analizēti ar statistikas metodēm. Mērījumi veikti un rezultāti vērtēti saskaņā ar PVD apstiprināto procedūru KR.10.P.227 “Instrukcija temperatūras mērījumu veikšanai un rezultātu novērtēšanai pārtikas aprites uzņēmumos”.

Ēdināšanas uzņēmumu PVD pārbaudes protokolu dati un aptaujas anketas uzņēmumu higiēnas situācijas novērtēšanai. Pētījuma ietvaros ar statistikas metodēm analizēti PVD datu bāzē esošo ēdināšanas uzņēmumu pārbaudžu protokoli ($n = 114$) un uzņēmumu aptaujas anketu dati. Ēdināšanas uzņēmumu pārbaudes veiktas saskaņā ar PVD apstiprinātām procedūrām KR.10.P.210 “Pārbaudžu veikšanas kārtība Pārtikas un veterinārajā dienestā”, KR.10.P.112 “Metodiskie norādījumi pārtikas uzņēmumu pārbaudes protokola noformēšanai un pārbaudes veikšanai”.

Sabiedrības veselības aģentūras un Pārtikas un veterinārā dienesta informācija (apskati, ziņojumi, pārskati, programmas) par pārtikas izraisītajām slimībām un to uzliesmojumiem Latvijā. Lai precīzāk analizētu pārtikas izraisīto slimību dinamiku, pētījuma ietvaros tika analizēti SVA epidemioloģiskie biļeteni, pārskati par saslimstību ar akūtam zarnu infekcijām Latvijā, PVD rīcībā esošie paziņojumi par grupveida slimību gadījumiem laikā no 2002. līdz 2008. gadam. Pārskati noformēti saskaņā ar PVD apstiprināto procedūru KR.10.P.018 “PVD amatpersonu rīcība pārtikas izraisīto slimību grupveida gadījumos”.

Pētījuma materiāla raksturojums

Pētījumiem lietoti ēdienu paraugi (mikrobioloģiskajiem un fizikāli– ķīmiskajiem izmeklējumiem, fizikālajiem mērījumiem), kas ņemti ēdienu gatavošanas vietās: atklāta tipa ēdināšanas uzņēmumos, kā arī pētīta ēdināšanas uzņēmumu higiēniskā situācija.

Pētījumiem bija nepieciešams atlasīt ēdināšanas uzņēmumos raksturīgākos realizējamo ēdienu paraugus, ņemot vērā arī jaunākās tendences ēdienu gatavošanā. Tādēļ ēdienu paraugi tika ņemti uzņēmumos, kur notiek Latvijas patērētājiem tradicionālo (n=8) ēdienu gatavošana un Latvijas patērētājiem netradicionālo (n=8) vai jauno ēdienu gatavošana (ķīniešu, korejiešu, japāņu, taizemiešu u.c.).

Ēdināšanas uzņēmumi tika atlasīti, balstoties uz PVD pārbaudes protokolu datu bāzi, vadoties pēc uzņēmumā strādājošo skaita, ražoto ēdienu sortimenta, porciju skaita, pārtikas aprītes telpu daudzuma un platības, atbilstības higiēnas prasībām u.c. kritērijiem. Pētījumā iekļautajos uzņēmumos agrāk tika konstatētas aptuveni līdzīga rakstura higiēnas procedūru un tehnoloģisko procesu ievērošanas neatbilstības.

Pētījumam visus ēdienus nosacīti iedalīja grupās vai kategorijās atkarībā no nosakāmo mikroorganismu skaita (MAFAM). Katrā no šīm grupām bija iekļauti ēdieni, kuru gatavošanā izmantotas atšķirīgas apstrādes metodes, kas atsevišķos gadījumos varēja veicināt mikroorganismu skaita samazināšanos vai tieši otrādi– mikroorganismu skaita palielināšanos tehnoloģiskā procesa gaitā. Tās ir šādas grupas vai kategorijas:

1. kategorija: gatavie ēdieni, kuru sastāvā esošie komponenti ir termiski apstrādāti, un kuri ir gatavi tūlītējam patēriņam.

2. kategorija: ēdieni, kuru atsevišķas sastāvdaļas ir termiski apstrādātas, un šie produkti paredzēti tālākai uzglabāšanai (arī atdzesēti u.c.) vai pakļauti turpmākai tehnoloģiskai apstrādei (smalcināšana, sadalīšana, komponentu sajaukšana) pirms gala produkta sagatavošanas un patēriņa. Gala produkta sagatavošanā nav pielietota termiskā apstrāde.

3. kategorija: attiecas tikai uz noteikta veida ēdieniem, kuros ir dabiski augsts mikroorganismu skaits. Pie tiem pieder fermentēti vai raudzēti produkti vai ēdieni, kuru sastāvā ir šie produkti. Marinēti zvejas vai gaļas produkti u.c., kas paredzēti tiešajam patēriņam bez papildus termiskās apstrādes. Pie šīs grupas pieder griezti augļi un dārzeņi, arī ogas un zaļumi, svaigi spiestas augļu un dārzeņu sulas, krēma konditorejas izstrādājumi (kuros krēma sagatavošanai nav nepieciešama termiska apstrāde)— piemēram, jogurta krēms, olbaltuma krēms u.c. Visu šo produktu un to sastāvdaļu derīguma termiņš ir mazāks kā 5 dienas.

Pētījumiem lietotais iedalījums ēdienu grupās vai kategorijās ir sniegts 1. tabulā.

Ēdienu iedalījums grupās (kategorijās)
Division of ready– to– eat foods in groups (categories)

Nr. p.k./ No	Ēdiena kategorija/ Food category	Ēdiena nosaukums/Name of food
1.1.	1. grupa (kategorija)/ 1 st group (category)	Zupas (uz buljonu pamata, biezenzupas)/Soups (based on broths, cream soups).
1.2.		Pamatēdieni (šniceles, kotletes, sautējumi, karbonādes, ceptas zivis u.c.)/Main courses (schnitzels, meatballs, stews, pork chops, fried fish etc.).
1.3.		Pamatēdienu piedevas (rīsi, griķi, makaroni, kartupeļu biezenis, vārīti, tvaicēti dārzeņi un līdzīgi produkti)/Side dishes for main courses (rice, buckwheat, pasta, mashed potatoes, boiled, steamed vegetables and similar products).
2.1.	2. grupa(kategorija) / 2nd group (category)	Salāti, kuru sastāvā ir termiski apstrādāti komponenti, bez krējuma un majonēzes mērcēm (piemēram, vārītu biešu salāti ar augu eļļu)/Salads containing thermically processed components without sour cream and mayonnaise dressings (for instance, boiled beet salad with vegetable oil).
2.2.		Salāti, kuru sastāvā nav termiski apstrādāti komponenti, bez krējuma un majonēzes mērcēm (piemēram, zaļie salāti ar gurķiem un tomātiem ar augu eļļu)/Salads not containing thermally treated components without sour cream and mayonnaise dressings (for instance, green salad with cucumbers and tomatoes with vegetable oil).
2.3.		Aukstie gaļas un zivju ēdieni, uzkodas (izņemot marinētos) t.sk. želejā, galerti, pastētes, viltotais zaķis, pildītas zivis u.c. līdzīgi produkti/Cold meat and fish dishes, snacks (excluding the pickled ones), including in jelly, meat– jellies, pates, meatloaves, stuffed fish and other similar products.
2.4.		Bezalkoholiskie dzērieni, kuri ir atdzesēti pēc termiskas apstrādes (kompoti, ķīseli u.c.)/Non– alcoholic drinks refrigerated after thermal treatment (stewed fruit, fruit– juice jellies etc.).
2.5.		Miltu konditoreja bez krēma– plātismaizes, pīrāgi un pīrādziņi, pankūkas ar dažāda veida pildījumiem (izņemot biezpienu), tai skaitā cepti eļļā/Flour products without cream– pastries, pies and patties, pancakes with different fillings (excluding curd), including fried.
3.1.		Jauktie salāti (kuru sastāvā ir gan termiski apstrādāti gan termiski neapstrādāti komponenti) bez krējuma un majonēzes mērcēm/Mixed salad (containing both thermally treated and non– treated components) without sour cream and mayonnaise dressings.
3.2.	3. grupa(kategorija)/ 3rd group (category)	Visu veidu salāti ar krējuma un majonēzes mērcēm/Salad of all types with sour cream and mayonnaise dressings.
3.3.		Svaigi spiestās sulas no augļiem un dārzeņiem/Freshly squeezed fruit and vegetable juices.
3.4.		Biezpiena un siera ēdieni (biezpiena plācenīši, pankūkas ar biezpiena pildījumu u.c.)/Curd and cheese dishes (curd pies, pancakes with curd filling etc.).
3.5.		Piena kokteiļi/Milkshakes.
3.6.		Krēma konditorejas izstrādājumi (kuros krēma sagatavošana neprasa termisko apstrādi) – piemēram, jogurta krēms, olbaltumu krēms u.c./Cream confectionary (where the preparation of cream does not require thermal treatment, for instance, yogurt cream, egg– white cream etc.)

Avots/ Source: autores veidota tabula/author's division

Paraugi nogādāti testēšanai aukstuma somās (temperatūrā +2...+5°C), un paraugu testēšana veikta PVD Nacionālā diagnostikas centra (NDC) Pārtikas un vides izmeklējumu laboratorijā. Ņemti ne mazāk kā 10 viena veida ēdienu paraugi. Katrā ēdienu grupā un kategorijā paņemti ne mazāk kā 20 paraugu. 222 gadījumos (n=178 paraugi) identificētas dažādas mikroorganismu sugas.

Paraugi ņemti saskaņā ar izstrādāto paraugu ņemšanas plānu. Ēdienu paraugi pētīti divu grupu ēdināšanas uzņēmumos: patērētājiem tradicionālajos (n=8) un patērētājiem netradicionālajos (n=8) ēdināšanas uzņēmumos. Pētīti 260 ēdienu paraugi no tradicionālajiem ēdināšanas uzņēmumiem un 292 ēdienu paraugi no netradicionālajiem ēdināšanas uzņēmumiem. Paraugu ņemšanas plāns un veikto pētījumu skaits sniegts 2. tabulā.

2.tabula/ Table 2

**Ēdienu paraugu ņemšanas plāns un veikto pētījumu skaits/
Sampling plan of RTE foods and performed investigations**

GĒ paraugu kategorija/ <i>GE sample category</i>	Ēdināšanas uzņēmumu grupa/ <i>Group of public catering establishments</i>	Paraugu skaits/ <i>Number of samples</i>	Veikto pētījumu skaits/ <i>Number of performed investigations</i>			Mikroorganismu sugu identifikācijas gadījumu skaits/ <i>Number of identified species of microorganisms</i>
			MAFAM/AC C (<i>aerobic colony count</i>)	Koliformas baktērijas/ <i>Coliform bacteria</i>	pH	
1. kategorija/ <i>1 st category</i>	Tradīc.*/ <i>Tradicional*</i>	100	100	100	100	16
2. kategorija/ <i>2 nd category</i>		80	80	80	80	54
3. kategorija/ <i>3 rd category</i>		80	80	80	80	48
Kopā tradicionālie/ <i>Total traditional</i>		260	260	260	260	118 (53.1%)
1. kategorija/ <i>1 st category</i>	Netradīc.**/ <i>Untraditional**</i>	116	116	116	116	48
2. kategorija/ <i>2 nd category</i>		86	86	86	86	28
3. kategorija/ <i>3 rd category</i>		90	90	90	90	28
Kopā netradicionālie/ <i>Total untraditional</i>		292	292	292	292	104 (46.9%)
Pavisam/ <i>Total</i>		552	552	552	552	222 (100.0%)

Piezīmes/Notes:

* paraugi no uzņēmumiem, kuros lieto tradicionālās ēdienu gatavošanas metodes/ **samples from establishments using traditional methods for food preparation*

** paraugi no uzņēmumiem, kuros lieto netradicionālās ēdienu gatavošanas metodes/ ***samples from establishments using untraditional methods for food preparation*

Avots/Source: autores veidota tabula/*author's division*

Visiem paraugiem ņemšanas brīdī mērīta produkta iekšējā temperatūra, mērījumi veikti ar kalibrētu digitālo kontakta vai bimetalisko termometru, ko ikdienā kā standarta aprīkojumu lieto arī PVD pārtikas inspektori. Ēdienu paraugi ņemti, iepakoti un paraugu transportēšana veikta saskaņā ar procedūrām, kas ir balstītas uz starptautiski atzītiem paraugu ņemšanas standartiem. Paraugi iepakoti saskaņā ar PVD procedūru KR.10.P.197 ‘‘Pārtikas paraugu

iesaiņošanas un identificēšanas kārtība''. Ēdienu paraugi ņemti uzreiz pēc to izgatavošanas vai noslēguma apstrādes posmā, bet ne vēlāk kā 2 stundas no to izgatavošanas brīža.

Karstie ēdieni sākotnēji tika atdzesēti aukstuma kamerā līdz temperatūrai +10°C (ne ilgāk kā stundas laikā) un jau atdzesētu ēdienu paraugi novietoti slēgtā aukstuma somā temperatūrā no +2°C līdz +5°C un nogādāti laboratorijā. Atdzesētu ēdienu paraugi (aukstie ēdieni) ņemti no ēdināšanas uzņēmumu aukstuma iekārtām un, līdzīgi kā karstie ēdieni, ievietoti aukstuma somā temperatūrā no +2°C līdz +5°C un nogādāti laboratorijā.

Ēdienu paraugi mikrobioloģiskai testēšanai transportēti uz laboratoriju slēgtā aukstuma somā: ne vēlāk kā 1 stundas laikā no to noņemšanas brīža un apstākļos, kas nepieļauj paraugu mehāniskus bojājumus, piesārņojumu un temperatūras izmaiņas, saskaņā ar PVD procedūru KR.10.P.230 "Inspekcijas laikā noņemto paraugu transportēšana un īslaicīga uzglabāšana".

Mikrobioloģisko un fizikāli – ķīmisko izmeklējumu metodes

Mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaita (MAFAM) noteikšanai lietots standarts LVS EN ISO 4833:2003 "Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. Mikroorganismu skaitīšanas horizontālā metode. Koloniju skaitīšanas metode pie 30°C". Mikroorganismu kultūru izolēšanai lietota PCA barotne. Standarta metodes lietošanu reglamentē Eiropas Komisijas regula Nr.2073/2005 par pārtikas produktu mikrobioloģiskajiem kritērijiem.

Rauga sēnīšu un pelējumsēnīšu skaita noteikšanai lietots standarts LVS ISO21257-2:2008 "Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. Horizontālā metode rauga sēnīšu un pelējumsēnīšu skaitīšanai. 2.daļa: Koloniju skaitīšanas metode produktiem ar ūdens aktivitāti līdz 0,95(ieskaitot)".

Koliformu baktēriju skaita noteikšanai lietots standarts LVS ISO 4832:2003 "Vispārīgie norādījumi koliformu baktēriju skaitīšanai Koloniju skaitīšanas metode", kurā mikroorganismu izolēšanai lietots kristāla žults– sarkanais laktozes agars (*Cristal violet red bile lactose agar*).

Mikroorganismu sugu identifikācijai uz selektīvu un/vai neselektīvu agaru tika uzsētas vismaz piecas morfoloģiski aršķirīgas kolonijas, kuras vēlāk pārsētas uz neselektīvā agara (*Nutrient agar*), lai iegūtu tīrkultūru. Izolēto mikroorganismu kultūru bioķīmiskā identifikācija notika, izmantojot:

- krāsošanu pēc Grama un mikroskopēšanu (Gram „+” un Gram „-” mikroorganismi);
- *oksidāzes testu* (uz filtrpapīra, kas samitrināts ar oksidāzes reaģentu, pārnes daļu mikroorganisma kolonijas, pēc 30 s zilā krāsa norāda uz pozitīvu reakciju);
- *katalāzes testu* (koloniju suspendē vienā pilē ūdeņraža peroksīda). Gāzes burbulīšu klātbūtne pēc inkubēšanas norāda uz pozitīvu reakciju (katalāzes pozitīva);
- *indola testu* (ar sterilu cilpu mikroorganisma kultūras koloniju inokulē peptona ūdenī (*Peptone water*) inkubē 44°C 48 h, pēc inkubēšanas pievieno Kovacs reaģentu (aerobai triptofāna noteikšanai indola buljonā), labi samaisa un skatās pēc 1 min., sarkanā krāsa norāda uz indola klātbūtni);
- *koagulāzes testu* (ar sterilu cilpu mikroorganisma koloniju ienes mēģenē ar liellopu sirds smadzeņu barotni (*Brain Heart Infusion Agar*), inkubē 37°C 24h. Aseptiski 0.1 ml kultūras pievieno 0.3 ml trušu plazmai, inkubē 37°C 24h. Par pozitīvu koagulāzes reakciju uzskata, ja izveidotais receklis aizņem vairāk kā pusi no barotnes tilpuma).

Noslēguma stadijā izolēto mikroorganismu kultūru bioķīmisko īpašību noteikšanai lietotas API bioķīmiskās testsistēmas (API® strips), tostarp:

- API 20E (*Enterobacteriaceae* dzimtas un citu ģinšu Gram „-” baktēriju noteikšanai);
- API STREP (streptokoku, enterokoku ģints baktēriju noteikšanai);
- API Staph (stafilokoku un mikrokoku un tiem radniecisko baktēriju sugu noteikšanai);
- API 20 A (24 stundu Gram „+” un Gram „-” anaerobu noteikšanai, kura iekļauj– 16 ģinšu un 77 baktēriju sugu bioķīmisko testu rindu, tostarp, *Clostridium difficile*, citas

Clostridium ģints, sporas veidojošas un sporas neveidojošas baktērijas, koku noteikšanai);

- API NE (Gram „-” nūjiņu, kuras nepieder *Enterobacteriaceae* dzimtai noteikšanai);
- API campy (*Campylobacter* spp. noteikšanai);
- API 50 CH (*Bacillus* un tai radniecīgas ģintis) u.c., kā arī atsevišķu mikroorganismu sugu identificēšanai lietotas BBL Crystal sistēmas (*Becton Dickinson Microbiology Systems*).

pH noteikšanai ēdienu paraugos lietots verificēts pH- metrs un standartizētās metodes pH noteikšanai dažādu veidu produktos:

- “ГОСТ 26188– 84 “Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения pH”;
- “ГОСТ 28972– 91 “Рыбные консервы и продукты, другие морепродукты. Методы определения pH”;
- “LVS ISO 2917:2004 “Gaļa un gaļas produkti: pH noteikšana– References metode”.

Pētījumā iegūto rezultātu izvērtēšanas metodika

Pētījumu datu statistiskai apstrādei lietoti *Microsoft Excel*, *SPSS* programma– **15.0 versija** (*Statistical Package for Social Science*). Lietotas šādas datu analīzes statistiskās metodes: dispersijas analīze, faktoru analīze, izkliedes analīze (ANOVA). Iegūtajiem rezultātiem veikti brīvības pakāpju skaita, Fišera vērtības un *p*– vērtības apēķini.

Pētījuma datu statistiskai apstrādei lietoti mikrobioloģiskās testēšanas (MAFAM, koliformas baktērijas u.c.) rezultātu vidējie radītāji (KVV/g), jo absolūtie lielumi dod izkropļotu ainu, un tos nerekomendē lietot salīdzinošā analīzē. Statistiskai analīzei lietoti lg kvv/ g vidējie, kas uzskatāmāk raksturo pētījumā iegūtos datus.

Hī kvadrāta kritērijs. Lai analizētu novērojumu skaitu katrā kategorijā, datu analīzē izmantots hī kvadrāta kritērijs (χ^2). Hī kvadrāta (χ^2) kritēriju izmanto, lai pārbaudītu, vai divas statistiskās pazīmes ir neatkarīgas viena no otras.

Kvalitatīvu izlašu empīriskā un teorētiskā sadalījuma atbilstības pārbaude ar χ^2 kritēriju SPSS vidē veikta ar testu pārbaudes rīku Analyze/Nonparametric Tests/Chi– Square.

Gadījumos, kad *p*– vērtība <0.05, ar 95% varbūtību tiek uzskatīts, ka pētītās pazīmes ir savstarpēji atkarīgas.

Dispersijas analīze ANOVA izmantota, lai pētītu sakarības starp rezultatīvajām un neatkarīgajām pazīmēm. Ar ANOVA metodi analizētas MAFAM un koliformu baktēriju vidējās vērtības atšķirības atkarībā no pētāmā faktora:

- sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu grupām;
- ēdienu veida;
- tehnoloģiskās apstrādes procesa.

Datu grafiskā attēlošana. Datu procentuālais un strukturālais sadalījums attēlots ar sektoru diagrammām (*Pie Chart*). Matemātiskās analīzes dati attēloti sloksņu diagrammu (*Bar Chart*) un histogrammu veidā.

Pētījumu datu apstrādei un sakarību noteikšanai lietota matemātiskā programmu pakete **MathCad– 14.0** (*Engineering Calculation Software*).

Datu apstrādei lietota 2– faktoru nelineārā regresijas analīzes metode. Tiek aplūkota otrās kārtas divargumentu funkcija $Z=Z(x,y)$ un, izmantojot mazāko kvadrātu metodi, tiek meklēti funkcijas:

$$Z = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3y + a_4y^2 + a_5xy$$

koeficienti a_i , ar kuriem eksperimentālo datu un tiem atbilstošo iegūto teorētisko datu attālumu kvadrātu starpība būtu minimāla. Tā kā faktoru ietekme nav lineāra, pirmās kārtas divargumentu funkcijas pielietojums būtu kļūdainš. Meklētajā izteiksmē mainīgie ir:

Z – mikroorganismu skaits (vai masas zudumi)

a_i – konstantes, kas raksturo ēdienu temperatūras un pH ietekmi ;

x – ēdienu temperatūra parauga noņemšanas brīdī °C;

y – ēdiena pH.

Lai novērtētu teorētiskās sakarības atbilstības ciešumu, tiek aprēķināts determinācijas koeficients η^2 , kas raksturo iegūtās teorētiskās sakarības atbilstību eksperimentālajiem datiem. Jo tas tuvāks 1.0, jo teorētiskā sakarība precīzāk apraksta eksperimentālos rezultātus.

Mikrobioloģisko izmeklējumu rezultātu izvērtēšanai lietotas PVD izstrādātās rekomendācijas pārtikas inspektoriem gatavo ēdienu mikrobioloģisko izmeklējumu rezultātu vērtēšanai (3.tabula). Darba autore piedalījās minēto rekomendāciju izstrādē, kas realizēta kopā ar PVD Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu uzraudzības sektora un Riska vadības daļas speciālistēm.

Par pamatu PVD vadlīnijām “Vispārīgie metodiskie norādījumi pārtikas paraugu ņemšanai mikrobioloģiskiem izmeklējumiem un rezultātu izvērtēšanai” ņemtas vairāku valstu, tostarp Austrālijas un Jaunzēlandes, Lielbritānijas un Īrijas vadlīnijas. Minēto valstu dokumenti ir diezgan līdzīgi, un atšķirība ir tikai ēdienu grupu (kategoriju) iedalījumā, piemēram, vienās vadlīnijās lietotas trīs ēdienu pamatgrupas (kategorijas), bet citās – piecas. Pētījuma rezultātu izvērtēšanai lietotie kritēriji sniegti 3. tabulā.

3. tabula/Table 3

**PVD lietotie kritēriji gatavo ēdienu mikrobioloģisko izmeklējumu
rezultātu izvērtējumam /**
*FVS criteria used for evaluation of the results from microbiological
investigations of RTE foods*

Rādītājs/ Parameter	Mikrobioloģiskās drošības līmeņi (KVV/g)/ Levels of microbiological safety (CFU/ g)			
	Apmierinošs testēšanas rezultāts/ Satisfactory test result	Pieņemams testēšanas rezultāts/ Acceptable test result	Neapmierinošs testēšanas rezultāts/ Unacceptable test result	Potenciāli bīstams/ Potentially hazardous
Baktēriju kopskaits/Total amount of bacteria				
1. kategorija/ 1 st category	$< 10^4$	$< 10^5$	$\geq 10^5$	–
2. kategorija/ 2 nd category	$< 10^6$	$< 10^7$	$\geq 10^7$	–
3. kategorija/ 3 rd category	N/A	N/A	N/A	–
Indikatormikroorganismi/Indicator microorganisms				
<i>Enterobacteriaceae</i> *	$< 10^2$	$10^2 - 10^4$	$\geq 10^4$	–
Patogēnie mikroorganismi/ Pathogenic microorganisms				
<i>Staphylococcus aureus</i>	$< 10^2$	$10^2 - 10^3$	$10^3 - 10^4$	$\geq 10^4$

Piezīme/Note:

* *Enterobacteriaceae*, kā rādītāju nelieto svaigu augļu vai dārzeņu vai produktiem, kas tos satur izvērtēšanai/ *Enterobacteriaceae* do not use for evaluation of fresh fruits and vegetables or products its containing.

Avots/ Source: PVD/FVS, 2006

Atkarībā no mikrobioloģiskā rādītāja veida par neatbilstošajiem testēšanas rezultātiem – „neapmierinošs testēšanas rezultāts” tiek uzskatīti rezultāti, kas augstāki par 10^4 līdz 10^7 KVV/g.

Ēdināšanas uzņēmumu higiēniskās situācijas izvērtēšanai speciāli sagatavotas anketas ar autores sagatavotiem jautājumiem. Anketas ietver 19 jautājumu grupas (sk. 2. pielikumu), kas raksturo pētījumā iekļauto ēdināšanas uzņēmumu vispārīgo higiēnas situāciju, tostarp telpu apdari, komunikāciju (ūdensvads, kanalizācija, ventilācija,

apgaismojums), ražošanas iekārtu, personāla higiēnas un tehnoloģisko procesu raksturojumu, ražoto ēdienu skaitu, telpu platību un strādājošo skaitu, atkritumu apriti uzņēmumā u.c.

Anketas jautājumi veidoti ar mērķi detalizētāk identificēt literatūras avotos minētās biežākās higiēnas prasību neatbilstības, kas varētu ietekmēt pārtikas produktu mikrobioloģisko kvalitāti un nekaitīgumu. Situācijas precizēšanai papildus lietota PVD pārtikas uzņēmumu pārbaudes protokolu datu bāze, novērtēti pētījumos iekļauto ēdināšanas uzņēmumu (n=16) 14 pārbaudes protokoli, PVD ikmēneša uzraudzības pamatrādītāju pārskati (2004– 2008) un PVD Rīgas pilsētas pārvaldes pārtikas inspektoru sniegtā informācija.

Anketas jautājumi un PVD pārtikas uzņēmumu pārbaudes protokoli ir balstīti uz ES un Latvijas normatīvo aktu prasībām, kas reglamentē higiēnas prasības pārtikas uzņēmumiem, kas ir iekļautas PVD iekšējās kontroles procedūrās KR.10.P.210 “Pārbaužu veikšanas kārtība Pārtikas un veterinārajā dienestā”, KR.10.P.112 “Metodiskie norādījumi pārtikas uzņēmumu pārbaudes protokola noformēšanai un pārbaudes veikšanai”.

PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Pirmās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti

Iegūtie rezultāti (n=216) liecina, ka pētījumos MAFAM skaita noteikšanai lielāko īpatsvaru veido rezultāti mazāk kā 10^4 KVV/g – **92.6%** paraugi, kas novērtēti kā apmierinoši testēšanas rezultāti, tikai **7.4%** paraugu rezultāti ir lielāki par apmierinoša rezultāta robežām ($>10^4$ KVV/g), un atbilst pieņemamam rezultātam. Neapmierinoši rezultāti nav konstatēti.

Pētījumos koliformu baktēriju skaita noteikšanai **93.5%** paraugu noteikti apmierinoši testēšanas rezultāti $<10^2$ KVV/g; pieņemams rezultāts $10^2 - 10^4$ KVV/g – 6.5% paraugu. Neapmierinoši testēšanas rezultāti nav konstatēti nedz MAFAM, nedz koliformu baktēriju pētījumos. Pētījumu dati liecina, ka 1. kategorijas ēdienos iegūtie rezultāti galvenokārt atbilst pētījumā lietotajiem kritērijiem un to nosaka šīs ēdienu grupas galvenā apstrādes metode: termiskā apstrāde.

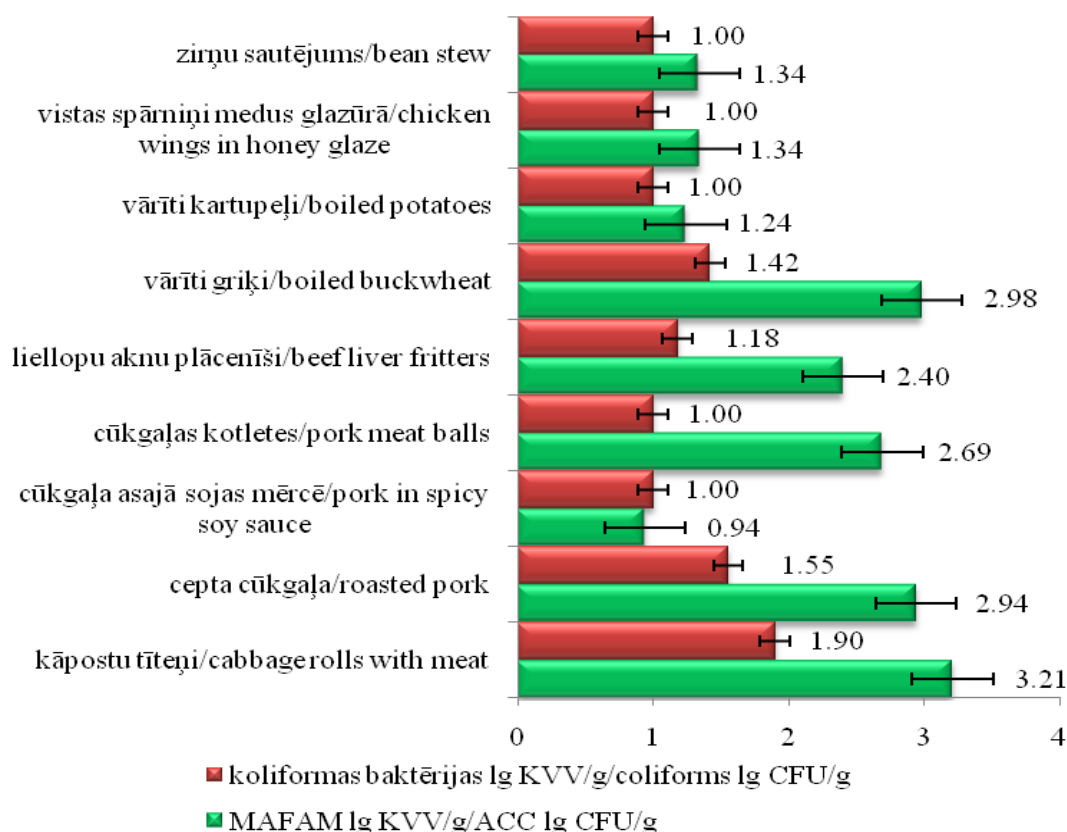
Daudzu zinātnieku pētījumi norāda, ka ēdienu termiskās apstrādes temperatūra, kura augstāka par 60°C, parasti ir pietiekama efektīvai mikroorganismu, tostarp dažādu patogēnu mikroorganismu veģetatīvo formu, skaita samazināšanai vai iznīcināšanai. Tomēr termotolerantie mikroorganismi var izdzīvot arī augstākā temperatūrā, it īpaši sporas. Literatūras dati liecina, ka termiski apstrādātajos pārtikas produktos mikroorganismu sadalījums var būt nevienmērīgs, to izdīvošanu sekmē produktu sastāvs, t.sk. pH, NaCl koncentrācija, tauku un ūdens daudzums. Turklāt pastāv zināmas praktiskas grūtības nodrošināt ēdienu vienmērīgu termisko apstrādi. Nevienmērīga termiska apstrāde var veicināt auksto zonu (*cold spot* – angl.) veidošanos, it īpaši gatavojot ēdienus mikroviļņu krāsnī vai traukos, kur ēdienu ir sarežģīti samaisīt, sajaukt (IFST, 1999; Blackburn, McClure, 2004; Zwetering et al., 2005; Jones et al., 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Adams and Moss, 2006; Beuchat, 2006; Jordan et al., 2006; Lues et al., 2007; Gorris, 2007; Melngaile, 2008).

MAFAM vidējā skaita ($\lg$ KVV/g) salīdzinājums rāda, ka tradicionālos ēdienos rādītāji ir tikai nedaudz lielāki par rādītājiem netradicionālos ēdienos, attiecīgi, 2.14 un 2.05, kad visas grupas MAFAM vidējais – **2.09**.

Arī koliformu baktēriju vidējais skaits ($\lg$ KVV/g) tradicionālos ēdienos ir nedaudz lielāks kā netradicionālos ēdienos, attiecīgi, – 1.2 un 1.04, kad koliformu baktēriju vidējais grupā – **1.12**. Koliformu baktēriju vidējie salīdzinājumā ar MAFAM vidējiem ir nelieli.

Pirmās kategorijas ēdienu pētījumu dati apstiprina zinātniskajā literatūrā pieejamo informāciju, ka mikroorganismi pārtikas produktos vai to partijā nav izplatīti vienmērīgi vai homogēni (IFST, 1999; Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Zwetering et al., 2005; Adams and Moss, 2006; Beuchat, 2006; Jordan et al., 2006; Lues et al., 2007; Melngaile, 2008). To pierāda tālāk grafikos apkopotie dati, piemēram, produktos, kas satur

daudz tauku un kuriem ir vairākas sastāvdaļas, ir vairāk MAFAM, t.sk. ceptā cūkgaļā, kāpostu tīteņos, liellopu aknu plācenīšos un cūkgaļas kotletēs, tomēr kā izņēmumu šajā grupā varētu minēt griķu biezputru. Tai pašā laikā MAFAM skaits cūkgaļā asajā sojas mērcē ir neliels, jo to iespējams, ietekmējusi garšvielu lietošana, un literatūrā ir atrodamī dati par garšvielu konservējošo iedarbību. Karsto ēdienu mikrobioloģiskā piesārņojuma līmeni ietekmē arī to sākotnējais piesārņojums, dabiskā mikroflora un apstrādes procesi, ēdienu saskare ar dažādām tehnoloģiskajos procesos izmantojamām virsmām, to tīrība. Pētījumos iegūto MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita ($\lg$ KVV/g) salīdzinājums tradicionālos ēdienos sniegts 1. attēlā.



1. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 1. kategorijas tradicionālos ēdienos, $\lg$ KVV/g

Fig. 1 Comparison of the average values of ACC and TC in the 1st category traditional RTE foods, $\lg$ CFU/g

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/ Author's chart made in Excel programme.

Tradicionālo ēdienu grupa

Lielākais MAFAM vidējais skaits ($\lg$ KVV/g) noteikts: kāpostu tīteņos– 3.21; vārītos griķos– 2.98; ceptā cūkgaļā– 2.94 (kad vidējais grupā– **2.14**). Iegūto vidējo rezultātu *p*-vērtības (ar 95% ticamību) aprēķini liecina, ka tikai ceptai cūkgaļai tie ticami atšķiras no pārējo ēdienu vidējiem lielumiem.

Koliformu baktēriju lielākais vidējais skaits noteikts: kāpostu tīteņos– 1.9; ceptā cūkgaļā– 1.55; vārītos griķos– 1.42 (kad vidējais grupā– **1.20**), salīdzinot ar kuriem, pārējiem ēdieniem šajā grupā ir konstatētas statistiski ticamas vidējo lielumu atšķirības.

Tradicionālo ēdienu grupā, galvenokārt, identificēti sekojoši mikroorganismi:

- Bacillus subtilis* kāpostu tīteņos, **maksimāli– 6.9×10^4 KVV/g**;

- b) *Bacillus amyloliquefaciens* – 6.0×10^3 KVV/g, *Enterobacter cloacae* – 3.2×10^3 KVV/g un *Staphylococcus xylosus* cūkgaļas kotletēs, **minimāli** – 15.0 KVV/g.

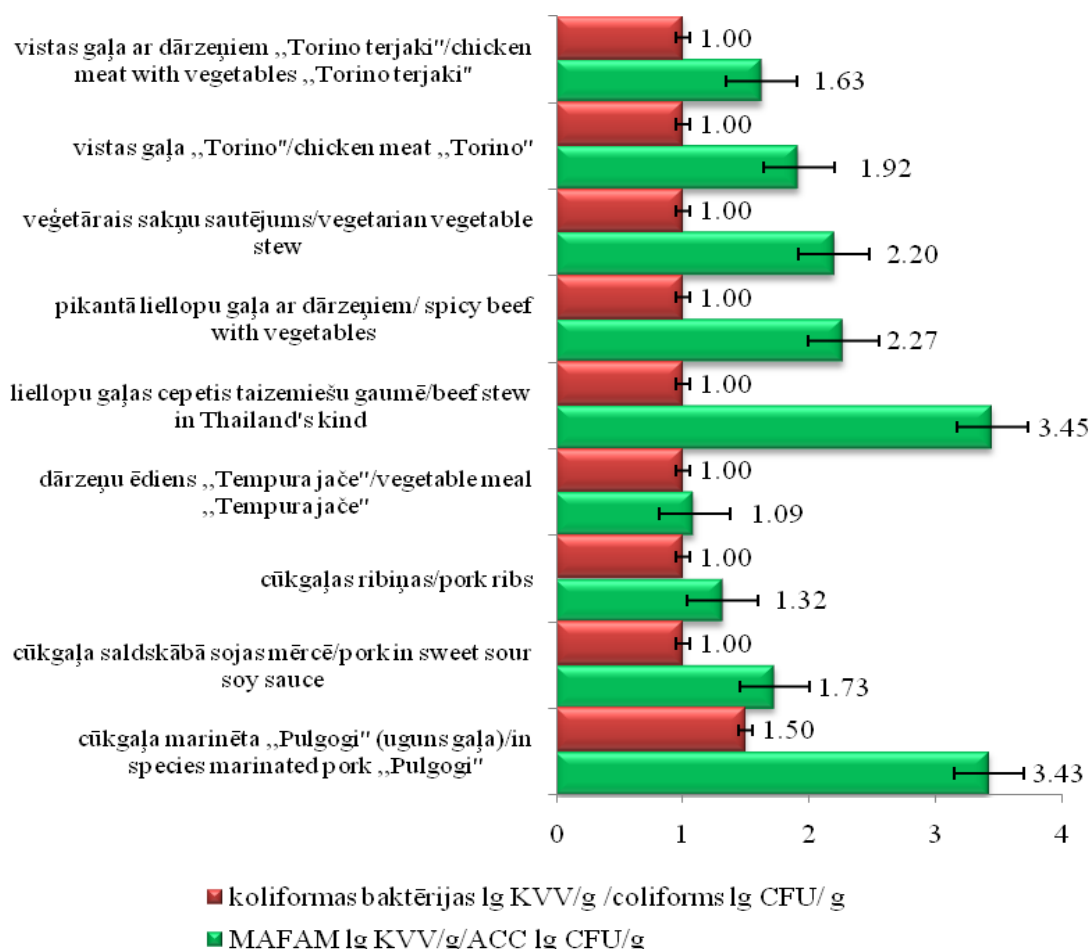
Staphylococcus xylosus ir grampozitīvas un koagulāzes negatīvas baktērijas, ko parasti atrod uz cilvēku un dzīvnieku ādas un apkārtējā vidē. Tās ir daudz biežāk sastopamas dzīvnieku, nevis cilvēku organismā. *Staphylococcus xylosus* samērā reti identificētas kā cilvēka slimību ierosinātāji un ļoti reti tās var kļūt patogēnas cilvēkiem, jo tikai daži celmi var producēt enterotoksīnus D, C un E (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Adams and Moss, 2006; Jordan et al., 2006; Lues et al., 2007);

- c) *Escherichia coli* ceptajā cūkgaļā – 3.8×10^4 KVV/g;

- d) *Pantoea* spp. vārītos griķos – 1.8×10^4 KVV/g;

- e) *Staphylococcus haemolyticus*, **minimāli** – 35.0 KVV/g un *Bacillus licheniformis* liellopu aknu plācenīšos – 2.2×10^4 KVV/g.

Pētījumos iegūto MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums netradicionālos ēdienos sniegts 2. attēlā.



2. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 1. kategorijas netradicionālos ēdienos, lg KVV/ g

Fig. 2 Comparison of the average values of ACC and TC in the 1st category untraditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/ Author's chart made in Excel programme.

Netradicionālo ēdienu grupa

MAFAM augstākais vidējais skaits lg KVV/g noteikts: liellopu gaļas cepetī taizemiešu gaumē – 3.45; marinētajā cūkgaļā „Pulgogi” – 3.43; pikantajā liellopu gaļā ar dārzeņiem – 2.27, kad vidējais grupā – **2.05**, salīdzinot ar pārējiem ēdieniem šajā grupā ir konstatētas statistiski ticamas vidējo lielumu atšķirības.

Koliformu baktēriju augstākais vidējais skaits lg KVV/g noteikts marinētajā cūkgaļā „Pulgogi” – 1.50, kad vidējais grupā – **1.04**.

Tomēr iegūto MAFAM vidējo rezultātu *p*–vērtības (ar ticamību 95%) aprēķini liecina, ka tikai ceptai cūkgaļai tie ticami atšķiras no pārējo ēdienu vidējiem lielumiem.

Netradicionālo ēdienu grupā, galvenokārt, identificēti:

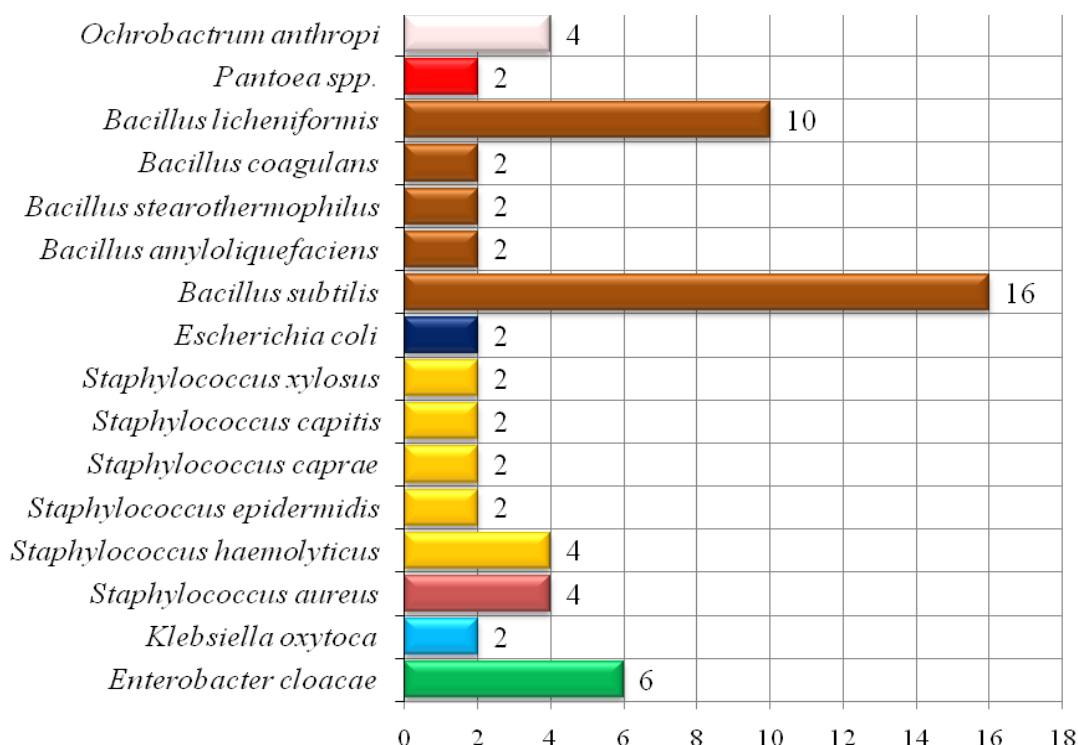
- Bacillus subtilis* dārzeņu ēdienā „Tempura jače” – 45.0 kvv/ g, veģetārā sakņu sautējumā 1.3×10^2 KVV/g pikantā liellopu gaļā 2.5×10^2 KVV/g, liellopu gaļas cepetī – 1.8×10^4 KVV/g;
- Bacillus licheniformis* veģetārā sakņu sautējumā 1.3×10^2 KVV/g, cūkgaļas ribiņās un vistas gaļā „Torino terjaki” – 5.0 KVV/g;
- Staphylococcus capitis* vistas gaļā „Torino”, **minimāli 5.0** KVV/g un *Staphylococcus aureus* vistas gaļā ar dārzeņiem „Torino terjaki” – 8.1×10^2 KVV/g – 2 gadījumos; vistas gaļā „Torino” 2.6×10^3 KVV/g – 2 gadījumos, *Staphylococcus caprae* dārzeņu ēdienā „Tempura jače” – 45.0 kvv/ g;
- Ochrobactrum anthropi* vistas gaļā „Torino” 3.8×10^3 KVV/g un cūkgaļas ribiņās 9.7×10^2 KVV/g
- Enterobacter cloacae* marinētajā cūkgaļā „Pulgogi”, **maksimāli 8.5×10^4** KVV/g un vistas gaļā „Torino” 1.3×10^2 KVV/g;
- Klebsiella oxytoca* marinētā cūkgaļā „Pulgogi” 40.0 KVV/g ;
- Bacillus stearothermophilus* pikantā liellopu gaļā 2.3×10^3 KVV/g un *Bacillus coagulans* marinētā cūkgaļā „Pulgogi” 4.1×10^2 KVV/g.

Tā kā šai ēdienu grupai bija raksturīga termiskā apstrāde uz atklātas uguns, kā arī vairāku garšvielu lietošana, tiem vajadzēja būt vieniem no relatīvi drošākajiem, tomēr stafilokoku identifikācija vistas gaļas ēdienos (2 no 4 gadījumiem) norāda uz ēdienu nepietiekamu termisku apstrādi un to, ka ir pārkāptas personāla higiēnas prasības. Abos gadījumos identificēto mikroorganismu skaits bija lielāks par 10^3 KVV/g, kas atkarībā no mikroorganismu augšanai nepieciešamajiem apstākļiem, var veicināt toksīnu veidošanos (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Zwetering et al., 2005; Adams and Moss, 2006).

Pirmās kategorijas ēdienos abās iepriekšminētajās grupās 64 gadījumos identificētas dažādas mikroorganismu sugas. Iegūtie dati liecina, ka mikroorganismi biežāk identificēti netradicionālo ēdienu grupā – 48 gadījumi (75% no kopēja izmeklējumu skaita), bet tradicionālo ēdienu grupā tie identificēti retāk, tikai 16 gadījumos (25%).

Ēdienu paraugos galvenokārt identificēti *Bacillus* spp. – 50.0%, *Staphylococcus* spp. – 25.0% un *Enterobacter* spp. – 9.38%, *Ochrobactrum anthropi* – 6.25%, *Pantoea*, *Klebsiella* un *Escherichia* ģinšu mikroorganismi katra pa 3.13%.

Pirmās kategorijas ēdienos identificēto mikroorganismu ģinšu un sugu datu kopsavilkums sniegts 3. attēlā.



3. att. Identificēto mikroorganismu ģinšu un sugu gadījumu skaits

1. kategorijas ēdienos

Fig. 3 The number of identified microorganism genera and species in the 1st category RTE foods.

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Author's chart made in Excel programme.

Šajā diagrammā vienas ģints mikroorganismi ir attēloti ar vienādu krāsu. Šīs kategorijas ēdienos identificēto mikroorganismu detalizēta analīze sniegta zemāk.

Pēc literatūras datiem, *Bacillus spp.* ģints mikroorganismi ēdienu paraugos tādā skaitā, kas pārsniedz 10^{2-3} KVV/g, norāda uz ēdienu nepietiekamu termisko apstrādi. Šo sporas veidojošo mikroorganismu biežo atklāšanu paraugos nosaka šī mikroorganisma plašā izplatība apkārtējā vidē, t.sk. pārtikas izejvielās, augsnē, ūdenī. Šis ierosinātais var iekļūt pārtikā arī šķērspiesārņojuma rezultātā. *Bacillus spp.* ģints mikroorganismi parasti ietver trīs veidus, kuru vidū tikai divi *Bacillus subtilis* un *Bacillus cereus* ir patogēni cilvēkiem. *Bacillus subtilis* bija izolēts dažos ar pārtiku saistītu slimību uzliesmojumos, bet reģistrēto uzliesmojumu skaits tomēr ir neliels.

Ierosinātāja producētais un pret termisko apstrādi noturīgais toksīns ir līdzīgs *Bacillus cereus* producētajam toksīnam, kas ir pazīstams kā patiesais patogēns. Šis toksīns rada pārtikas toksikoinfekcijas simptomus – vemšanu, atsevišķos gadījumos arī caureju. 1975.– 1986. gadā Lielbritānijā tika reģistrēti 49 uzliesmojumi ar kopējo cietušo skaitu 175, šo uzliesmojumu ierosinātais bija *Bacillus subtilis*. Uzliesmojumu laikā ierosinātais identificēts pārtikā 10^5 – 10^9 KVV/g. Ierosinātāja rezervuārs šajā gadījumā bija gaļa, zvejas produkti, konditorejas izstrādājumi, vārīti rīsi (Dahl, 1999; Jay et al., 2005;).

Otrās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti

Iegūtie rezultāti (n=166) liecina, ka **90.4 %** paraugu pētījumos MAFAM skaits ir mazāks par 10^6 KVV/g, kas novērtēts kā apmierinošs testēšanas rezultāts. **9.7%** paraugu MAFAM skaits novērtēts kā pieņemams rezultāts un ir lielāks par 10^6 KVV/g un mazāks par 10^7 KVV/g. Neapmierinoši rezultāti nav konstatēti.

Pētot koliformu baktēriju skaitu, **75.9%** paraugu noteikti apmierinoši rezultāti $<10^2$ KVV/g; **18.07%** paraugu noteikti pieņemami rezultāti robežās $10^2 - 10^4$ KVV/g. Kaut arī tabulas dati liecina, ka 2. kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti galvenokārt atbilst lietotajiem salīdzināšanas kritērijiem, tomēr **6.02%** paraugu noteikti neapmierinoši testēšanas rezultāti $\geq 10^4$ KVV/g.

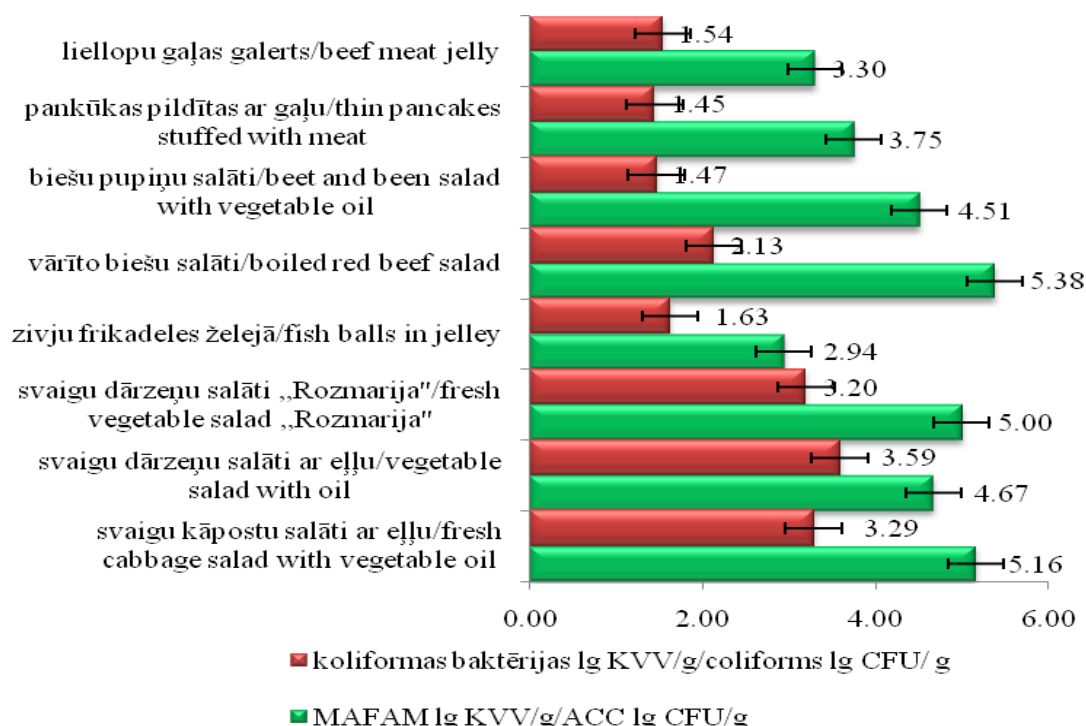
Iegūtie rezultāti skaidrojami ar šo ēdienu pamatsastāvdaļām, tostarp ar to, ka ēdienos ir iekļauti gan termiski apstrādāti, gan termiski neapstrādāti komponenti, tomēr to sastāvā nav nemaz vai ir neliels skaits komponentu, kas dabiski satur lielu mikroorganismu skaitu, piemēram, majonēze, krējums, fermentētie produkti. Turklāt šos ēdienus bieži gatavo ar rokām un tie saskarās ar virsmām, kas saskaņā ar literatūras datiem, bieži vien ir sekundārā mikrobioloģiskā piesārņojuma avots. Šajos ēdienos, tāpat kā pirmās kategorijas ēdienos, konstatēts krasi atšķirīgs mikrobioloģiskā piesārņojuma līmenis, kas ir atkarīgs no tehnoloģiskā procesa daudzdozējo un iekšējo faktoru savstarpējās ietekmes.

MAFAM skaita vidējie rādītāji parāda, ka tradicionālos ēdienos tie ir lielāki par rādītājiem netradicionālos ēdienos, attiecīgi, 4.08 un 1.99 lg KVV/g (kad vidējais 2. kategorijas ēdienu grupā – **3.0**). Koliformu baktēriju vidējo rādītāju salīdzinājums parāda, ka šajā ēdienu kategorijā tie ir mazāki par MAFAM vidējiem rādītājiem, attiecīgi, 1.60 un 3.0 lg KVV/g. Tradicionālo ēdienu grupā koliformas baktēriju vidējie lg KVV/g ir lielāki nekā netradicionālo ēdienu grupā, attiecīgi, 2.20 un 1.03 (kad vidējais koliformas baktēriju ir – **1.60**).

Koliformu baktēriju vidējā skaita lg KVV/ g lielākie rādītāji noteikti: svaigu dārzeņu salātos ar eļļu – 3.59; svaigu kāpostu salātos ar eļļu – 3.29; svaigu dārzeņu salātos „Rozmarija” – 3.20, kad vidējais grupā – **2.20**, salīdzinot ar pārējiem ēdieniem ir konstatētas statistiski ticamas *p*-vērtības (ar ticamību 95%) vidējo atšķirības.

Šīs atšķirības, iespējams, saistītas ar to, ka tradicionālos ēdienos relatīvi retāk nekā netradicionālo ēdienu grupā, lieto asas garšvielas, jo bieži arī tām piemīt konservējošas īpašības to atšķirīgo sastāvdaļu un gatavošanas metožu dēļ. Ja ēdienu sastāvdaļas lēni atdziest (pārsniedz noteikto laiku) vai uzglabā mikroorganismiem bīstamajā temperatūras zonā, tad tiek veicināta mikroorganismu vairošanās un ēdienu mikrobioloģiskais piesārņojums palielinās (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Zwetering et al., 2005; Adams and Moss, 2006).

MAFAM un koliformu baktēriju vidējo lg KVV/g salīdzinājums tradicionālos ēdienos uzskatāmāk parādīts 4. attēlā.



4. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 2. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/ g

Fig. 4 Comparison of ACC and TC average values in the samples of 2nd category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/ Author's chart made in Excel programme.

Tradicionālo ēdienu grupa

MAFAM skaita lg KVV/ g lielākie rādītāji noteikti: vārītu biešu salātos ar eļļu – 5.38; svaigu kāpostu salātos ar eļļu – 5.16; svaigu dārzeņu salātos „Rozmarija” – 5.0; svaigu dārzeņu salātos ar eļļu – 4.67; biešu–pupiņu salātos – 4.51, kad vidējais grupā – **4.08**.

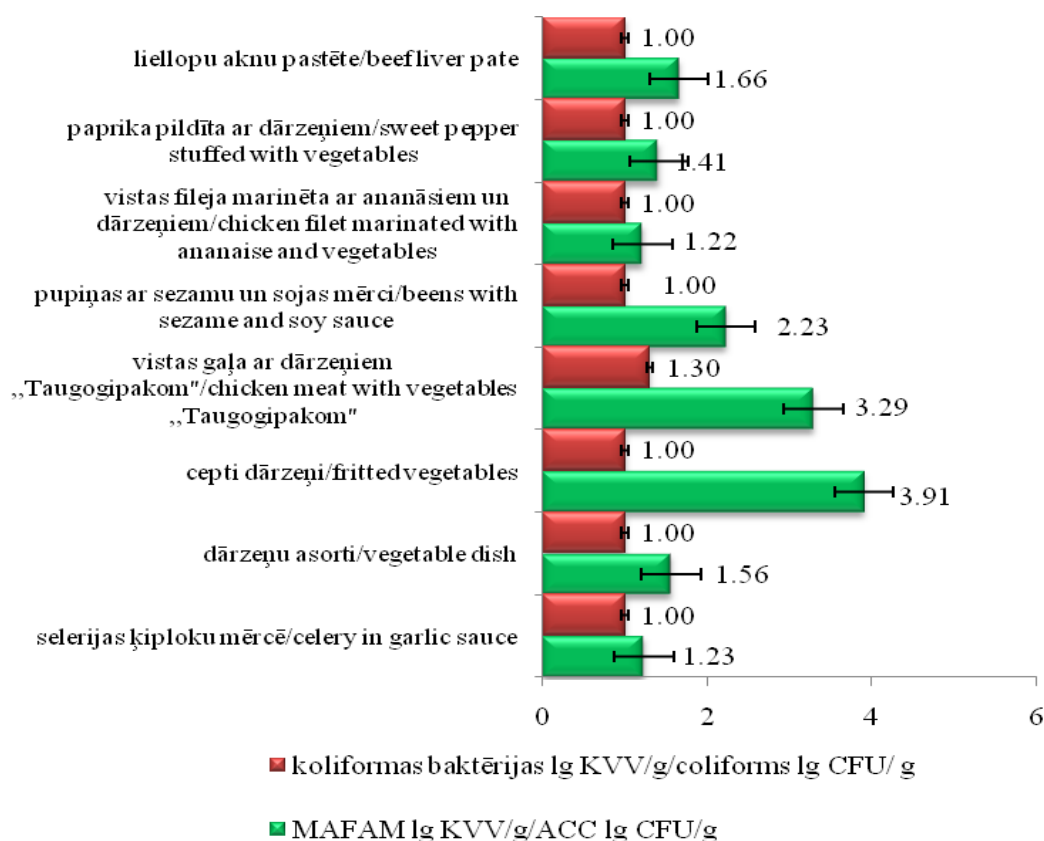
Iegūto MAFAM lg KVV/ g vidējo lielumu *p*–vērtības (ar ticamību 95%) aprēķini liecina, ka tie ir lielāki salātos ar eļļu (biešu, kāpostu, svaigu dārzeņu) un salātos „Rozmarija”, kas salīdzinājumā ar zivju frikadelēm želejā, liellopu gaļas galertu un ar gaļu pildītām pankūkām, dod ticamas atšķirības. Turklāt tas ir skaidrojams ar šo ēdienu dažādām sastāvdaļām, to primārā un sekundārā piesārņojuma avotiem, tehnoloģiskajā procesā lietotām apstrādes metodēm, tostarp termiski apstrādātu komponentu atzdesēšanu, termiski neapstrādātu komponentu apstrādi, uzglabāšanu u.c. faktoriem.

Koliformu baktēriju lg KVV/g vidējā skaita lielākie rādītāji noteikti: svaigu dārzeņu salātos ar eļļu – 3.59; svaigu kāpostu salātos ar eļļu – 3.29; svaigu dārzeņu salātos „Rozmarija” – 3.20, kad vidējais raksturlielums grupā– **2.20**, salīdzinot ar kuriem pārējiem ēdieniem ir konstatētas statistiski ticamas *p*–vērtības (ar ticamību 95%) vidējo raksturlielumu atšķirības.

Tradicionālos ēdienos, galvenokārt identificēti: *Enterobacter cloacae* – 25.9%, *Klebsiella oxytoca*, *Citrobacter freundii* un *Staphylococcus spp.* visiem 11.1%, *Enterobacter sakazakii* un *Klebsiella pneumonia* visiem 7.4.%, *Enterobacter amnigenus* un *Bacillus licheniformis* visiem 3.7% u.c. Tostarp:

- Enterobacter cloacae* skaits svaigu kāpostu salātos ar eļļu, svaigu dārzeņu salātos ar eļļu, minimāli – 1.1×10^6 KVV/g; salātos „Rozmarija” 1.8×10^6 KVV/g; pankūkās pildītās ar gaļu 2.1×10^6 KVV/g;

- b) *Enterobacter sakazakii* svaigu kāpostu salātos un salātos „Rozmarija” 3.0×10^5 KVV/g;
- c) *Enterobacter amnigenus* svaigu dārzeņu salātos – 9.8×10^5 KVV/g;
Enterobacter ģints mikroorganismi norāda uz nepilnībām ēdienu tehnoloģiskajos procesos. Tie ir ļoti jutīgi pret tvaiku, $+121^\circ\text{C}$ temperatūrā iet bojā 15 minūšu laikā, bet, karsējot sausā gaisā $+160$ – 170°C temperatūrā, iet bojā stundas laikā. Šo mikroorganismu atklāšana ēdienos liecina par nepietiekamu higiēnas normu ievērošanu, bet to atrašanās siltajos ēdienos – par ēdienu neadekvātu termisko apstrādi (PHAC, 2001; Jay et al., 2005; Shaker et al., 2006);
- d) *Klebsiella oxytoca* skaits, t.sk. vārītu biešu salātos, **maksimāli – 8.0×10^6 KVV/g**; salātos „Rozmarija” – 3.0×10^5 KVV/g;
- e) *Klebsiella pneumonia* skaits svaigu kāpostu salātos ar eļļu $1.8 - 3.0 \times 10^6$ KVV/g; *Citrobacter freundii* salātos „Rozmarija” 1.8×10^6 KVV/g; vārītu biešu salātos 9.2×10^3 KVV/g;
- f) *Staphylococcus hominis* vārītu biešu salātos 9.2×10^3 KVV/g; *Staphylococcus ligdunesis* liellopu gaļas galertā 1.0×10^3 KVV/g; *Staphylococcus capitis* svaigu kāpostu salātos 1.1×10^5 KVV/g;
- g) *Bacillus licheniformis* skaits ar gaļu pildītās pankūkās 1.7×10^3 KVV/g u.c.
- Iegūto MAFAM un koliformu baktēriju pētījumu rezultātu salīdzinājums netradicionālo ēdienu grupā sniegts darba 5. attēlā.



5. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 2. kategorijas netradicionālos ēdienos, lg KVV/ g
 Fig. 5 Comparison of ACC and TC average values in the samples of 2nd category untraditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Author's chart made in Excel programme.

Netradicionālo ēdienu grupa

MAFAM lg KVV/g augstākie vidējie lielumi šajā grupā noteikti: ceptajos dārzeņos – 3.91; vistas gaļā ar dārzeņiem „Taugogipakom” – 3.29; pupiņās ar sezamu un sojas mērci – 2.23, kad vidējais visā grupā – **3.04**, salīdzinot ar pārējiem ēdieniem ir konstatētas statistiski ticamas vidējo atšķirības. Koliformu baktēriju lg KVV/g lielākie vidējie lielumi noteikti tikai vistas gaļā ar dārzeņiem „Taugogipakom” – 1.30, kad vidējais visā grupā – **1.62**, salīdzinot ar pārējiem ēdieniem ir konstatētas statistiski ticamas *p*-vērtības (ar ticamību 95%) vidējo lielumu atšķirības.

Visiem 2. kategorijas ēdieniem noteiktais MAFAM skaits ir lielāks par noteikto koliformu baktēriju skaitu (4. un 5.attēli). Netradicionāliem ēdieniem MAFAM un koliformu baktēriju skaits lg KVV/g ir ievērojami mazāks nekā tradicionālajiem ēdieniem.

Netradicionālo ēdienu grupā galvenokārt identificēti: *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces spp.* ģinšu, *Enterobacter cloacae*, *Brevibacillus brevis* un *Brevibacillus laterosporus*, *Micrococcus sedentarius* sugu mikroorganismi. *Bacillus spp.* mikroorganismi identificēti desmit gadījumos (35.7%), *Enterobacter cloacae* četros gadījumos (14.3%), *Klebsiella oxytoca* sešos gadījumos (7.3%) tostarp:

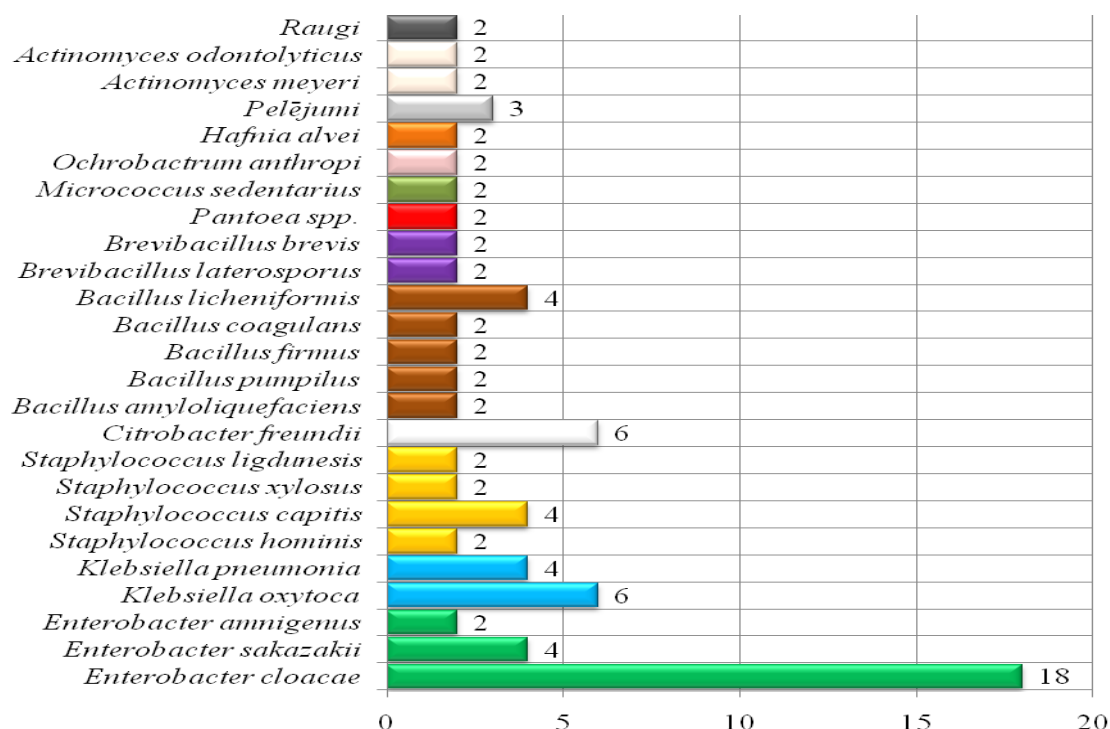
- a) *Bacillus licheniformis* un *Bacillus firmus* ceptajos dārzeņos $1.0 - 1.1 \times 10^3$ KVV/g;
- b) *Bacillus pumilus* vistas gaļā ar dārzeņiem „Taugogipakom” 4.4×10^3 KVV/g;
- c) *Staphylococcus capitis* noteikts selerijās ķiploku mērcē, **minimāli – 15.0** KVV/g;
- d) *Staphylococcus xylosus* dārzeņu asorti 3.4×10^3 KVV/g;
- e) *Brevibacillus laterosporus* ceptos dārzeņos, **maksimāli – 2.9×10^5** KVV/g;
- f) *Micrococcus sedentarius* pupiņās ar sezamu un sojas mērci 2.0×10^2 KVV/g u.c.

Otrās kategorijas ēdienos 82 gadījumos identificētas dažādas mikroorganismu ģintis, galvenokārt *Enterobacter spp.* – 29.27%, *Bacillus spp.* – 14.6%, *Staphylococcus spp.* – 12.2 %, *Klebsiella spp.* – 12.2% un *Citrobacter freundii* – 7.32% mikroorganismi. Biežāk mikroorganismi identificēti tradicionālos ēdienos – 54 (65.8%) gadījumi, retāk netradicionālo ēdienu grupā 28 (34.2%) gadījumi.

Enterobacter spp. ģints mikroorganismi ir viena no biežāk pārstāvētajām *Enterobacteriaceae* dzimtas grupām. Šīs sugas mikroorganismi tiek saistīti ar dažādām infekcijām, t.sk. nozokomiālajām vai intrahospitālajām, arī ar pārtikas un ūdens izcelsmes infekcijām. Šo ierosinātāju dabiskie rezervuāri parasti ir augsne, ūdens, notekūdeņi, cilvēku un dzīvnieku zarnu trakts, piena produkti. Tie ir ļoti jutīgi pret termisko apstrādi. Šie mikroorganismi ēdienos liecina par nepietiekamu higiēnu, bet siltajos ēdienos – par ēdienu neadekvātu termisko apstrādi. Šo mikroorganismu lielākā daļa ir noturīga pret antibiotikām (cefalotīnu un ampicilīnu), it īpaši *Enterobacter cloacae* un *Enterobacter aerogenes*, kā arī pret dažādiem dezinfekcijas līdzekļiem – 1% nātrija hipohlorīdu, 70% etilspirtu, fenoliem, formaldehīdu, jodinātiem u.c.

Enterobacter sakazakii ir nosacītais patogēns, kas saistīts ar nekrotizējošu enterokolītu un meningītu jaundzimušajiem, tas ir atklāts sausajos piena maisījumos, zīdaiņu pārtikā (17.4%). Šo ierosinātāju bieži atrod augsnē, grauzēju un insektu organismos. Tas ir izolēts no plaša spektra pārtikas produktiem: arī augstā temperatūrā pasterizētā pienā, sierā, gaļā, dārzeņos, graudaugos, garšvielās, fermentētajos produktos, maizē u.c. (PHAC, 2001; Jay et al., 2005; Shaker et al., 2006).

Pētījumos identificēto mikroorganismu datu kopsavilkums sniegts 6.attēlā.



6. att. Identificēto mikroorganismu ģintis un sugas 2. kategorijas ēdienos
Fig. 6 The number of identified microorganisms genera and species in the 2nd category RTE foods.

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Author's chart made in Excel programme.

Šajā diagrammā vienādas ģintis un sugas ir attēlotas ar vienādu krāsu. Otrās kategorijas ēdienos identificēto mikroorganismu detalizēta analīze sniegta turpmākās darba sadaļās. Lai gan šai ēdienu grupai nebija raksturīga visu komponentu termiskā apstrāde, kā tas bija iepriekšējai ēdienu kategorijai, tomēr *Enterobacter cloacae*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.* identifikācija norāda uz atsevišķu ēdienu sastāvdaļu nepietiekamu termisku apstrādi un to, ka šie ēdieni tika piesārņoti gatavošanas un uzglabāšanas laikā, tostarp atsevišķos gadījumos tika pārkāptas ēdienu gatavošanas tehnoloģiskās, virsmu higiēnas un personāla higiēnas normas u.c.

Trešās kategorijas ēdienu pētījumu rezultāti

Neskatoties uz to, ka MAFAM pētījumu rezultātu salīdzināšanai nav lietoti konkrēti salīdzināšanas kritēriji un trešās kategorijas ēdienos ir dabiski augsts mikroorganismu skaits, tomēr ir veikts iegūto rezultātu izvērtējums.

MAFAM pētījumos lielāko īpatsvaru veido rezultāti ar nelielu mikroorganismu skaitu līdz 10^4 KVV/g – 38.8% paraugu un ar vidēji lielu mikroorganismu skaitu robežās no vairāk kā 10^4 līdz 10^6 KVV/g – 38.8% paraugu. Liels mikroorganismu skaits (robežās no $> 10^6$ līdz 10^7 KVV/g) konstatēts 22.3% paraugu.

Nosakot koliformu baktēriju skaitu, 50.6% visu paraugu konstatēti apmierinoši rezultāti (mazāk par 10^2 KVV/g); tradicionālo un netradicionālo ēdienu grupā, attiecīgi, 32.5% un 66.7% paraugu noteikti rezultāti mazāki par 10^2 KVV/g. Pieņemami rezultāti no 10^2 līdz 10^4

KVV/g noteikti 35.3% visu paraugu, bet tradicionālo un netradicionālo ēdienu grupās, attiecīgi, 42.5% un 28.9%. Neapmierinoši rezultāti koliformu baktēriju pētījumos vairāk kā par 10^4 KVV/g biežāk noteikti tradicionālo ēdienu grupā – 25.0%, netradicionālo ēdienu grupā – 4.4%, kad vidējais īpatsvars grupā – 14.1%.

Datu statistiskajā apstrādē iegūto rezultātu salīdzināšana rāda, ka lielākais vidējais skaits noteikts tradicionālo ēdienu izmeklējumos MAFAM pētījumos – 1.0×10^6 KVV/g un koliformu baktēriju – 2.1×10^4 KVV/g. MAFAM vidējais skaits tradicionālo ēdienu grupā ir lielāks nekā netradicionālo ēdienu grupā, attiecīgi 4.66 un 4.65 (kad vidējais grupā – **4.44**). Koliformu baktēriju vidējais skaits ir divas reizes mazāks par MAFAM vidējiem raksturlielumiem, bet tradicionālo ēdienu grupā ir lielāks par netradicionālo ēdienu grupas rādītājiem, attiecīgi, 2.83 un 1.70 (kad vidējais grupā – **2.24**).

Tradicionālo ēdienu grupa

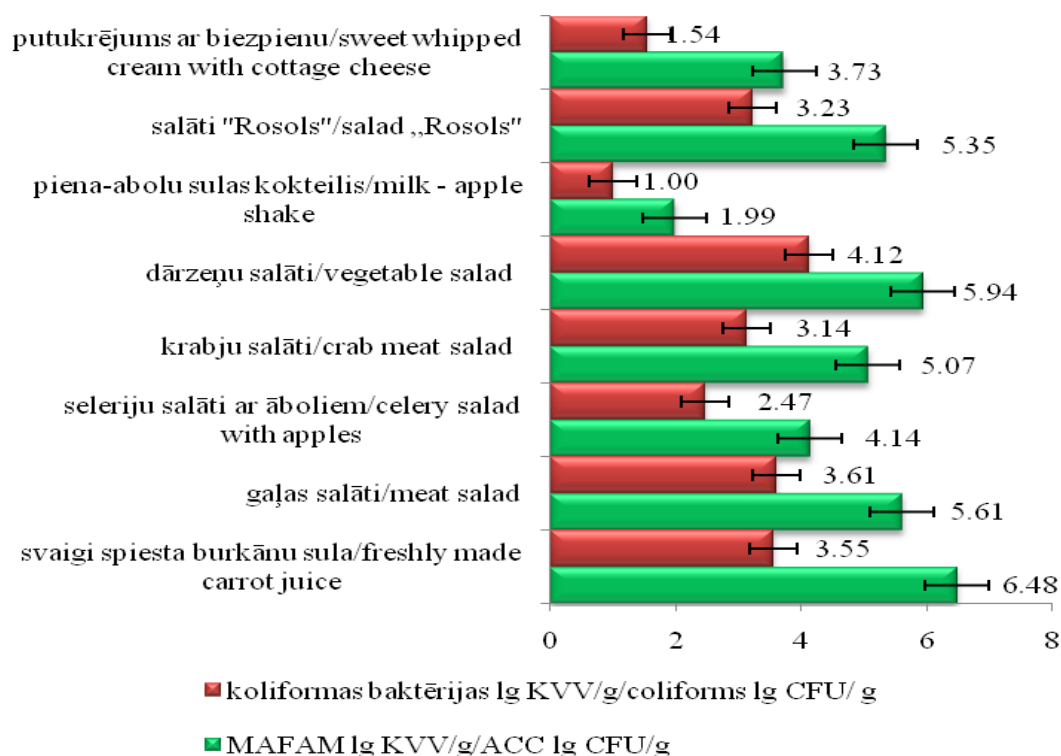
Iegūtie MAFAM vidējā skaita aprēķini liecina, ka to ir ļoti daudz svaigi spiestā burkānu sulā – 6.47, vārītu dārzeņu salātos ar majonēzi – 5.93, gaļas salātos – 5.6, salātos „Rosols” – 5.34, krabju salātos ar majonēzi – 5.06, kad vidējais grupā – **4.66**.

Viszemākie MAFAM lg KVV/g raksturlielumi noteikti piena kokteilī ar ābolu sulu – 1.99 un putukrējumā ar biezpienu – 3.73, kuriem arī ir ticamas atšķirības no pārējiem šīs grupas ēdieniem. Lielākie koliformu baktēriju lg KVV/g raksturlielumi tradicionālo ēdienu grupā noteikti dārzeņu salātos – 4.1; gaļas salātos – 3.6; svaigi spiestā burkānu sulā – 3.5, kad vidējais grupā – **2.8**

Tradicionālo ēdienu grupā galvenokārt identificēti: *Klebsiella spp.* – 29.2% gadījumi, *Enterobacter spp.* un *Pantoea spp.* – 16.7% gadījumi katrs. *Staphylococcus spp* un *Escherichia spp.* katrs 8.3% gadījumi, *Bacillus licheniformis*, *Citrobacter freundii*, *Serratia adorifera*, pelējumi un *Hafnia alvei* katra pa 4.1%. Tostarp:

- a) *Klebsiella oxytoca* – svaigi spiestā burkānu sulā no 1.5 līdz 5.9×10^6 KVV/g; gaļas salātos, **maksimāli** – 9.3×10^6 KVV/g; vārītu dārzeņu salātos ar majonēzi 1.0×10^6 KVV/g;
- b) *Enterobacter cloacae* – svaigi spiestā burkānu sulā 1.5×10^6 KVV/g; seleriju salātos ar āboliem 1.6×10^5 KVV/g;
- c) *Enterobacter aerogenes* – vārītu dārzeņu salātos ar majonēzi 1.6×10^6 KVV/g;
- d) *Enterobacter sakazakii* – salātos „Rosols” 5.9×10^5 KVV/g;
- e) *Pantoea spp.* gaļas salātos, **minimāli** – 1.8×10^4 KVV/g ;
- f) *Citrobacter freundii* – seleriju salātos ar āboliem 1.6×10^5 KVV/g ;
- g) *Staphylococcus aureus* putukrējumā ar biezpienu – 1.1×10^6 KVV/g (2 gadījumos) u.c.

Tāpat kā MAFAM, arī koliformu baktēriju vidējais skaits tradicionālajos ēdienos ir salīdzinoši neliels ir piena kokteilī ar ābolu sulu – 1.0 un putukrējumā ar biezpienu – 1.98, kuriem ir daudz ticamu atšķirību. Starp pārējiem ēdieniem izteiktu atšķirību nav. Arī koliformas baktērijām netradicionālo ēdienu grupas (8.attēls) jau pieminētajos salātos ir līdzīgas tendences kā MAFAM, tomēr tās nav tik spilgti izteiktas.



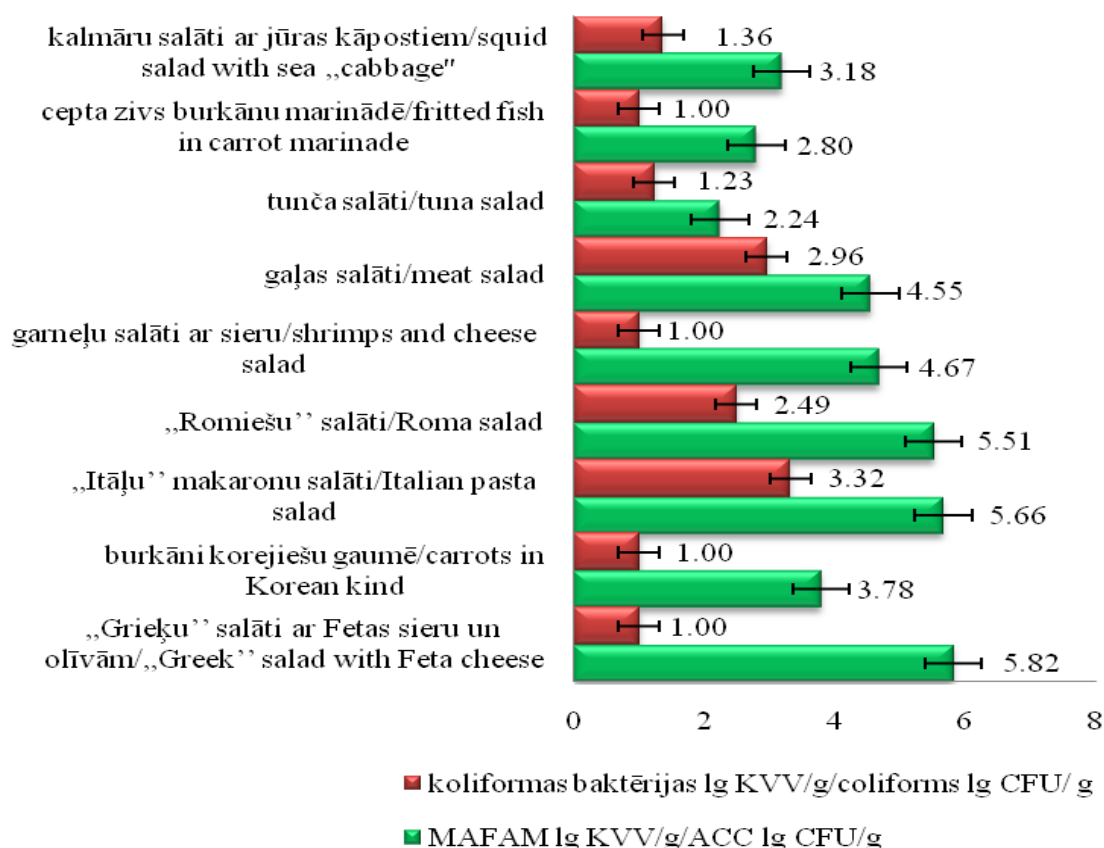
7. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 3. kategorijas tradicionālajos ēdienos, lg KVV/ g

Fig. 7 Comparison of ACC and TC average values in the samples of 3rd category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Author's chart made in Excel programme.

Netradicionālo ēdienu grupā:

Pētījumos iegūtie MAFAM vidējā skaita rādītāji ir lielāki Grieķu salātos ar Fetas sieru – 5.8; Itāļu salātos ar makaroniem – 5.6%; Romiešu salātos – 5.5; garneļu salātos ar sieru – 4.67; gaļas salātos – 4.5, kad vidējais grupā – **4.4**. MAFAM lg KVV/g salīdzinoši neliels tunča salātos, ceptā zivī dārzeņu marinādē un kalmāru salātos ar jūras kāpostiem, jo šo ēdienu gatavošanā lietoti termiski apstrādātu un fermentētu produktu sastāvdaļas, un tiem ir ticamas atšķirības no ēdieniem, kam MAFAM skaits ir lielāks. Šajā ēdienu grupā lielākie koliformu baktēriju skaita vidējie rādītāji noteikti – Itāļu salātos ar makaroniem – 3.32; gaļas salātos – 2.95 un Romiešu salātos – 2.48, kad vidējais grupā – **2.27**. Netradicionālo ēdienu grupas pētījumos iegūto rezultātu salīdzinājums sniegts 8. attēlā.



8. att. MAFAM un koliformu baktēriju vidējā skaita salīdzinājums 3. kategorijas netradicionālos ēdienos, lg KVV/ g

Fig. 8 Comparison of ACC and TC average values in the samples of 3rd category untraditional RTE foods, lg CFU/ g

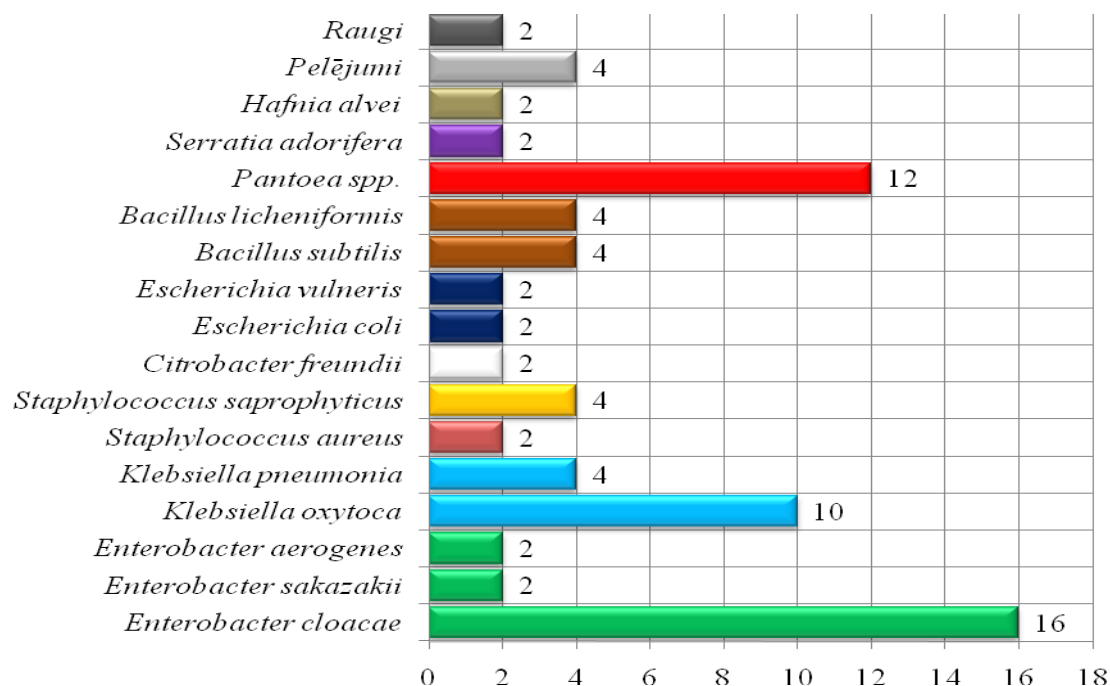
Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Author's chart made in Excel programme.

Netradicionālo ēdienu grupā identificēti identificēti *Enterobacter cloacae* – 42.8% gadījumu, *Bacillus subtilis* un *Pantoea spp.* – katra pa 14.3% gadījumu, *Bacillus licheniformis*, pelējumi, raugi katrs 7.1%. Tostarp:

- Bacillus subtilis* s– „Itāļu” salātos ar makaroniem un vistas šķiņķi 1.8×10^6 KVV/ g; gaļas salātos 1.4×10^6 KVV/ g;
- Enterobacter cloacae* – „Grieķu” un „Romiešu” salātos, attiecīgi, 1.5×10^5 un, **maksimāli** 4.7×10^6 KVV/ g; tunča salātos, **minimāli** – 4.4×10^3 KVV/ g;
- Bacillus licheniformis* – „Itāļu” salātos ar makaroniem un vistas šķiņķi 9.0×10^5 – 1.8×10^6 KVV/ g u.c.

Mikroorganismu sugas biežāk identificētas tradicionālo ēdienu grupā – 48 gadījumi (63.2%), netradicionālo ēdienu grupā – 28 gadījumi (36.8%).

Pētījumos mikroorganismu identifikācijas rezultātu kopsavilkums sniegts 9. attēlā. Šajā diagrammā vienas ģints vai sugas mikroorganismi ir attēloti ar vienādu krāsu.



**9. att. Identificēto mikroorganismu gadījumu skaits
3. kategorijas ēdienos**

**Fig. 9 The number of identified microorganisms in the
3rd category RTE foods**

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/ Author's chart made in Excel programme.

Galvenokārt identificēti: *Enterobacter spp.* – 26.3%, *Klebsiella spp.* – 18.4%, *Pantoea spp.* – 15.8%, *Bacillus spp.* – 10.5%, *Staphylococcus spp.* – 7.8%, *Escherichia spp.* un pelējumi pa 5.3% katra, *Serratia adorifera*, raugi, *Hafnia alvei*, *Citrobacter freundii* – katra pa 2.6%.

Vadoties pēc biežāk atklāto mikroorganismu sugām, literatūras datiem, kā arī pētījuma novērojumiem, redzamas būtiskas problēmas Latvijas sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu darbībā.

Trešās kategorijas ēdienu pētījumā 20 (9%) gadījumos ēdienos identificēti *Bacillus subtilis* un 18 (8.1%) gadījumos *Bacillus licheniformis*. Abi šie mikroorganismi atsevišķos gadījumos var izraisīt saindēšanos ar pārtiku, šajā gadījumā slimības simptomi ir līdzīgi *Bacillus cereus* ierosinātiem slimību gadījumiem (Blackburn, McClure, 2002; Jay et al., 2005).

Identifikācijas rezultātā 11.7% gadījumos ēdienos noteikti *Klebsiella* ģints mikroorganismi, tostarp *Klebsiella oxytoca* 8.1% gadījumos. *Klebsiella* ģints mikroorganismi pieder pie *Enterobacteriaceae* dzimtas. Faktiski tas ir universāls dabiskais mikroorganisms, kas plaši izplatīts apkārtējā vidē. Cilvēkiem tie kolonizē ādu un rīkli, zarnu traktu, sterilas brūces un urīntraktu. Izplatās ar ūdens un pārtikas starpniecību.

Parasti tie neizraisa nekādas slimības, tomēr apstākļos, kad cilvēkam samazinās aizsargspējas (jaundzimušie, slimi cilvēki, veci cilvēki u.c.), tie var kļūt par infekcijas slimības iemeslu (t.sk. izraisīt sepsi un pneimoniju). Pie šādiem mikroorganismiem pieder *Klebsiella pneumonia* un *Klebsiella oxytoca*, tie ir nosacītie patogēni.

Klebsiella spp. mikroorganismi galvenokārt kolonizē mukoas dzīvnieku un cilvēku virsmas, tāpēc 19% gadījumu šis mikroorganisms atrodams cilvēka rīklē, 77% gadījumu cilvēka fēcēs

un 42% gadījumu uz cilvēku rokām. Tāpat kā *Shigella spp.* un *Escherichia spp.*, tie var producēt citotoksīnus. Šie mikroorganismi ir termotoleranti, optimālā augšanas temperatūra ir +37°C (Podschn, Ullman,1998; Jay et al., 2005).

32(14.4%) gadījumos ēdienos atklāti *Staphylococcus* ģints mikroorganismi, tostarp četros gadījumos *Staphylococcus aureus* no 8.1×10^2 KVV/g līdz 1.1×10^6 KVV/g, kas augstāks par apmierinoša rezultāta robežu. *Staphylococcus spp.* ģints mikroorganismi plaši izplatīti apkārtējā vidē, arī uz dažādām virsmām (dzīvo un nedzīvo objektu virsmām). Pārtikā nokļūst no pārtikas uzņēmuma personāla, kā arī no siltasiņu dzīvnieku izcelsmes pārtikas izejvielām (t.sk. piena produktiem).

Kopumā ir pazīstamas 27 *Staphylococcus* sugas un 7 apakšsugas. Tas ir tipiskais mezofils, optimāli apstākļi tā augšanai ir no + 7°C līdz +48 °C, optimāla temperatūra +37°C, optimāls pH 6–7. Labākā temperatūra enterotoksīna producēšanai ir +35°C...40°C. *Staphylococcus aureus* veido septiņus enterotoksīnus (A, B, C₁, C₂, C₃, D un E). A un D enterotoksīni biežāk vainojami pārtikas izraisīto slimību uzliesmojumos. Visplašāk izplatīts *Staphylococcus aureus*, to atrod 20–50% gadījumu atrod uz veselu cilvēku augšējo elpceļu gļotādas (Jay et al., 2005; Adams, Moss, 2006).

Lielākais MAFAM skaits KVV/ g konstatēts identificējot *Enterobacter*, *Pantoea* un *Hafnia* ģints mikroorganismus– **6,6x 10⁶** KVV/ g, bet mazākais: *Staphylococcus aureus* – **25.0** KVV/ g, *Bacillus licheniformis* un *Staphylococcus capitis* – 5,0 KVV/ g.

Lai gan šai ēdienu grupai pirms pasniegšanas nebija raksturīga visu komponentu termiskā apstrāde, tomēr *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella spp.*, un *Bacillus spp.* identifikācija lielākā skaitā norāda uz atsevišķu ēdienu un to sastāvdaļu nepietiekamu termisku apstrādi un to, ka tikušas pārkāptas ēdienu gatavošanas tehnoloģiskās, higiēnas un personāla higiēnas prasības.

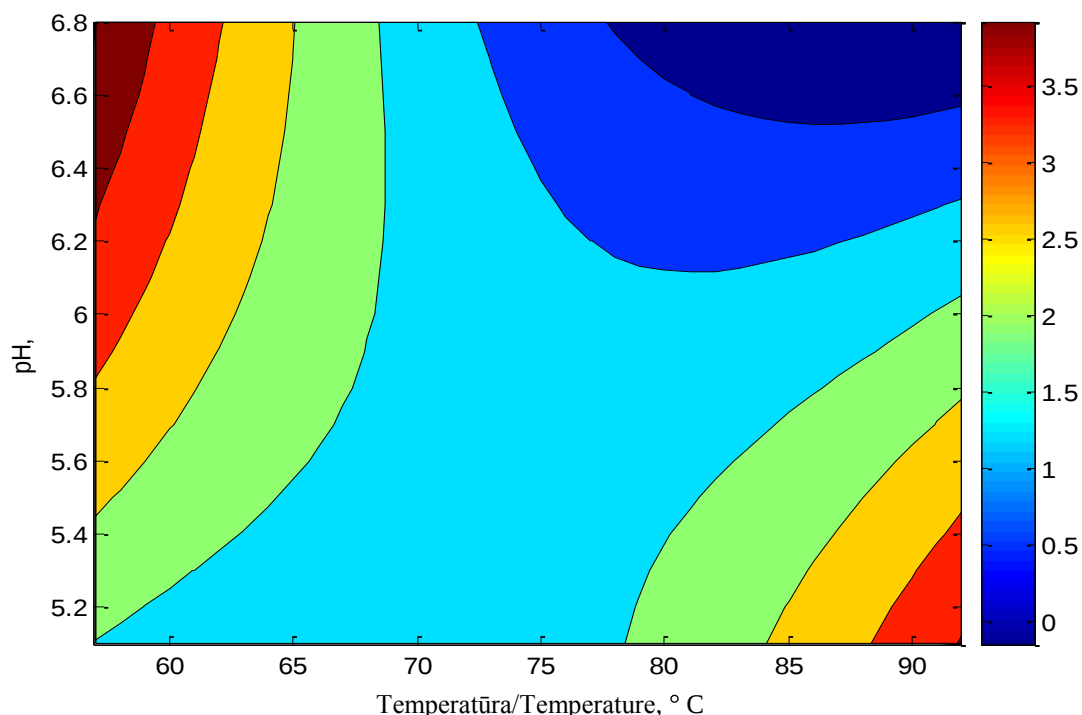
Mikroorganismu skaita kopsakarības ar ēdienu temperatūru un pH

Pamatojoties uz starptautisko pieredzi un zinātniskajā literatūrā pieejamiem datiem, šajā pētījumā bija nepieciešams atrast iespējamās kopsakarības starp MAFAM un koliformu baktēriju skaitu un ēdienu paraugu temperatūru un pH. Šīs nodaļas attēlos sniegtas raksturīgākās kopsakarības.

Pirmās kategorijas ēdienu pētījumu rezultātu kopsavilkums

Balstoties uz literatūras datiem, zināms, ka temperatūrai, pH un ūdens aktivitātei ir būtiska nozīme mikroorganismu skaita regulēšanā. Šajā pētījumā izvēlēti temperatūras un ēdienu pH parametri, lai noskaidrotu to ietekmi uz mikroorganismu skaitu ēdienu paraugos.

1. kategorijas tradicionālo ēdienu grupā iegūtie rezultāti sniegti 10. attēlā.



10.att. Kontūrlīniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no paraugu temperatūras un pH 1. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/g
Fig. 10 Depiction of contour lines in relation with ACC among sample temperature and pH level in the 1st category traditional RTE foods, lg CFU/g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Apzinoties to, ka mikroorganismu skaits pārtikā lielā mērā atkarīgs no ēdienu sastāva un to apstrādes metodēm, tostarp ēdienu gatavošanas temperatūras, pH u.c. faktoriem, šajā pētījumā bija svarīgi noskaidrot katra iepriekšminētā faktora ietekmi.

Pirmās kategorijas ēdienus no pārējām pētījumā analizētām ēdienu grupām atšķir augsta gatavošanas temperatūra – šajos ēdienos visi komponenti ir termiski apstrādāti. Aprēķināta sakarība, kas raksturo tiešo temperatūras un pH ietekmi uz MAFAM vidējiem rādītājiem tradicionālo ēdienu grupā:

$$\text{MAFAM lg trad.} = 273 - 0.73 \cdot T + 0.0064 \cdot T^2 - 87 \cdot pH + 8 \cdot pH^2 - 0.04 \cdot T \cdot pH \quad (1)$$

MAFAM determinācijas koeficients tradicionālo ēdienu paraugos ir $\eta^2 = 0.55$.

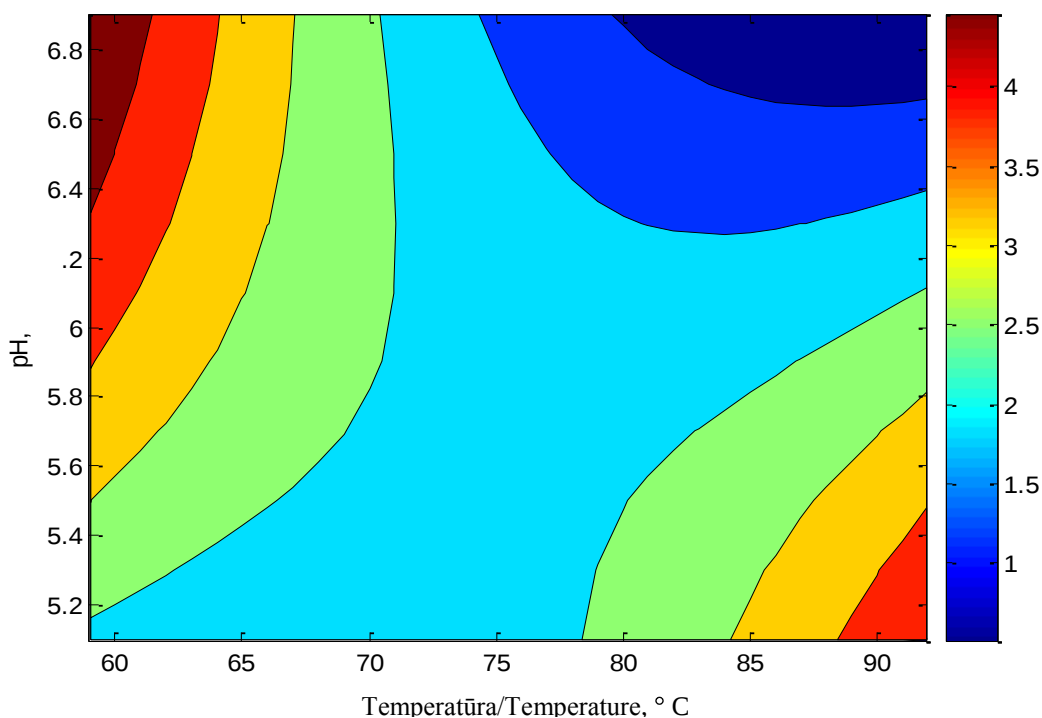
Aprēķināta sakarība, kas raksturo tiešo temperatūras un pH ietekmi uz MAFAM lg KVV/g vidējiem rādītājiem netradicionālo ēdienu grupā:

$$\text{MAFAM lg netrad.} = 0.95 \cdot T - 0.00002 \cdot T^2 + 14.16 \cdot pH - 0.24 \cdot pH^2 - 0.154 \cdot T \cdot pH - 76.7 \quad (2)$$

MAFAM determinācijas koeficients netradicionālo ēdienu paraugos ir $\eta^2 = 0.415$ un ir zemāks par determinācijas koeficientu tradicionālo ēdienu paraugos.

10. un 11. attēlos redzamas kontūrlīnijas norāda, cik būtiski ir ievērot ēdienu gatavošanas un uzglabāšanas temperatūru, jo, temperatūrai pazeminoties zemāk par 60° C un pH

paaugstinoties virs 6.0, strauji pieaug MAFAM skaits ($>2.0 \lg \text{KVV/g}$) – skatīt sarkani dzeltenī zaļo apgabalu.



11.att. Kontūrliniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no paraugu temperatūras un pH 1. kategorijas ēdienos, $\lg \text{KVV/g}$

Fig. 11 Depiction of contour lines in relation with ACC amount among sample temperature and pH level in the 1st category RTE foods, $\lg \text{CFU/g}$

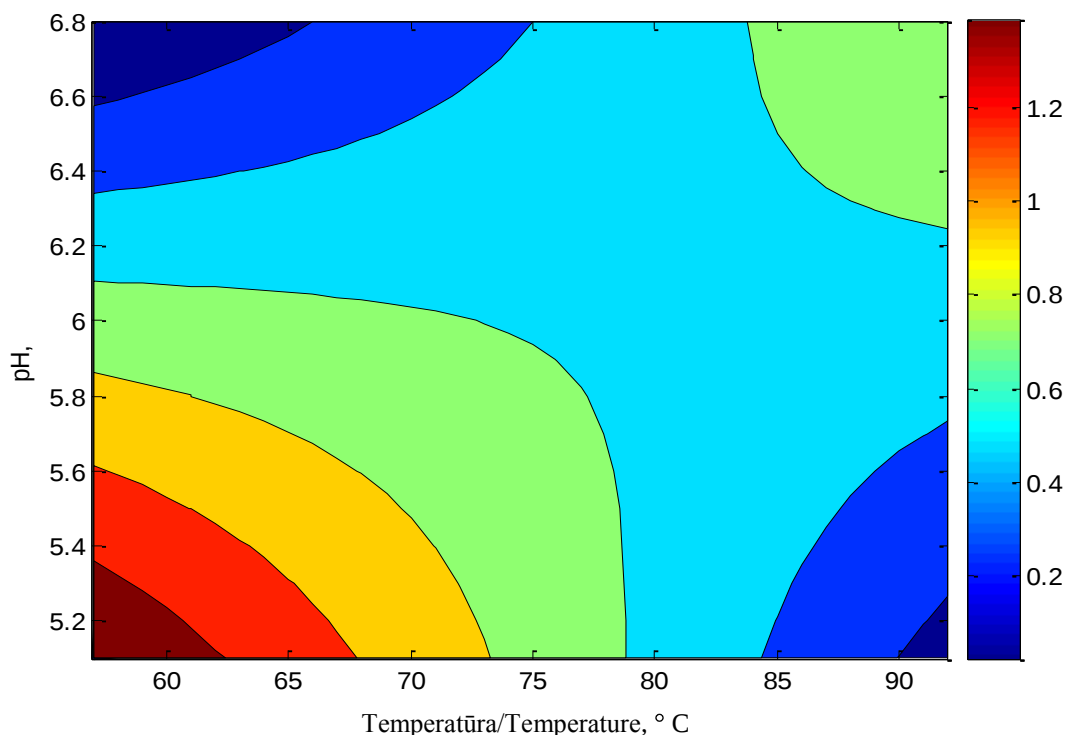
Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/ A figure made in MathCad programme

11. attēlā skaidri redzams, ka, temperatūrai pārsniedzot 75°C un pH samazinoties zem 5.2 , mikroorganismu skaits ir minimāls, mazāks par $2.0 \lg \text{KVV/g}$. Iegūta sakarība, kas raksturo tiešo temperatūras un pH ietekmi uz MAFAM vidējiem rādītājiem visai 1. kategorijas ēdienu grupai:

$$\text{MAFAM } \lg (1. \text{ kategorija}) = 0.0024 \cdot T + 0.0044 \cdot T^2 + 12 \cdot pH - 0.31 \cdot pH^2 - 0.117 \cdot T \cdot pH - 31.8 \quad (3)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients ir tikai $r^2 = 0.25$ un ļauj tikai ar zināmu piesardzību izdarīt secinājumus par temperatūras un pH savstarpējo ietekmi uz MAFAM skaitu 1. kategorijas ēdienu paraugos. Tas skaidrojams ar šajā grupā iekļauto dažādo ēdienu lielajām atšķirībām.

Vērtējot koliformu baktēriju skaita atkarību no 1. kategorijas tradicionālo ēdienu gatavošanas temperatūras un pH, salīdzinot ar MAFAM skaita pētījumiem novērojams izteiktāks koliformu baktēriju skaita pieaugums (12.att. dzeltenī sarkanais apgabals). Var droši apgalvot, ka ēdienu temperatūrai paaugstinoties virs 80°C , ir neliels koliformu baktēriju skaits ($\lg \text{KVV/g} - 0.6$).



12.att. Kontūrlīniju attēlojums koliformu baktēriju vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 1. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/ g
Fig. 12 Depiction of contour lines in relation with TC amount among sample temperature and pH level in the 1st category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Tradicionālo ēdienu datu statistiskās apstrādes rezultātā iegūtā koliformu baktēriju skaita ietekmes atkarība no temperatūras un pH:

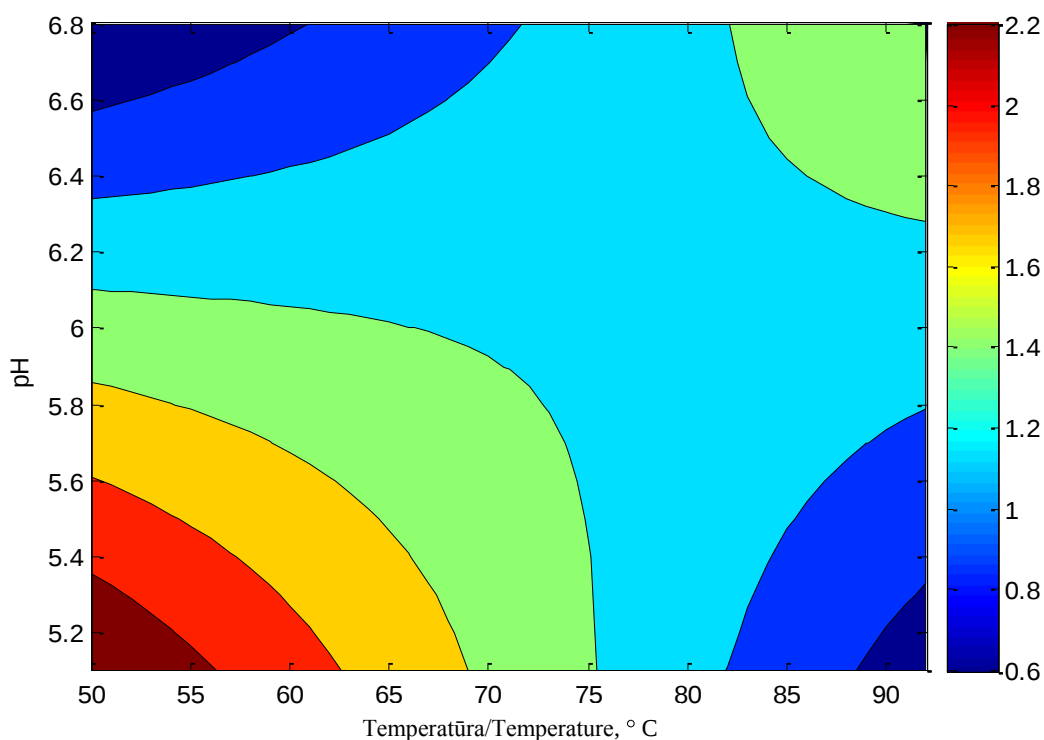
$$\text{TC lg trad.} = -259 \cdot T + 0.47 \cdot T^2 + 7430 \cdot pH - 824 \cdot pH^2 + 30.5 \cdot T \cdot pH - 12020 \quad (4)$$

Iegūtais koliformu baktēriju lg KVV/g determinācijas koeficients tradicionālo ēdienu paraugos (13.att.) ir $\eta^2 = 0.95$, pietiekami augsts, bet netradicionālo ēdienu paraugos minēto faktoru statistiskā sakarība nav novērota (jo tikai 1.7% no visiem izmeklētajiem paraugiem neatbilda pētījumā lietotajiem kritērijiem).

Iegūta sakarība, kas raksturo katra faktora (temperatūras, pH) ietekmi uz koliformu baktēriju lg vidējiem rādītājiem visai 1. kategorijas ēdienu grupai (13.att.):

$$\text{TC lg (1. kategorija)} = 19 - 0.215 \cdot T + 0.000026 \cdot T^2 - 2.56 \cdot pH - 0.047 \cdot pH^2 + 0.04 \cdot T \cdot pH \quad (5)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients $\eta^2 = 0.566$ labi raksturo iegūtās sakarības un ražošanas datu ciešo saistību.



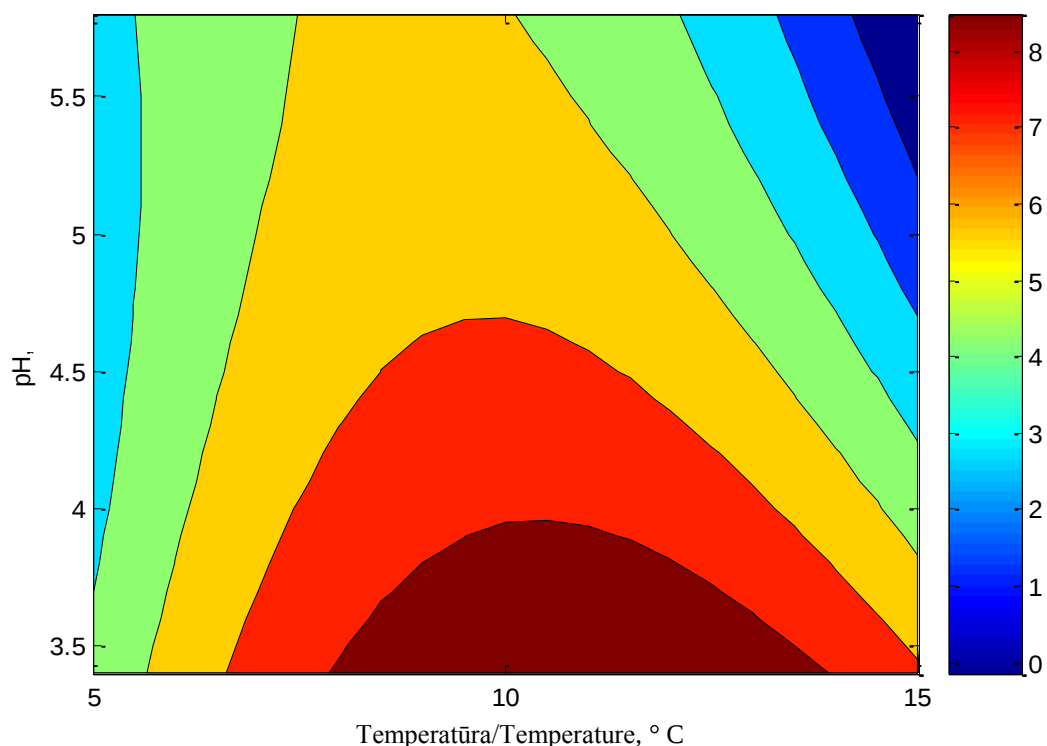
13.att. Kontūrlīniju attēlojums koliformu baktēriju vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 1. kategorijas ēdienu grupā, lg KVV/g
Fig. 13 Depiction of contour lines in relation with TC among temperature and pH level in the 1st category RTE foods, lg CFU/g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Iegūta sakarība, kas raksturo katra faktora (temperatūras, pH) ietekmi uz koliformu baktēriju lg KVV/g vidējiem rādītājiem visai 1. kategorijas ēdienu grupai (13.att.):

Otrās kategorijas ēdienu pētījumu rezultātu kopsavilkums

Šīs kategorijas ēdienus raksturo zemāka gatavošanas temperatūra, jo šajā grupā ietilpst ēdieni, kuru sastāvā atsevišķi komponenti ir termiski apstrādāti. Svarīgi ir noskaidrot, kā šīs kategorijas ēdienu MAFAM skaitu ietekmē ēdienu gatavošanas temperatūra un pH. Šīs sakarības vizuāla interpretācija parādīta 14. – 15. attēlos.



14. att. Kontūrlīniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 2. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/ g

Fig. 14 Depiction of contour lines in relation with ACC among sample temperature and pH level in the 2nd category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Iegūta analītiska sakarība, kas raksturo temperatūras un ēdiena pH ietekmi uz MAFAM skaitu 2. kategorijas tradicionālos ēdienos (14. att.):

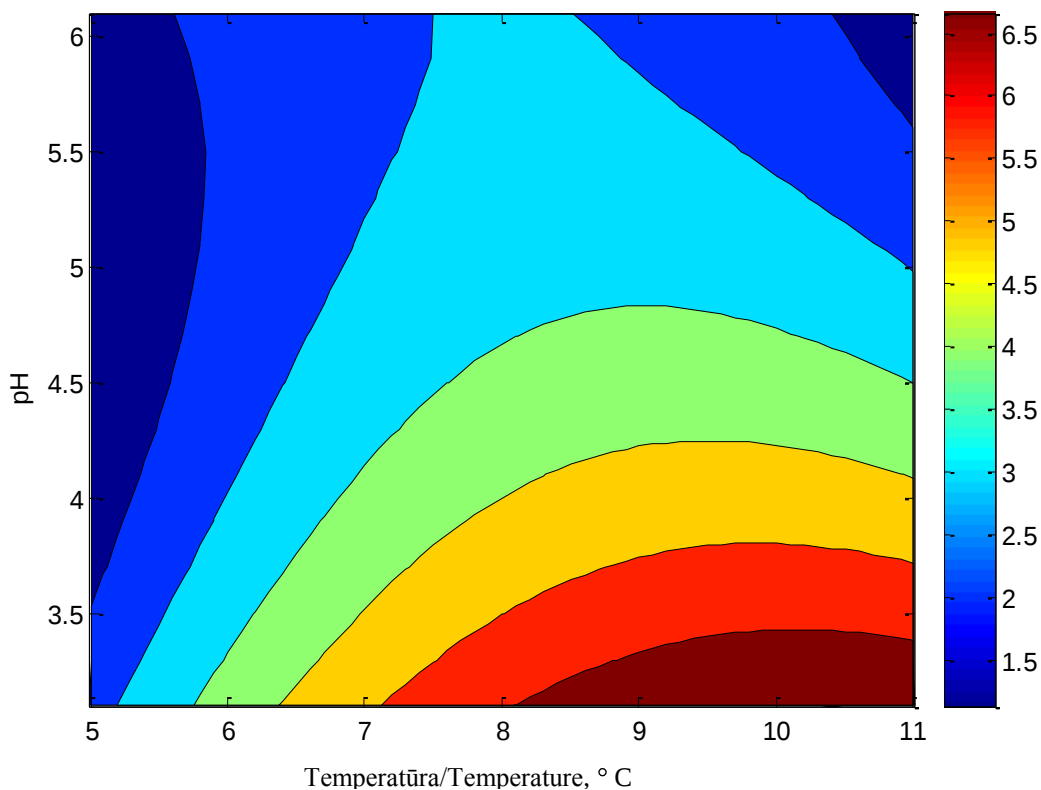
$$\text{MAFAM lg trad.} = 11.7 - 1.8 \cdot T + 0.03 \cdot T^2 + 0.78 \cdot pH - 0.3 \cdot pH^2 + 0.23 \cdot T \cdot pH \quad (6)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients ir $\eta^2 = 0.74$, kas labi raksturo MAFAM skaitu šīs kategorijas ēdienos. Kontūrlīnijas norāda uz to, ka MAFAM skaits būtiski ietekmējams ar pH (augstāk par 4.0).

Iegūtie rezultāti MAFAM skaita atkarībai 2. kategorijas netradicionālajos ēdienos no ēdienu gatavošanas temperatūras un pH rāda, ka baktēriju skaita straujš pieaugums vērojams, kad tā $pH > 5.4$ un temperatūrai virs $+8^\circ\text{C}$... $+10^\circ\text{C}$. Ja temperatūrā ir zemākā par $+8^\circ\text{C}$, un, saglabājās zems produktu pH, MAFAM skaits samazinās. Iegūta analītiska sakarība, kas raksturo tiešo temperatūras un pH ietekmi uz MAFAM skaitu:

$$\text{MAFAM lg netrad.} = 80.87 - 4.77 \cdot T - 0.12 \cdot T^2 - 24.01 \cdot pH + 1.45 \cdot pH^2 + 1.38 \cdot T \cdot pH \quad (7)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients ir $\eta^2 = 0.523$



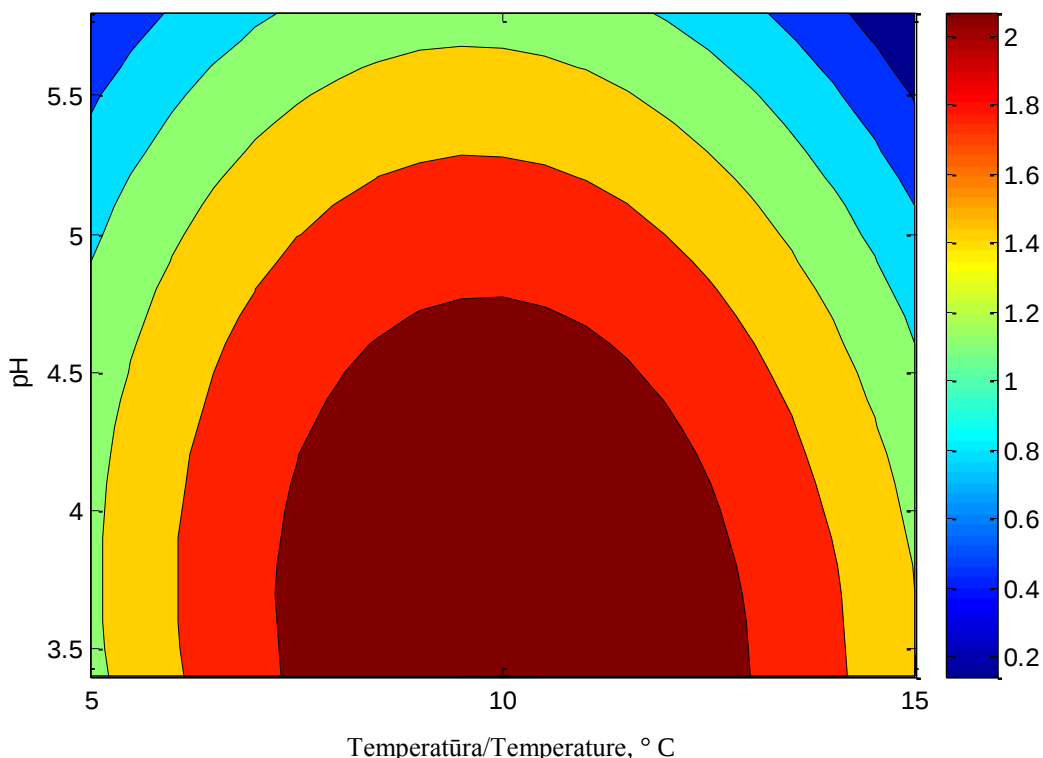
15. att. Kontūrlīniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 2. kategorijas ēdienos, lg KVV/ g
Fig. 15 Depiction of contour lines in relation with ACC among sample temperature and pH level in the 2 nd category RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Redzams, ka visā 2. kategorijas ēdienu grupā (15.att.) temperatūrai nav spēcīgas ietekmes uz MAFAM skaitu, ja pH mazāks par 4.0. Iegūtā matemātiskā sakarība ir sekojoša:

$$\text{MAFAM lg (2. kategorija)} = 4.42 \cdot T - 0.17 \cdot T^2 - 2.46 \cdot pH + 0.376 \cdot pH^2 - 0.276 \cdot T \cdot pH - 6.94 \quad (8)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients ir $\eta^2 = 0.36$, kas ļauj izdarīt attiecīgus secinājumus un raksturo minēto faktoru ne visai ciešu savstarpējo ietekmi.



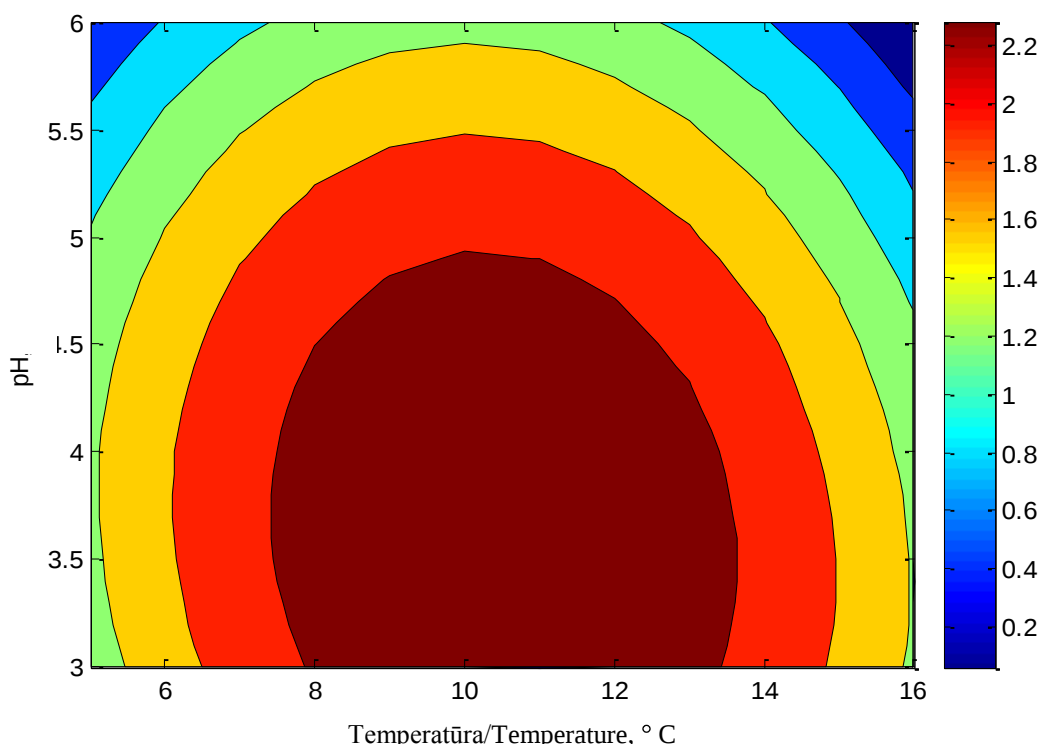
16. att. Kontūrlīniju attēlojums koliformu baktēriju vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 2. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/ g
Figure 16 Depiction of contour lines in relation with TC among sample temperature and pH level in the 2nd category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Novērtējot koliformu baktēriju skaita atkarību no ēdiena gatavošanas temperatūras un pH 2. kategorijas tradicionālos ēdienos (16.att.) novērojam būtisku šo baktēriju skaita pieaugumu, palielinoties ēdiena gatavošanas temperatūrai un pieaugot pH līmenim. Sakarības līmeņlīnijas parāda, ka ēdiena temperatūra līdz +10...+12 °C būtiski neietekmē koliformu baktēriju skaita izmaiņas. Iegūta sakarība raksturo katra faktora (temperatūras, pH līmeņa) ietekmi uz koliformu baktēriju skaitu:

$$\text{TC lg trad.} = 117.9 - 10.7 \cdot T + 0.21 \cdot T^2 - 30 \cdot pH + 1.74 \cdot pH^2 + 1.55 \cdot T \cdot pH \quad (9)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients $\eta^2 = 0.58$, kas ir pietiekams, lai izdarītu secinājumus par abu faktoru savstarpējo ietekmi.



17. att. Kontūrliniju attēlojums koliformu baktēriju vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 2. kategorijas ēdienos, lg KVV/ g
Fig. 17 Depiction of contour lines in relation with TC among sample temperature and pH level in the 2 nd category RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

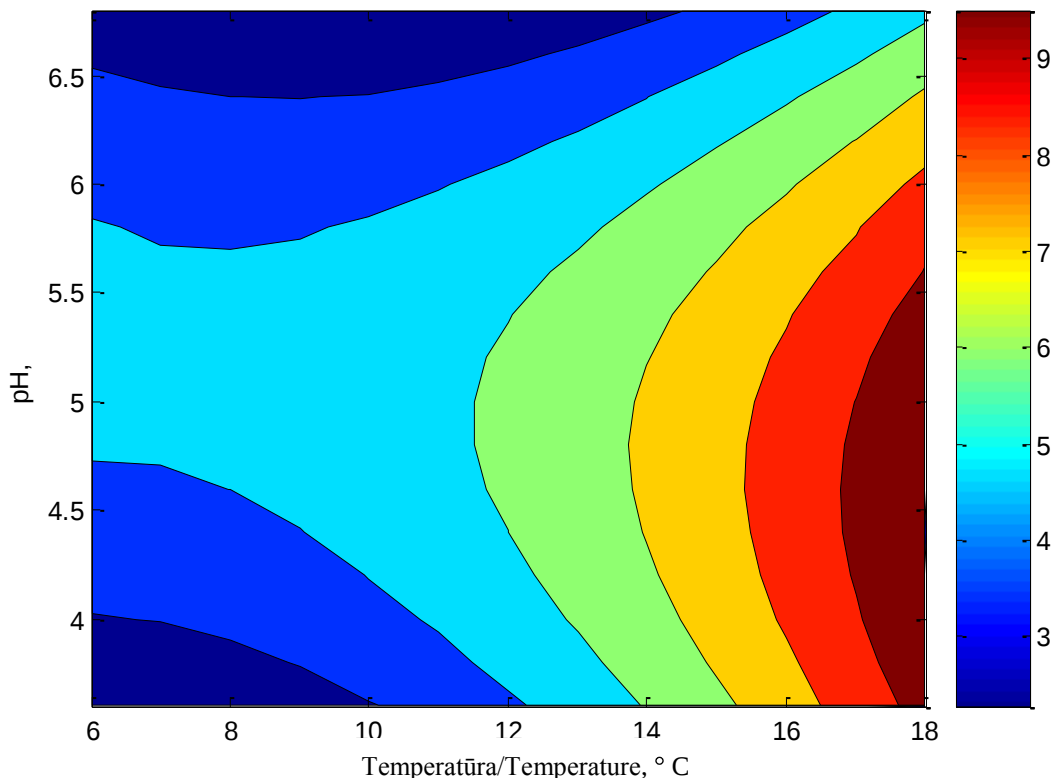
Koliformu baktēriju skaita sakarību 2. kategorijas netradicionālos ēdienos statistiski nav iespējams noteikt, jo šīs grupas rezultāti atbilst mikrobioloģiskajiem kritērijiem. Tālāk sniegta iegūtā sakarība visai 2. kategorijas ēdienu grupai (17.att.):

$$\text{TC lg (2. kategorija)} = -5.07 + 0.882 \cdot T - 0.039 \cdot T^2 + 1.732 \cdot pH - 0.216 \cdot pH^2 - 0.017 \cdot T \cdot pH \quad (10)$$

Sakarības determinācijas koeficients visai 2. kategorijas ēdienu grupai ir $\eta^2 = 0.367$, kas ir pietiekošs, lai izdarītu secinājumus par raksturlielumu savstarpējo sakarību ciešumu.

Trešās kategorijas ēdienu pētījumu rezultātu kopsavilkums

Trešās kategorijas ēdienus raksturo zemāka gatavošanas temperatūra, tie pirms lietošanas uzturā netiek termiski apstrādāti. Tāpēc bija svarīgi noskaidrot, kā šīs kategorijas MAFAM skaitu ietekmē ēdienu temperatūra un pH. Šīs sakarības vizuāla interpretācija parādīta 18. – 19. attēlos.



18. att. Kontūrlīniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 3. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/ g
Fig. 18 Depiction of contour lines in relation with ACC among sample temperature and pH level in the 3 rd category traditional RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Trešās kategorijas tradicionālos ēdienus raksturo arī zemāka gatavošanas temperatūra. Šīs sakarības vizuāla interpretācija parādīta 18.attēlā. Līmeņlīnijas norāda, ka MAFAM skaitu būtiski ietekmē ēdiena temperatūra. Redzams, ka, temperatūrai līdz +12...+13 °C nav būtiskas ietekmes uz baktēriju skaitu ēdienos, taču, ēdiena temperatūrai paaugstinoties, notiek krass baktēriju skaita pieaugums. Ēdiena pH būtiski neietekmē MAFAM skaita pieaugumu. Iegūta arī šīs sakarības analītiskā izteiksme (skat. zemāk) ar determinācijas koeficientu $\eta^2 = 0.731$, kas ir pietiekami augsts, lai izdarītu secinājumus par abu faktoru būtisku ietekmi.

$$\text{MAFAM lg trad.} = 0.46 \cdot T + 0.04 \cdot T^2 + 12.3 \cdot pH - 0.93 \cdot pH^2 - 0.21 \cdot T \cdot pH - 31 \quad (11)$$

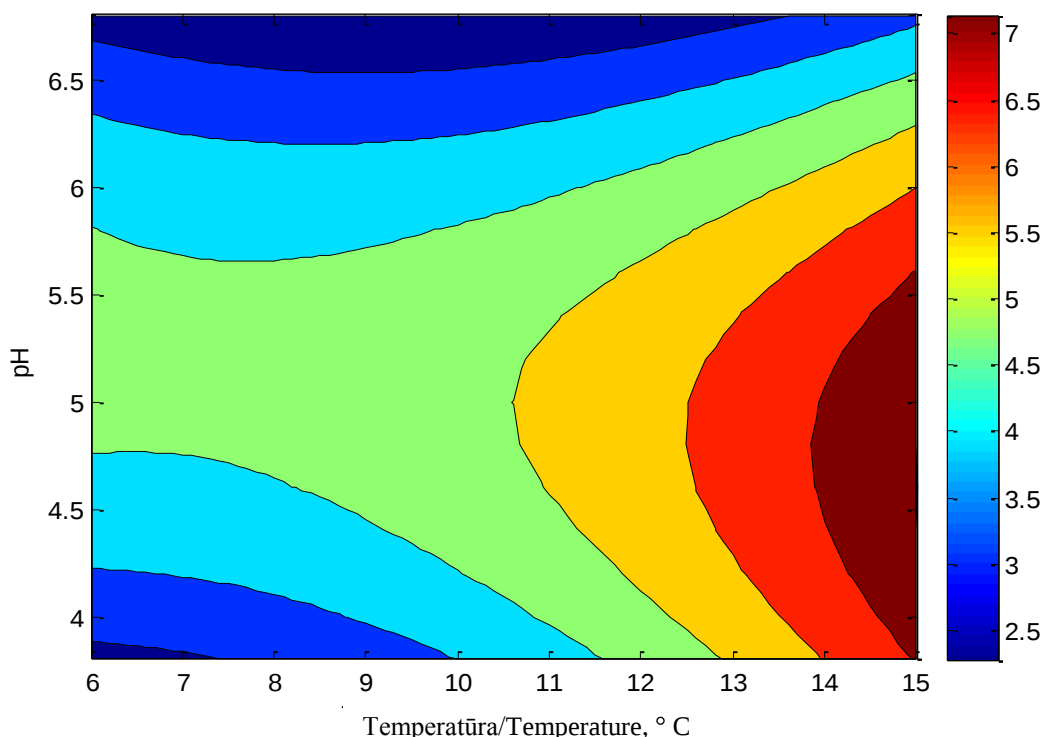
Iegūtā sakarība norāda uz temperatūras izšķirošo lomu MAFAM skaita pieaugumam, jo abi koeficienti temperatūrā augstāk kā +11°C ir ar „+” zīmi. Temperatūrai palielinoties virs +15°C, pieaug pH loma baktēriju skaita pieaugumam.

Iegūta analītiska sakarība 3. kategorijas netradicionālo ēdienu grupā, kas raksturo tiešo temperatūras un skābuma ietekmi uz MAFAM skaitu:

$$\text{MAFAM lg netrad.} = 0.83 \cdot T - 0.074 \cdot T^2 + 5.6 \cdot pH - 0.6 \cdot pH^2 - 0.038 \cdot T \cdot pH - 8.62 \quad (12)$$

Saskaņā ar veiktajiem aprēķiniem redzams, ka 3. kategorijas netradicionālajos ēdienos MAFAM skaitu vairāk ietekmē pH produktos, bet mazāk – temperatūra. Redzam, ka pie pH zemāka kā 5.5, baktēriju skaits ir augsts un maz atkarīgs no temperatūras. Tas ir ļoti svarīgs baktēriju skaita pieaugumam. pH pārsniedzot 6.0 un temperatūrai pieaugot >10 °C, MAFAM skaits ir izteikti mazāks. Šīs sakarības determinācijas koeficients $\eta^2 = 0.581$, kas ir augsts, ņemot vērā krasi atšķirīgos ēdienus šajā grupā.

19.attēlā redzams, ka šo ēdienu mikrobioloģiskā kvalitāte ir būtiski atkarīga no ēdiena temperatūras. MAFAM skaits strauji pieaug, ja temperatūra ir augstāka par 11°C. Ēdienu pH arī ietekmē MAFAM skaitu, bet ne tik būtiski kā temperatūra.



19. att. Kontūrlīniju attēlojums MAFAM vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 3. kategorijas ēdienos, lg KVV/g

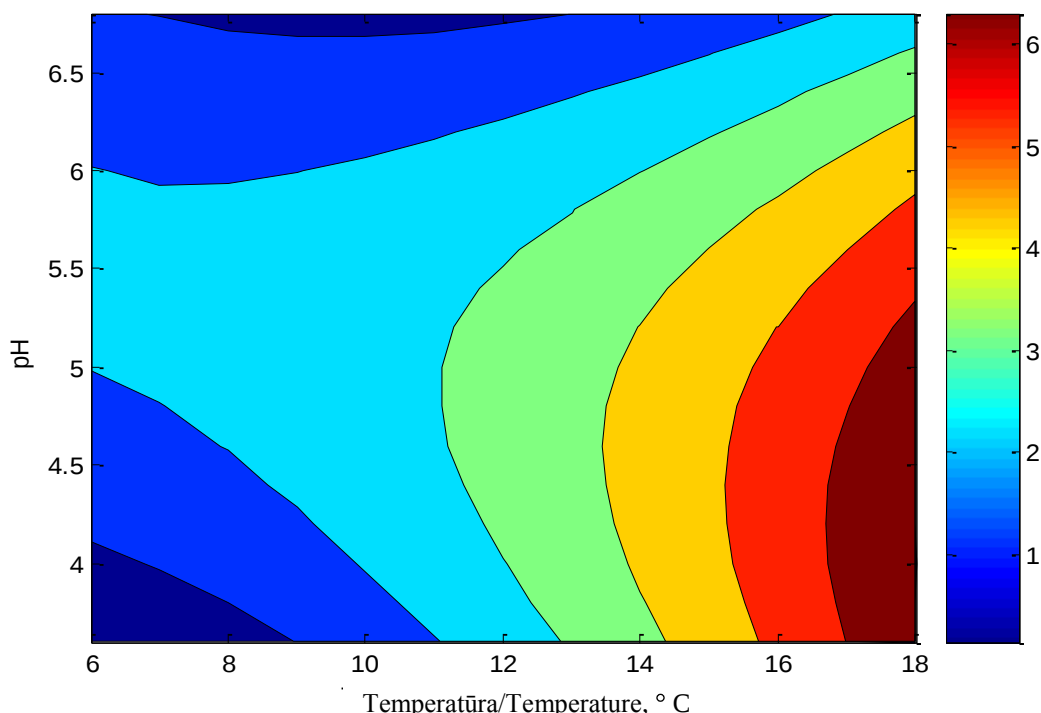
Fig. 19 Depiction of contour lines in relation with ACC amount among sample temperature and pH level in the 3rd category RTE foods, lg CFU/g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

$$\text{MAFAM lg (3. kategorija)} = 0.03 \cdot T + 0.045 \cdot T^2 + 11.07 \cdot pH - 0.975 \cdot pH^2 - 0.128 \cdot T \cdot pH - 24.03 \quad (13)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients ir $\eta^2 = 0.44$, kas raksturo pietiekoši ciešu sakarību un ļauj pamatoti izdarīt secinājumus par ietekmes raksturu.

Grafiskais attēls redzams, ka visciešākā temperatūras un pH sakarība parādās, ja temperatūra ir augstāka par 11° C un pH augstāks par 4.5.



20.att. Kontūrlīniju attēlojums koliformu baktēriju vidējā skaita atkarībai no temperatūras un pH 3. kategorijas tradicionālos ēdienos, lg KVV/g
Fig. 20 Depiction of contour lines in relation with TC among temperature and pH level in the 3rd category traditional RTE foods, lg CFU/g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Koliformu baktēriju skaits pieaug, ja ēdiena temperatūra ir augstāka par +11°C. Sakarības vizuāla interpretācija attēlota 20. – 21. attēlos.

Novērtējot koliformu baktēriju skaita atkarību no ēdiena gatavošanas temperatūras un pH trešās kategorijas tradicionālajos ēdienos, redzam, ka šo baktēriju skaita pieaugums līdzīgs MAFAM pieaugumam, taču būtiskāka ietekme ir ēdiena pH, īpaši, ja temperatūra ir augstāka par 15°C. To raksturo arī „+” zīme iegūtajā sakarībā, ja pH ir mainīgs. Rezultāti rāda, ka ēdiena temperatūra var būt līdz +12 °C. Tālāk sniegta 3. kategorijas tradicionālo ēdienu (20.att.) pētījumos iegūtā matemātiskā sakarība:

$$\text{TClg trad.} = 1.3 \cdot T - 0.0087 \cdot T^2 + 5.1 \cdot \text{pH} - 0.22 \cdot \text{pH}^2 - 0.25 \cdot T \cdot \text{pH} - 18.2 \quad (14)$$

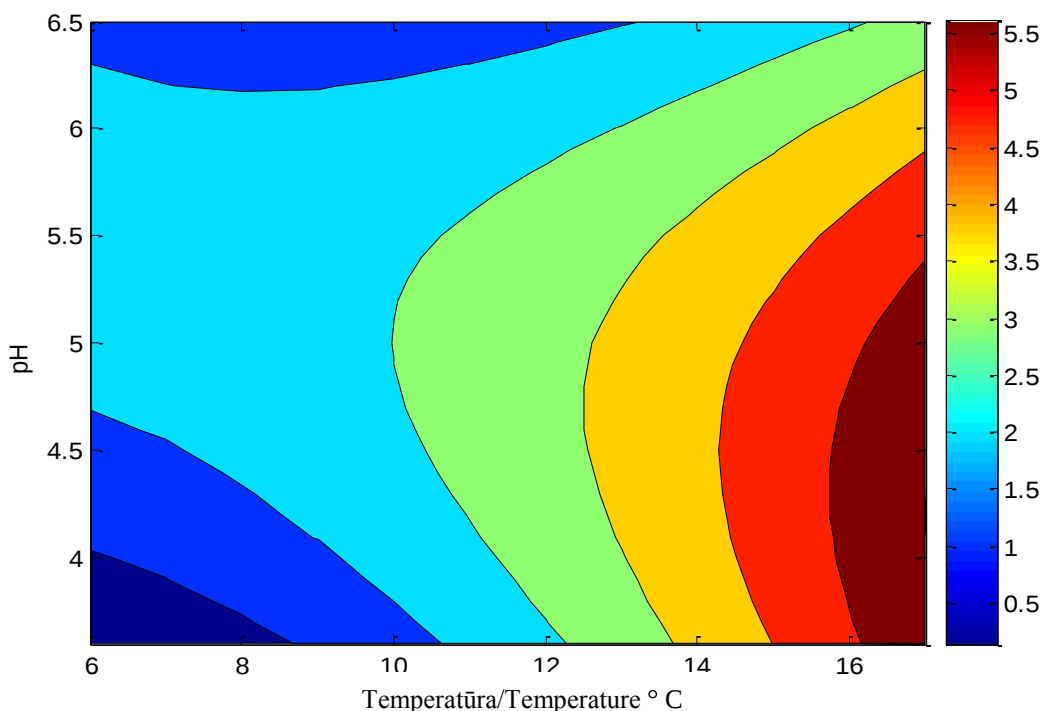
Iegūtais koliformu baktēriju lg KVV/g determinācijas koeficients tradicionālo ēdienu paraugos ir $\eta^2 = 0.837$, kas raksturo temperatūras, pH un koliformu baktēriju izteiktu savstarpējās ietekmes likumsakarību. Tas ir augstāks par netradicionālo ēdienu paraugu determinācijas koeficientu $\eta^2 = 0.43$.

Veiktie aprēķini liecina, ka, temperatūrai paaugstinoties virs +9°C un pH pārsniedzot 4.5, notiek būtiska ietekme uz koliformu baktēriju skaitu. Tālāk sniegta 3. kategorijas netradicionālo ēdienu iegūtās sakarības matemātiskais aprēķins:

$$\text{TC lg netrad.} = 5.03 \cdot T - 0.156 \cdot T^2 + 10.54 \cdot \text{pH} - 0.58 \cdot \text{pH}^2 - 0.595 \cdot T \cdot \text{pH} - 42.7 \quad (15)$$

Iegūtais koliformu baktēriju determinācijas koeficients netradicionālo ēdienu paraugos ir $\eta^2 = 0.43$.

Augstāk iegūtās sakarības norāda uz temperatūras izšķirošo lomu MAFAM un koliformu baktēriju skaita pieaugumam, jo abos pētījumos determinācijas koeficienti ir ar „+” zīmi temperatūrā, kas augstāka par +10°C. Savukārt pH loma mikroorganismu skaita pieaugumam palielinās, temperatūrai pārsniedzot + 15° C.



21. att. Kontūrlīniju attēlojums koliformu baktēriju lg KVV/g atkarībai no temperatūras un pH 3. kategorijas ēdienos

Figure 21 Depiction of contour lines in relation with TC among temperature and pH level in the 3 rd category RTE foods, lg CFU/g

Datu avots/ Data source: MathCad programmā veidots attēls/A figure made in MathCad programme

Iegūta sakarība, kas raksturo katra faktora (temperatūras, pH līmeni) ietekmi uz koliformas baktēriju skaitu 3. kategorijas ēdienu grupai (21.att.):

$$\text{TC lg (3. kategorija)} = -20.52 + 0.493 \cdot T + 0.027 \cdot T^2 + 7.8 \cdot pH - 0.627 \cdot pH^2 - 0.151 \cdot T \cdot pH \quad (16)$$

Šīs sakarības determinācijas koeficients $\eta^2 = 0.368$.

Visu ēdienu kategoriju un grupu veiktais datu savstarpējās ietekmes salīdzinājums ļauj secināt, ka tikai 3. kategorijas ēdieniem ir novērota izteikta temperatūras, pH un mikroorganismu skaita savstarpējā ietekme. It īpaši augsti determinācijas koeficienti konstatēti šīs ēdienu kategorijas tradicionālo ēdienu grupā, gan MAFAM, gan koliformas baktērijām, kur determinācijas koeficienti ir vistuvāk 1.0.

Ēdināšanas uzņēmumu higiēniskās situācijas izvērtējums

Ēdināšanas uzņēmumos (n=16), kuros notika ēdienu paraugu atlase, veikta higiēniskās situācijas izvērtēšana, kurā lietotas aptaujas anketas un PVD pārtikas uzņēmumu pārbaudes protokolu datu bāzes dati. Uzņēmumu higiēniskās novērtēšanas rezultātu kopsavilkums sniegts 4. tabulā.

4. tabula/ Table 4

Sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu higiēniskās situācijas raksturojums/ *Characteristics of hygienic situation in public catering establishments*

Uzņēmuma kods (strādājošo skaits)/ <i>Code of the establishment (amount of employees)</i>	Noņemto ēdienu paraugu skaits/ <i>Number of RTE samples</i>			maiņā ražoto ēdienu porciju skaits/number of portion produced in one shift	pārtikas aprītes telpu platība (m kv.)/the area of food premises (sq.meters)
	Kopā/Total	t.sk. ar vērtējumu neapmierinošs testēšanas rezultāts/ including the unsatisfactory samples	%		
EU 01(7)	30	4	11.8	60	50
EU 02(8)	30	1	2.9	50	120
EU 03(18)	30	3	8.8	80	200
EU 04(6)	30	1	2.9	40	100
EU 05(9)	30	1	2.9	80	92
EU 06(25)	35	–	–	120	60
EU 07(4)	30	6	17.6	40	98
EU 08(10)	40	1	2.9	100	110
EU 09(11)	40	5	14.7	100	100
EU 10(30)	42	2	4.8	120	250
EU 11(28)	40	1	2.9	50	300
EU 12(4)	40	1	2.9	30	60
EU 13(7)	30	1	2.9	30	105
EU 14(15)	35	4	11.8	40	95
EU 15(16)	35	1	2.9	50	150
EU 16(12)	35	1	2.9	50	74
KOPĀ/ TOTAL:	552	33	5.9	x	

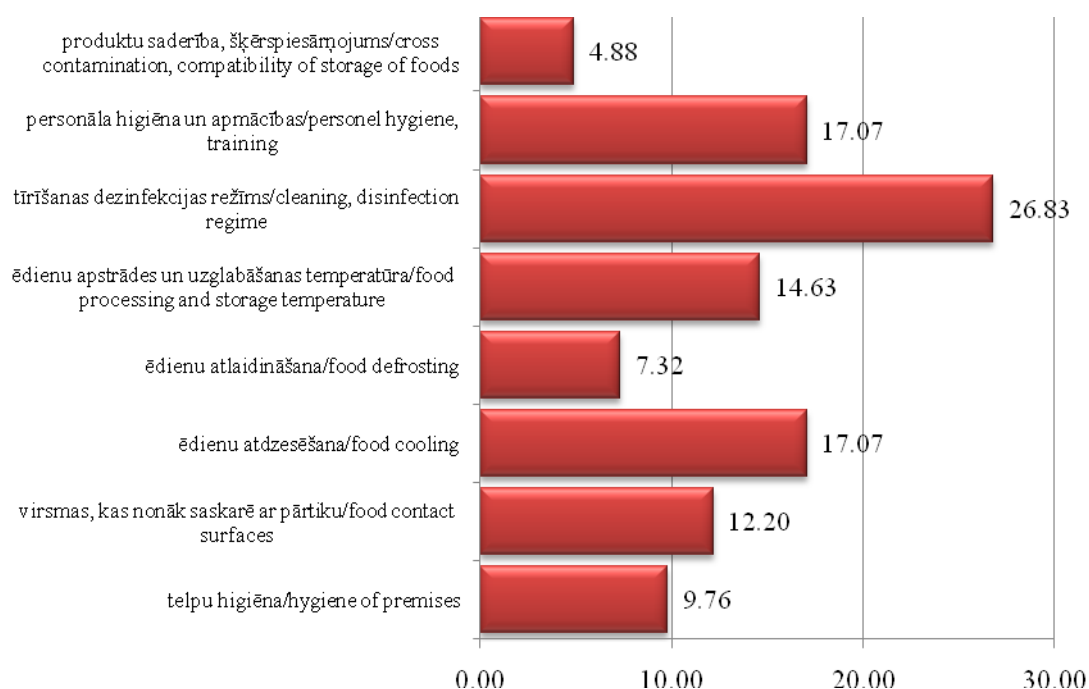
Datu avots/ Data source: autores veidota tabula/table made by author

Piecos no 16 pētījumos iekļautajiem ēdināšanas uzņēmumiem konstatēti mikrobioloģiskajiem kritērijiem neatbilstoši paraugi (2.9 min. – 17.6% max), kas ļauj apgalvot, ka 31.2%

uzņēmumu pastāv nopietnas higiēnas problēmas. Tikai vienā uzņēmumā nav konstatētas būtiskas higiēnas problēmas.

Mikrobioloģiskajiem kritērijiem neatbilstoši ēdienu paraugi atklāti uzņēmumos, kuros konstatētas (veicot aptauju un higiēnas prasību kontroli uzņēmumā paraugu ņemšanas brīdī) dažāda veida neatbilstības higiēnas prasībām, t.sk. tehnoloģiskā procesa pārkāpumi: atdzesēšanas, atkausēšanas un termiskās apstrādes, uzglabāšanas procesos.

Tomēr, atbilstoši anketēšanas datiem un PVD pārbaudes protokolu datu bāzes datiem, starp pētījumā iesaistītajiem ēdināšanas uzņēmumiem tikai 20% var droši nosaukt par atbilstošiem higiēnas prasībām (pilnībā atbilst normatīvo aktu prasībām), jo tajos netika konstatētas būtiskas neatbilstības, kas varētu ietekmēt pārtikas produktu kvalitāti un nekaitīgumu. Pārējos 80% uzņēmumos tika konstatētas dažāda rakstura neatbilstības higiēnas prasībām. Biežāk konstatēto neatbilstību grafiskais attēlojums sniegts 22. attēlā.



22. att. Biežāk konstatētās higiēnas neatbilstības pētījumos iekļautajos ēdināšanas uzņēmumos

Fig. 22 The most frequently identified hygiene non-compliances in the catering establishments included in the research

Datu avots/ Data source: autores veidota tabula/table made by author

Pētījuma ietvaros analizēta ēdināšanas uzņēmumu higiēnas situācija, kas atkārtoti norāda uz vispārpieņemtajām, biežākajām higiēnas prasību neatbilstībām.

Viena no biežākām neatbilstībām, kas būtiski ietekmē pārtikas produktu kvalitāti un nekaitīgumu, ir produktu apstrādes un gatavošanas tehnoloģisko procesu neievērošana uzņēmumā. Pētījumu laikā ēdināšanas uzņēmumos konstatētas neatbilstības higiēnas prasībām, tostarp problēmas ar pārtikas atlaidīšanu (7.3%) un atdzesēšanu (17.1%), kad uzņēmuma personāls neievēro laika un temperatūras prasības; ar ēdienu uzglabāšanu (t.sk. neatbilstošā temperatūrā: zemāka par +60°C siltajiem ēdieniem un/vai augstāka par +10°C atdzesētajiem ēdieniem (14.6%); ar produktu saderību un to šķērspiesāņojumu (4.9%).

Kopumā šādas problēmas identificētas 10 no 16 izvērtētajiem uzņēmumiem (62.5%). Tātad faktiski šajos uzņēmumos ikdienā novēroti būtiski tehnoloģisko procesu un higiēnas prasību pārkāpumi, kas var ietekmēt pārtikas mikrobioloģisko kvalitāti, ko arī pierāda šī pētījuma rezultāti.

Pētījumā analizētos uzņēmumos 26.8 % konstatēta tīrīšanas un dezinfekcijas nosacījumu neievērošana, 9.8% uzņēmumu konstatētas neatbilstības telpu higiēnā – bojātas sienas, grīdas un griesti, nepietiekama telpu platība – t.sk. šauras un pārbīvētas telpas, darba vietas. 17.1% – konstatētas nepietiekamas uzņēmuma personāla zināšanas par higiēnu.

Vērtētajos uzņēmumos 12.2% konstatēta ražošanas iekārtu, inventāra un saskarē ar pārtiku esošo virsmu higiēnas prasību neievērošana, jo lielākajai daļai virsmu ir rūsas pazīmes, tās ir bojātas un nelīdzenas, grūti tīrāmas u.c.

Ja pārtikas uzņēmuma vairākos aprītes posmos vienlaicīgi tiek pārkāptas obligātās higiēnas prasības, t.sk. produktu apstrādes tehnoloģiskās prasības, tad arī gatavo ēdienu mikrobioloģiska kvalitāte noslēguma posmā būtiski pasliktinās. Par to liecina šī pētījuma mikrobioloģisko izmeklējumu rezultāti.

PĒTĪJUMA REZULTĀTU KOPSAVILKUMS UN DISKUSIJA

Pētījumos MAFAM skaita noteikšanai **5.8%** un pētījumos koliformu baktēriju skaita noteikšanai attiecīgi **25.0%** konstatēti rezultāti, kas neatbilst “apmierinošam” testēšanas rezultātam. Paraugi ar šādiem rezultātiem biežāk konstatēti:

- trešās kategorijas ēdienos – **64.7%** (koliformas baktērijas);
- otrās kategorijas ēdienos attiecīgi – **9.6%** MAFAM pētījumos un **24.09%** koliformu baktēriju pētījumos;
- pirmās kategorijas ēdienos attiecīgi – **7.4%** MAFAM pētījumos un **6.5%** koliformu baktēriju pētījumos no kopējo paraugu skaita.

Augstākais mikrobioloģiskais piesārņojums biežāk konstatēts tradicionālo ēdienu grupā, kā netradicionālo ēdienu grupā. Neapmierinoši testēšanas rezultāti nav konstatēti ēdienu 1. kategorijas pētījumos un visu ēdienu kategoriju pētījumos tikai MAFAM skaita noteikšanai. Otrās kategorijas pētījumos koliformu baktēriju skaita noteikšanai 10 (6.02% no 166) gadījumos noteiktie rezultāti bija ausgtāki par 10^4 KVV/g, trešās kategorijas ēdienos attiecīgi 24 (14.1% no 170) gadījumos.

Pētījumu rezultāti, kas neatbilst pētījumā lietotajiem kritērijiem (augstāk par “apmierinošu” testēšanas rezultātu), gan MAFAM, gan koliformas baktērijām biežāk konstatēti tradicionālo ēdienu grupā – 130 (23.5%) gadījumos, t.sk.:

- a) 1. kategorijas ēdienos – 22;
- b) 2. kategorijas ēdienos – 54;
- c) 3. kategorijas ēdienos – 54.

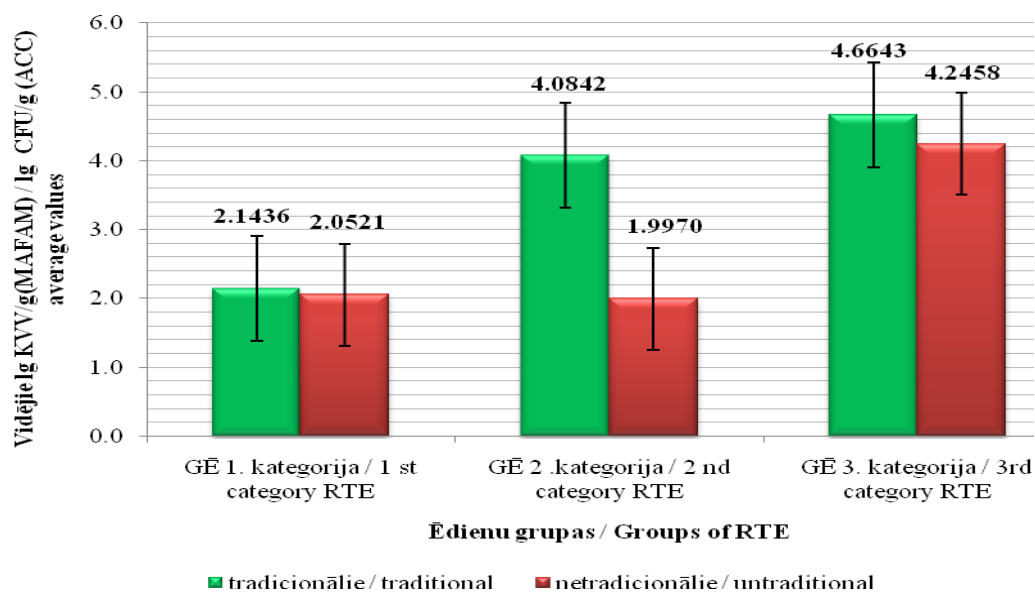
Netradicionālo ēdienu grupā, neatbilstoši paraugi noteikti 40 (7.2%) gadījumos, t.sk.:

- a) 1. kategorijas ēdienos – 8;
- b) 2. kategorijas ēdienos – 2;
- c) 3. kategorijas ēdienos – 30.

Pētījumā pierādīts, ka MAFAM un koliformu baktēriju skaits ēdienos saistīts ar ēdienu sastāvā iekļautajām sastāvdaļām un to apstrādes metodēm, kā arī ar to, cik lielā mērā ēdienu gatavošanā lietots personāla roku darbs, vai pārtikas uzņēmumā visos aprītes posmos tiek ievērtas higiēnas prasības. Kā arī vai šiem produktiem ir nepieciešama papildus termiskā apstrāde pirms to lietošanas uzturā.

Jo vairāk ir mikrobioloģiskās kvalitātes ietekmes faktoru kā ēdienu apstrādes metodes (termiskā apstrāde, smalcināšana, atdzesēšana u.c.), daudzkomponentu ēdieni un to sastāvdaļas, sastāvdaļu primārais un sekundārais piesārņojums, jo lielāki ir MAFAM un koliformu baktēriju vidējo decimāllogaritmu rādītāji. Minētās likumsakarības novērojamas MAFAM un koliformu baktēriju skaita vidējo decimāllogaritmu grafiskajos attēlos. Lielākais

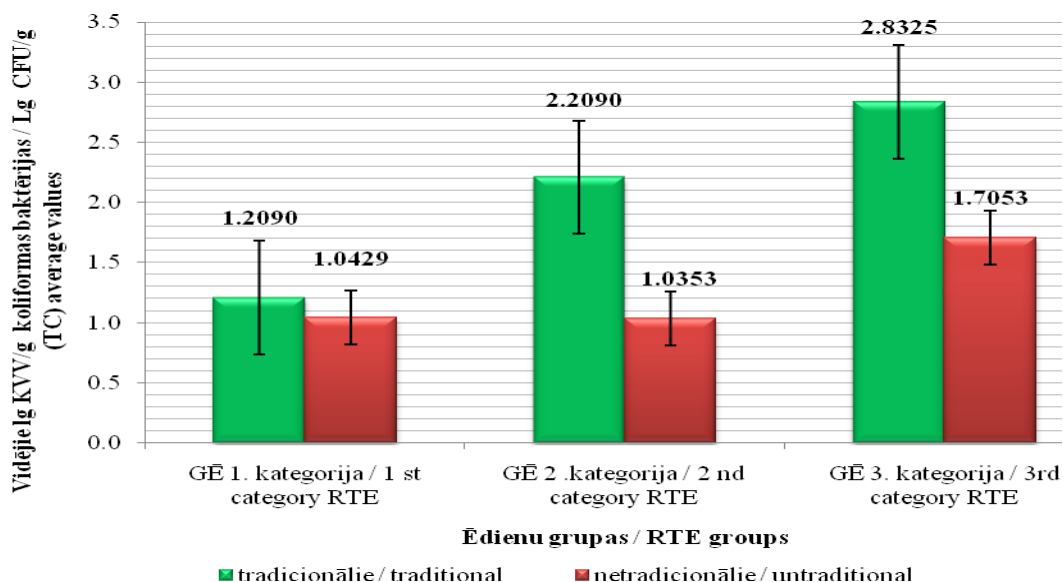
MAFAM vidējais decimālogaritms noteikts 3. kategorijas tradicionālo un netradicionālo ēdienu paraugos (23. attēls).



23. att. Vidējais MAFAM skaits visu kategoriju ēdienos, lg KVV/ g
Fig. 23 ACC average values in all categories RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/Data source: dati aprēķināti SPSS programmā/ data calculated in SPSS programme

Līdzīga aina novērota koliformu baktēriju skaita noteikšanā, tomēr vidējie rādītāji ir mazāki, kā izmeklējumiem MAFAM skaita noteikšanā. Analogiskas likumsakarības novērotas koliformu baktēriju vidējo rādītāju grafiskajā attēlā (24. attēls).



24. att. Vidējais koliformu baktēriju skaits visu kategoriju ēdienos, lg KVV/g
Fig. 24 TC average amounts in all categories RTE foods, lg CFU/ g

Datu avots/Data source: dati aprēķināti SPSS programmā/ data calculated in SPSS programme

MAFAM un koliformu baktēriju vidējo rādītāju decimālogaritms patiesāk raksturo visas ēdienu grupas. Lielākie MAFAM un koliformu baktēriju vidējie rādītāji lg KVV/g novēroti 3. kategorijas ēdienu grupā: MAFAM līdz 4.66, koliformas baktērijām līdz 2.83.

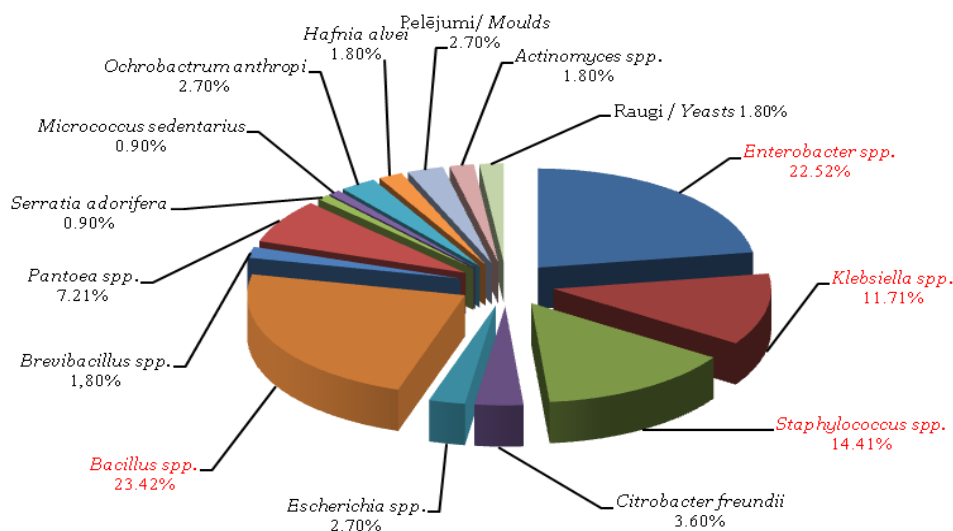
Tradicionālo ēdienu grupā MAFAM vidējais skaits lg KVV/g (4.66) ir lielāks nekā netradicionālo ēdienu grupā (4.24). Koliformu baktēriju vidējais skaits lg KVV/g ir lielāks 3. kategorijas tradicionālo ēdienu grupā (2.8), kā netradicionālo ēdienu grupā (1.7).

48.9% izmeklējumos noteikts no 5 līdz 10 KVV/g, kas neliela identificētā materiāla dēļ daļēji apgrūtināja mikroorganismu sugu identifikāciju, t.sk. 1. kategorijas ēdienos mikroorganismu sugu identifikācija veikta tikai 62.9%, 2. kategorijas – 50.6%, 3. kategorijas – 29.4% paraugu.

Mazākais MAFAM skaits (≤ 10 KVV/g) noteikts 1. kategorijas ēdienu paraugos, bet lielākais ($> 10^5$ KVV/g) 3. kategorijas ēdienos. Koliformas baktēriju mazākais skaits (≤ 10 KVV/g), noteikts 1. un 2. kategorijas ēdienos, attiecīgi 196 un 122 paraugs, 3. kategorijas ēdienos attiecīgi 83 paraugi. Lielākais MAFAM skaits ($> 10^4$ KVV/g) noteikts 3. un 2. kategorijas ēdienu paraugos, attiecīgi, 72 un 48 paraugi.

Lielākais paraugu skaits, kuros iespējama mikroorganismu sugu identifikācija, bija 2. un 1. kategorijas ēdienu paraugi, attiecīgi, 37.1% un 34.8%. Mazākais paraugu skaits, kuros bija iespējams veikt mikroorganismu sugu identifikāciju, ir 3. kategorijas ēdienu paraugi – 28.1%.

33.2% ēdienu paraugu (n=552) noteiktas dažādas mikroorganismu sugas – 222 gadījumi. Mikroorganismu sugas identificētas 178 ēdienu paraugos, to skaitā tikai viena mikroorganismu suga 148 paraugos (83.1%), un 30 paraugos (16.9%) vienlaicīgi identificētas no 2 līdz 4 mikroorganismu sugām. Tostarp: *Bacillus spp.* noteikti 23.43% gadījumu; *Enterobacter spp.* – 22.52% gadījumu; *Staphylococcus spp.* – 14.4% gadījumu; *Klebsiella spp.* – 11.7%; *Ochrobactrum spp.*, *Escherichia spp.* un pelējumi pa 2.7% gadījumu; *Hafnia alvei* un *Brevibacillus spp.* pa 1.8% gadījumu; pārējie mikroorganismi – *Pantoea spp.* 7.2%, *Citrobacter spp.* 3.6% un raugi 1.8% gadījumu. Skaitliski vismazāk ir pārstāvētas *Serratia spp.* un *Micrococcus spp.*, attiecīgi, pa 0.9% , visu triju kategoriju rezultātu kopsavilkums ir sniegts 25.attēlā.



25. att. Paraugos identificēto mikroorganismu rezultātu kopsavilkums (1., 2., 3. kategorijas kopā)

Fig. 25 Summary of microorganism's identification results (1st– 3rd category RTE foods, total)

Datu avots/ Data source: autores Excel programmā veidota diagramma/Chart made in Excel programme.

Pētījumā tradicionālo ēdienu paraugos identificēto mikroorganismu sugu skaits noteikts biežāk – 53.2%, kā netradicionālo ēdienu paraugos – 46.8%. Otrās kategorijas ēdienos mikroorganismu sugas identificētas biežāk – 37.1%, kā 1. kategorijas – 34.8% un 3. kategorijas – 29.1% ēdienos.

Tostarp, pārsvarā identificēti saprofitie un nosacīti patogēnie mikroorganismi, tomēr sešos gadījumos no visiem identificēts patogēns – *Staphylococcus aureus*:

- 1. kategorijas vistas gaļas ēdienos divos gadījumos identificēts *Staphylococcus aureus* vairāk kā 10^2 KVV/g un ir pieņemams testēšanas rezultāts;
- 1. kategorijas vistas gaļas ēdienos divos gadījumos tas bija augstāk kā 10^3 KVV/g un atbilst kritērijam “neapmierinošs rezultāts”;
- 3. kategorijas ēdienos divos putukrējuma ar biezpienu paraugos identificēts *Staphylococcus aureus* vairāk kā 10^6 KVV/g.

Par 10^3 KVV/g lielāks *Staphylococcus aureus* skaits faktiski jāuzskata par potenciāli bīstamu patērētāju veselībai, kas liecina par nopietnām neatbilstībām šo ēdienu gatavošanas procesā.

Mikroorganismi biežāk identificēti 2. kategorijas ēdienos (66 paraugi), bet retāk 1. kategorijas ēdienos (62 paraugi) un 3. kategorijas ēdienos (50 paraugi).

Pārsvarā ēdienos atklāti *Enterobacter*, *Bacillus* un *Staphylococcus* ģinšu mikroorganismi. Koliformu baktēriju vidējais skaits tradicionālo ēdienu grupā bija augstāks – 2.83 kā netradicionālo ēdienu grupā – 1.7, kas ir 2 reizes zemāks par MAFAM vidējiem.

Otrās kategorijas ēdienu MAFAM pētījumos un 3. kategorijas ēdienu koliformu baktēriju pētījumos noteiktas statistiski ticamas atšķirības starp grupu vidējiem. *p*-vērtības aprēķinu kopsavilkums sniegts 5.tabulā.

5. tabula/ Table 5

***p*- vērtības salīdzinājums tradicionālo un netradicionālo ēdienu grupās ANOVA analīzē/
Comparison of *p*- values in traditional and untraditional RTE groups
by ANOVA analysis**

Ēdienu kategorija/ category of meals Rādītāji/parameters		df*	F**	Sig.***
1. kategorija/1st category				
MAFAM lg KVV/ g ACC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	0.177	0.675
Koliformu baktēriju lg KVV/ g /TC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	3.981	0.049
2. kategorija/2nd category				
MAFAM lg KVV/ g ACC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	42.153	0.000
Koliformu baktēriju lg KVV/ g /TC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	28.943	0.000
3. kategorija/ 3rd category				
MAFAM lg KVV/ g ACC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	1.402	0.240
Koliformu baktēriju lg KVV/ g /TC lg CFU/ g	Starp grupām/ Among groups	1	15.975	0.000

Piezīmes/ Notes: * brīvības pakāpju skaits; ** Fišera vērtība; *** *p*- vērtība/ *the number of freedom degrees; **Fisher's value; ****p*- value

Datu avots/ Data source: SPSS programmā aprēķināti dati/ data calculated in SPSS programme

Pirmās kategorijas ēdieniem starp tradicionālo un netradicionālo ēdienu grupām tikai koliformu baktēriju vidējiem rādītājiem pastāv statistiski ticama atšķirība. Arī 2. kategorijas ēdieniem gan MAFAM, gan koliformas baktērijām starp tradicionālo un netradicionālo ēdienu vidējiem rādītājiem arī pastāv statistiskā ticamība, bet 3. kategorijas ēdieniem tikai koliformām pastāv statistiski ticama atšķirība. Noteiktās sakarības liecina par to, ka termiski apstrādātajos ēdienos, t.i. 1. kategorijas ēdienos, konstatēts vismazākais MAFAM un koliformu baktēriju skaits, turpretī jauktajos ēdienos un ēdienos, kuri netiek termiski apstrādāti pirms pasniegšanas uzturā konstatēts lielāks MAFAM un koliformu baktēriju skaits. Tas norāda uz gatavo ēdienu termiskās apstrādes būtisku nozīmi mikroorganismu skaita samazināšanā. Pētījumu rezultātu analīzē norāda uz to, ka 3. kategorijas ēdienos gan MAFAM, gan koliformu baktēriju skaits ir lielāks par pirmās un otrās kategorijas ēdienos konstatētajiem vidējiem rādītājiem. Lielāks MAFAM un koliformu baktēriju skaits noteikts tradicionālo ēdienu grupā, 6. tabula.

6. tabula/ Table 6

**Pētījumu rezultātu MAFAM un koliformu baktēriju vidējo rādītāju
kopsavilkums ANOVA analīzē/
Comparison of *p*-values in traditional and untraditional RTE foods by ANOVA analysis**

Ēdienu kategorija/ RTE category	MAFAM vidējais skaits, KVV/ g/ Average ACC, CFU/ g	Koliformas baktērijas vidējais skaits, KVV/ g/ Average of coliforms, CFU/ g
1. kategorija/ 1 st category	3.2×10^3	87.0
2. kategorija/ 2 nd category	2.5×10^5	6.8×10^3
3. kategorija/ 3 rd category	7.4×10^5	1.1×10^4

Datu avots: autores pētījumu datu apkopojums/ summary of author's research data

Katrā no pētītajām ēdienu kategorijām noteikto MAFAM un koliformu baktēriju skaits, kā arī paraugos identificēto mikroorganismu ģintis un atsevišķu sugu īpatsvars būtiski atšķiras. Koliformu baktēriju skaits 1. un 2. kategorijas ēdienos ir izteikti mazāks nekā 3. kategorijas ēdienos. Tas ir saistīts ar to, ka 1. kategorijas ēdieni ir termiski apstrādāti un pasniegti karsti, un 2. kategorijas ēdieni ir termiski apstrādāti, kas vēlāk atdzesēti un pasniegti bez termiskās apstrādes. Tāpēc koliformas baktērijas kā indikatoru vislabāk varētu lietot par 2. un 3. kategorijas ēdienu novērtēšanai, jo tās ir jutīgas tieši pret termisko apstrādi. Katrā no pētītajām ēdienu kategorijām identificēto mikroorganismu ģinšu un sugu īpatsvars būtiski atšķiras – 7. tabula.

7. tabula/ Table 7

**Identificēto mikroorganismu ģinšu vidējā skaita kopsavilkums, KVV/ g
/ Summary of average values of the identified microorganism genera, CFU/ g**

Mikroorganismu ģintis/ Genera of microorganisms	1. kategorija/ 1 st category	2. kategorija/ 2 nd category	3. kategorija/ 3 rd category
<i>Bacillus spp.</i>	5.1×10^2	1.2×10^3	9.3×10^5
<i>Staphylococcus spp.</i>	1.2×10^2	2.2×10^3	4.2×10^5
<i>Enterobacter spp.</i>	2.7×10^5	7.5×10^4	3.2×10^5
<i>Klebsiella spp.</i>	6.1×10^5	9.5×10^5	9.5×10^5
<i>Escherichia spp.</i>	3.8×10^4	–	3.2×10^6

Datu avots: autores pētījumu datu apkopojums/ summary of author's research data

Pētījumu rezultātā izstrādāti rekomendējamie mikrobioloģiskie kritēriji gatavajiem ēdieniem Latvijas sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumiem. Šos kritērijus ieteicams lietot gala produktu mikrobioloģiskai testēšanai. Darbā iegūtie kritēriji sniegti 8. tabulā.

8. tabula/ Table 8

**Ieteikumi gatavo ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes kritērijiem Latvijā/
Recommended criteria for Latvian situation on the evaluation
of microbiological quality of RTE foods**

Rādītājs, ēdienu grupas/ <i>Indicator, RTE groups</i>	Mikrobioloģiskie kritēriji (KVV/ g)/ <i>Microbiological criteria (CFU/g)</i>			
	Apmierinošs testēšanas rezultāts/ <i>Satisfactory test result</i>	Pieņemams testēšanas rezultāts/ <i>Acceptable test result</i>	Neapmierinošs testēšanas rezultāts/ <i>Unsatisfactory test result</i>	Potenciāli bīstams/ <i>Potentially dangerous</i>
Baktēriju kopskaits (MAFAM)/Total amount of aerobic bacteria (ACC)				
1. kategorija/ 1 st category	$<10^2$	$<10^3$	$\geq 10^3$	$>10^5$
2. kategorija/ 2 nd category	$<10^3$	$<10^4$	$\geq 10^4$	$>10^6$
3. kategorija/ 3 rd category	$<10^4$	$<10^5$	$\geq 10^5$	$>10^6$
Indikator mikroorganismi/Indicator microorganisms				
Koliformas baktērijas				
1. – 3. kategorija/ 1 – 3 category	$<10^2$	$>10^2 - <10^4$	$\geq 10^4$	$>10^5$
<i>Bacillus spp.</i>:				
1. – 3. kategorija/ 1 – 3 category	$<10^3$	$>10^3 - <10^4$	$\geq 10^4$	$>10^5$
<i>Enterobacter spp.</i>				
1. – 3. kategorija/ 1 – 3 category	$<10^2$	$<10^3$	$\geq 10^3$	$>10^5$
<i>Klebsiella spp.</i>				
1. – 3. kategorija/ 1 – 3 category	$<10^2$	$>10^2 - <10^4$	$\geq 10^4$	$>10^5$
Patogēnie mikroorganismi/Pathogenic microorganisms				
<i>Staphylococcus aureus</i> un citi <i>Staphylococcus</i> <i>spp./Staphylococcus</i> <i>aureus</i> and other <i>Staphylococcus spp.</i>	< 20	$20 - <10^2$	10^{2-3}	$\geq 10^3$

Piezīmes/Notes: Tabula izveidota, ņemot vērā pētījumā iegūtos vidējos rezultātus un atsevišķu mikroorganismu sugu iespējamo risku cilvēka veselībai/The table set up in the light of the study obtained an average performance and the potential risk to human health of certain species of microorganisms

SECINĀJUMI

1. Latvijā pašlaik nav normatīvās bāzes, kas reglamentētu sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes kritērijus, ļaujot tos lietot pārtikas uzņēmējiem un uzraudzības institūciju pārstāvjiem, lai objektīvāk novērtētu ēdienu mikrobioloģisko kvalitāti. Turpretī ES normatīvie akti nosaka, ka pārtikas kvalitātes un nekaitīguma nodrošināšanai jālieto mikrobioloģiskie kritēriji, kas balstīti uz zinātnisku riska novērtējumu.
2. Pētīti biežāk lietojamie mikrobioloģiskās kvalitātes rādītāji. Ēdienu paraugos noteikts MAFAM un koliformu baktēriju skaits, veikta izdalīto mikroorganismu ģinšu un sugu identifikācija. Kvalitātes kritērijiem neatbilstoši paraugi biežāk konstatēti izmeklējumos koliformu baktēriju noteikšanai nekā MAFAM, attiecīgi **25.0%** un **5.8%**. Koliformas baktēriju un MAFAM skaita noteikšanu ēdienos varētu lietot kā indikatorus ēdināšanas uzņēmumu tehnoloģisko procesu higiēnas vērtēšanai.
3. **32.2 %** ēdienu paraugu identificēti galvenokārt saprofīti un nosacīti patogēni, bet sešos gadījumos (**3.4%**) noteikts: *Staphylococcus aureus* ($<10^2$ KVV/g – 2 gad., kas ir pieļaujamās robežās; $>10^3$ KVV/g – 2 gad. un $>10^6$ KVV/g – 2 gad., kas pārsniedz pieļaujamās robežas). Patogēnie mikroorganismi izdalīti retāk kā saprofīti un nosacīti patogēnie mikroorganismi.
4. **30%** ēdienu paraugu noteiktie rādītāji pārsniedza pieļaujamās mikrobioloģiskās kvalitātes robežas. Mikroorganismu skaits atsevišķos gadījumos pārsniedzis pieļaujamās robežas (lg KVV/g – **6.97** *Klebsiella oxytoca* 3. kategorijas ēdienos un **9.37** *Klebsiella pneumonia* 2. kategorijas ēdienos).
5. Tradicionāli gatavoto ēdienu grupā biežāk konstatēts lielākais MAFAM un koliformu baktēriju skaits nekā netradicionālo ēdienu grupā ($p=0.000$).
6. Lielākie MAFAM un koliformu baktēriju rādītāji (lg KVV/g) ir 3. kategorijas ēdieniem – **50.6%** paraugu, jo tie pirms pasniegšanas netiek termiski apstrādāti un ir vairāku sastāvdaļu un ražošanas faktoru kopums (attiecīgi, vidējais MAFAM – **4.4**, koliformu baktēriju – **2.2**).
7. Ēdienos identificētas **222** dažādu mikroorganismu sugas, to skaitā **16.9%** paraugu izdalītas 2–3 mikroorganismu sugas vienlaicīgi. Identificēto mikroorganismu vidū lielāko īpatsvaru sastāda *Bacillus spp.* – **23.43%**, *Enterobacter spp.* – **22.52%**, *Staphylococcus spp.* – **14.4%**, *Klebsiella spp.* – **11.7%** ģints mikroorganismi, tādēļ minētos mikroorganismus varētu ieteikt lietot par ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes indikatoriem.
8. Analizēta pētījumos noteikto mikrobioloģiskās kvalitātes rādītāju savstarpējā ietekmes atkarībā no ēdienu pH un paraugu temperatūras. Lielākie savstarpējās ietekmes rādītāji konstatēti 3. kategorijas ēdienos, tostarp MAFAM determinācijas koeficients tradicionālos ēdienos ir $\eta^2 = 0.731$, kas lielāks par determinācijas koeficientu netradicionālos ēdienos – $\eta^2 = 0.581$. Bet koliformas baktērijām determinācijas koeficients tradicionālos ēdienos $\eta^2 = 0.837$, kas lielāks par determinācijas koeficientu netradicionālos ēdienos – $\eta^2 = 0.43$. Šīs sakarības liecina par trešās ēdienu kategorijas epidemioloģisko nozīmīgumu.
9. Pierādīta statistiski nozīmīga saistība MAFAM un koliformu baktēriju skaita atkarībai no ēdienu apstrādes un gatavošanas metodēm, ēdienu sastāva, izmantoto izejvielu kvalitātes un citiem ražošanas faktoriem, kā arī saikne starp ēdienu temperatūru paraugu noņemšanas brīdī

un paraugu pH. Mikrobioloģiskā piesārņojuma risks gatavajos ēdienos būtiski atkarīgs no ēdienu piederības noteiktai kategorijai, grupai un veidam, kas izriet no ēdienu sastāvdaļu raksturojuma un izmantotās tehnoloģiskās apstrādes metodes.

10. Latvijā vidēji tikai 18–22% ēdināšanas uzņēmumu pilnībā atbilst higiēnas prasībām, bet 70–80 % tām atbilst daļēji. Pētījumā noskaidrots, ka 20% aptaujāto sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumu ikdienā tiek ievērotas higiēnas prasības, pārējos 80.0% tiek konstatētas dažāda rakstura neatbilstības higiēnas prasībām. Nopietnas higiēnas problēmas kopumā tika novērotas **31.2%** pētījumā analizētajos ēdināšanas uzņēmumos. Biežāk sastopamās ir pārtikas atļaidināšanas – **7.3%** – un atdzesēšanas problēmas – **17.1%**, ēdienu uzglabāšana neatbilstošā temperatūrā – **14.6%**: par +60°C zemāka siltajiem ēdieniem un/vai augstākā par +10°C atdzesētajiem ēdieniem, **4.9%** neatbilstību saistītas ar produktu saderību un šķērspiesārņojumu.

11. Izstrādāti Latvijas apstākļiem piemēroti mikrobioloģiskās kvalitātes kritēriji sabiedriskās ēdināšanas uzņēmumos gatavotajiem ēdieniem, kas balstīti uz biežāk lietojamo ēdienu pētījumu rezultātiem.

12. Sagatavoti ieteikumi mikrobioloģiskā piesārņojuma samazināšanai ēdināšanas uzņēmumos, gatavo ēdienu kvalitātes saglabāšanai un uzlabošanai, kā arī efektīvai pārtikas aprites valsts uzraudzības funkciju realizācijai;

13. Pierādīta promocijas darba hipotēze, ka mikrobioloģiskos kritērijus ir lietderīgi izmantot kā indikatorus, vērtējot gatavo ēdienu mikrobioloģisko kvalitāti.

IETEIKUMI

1. Gatavajos ēdienos, kas noslēguma posmā netiek termiski apstrādāti, biežāk konstatē augstu piesārņojuma līmeni ar dažādiem mikroorganismiem, t.sk. ar nosacīti patogēniem, kuri nereti kļūst par pārtikas izraisīto slimību iemeslu. Tāpēc ēdināšanas uzņēmumiem un pārtikas aprites uzraudzības institūcijām, kā piesārņojuma kvantitatīvos indikatorus vajadzētu ne tikai noteikt MAFAM un koliformu baktēriju skaitu, bet arī *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella spp.* mikroorganismus tehnoloģiskā procesa noslēguma posmā. Šo mikroorganismu atklāšana koncentrācijās, kas pārsniedz 10^6 KVV/g, būtu jāuzskata par potenciāli bīstamu patērētāju veselībai.

2. Pētījuma rezultāti neapšaubāmi norāda uz 3. kategorijas ēdienu augstāko epidemioloģisko risku, jo tieši šie ēdieni bieži izraisa cilvēku saindēšanos ar pārtiku. Topošo pārtikas speciālistu, pārtikas uzņēmumu personāla un pārtikas inspektoru izglītošanas procesā vajadzētu pievērst pastiprinātu uzmanību gatavo ēdienu mikrobioloģiskās kvalitātes saglabāšanai. Jo īpaši to ēdienu, kas netiek termiski apstrādāti pirms pasniegšanas un kuri ir vairāku komponentu un ražošanas faktoru kopums.

3. Ņemot vērā to, ka Latvijas ēdināšanas uzņēmumos relatīvi bieži konstatē dažāda veida higiēnas prasību pārkāpumus, būtu ieteicams Pārtikas un veterinārajam dienesta valsts monitoringa programmā būtu ieteicams iekļaut gatavo ēdienu mikrobioloģiskos izmeklējumus saskaņā ar šajā pētījumā noteiktajiem mikrobioloģiskajiem rādītājiem.

4. Ēdināšanas uzņēmumi bieži nespēj pilnībā izstrādāt, ieviest un uzturēt paškontroles sistēmu, jo šīs problēmas pamatā ir zinošu un profesionālu vadītāju, kā arī personāla trūkums, tāpēc ieteicams:

4.1. iekļaut profesionālās izglītības pilnveides, kvalifikācijas celšanas kursu un semināru programmās pārtikas mikrobioloģiskās kvalitātes un nekaitīguma saglabāšanas jautājumus, tostarp šajā pētījumā iegūtos rezultātus;

4.2. pētījuma ietvaros iegūtos rezultātus lietot kā palīg līdzekli ēdināšanas uzņēmumu paškontroles sistēmu izstrādei.

5. Pētījumā iegūtie rezultāti un rekomendācijas jāiesniedz Zemkopības ministrijai apstiprināšanai normatīva akta statusā, kurā tiktu izvirzītas vienādas prasības sabiedriskās ēdināšanas un mazumtirdzniecības uzņēmumos gatavoto ēdienu mikrobioloģiskai kvalitātei.

TOPICALITY OF THE RESEARCH

Introduction

Public health depends on what's risk factors affecting the health of the population. One of such risk factors is human nutrition. In its turn the surveillance of food circulation depends more than somewhat on adequate identification of food risk factors, being the general provision for the distribution of high quality and safe food.

Food safety or harmlessness is a basic element of public health. In the scope of the competition struggle among new technologies and their originated products, more and more new potential hazards for the human health are discovered, that more or less provoking answer or chain reaction: application of chemistry, microbiology, gene analysis and other criteria in terms of quality and quantity on new, more accurate level. Nowadays the greatest attention is focused directly on the quality and safety of the end product, both by the supervising authorities side and the producers and consumers side (*Regulation (EC) 178/2002; Regulation (EC) Nr.852/2004; PVD, 2005; Tirado et al., 2002; WHO, 2003; Luning et al., 2004; NAS, 2003; Karklina et al., 2007; Lammerding, 2007; Melngaile, 2008; Millere, 2009; PVD, 2006– 2009*). Food or ready-to-eat foods prepared in public catering establishments thermally processed and unprocessed, that can be consumed hot and cold. However, such food has a relatively short expiration date and thus is also called a high risk food (*CAC/RCP 39– 1993*).

High protection level of the public health is one of the main aims set in the Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002, also called the European Food Law.

The microbiological hazards is the most frequent cause for the spread of most food diseases, thus food shall not contain microorganisms, toxins or metabolites thereof in amounts that causes risk for human health. Food may not be distributed if not safe, including the food that is microbiologically contaminated. Therefore it is important that the food businesses operators use coordinated microbiological and safety criteria. The microbiological criteria for food make possible to conclude on how acceptable foodstuffs are in the production, processing and distribution stages (*WHO, 2003; Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 2073/2005 of the European Commission*).

The laws and regulations of EU, regulating the requirements in food hygiene, provide for performing risk evaluation, as well as using the *precautionary principle* approach in food circulation. Furthermore, one of the tasks advanced is reduction of pathogens in food, as well as elaboration and implementation of microbiological and temperature control criteria for food, based on the evaluation of scientific risk (*Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 2073/2005 of the European Commission*).

The food businesses operators shall provide the compliance of food with the microbiological criteria. This includes the control of the values set for microbiological criteria in food establishments by taking food and environmental samples, performing analysis and implementing corrective actions (*Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 2073/2005 of the European Commission*).

Food producer is obliged to produce and distribute foodstuffs or food that is safe and harmless for human life and health. These are foodstuffs that under normal or usage applicable circumstances, including the expected time of usage, do not cause risk or cause risk that is considered to be allowable and complies with high safety, human life and health protection level. The compliance of a product with safety requirements is assessed according to national standards, good manufacturing practice in the correspondent field, achieved level of science and technique and taking into account the safety what a person could reasonably expect.

The quality evaluation of RTE foods samples and the microbiological testing is impossible without elaboration of the respective comparison criteria or critical limits. Elaboration of such criteria will enable the responsible professionals of state surveillance services and food establishments to adequately and objectively assess the quality and safety of RTE foods, thus will stimulate the quality and safety of RTE foods for consumers, as well as equivalent

circumstances and fair– dealing market competition for food establishments. Therefore the development of microbiological criteria for RTE foods is the aim of this doctoral thesis.

Topicality of the problem

Food businesses operators shall provide the compliance of food including the raw materials with microbiological criteria as these are an impartial demonstration of the food safety. Those also enable to evaluate the safety of the technological processes of food processing. Producer shall determine whether its product is suitable for human consumption and if it should be thermally or otherwise treated to ensure its safety. The food businesses operators should decide themselves, how often to take samples and perform analysis according to the procedures based on HACCP principles. However, in some cases it could be necessary to appoint coordinated schemes of sampling on the Community level, especially to provide an equal control level in the whole Community. Sampling of food and raw materials in processing environment is necessary for timely identification and prevention of pathogenic microorganisms in foodstuffs (PAUL; Regulation (EC) No 178/2002 of the Commission; NAS, 2004; Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and the Council).

The role of public catering establishments and the amount of foods/meals produced in these establishments is increasing. The food produced there infrequently potentially dangerous for human health. This is demonstrated by the statistical data of public health and other researchers (Tirado et al., 2002; Szabo et al., 2004; Melngaile, 2008; Millere, 2009).

In the last 5 years the morbidity with acute intestinal infections (both sporadic and outbreak cases) is increasing in Latvia. The illnesses were mainly related with consumption of microbiologically contaminated food (PHA, 2005– 2008). The scope of registered food illness agents is very broad and the morbidity rates with AII are one of the biggest among the countries in the European Community. Moreover the state monitoring resources of RTE foods are currently limited both from the aspect of legislation and also as consequences the financial resources.

Till 1 January 2006 the norms of microbiological contamination in Latvia were regulated by the Regulations of Cabinet of Ministers of the Republic of Latvia No 292 "Regulations on the microbiological contamination of food" on 20 August 1999. Historically this document was modelled according to the legislative basis of USSR; however, it did not include food safety norms for greatest part of the RTE foods regarding *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* enteropathogenic strains, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Campylobacter spp.* and other pathogenic and conditionally – pathogenic microorganisms.

There are currently no regulated norms of microbiological quality for RTE foods in Latvia, accordingly it is also impossible to perform an objective evaluation of the microbiological quality of foods prepared in catering establishments. There are no unitary microbiological criteria for different kinds of salads, sprouts, desserts and other RTE foods, including meals from meat and fish products. Moreover there are not guidelines for evaluation and application of such criteria.

The norms of microbiological contamination of food are currently regulated by the Regulation of EC No 2073/2005 on the microbiological criteria for foodstuffs. Unfortunately this document mainly regulates the norms of microbiological contamination for raw materials and industrially processed foodstuffs, however they cannot be applied to the retail foods, for instance, composite foods: salads, desserts, meals from meat and fish products, food preparations and semi– finished foods etc., prepared in public catering establishments. The existing normative documentation has several equitable drawbacks.

The norms provided in the document are general and do not provide for microbiological quality criteria for RTE foods in detail, it also applies to the common market of the European Union, but almost at all do not apply to the local or national level. Hence since long ago there are drafted national microbiological criteria's, based on the scientific risk evaluation, in the developed European countries (Ireland, United Kingdom, France and other), as well USA and Canada. These criteria are often used both by the experts of supervising authorities and the professionals of public catering sector. Therefore the aim of the study is to clarify the criteria that Latvia could apply in future to evaluation of RTE foods. The main accent of the official

food sampling for identification of microbiological contamination in the aforementioned countries is put on the retail establishments, including public catering.

Microbiological testing of RTE foods is one of the equitable methods of state surveillance of food circulation, including efficiency evaluation of self-control measures in public catering establishments. It provides evidence for the compliance or non-compliance with food hygiene regulations, or substantiates the necessity of additional control for certain stages of the food chain.

The monitoring of the food laboratory investigations is an additional mechanism to enforce the state surveillance functions in food circulation chain; this is one of the components of risk evaluation or hazard analysis. Actually it is one of the most important mechanisms, which help timely detect problems with food quality and safety.

The microbiological criteria can be used to verify HACCP procedures and other measures of hygiene control. These should be measured in food also to define the quality of food processing methods and products. The necessity for elaborating such criteria is provided by the requirements of EU legislation, for instance, the regulation (EC) 852/2004 on the hygiene of foodstuffs. It states that it is necessary to develop norms of microbiological criteria and temperature control, based on the scientific risk assessment, this document also establishes the necessity of elaborating national Good hygiene practice and other guidelines, that would promote the quality and safety of food (*Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and the Council; Regulation (EC) No 2073/2005 of the European Commission*).

As an additional instrument for the state supervisory monitoring of food circulation, every year, laboratory monitoring programmes coordinated by European Community Food, are developed and implemented, periodically providing for inclusion of different RTE foods studies, for instance for determination of *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria spp.*, *Campylobacter spp.* and other microbiological indicators. However, these programmes cannot foresee a real situation of each EU member state, including also the national legislation and financial situation, nor can they facilitate the adjustment of hygiene in catering establishments.

Being aware that full prevention of contamination risk during the food manufacturing and consumption time is an impossible task, however, by opinions of the author of this study, that risk reduction is an integral part and responsibility of any food enterprise and is closely related with retention of product quality and consumer health.

THE AIM, TASKS, NOVELTY AND SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF THE THESIS

The doctoral thesis of Tatjana Marcenkova “Microbiological criteria for ready-to-eat foods” was performed during period of 2004 till 2009 in the Faculty of Food Technology of Latvia University of Agriculture and in Food and Veterinary Service (FVS), including the Laboratory of Food and Environmental Investigations of the National Diagnostic Centre of FVS.

The aim of the doctoral thesis– to develop scientifically justified criteria for evaluation of the microbiological quality of foods prepared in public catering establishments of Latvia.

To achieve the aim of the thesis the following **tasks** were set:

1. to investigate the microbiological indicators of quality for RTE foods;
2. to perform the identification of the bacteria species isolated during the investigations;
3. to analyze the growth properties of microorganisms, main factors of influence and tendencies;
4. to investigate the hygienic situation in the catering establishments of Latvia, including the practical aspects of preservation measures of microbiological quality of RTE foods;
5. to develop microbiological quality criteria for RTE foods suitable for the circumstances of Latvia;

6. to prepare recommendations for practical implementation of microbiological criteria for RTE foods in the catering establishments of Latvia.

Based on the general principles of risk analysis of food quality and safety **the hypothesis of the doctoral thesis** was formulated: **to reducing the microbiological contamination of food in public catering establishments and to effectively implementing the functions of state surveillance of food chain, it is advisable to apply microbiological criteria, that are suitable for Latvian circumstances, as indicators for evaluation of the microbiological quality of RTE foods.**

The hypothesis shall be verified by the following **thesis**:

1. the level of microbiological contamination of RTE foods depends on the efficiency of surveillance and control measures applied in catering establishments during the technological processes, as well as the processing type and composition of the foods;
2. for evaluation of the microbiological quality of RTE foods and certain stages of technological processes, microbiological criteria for RTE foods, based on the scientific risk assessment, should be implemented.

Novelties of the doctoral thesis

1. A set of microbiological criteria for RTE foods suitable for the local circumstances is developed, providing methodological support for those involved in the field of catering and the representatives of food supervising authorities in organizing and controlling measures for reduction of food contamination.
2. The range of the most typical spectrum of microorganisms for Latvian circumstances and the concentration thereof in the foods prepared by public catering establishments is established.
3. Recommendations are arranged for laws and regulations of Latvia on the microbiological criteria for RTE foods that will promote the adjustment of the matter of providing food hygiene and safety in catering establishments, thus providing the reduction of the number of food borne diseases.

Scientific significance of the thesis

- The results of the research within this doctoral thesis supplement the theoretical basis of the microbiological quality of foods prepared in Latvian catering establishments; the latest experience in evaluation of food contamination is used based on the general principles of risk analysis.
- The main regularities (types, composition and treatment methods of foods etc.) during the study have been established, that used to select the microbiological criteria.
- Improved evaluation methodology of microbiological criteria for RTE foods suitable for Latvian circumstances.
- The hygienic situation in Latvian catering establishments, including the problems of implementation of self– control measures has been analyzed.

Economic significance of the thesis

The unified microbiological criteria in public catering establishments will ensure a common understanding of a microbiologically safe food chain, including the usage of the products and technological processes, as well as promote equal and fair– dealing market competition among businesses operators and provide practical support for the competent surveillance authorities.

The doctoral thesis has structured in **5 chapters**

The introduction of the thesis: Lays down the problem approach. Justifies the necessity of microbiological criteria for RTE foods; lays down the aim and tasks of the thesis.

Chapter 1. Literature review. Explain the concepts of the microbiological quality of food. Describe the most frequent sources and factors of food contamination and food borne diseases. Provide description of composition of RTE foods and the legislative basis. Describe the most commonly used methods and criteria for evaluation of food quality and safety.

Chapter 2. Describe the materials and methods used in the thesis. Give time and places of the investigations. Object of the investigations. Describe the methods of psychically– chemical and microbiological investigations. Evaluate the methods of the hygiene in public catering establishment. Evaluate the methods for research results.

Chapter 3. Summarize the research results and discussion on the results obtained.

Analysis of the investigations, assessing the microbiological quality of RTE foods samples (quantitatively and qualitatively). Analysis of the impact of environmental factors on the composition of micro flora in RTE foods, including the evaluation of the methods used in food treatment, pH and temperature of foods, as well as evaluation of the hygiene situation in public catering businesses. Compare the obtained results with similar conclusions and research results of scientists from other countries.

Conclusion of the thesis: sets down the main conclusions and offers recommendations for implementation of the obtained microbiological criteria in the public catering businesses of Latvia. Appendixes of the thesis provide summaries of the research results.

The thesis is written on 171 pages, including 22 tables, 43 figures, 16 formulas and 14.appendixes. The thesis uses 252 sources of literature and 20 internet sources.

SCIENTIFIC APPROBATION OF THE THESIS

The results of the thesis have been reported at 13 international scientific – practical conferences and congresses in Latvia, Estonia, France, the Netherlands, USA, United Kingdom, Jordan, and Russia:

- 1) **January – November 2004**, the Netherlands–Latvia, international project „Strengthening of Food control in the Food and Veterinary Service in Latvia PPA03/LV/9/1.” Presentation of the thesis material during the discussions of practical classes (*oral presentation*).
- 2) **21 June 2005**, London, United Kingdom. 4th National conference “HACCP for catering: Preparing for 2006 HACCP for public catering businesses. Presentation of the thesis material during discussions (*oral presentation*).
- 3) **5– 7 January 2006**, “*The comparison of the preliminary results on microbiological investigations of some ready– to– eat foods prepared in public catering establishments.*” 11 th Annual Graduate Education and Graduate Student Research Conference in Hospitality and Tourism „Advances in Hospitality and Tourism, Seattle, USA, Washington State University 5– 7 January 2006 (*poster presentation*);
- 4) **16– 21 September, 2006**. “*Microbiological investigations of some Ready– to– Eat foods prepared in Public Catering establishments in Latvia*”, 13th World Congress of Food Science and Technology, Food is Life, Nantes, France, (*poster presentation*);
- 5) **10 November 2006**, Jelgava, Latvia University of Agriculture, Faculty of Veterinary Medicine, “*Evaluation of the results on microbiological investigations of ready– to– eat foods and Hygienic situation at catering establishments.*” International scientific conference– Animals. Health. Food hygiene. (*oral presentation*);
- 6) **29.01. – 03.02. 2007**, Estonia, University of Tartu. "Analysis of biologic data" within the framework of the *Nordic– Baltic– Russian Academic Network in Bioinformatics* project. Report on the research results within the framework of practical classes (*oral presentation*).
- 7) **11– 12 February 2007**. Jordan, Amman. Workshop for JFDA food inspectors on the basic principles for reduction of the microbiological contamination of food, on food borne diseases and communication among the surveillance institutions. Workshop for JFDA food inspectors on actual questions of prevention of the food microbiological contamination, on food borne disease and communication between responsible surveillance institutions within the framework of the Danish– Latvian cooperation project *JO– 04/AA/HE/02 “Reforming the Food Inspection Services and Food Chain Laboratories”*. JFDA, (*oral presentation*);
- 8) **12 June 2007**, London, United Kingdom. 6th National Conference– “*The New HACCP regulation in Catering & Retail: One year on*”. Presentation of the study thesis material during discussions (*oral presentation*).
- 9) **29– 30 March 2007**, Riga, Latvia, Rīga Stradiņš University. “*The comparison of preliminary results on microbiological investigations of foods prepared in Latvian catering establishments.*” Rīga Stradiņš University annual scientific conference (*poster presentation*);

10) **16– 18 May 2007**, Jelgava, Latvia, Latvia University of Agriculture. “*Microbiological quality aspects of ready– to– eat foods from catering establishments*”. Proceedings of International scientific conference “Research for rural development 2007”. (oral presentation);

11) **19– 23 November 2007**, the Netherlands, Wageningen University, 10th International Advanced Course “*Management of Microbiological Hazards in Food*” (1.4 ECTS). Presentation of the thesis material during the practical classes (oral presentation);

12) **1– 4 July 2008**. St. Petersburg, Russia. Evaluation of hygienic situation at public catering establishments and dynamics of food borne diseases in Latvia // Second St. Petersburg ecologic forum “Environmental health and human health” (oral presentation).

13) **10 April 2010**. Riga, Latvija, Scientific-practical konference for public health professionals of Latvian association of preventive medicine. „Higienic situation in catering establishments and microbiological quality aspects of RTE foods”(oral presentation);

Research results have been summarized and published in 8 internationally acclaimed publications:

1. J.Perevoscikovs, I.Jansone, S.Jansone, A.Brila, A.Bormane, T.Ribakova, **T.Marcenkova**, (2005). *Trichinellosis outbreaks in Latvia linked to bacon bought at market*, January– March 2005. **In:** Journal of Eurosurveillance, Volume 10, Issue 4–6, April – June, p.132– 134. Available at: <http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/EQ/v05n02/v05n02.pdf> [ISSN 1025 – 496X].

2. **T.Marcenkova**, M.Rucins, (2005). *Current events on surveillance of food circulation concerning establishments of public catering in Latvia*. **In:** Proceeding of International Scientific Practical Conference „New technologies in traditional food” Latvia University of Agriculture, Faculty of Food Technology , Jelgava, p.201– 208. [ISBN 9984– 596– 6].

3. **T.Marcenkova**, M.Rucins, V.Veldre (2006). *The comparison of the preliminary results on microbiological investigations of some ready– to– eat foods prepared in public catering establishments*. **In:** Proceedings of 11 th Annual Graduate Education and Graduate Student Research Conference in Hospitality and Tourism „Advances in Hospitality and Tourism, Seattle, Washington State University 5– 7 January 2006. Volume XI, p.52– 56.

4. **T.Marcenkova**, M.Rucins (2006). *Microbiological insvestigations of some Ready– to– Eat foods prepared in Public Catering establishments in Latvia*. **In:** Proceedings of 13 th World Congress of Food Science and Technology „Food is Life”, Nantes, France, p.941. – 943.

5. **T.Marcenkova**, M.Rucins, (2006). *Evaluation of the results on microbiological investigations of ready– to– eat foods and Hygienic situation at catering establishments*. **In:** Proceedings of International scientific conference, Latvia Agriculture University, Veterinary Medicine Faculty– Animals. Health. Food hygiene, 10 November, 2006, p. 176– 183. [ISSN 1407– 1754].

6. **T.Marčenkova**, M.Ruciņš (2007) *Microbiological quality aspects of ready–to–eat foods from catering establishments*. **In:** Research for rural development 2007 : International scientific conference proceedings, 16– 17 May 2007, Latvia University of Agriculture. Jelgava. p. 98– 106. [ISSN 1691 – 4031].

7. **T.Marcenkova**, M.Rucins (2009). *Dynamics of foodborne diseases in Latvia and microbiological investigations of ready– to– eat foods from catering establishments*. **In:**

Journal „Medicinos: teorija ir praktika”, Lithuania, 2009 Dec., vol.15, No 4, p.356– 365. [ISSN 1392– 1312]. Available at: http://www.mtp.lt/files/16_MTP_2009_IV_.pdf

8. T.Marcenkova, M.Ruciņš (2010). The studies on microbiological quality of ready-to-eat foods and factors influencing its. The publication is submitted to proceedings of Latvia University of Agriculture in April 2010.

MATERIALS AND METHODS

Time and place of the investigations

To achieve the aim and tasks of the investigations, RTE foods samples were selected in open public catering establishments in Riga city. The investigations used 16 public catering establishments with relatively equal hygienic situation there.

The investigations were carried out from November 2004 till October 2009. The laboratory investigations of the samples, including microbiological, were carried out in Laboratory of Food and Environmental Investigations of the National Diagnostic Centre (NDC) of FVS.

Object of the investigations

Performing the daily work the author of the thesis faced situations, when explanations and recommendations on the microbiological investigations of food samples, including samples of RTE foods, on the results of the investigations and the evaluation criteria thereof, on application of laws and regulations regarding implementation of HACCP principles and on evaluation of self– control documentation and their practical implementation needed to be submitted to the inspectors of FVS and food businesses operators. One of the most burning questions in catering establishments is currently the objective evaluation methods of hygienic situation in the establishments, including the microbiological investigations of food and environmental samples, planning thereof and hence the criteria for evaluation of the investigation results.

The research analyzes:

- samples of RTE foods from 16 public catering establishments in Riga city;
- the results of the temperature measurement from the samples of RTE foods;
- pH from the samples of RTE foods;
- FVS inspection reports of public catering establishments and questionnaires for evaluation of the hygienic situation in the establishments;
- FVS surveillance reports (of 2004– 2008) on the control of the requirements of legislative acts on food hygiene in public catering establishments;
- information of Public Health Agency and Food and Veterinary Service (reviews, reports) on food borne diseases and the outbreaks thereof in Latvia.

Samples of RTE foods. Using statistics methods, the study analyzes the results of microbiological investigations of 552 samples of RTE foods, the samples were also analyzed for: aerobic colony count (ACC); coliform bacteria, pH, identification of the species of isolated microorganisms was performed in 178 samples. Sampling was performed according to FVS procedure KR.10.P.212 “General methodological directions for taking of food samples for microbiological investigation and for evaluation of test results”, which is used daily as standard equipment by food inspectors of FVS.

The temperature measuring results in the samples of RTE foods. Within the framework of the study temperature was measured in each food sample, the results were analysed using statistics methods. The measures were taken and results were evaluated according to FVS procedure KR.10.P.227 “Instructions for temperature measurement and evaluation of results in food retail establishments”.

The data of Food and Veterinary Service (FVS) inspection reports on public catering establishments and questionnaires for evaluation of the hygienic situation in the catering establishments. The research data were collected and analysed using statistic methods from inspection reports of public catering establishments (n = 114) of the FVS database of inspection reports and specially prepared questionnaires for catering establishments involved

in this study. The inspections of public catering establishments were performed according to FVS procedures KR.10.P.210 “The order of inspection in Food and Veterinary Service”, KR.10.P.112 “Methodological instructions for drawing up the inspection report and the order of inspection in food establishments”.

Information performed by Public Health Agency (PHA) and Food and Veterinary Service (reviews, reports, overviews, programmes) on food borne diseases and the outbreaks thereof in Latvia. The research analyzes epidemiologic bulletins of the PHA, reports on the situation of morbidity with acute intestinal infections in Latvia, announcements held by FVS on outbreaks of food borne diseases from 2002 till 2008 drawn up according to the FVS procedure KR.10.P.018 “The action of the officials of the Food and Veterinary Service in cases of outbreaks of food borne diseases”.

Description of the research material.

The samples of RTE foods (for microbiological and chemical investigations, physical measurement) for investigations were used, sampling were performed in food preparation places of open public catering establishments; also the hygienic situation in the establishments was investigated.

The investigations required the most intrinsic samples of foods realized in catering establishments, considering also the latest trends in food preparation. Therefore the food samples were taken in catering establishments, which prepare the traditional (n=8) foods for Latvian consumers and untraditional (n=8) or new foods for Latvian consumers (Chinese, Korean, Japanese, Thai etc.).

The catering establishments were selected based on the FVS database of Inspection reports, considering the number of employees in the establishment, the assortment of produced foods and number of portions of meals, the magnitude of food premises, compliances with the requirements of hygiene and other criteria. In previous time period similar incompliance's with the observation of hygienic procedures and technological processes was found in the investigated establishments.

All foods were conditionally divided in groups or categories depending on the amount of the determinable microorganisms (ACC). Each of the groups included foods with different processing methods, which in some cases could stimulate the reduction of the number of microorganisms or just the opposite – the increase of the number of microorganisms during the technological process. The groups or categories are as follows:

1st Category: RTE foods, all the components whereof are thermally processed and the foods are ready for consumption.

2nd Category: RTE foods, some of the components whereof are thermally processed and these products are intended for further storage (even refrigerated etc.) or subjected to further technological processing (crushing, cutting, mixing of components) before the preparation of the end product and consumption. The preparation of the end product does not use thermal processing.

3rd Category: merely applies to a certain type of foods, naturally having a high number of total microorganisms (ACC). This group includes fermented or leavened products or foods containing such products. Pickled fish or meat products and others intended for direct consumption without additional thermal processing. Also this group includes cut fruits and vegetables, berries and greenstuffs, freshly squeezed fruit and vegetable juices, cream confectionary (where the preparation of the cream does not require thermal processing)– for instance, yoghurt cream, egg – white creams and other. All of these products and their components expire in less than 5 days. The division in food groups or categories used in the investigations is shown in **Table 1**.

The doctoral thesis evaluates investigation results of 552 samples of RTE foods in total, all samples were tested for ACC and determination of the total amount of coliform bacteria, pH measurements. Sampling was performed according to FVS procedure KR.10.P.212 “General methodological directions on food sampling for microbiological investigation and for evaluation of test results” used by food inspectors in their daily routine.

Samples were delivered for testing in cooler bags (at +2+5°C temperature) and the testing was carried out in Laboratory of Food and Environmental Investigations of the National Diagnostic Centre (NDC) of FVS. There were sampled at least 10 samples of one type of food. There were at least 20 samples in each food group and category. In 222 cases (n=178 samples) different genera and species of microorganisms were identified.

Samples were taken according to the developed sampling plan. Food samples were studied in two groups of public catering establishments: consumer traditional (n=8) and consumer untraditional (n=8) public catering establishments. 260 food samples from traditional catering establishments and 292 food samples from untraditional catering establishments were studied. The sampling plan and the number of investigations are given in **Table 2**.

Food samples were taken, packaged and transported according to the procedures based on internationally acclaimed sampling standards (see page 66– 67). Samples were packaged according to the FVS procedure KR.10.P.197 "The order of packaging and identifying food samples". Food samples were taken directly after production or at the stage of final treatment, but no later than 2 hours after the time of production.

Warm foods were initially cooled down in a refrigerator cell till the temperature of +10°C (within an hour) and the samples of already refrigerated foods were put in closed cooler bag at the temperature of +2°C till +5°C and taken to the laboratory. Samples of cooled foods (cold meals) were taken from refrigerating units of the catering establishments and like warm foods were put in a cooler bag at the temperature of +2°C till +5°C and transported to the laboratory. Food samples for microbiological testing were transported to the laboratory in a closed cooler bag: within 1 hour after the samples had been taken in conditions that prevent mechanical damage, contamination and temperature changes of the samples according to the FVS procedure KR.10.P.230 "Transportation and temporary storage of samples taken during an inspection".

METHODS OF MICROBIOLOGICAL AND PHYSICALLY – CHEMICAL INVESTIGATIONS

For determination of the aerobic colony count (ACC) standard LVS EN ISO 4833:2003 "Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Colony– count technique at 30 degrees C" was used. For isolation of the microorganism's cultures PCA medium was used. The standard method usage is required by Regulation of European Commission No. 2073/2005 on microbiological criteria for ready-to-eat foods.

For determination of yeasts and moulds the standard LVS ISO 21257-2:2008 „Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95." was used.

For determination of the amount of coliform bacteria standard LVS ISO 4832:2003 "Microbiology. General guidance for the enumeration of coliforms. Colony count technique" was used. The microorganisms were isolated by a crystal violet red bile lactose agar.

For identification of the genera and species of microorganisms at least 5 morphologically different colonies were taken from a plate with a selective and/or non– selective agar and then inoculated on a nutrient agar to obtain stock culture. The identification of the isolated microorganism cultures was performed using:

- Gram staining and microscoping (Gram „+” and Gram „-” microorganisms);
- *oxidize test* (on a filter paper wetted with oxidize reagent transfer the part of the colony of microorganisms, after 30 seconds the blue colour indicates a positive reaction);
- *catalyse test* (the colony is suspended in one drop of hydrogen peroxide). Presence of gas bubbles after incubation indicates a positive reaction (catalyse positive);
- *indole test* (using a sterile inoculation loop the colony of microorganism culture is inoculated in peptone water, incubate 44°C 48 hours, after incubation add Kovac's reagent

(for aerobic identification of tryptophan in indole broth), mix well and see in 1 minute, red colour indicates presence of indole;

- *coagulase test* (using a sterile inoculation loop the colony of microorganisms is brought into a test– tube with brain heart infusion media, incubate 37°C 24h. 0.1 ml of the culture is aseptically added to 0.3 ml rabbit plasma, incubate 37°C 24h. A positive result is indicated by clotting of the plasma (if clot takes up more than half of the media).

In the final stage API biochemical test systems (AP^I® strips) are used to establish the biochemical qualities of the isolated microorganism cultures, including:

- API 20E (to identify Gram „– ” bacteria of *Enterobacteriaceae* family and other genera);
- API STREP (to identify the bacteria of streptococcus and enterococcus genera);
- API Staph (to identify staphylococcus and micrococcus and related genera of bacteria);
- API 20 A (to identify 24 hour Gram „+” and Gram „– ” anaerobes , including– test order of 16 genera and 77 bacteria species, including *Cl.difficile*, other *Clostridium* species, spore generating and spore non– generating bacteria, to identify coccus);
- API NE (to identify Gram „– ” bacillus not belonging to *Enterobacteriaceae* family);
- API campy (to identify *Campylobacter spp.*);
- API 50 CH (*Bacillus* and related genera) and others, as well as BBL Crystal systems (*Becton Dickinson Microbiology Systems*) used to identify certain species of microorganisms.

To measure pH in food samples a verified pH meter and standardized methods for measurement of pH in different types of products were used:

- “ГОСТ 26188– 84 “Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения pH”;
- “ГОСТ 28972– 91 “Рыбные консервы и продукты, другие морепродукты. Методы определения pH”;
- “LVS ISO 2917:2004 “Meat and meat products: Measurement of pH – Reference method”.

EVALUATION METHODS FOR RESEARCH RESULTS

The statistical processing of research data used *Microsoft Excel*, *SPSS* programme– **version 15.0** (*Statistical Package for Social Science*). The following statistical methods of data analysis were used: variance analysis, factor analysis, dispersion analysis (ANOVA). Calculations of number of freedom degrees, Fisher’s value and *p– value* were applied to the results obtained.

Chi– square criterion. To analyse the number of observations in each category, chi– square criterion (χ^2) was used in data analysis. Chi–square (χ^2) criterion is used to verify whether two statistical features are independent from each other.

The verification of the compliance of the empiric and theoretical division of qualitative selections with χ^2 criterion in SPSS environment was performed using a test verification tool Analyze/ Nonparametric Tests/Chi– Square.

In cases the *p– value* <0.05, it was considered with 95% probability that the investigated features are interdependent.

Dispersion analysis ANOVA was used to investigate coherence between the resultative and independent features. ANOVA method was used to analyze the differences of average value of MAFAM and coliform bacteria depending on the investigated factor:

- groups of public catering establishments;
- type of food;
- technological treatment process.

Graphic representation of data. The percentage and structural division of data is represented with pie charts. The data from mathematical analysis is represented in form of bar charts and histograms.

To process the research data and establish coherence the mathematic program package **MathCad– 14.0** (*Engineering Calculation Software*) was used.

Data was processed using 2– factor nonlinear regression analysis method. The second row two– argument function $Z=Z(x, y)$ is examined and using the least squares method such coefficients a_i of the function:

$$Z = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3y + a_4y^2 + a_5xy$$

are searched, with which the square difference between the distances of experimental data and appropriate theoretical data would be minimal. Since the impact of the factors is nonlinear, application of the first row two– argument function would be incorrect. Variables in the searched expression are:

Z – the number of microorganisms (or mass loss)

a_i – constants describing the impact of food temperature and pH;

x – food temperature at the point of sample taking °C;

y – pH of the food.

To evaluate the compliance closeness of the theoretical coherence, determination coefficient η^2 , describing the compliance of obtain theoretical coherence with experimental data, is calculated. The closer it is to 1.0 the more precise the theoretical coherence describes the experimental results.

Evaluation of the results of microbiological investigations was based on FVS recommendations for food inspectors in evaluation of the results of microbiological investigations of RTE foods.

The author of the thesis took part in the development of these recommendations together with specialists from the surveillance sector of public catering establishments and Risk Management department of FVS.

The guidelines of Food and Veterinary Service “General methodological guidelines for food sample taking for microbiological investigations and evaluation of results” are based on the guidelines of several countries, including, Australia and New Zealand, United Kingdom and Ireland.

The documents of the aforementioned countries are rather similar and the only difference is in the division of groups (categories) of RTE foods, for instance, one of the guidelines uses three groups (categories) of foods, while other – uses five. The criteria used to evaluate the research results are shown in **Table 3**.

Depending on the type of the microbiological indicator, results higher than 10^4 till 10^7 CFU/g were considered as inappropriate test results – “unsatisfactory test result”.

To evaluate the hygienic situation in public catering establishments, special questionnaires with author's questions were used. The questionnaires contains 19 groups of questions describing the general hygienic situation of each catering establishment of the research, including the interior design, communications (water– supply, drainage, ventilation, and lighting), processing equipment, personnel hygiene, technological processes, assortment of foods, area of the premises and number of employees, waste turnover in the establishment etc. The questions were modelled with the aim to identify in detail the most common non–compliances with hygiene requirements that could affect the microbiological quality and safety of foodstuffs. To define the situation more precisely, in addition the FVS database of Inspection reports of food establishments was used, 114 inspection reports of catering establishments ($n=16$) included in the investigations were evaluated, monthly FVS reports (2004– 2008) on surveillance key figures and information from the FVS food inspectors of Riga city authority were used.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Research results of the first category RTE foods

The obtained results (n=216) show that the biggest proportion in investigations for the amount of ACC is the results with less than 10^4 CFU/g⁻ **92.6%** samples, assessed as satisfactory test results, only **7.4 %** of the samples has results exceeding the limits of satisfactory test results ($>10^4$ CFU/g), within the limits of acceptable results. No unsatisfactory results were identified. In investigations for the amount of TC **93.5%** of the samples showed satisfactory test results $<10^2$ CFU/g acceptable result $10^2 - 10^4$ CFU/g⁻ **6.5%** of the samples. No unsatisfactory test results were identified in ACC or TC investigations. The chart data indicates that the research results of 1st category RTE mainly comply with the criteria used in the research and this is based on the main processing method of this RTE group: heat treatment.

The researches of many scientists specify that food heat treatment temperature higher than 60°C is usually sufficient to efficiently reduce the amount of microorganisms or eliminate them, including the vegetative forms of different pathogenic microorganisms. However, the thermotolerant microorganisms, and especially spores, can survive even under higher temperature. Literature data shows that the distribution of microorganisms in heat treated foodstuffs can be uneven; the survival thereof is enabled by the composition of foodstuffs, including pH, NaCl concentration, the amount of fat and water. Besides there are certain practical difficulties with ensuring steady heat treatment of foods. Uneven thermal treatment can stimulate the development of cold spots, especially if foods are prepared in microwave ovens or containers, where it is difficult to mix or blend the food (*IFST*, 1999; *Blackburn*, *McClure*, 2004; *Zwetering et al.*, 2005; *Jones et al.*, 2004; *Sprenger*, 2004; *Jay et al.*, 2005; *Adams and Moss*, 2006; *Beuchat*, 2006; *Jordan et al.*, 2006; *Lues et al.*, 2007; *Gorris*, 2007; *Melngaile*, 2008).

The comparison of average amount of ACC (lg CFU/g) shows that the indicators in the traditional RTE group are only slightly higher than the indicators in the non- traditional RTE group, 2.14 and 2.05 respectively, the average ACC in the whole group being **2.09**.

Also the average amount of TC (lg CFU/g) in the traditional RTE group is slightly higher than in the untraditional RTE group- 1.2 and 1.04 respectively, the average amount of TC in the whole group being **1.12**. The average indexes of TC are smaller than the average indexes of ACC.

The research data of 1st category RTE confirm the information available in scientific literature indicating that microorganisms in foodstuffs or a party thereof are not distributed evenly or homogenously (*IFST*, 1999; *Blackburn*, *McClure*, 2004; *Sprenger*, 2004; *Jay et al.*, 2005; *Zwetering et al.*, 2005; *Adams and Moss*, 2006; *Beuchat*, 2006; *Jordan et al.*, 2006; *Lues et al.*, 2007; *Melngaile*, 2008). This is proved by the following graphical data, for instance, the products containing a lot of fat and having several ingredients show higher amount of ACC, including roasted pork, cabbage rolls with meat, beef liver fritters and pork meatballs, however an exception in this group is buckwheat porridge. Meanwhile the amount of ACC in pork in spicy soy sauce is very low, as this can be influenced by the usage of spices and literature offers data on the preservative impact of spices. The level of microbiological contamination of warm foods is also influenced by the initial contamination, natural microflora and treatment processes thereof, as well as the exposure of foods to different surfaces used in the technological processes and the cleanliness thereof. The comparison of the average amounts (lg CFU/g) of ACC and TC in the traditional RTE group is provided in Figure 1.

The traditional RTE foods group.

The biggest lg CFU/g average amount of ACC was identified in: cabbage rolls with meat – 3.21; boiled buckwheat – 2.98; roasted pork – 2.94 (the average in the group being **2.14**). The calculations of the *p- value* of the acquired average results (with a 95% validity) show that only for roasted pork these differ validly from the average values of other foods.

The biggest lg CFU/g average amount of TC was identified in: cabbage rolls with meat – 1.9; roasted pork – 1.55; boiled buckwheat – 1.42 (the average in the group being **1.20**), compared

to which the rest of the foods showed statistically valid differences of the average values. In the traditional RTE foods mainly the following microorganisms were identified:

- a) *Bacillus subtilis* in cabbage rolls with meat **maximum quantity**– 6.9×10^4 CFU/g;
- b) *Bacillus amyloliquefaciens* – 6.0×10^3 CFU/g, *Enterobacter cloacae*– 3.2×10^3 CFU/g and *Staphylococcus xylosus* (minimum)– 15.0 CFU/g in pork meatballs. *Staphylococcus xylosus* is Gram positive, coagulase negative bacteria usually found on human and animal skin and in the environment.

These are more commonly widespread in animals and not humans. *Staphylococcus xylosus* is relatively rarely identified as cause for human infection and can very rarely become pathogenic for humans, as some of the stems thereof can produce enterotoxines D, C and E (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Adams and Moss, 2006; Jordan et al., 2006; Lues et al. 2007);

- c) *Escherichia coli* in roasted pork– 3.8×10^4 CFU/g;
- d) *Pantoea spp.* in boiled buckwheat– 1.8×10^4 CFU/g;
- e) *Staphylococcus haemolyticus* in beef liver fritters (**minimum quantity for Staphylococcus genus**– 35.0 CFU/g) and *Bacillus licheniformis*– 2.2×10^4 CFU/g were identified.

The comparison of the average amounts of ACC and TC in the untraditional RTE group is provided in Figure 2.

The untraditional RTE group.

The biggest lg CFU/g average amount of ACC was identified in: beef stew in Thai style – 3.45; tenderized pork “Pulgogi” – 3.43; spicy beef with vegetables– 2.27, the average in the group being **2.05**, compared to which the rest of the foods showed statistically significant differences of the average values.

The biggest lg CFU/g average amount of TC was identified in tenderized pork “Pulgogi” – 1.50, the average in the group being **1.04**.

However, the calculations of the *p*-value of the obtained average results of ACC (with 95% validity) show that only for roasted pork significantly differ from the average values of other foods

In the untraditional RTE group mainly the following microorganisms were identified:

- a) *Bacillus subtilis* in vegetable dish “Tempura jače” – 45.0 lg CFU/g , vegetarian stew 1.3×10^2 lg CFU/g , spicy beef 2.5×10^2 lg CFU/g , beef stew – 1.8×10^4 lg CFU/g ;
- b) *Bacillus licheniformis* in vegetarian stew 1.3×10^2 lg CFU/g , pork ribs and chicken meat “Torino terjaki” – 5.0 lg CFU/g ;
- c) *Staphylococcus* genus microorganisms in chicken meat “Torino”– *Staphylococcus capitis* **minimum quantity 5.0 CFU/g** and *Staphylococcus aureus* in chicken meat with vegetables “Torino terjaki”– 8.1×10^2 CFU/g in 2 cases; in chicken meat “Torino”– 2.6×10^3 CFU/g in 2 cases, *Staphylococcus caprae* in vegetable dish “Tempura jače” – 45.0 CFU/g;
- d) *Ochrobactrum anthropi* in chicken meat “Torino” – 3.8×10^3 CFU/g and in pork ribs– 9.7×10^2 CFU/g;
- e) *Enterobacter cloacae* in tenderized pork “Pulgogi” **maximum quantity 8.5×10^4 CFU/g** and chicken meat “Torino” – 1.3×10^2 CFU/g;
- f) *Klebsiella oxytoca* – 40.0 CFU/g in tenderized pork “Pulgogi”;
- g) *Bacillus stearothermophilus* in spicy beef– 2.3×10^3 CFU/g and *Bacillus coagulans* in tenderized pork “Pulgogi” – 4.1×10^2 CFU/g .

Although thermal treatment on open flame and usage of several spices were characteristic for these RTE foods and they were supposed to be one of the relatively safe ones, the identification of pathogenic staphylococcus in chicken meat dishes in 2 out of 4 cases indicated insufficient thermal treatment of the foods and violation of the hygiene requirements for the personnel. In both cases the amount of the identified microorganisms exceeded 10^3 CFU/g which cannot facilitate development of toxins (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Zwetering et al., 2005; Adams and Moss, 2006).

Different species of microorganisms were identified in 64 cases in both aforementioned 1st category RTE foods. The obtained data indicates that microorganisms were identified more frequently in the untraditional RTE foods – 48 cases (75% of the total amount of investigations), while in the traditional RTE foods they were identified more rarely, only 16 cases – 25%. The summary of microorganism species identified in the 1st category RTE is provided in Figure 3.

This diagram depicts microorganisms of one family with the same colour. Detailed analysis of the microorganisms identified in the RTE foods of this category is given below:

The samples of the 1st category RTE more frequently contained *Bacillus* spp. (32 samples) and *Staphylococcus* spp. (16), *Enterobacter* spp. (6).

Bacillus spp. – 50.0% and *Staphylococcus* spp. – 25.0% microorganisms prevail, *Enterobacter* spp. Contained – 9.38% samples, *Ochrobactrum anthropi* – 6.25%, *Pantoea*, *Klebsiella*, *Escherichia* genera microorganisms contains each 3.13%.

According to the literature the presence of *Bacillus* genera microorganisms in food samples exceeding 10^{2-3} CFU/g indicates insufficient thermal treatment of foods. The frequent presence of these spore developing microorganisms in the samples is laid down by the wide spread of this microorganism in the environment, including food ingredients, soil and water. This agent can also pollute food as the result of cross contamination. *Bacillus* genus microorganisms usually include three species, among which only two – *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* – are pathogenic to humans. *Bacillus subtilis* was isolated in some food related outbreaks; however the number of registered outbreaks is small. The heat treatment resistant toxin produced by the *Bacillus subtilis* is similar to the toxin produced by *Bacillus cereus*. This toxin causes the food toxic infection symptoms like vomiting, and in some cases also diarrhoea. In 1975– 1986 in Great Britain 49 outbreaks with the total number of infected 175 were being registered, the cause for the outbreaks was *Bacillus subtilis*. During the outbreak the causative agent was identified in food 10^5 – 10^9 CFU/g. Among the products identified as reservoirs for the agent were meat, fish products, confectionary, boiled rice (Dahl, 1999; Jay et al., 2005).

Research results of the second category RTE foods

The obtained results (n=166) show that the biggest proportion in investigations for the amount of ACC is the results with less than 10^6 CFU/g 90.4 % of the samples, assessed as satisfactory test results. The amounts of ACC identified in 9.7% of the samples are assessed as acceptable results and are higher than 10^6 CFU/g and smaller than 10^7 CFU/g. No unsatisfactory results were identified.

In the investigations of TC 75.9% of the samples showed satisfactory results $<10^2$ CFU/g 18.07% of the samples showed acceptable results 10^2 – 10^4 CFU/g. Even though the chart indicates that the research results of the 2nd category RTE foods mainly comply with the criteria used in the research, 6.02% of the samples showed unsatisfactory test results $\geq 10^4$ CFU/g.

This can be explained by the main ingredients of these foods, including the fact that the foods contain both thermally treated and thermally untreated components, however they don't contain or contain fewer components naturally having the high amount of microorganisms, for instance, mayonnaise, sour cream, fermented products. Moreover the preparation of these foods often involves the hands and surfaces of the personnel getting in contact with the food, which according to the literature is often the source of secondary microbiological contamination. In these foods like in the 1st category RTE foods a radically different level of microbiological contamination was identified, depending on the interaction among the many exterior and interior factors of the technological process.

The lg CFU/g average indices of the amount of ACC show that in the traditional RTE group these are higher than the indices in the untraditional RTE group, 4.08 and 1.99 respectively (the average in the 2nd category RTE group being 3.0). The comparison of the average indices of TC lg CFU/g show that in this RTE category they are smaller than the average indices of ACC, 1.60 and 3.0 respectively. The average lg CFU/g of TC in the traditional RTE group is

higher than in the untraditional RTE group, 2.20 and 1.03 respectively (the average lg CFU/g of TC being **1.60**).

The lg CFU/g biggest indices of the average amount of TC were identified in: fresh vegetable salad with oil – 3.59; fresh cabbage salad with oil – 3.29; fresh vegetable salad “Rozmarija” – 3.20, the average in the group being **2.20**, compared to which statistically valid average differences of *p-values* (with a 95% validity) were identified in the rest of the foods.

These differences are potentially related with the fact that hot spices are used relatively less in the traditional RTE group than in the untraditional RTE group as they often have also preservative qualities due to the different ingredients and preparation methods. If the ingredients of the foods are slowly cooled or stored in microorganism’s dangerous temperature zone or time, it promotes the reproduction of microorganisms and the microbiological contamination of the foods (Blackburn, McClure, 2004; Sprenger, 2004; Jay et al., 2005; Zwetering et al., 2005; Adams and Moss, 2006).

The comparison of the average amount of ACC and TC in the traditional RTE group is graphically depicted in Figure 4.

The traditional RTE foods group.

The lg CFU/g biggest indices of ACC in this group were identified in: boiled red beef salad with oil – 5.38; fresh cabbage salad with vegetable oil – 5.16; fresh vegetable salad “Rozmarija” – 5.0; fresh vegetable salad with oil – 4.67; beet and bean salad – 4.51, the average in the group being **4.08**.

The calculations of the *p-values* of the obtained average lg CFU/g values of ACC (with a 95% validity) show that they are higher in salads with oil (beetroot, cabbage, fresh vegetable) and salad “Rozmarija”, which compared to fish balls in jelly, beef jelly and thin pancakes stuffed with meat provide valid differences. Moreover this can be explained by the different ingredients of these foods, sources of the primary and secondary contamination, treatment methods used in the technological process, including the cooling of thermally treated components, processing of thermally untreated components, storage and other factors.

In the traditional RTE group mainly the following microorganisms were identified: *Enterobacter cloacae*– 25.9%, *Klebsiella oxytoca*, *Citrobacter freundii* and *Staphylococcus spp.* for all 11.1%, *Enterobacter sakazakii* and *Klebsiella pneumonia* for all 7.4%, *Enterobacter amnigenus* and *Bacillus licheniformis* for all 3.7% and other. Including:

- a) The number of *Enterobacter cloacae* in fresh cabbage salad with vegetable oil, fresh vegetable salad with oil **1.1×10^6 CFU/g (minimum amount)**; salad “Rozmarija” in the amount of 1.8×10^6 CFU/g; in thin pancakes stuffed with meat 2.1×10^6 CFU/g;
- b) The number of *Enterobacter sakazakii* in fresh cabbage salad and salad “Rozmarija” 3.0×10^5 CFU/g;
- c) The number of *Enterobacter amnigenus* in fresh vegetable salad in the amount of 9.8×10^5 CFU/g

The presence of *Enterobacter* genus microorganisms indicates imperfections in the technological processes, they are very sensitive towards steam (under the temperature +121°C they die within 15 minutes), heating in dry air under the temperature +160– 170°C they die within 1 hour. The presence of these microorganisms in the foods indicates insufficient hygiene and inadequate thermal treatment of the warm foods (PHAC, 2001; Jay et al., 2005; Shaker et al., 2006).

- d) The number of *Klebsiella oxytoca*, including in boiled red beet salad in the amount of **8.0×10^6 CFU/g (maximum)**; in salad “Rozmarja” 3.0×10^5 CFU/g;
- e) The number of *Klebsiella pneumonia* in fresh cabbage salad with vegetable oil $1.8– 3.0 \times 10^6$ CFU/g ; *Citrobacter freundii* in salad „Rozmarija” 1.8×10^6 CFU/g ; in boiled red beet salad 9.2×10^3 CFU/g;
- f) The number of *Staphylococcus spp.* : *Staphylococcus hominis* in boiled red beet salad 9.2×10^3 CFU/g; *Staphylococcus ligdunesis* in beef jelly 1.0×10^3 CFU/g; *Staphylococcus capitis* in fresh cabbage salad 1.1×10^5 CFU/g;

- g) The number of *Bacillus licheniformis* in thin pancakes stuffed with meat 1.7×10^3 CFU/g and other. The comparison of ACC and TC in the untraditional RTE group is provided in Figure 5.

The untraditional RTE foods group.

The lg CFU/g biggest average values of ACC lg CFU/g in this group were identified in: fritted vegetables – 3.91; chicken meat with vegetables “Taugogipakom” – 3.29; beans with sesame and soy sauce – 2.23, the average in the whole group being **3.04**, compared to which the rest of the foods showed statistically valid differences of the average values. The biggest average values of TC were identified only in chicken meat with vegetables “Taugogipakom” – 1.30, the average in the whole group being **1.62**, compared to which the rest of the foods showed statistically significant differences of the average *p-values* (with a 95% validity).

The amount of ACC identified in all foods of the 2nd category was biggest than the identified amount of TC (Figures 3.4 and 3.5). The lg CFU/g of ACC and TC was considerably smaller in untraditional RTE than in the traditional RTE.

In the untraditional RTE group mainly the following microorganisms were identified: *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Actinomyces* genera, *Enterobacter cloacae*, *Brevibacillus brevis* and *Brevibacillus laterosporus*, *Micrococcus sedentarius* microorganisms. *Bacillus spp.* microorganisms were identified in 10 cases (35.7%), *Enterobacter cloacae* in 4 cases (14.3%), *Klebsiella oxytoca* in 6 cases (7.3%) including:

- Bacillus licheniformis* and *Bacillus firmus* in fritted vegetables $1.0 - 1.1 \times 10^3$ CFU/g;
- Bacillus pumilus* in chicken meat with vegetables “Taugogipakom” 4.4×10^3 CFU/g;
- Staphylococcus capitis* was identified in celery in garlic sauce 15.0 CFU/g (**minimum**);
- Staphylococcus xylosus* in vegetable assortment 3.4×10^3 CFU/g;
- Brevibacillus laterosporus* in fritted vegetables 2.9×10^5 CFU/g (**maximum**);
- Micrococcus sedentarius* in beans with sesame and soy sauce 2.0×10^2 CFU/g and other.

Different genera and species of microorganisms in the foods of the second category were identified in 82 cases (66 samples), mainly *Enterobacter spp.* – 29.3%, *Bacillus spp.* – 14.6%, *Staphylococcus spp.* – 12.2 %, *Klebsiella spp.* – 12.2% and *Citrobacter freundii* – 7.32% microorganisms. The microorganisms were more often identified in the traditional RTE group – 54 cases (40 samples) – 65.8%, more rarely in the untraditional RTE group – 28 cases (26 samples) – 34.2%.

The microorganisms of *Enterobacter* genus is one of the most frequently represented groups of the *Enterobacteriaceae* family. The microorganisms of this family are associated with different infections, including the nosocomial or intrahospital, as well as food and water borne infections. The natural reservoirs of these agents are usually soil, water, waste water, human and animal intestinal canal, dairy products. They are very sensitive towards heat treatment. The presence of these microorganisms in foods indicates insufficient hygiene and inadequate thermal treatment of warm foods. The majority of these microorganisms are antibiotics (cefalotine and ampiciline) resistant, especially *Enterobacter cloacae* and *Enterobacter aerogenes*, as well as resistant towards different disinfectants – 1% natrium hypochloride, 70% ethyl alcohol, phenols, formaldehyde, iodine and other. *Enterobacter sakazakii* is a conditional pathogen related with necrotized enterocolitis and meningitis in newborns, it has been found in milk powder and baby food (17.4%). This agent is also often found in soil, rodents and insects. It is isolated from wide variety of foodstuffs: also in high temperature pasteurized milk, cheese, meat, vegetables, cereals, spices, fermented products, bread and other (PHAC, 2001; Jay et al., 2005; Shaker et al., 2006). The data summary of microorganism species identified in researches is provided in Figure 6.

This diagram depicts microorganisms of one genus with the same colour. Although this RTE group was not characterized by thermal treatment of all components, as it was with the previous category of RTE, the identification of *Enterobacter cloacae*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.* indicates insufficient thermal treatment of certain ingredients of the foods as well as the fact that these foods were contaminated during cooking and storage, and in some cases the technological, surface hygiene and personnel hygiene and other requirements for food preparation were violated.

Research results of the third category RTE foods

Notwithstanding that the comparison of ACC research results do not use particular comparison criteria and the third category RTE have naturally high total amount of bacteria, evaluation of obtained results was carried out. In ACC researches the biggest proportion is drawn up by results with low total amount of bacteria – up to 10^4 CFU/g – 38.8% of the samples and with average total amount of bacteria – between 10^4 and 10^6 CFU/g – 38.8% of the samples. 22.3% of the samples showed high amount of bacteria – between $> 10^6$ and 10^7 CFU/g.

Researches for identification of TC showed satisfactory results (less than 10^2 CFU/g) in 50.6% of the samples; results with smaller amount $< 10^2$ CFU/g were identified in the untraditional RTE group – 66.7% of the samples. Acceptable results from 10^2 to 10^4 CFU/g were identified in 35.3% of all samples, but in the traditional and untraditional RTE groups 42.5% and 28.9% respectively. Unsatisfactory results in the researches for TC exceeding 10^4 CFU/g were more frequently identified in the traditional RTE group – 25%, in the untraditional RTE group – 4.4%, the average proportion being 14.1%.

The statistical processing of data and the comparison of the obtained results shows that the biggest average amount was identified in the investigations of traditional RTE, for ACC – 1.0×10^6 CFU/g and TC – 2.1×10^4 CFU/g. The average amount of ACC in the traditional RTE group is bigger than in the untraditional RTE group – 4.66 and 4.65 respectively (the average in the group being **4.44**). The average amount of TC is 2 times smaller than the average of ACC and is bigger in the traditional RTE group than in the untraditional RTE group, 2.83 and 1.70 respectively (the average in the group being **2.24**).

The traditional RTE foods group.

The obtained calculations of the lg CFU/g average amount of ACC show that they are very high in freshly squeezed carrot juice – 6.47, boiled vegetable salad with mayonnaise – 5.93, meat salad – 5.6, salad “Rosols” – 5.34, “crab meat” salad with mayonnaise – 5.06, the average in the group being **4.66**.

The smallest ACC lg CFU/g were identified in milkshake with apple juice – 1.99 and whipped cream with cottage cheese – 3.73, which also have valid differences from the rest of the RTE in this group. The biggest lg CFU/g of TC in the traditional RTE group were identified in vegetable salad – 4.1; meat salad – 3.6; freshly squeezed carrot juice – 3.5, the average in the group being **2.8**.

In the traditional RTE group mainly the following microorganisms were identified: *Klebsiella* spp. – 46.7% cases, *Enterobacter* spp. and *Pantoea* spp. – 26.7% cases each. *Staphylococcus* spp. and *Escherichia* spp. 13.3% cases each, *Bacillus licheniformis*, *Citrobacter freundii*, *Serratia odorifera*, moulds and *Hafnia alvei* 6.7% each. Including:

- Klebsiella oxytoca* – in freshly squeezed carrot juice from 1.5 to 5.9×10^6 CFU/g; in meat salad 9.3×10^6 CFU/g (**maximum quantity**); in boiled vegetable salad with mayonnaise 1.0×10^6 CFU/g;
- Enterobacter cloacae* – in freshly squeezed carrot juice 1.5×10^6 CFU/g; in celery salad with apples 1.6×10^5 CFU/g;
- Enterobacter aerogenes* – in boiled vegetable salad with mayonnaise 1.6×10^6 CFU/g;
- Enterobacter sakazakii* – in salad „Rosols” 5.9×10^5 CFU/g;
- Pantoea* spp. – in meat salad 1.8×10^4 CFU/g (**minimum quantity**);
- Citrobacter freundii* – in celery salad with apples 1.6×10^5 CFU/g;
- Staphylococcus aureus* – in sweet whipped cream with cottage cheese 1.1×10^6 CFU/g – two cases and other.

Like ACC also the average amount of TC in the traditional RTE (Figure 7) is comparatively smaller in milkshake with apple juice – 1.0 and whipped cream with cottage cheese – 1.98, that have many valid differences. Among the rest of the RTE foods significant differences were not identified. Also TC in the aforementioned salads of the untraditional RTE group (Figure 8) have similar tendencies as ACC, however, they are not so pronounced as the significance is observed in less cases.

The untraditional RTE group:

The indices of the lg CFU/g average amount of ACC obtained in the researches are higher in “Greek” salad with Feta cheese – 5.8; “Italian” pasta salad – 5.6%; “Roman” salad – 5.5; shrimp salad with cheese – 4.67; meat salad – 4.5, the average in the group being **4.4**. ACC lg CFU/g are relatively smaller in tuna salad, fritted fish in vegetable marinade and squid salad with sea “cabbage”, as the preparation of these foods involves ingredients of thermally treated and fermented products and they have valid differences from foods having a higher amount of ACC. In this group of foods the biggest indices of the average amount of TC were identified in “Italian” pasta salad – 3.32; meat salad – 2.95 and “Roman” salad – 2.48, the average in the group being **2.27**. The comparison of the results obtained in the untraditional RTE group is provided in Figure 8.

The untraditional RTE group indicated *Enterobacter cloacae* – 42.8% of the cases, *Bacillus subtilis* and *Pantoea spp.* – each 14.3% of the cases, *Bacillus licheniformis*, moulds, yeasts, each 7.1%. Including:

- Bacillus subtilis* – in “Italian” pasta salad with chicken 1.8×10^6 CFU/g; in meat salad 1.4×10^6 CFU/g;
- Enterobacter cloacae* – in “Greek” and “Roman” salad 1.5×10^5 CFU/g and 4.7×10^6 CFU/g respectively (**maximum**), in tuna salad 4.4×10^3 CFU/g (**minimum**);
- Bacillus licheniformis* – in “Italian” pasta salad with chicken 9.0×10^5 – 1.8×10^6 CFU/g and other.

Several species of microorganisms in the third category RTE were identified in 76 cases (50 samples). The species of microorganisms were more frequently identified in the traditional RTE group – 48 cases (63.2%), in the untraditional RTE group – 28 cases (36.8%).

The summary of main microorganism's genera and species identified in researches is provided in Figure 9.

This diagram depicts microorganisms of one genus or species with the same colour. Mainly the following microorganisms total in the third category RTE foods were identified: *Enterobacter spp.* – 26.3%, *Klebsiella spp.* – 18.2%, *Pantoea spp.* – 15.8%, *Bacillus spp.* – 10.5%, *Staphylococcus spp.* – 7.89 %, *Escherichia spp.* and moulds 5.26% each, *Serratia odorifera*, yeasts, *Hafnia alvei*, *Citrobacter freundii* – 2.63% each.

The genera and species of the most frequently discovered microorganisms, the literature and the observations of the research show fundamental problems in the activity of Latvian public catering establishments.

In 20 (9%) cases of the research *Bacillus subtilis* and in 18 (8.1%) cases *Bacillus licheniformis* were identified in the foods. Both of the microorganisms in some cases can cause food poisoning, the symptoms of the disease being similar to illnesses caused by *Bacillus cereus* (Blackburn, McClure, 2002; Jay et al., 2005).

In the result of the identification in 26 (11.7%) cases *Klebsiella* genus microorganisms were identified in the foods, including *Klebsiella oxytoca* in 18 (8.1%) cases. *Klebsiella spp.* microorganisms are of the *Enterobacteriaceae* family. Those are actually a universal microorganism's, widespread in the environment. They colonize human skin and throat, intestinal tract, sterile wound and urethra. They spread by water and food. Usually it does not cause any illnesses at all, however, in the circumstances a person's protective capabilities reduce (newborns, ill people, elderly people etc.), and it can become a cause for infectious disease (including sepsis and pneumonia). Such microorganisms include *Klebsiella pneumonia* and *Klebsiella oxytoca*, the conditional pathogens. *Klebsiella spp.* microorganisms mainly colonize the mucous animal and human surfaces therefore among humans this microorganism is found 19% in human throat, 77% in human excrements and 42% on human hands. Like *Shigella spp.* and *Escherichia spp.*, they can produce cytotoxins. These microorganisms are thermotolerant; the optimal temperature for growing is +37°C (Podschun, Ullman, 1998; Jay et al., 2005).

In 32 (14.4%) cases the foods showed *Staphylococcus spp.* microorganisms, including 4 cases of *Staphylococcus aureus* from 8.1×10^2 – 1.1×10^6 CFU/g exceeding the limit of a satisfactory result. *Staphylococcus* genus microorganisms are widespread in the environment, including on

different surfaces (surfaces of both live and inanimate objects). It reaches food through the personnel of a food business and the food ingredients of warm-blooded animals (including dairy products). In total 27 *Staphylococcus* species and 7 subspecies are known. It is a typical mesophilic, optimal conditions for growing are from + 7°C to +48 °C, optimal temperature +37°C, and optimal pH 6 –7. The best temperature for production of enterotoxins is +35°C...40°C. *Staphylococcus aureus* develops 7 protein enterotoxins (A, B, C₁, C₂, C₃, D and E). Enterotoxins A and D are more frequently the causes for food outbreaks. The most commonly widespread is *Staphylococcus aureus*, it is found in 20 – 50% of healthy humans on the mucous membrane of the upper respiratory organs (Jay *et al.*, 2005; Adams, Moss, 2006). The biggest amount of ACC CFU/g was found identifying the microorganisms of *Enterobacter*, *Pantoea* and *Hafnia* genera – 66.0 CFU/g, while the smallest: *Staphylococcus aureus*– 25.0 CFU/g; *Bacillus licheniformis* and *Staphylococcus capitis* together 5.0 CFU/g.

Although this RTE foods group was not characterized by thermal treatment of all the components before serving, identification of *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella spp.* and *Bacillus spp.* in high amounts indicates insufficient thermal treatment of certain ingredients of the foods and the fact that the technological, hygiene and personnel hygiene requirements for food preparation have been violated.

Interconnection among the amount of microorganisms, food temperature and pH

Based on international experience and data available in scientific literature, it was necessary also in this research to identify the potential interconnection among the amount of ACC and TC, temperature of RTE samples and pH. The figures in this chapter depict the most characteristic interconnections.

Summary of the research results of the 1st category RTE foods.

According to the literature it is known, that temperature, pH and water activity plays an essential role in regulating the amount of microorganisms. Then the temperature and pH parameters were chosen to identify their impact on the amount of microorganisms in the RTE samples. The results obtained in the 1st category traditional RTE group are provided in Figure 10.

Being aware that the amount of microorganisms in food largely depends on the ingredients of the foods and the used treatment methods of the foods, including the preparation temperature, pH and other factors, it was important in this research to investigate the impact of each of the aforementioned factors.

The 1st category RTE foods differ from the other RTE groups analyzed within this research with high preparation temperature – all components in these foods are thermally processed.

A connection describing the direct impact of temperature and pH on the average indices of ACC in the traditional RTE group was calculated:

$$\text{ACC lg trad.} = 273 - 0.73 \cdot T + 0.0064 \cdot T^2 - 87 \cdot \text{pH} + 8 \cdot \text{pH}^2 - 0.04 \cdot T \cdot \text{pH} \quad (1)$$

The determination coefficient of ACC in the samples of traditional RTE is $\eta^2 = 0.55$.

A connection describing the direct impact of temperature and pH on the average indices of ACC lg CFU/g in the untraditional RTE group was calculated:

$$\text{ACC lg untrad.} = 0.95 \cdot T - 0.00002 \cdot T^2 + 14.16 \cdot \text{pH} - 0.24 \cdot \text{pH}^2 - 0.154 \cdot T \cdot \text{pH} - 76.7 \quad (2)$$

The determination coefficient of ACC in the samples of untraditional RTE is $\eta^2 = 0.415$ and is smaller than the determination coefficient in the samples of traditional RTE.

The contour lines in Figures 10 and 11 indicate how important it is to observe the preparation and storage temperature for the foods, because as the temperature drops below +60° C and pH exceeds 6.0, the amount of ACC rapidly increases (>2.0 lg CFU/g) – see the red yellow green area.

Figure 11 clearly shows that as the temperature exceeds +75 °C and pH reduces below 5.2, the amount of bacteria is minimal, less than 2.0 lg CFU/g. An interconnection has been obtained describing the direct impact of temperature and pH on the average indices of ACC for the whole RTE group of the 1st category:

$$\text{ACC lg (1 st category)} = 0.0024 \cdot T + 0.0044 \cdot T^2 + 12 \cdot pH - 0.31 \cdot pH^2 - 0.117 \cdot T \cdot pH - 31.8 \quad (3)$$

The determination coefficient of this connection is $\eta^2 = 0.25$ and we can allow drawing precautionary conclusions on the interconnection between temperature and pH on the total amount of bacteria in the samples of the 1st category RTE. This can be explained by the large differences of the various foods included in this group.

Evaluating the dependence of the amount of TC on the preparation temperature and pH of the traditional RTE of the 1st category, comparing with the investigations of the amount of ACC, a more pronounced increase of the amount of TC can be observed (yellow red area in Figure 12). It can be safely declared that under a food temperature higher than 80 °C the amount of TC is low (lg CFU/g – 0.6).

Dependence of the TC on temperature and pH, obtained in the result of statistical processing of data from traditional RTE:

$$\text{TC lg trad.} = -259 \cdot T + 0.47 \cdot T^2 + 7430 \cdot pH - 824 \cdot pH^2 + 30.5 \cdot T \cdot pH - 12020 \quad (4)$$

The determination coefficient of TC lg CFU/g in the samples of traditional RTE foods (Figure 13) is $\eta^2 = 0.95$, sufficiently bigger, but in the samples of untraditional RTE the statistical interconnection between the aforementioned factors was not observed (as only 1.7% of all the investigated samples did not comply with the criteria used in the research).

An interconnection describing the impact of each factor (temperature, pH) on the average indices of lg CFU/g of TC for the whole RTE group of the 1st category was obtained (Figure 13):

$$\text{TC lg (1 st category)} = 19 - 0.215 \cdot T + 0.000026 \cdot T^2 - 2.56 \cdot pH - 0.047 \cdot pH^2 + 0.04 \cdot T \cdot pH \quad (5)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.566$ and it describes the close connection between the obtained interconnection and production data.

An interconnection describing the impact of each factor (temperature, pH) on the average indices of lg CFU/g of TC for the whole RTE group of the 1st category was obtained (Figure 13):

Summary of the research results of the 2nd category RTE foods.

The second category RTE are described by smaller preparation temperature, as this group contains foods that have some thermally treated components. It is important to identify how the amount of ACC of RTE in this category depends on the preparation temperature and pH. A visual interpretation of this interconnection is depicted in Figures 14 – 15.

An analytic interconnection describing the impact of temperature and pH on the amount of ACC in the 2nd category traditional RTE was obtained (Figure 14):

$$\text{ACC lg trad.} = 11.7 - 1.8 \cdot T + 0.03 \cdot T^2 + 0.78 \cdot pH - 0.3 \cdot pH^2 + 0.23 \cdot T \cdot pH \quad (6)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.74$, which provides good description of the total amount of bacteria in the RTE of this category. The contour lines indicate that the amount of ACC can be substantially influenced by pH (higher than 4.0).

The obtained results for the dependence of the amount of ACC in the 2nd category untraditional RTE on food preparation temperature and pH show that a rapid increase of the total amount of bacteria can be observed, when $pH > 5.5$ and temperature is high, as the temperature rises from $+7 \dots +10$ °C and the pH stays low, the amount of ACC reduces. Analytical interconnection describing the direct impact of temperature and pH on the amount of ACC was obtained:

$$\text{ACC lg untrad.} = 80.87 - 4.77 \cdot T - 0.12 \cdot T^2 - 24.01 \cdot pH + 1.45 \cdot pH^2 + 1.38 \cdot T \cdot pH \quad (7)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.523$

It can be seen for the whole 2nd category RTE group (Figure 15) that temperature does not have a strong impact on the amount of ACC, if pH is smaller than 4.0. The obtained mathematic interconnection is as follows:

$$\text{ACC lg (2 nd category)} = 4.42 \cdot T - 0.17 \cdot T^2 - 2.46 \cdot pH + 0.376 \cdot pH^2 - 0.276 \cdot T \cdot pH - 6.94 \quad (8)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.36$, which allows drawing the respective conclusions and describing a rather weak interconnection among the aforementioned factors.

Evaluating the interconnection between the amount of TC and the food preparation temperature and pH in the 2nd category traditional RTE (Figure 16) we can observe a substantial increase of these bacteria, as the food preparation temperature and pH level increases. The level lines of the interconnection show that food temperature up to $+10 \dots +12$ °C does not substantially impact the changes of the amount of TC, starting to rapidly increase, as the temperature rises. An interconnection was obtained describing the impact of each factor (temperature, pH) on the amount of TC:

$$\text{TC lg trad.} = 117.9 - 10.7 \cdot T + 0.21 \cdot T^2 - 30 \cdot pH + 1.74 \cdot pH^2 + 1.55 \cdot T \cdot pH \quad (9)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.58$, being sufficient to draw conclusions about the interconnectivity of both factors.

The interconnection of the amount of TC in the untraditional RTE group in the 2nd category cannot be identified, as the results of this group comply with the microbiological criteria. The obtained interconnection for the whole group of foods of the 2nd category is given below (Figure 17):

$$\text{TC lg (2 nd category)} = -5.07 + 0.882 \cdot T - 0.039 \cdot T^2 + 1.732 \cdot pH - 0.216 \cdot pH^2 - 0.017 \cdot T \cdot pH \quad (10)$$

The determination coefficient of the interconnection for the whole group of 2nd category RTE is $\eta^2 = 0.367$, sufficient to draw conclusions on a pronounced central tendency.

Summary of the research results of the 3rd category RTE.

The third category RTE are described by smaller preparation temperature, they are not thermally treated before consumption. Therefore it was important to clarify how the amount of ACC of this category is influenced by food temperature and pH. A visual interpretation of this interconnection is depicted in Figures 18 – 19.

The third category traditional RTE is also described by smaller preparation temperature.

A visual interpretation of this interconnection is depicted in Figure 18. The level lines indicate that the amount of ACC is strongly influenced by food temperature. It can be seen that as the temperature raises to $+12 \dots +13$ °C, there is no substantial impact on the amount of bacteria in

foods, but as the temperature rises, a radical increase of the amount of bacteria can be observed. pH of the food does not impact the increase of the amount of ACC.

Also the analytic expression of this interconnection was obtained (see below) with a determination coefficient $\eta^2 = 0.731$, high enough to draw conclusions on substantial interconnection between the two factors.

$$\text{ACC lg trad.} = 0.46 \cdot T + 0.04 \cdot T^2 + 12.3 \cdot pH - 0.93 \cdot pH^2 - 0.21 \cdot T \cdot pH - 31 \quad (11)$$

The obtained interconnection indicates the crucial role of the temperature in increase of the amount of bacteria, as both coefficients under temperature are with a „+” sign. The role of pH in the increase of the amount of bacteria increases with the rise of temperature over 15 °C.

An analytical interconnection was obtained in the 3rd category untraditional RTE group describing the direct impact of temperature and acidity on the amount of ACC:

$$\text{ACC lg untrad.} = 0.83 \cdot T - 0.074 \cdot T^2 + 5.6 \cdot pH - 0.6 \cdot pH^2 - 0.038 \cdot T \cdot pH - 8.62 \quad (12)$$

According to the calculations it can be seen that the amount of ACC bacteria in the 3rd category untraditional RTE is impacted more by the pH in the products than the temperature. At a pH below 5.5 the amount of bacteria is high and not dependent a lot on the temperature. This is very important for the increase of the amount of bacteria. As the pH exceeds 6.0 and the temperature rises >10 °C, the amount of ACC is pronouncedly smaller. The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.581$, being high considering the very different foods in this group.

Figure 19 shows that the microbiological quality of these foods is substantially dependent on the temperature of the food. The amount of ACC rapidly increases if temperature is higher than +11°C. The pH level of foods also impacts the amount of ACC, but not as substantially as temperature.

$$\text{ACC lg (3 rd category)} = 0.03 \cdot T + 0.045 \cdot T^2 + 11.07 \cdot pH - 0.975 \cdot pH^2 - 0.128 \cdot T \cdot pH - 24.03 \quad (13)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.44$, describing a sufficiently close connection and allows drawing conclusions on the nature of the impact.

The graphical figure shows that the closest interconnection between the temperature and pH shows in temperature higher than +11° C and pH higher than 4.5.

The amount of TC also increases, if the food temperature is higher than 11°C. A visual interpretation of the interconnection is depicted in Figures 20 – 21.

Evaluating the impact of amount of coliform bacteria on the food preparation temperature and pH in the third category traditional RTE group, it can be seen that the increase of the amount of these bacteria's is similar to the increase of ACC, however, a more important impact is that of the pH level of the food, especially, if the temperature is higher than 15°C. This is also shown by the „+” sign in the obtained interconnection, if pH is variable. The results show that the food temperature can be up to +12 °C. The mathematical interconnection obtained from the investigations of the 3rd category traditional RTE is given below (Figure 20):

$$\text{TC lg trad.} = 1.3 \cdot T - 0.0087 \cdot T^2 + 5.1 \cdot pH - 0.22 \cdot pH^2 - 0.25 \cdot T \cdot pH - 18.2 \quad (14)$$

The determination coefficient for TC lg cfu/g $^{-1}$ in the samples of traditional RTE is $\eta^2 = 0.837$, which is higher than the determination coefficient in the samples of untraditional RTE $\eta^2 = 0.43$.

The calculations indicate that as temperature rises above 9°C and pH exceeds 4.5, a substantial impact on the amount of TC can be observed. The mathematical calculation of the interconnection obtained from the 3rd category untraditional RTE is given below:

$$\text{TC lg untrad.} = 5.03 \cdot T - 0.156 \cdot T^2 + 10.54 \cdot \text{pH} - 0.58 \cdot \text{pH}^2 - 0.595 \cdot T \cdot \text{pH} - 42.7 \quad (15)$$

The determination coefficient of TC in the samples of non-traditional RTE is $\eta^2 = 0.43$, which is smaller than for traditional RTE.

The aforementioned interconnections show the crucial role of temperature in the increase of the amount of ACC and TC, as in both researches, the determination coefficients are with a „+” sign at temperature higher than +10°C. In its turn the role of pH for increase of the amount of microorganisms increases as the temperature rises above +15°C.

An interconnection describing the impact of each factor (temperature, pH) on the amount of TC for the whole RTE group of the 3rd category was obtained (Figure 21):

$$\text{TC lg (3 rd category)} = -20.52 + 0.493 \cdot T + 0.027 \cdot T^2 + 7.8 \cdot \text{pH} - 0.627 \cdot \text{pH}^2 - 0.151 \cdot T \cdot \text{pH} \quad (16)$$

The determination coefficient of this interconnection is $\eta^2 = 0.523$

The comparison of the interconnection among the data of all RTE categories and groups allows drawing conclusions that only the 3rd category RTE shows a significant interconnection among temperature, pH and the amount of microorganisms. The determination coefficients are especially biggest in the traditional RTE group of this category, both for ACC and TC, where the determination coefficients are the closely to 1.0.

Evaluation of the hygienic situation in catering establishments

The hygienic situation was evaluated in catering establishments (n=16), where RTE samples were taken, using questionnaires and data from FVS database of inspection protocols. The summary of the results of the hygienic evaluation is given in **Table 4**.

In 5 out of the 16 catering establishments included in the investigations, samples not complying with the microbiological criteria (4.8–17.6%) were found; therefore it can be declared that 31.2% of the catering establishments have substantial problems with hygiene. Only one establishment did not have significant problems with hygiene.

Food samples not complying with the microbiological criteria were found in establishments, where different kinds of non-compliances with the hygienic requirements, including non-compliance with the technological process were found (using a questionnaire and control of hygienic requirements in the establishment at the point of sample taking): in cooling, defrosting and thermal treatments, storage processes.

However, according to the data of the inquiry and the data from FVS database of inspection protocols, only 20% of the establishments involved in the research comply with the hygienic requirements (fully comply with the requirements of laws and regulations), as no substantial inadequacies were found there, that could impact the quality and safety of food. In the rest 80% of the establishments, different kinds of violations of the hygienic requirements were found. The graphic depiction of the most frequently identified non-compliances is provided in Figure 22.

Within the research the hygienic situation in catering establishments was analyzed, indicating once again the most common and frequent non-compliances with hygienic requirements.

One of the most frequent non-compliance, seriously impacting the quality and harmlessness of foodstuffs, is violation of the technological processes of treatment and preparation of foods in the establishment. During the research non-compliances with hygienic requirements were identified in the catering establishments, including problems with food defrosting (7.3%) and cooling (17.1%) – when the personnel of the establishment does not observe the time and temperature requirements; problems with storage of the foods (including inadequate temperature: less than +60°C for warm foods and/or more than +10°C for refrigerated foods (14.6%); problems with product compatibility and cross-contamination (4.9%).

Overall such problems were identified in 10 (62.5%) of the 16 establishments evaluated. So, actually these establishments show grave violations of the technological processes and

hygienic requirements on a daily basis, which can impact the microbiological quality of food, also proved by the results of this research.

26.8% of the establishments analyzed in this research showed violations in cleaning and disinfection. 9.8% of the establishments showed non-compliances in the hygiene of the premises– damaged walls, floors and ceilings, insufficient space of the premises – including confined and overloaded premises, work places and 17.1% – problems with knowledge about hygiene among the personnel.

12.2% of the establishments showed serious problems in the compliance of production equipment, inventory and surfaces being in contact with food with the hygienic requirements, as most of them showed signs of rust, had damaged and uneven surfaces, that are difficult to clean etc.

If the obligatory hygienic requirements in a food establishment are simultaneously violated in several stages of turnover, including the technological requirements of food treatment, also the microbiological quality of RTE foods seriously fails. This is also proved by the results of the microbiological investigations in this research.

SUMMARY OF RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

There were identified the results which do not comply with used criteria „satisfactory” among investigations on ACC in **5.8%** and among investigations on TC in **25.0%**. These samples were more often identified in the:

- third category RTE foods– **64.7%** (TC);
- second category RTE foods respectively– **9.6%** in ACC investigations and **24.09%** in TC investigations;
- first category RTE foods respectively– **7.4%** in ACC investigations and **6.5%** in TC investigations from total amount of samples.

The highest microbial contamination more often identified in traditional RTE foods, than in untraditional RTE foods. Unsatisfactory testing results were not identified in the 1st category RTE foods both among ACC and TC investigations, but in all category RTE foods only in ACC investigations. In the second category RTE foods in 10 (6.02% from 166) cases in investigations on TC identified results were higher than 10^4 CFU/g, respectively in third category RTE foods 24 (14.1% from 170) cases.

The investigation results which do not comply with, used criteria „satisfactory” (higher than „satisfactory” testing result), in ACC and TC investigations were more often identified in the traditional RTE group – 130 (23.5%) cases, including:

- a) in the 1st category RTE – 22;
- b) in the 2nd category RTE – 54;
- c) in the 3rd category RTE – 54.

In the untraditional RTE group, non – compliant samples were identified in 40 (7.2%) cases, including:

- a) in the 1st category RTE – 8;
- b) in the 2nd category RTE – 2;
- c) in the 3rd category RTE – 30.

The research proves that the amount of ACC and TC in foods depends on the ingredients of the foods and the used treatment methods thereof, as well as on the degree personnel hand work is used in the preparation of the foods and whether or not all stages of food chain in the catering establishment observe hygienic requirements. It also depends on the condition, whether these products require additional thermal treatment before consumption.

The more impact factors of the microbiological quality, such as food treatment methods (thermal treatment, cutting, cooling etc.), multi component foods and their ingredients, the primary and secondary contamination of the ingredients, the bigger the indices of the average decimal logarithms of ACC and TC. The aforementioned interconnections can be observed in the graphic figures of the average decimal logarithms of the amount of ACC and TC. The biggest average decimal logarithm of ACC was identified in the samples of traditional and untraditional RTE in the 3rd category (Figure 23).

A similar outlook was observed in the investigations for the amount of TC; however, these average indices are smaller than for investigations for ACC. Analogical conformities were observed in the graphic depiction of the average values of TC (Figure 24).

The decimal logarithm of the average ACC and TC values characterises all groups of RTE. The biggest average ACC and TC values were identified in the 3rd category RTE: ACC up to 4.66, TC up to 2.83. The summary of average values obtained from investigations of all groups of RTE is provided in **Table 5**.

The lg CFU/g average amount of ACC (4.66) in the traditional RTE group is higher than in the untraditional RTE group (4.24). The average amount of TC is higher in the 3rd category traditional RTE group (2.8) than in the untraditional RTE group (1.7).

48.9% of the investigations show 5 to 10 CFU/g, which due to the small identified material partly encumbered the identification of microorganism species; in 1st category RTE microorganism species were identified in only 62.9%, 2nd category – 50.6%, 3rd category – 29.4% of the samples.

The smallest ACC amount (≤ 10 CFU/g) was identified in 1st category RTE samples, but the biggest ($> 10^5$ CFU/g) in 3rd category RTE. The smallest TC amount (≤ 10 CFU/g) was identified in the 1st and 2nd category RTE, 196 and 122 samples respectively, in 3rd category RTE 83 samples respectively. The biggest ACC amount ($> 10^4$ CFU/g) was identified in the 3rd and 2nd category RTE samples, 72 and 84 samples respectively.

The biggest amount of samples, where it was possible to identify microorganism species were the samples of 2nd and 1st category RTE foods, 37.1% and 34.8% respectively. The smallest amount of samples, where it was possible to identify microorganisms species were the samples of the 3rd category RTE – 28.1%.

In 33.2% RTE samples (n=522) different genera and species of microorganisms were identified – 222 cases. Microorganism's genera and species were identified in 178 RTE foods samples, including only one type of microorganisms in 148 samples (83.1%) and in 30 samples (16.9%) 2 to 4 species of microorganisms were identified at the same time. Including:

- *Bacillus spp.* were identified in 23.43% of the cases;
- *Enterobacter spp.* – 22.52% of the cases;
- *Staphylococcus spp.* – 14.4% of the cases;
- *Klebsiella spp.* – 11.7%;
- *Ochrobactrum spp.*, *Escherichia spp.* and moulds 2.7% each;
- *Hafnia alvei* and *Brevibacillus spp.* 1.8% each;
- other microorganisms – *Pantoea spp.* 7.2%, *Citrobacter spp.* 3.6% and yeasts 1.8%;

Numerically the least represented were *Serratia spp.* and *Micrococcus spp.* 0.9% respectively, the summary of the results of all three categories is provided in Figure 25.

Different genera and species of microorganisms were identified in 53.2% of the cases in investigations of traditional RTE and 46.8% of the cases in investigations of untraditional RTE. The number of cases of identified species of microorganisms was bigger in the samples of traditional RTE than in the samples of untraditional RTE. In the 2nd category RTE foods microorganisms were identified more often – 37.1%, than in 1st category – 34.8% and 3rd category – 29.1% RTE.

Among them mainly saprophytic and conditionally – pathogenic microorganisms were identified; however in six cases the pathogenic *Staphylococcus aureus* was identified:

- In two cases in the 1st category chicken meat RTE *Staphylococcus aureus* was identified in the amount above 10^2 CFU/g and is an “satisfactory result”;
- In two cases in the 1st category chicken meat RTE it was higher than 10^3 CFU/g and is thus an “unsatisfactory result”;
- In two samples of whipped cream with cottage cheese in the 3rd category RTE *Staphylococcus aureus* was identified in the amount of $>10^6$ CFU/g

Staphylococcus aureus in volumes higher than 10^3 CFU/g are considered potentially dangerous for consumer health; indicating grave non-compliances in the process of preparation of these foods.

Microorganisms were more often identified in the samples of the 2nd category RTE (66 samples), but more rarely in the 1st category RTE (62 samples) and 3rd category RTE (50 samples).

Mainly the microorganisms of *Enterobacter spp.*, *Bacillus spp.* and *Staphylococcus spp.* were identified in RTE. The lg CFU/g average amount of TC in the traditional RTE group was higher – 2.83 than in the untraditional RTE group – 1.7, being 2 times smaller than the average ACC.

The 2nd category RTE in ACC investigations and 3rd category RTE in TC investigations had statistically significant differences among the average of the groups. The summary of the *p*-value calculations is provided in **Table 6**.

The 1st category RTE between traditional and untraditional RTE groups only the average values of TC have a statistically valid difference. The 2nd category RTE, both the average values of ACC and TC between traditional and untraditional RTE groups have statistical validity, but the 3rd category RTE – only TC has a valid difference. The identified interconnections show that the thermally treated RTE, namely, the 1st category RTE foods have the smallest amount of ACC and TC, while in the mixed foods and foods that are not thermally treated before consumption– a higher amount of ACC and TC was identified. This indicates a crucial role of thermal treatment of RTE in the reduction of the amount of microorganisms.

The research result analysis indicates that in the 3rd category RTE the amount of both ACC and TC is bigger than in the first and second category RTE. Biggest amounts of ACC and TC were identified in the traditional RTE group, **Table 7**.

The amount of ACC and TC, the species of microorganisms identified in the samples and the proportion of specific species in each of the investigated RTE food categories is significantly different. The amount of TC in the 1st and 2nd category RTE is pronouncedly smaller than in the 3rd category RTE. It depends on the fact that the 1st category RTE foods are thermally treated and the 2nd category RTE foods are thermally treated, then cooled and served without further heat treatment. Therefore TC as and indicator microorganisms could be best used in the 2nd and 3rd category RTE foods, as they are sensitive towards thermal treatment. The genus of identified microorganisms and the proportion of specific species in each of the investigated food categories were significantly different – **Table 8**.

In the result of the investigations based on the information available in scientific literature and the newest experience of other European countries in the field of microbiological quality of food, recommended microbiological criteria's for RTE foods for public catering establishments were elaborated. These criteria should be used for the microbiological testing of final products. The criteria's obtained in the research are provided in **Table 9**.

CONCLUSIONS

1. There is currently no normative basis in Latvia that would regulate criteria's for the microbiological quality of RTE foods prepared in public catering establishments, enabling the usage thereof by food entrepreneurs and representatives of surveillance authorities aimed at evaluating the microbiological quality of food in a more equitable manner. Whereas the laws and regulations of EU in order to ensure the quality and harmlessness of food stipulate the usage of microbiological criteria's based on the evaluation of scientific risk.
2. The most common microbiological indicators were investigated. The aerobic colony count (ACC) and coliform bacteria (TC– total coliforms) were measured in the samples; identification of the species of discharged microorganisms was performed. The number of samples not complying with the quality criteria's was more frequently found in investigations for TC, as well as ACC – 25.0% and 5.8 % respectively. TC and ACC parameter identification in foods could be used as indicators for evaluation of hygiene of technological processes in catering establishments.
3. In 32.2% of the food samples mainly the saprophytic and conditionally – pathogenic microorganisms were identified, but six cases (3.4%) identified the pathogen: *Staphylococcus aureus* in the amount of ($<10^2$ CFU/g – 2 cases, within the allowable limits; $>10^3$ CFU/g – 2 cases and $> 10^6$ CFU/g – 2 cases, exceeding the allowable limits). Pathogenic microorganisms in food samples are earmarked more rarely than the saprophytic and conditionally – pathogenic microorganisms.
4. The indicators in 30% of the food samples exceeded the allowable limits of microbiological quality. The amount of microorganisms has in some cases exceeded the acceptable levels (6.97 lg CFU/g *Klebsiella oxytoca*, in the foods of the 3rd category and 9.37 CFU/g *Klebsiella pneumonia*, in the foods of the 2nd category).
5. The biggest amount of ACC and TC is more frequently found in the group of traditionally prepared foods than in the group of untraditionally prepared foods ($p=0.000$).
6. The biggest volumes (lg CFU/g) of ACC and TC was found in the foods of the 3rd category – 50.6% of the samples, that could be explained by the fact that these foods are not thermally treated before serving and contain several ingredients and production factors (respectively the average ACC – 4.4, TC – 2.2).
7. 222 different species of microorganisms were identified in the foods; among them in 16.9% of the samples 2– 3 species of microorganisms were earmarked at the same time. The largest proportion among the identified microorganisms is drawn up by the microorganisms of the *Bacillus spp.* – 23.43%, *Enterobacter spp.* – 22.52%, *Staphylococcus spp.* – 14.4%, *Klebsiella spp.* – 11.7%, thus the above mentioned microorganisms could be recommended as indicators for the microbiological quality of RTE foods.
8. The mutual influence between the indicators of microbiological quality was analyzed depending on the pH and temperature of the foods at the moment of sample taking. The biggest indicators for mutual influence were found in foods of the 3rd category, ACC determination coefficient in the samples of traditional foods being $\eta^2 = 0.731$, which is higher than the determination coefficient in the samples of untraditional foods $\eta^2 = 0.581$. Determination coefficient for TC in the group of traditional foods is $\eta^2 = 0.837$, which is higher than the determination coefficient in the samples of untraditional foods $\eta^2 = 0.43$. That is indicative on epidemiological significance of this group of meals.

9. It was proved that there is a statistically significant link for dependence of the amount of ACC and TC on the treatment and preparation methods of foods, composition of the foods, quality of raw materials and other production factors were proved. As well as a link between the temperature of the foods at the moment of sample taking and the pH of samples. The risk of microbiological contamination in RTE foods is substantially dependant on the belonging of the foods to a certain category, group and type, emerging from the characteristics of the ingredients and applied methods of technological treatment of the foods.

10. In Latvia on average only 18 – 22% of the catering establishments fully comply with the hygienic requirements and 70 – 80% partly comply with hygienic requirements (2007 – 2008, *FVS*). The research found out that 20% of the respondent public catering establishments observe hygienic requirements on a daily basis, in the other 80% different types of non-compliances with the hygienic requirements were found. In 31.2% of the analyzed catering establishment's significant hygienic problems were observed. The most common are problems with food defrosting 7.3% and refrigeration 17.1%, storage of foods at improper temperature 14.6%: less than +60°C for warm foods and/or more than +10°C for refrigerated foods; 4.9% of the non-compliances are related with product compatibility and cross-contamination.

11. Latvia suitable criteria of microbiological quality for foods prepared in public catering establishments were developed based on the investigation results of most frequently used RTE foods.

12. Recommendations prepared for reduction of microbiological contamination in catering establishments, retention and improvement of the quality of RTE foods, as well as for efficient implementation of state surveillance functions over food chain;

13. The hypothesis of research study was proved that it is advisable to use microbiological criteria as indicators for evaluation of the microbiological quality of RTE foods.

RECOMMENDATIONS

1. RTE foods that are not thermally processed in the final stage are more frequently subjected to high level of contamination with different microorganisms, including conditionally pathogenic ones, frequently being the cause of food borne diseases, therefore public catering establishments and food surveillance authorities should not only use the measurements of amount of ACC and TC as quantitative indicators for contamination, but also *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella spp.* measurements in the final stage of the technological process. Detection of the conditionally – pathogenic microorganisms in amounts exceeding 10^6 CFU/g should be considered a potential hazard for consumer health.
2. The research results undoubtedly indicate the biggest epidemiological risk of the foods in 3rd category, as these foods are often the cause for food poisoning. When organizing training for prospective food specialists, personnel of food establishments and food inspectors, it would be necessary to pay additional attention to the retention of microbiological quality of RTE foods. Especially for these foods that are not thermally treated before serving and contain several ingredients and processing factors.
3. Considering the fact that the breach of different hygienic requirements in Latvian catering establishment is detected relatively often, it would be advisable for the Food and Veterinary Service to include the microbiological investigations in state monitoring programme according to the microbiological criteria defined in this research.
4. Catering establishments are often failing to fully develop, implement and maintain a self – control system, as this problem emerges from the lack of knowledgeable and professional managers and personnel, therefore it is also advisable to:
 - 4.1 include the issues of retaining microbiological quality and harmlessness of food, including the results obtained in this research, in the professional development, training and seminar programmes;
 - 4.2 apply the research results as help for development of self – control system in catering establishments.
5. Research results and recommendations should be submitted to the responsible ministry for approval in the status of a normative document that would pose equal requirements for the microbiological quality of foods prepared in public catering establishments and retail businesses.

