



Co-funded by
the European Union



TOIDUKADUDE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED JAHU-, PAGARI- JA KONDIITRITÖÖSTUSES

**Projekti „Meetodid toidujäätmete vähendamiseks jahutoodetes,
arendades valdkonna spetsialistide spetsiifilist kompetentsi” raames
toimetatud materjal**

Projekti viide: 2021-1-RO01-KA220-VET-000028008



Co-funded by
the European Union



Projekti koordinaator:

**ROMPAN - RUMEENIA JAHU-, PAGARITÖÖSTUSE JA
JAHUPÕHISTE TOODETE TÖÖSTUSE TÖÖANDJATE LIIT**

Ec. Aurel POPESCU – ROMPAN President

**PhD. Eng. Daniela Victorita VOICA - Asepresident – Projekti
koordinaator**

Partnerid:

- **P 1 TIMISOARA “KUNINGAS MICHAEL I” NIMELINE
ELUTEADUSTE ÜLIKOOL - Rumeenia**

Prof. PhD. Cosmin Alin POPESCU – Rektor

**Lektor PhD. Monica NEGREA – Kursuse arendamise
koordinaator**

- **P 2 CALABRIA ÜLIKOOL - Itaalia**

Prof. Nicola LEONE – Rektor

Prof. Filomena CONFORTI – Kursuse arendamise koordinaator

- **P 3 CLUJ NAPOCA PÕLLUMAJANDUSTEADUSTE JA
VETERINAARMEDITSIINI ÜLIKOOL - Rumeenia**

Prof. PhD. Cornel CĂTOI - Rektor

**Prof. PhD. Eng. Adriana PĂUCEAN – Kursuse arendamise
koordinaator**

- **P 4 ESTONIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES - Estonia**

**MSc. Agric. Aret VOOREMÄE – Põllumajandus- ja
keskkonnainstituudi direktor**

PhD. Reelika RÄTSEP – Kursuse arendamise koordinaator



Co-funded by
the European Union



PhD. Daniela VOICA

Arenduskoordinaator

**TOIDUKADUDE VÄHENDAMISE
VÕIMALUSED JAHU-, PAGARI- JA
KONDIITRITÖÖSTUSES**

**Eesti Maaülikool
Tartu, 2024**



Co-funded by
the European Union



Teaduslikud toimetajad:

Prof. PhD. Eng. Gabriela-Elena BHRIM

Prof. PhD. Sonia Ancuța SOCACI

Prof. Adrian RIVIS

Conf. Diana RABA

Prof. Kadri KARP

Prof. Gianni SACCHETTI

Prof. Laura De MARTINO

Eesti keelde tõlkinud ja toimetanud:

PhD. Reelika RÄTSEP

PhD. Annemari POLIKARPUS

Lektor Eleri ARVI

„Euroopa Komisjoni toetus selle väljaande väljatöötamisele ei kujuta endast kinnitust sisule, mis kajastab ainult autorite seisukohti ning riiklik agentuur ja komisjon ei vastuta selles sisalduva teabe mis tahes kasutamise eest.”

Materjalide koostajad

ROMPAN - RUMEENIA JAHU-, PAGARITÖÖSTUSE JA JAHUPÕHISTE TOODETE TÖÖSTUSE TÖÖANDJATE LIIT

PhD. Eng. Daniela Victorița VOICA - Asepresident ROMPAN

Eng. Dana AVRAM

Eng. Virgil PAVEL - Asepresident ROMPAN

Partner 1 TIMISOARA “KUNINGAS MICHAEL I” NIMELINE ELUSTEADUSTE ÜLIKOOL - Rumeenia

Prof.PhD. Ersilia ALEXA

Prof.PhD. Isidora RADULOV

Prof.PhD. Georgeta POP

Lektor Monica NEGREA

Lektor Ileana COCAN

Lektor Diana OBISTIOIU

Partner 2 CALABRIA ÜLIKOOL - Itaalia

Prof. Filomena CONFORTI

Prof. Fedora GRANDE

Dr. Mariangela MARRELLI

Prof. Giancarlo STATTI

Partner 3 CLUJ NAPOCA PÖLLUMAJANDUSTEADUSTE JA VETERINAARMEDITSIINI ÜLIKOOL - Rumeenia

Prof. PhD. Adriana PĂUCEAN

Lecturer PhD Simona Maria MAN

Lecturer PhD. Maria Simona CHIS

Lecturer PhD. Anamaria POP

Lecturer PhD. Anca Corina FARCAS

Partner 4 EESTI MAAÜLIKOOL - Eesti

PhD. Reelika RÄTSEP

PhD. Annemari POLIKARPUS

Lektor Eleri ARVI

Kaasprofessor Evelin LOIT

Kaasprofessor Ivi JÕUDU



Co-funded by
the European Union

ROMPAN





SISUKORD

1. peatükk

Mõistete definitsioon – toidukadu, toidujäätmed ja toidu raiskamine..... 1

1.1. Mõisted ja määratlused.....

1.2. Muud definitsioonid.....

1.3. Üldine informatsioon.....

Kasutatud allikad.....

2. peatükk

**Toidu tarneahela erinevates lülides tekkivaid toidujäätmeid käsitlevad
õigusaktid siseriiklikul ja Euroopa Liidu tasandil 9**

2.1. Toiduainete tarneahel.....

2.2. Konkreetseid õigusaktid.....

2.3. Euroopa Liidu strateegia "Talust taldrikule".....

2.4. Praegune olukord partnerriikides

Kasutatud allikad.....

3. peatükk

**Toidujäätmete tekkepõhjused jahupõhiste toodete käitlemisel ja
ladustamisel 25**

3.1. Uuringud jahu käitlemisel ja ladustamisel tekkivate jääkide kohta.....

3.2. Toidujäätmete tekkepõhjused jahu säilitamise ajal toimuvate füüsilis-
keemiliste protsesside tõttu

3.3. Toidujäätmete tekkepõhjused mikroobse saastumise tõttu.....

Kasutatud allikad.....

4. peatükk

**Toidujäätmete tekkepõhjused jahupõhiste toodete töötlemisel ja
pakendamisel..... 41**

4.1. Uuringud toidujäätmete tekkepõhjuste kohta jahupõhiste toodete töötlemisel ja
pakendamisel.....

4.2. Jääkide tekkepõhjused jahupõhistetoodete töötlemise etappides.....

4.3. Jääkide tekkepõhjused jahupõhiste toodete pakendamisel.....

4.4. Meetodid toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete töötlemisel.....

4.5. Meetmed teravilja tootmisahelas ja töötlemisel tekkivate kadude vältimiseks

Kasutatud allikad.....

5. peatükk

Toidujäätmete tekkepõhjused pagaritööstuses. 70



5.1. Uuringud pagaritoodete tootmisahelas tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta.....

5.2. Tooraine füüsikalise-keemilistest omadustest ja tootmisprotsessi vigadest tulenevad kaod.....

5.3. Tooraine mikrobioloogiline saastumine ja tehnoloogilised vead.....

 5.3.1. Tooraine ja pagaritoodete mikrobioloogilise riknemise põhjused.....

 5.3.2. Meetmed tootmisahelas tuvastatud mikrobioloogiliste kadude vähendamiseks.....

Kasutatud allikad.....

6. peatükk

Toidujääkide tekkepõhjused makaronitööstuses..... 88

6.1. Uuringud makaronitööstuses töötlemise ja pakendamise etapis tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta.....

 6.1.1. Tooraine kvaliteet.....

 6.1.2. Tootmisprotsessi olulisus.....

6.2. Toidujäätmete tekkepõhjused makaronitööstuses

6.3. Toidujäätmete vähendamise meetmed makaronitööstuses.....

Kasutatud allikad.....

7. peatükk

Toidujäätmete tekkimise põhjused küpsisetööstuses.....106

7.1. Uuringud küpsiste töötlemise ja pakendamise etapis tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta.....

7.2. Jääkide tekkepõhjused küpsiste tootmisel.....

 7.2.1. Toormaterjalidest või seadmetest tulenevad saasteained.....

 7.2.2. Võimalike saasteainete teke ja ohud küpsetamisel.....

 7.2.3. Võimalike saasteainete teke ja ohud ladustamisel.....

7.3. Küpsisejääkide tekkepõhjused pakendamise etapis.....

7.4. Toidukadude ennetamise meetodid küpsisetööstuses.....

Kasutatud allikad.....

8. peatükk

Toidu raiskamise põhjused kondiitritööstuses..... 120

8.1. Uuringud toiduraiskamise põhjuste kohta kondiitritoodete tootmisel.....

8.2. Toidujäätmete tekkepõhjused kondiitritoodete tootmise erinevates etappides.....

8.3. Meetmed toidujäätmete vähendamiseks kondiitritööstuses.....

Kasutatud allikad.....

9. peatükk

Võimalikud strateegiad toidu raiskamise vältimiseks jahupõhiste toodete tööstuses..... 129

9.1. Varasemad uuringud toidu raiskamise ennetamise võimalike strateegiatega kohta.....



9.2. Võimalused toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete käitlemise ja ladustamise etapis.....

 9.2.1. Meetodid jahu saastumise vältimiseks hoidlates.....

 9.2.2. Meetodid hallituste ja mükotoksiinidega saastumise vähendamiseks erinevates jahudes ladustamise ajal.....

9.3. Võimalused toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete töötlemise ja pakendamise etapis.....

9.4. Võimalused toidukadude vältimiseks pagaritööstuses.....

9.5. Võimalused toidukadude vältimiseks makaronitööstuses.....

9.6. Võimalused toidukadude vältimiseks küpsisetööstuses.....

 9.6.1. Toidukadude ennetamise võimalused küpsisetootmises.....

 9.6.2. Võimalused toidukadude vältimiseks küpsiste tehnoloogilises protsessis.....

9.7. Võimalused toidukadude vältimiseks kondiitritööstuses.....

9.8. Toidukadude ja -jäätmete tekkimise vältimise hea tava.....

 9.8.1. Toidujäätmete kvantifitseerimise meetodid.....

 9.8.2. Toidukadude arvutamine toiduahela erinevates etappides.....

 9.8.3. Põhimõtted toidukadude vähendamiseks jahu- ja pagaritööstuses.....

Kasutatud allikad.....

1.peatükk

Mõistete definitsioon – toidukadu, toidujäätmed ja toidu raiskamine

1.1. Mõisted ja määratlused

Kuna praegu on toidujäätmete vähendamine kogu toiduahelas talust tarbijani hädavajalik, on vaja vastu võtta strateegia, mis käsitleb vajalikke konkreetseid meetmeid nii Euroopa kui ka siseriiklikul tasandil, eesmärgiga

- piirata toidu raiskamist nii tehnoloogilistes tootmisvoogudes,
- aga ka toiduainete tarneahela muutmine elanikkonna jaoks tõhusamaks.

Ühtse lähenemisviisi jaoks defineerime selles ahelas esinevad mõisted toidujäätmete kohta, sest segadust tekitavad sellised väljendid nagu toiduraiskamine, toidukadu ja bioloogiline raiskamine ja mitte ainult.

Käesoleva kursusematerjali väljatöötamise eesmärk on viia vastavusse toidujäätmete vähendamise üldiste suundumustega toiduahelas kahes erinevas etapis.

- töötlemise etapp jahvatus-, pagari- ja jahutoodete tööstuses: defineerime igas etapis terve tehnoloogilise protsessi käigus registreeritud toidukaod (**food loss**), millele liidetakse tehnoloogiline protsessi käigus tekkivad jäätmed (**food waste**);
- jahvatus-, pagari- ja jahutoodete ladustamise/lõpptarbijale turustamise etapp: defineerime toidujäätmed ladustamise ja lõpptarbijani turustamise ahelas toiduainete ladustamise ja realiseerimise etappidest tekkivate toidujäätmetena.

1.2. Muud definitsioonid

Raportis toidu raiskamise vältimise kohta "Toiduahela tõhususe suurendamise strateegiad ELis (2011/2175(INI)) määratleme:

- "toidujäätmed" – kujutavad endast kõiki toiduaineid, mis on majanduslikel põhjustel, ebastandardse välimuse või kehtivusaja ületamise tõttu toidu tarneahelast

eemaldatud; need on endiselt täiesti söödavad ja tarbimiseks mõeldud ning mis muude võimalike kasutusalternatiivide puudumisel elimineeritakse, avaldades negatiivset mõju nii ökoloogiliselt kui ka majanduslike kulude ja tulude vähenemise osas ettevõtetele;

Kuna Euroopas puudub ühtlustatud määratlus toidujäätmete kohta, soovime määratleda tüpologia "toidujäätmed" ja selles kontekstis kehtestada ka eraldi määratluse "toidujäätmete biokütuste jaoks" või "bioloogiliste jäätmete" jaoks, mis on omaette kategooria tavapäraest toidujäätmetest, sest neid kasutatakse taaskasutamise eesmärgil energia tootmiseks.

ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon (FAO) määratleb toidukadu ja -raiskamist kui toidu koguse või kvaliteedi vähenemist kogu toidutarneahelas. Selles raamistikus eristavad ÜRO agentuurid kadu ja raiskamist toiduainete tarneahela kahes erinevas etapis:

- **Toidukadu (*Food Loss*)** esineb kogu toiduainete tarneahelas alates saagikoristusest/tapmisest/püüdmisest kuni müügitasemeni, kuid ei hõlma seda;
- **Toidujäätmed (*Food Waste*)** tekivad jaemüügi ja tarbimise tasandil.

Seega viitab toidukadu jäätmetele, mis tekivad koristamisel ja toidutoorme tööstuslikul töötlemisel. Toidujäätmed viitavad toidu müügi- ja tarbimisetapis tekkivatele jäätmetele.

Mõistete selgitamiseks tuleks arvesse võtta järgmisi selgitusi:

- Mittetoiduahelatesse ümbersuunatud toitu (sh loomasööt, kompost või bioenergia taaskasutamine) ei arvestata toidukao ega raiskamisena.
- Mittesöödavaid osi ei peeta toidukaoks ega raiskamiseks (neid mittesöödavaid osi nimetatakse mõnikord vältimatuteks toidujäätmeteks)
<https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/>

Säästva arengu eesmärgi 12 raames vastutab toidukao mõõtmise eest Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon (FAO), samas kui ÜRO keskkonnaprogramm mõõdab toiduraiskamist.

Euroopa Liit

Euroopa Liidus (EL) defineeriti toidujäätmeid kui "mis tahes toorest või kuumtöödeldud toiduainet, mis visatakse ära või on ette nähtud ära viskamiseks või mida tuleb ära visata" alates aastast 1975 kuni 2000. aastani, mil vana direktiiv tunnistati kehtetuks direktiiviga 2008/98/ EC, millel puudub konkreetne toidujäätmete määratlus. Seda määratlust sisaldavat direktiivi 75/442/EEC muudeti 1991. aastal (91/156), lisades "jäätmekategooriad" (I lisa) ja jättes välja igasugused viited siseriiklikule õigusele. <https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

Rumeenias vastavalt seaduse nr. 217/2016 toidujäätmete vähendamise kohta tähendab toiduraiskamine vastavalt kehtivale seadusandlusele olukorda, mille järel toit lahkub inimtoidu ringlusest selle riknemise tõttu.

Itaalias tähendavad toidujäätmed "põllumajanduslikust toiduahelast kõrvaldatud toodete kogumit, mis majanduslikel, esteetilistel põhjustel või tarbimistähtaja lõppemise tõttu, kuigi siiski söödavad ja seetõttu potentsiaalselt ette nähtud inimtoiduks, on määratud kõrvaldamisele või utiliseerimisele".

Jäätmeressursside tegevusprogramm (WRAP) pakub välja toidujäätmete määratluse, mis eristab toidujäätmeid:

- välditavad (toidud ja joogid, mis satuvad prügikasti, kuid on siiski söödavad, nt leivatükid, õunad, liha, poolik limonaadipudel jne);
- võimalik, et välditav (toit ja jook, mida mõned inimesed tarbivad, nt leivakoorikud ja mõned mitte; aga ka toit, mida võib töödelduna tarbida);
- vältimatud (lihakondid, munakoored, ananassikoored jne).

<https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>

Eestis käsitletakse toidujäätmeid ja nende teket sarnaselt Euroopa Liidus kehtestatudle.

Ameerika Ühendriigid

Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitseagentuur määratleb toidujäätmed sõltuvalt nende tekkekohast, näiteks söömata jäänud toit ja toiduvalmistamise jäätmed elukohtadest ja äriettevõtetest, nagu toidupoed, restoranid, väljapanekud, asutuste kohvikud ja köögid ning tööstuslikud allikad, nagu töötajate söögisaalid.

Osariikidele jääb vabadus määratleda toidujäätmeid vastavalt oma vajadustele, kuigi paljud otsustavad seda mitte teha. Loodusvarade kaitsenõukogu andmetel viskavad ameeriklased ära kuni 40% toidust, mis tegelikkuses on veel söögikõlbulik.

Toiduainetega mitteseotud toiduainete lisamine toidujäätmete määratlustesse, näiteks EL-i Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni varasem määratlus (enne selle 2019. aasta läbivaatamist), langeb kriitika alla. Bellemare, M. F. (2017) sõnul ajakirjas American Journal of Agricultural Economics avaldatud uuringus "On The Measurement of Food Waste" on see viga kahel põhjusel:

(1) kui taaskasutustoitu kasutatakse tootmise sisendina, näiteks loomasööta, väetist või biomassi, ei lähe see definitsiooni kohaselt raisku. Siiski võib tekkida majanduslik kahju, kui taaskasutatud toidu maksumus on kõrgem kui alternatiivse, toiduks mittekasutamise sisendite keskmine maksumus.

(2) definitsioon tekitab praktilisi probleeme toidujäätmete mõõtmisel, kuna mõõtmine nõuab toidukao jälgimist tarneahela igas etapis ja selle osakaalu, mis suunatakse muuks kui toiduks kasutamiseks. Eelnimetatud uuringu autorid väidavad, et ainult toit, mis jõuab lõpuks prügilatesse tuleks lugeda toidujäätmeteks.

Toiduteaduse ja -tehnoloogia instituudi andmetel on toidukao ja toidujäätmete määratlused järgmised:

Toidukadu on toidu koguse või kvaliteedi langus, mis tuleneb toidu tarnijate otsustest ja tegevusest ahelas, välja arvatud jaemüüjad, toitlustusteenuste pakkujad ja tarbijad."

Toidujäätmed on igasugune toit ja toidu mittesöödavad osad, mis eemaldatakse toiduainete tarneahelast, et seda taaskasutada või tarbimisest kõrvaldada (sealhulgas kompostimine, sisseküntud/koristamata põllukultuurid, anaeroobne

kääritamine, bioenergia tootmine, põletamine, kanalisatsiooni, prügilasse või merre viskamine).

FUSIONS Toidujäätmete määratlusraamistik

Kasutades üldist ressursivoogude süsteemi, pakub FUSIONS järgmist:

- selged piirid "toidu tarneahelale" ja
- "toidujäätmete" määratlus, mis põhineb toidu tarneahelal ja ressursivoogude

sihtkohtadel.

FUSIONS-i tehniline raamistik põhineb järgmistel määratlustel:

Toit on töödeldud, osaliselt töödeldud või töötlemata aine või toode, mis on ootuspäraselt ette nähtud inimestele tarbimiseks. Toit hõlmab jooke, närimiskummi ja mis tahes aineid, sealhulgas vett, mis on tahtlikult lisatud toidule selle valmistamise, tootmise või töötlemise ajal. Kuna toidu mittesöödavad osad on sellest määratlusest välja jäetud, on need eraldi välja toodud ja raamistikku lisatud.

<https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

Toidu tarneahel on seotud tegevuste jada, mida kasutatakse toidu tootmiseks, töötlemiseks, levitamiseks ja tarbimiseks. Toiduainete tarneahel algab siis, kui toidu tooraine on valmis sisenema majandus-tehnilisse süsteemi toidu tootmiseks või koduseks tarbimiseks. See on oluline erinevus selle poolest, et reguleerimisalasse kuuluvad kõik koristamiseks või tapmiseks valmis olevad tooted, mitte ainult need, mis on koristatud ja mida hiljem ei kasutata. See lõpeb siis, kui toit tarbitakse või „eemaldatakse“ toidu tarneahelast.

1.3. Üldine informatsioon

Toidu raiskamine on saavutanud nii olulise mõõtme, et seda võib pidada globaalseks probleemiks, mis mõjutab kõiki toiduainete tarneahela lülisid alates

põllust kuni tarbijani. Aastast 1974 kuni tänapäevani kirja pandud andmete kohaselt on toidu raiskamine maailmas hinnanguliselt kasvanud 50%.

Toidujäätmeid tekib põllumajandusmaadel, töötlevas tööstuses, turustustevõtetes ja tarbijate kodudes; tööstus- ja arengumaades raisatakse toitu. Toidu raiskamine tekitab tootmisega paralleelse ahela, millel on pikk rida negatiivseid mõjusid.

Toidu raiskamise probleem on vastuolus toiduga varustatuse põhiprobleemiga, mida ohustavad tõsiselt mitmed tegurid, sealhulgas piiratud loodusvarad seoses kasvava maailma rahvastikuga ja vaeseimate elanikkonnarühmade toidu kättesaadavus. Selle tulemuseks on arvukalt andmeanalüüse ja tagasisidet selle kohta, kuidas me kasutame meile kättesaadavat toitu.

FAO uuringu "Gloaalne toidukadu ja toiduraiskamine – ulatus, põhjused ja vältimine" kohaselt tõstetakse esile murettekitavaid andmeid, eriti tööstusmaailmas: Euroopa ja Põhja-Ameerika kodanikud raiskavad igal aastal 95–115 kg toitu elaniku kohta, võrreldes nendega, kes elavad Sahara-taguses Aafrikas, kus toidukadu on 6–11 kg elaniku kohta.

Toidu raiskamise põhjused ei ole alati samad; need erinevad olenevalt toiduainete tarneahela etapist, toote tüübist ja asukohast. Kui jagada toiduahel viieks sektoriks (põllumajanduslik tootmine, käitlemine ja ladustamine, töötlemine, turustamine ja tarbimine), on näha, kuidas igas sektoris erinevad käitumisviisid viivad täiesti söödava toidu väljajätmisseni ahelast: alustades koristamisel, ladustamisel ja transpordil registreeritud kadudest kuni märgistamisvigade ja lõpptarbivate halbade harjumusteni toidu ostmisel ja kasutamisel.

Mis puutub tööstusriikidesse, siis suurem osa toidujäätmetest tekib lõppfaasis, st. turustamise ja tarbimise etapis, peamiselt toodetud toidu ülekülluse tõttu, samas kui arengumaades tekivad suured kaod enamasti ahela varajases staadiumis, mis on tingitud arenenud põllumajandustehnoloogiate, tõhusate transpordisüsteemide ja infrastruktuuri (nt katkematu hooldus) puudumisest, kus puuduvad näiteks võimalused toidu ohutuks säilitamiseks madalatel temperatuuridel.

Need andmed rõhutavad tõsiasja, et praegu toodetud toitu saab tegelikult toiduna taaskasutada, selle asemel, et see jäätmena ära visata, millel on märkimisväärne ökoloogiline ja majanduslik ning eetiline mõju.

Tõepoolest, toidu ülejäägi tootmine, mida me ei tarbi, tähendab ökoloogilises mõttes suuri kulutusi, mis tulenevad energia ja loodusvarade (eeskätt vee) kasutamisest, aga ka gaasiheitest atmosfääri; hinnanguliselt tekitab Euroopas aastas ligikaudu 89 miljonit tonni ära visatud toitu, mis on võrdne ligikaudu 170 miljoni tonni süsinikdioksiidi ekvivalentiga. Kõrvuti hiljem tarbimata jäänud toidu tootmisest põhjustatud keskkonnakahjudega tuleb arvestada ka toidujäätmete töötlemise ja kõrvaldamise kulusid ning tootmisettevõtete saamata jäänud tulu.

Toidu raiskamise vastu võitlemine peab saama Euroopa poliitilise päevakorra prioriteediks; Euroopa Komisjon, nõukogu ja liikmesriigid peavad välja töötama konkreetseid strateegiaid ja meetmed, et vähendada 2025. aastaks poole võrra kogu tarneahelas raisatud toidu hulka, tõsta tööstuse efektiivsust ja tõsta üldsuse teadlikkust mitmel viisil ignoreeritud probleemist.

Kodanikke tuleb teavitada mitte ainult toidu raiskamise põhjustest ja tagajärgedest, vaid ka viisidest, kuidas seda vähendada; säästlikuma käitumise soodustamiseks tuleb edendada jätkusuutlikkuse ja solidaarsuse põhimõtetele põhinevat teadus- ja kodanikukultuuri.

Kogemused näitavad, et ühenduste spontaansed algatused, olgu need siis vabatahtlikud või professionaalsed, et edendada ja realiseerida toiduraiskamise vastu võitlemise kultuuri, on saavutanud märkimisväärset edu piirkondades, kus need aset leidsid. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

Siseturu- ja tarbijakaitsekomisjon soovib põllumajanduse ja maaelu arengu komisjonil lisada vastuvõetavasse resolutsiooni ettepanekusse järgmised ettepanekud:

1. rõhutada, et toidu raiskamine hõlmab ökoloogilisi ja eetilisi probleeme ning majanduslikke ja sotsiaalseid kulusid, mis tekitavad siseturul väljakutseid nii ettevõtetele kui ka tarbijatele;
2. rõhutada, et toidu raiskamisele lahenduste leidmiseks on vaja poliitilist tahet;

3. nõuda tungivalt, et komisjon seaks Euroopa poliitilises tegevuskavas esikohale kõik toiduraiskamise aspektid;

4. paluda komisjonil kehtestada pärast liikmesriikidega konsulteerimist eesmärgid toidujäätmete vähendamiseks;

5. kutsuda liikmesriike ja kõiki asjaosalisi üles võtma praktilisi meetmeid nende eesmärkide saavutamiseks.

https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430_EN.html

Kasutatud allikad

1. Bellemare, M. F., Çakir, M., Peterson, H. H., Novak, L., & Rudi, J. (2017). On The Measurement of Food Waste. *American Journal of Agricultural Economics*, 99(5), 1148-1158. <https://www.jstor.org/stable/48544918>
2. FAO, 2011. Global food Losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome, <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>
3. 2011 - Report regarding food waste: strategies for increasing the efficiency of the food chain in EU - Comision for Agriculture and rural development, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2011-0430_EN.html
4. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/>
5. <https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste/280-food-waste-definition>

2. peatükk

Toidu tarneahela erinevates lülides tekkivaid toidujäätmeid käsitlevad õigusaktid siseriiklikul ja Euroopa Liidu tasandil

2.1. Toiduainete tarneahel

Toiduainete tarneahel on defineeritud kui toodete ja teenuste liikumine mööda toidukaupade lisandväärtusahelat, mille eesmärk on saavutada kliendi jaoks parem väärtus, minimeerides samal ajal kulusid (Folkerts ja Koehorst, 1998).

Toiduainete tarneahel erineb teist tüüpi tarneahelatest, kuna see hõlmab keerulisi küsimusi nagu toidukauba kiirestiriknev iseloom, koostoime teiste toodetega ja valdkonnaülene mõju (Mithun Ali jt, 2019).

Toidu tarneahela keerukus on seotud murega ohutuse, jätkusuutlikkuse, kvaliteedi ja protsesside tõhususe pärast. Teadlased illustreerisid toiduainete tarneahelat ülemaailmselt oluliste etappide kaudu, sealhulgas:

- (1) põllumajandustootmine,
- (2) käitlemine ja ladustamine,
- (3) töötlemine,
- (4) levitamine ja
- (5) tarbimine (Dumitru, O.M. jt, 2021).

Ülemaailmne toiduainete tarneahel

Väikepõllumeestest kuni suurte rahvusvaheliste ettevõteteni on ülemaailmne toiduainete tarneahel suur ja keeruline osalejate võrgustik. Vastavalt tootekategoriatele jagunevad toiduainete tarneahelad nende vahel, mis tegelevad töödeldud toiduainete tootmisega ja nende vahel, kes kasvatavad värskaid põllumajandussaaduseid (Van der Vorst, J., 2006). Kasvatajad, oksjonid, hulgimüüjad, importijad, eksportijad, jaemüüjad ja erikauplused kuuluvad esimesse kategooriasse.

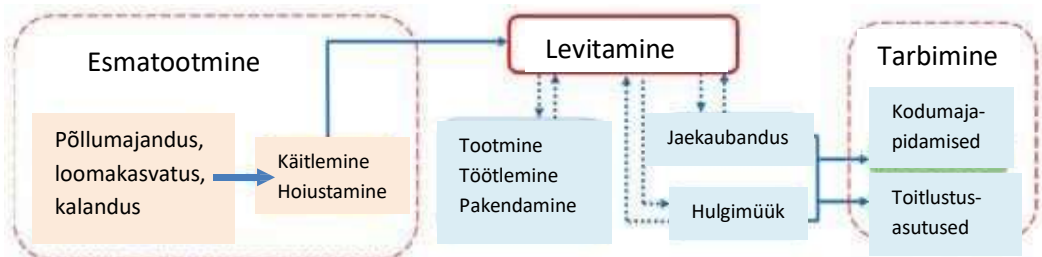
Jäätmed toiduainete tarneahelas

OECD ja Eurostati (2005) andmetel võib jäätmeid toiduainete tarneahelas defineerida kui: „...materjalid, mille tekitaja (tootja) viskab ära ja kavatseb sellest loobuda, kuna neid ei peeta esmatoodeteks (st spetsiaalselt toodetud tooted) või on kohustatud need prügikasti viskama, kuna tal ei ole võimalik neid enam oma tootmises, töötlemises või tarbimises kasutada. Jäätmeid võib tekkida mis tahes protsessi käigus, sealhulgas tooraine kaevandamisel, tooraine muutmisel vahe- ja lõpptoodeteks, valmistoodete tarbimisel ja mis tahes muu protsessi käigus.

<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF>

Tõhus jäätmekäitlus on ajalooliselt kehva kasumimarginaaliga tööstusharu erinevate ahelate liikmete kasumlikkuse taseme tõstmiseks hädavajalik, eelkõige vähendades energia- ja toorainetarbimist ning tõhustades ringlussevõttu ja taaskasutust. Loodusvarade tõhusama kasutamise ja prügilatesse mineva prügi vähenemise kaudu mõjutab see otseselt keskkonda. See aitab leevendada ülemaailmset muret toiduga kindlustatuse pärast (Mena jt, 2014).

Joonisel 2.1 on skemaatiline ülevaade toiduainete tarneahela kõikidest osadest, kus toidukaod võivad tekkida.



Joonis. 2.1. Toidujäätmete tekkimine toidu tarneahela erinevates etappides (Dumitru jt,2021)

2.2. Konkreetsed õigusaktid

Euroopa õigusaktid:

- Euroopa Nõukogu direktiiv 1999/31/EC, 26 . aprill 1999 , prügilate kohta

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/98/EC, 19. november 2008, jäätmete kohta ja teatavate direktiivide kehtetuks tunnistamise kohta

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2018/851, 30. mai 2018, millega muudetakse direktiivi 2008/98/EC jäätmete kohta

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2018/850, 30. mai 2018, millega muudetakse direktiivi 1999/31/EÜ prügilate kohta

- Komisjoni delegeeritud otsus (EL) 2019/1597, 3. mai 2019, millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2008/98/EC seoses toidujäätmete taseme ühtse mõõtmise ühise metoodika ja kvaliteedi miinimumnõuetega.

Seadusandlus Rumeenias

- Seadus nr. 217 17. novembri 2016 toidujäätmete vähendamise kohta

- HG otsus nr. 51/2019 - Metoodilised normid seaduses nr. 217/2016 toidujäätmete vähendamise kohta.

Seadusandlus Itaalias

- Gadda seadus nr. 166/2016, mis keskendub toiduülejäägi ümberjagamisele abivajajatele

- Hea samariitlaste seadus nr 155/2003, mis lihtsustab toidu annetamise korda, toetades mittetulundusühinguid toidu heategevusorganisatsioonidele jagamisel.

Seadusandlus Eestis

- Toiduseadus, RT I 1999, 30, 415, jõustunud kooskõlas § 66-ga, kirjeldab mõisteid toidu, selle tootmise ja käitlemise, impordi ja ekspordi, toidu kvaliteedi ja proovide võtmise, sätete rakendamise kohta.

- Jäätmeseadus, RT I 2004, 9, 52, jõustunud 01.05.2004, mis määratleb jäätmed, kõrvalsaadused ja nende kohaldamisala.

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/98/EC, 19. november 2008, mis käsitleb jäätmemajanduse sisu, reguleerimisala ja mõisteid.

2.3. Euroopa Liidu strateegia "Talust taldrikule"

Komisjoni eesmärk on luua õiglased, tervislikud ja keskkonnasõbralikud toidusüsteemid. "Talust taldrikule" kajastab terviklikult kogu toidu elutsükli (käitlemine, ladustamine, töötlemine, jaotamine ja tarbimine). Toidukadu ja -jätmed tekivad selle olelusringi igal etapil (Euroopa Komisjon, COM (2020); Dumitru jt. 2021)

Ishangulyjevi jt, (2019) andmetel on arengumaades probleeme suhteliselt suurte toidukadudega, samas kui arenenud riikides on probleemiks rohkem toidujäätmete teke.

Veelgi enam, arengupiirkondades tekib 29% toidukadudest (toidu kadu ja raiskamine) kahes esimeses etapis (tootmine, käitlemine ja ladustamine), samas kui arenenud riikides esineb toidukadu vähem tootmisetapis võrreldes arengupiirkondadega. Toidukadu tekib arenenud riikides ressursside liigse raiskamise tõttu. Mõlemas piirkonnas on kõige ressursimahukam etapp tootmisetapp. Seetõttu rõhutavadki toidusäästlikkuse mudelid tootmisfaasis tekkiva toiduülejäagi vähendamist. Arengupiirkondades tekib toidujätmed tarbimisel oluliselt vähem just eelkõige leibkondade piiratud sissetulekute ja vaesuse tõttu.

Toidukadu ja raiskamine on keskkonnavaline, sotsiaalne ja majanduslik probleem. Riigid otsivad pidevalt strateegiaid nende ennetamiseks ja vähendamiseks.

Euroopa Liit on valmis aitama liikmesriikidel toidukao ja raiskamise probleemi lahendada. Alates 2016. aastast on Euroopa tasandil loodud toidukao ja toidujäätmete platvorm, kus on alljärgnevad alagrupid:

- Tegevuse ja rakendamise
- Kuupäeva märgistamine ja toidujäätmete vältimine
- Toidu annetamine
- Toidukao ja -jätmete seire
- Tarbijate toidujäätmete tekke vältimine

Euroopa Liit tegutseb eesmärgiga vähendada jäätmete hulka 2025. aastaks 30%. Direktiivi 2008/98/EC eesmärk on luua Euroopa Liidus jäätmekäitluse õiguslik raamistik, mille eesmärk on kaitsta keskkonda ja inimeste tervist, rõhutades piisavate

käitlemismeetodite tähtsust, jäätmete taaskasutamist ja ümbertöötlemist selleks, et vähendada ressursside liigset raiskamist ja parandada nende kasutamise efektiivsust.

Ringmajanduse meetmete paketi osana muudetakse direktiiviga (EL) 2018/851 direktiivi 2008/98/EC, millega tugevdatakse jäätmetekke vältimise ja tekitamise eeskirju.

Seoses jäätmetekkega peavad EL-i liikmesriigid rakendama meetmeid, et:

- toetada säästvaid tootmis- ja tarbimismudeleid;
- vähendada toidujäätmete teket, et aidata kaasa ÜRO säästva arengu eesmärgile, et 50% võrra vähendada ülemaailmset toidujäätmete hulka elaniku kohta jaemüügi- ja tarbijatasandil;
- vähendada 2030. aastaks toidukadusid tootmis- ja tarneahelates;

Lisaks on täiendavad muudatused seotud toidujäätmete mõõtmise, seire ja aruandluse nõuetega EL-is järgmiselt:

- Artikli 3 lõikes 4a määratletakse toidujäätmed kui kõik toiduained, mis on Euroopa toiduõiguses (määrus (EÜ) nr 178/2002) määratletud jäätmeteks muutunud.
- Artikli 9 lõige 1g kohustub sõnaselgelt järgima säästva arengu eesmarke ja nõuab toidujäätmete vähendamise meetmete rakendamist kogu toidu väärtusahelas;
- Artikli 9 lõige 1h julgustab toiduainete annetamist ja muid toidu ümberjagamise vorme, mis on mõeldud peamiselt inimtoiduks ja seejärel loomasöödaks või ümbertöötlemiseks mittetoidulistel eesmärkidel. Lisa IVa punktis 3 soovitatakse ka võimaliku majandusliku vahendina näha ette maksusoodustused toidu annetamiseks;
- Artikli 9 lõike 5 kohaselt jälgivad liikmesriigid toidujäätmeid delegeeritud otsuses (EL) 2019/1597 (EÜ delegeeritud otsus 3211 lõplik) kehtestatud ühtse metoodika alusel;
- Kuni 31. märtsini 2019 tegi komisjon ettepaneku võtta vastu delegeeritud otsus, millega kehtestatakse ühtne metoodika ja kvaliteedi miinimumnõuded

toidujäätmete taseme ühtseks mõõtmiseks ja aruandluseks (artikli 9 lõige 8 ja artikli 37 lõige 7);

- Artikli 29 lõikes 2a nõutakse, et liikmesriigid võtaksid vastu konkreetseid toidujäätmete vältimise programme;

- Artikli 37 lõige 3 kohustab liikmesriike esitama igal aastal aruande oma toidujäätmete koguste ja suundumuste kohta alates võrdlusaastast 2020 (Leverenz jt, 2021).

Teiste Euroopa Liidu liikmesriikide hulgas kiitsid Itaalia (PINPAS), Prantsusmaa (ANTI-GASPI) ja Hispaania (Mas Alimentos, Menos Desperdicio) heaks riikliku toidujäätmete vältimise ja vähendamise kava. Itaalia ja Prantsusmaa kiitsid 2016. aastal heaks riiklikud laiaulatuslikud toidujäätmete vastu võitlemise seadused. Selle asemel on teistes EL-i riikides toiduraiskamise vastaseid algatusi rakendatud killustatute tegevuste kaudu, näiteks jäätmekäitluskavad kohalikul tasandil (Austria, Tšehhi Vabariik ja Poola), tegevuskavad toidukao ja raiskamise vähendamiseks (Holland, Rootsi ja Šotimaa) (Giordano jt, 2020). Euroopa Komisjoni 7. raamprogrammi rahastatud projekti FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimizing Waste Prevention Strategies) peamised eesmärgid on:

- (1) toidujäätmete seire ühtlustamine,
- (2) uurida sotsiaalsete uuenduslike mõõtmiste teostatavust toidu optimeeritud kasutamiseks toiduga varustamise ahelas,
- (3) luua EL-i ühine kindlustuspoliitika (Ishangulyev jt, 2019).

Toidujäätmed on FUSIONS defineerinud kui "toidu fraktsioonid ja toidu mittesöödavad osad, mis eemaldatakse toiduainete tarneahelast, et neid taaskasutada või kõrvaldada (sealhulgas kompostimine, sisseküntud/koristamata põllukultuurid, anaeroobne käärimine, bioenergia tootmine, taastootmine, põletamine, kanalisatsiooni laskmine, prügilasse viimine või merre viskamine). Veelgi enam, selleks, et saavutada ringmajanduse ja jäätmemääruse suurem juhtmõju toidujäätmete vähendamisele, võiks kõikidele liikmesriikidele seada minimaalse ja selge kvantiteeritava eesmärgi ning karistatava toidujäätmete vähendamise eesmärgi. (Garske jt, 2020).

Hiljuti Poolas edukalt rakendatud projekti PROM (raisatud toidu jälgimise süsteemi väljatöötamine ja tõhus programm toidukadude ratsionaliseerimiseks ja toidujäätmete vähendamiseks) tulemused panid aluse kasulikule leiva- ja pagaritoodete tootjatele mõeldud juhendile, et aidata neil välja töötada toidukao ohjamise programme, aga ka erinevaid organisatsioone selle tööstusharu institutsionaalses keskkonnas, mida kasutatakse haridus- ja teabevahendina. Käsiraamatu pealkiri on „Küpsetus- ja kondiitritööstuses toidukadude ja raiskamise piiramise heade tavade käsiraamat“ (Gorynska-Goldmann jt 2021).

Kokkuvõtteks võib öelda, et EL-i õigusaktid toetavad tugevalt jäätmetekke vältimise kontseptsiooni kui esimest ja vajalikku sammu jäätmekäitluses, samuti toidujäätmete vähendamist tootmis- ja tarneahelas.

Samuti kehtivad praegusel ajal:

- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2018/850 30. maist 2018, millega muudetakse jäätmehooldaid käsitlevat direktiivi 1999/31/EC.

- 6. juuli 2010. aasta resolutsioon komisjoni roheline raamatu kohta bioloogiliste jäätmete käitlemise kohta Euroopa Liidus.

2.4. Praegune olukord partnerriikides

RUMEENIA

Rumeenia seadus 217/2016 toidujäätmete vähendamise kohta (muudetud 2018. a) sisaldab mitmeid meetmeid toidujäätmete vähendamiseks kogu toidutarneahelas. Pärast 2019. a hindamist muudeti seadust, et hõlbustada üleliigse toidu annetamist, lihtsustades annetuslepinguid ja täpsustades, millist tüüpi toidukäitlejad võivad toitu ümber jaotada. Annetatud toiduained on käibemaksust vabastatud, kui need jaotatakse ümber 10 päeva jooksul enne nende minimaalse säilivusaja lõppu. (EL-i toidukao ja jäätmetekke vältimise keskus-liikmesriigi leht: Rumeenia)

Hiljuti viidi Dumitru jt (2021) poolt läbi uuring, kus hinnati toidujäätmete mõju toiduahelale Rumeenias. Eesmärgiks oli analüüsida Rumeenia põllumajandus- ja maaelu arengu ministeeriumi rahastatud projekti raames tehtud kvantitatiivsetest mõjuuringutest saadud andmeid. Uuringus küsitleti kokku 852 ettevõtet ligi 6,5 miljardi euro suuruse käibega ja üle 69 tuhande töötajaga, sealhulgas 273 esmatootmisettevõtet, 270 toiduainete töötlemisüksust, 171 turustus-/jaemüügiüksust ja 138 HoReCa üksust. Küsitlusele vastanud üksustest suurim osa tegutseb esmatootmise sektoris teraviljakasvatuses (53%) ja töötlemisüksuste valimistest moodustas 34% pagaritööstus.

Saadud tulemused määratlevad suurusjärgu, millesse kogu ahelas tekkivad toidujäätmed langevad, näidates paigutumist Euroopa keskmisele 20% lähedale ja üldist jäätmetaset vahemikus 14,56% kuni 21,94%. (Toiduahela maksimaalne tase 21,94%, millest osa tuleb põllumajanduse esmatootmise sektorist (4,2%), osa toiduainete töötlemise sektorist (3,63%), osa toidujaotussektorist 0,79%, osa HoReCa sektorist 7,89 % ja osa on linnas elavate tarbijate sisend 5,43%) (Dumitru jt, 2021).

Paljud autorid kinnitavad pagari- ja kondiitritoodete tootmise kvaliteedijuhtimise protsessi keerukust (Garske jt, 2020). Viimaste uuringute kohaselt on Rumeenias enim tarbitud pagaritooted, nagu sai ja bagelid, kõige odavamad, sissetulekute kasvades eelistati aga kõrgema toiteväärtusega tooteid (Ladaru jt, 2021). Lisaks on jätkusuutlikkuse seisukohalt toiduainetööstuse jaoks oluline tervikliku toidutarneahela keskkonnamõjude mõistmine, et aidata välja töötada strateegiaid praeguste ja tulevaste toodete mõju vähendamiseks (Ladaru jt, 2021). Selles kontekstis on toidutarneahelaga seotud jäätmete vähendamise meetmed selles sektoris väga olulised.

Hiljuti Rumeenias läbi viidud uuringu tulemused Rumeenia tarbijate toiduraiskamise alase käitumise ja ennetamise kohta viitavad vajadusele jätkata valitsuse ja kodanikuühiskonna tasandil algatatud teadlikkuse tõstmist ja hariduskampaaniaid (Pocol jt, 2020).

Rumeenias on praegu jõus valitsuse otsus nr. 51/2019 - Metoodilised normid seaduses nr. 217/2016 toidujäätmete vähendamise kohta.

<https://www.madr.ro/risipa-alimentara/reglementari-europene-si-nationale-referitoare-la-risipa-de-alimente.html>

Toiduainetööstuses tekkivate toidujäätmete täpsete koguse kindlakstegemiseks olemasolevate andmete põhjal napib infot. Lisaks toodavad peaaegu kõik toiduainetööstuse sektorid märkimisväärses koguses ka nn kõrvalsaadusi, mis jäätmearestuses üldjuhul ei kajastu.

EESTI

Stockholmi Keskkonnainstituudi (SEI) läbiviidud uuringus selgitati välja, et 2019. aastal koguti Eestis toiduainetööstuse ettevõtetes hinnanguliselt 31 622 tonni biojätmeid (biojätmed või köögisöökla jätmed, loomse päritoluga jätmed, toiduõli ja toidujätmed), millest üle poole (52%) toodeti köögiviljatööstuses, 13% lihatööstuses ja 9% teraviljatööstuses. Teraviljatööstus hõlmas jahu ja teravilja ning pasta ja taimeõli tootmist. Teraviljatööstuse toodangumaht Eestis oli 2019. aastal üle 144 000 tonni.

Eesti Jäätmeandmete haldussüsteemi (WDMS) andmetel tekkis 2019. aastal teravilja töötlevates ettevõtetes (jahutoodete, teravilja ja taimeõli tootmises) hinnanguliselt 2821 tonni toidujätmeid. Suurema osa sellest moodustasid taimekoe jätmed (90%). Suur osa tootmisjääkidest on aga käsitletav ka kõrvalsaadusena. Näiteks jahu ja teravilja tootmisel toodetakse kõrvalsaadusena kliid, mida kasutatakse osaliselt toidulisandina, kuid siiski peamiselt loomasöödana. Kuid teraviljatootmise kõrvalsaaduste kasutamiseks toidu- ja söödatoodetes kehtivad teatud eeskirjad.

<https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>

Keskkonnaministeeriumi andmetel lepitati 2015. aasta septembris ülemaailmselt kokku säästva arengu eesmärgid järgmiseks 15 aastaks ehk aastani 2030. Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni liikmesmaad, sealhulgas Eesti, peavad järgima neid eesmärgi poliitika kujundamisel. Säästva arengu eesmärk 12.3 käsitleb toidujätmeid järgmiselt: "Vähendada jaekaubanduses ja lõpptarbimisel tekkivaid toidujätmeid

poole võrra elaniku kohta. Vähendada toidukadu tootmis- ja tarneahelas, sh koristusjärgseid kadusid aastaks 2030."

Kuigi Eesti toiduainete tarneahela eri etappides tekkivate toidujäätmete koguste võrdlus majanduslikult arenenumate Euroopa riikide sarnaste andmetega näitab, et Eesti tarbijatel ja ka toiduainete tarneahela ettevõtetel tekib suhteliselt vähem toidujäätmeid, mängib ka Eesti rolli ülemaailmses toiduraiskamises ning on vaja võtta kasutusele meetmeid toidujäätmete tekke vähendamiseks üldiselt.

<https://envir.ee/ringmajandus/jaatmed/toidujaatmed>

Toiduprobleemide tähtsuse järjekorda seadmiseks ja toidu kadumise ja raiskamise vähendamiseks on palju algatusi ja programme. Siin on mõned näited:

- "[Tarbi toitu targalt](#)" - Valminud on juhendmaterjalid koolidele toidu raiskamise ennetamise ja vähendamise kohta. Seda saab kasutada õppematerjalina toidu raiskamise vähendamise ja ennetamise teemal, kuid samas annab see koolidele ka laiemaid teadmisi, kuidas panustada jätkusuutlikku toidusüsteemi.

- [Toidu eluring](#) – Sihtrühmad vanuse ja haridustaseme järgi: 2. tase (4-5 klass), 3. tase (6-9 klass), täiskasvanud; Programm annab ja ülevaate, kuidas hinnata inimtegevuse mõju looduskeskkonnale, analüüsida toidu raiskamise põhjuseid ja leida lahendusi toidu raiskamise probleemile. Programm on üles ehitatud võimalikult praktiliselt, et oleks teadmisi, mida saaks igapäevaellu kaasa võtta.

- [Täname säästmise eest](#). (Toidu väärtustamine) – globaalne õppimisviis toidujäätmete kohta mitteformaalses hariduses. Projekt on suunatud leibkondadele, pedagoogidele ja töötajatele, õpilastele. Peamised eesmärgid on (1) tarbijate teadlikkuse tõstmine toidujäätmete vähendamise võimalustest majapidamises, sh toidunippide jagamine, kaubanduses kasutatavate toidumärgiste selgitamine, õppematerjalide koostamine, temaatiliste seminaride ja koolituste läbiviimine täiskasvanutele ning õppetunnid koolis jne. (2) juhtida avalikkuse tähelepanu toidujäätmete ülemaailmsele mõjule ja toidujäätmete vähendamise tähtsusele, sealhulgas avaliku meedia ja teabekampaaniate kaudu.

- [Söö kliimasõbralikku toitu!](#) – Algatusega propageeritakse rohkem taimset ja vähem loomset toitu, eelistada ja tarbida rohkem kohalikke toiduaineid, mahetoitu või ise toitu kasvatada, olla säästlik toidu valmistamisel ja valmistamisel, vältida toidu raiskamist ning soodustada erinevate jäätmete taaskasutamist ja sorteerimist.

- [Toidujäätmete ja toidukao vältimine ja vähendamine koolides](#) – Juhendmaterjali eesmärk on tõsta õpilaste, koolitoitlustajate ja koolisöökla töötajate teadlikkust toidu raiskamise ja toidukao ennetamise ja vähendamise võimalustest, mis aitab suunata toidujäätmete teket vähendama kõikidel haridustasemetel. Materjalid pakub Stockholmi Keskkonnainstituut Tallinnas.'

- [Toidu keskkonnamõju](#) – Plakatid toidu keskkonnamõjudest kõikidele haridustasemetele.

- [Austa toitu jäätult!](#) – Üldised juhised ja nõuanded, mida saab üksik inimene teha, et toitu täielikult austada ja toidujäätmete vähendamisele kaasa aidata.

Toidu raiskamise ja toidukaoga seotud keskkonna-, majandus- ja sotsiaalmõjud on nii globaalselt, Euroopa Liidus kui ka Eestis järjest suurema tähelepanu all. ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni andmetel läheb maailmas igal aastal raisku kolmandik kogu inimtoiduks toodetud toidust. Toidujäätmetega kaasnevad kasvuhoonegaaside heitkogused, vee ja põllumaa tarbetu kasutamine ning bioloogilise mitmekesisuse vähenemine.

Euroopa Liidu ringmajandusele ülemineku tegevuskava näeb ette, et liikmesriigid hakkavad igal aastal esitama andmeid toidujäätmete tekke kohta ning 2023. aastal seatakse Euroopa eesmärgiks toidujäätmete teket vähendada. Hiljemalt 31. detsembriks 2023 tuleb korraldada biojäätmete liigiti kogumine tekkekohast või kompostimine tekkekohas.

ITAALIA

Itaalia on vastu võtnud Gadda seaduse 166/2016 nimelise seaduse, mis keskendub toiduülejääkide ümberjagamisele abivajajatele.

Selle seadusega asutati ka riiklik toiduülejäägi, taaskasutamise ja jäätmete vaatluskeskus (Osservatorio sulle Eccedenze, i Recuperi degli Sprechi Alimentari (OERSA)). OERSA-l on kaks peamist prioriteeti:

- andmete kogumine esmatootmise sektorist ja tarbijate tasandil,
- haridusprogrammide ja teadlikkuse tõstmise kampaaniate loomine.

2013. aastal võttis Itaalia vastu hea samariitliku seaduse nr 155/2003, millega lihtsustatakse toidu annetamise menetlusi, mis toetavad mittetulundusorganisatsioone toidu heategevusorganisatsioonidele jagamisel.

Muud sammud astuti seaduse nr. 166/2016 järgi, mis soodustab toiduainete ja ravimite ülejääkide ümberjagamist sotsiaalse solidaarsuse meetmetena, lihtsustades bürokraatiat ja tehes maksusoodustusi riiklikele või eraannetajatele.

Selle seaduse peamised eesmärgid on:

- toidu ülejäägi taastamise ja annetamise edendamine, eelkõige abivajavatele inimestele,
- toidujäätmete keskkonnamõju vähendamine meetmete kaudu, mille eesmärk on vähendada jäätmeid ja pikendada toodete elutsükli korduskasutamise ja ringlussevõtu kaudu,
- teadustegevuse toetamine ning tarbijate ja institutsioonide teadlikkuse tõstmine, keskendudes noorte harimisele.

Samuti koordineerib Põllumajandus-, Toidu- ja Metsandusministeerium toidujäätmete püsitabelit (*FWPT – Food Waste Permanent Table*), mis korraldab erinevaid tegevusi toidujäätmete vähendamiseks riiklikul tasandil.

Korraldatud tegevuste põhieesmärk on teadmiste levitamine ja andmete jagamine tootmissüsteemi võtmeisikute, teadusekspertide ja ühiskonna kui terviku vahel.

FWPT-sse kuuluvad esindajad kõikidest tarneahela osadest (esmasektor, tootmine, tööstus, jaekaubandus ja toitlustusteenused) ning esindajad erinevatest ministeeriumidest (tervishoiu-, keskkonna- ja majandusarenguministeeriumitest), heategevusorganisatsioonidest ja valitsusvälistest organisatsioonidest.

OERSA üks peamisi eesmärke on vähendada toidukadusid, paremini hallata toidu ülejääki ning vähendada ka tarneahela keskkonnamõju. (Grant F., Rossi L., 2022)

Alates 2013. aastast tegutseb ka rahvusvaheline toidu ja jätkusuutlikkuse vaatluskeskus (*Waste Watcher*), mis plaaneerib ja teostab iga-aastast seiret kodumaiste toidujäätmete ning itaallaste toidukäitlemise ja -kasutusega seotud harjumuste üle.

Vaatluskeskuse eesmärk on pakkuda kogukonnale vahendeid, et mõista sotsiaalset ja käitumuslikku dünaamikat ja elustiili, mis tekitavad ja määravad olmejäätmeid – vaatluskeskus, mis on võimeline koguma üldisi teadmisi, suunama avaliku ja erasektori toidujäätmete vältimise poliitikat ja tegevusi. *Waste Watcher* on teaduslikul meetodil tehtud uurimus, mis põhineb arvamustel ja arusaamadel.

Toidu raiskamise põhjuste uurimine võimaldab planeerida tegevusi (avalik või era), mille eesmärk on vähendada majapidamistoidu raiskamist. Aastate jooksul on punktuaalse analüüsi ja perioodilise monitooringu töö võimaldanud avardada kodumaiste toidujäätmetega seotud küsimuste vaatlusvälja ringmajanduse ja säästva arengu vaatenurgast. <https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>

Kasutatud allikad

1. Analiză de situație – CNEPSS – Centrul Național de evaluare și prioritate a stării de sănătate, 2019, <https://insp.gov.ro/wpfb-file/analiza-de-situatie-aliment-2019-pdf/>
2. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2008/98/EC on Waste (Text with EEA Relevance). OJ L 150, 14.6.2018, Directive (EU) 2018/851. 2018, pp. 109–140. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L0851>
3. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (OJ L 312, 22.11.2008, pp. 3–30).
4. Dumitru O.M., Iorga C.S., Mustatea G. 2021. Food Waste along the Food Chain in Romania: An Impact Analysis. *Foods*, 10, 2280. <https://doi.org/10.3390/foods10102280>
5. EU Food Loss and Waste Prevention Hub-Member State Page: Romania https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu-food-loss-waste-prevention-hub/resources/country/RO
6. Eat climate-friendly food! (Söö kliimasõbralikku toitu!) <https://www.kliimamuutused.ee/mida-saan-mina-teha/kliimasõbralik-toit>)
7. European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Farm to Fork Strategy for a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System*; COM(2020) 381 Final from 20.05.2020; European Commission: Brussels, Belgium, 2020.
8. European Commission. EU Platform on Food Losses and Food Waste. Terms of Reference (ToR). 2019. Available online: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-actions_flw-platform_tor.pdf
9. European Commission. Recommendations for Action in Food Waste Prevention. Developed by the EU Platform on Food Losses and Food Waste. 2019. Available online: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fs_eu-actions_action_implementation_platform_key_recommendations.pdf
10. European Union (EU). EU FUSIONS Website. Available online: <http://www.eu-fusions.org/> (accessed on 10 July 2022).
11. Folkerts, H.; Koehorst, H. (1998) Challenges in international food supply chains: vertical co-ordination in the European agribusiness and food industries, *British Food Journal* 100(8/9): 385-388, ISSN/ISBN: 0007-070X.

12. Garske, Beatrice, Katharine Heyl, Felix Ekardt, Lea Moana Weber, and Wiktorija Gradzka. 2020. "Challenges of Food Waste Governance: An Assessment of European Legislation on Food Waste and Recommendations for Improvement by Economic Instruments" *Land* 9, no. 7: 231. <https://doi.org/10.3390/land9070231>
13. Giordano, Claudia, Luca Falasconi, Clara Cicatiello, and Barbara Pancino. 2020. "The Role of Food Waste Hierarchy in Addressing Policy and Research: A Comparative Analysis." *Journal of Cleaner Production* 252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119617>
14. Goryńska-Goldmann, Elżbieta, Michał Gazdecki, Krystyna Rejman, Joanna Kobus-Cisowska, Sylwia Łaba, and Robert Łaba. 2021. "How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry?-Measurement, Causes, Management and Prevention" *Agriculture* 11, no. 1: 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
15. Grant F., Rossi L. (2022) The Italian Observatory on Food Surplus, Recovery, and Waste: The Development Process and Future Achievements, *Frontiers in Nutrition*, Volume 8, 2022, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.787982>, DOI=10.3389/fnut.2021.787982, ISSN=2296-861X
16. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF>
17. <https://envir.ee/ringmajandus/jaatmed/toidujaatmed>
18. <https://www.madr.ro/risipa-alimentara/reglementari-europene-si-nationale-referitoare-la-risipa-de-alimente.html>
19. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
20. <https://www.sprecozero.it/waste-watcher/>
21. Ishangulyyev Rovshen, Sanghyo Kim, and Lee Sang Hyeo. 2019. "Understanding Food Loss and Waste-Why Are We Losing and Wasting Food?" *Foods*. 2019 Aug; 8(8): 297. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>.
22. Ishangulyyev Rovshen, Sanghyo Kim, and Lee Sang Hyeo. 2019. "Understanding Food Loss and Waste-Why Are We Losing and Wasting Food?" *Foods*. 2019 Aug; 8(8): 297. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>
23. Lădaru, Georgiana-Raluca, Marian Siminică, Maria Claudia Diaconeasa, Diana Maria Ilie, Carmen-Elena Dobrotă, and Marian Motofeanu. 2021. "Influencing Factors and Social Media Reflections of Bakery Products Consumption in Romania" *Sustainability* 13, no. 6: 3411. <https://doi.org/10.3390/su13063411>
24. Leverenz D., Schmid D., Hafner G., Kranert M. Backwarenverluste in Bäckereien Aufkommen und Einflussfaktoren; Proceedings of the REFOWAS-Abschlusskonferenz; Berlin, Germany. 19 March 2018.

25. Leverenz Dominik, Felicitas Schneider, Thomas Schmidt, Gerold Hafner, Zuemmy Nevárez, and Martin Kranert. 2021. "Food Waste Generation in Germany in the Scope of European Legal Requirements for Monitoring and Reporting." *Sustainability*, 13, 6616. <https://doi.org/10.3390/su13126616>
26. Life-cycle of food (Toidu eluring) <https://maaelumuseumid.ee/programmid/toidu-eluring/>
27. Mena, C.; Terry, L.A.; Williams, A.; Ellram, L. (2014). Causes of waste across multi-tier supply networks: Cases in the UK food sector. *Int. J. Prod. Econ.*, 152, 144–158.
28. Mithun A.S., Golam K., Moktadir, M., Rumi, J., (2019). Framework for Evaluating Risks in Food Supply Chain: Implications in Food Wastage Reduction. *Journal of Cleaner Production*. 228. 10.1016/j.jclepro.2019.04.322.
29. Pocol, Cristina Bianca, Margaux Pinoteau, Antonio Amuza, Adriana Burlea-Schiopoiu, and Alexandra-Ioana Glogovețan. 2020. "Food Waste Behavior among Romanian Consumers: A Cluster Analysis" *Sustainability* 12, no. 22: 9708. <https://doi.org/10.3390/su12229708>
30. Prevention and reduction of food waste and food loss in schools (Toidujäätmete ja toidukao vältimine ja vähendamine koolides)
31. <https://keskkonnaharidus.ee/et/oppematerjalid/juhendmaterjal-toidujaatmete-ja-toidukao-valtimine-ja-vahendamine-koolides>
32. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and Council of 28 January 2002, Setting Forth the General Principles and Requirements of Food Law, Establishing the European Food Safety Authority, and Proposing Food Safety Procedures: Regulation (EC) No 178/2002. 2002. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32002R0178>
33. Respect food completely! (Austa toitu jäägitult!) <https://envir.ee/toiduj%C3%A4%C3%A4tmed>
34. Sincerely, food! Vă mulțumim pentru salvare. (Väärtustades toitu) <https://ekyl.ee/projektid/vaartustadestoitu>
35. The environmental impact of food (Toidu keskkonnamõju) <https://keskkonnaharidus.ee/et/oppematerjalid/toidu-keskkonnamoju>
36. Van der Vorst, Jack. (2006). Performance measurement in agri-food supply-chain networks - An overview. 10.1007/1-4020-4693-6_2.
37. "Wise food consumption" ("Tarbi toitu targalt") <https://tarbitoitutargalt.ee/haridusasutusele/>

3. peatükk

Toidujäätmete tekkepõhjused jahupõhiste toodete käitlemisel ja ladustamisel

3.1. Uuringud jahu käitlemisel ja ladustamisel tekkivate jääkide kohta

Jahu on pagari- ja jahutoodete põhitooraine ning nende peamine koostisosa. Peamiselt kasutatakse nisujahu, kuid teatud pagaritoodete puhul kasutatakse teist liiki jahu. Sõltuvalt jahvatamistehnoloogiast jaotatakse jahud lihtjahudeks ja sordijahudeks. Lihtjahvatusel saadakse täisterajahud ja lihtjahud, mis sisaldavad kõiki terakoostisosasid, millest täisterajahu ka iduosa. Sordijahvatusel saadakse nisujahud tera keskmistest kihtidestks, millest heledamad jahud koosnevad ainult endospermi keskmistest kihtidest ning mida tumedam on jahu, seda rohkem ääreakihte sisaldab. Täisteranisujahu on oma koostiselt oluline kiudainete, vitamiinide, mineraalide ja fütokeemiliste ühendite allikas. Sõltuvalt kleepvalgusisaldusest jagatakse nisujahud seitsmesse gruppi.

Nisu ja rukkijahud on jagatud tüüpidesse tuhasisalduse järgi. Üldiselt, mida madalam tüübi number, seda rohkem on jahus endospermi ja vähem kliisid. Tüüp tähistab jahu maksimaalset tuhasisaldust korrutatuna 1000-ga või ekstraheerimisastmega (Zhou jt, 2022).

Pagaritoodete valmistamisel esile tulevate vigade põhjused võivad olla seotud jahu füüsikalis-keemilistele või mikrobioloogilistele näitajate halvenemisega. Ebakvaliteetse jahu kasutamisel saadakse ebakvaliteetsed pagaritooted ja selle tulemusena suurenevad tootekaod erinevates tehnoloogilistes etappides. Vead tooraine vastuvõtmisel ning valed hoiutingimused (vale temperatuur, niiskus, halb hügieen, halb kahjuritõrje) võivad põhjustada jahutoodete kvaliteedi langust (Joonis 3.1).

Jahu kvaliteeti kontrollitakse ettevõttesse vastuvõtul, enne ladustamist, määratakse kindlaks sensoorsed ja füüsikalis-keemilised omadused ning võrreldes

saadud tulemusi standardites sätestatutega. Selleks võetakse igast partiist mitmeid proove, mis ühtluse tagamiseks segatakse, saadud keskmisest proovi analüüsitakse.

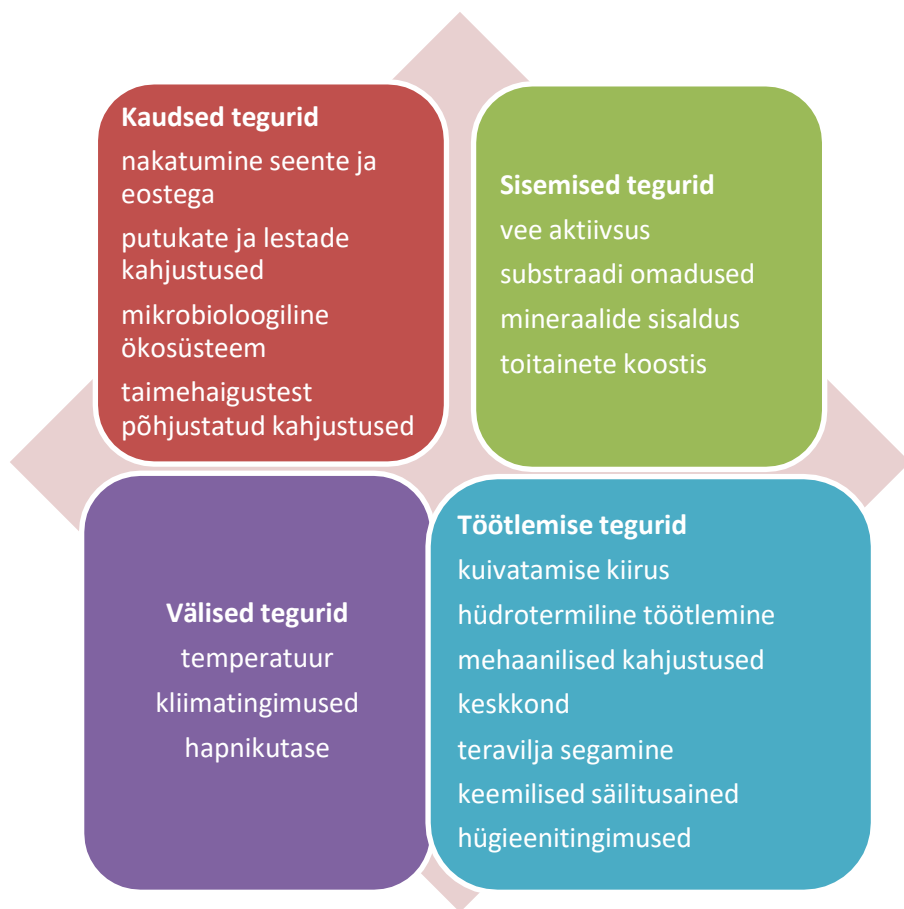
Jahu kvaliteedi määramiseks analüüsitakse järgmisi parameetreid: jahu värvus, lõhn, maitse, kahjuritega nakatumine, metallilisandite sisaldus, jahvatuse jämedus, toorkleepvalgusisaldus, niiskus, tuhasisaldus ja happesus. Kõrvalekalded jahu kvaliteedis põhjustavad defektidega tooteid, mis hiljem arvatakse kadude ja jäätmete hulka. Seetõttu on jahu kvaliteet määrav tegur tehnoloogiliste kadude vältimiseks pagariäris.

Lõhn, maitse, kahjuritega saastatus ja happesus näitavad jahuvärskust, metallilisandid saastatust.

Jahu liigid ja tüübid erinevad tuhasisalduse ja jahu värvuse poolest. Väiksema tüübinumbriga jahud, mis pärinevad tera endospermi keskmisest osast on heledamad, suurema tüübinumbriga jahud aga tumedamad ja ebaühtlaselt kirjud. Nisujahu tüübid on üldiselt valge värvusega, kollaka või kreemika alatooniga; rukkijahusordid (tüübid) on valge värvusega, hallika alatooniga.

Mida suurem on jahus leiduvate kliide osakaal, seega on ekstraheerimisaste kõrgem, seda tumedam on jahu värvus. Pagaritooted saavad oma värvuse küpsetusprotsessis melanoidide moodustumise ja suhkrute pruunistumise tagajärjel. Alexia (2009) toob oma töös välja, et pagaritootte värvus sõltub suuresti jahu värvusest, sest ensüüm türosinaas oksüdeerib jahus sisalduvat aminohapet, mille käigus tekivad mustad ühendid, mida nimetatakse melaniinideks. Töös järeldati, et nendest ühenditest tulenevad ka leivakoore defektid, mille kõrge sisaldus soodustab ja põhjustab pagaritoodete rõhutatult pruunistumist ja põhjustab jahu halva kvaliteedi tõttu jäätmeid.

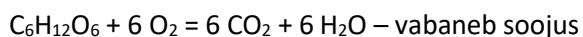
Pagaritoodete valmistamisel on suur tähtsus jahu peenestusastmel, mis mõjutab oluliselt keemiliste, biokeemiliste ja kolloidsete protsesside arengut ning taigna reoloogilisi omadusi, neist sõltub pagaritoodete kvaliteet. Kui valida sobiva jämedusega jahu (oleneb jahu tüübist) toote valmistamiseks, siis õige tehnoloogia kasutamisel sellest näitajast tingitult toodete kvaliteet ei halvene.



Joonis 3.1. Jahu kvaliteedi eest vastutavad tegurid, et vältida kadusid ladustamisetapis (Magan ja Aldred, 2007).

Jahu riknemine toimub siis, kui ladustamine on tehtud ebaõigetes tingimustes (tabel 3.1.) ja see võib tuleneda jahus toimuvatest looduslikest protsessidest (mikrobioloogilised ja biokeemilised), mis põhjustavad isekuumenemist ja hallitamist, või selle lagundamist putukate poolt (laokahjurid).

Jahu isekuumenemine ja hallitamine on kõige sagedasemad muutused, mis toimuvad hingamisprotsessi tagajärjel, seda iseloomustab järgmine skeem:



Mida intensiivsem on hingamisprotsess, seda rohkem koguneb soojust ja niiskust, mis ebaõigetes hoiutingimustes põhjustab jahu isekuumenemist, millega kaasneb tükkide moodustumine kuid ka hallituste tekkimine. Jahus oleva mikrofloora arengu tõttu annab isekuumenemine jahule kopitanud lõhna.

Putukate kahjustunud jahu on eeskätt ebapuhas vastsete või valmikute sisalduse tõttu, kuid esineb ka jahutükkide nende poolt eritatud viskoosete niitude tõttu.

Tabel 3.1. Jahu roknemise põhjused säilitamisel

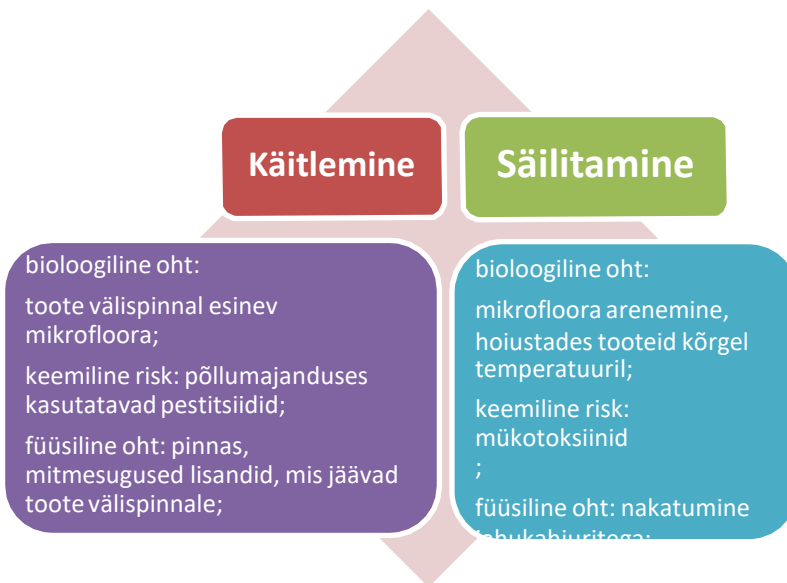
Jahu riknemise põhjused	Määratavad parameetrid	Meetmed
Valed ladustamistingimused Ebapiisav õhuniiskus ja ventilatsiooni puudumine	Niiskus, ventilatsioon laoruumides	Ladu peab olema puhtas, kuiv, terve ja hästi ventileeritud, õhutemperatuur 10-12 °C
Jahukottide vale paigutus	Ladustamise asetuse plaan	Jahukotid tuleb asetada restidele, et tagada virnade ventilatsioon ja vältida põrandast niiskust. Kotivirnade ja seinte või kahe virna vahele peab jääma vähemalt 0,5 m ülevaatus- ja tuulutusruumi.
Nakatamise aste	Putukate tõrje	Püüniste paigaldamine putukatõrjeks. Nakatunud kohad desinfitseeritakse insektitsiidsete ainetega. Putukate eraldamine jahust sõelumise teel sobivate sõelade abil, eemaldades nii vastsed, valmikud kui ka täiskasvanud putukad. Nakatunud jahu jäänused hävitada. Nakkuspuhangute tekke vältimiseks hoida laod puhtad, ventileeritud ja kuivad.
Seente ja mükotoksiinidega saastumine	Mikrobioloogiline kontroll	Füüsikalise-keemilised meetodid

Kõige sagedasemad kahjurid on: harilik jahumardikas (*Tenebrio molitor*), mida nimetatakse ka suureks jahumardikaks, väike jahumardikas (*Tribolium destructor*), ruuge-jahumardikas (*Tribolium confusum*), jahulest (*Acarus siro*) ja jahuleediklane (*Pyralis farinalis*). Jahu saastumisel paljunevad kahjurid väga kiiresti.

Vältimaks jahu lagunemist ning käitlemise ja ladustamisega kaasnevaid riske (Joonis 3.2), on jahuladudes vajalikud vastavad meetmed. Ladu, kus hoitakse jahu kottides, peavad olema järgmised säilitustingimused: võimalikult konstantne õhutemperatuur 10-12 °C, hea ventilatsioon ja piisav loomulik valgustus, vastavalt heleduse koefitsient 0,12 (see koefitsient tähistab pindade omavahelist suhet akendest ja põrandast). Kotid on paigutatud soojal aastaajal maksimaalselt 6 ja külmal aastaajal maksimaalselt 10 kotti virna. Kotivirnad on asetatud restidele.

Jahu kottide paigutamisel lattu võetakse arvesse järgmisi minimaalseid vahemaid:

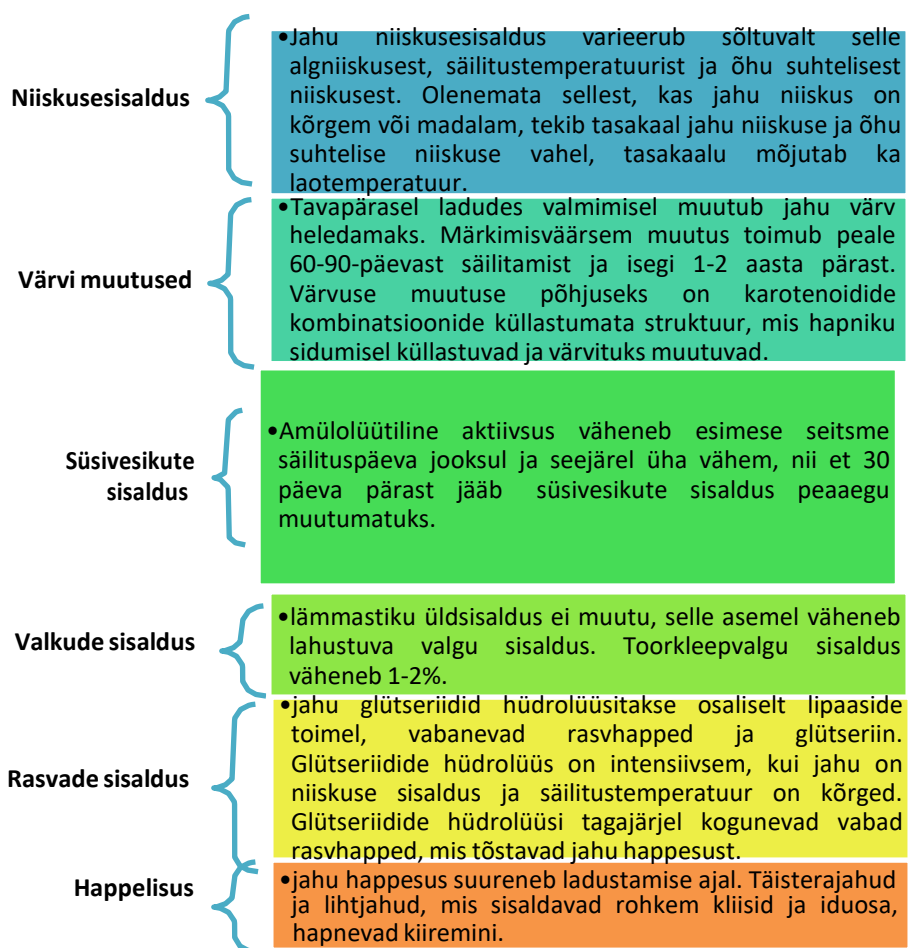
- kottide ja seina vahel - 0,4 m,
- kahe kotivirna vahel, kui ei toimu läbikäimist 0,75 m,
- kui kottide vahel liigeldakse, siis 1,5-2,5 m (Alexa jt, 2004).



Joonis 3.2. Riskide põhjused jahutoodete käitlemise ja säilitamise etapis

3.2. Toidujäätmete tekkepõhjused jahu säilitamise ajal toimuvate füüsikalise-keemiliste protsesside tõttu

Valmistatud ja ladustatud jahus toimuvad mitmed füüsikalised, keemilised ja biokeemilised protsessid, mis sõltuvad ka säilitustingimustest. Need protsessid võivad viia jahu küpsetusomaduste paranemiseni või nende omaduste halvenemiseni. Kõik need jahu kvaliteedist tulenevad puudused tootmisprotsessis toovad kaasa tootekadusid ja tootmisjääke (joonis 3.3.).



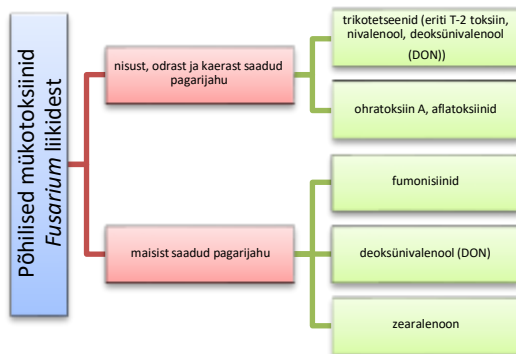
Joonis 3.3. Jahu ladustamisel toimuvad protsessid, millest sõltub pagaritoodete kvaliteet ja kadude teke

Jahu loomuliku laagerdumise kestus sõltub: jahu algkvaliteedist, selle ekstraheerimisest ja niiskusest, säilitustemperatuurist, õhutamisest. Jahu loomuliku valmimise kestus on pikem, kui jahu on ebakvaliteetne ja temperatuur laos on madal. Täheldati, et jahu valmib kiiremini temperatuuril 25-45°C.

3.3. Toidujäätmete tekkepõhjused mikroobse saastumise tõttu

Oluline roll jahu kvaliteedi tagamisel säilitusaja jooksul on jahuladudes läbiviidaval füüsikalise-keemilisel ja mikrobioloogilisel kontrollil.

Mikrobioloogilisest aspektist vaadatuna on jahu saastumise peamine oht ladustamisel see kui tingimused ei ole sobivad ning saastumine mükotoksiinidega. Nisujahu võib saastumise ning seejärel selle tarbimise korral olla üheks mükotoksiini ohuks tarbijale. Nisujahu on vastuvõtlik mükotoksiinidega saastumisele põllul või ladustamisel toksogeensete seente poolt, nagu *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* ja *Alternaria spp.* Organismi võib sattuda peamised saia jt pagaritoodete, hommikusöögihelveste ja suupistete tarbimisel. Suurimat saastumist põhjustavad *Fusarium* mükotoksiinid, mis võivad teraviljade tooteahelasse sattuda (Joonis 3.4).



Joonis 3.4. Peamised *Fusarium* liikide mükotoksiinid, mis võivad esineda Parasvõtmes kasvatatavatel teraviljadel

Pagaritooted on vastuvõtlikud mükotoksiine tootvate seentega saastumisele, mis vähendab nende säilivusaega, mille tulemuseks on toidu raiskamine ja majanduslik kahju. Lisaks kantud kahjudega seotud aspektidele põhjustab nakatumine

mükotoksiine tootvate seentega ka terviseprobleeme, arvestades tekkivate ühendite toksilisust.

Seetõttu on mükotoksiine tootvate seente tõrje parim meetod pagaritööstuse jäätmete vähendamiseks ja samal ajal pagaritoodete säilivusaja pikendamiseks. Mükotoksiine tootvate seente ja mükotoksiinidega saastumise vähendamiseks kasutatakse erinevaid meetodeid, keskendudes praegu füüsikalistele meetoditele (steriliseerimine mikrolainetega, kuivatamine, impulssvalguse kasutamine ja madalrõhul elavhõbedalampidega töötlemine) ning keemilistele säilitusainete kasutamine (kaltsiumpropionaat, sorbaat, bensoaadid, nitritid ja sulfitid).

Kuigi füüsikalised meetodid maitsemuutusi esile ei kutsu, alandavad need pagaritoodete toiteväärtust ja on sageli kulukad (Liu jt, 2022). Euroopa õigusaktid, millega kehtestatakse mükotoksiinide lubatud piirnormid jahus ja pagaritoodetes on toodud (tabel 3.2.)

Tabel 3.2. Mükotoksiinide tase teraviljapõhistes toodetes vastavalt Euroopa Komisjoni määrusele (EÜ) nr 2023/915, 25. aprill 2023, milles käsitletakse teatavate saasteainete piirnorme toidus. (eur-lex.europa.eu)

Toode		Piirnormid (µg/kg)	
		B ₁	B ₁ , B ₂ , G ₁ ja G ₂ summa
1	Aflatoksiinid		
1.1	Teravili ning sellest saadud tooted, sealhulgas töödeldud teraviljatooted, v.a mais ja riis. Teraviljast saadud tooted on tooted, mis sisaldavad vähemalt 80% teraviljatooteid.	2,0	4,0
1.2	Imikutoit ning teraviljapõhine töödeldud imiku- ja väikelastetoit		0,10
2	Ohratoksiin A		
2.1	Töötlemata teraviljast saadud tooted ja teravili, mis viiakse turule lõpptarbija jaoks, sealhulgas töödeldud teraviljatooted. Töötlemata teraviljast saadud tooted on tooted, mis sisaldavad vähemalt 80% teraviljatooteid.		3,0
2.2	Pagaritooded, teraviljast suupisted ja hommikusöögi helbed		

	– tooted, mis ei sisalda õliseemneid, pähkleid ega kuivatatud puuvilju/marju	2,0
	– tooted, mis sisaldavad vähemalt 20% rosinaid ja/või kuivatatud viigimarju	4,0
	– muud tooted, mis sisaldavad õliseemneid, pähkleid ja/või kuivatatud puuvilju/marju	3,0
2.3	Imikutoit ning teraviljapõhine töödeldud imiku- ja väikelastetoit	0,50
3	Deoksünivalenool	
3.1	Teravili, mis viiakse turule lõpptarbija jaoks, teraviljajahu, manna ning kliid ja idud lõpptootena, mis viiakse turule lõpptarbija jaoks, välja arvatud riis ja riisii ning maisitooted.	750
3.2	Makarontooted, mille veesisaldus on ligikaudu 12%.	750
3.3	Leib, kondiitritooted, küpsised, teraviljast suupisted ja hommikusöögihelbed, välja arvatud riisitooted. Sealhulgas väikesed pagaritooted.	500
3.4	Imikutoit ning teraviljapõhine töödeldud imiku- ja väikelastetoit, välja arvatud riisitooted.	200
4	Zearalenoon	
4.1	Teravili, mis viiakse turule lõpptarbija jaoks, teraviljajahu, manna ning kliid ja idud lõpptootena, mis viiakse turule lõpptarbija jaoks, välja arvatud mais ja maisitooted ning riis ja riisitooted.	75
4.2	Leib, valikpagaritooted, küpsised, teraviljast suupisted ja hommikusöögihelbed, välja arvatud maisi-, riisitooted (k.a mais ja riis)	50
4.3	Imikutoit ning teraviljapõhine töödeldud imiku- ja väikelastetoit, välja arvatud riisitooted.	20
5	Fumonisiinid	B ₁ ja B ₂ summa
5.1	Töödeldud teraviljapõhised toidud ja imikutoidud imikutele ja väikelastele	200

Jahu- ja pagaritoodete mükotoksiine tootvate seente esinemissageduse vähendamiseks on pakutud välja mitmeid füüsikalisi ja keemilisi protsesse (tabel 3.3-3.4).

Tabel 3.3. Seente ja mükotoksiinidega saastumise vähendamise meetodid
ladustamise ajal erinevates jahudes

Saastumine	Möötmine	Tingimused	Mõju	Viited
Jahu saastumine kõigi bakteritega	Kuiv kuumutamine	80-180 °C 5sek-15 min		Rose jt, 2012
Nisujahu saastumine <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>E.Coli</i>	Kuiv kuumutamine	290°C 5 min	Saastumise vähendamine 2700 cfu/g kuni 120 cfu/g	Upreti jt, 2010
Nisujahu saastumine aeroosete mesofiilsete ja enterobakteritega	Keemiline töötlemine	5,0% piimhapet - NaCl	vähene mine 3,1 ± 0,1 ja 4,5 ± 0,0 log CFU/g	Sabillón jt, 2019
Jahu saastumine <i>Saccharomyces cerevisiae</i>-ga	Impulss	Kestus 0,3 µs, doosiga 0,49 J/cm ²	10.1% <i>Saccharomyces cerevisiae</i> inaktiveeriti	Fine ja Gervais, 2004
Pleegitamata nisujahu koos <i>Salmonella</i>-ga	Impulss	Impulsi kestus 10 ms, lainepikkusega 395 nm	<i>Salmonella</i> vähene mine 2,48 log CFU/g	Subedi jt, 2020
Pleegitamata nisujahu koos <i>Salmonella</i>-ga	Impulss	Impulsi kestus 10 ms, lainepikkusega 395 nm 60 minuti jooksul	<i>Salmonella</i> koormuse vähene mine 2,91 log CFU/g	Du jt, 2020
Aeroobsete mesofiilide, termofiilide ja hallitustega saastunud nisujahu	Külma atmosfääri-rõhuga plasma	Sagedus oli 9 kHz, pinge 15–20 kV, kestus 60 või 120 s	Ei ole vähene mist	Bahrami jt, 2016
Pehme valge nisu mahejahu, mis on saastunud <i>Salmonellaga</i>-ga	Raadiosageduslik (RF) soojendus	0,5 kW, 27 MHz RF kütteseade, elektroodide vahed 90 mm	<i>Salmonella</i> vähene mine 7 log CFU/g	Villa-Rojas jt, 2017

		ja polü- stüreenist silindrid		
Pehme talinisu mahejahu, mis on saastunud <i>Enterococcus faecium-i, Salmonella-ga</i>	Pastöriseeri- mine	6kW, 27,12 MHz RF- kütteseade. Elektroodide vahe 35 mm. Alumiiniumist katseklaasid ja 85 °C, 33 min	<i>Enterococcus faecium-i</i> vähenemine 3,7 log CFU/g ja <i>Salmonella</i> vähenemine 5 log CFU/g	Liu jt, 2018
		6kW, 27,12 MHz RF- kütteseade. Elektroodide vahe 35 mm. Alumiiniumist katseklaasid ja 85 °C, 27 min	<i>E. faecium</i> 'i vähenemine 4,9 log CFU/g	
Pehme talinisu mahejahu, mis on saastunud <i>Enterococcus faecium-i, Salmonella-ga</i>	vaakum aurutöötlus	vaakum- aurutöötlus 65 °C juures 8 min	3.57 ja 3.21 log CFU/g for <i>E. coli</i> ja <i>Salmonella enterica subsp. enterica serovar Enteritidis</i> PT 30, vastavalt. T	Log5, 2010
Putukatega nakatanud nisu	kiiritamine	Töötlemine 1,10 ja 25 kGy kiirgusega a ⁶⁰ Co	1 kGy vähendas elujõulisi mikroorganisme ja 2 logi võrra 10 kGy elimineeris täielikult bakterid	Hanis jt, 1988
Mikroobidega nakatatud jahu	Ultraviolettkii- rgus kombineeri-	20 mg/kg jahu	Mikroobi- koormus vähenes ~ 2 logi võrra	Laszlo jt, 2008

	tuna osooniga			
Mikroorganismidega nakatunud nisujahu	Raadiosageduslik kiiritus	Töötlemine raadiosagedusena kuni temperatuurini 75-100 °C, millele järgneb jahutamine ja külm õhk	Bakterite arvu vähendamine logi võrra	Weaves jt, 2011
Ohratoksiin A-ga (OTA) saastunud nisujahu	Küpsetamine elektriahjus	180 °C, ilma auruta, 30 minutit	OTA sisalduse vähendamine 10 ppm-lt 3 ppm-le	Alexa jt, 2004
		200 °C, ilma auruta, 20 minutit	OTA sisalduse vähendamine 10 ppm-lt 0,5 ppm-le	Alexa jt, 2004
		250 °C, auruta, 30 minutit	OTA sisalduse vähendamine 10 ppm-lt tuvastamatu väärtuseni	Alexa jt, 2004

Tabel 3.4. Mükotoksiinidega saastumise vähendamine füüsikaliste meetodite abil

Mükotoksiinid	Toode	Sisaldus (%)	Allikas
OTA	täisterasai	40 - 50	Guy jt, (2004)
	kliid	50-60	
	sai	20.-.30	
	nisujahu	20 - 30	
Deoksünivalenool	käärinud tainas	50	
Zearalenoon	sai	60	
	nuudlid	50	
DON	maisitangud	10 – 20%	

Impulssvalgus on mittetermiline tehnoloogia mikroorganismide kiireks inaktiveerimiseks. See meetod on leidnud kasutatavust jahu ja pagaritoodete

saastest puhastamisel. Mikroorganismide inaktiveerimine impulssvalgusega töötlemise ajal on tingitud fotokeemilisest ja fototermilisest mehhanismist.

Külm või mittetermiline plasma genereeritakse gaasi elektrilahenduste kaudu atmosfääri või alandatud rõhu (vaakum) tingimustes. Varasemad uuringud on näidanud, et nisujahu töötlemisel külma plasmaga valgu sulfhüdrüülrühmad oksüdeerusid ja need protsessid väljendusid taigna viskoelastsuse suurenemises, samuti taigna tugevuse ja optimaalse segamisaja paranemises (Lopez ja Simsek, 2021).

Raadiosageduslik (RF) kuumutamine on kaudne elektrokuumutamise tüüp, mille käigus elektrienergia muundatakse elektromagnetkiirguseks, et tekitada tootele soojust (Marra jt, 2009).

Kaltsiumpropionaati ja muid keemilisi säilitusaineid võib lisada otse pagaritoodetele; nende säilitusainete pikaajaline tarbimine võib aga suurendada krooniliste haiguste riski. Teisest küljest on bioloogilised säilitusained tarbijasõbralikumad, ökoloogiliselt säästvamad ja neil on laialdased rakendused mükotoksiine tootvate seentega saastumise kontrollimisel. Piimhappebakterid (LAB) on pälvinud tähelepanu potentsiaalse bioloogilise säilitusvahendina, kuna neid peetakse üldiselt ohututeks ja need toodavad metaboliite, mis võivad pärssida mükotoksiine tootvate seente kasvu (Liu jt, 2022).

Guy jt, (2004) näitasid, et täistera nisust valmistatud sai sisaldas pärast tera esmast puhastamist ja terakesta abrasiivset harjamist, täistera jahvatamis, ligikaudu 40–50% Ohratoksiini A olenemata saastatuse algtasemest. Ülejäänud oli valdavalt kliifraktsioonides. Saia tootmisel leidis OTA-d peamiselt valges jahus ja leivas (20–30%). Üldiselt sisaldavad kliid ja rupsjahu, mis on olulised toiduahelasse sisenevad kõrvalsaadused, kõige rohkem OTA fraktsioone. Deoksünivalenool on paljudes protsessides stabiilne, kuid kuni 50% säilib taigna kääritamisel. Zearalenooni puhul on leitud, et 60% säilib leivas ja 50% nuudlites.

Nisu- ja jahupartiide kohta tehtud katsetulemused näitavad, et organoleptilise uuringu ja mükoloogilise uuringu tulemuste vahel puudub seos. Olukorras, kus organoleptilised proovi tulemused vastasid nõuetele, oli aga mükotoksiinidega

saastumine kaugele arenenud, mis viitab mükoloogilise analüütilise uuringu vajadusele teravilja ja teraviljasaaduste tervislikkuse tagamiseks.

Ergotoksiine sisaldavate teraviljadega leiva ja teiste toodete küpsetamisel täheldati täisteratoodetes üksikute ergoliinide (ergosiin, ergokorniin, ergometriin, ergotamiin, α -ergokriptiin, ergokristiin) 59-100% vähenemist, rukkijahust leibadel 50-86% ja tritikalest valmistatud toodetel 25-74% vähendamist (Sanchis, 2000).

Rumeenias viidi läbi uuringud ohratoksiin A saastumise vähendamise võimaluse kohta nisu jahus ja saiaks töötlemisel (Alexa jt, 2004). Selleks, et uurida ohratoksiinidega saastumise vähenemist termilise töötlemise teel, analüüsiti saastunud jahu kuumutamist temperatuuril 150-200 °C auruga ja auruta (Alexa, 2003). Samuti on uuritud võimalust vähendada teraviljatoodete saastumist ohratoksiin A-ga füüsikalise-technoloogilisi töötlemismeetodeid kasutades (Cabanès, 2000).

Kasutatud allikad

1. Alexa Ersilia, Daniela Mucete, I. Gergen, Nicoleta Hadaruga Mariana Poiana, *Comparative study of TLC and HPLC determination of ochratoxin A in wheat and food products of wheat*, Proceedings of the 12 th International Symposium on Instrumental Planar Chromatography - Budapest, Ungaria, 236-241, 2004;
2. Alexa, Ersilia - *Contaminanti in produsele vegetale*, Ed. Eurobit, Timisoara, 2003;
3. Cabanes F.J., *Mycotoxinas emergentes*, Rev. Iberosam Micot., 17, 61-62, 2000
4. Sancis V., *Control de mycotoxinas emergentes*, Rev. Iberoam Micot., 17, 69-75, 2000;
5. Alexa E., *Flour food technology*, Eurobit Publishing House, 2008, Timisoara, Romania
6. Magan, N., & Aldred, D. (2007). Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. *International journal of food microbiology*, 119(1-2), 131-139.
7. Liu A, Xu R, Zhang S, Wang Y, Hu B, Ao X, Li Q, Li J, Hu K, Yang Y and Liu S (2022) Antifungal Mechanisms and Application of Lactic Acid Bacteria in Bakery Products: A Review. *Front. Microbiol.* 13:924398. doi: 10.3389/fmicb.2022.924398
8. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2006.364.01.0005.01.ENG&toc=OJ%3A2006%3A364%3AFULL

9. Magallanes López, A. M., & Simsek, S. (2021). Pathogens control on wheat and wheat flour: A review. *Cereal Chemistry*, 98(1), 17-30.
10. Marra, F., Zhang, L., & Lyng, J. G. (2009). Radio frequency treatment of foods: Review of recent advances. *Journal of Food Engineering*, 91(4), 497–508. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.015>.
11. Guy, R.C.E., Scudamore, K.A., Banks, J.N., 2004. Fate of ochratoxin A in the processing of whole wheat grain during extrusion. *Food Additive and Contaminants* 21, 488–497.
12. Rose, D. J., Bianchini, A., Martinez, B., & Flores, R. A. (2012). Methods for reducing microbial contamination of wheat flour and effects on functionality. *Cereal Foods World*, 57(3), 104.
13. Upreti, P., Roberts, J.S., Jalali, R. Heat-treated flour. U.S. patent application 20100092639, 2010.
14. Fine, F., & Gervais, P. (2004). Efficiency of pulsed UV light for microbial decontamination of food powders. *Journal of Food Protection*, 67(4), 787–792. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.787>.
15. Subedi, S., Du, L., Prasad, A., Yadav, B., & Roopesh, M. S. (2020). Inactivation of Salmonella and quality changes in wheat flour after pulsed light-emitting diode (LED) treatments. *Food and Bioproducts Processing*, 121, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.02.004>
16. Du, L., Jaya Prasad, A., Gänzle, M., & Roopesh, M. S. (2020). Inactivation of Salmonella spp. in wheat flour by 395 nm pulsed light emitting diode (LED) treatment and the related functional and structural changes of gluten. *Food Research International*, 127, 108716. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108716>
17. Bahrami, N., Bayliss, D., Chope, G., Penson, S., Pehinec, T., & Fisk, I. D. (2016). Cold plasma: A new technology to modify wheat flour functionality. *Food Chemistry*, 202, 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.113>.
18. Vil a-Rojas, R., Zhu, M. J., Marks, B. P., & Tang, J. (2017). Radiofrequency inactivation of Salmonella Enteritidis PT 30 and Enterococcus faecium in wheat flour at different water activities. *Biosystems Engineering*, 156, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.01.001>.
19. Liu, S., Ozturk, S., Xu, J., Kong, F., Gray, P., Zhu, M. J., ... Tang, J. (2018). Microbial validation of radio frequency pasteurization of wheat flour by inoculated pack studies. *Journal of Food Engineering*, 217, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.013>.

20. Log5. CCP pasteurization and sterilization of dry foods. Published online at www.log5.com/PDF/Log5_CCP_Brochure_Print.pdf. Log5 Corporation, Phoenix, MD, 2010.
21. Hanis, T., Mnukova, J., Jelen, P., Klir, P., Perez, B., Pesek, M., Effect of gamma irradiation on survival of natural microflora and some nutrients in cereal meals. *Cereal Chem.* 65 : 381, 1988.
22. Laszlo, Z., Hovorrka-Horvath, Z., Beszedes, S, Kertesz, S., Gyimes, E., Hodur, C., Comparison of the effects of ozone, UV, and combined ozone/UV treatment on the colour and microbial counts of wheat flour. *Ozone Sci. Eng.* 30 : 413, 2018.
23. Weaver, G., Akins-Lewenthal, E., Allen, B., Baker, S., Hoerning, D., Peterson, A., Schumacher, R., Warren, B., Microbial reduction in a processing steam of a milled product. U.S. patent application 20110177216, 2011.
24. Sabillón, L, Stratton, J, Rose, D, Bianchini, A. Effect of saline organic acid solutions applied during soft wheat tempering on microbial load and flour functionality. *Cereal Chem.* 2019; 96: 1048– 1059. <https://doi.org/10.1002/cche.10210>
25. Zhou, H.; Xu, A.; Liu, M.; Yan, Z.; Qin, L.; Liu, H.; Wu, A.; Liu, N. Mycotoxins in Wheat Flours Marketed in Shanghai, China: Occurrence and Dietary Risk Assessment. *Toxins* 2022, 14, 748. <https://doi.org/10.3390/toxins1411074>

4. peatükk

Toidujäätmete tekkepõhjused jahupõhiste toodete töötlemisel ja pakendamisel

4.1. Uuringud toidujäätmete tekkepõhjuste kohta jahupõhiste toodete töötlemisel ja pakendamisel

Aja jooksul on teadlased ja ettevõtted püüdnud leida paremaid alternatiive toidu raiskamise vähendamiseks, mida peetakse üheks suurimaks toidusüsteemi ebatõhususe allikaks (Tiwari ja Khawas, 2021; Gorynska-Goldmann jt, 2021; Svanes jt, 2018). Seega on toidu raiskamise ulatuse vähendamine toidusüsteemide haldajate jaoks üks pakilisemaid väljakutseid, alustades põllumajandusest kuni toidutarbimiseni kodumajapidamistes, eriti kuna toiduga mitte kindlustamine on COVID-19 pandeemia ajal süvenenud (Gorynska-Goldmann jt, 2021).

Põllumajandusjäätmeid saadakse peamiselt põllumajanduslikust tootmisest (koristamine ja töötlemine talupiirkondades) ning põllumajanduslikust töötlevast tööstusest, nagu jahvatamine ja pagaritööstus, seemneõlide ekstraheerimine, piiritusetehastest ja õlletehastest, linnase tootmisest, suhkru-, tärklise- ja kondiitritööstusest, kuid ka puu- ja juurviljade töötlemisest.

Uuringud väidavad, et need toidujäätmed omavad tohutut potentsiaali loomasööda valguallikana ning neid saab muuta biokütusteks, bioenergiaks ja muudeks toodeteks viisil, mis tõstab nende majanduslikku väärtust (Tiwari ja Khawas, 2021).

Ajila jt, (2012) on teatanud, et kõrvalsaaduste käitlemine ja töötlemisel kasutatavad tehnoloogiad sõltuvad eelkõige materjali tüüpest ja kvaliteedist.

Uuringuid selle kohta, kuidas toiduainete töötlemise sektorites toidukadusid vähendada, on vähe, kuna enamik teadlasi keskendub põllumajandusjäätmetele ja turu nõudlusele; märgata on suurt huvi avaliku toitlustuse ja kodutarbimise vastu. Dumitru jt, (2021) poolt Rumeenias tehtud uuringust selgub, et avalikus toitlustuses tekib toidujäätmed 8,63% ja kodutarbimises 6,50% ulatuses. Lisaks moodustavad

kodutarbijad kuni 40,78% kogu jäätmekogusest. Seoses toidujääkide tasemega kogu toiduahelas leiti, et kaod on 3,8%, samas kui toiduainete töötlemisel on registreeritud suuremaid kadusid pagaritööstuses (6%) ja lihatööstuses (7%). Samuti märgivad autorid, et toiduainete töötlemisel on probleeme tehnoloogilistest protsessidest tulenevate kõrvalsaaduste kasutamisega, aga ka tooraine liigse varumise ja ebakvaliteetsete toodete tekkimisega. Turustusel on märkimisväärseteks kahjude allikateks toodete väärkäitlemine ja teatud sortimentide üle pakkumine, mida ei müüda piisavalt kiiresti. Uuring viidi läbi 2020. aasta juunist septembrini toiduahela nelja lüli kohta (825 küsimustikku): avalik toitlustus - HoReCa, turustus, töötlemine ja esmatootmine.

Vastajatega ühenduse võtmine ja küsimustiku haldamine toimus volitatud kõnekeskuse tarkvarasüsteemi abil. 2018. aastal registreeritud käibe järgi valisid Dumitru jt, 2021. aastal Rumeenia 800 juhtivat majandusagenti igast toiduahela lülist. Toidu töötlemise ja turustamise etapis tuvastatud kadude ja jääkide vähendamise meetodid on näidatud tabelis 4.1.

Tabel 4.1. Kõige tõhusamad ja rakendatud toidukadude ja jääkide kontrollimeetmed toiduainete töötlemise ja turustamise käigus (Dumitru jt, 2021)

Meede	Toiduainete töötlemisel		Toidu turustamisel	
	Kõige efektiivsemad meetmed (%)	Rakendatud kontrollimeetmed (%)	Kõige efektiivsemad meetmed (%)	Rakendatud kontrollimeetmed (%)
Jäätmete kasutamine väetisena	1	0	0	0
Annetused	2	1	4	3
Kõrvalsaaduste väärtustamine ettevõttesiseselt või turunduse teel (nt lisamine muudesse toodetesse, loomasöödas)	11	1	3	1

Toodete turustamine alandatud hinnaga	0	0	2	2
Valikuline kollektsioon	0	0	1	1
Jäätmed tuleb üle võtta neutraliseerimis-ettevõttes	1	0	1	0
Tootmise optimeerimine uute tehnoloogiate või tarnejuhtimise kaudu	1	9	2	8
muud	0	2	0	1
Puudub/ei ole nii	63	70	67	64

Tabel 4.1 näitab, et esmane strateegia jäätmete vähendamiseks toiduainetööstuses on kõrvalsaaduste ettevõtte sisene või väline turustamine (nt lisamine muudesse toodetesse, loomasööta), mis moodustab 11% koguarvust, samas kui esmane strateegia jäätmete vähendamiseks toidutoodete realiseerimisel on annetamine (4%).

Seoses toidukao ja jäätmetekke kontrolli meetmete rakendamisega tooteahelas keskenduvad toiduainete tootmise ja turustamise sektorid tootmise optimeerimisele läbi kaasaegsete tehnoloogiate või tarnejuhtimise (8-9%). Enam kui pooled vastanutest aga ei tea põhjuseid või ei vastanud. Selle tulemusena näitab Dumitru jt, 2021. aastal Rumeenias läbi viidud uuring, et märkimisväärne hulk tooteahela ettevõtjaid ei ole teadlikud katsetest piirata toidu raiskamist. Tabel 4.2 näitab, et negatiivsete vastuste osakaal – mistahes meetme eitamine või teadmatus (N/A) – on üle 90%.

Tabel 4.2. Teadmised olemasolevatest toidujääkide vältimise kontrollimeetmetest toiduainetööstuses (Dumitru jt, 2021)

Meetmed	Olemasolevad meetmed jääkide vähendamiseks Rumeenia mastaabis (%)	
	Toiduainete töötlemine	Toidu jagamine (realiseerimine)
Annetuste ergutamine/toidupankade loomine	3	4
Teadlikkuse tõstmise kampaaniad	0	0
Sidusa tarnesüsteemi rakendamine	1	1
FW kogumise/ringlusse võtu jälgimine	1	0
Arenenud tehnoloogiate edendamine	0	0
Nõudmistele vastava tootmise edendamine	0	0
Müügikampaaniad	1	2
Seadusandlikud meetmed	0	0
muud	2	2
Mitte ühtegi	69	76
Ei kehti	20	15

Teravilja töötlemine ja jahu tootmine mängib olulist rolli Euroopas ja ka mujal maailmas. Töötlemisel on sageli teisese tooraine tootmise väljund, mis on viimasel ajal pälvinud tähelepanu seoses Euroopa Liidu pühendumusega üleminekul ringmajanduse mudelile. Comino jt, (2021) on keskendunud väikeses jahvatustööstuses teravilja töötlemisel saadud orgaaniliste jääkide (nt nisutolmu) kasutamisele biopõhiste materjalide tootmiseks.

Terast jahu tootmise osas Yanova jt, (2019) on välja toonud peamiseks eesmärgiks vältida kadude tekkimist ja raiskamist jahutööstuses – nimelt jahutoodete kvaliteedi tõstmise kaudu. Autorid väidavad, et tööstuses kasutatavad uued tehnoloogiad, nagu ekstrusioon, võimaldavad saada nisust jahu saagikusega 96%,

odrast 91% ja kaerast 90%, mille väärtus on suurem kui olemasolevate tehnoloogiate kasutamine seni on andnud (tabel 4.3).

Tabel 4.3. Nisu, odra ja kaera töötlemise saagikuse (%) võrdlus
(vastavalt Yanova jt, 2019)

Toote nimi	Olemasolev tehnoloogia, %	Uus tehnoloogia, %
Nisu		
Nisujahu	77,5	96,0
Söödajahu ja -kliid	18,0	1,4
Söödateravilja toode	2,9	0,0
Jäätmed ja mehaanilised kaod	0,3	0,3
Kahanemine	1,3	2,3
Kokku	100	100
Oder		
Odrajahu	68,0	91,0
Söödajahu ja -kliid	21,0	3,0
Söödateravilja toode	6,0	0,0
Jäätmed ja mehaanilised kaod	3,7	2,7
Kahanemine	1,3	3,3
Kokku	100	100
Kaer		
Kaerajahu	64,0	90,0
Söödajahu ja -kliid	25,0	3,7
Söödateravilja toode	5,6	0,0
Jäätmed ja mehaanilised kaod	4,0	3,0
Kahanemine	1,3	3,3
Kokku	100	100

Traditsiooniliste meetodite kasutamine jahutootmises vähendab mõnevõrra jahu toiteväärtust (mineraalid, vitamiinid, valgud) ning loomasööda tootmiseks kasutatakse madala kvaliteediga teravilja ja jahu kõrvalsaadusi. Kuid uusi tehnoloogiaid kasutades hoitakse teravilja toiteväärtus maksimaalsel tasemel ning

jahutooted on kvaliteetsemad ja tekitavad vähem jäätmeid. Yanova jt, (2019) leidsid, et peamiste teraviljakultuuride töötlemiseks kavandatud ekstrusioonitehnoloogia võib suurendada jahutoodangut, vähendades jäätmete, kliide ja mehaaniliste kadude hulka teravilja töötlemisel: nisujahu puhul 18,5%, oder - 23% ; kaer - 26% võrra.

Verni jt, (2020) väidavad, et praktikas läheb suurem osa tarbimata jäänud leivast reeglina toidujäätmete hulka. Veelgi enam, nagu on väitnud Lebersorger ja Schneider (2014), loetakse toidukadude alla toiduainete kogust, mida ei ole müüdnud ja mis tagastati erinevatel põhjustel, nagu pakendidefektid, aegumiskuupäeva või müügikuupäeva ületamine.

Uuringud väidavad, et leivajäätmeid saab kasutada taaskasutamiseks anaeroobsel kääritamisel, loomasöödana, pagari pärmi tootmise substraadina ja biokütustes (Iakovlieva, 2021). Kuid isegi kui kõik praktilised alternatiivid suudaksid kompenseerida keskkonnamõju, ei kompenseeri ükski neist majanduslikku kahju.

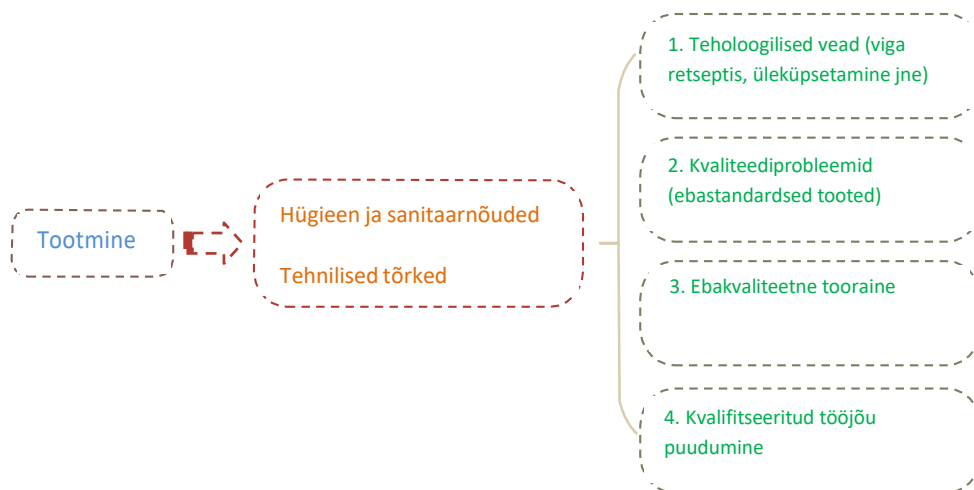
Gorynska-Goldmann jt, (2021) viisid läbi uuringud Poola pagari- ja kondiitritööstuse kahjude ulatuse hindamiseks, nende põhjuste väljaselgitamiseks ja nende esinemise riski hindamiseks. Samuti viidi läbi uuringud, selleks et leida viise, kuidas vähendada kahjusid ja ennetada nende tekkimist. Käesoleva uurimuse autorid teatasid, et pagari- ja kondiitritööstuse töötlemisel tekib hinnanguliselt 1,2–8,5% ulatuses kahju.

4.2. Jääkide tekkepõhjused jahupõhiste toodete töötlemise etappides

Vältimatud kaod – ebaefektiivsus ja tehnilised rikked – meetodid ja muudatused töötlemises.

Gorynska-Goldmann jt. (2021) viisid läbi kaheaastasel perioodil (2017–2018) uurimistöö, mille fookuses oli toidukadude vähendamine ning säästvamate meetodite väljatöötamine pagari- ja kondiitritööstuse ressurside haldamiseks. Autorid usuvad, et klientide suurenenud ootused koos tõhusama pagari- ja kondiitritoodete tootmisega sunnivad sektorit rohkem keskenduma kvaliteetsete kaupade tootmisele.

Autorid tuvastasid oma uurimistöös 9 peamist toidujäätmete tekkepõhjuste kategooriat küpsetus- ja kondiitritööstuses töötlemisel, aga ka muid põhjuseid, mis on tingitud vältimatutest kadudest, tehnilisest ebaefektiivsusest ja tõrgetest. Tootmise osas tuvastati kaks võimalikku põhjust, kusjuures nende põhjustega seotud vältimatud kaod, tehnilised ebaefektiivsused ja talitlushäired olid järgmised (joonis 4.1):



Joonis 4.1. Võimalikud põhjused ja kaod tootmisseksioonis (kohandatud Gorynska-Goldmanni jt järgi, 2021)

Selle uuringu jaoks kogusid autorid Interneti-küsitluse meetodil kvantitatiivseid andmeid. Uuring viidi läbi 48 Poola pagariärist koosneva valimiga ajavahemikus 2. jaanuar kuni 20. veebruar 2020 ning kvalitatiivne teave saadi viie individuaalse süvaintervjuu kaudu uuritava valdkonna professionaalidega. Tulemuste kohaselt oli pagari- ja kondiitritoodete äris 2017. ja 2018. aastal toodetud kaupade kogukahju vastavalt 2,39% ja 2,63%. Kadude analüüs tehti tootmisüksuste seksioonides: tooraine ladustamine, tootmisseksioon, lõpptoote ladustamine, valmistoote transport. Suurim kahjutase oli tootmisseksioonis – 1,56% (2017), 1,85% (2018). Gorynska-Goldmanni jt (2021) uuringus leiti, et rikkemise, hallituse ja saasteainete tunnused, mis on põhjustatud ebaõigest ladustamisest ja käitlemisest või tooraine madalast kvaliteedist, on kõige sagedasemad toorainete ladustamise kadude

põhjused. Teiseks kadude allikaks olid mehaanilised kahjustused, mis tekitasid 13% ja 15% kadude massist ning moodustasid 43% ja 37% kogu lao kadude massist. Kolmandiku tootmiskadude massist (62–65%) põhjustasid tootmisüksuse kaks tunnustatud tõenäolist kadude ja jääkide tekke allikat, nimelt suutmatust täita sanitaar- ja hügieenistandardeid ning tehnoloogilised rikked. 35–38% erinevuse põhjustasid vältimatud kaod, tehnilised ebaefektiivsused ja talitlushäired.

Tabel 4.4. Põhjused, mis tuvastati jahutoodete töötlemise etapis

Tuvastatud põhjused	Tagajärjed
Keskkonna ebaõige korraldamine, kus jahutooted on valmistatud sekundaarsetest lisanditest. Inimfaktor.	Ümbritseva keskkonna lisandid – füüsiline oht. Kahjurite põhjustatud lisandid. Saastumine, mille on põhjustanud töötajad, kes ei järgi hügieeniprotseduure. Tootmiskaod ja klientide kaebused
Järelevalve puudumine masinate ja seadmete üle	Pooltoodete kvaliteet ei ole õige ennem küpsetamist. Tootmiskaod
Jahutoodete tootmise ebaõiged tingimused. Sekundaarsed lisandid. Inimfaktor.	Ümbritseva keskkonna lisandid – füüsiline oht Kahjurite põhjustatud lisandid Lisandid, mis on põhjustatud sellest, et töötajad ei järgi häid hügieenitavasid. Tootmiskaod ja klientide kaebused
Tootmisprotsessi ebaõige käsitlemine.	Tooted, mis ei vasta kindlaksmääratud kvaliteedikriteeriumidele Kaalutud taina vale netokaal Tootmiskaod
Ahi ei tööta korralikult, ilma seadmete järelevalveta	Protsessi parameetrite mittejärgimine; ahju rike Tootmiskaod
Järelevalve puudumine seadmete ja masinate üle	Viilutamisseadmete hoolduse ebaõige järelevalve Nürid noad võivad viilutatud tooteid deformeerida või kahjustada, mõjutades seeläbi toote välimust

	Viilutamiskaod
Töötajate vead ja hoolimatus hulgapakendamisel	Kauba kahjustused ja deformatsioon, mis põhjustab jäätmete kõrvaldamise. Lõppkauba ladustamisel või jaemüügis tuvastatud kaod
Tellimuste ülehindamine	Liiga palju lühikese säilivusajaga lõpptooteid on ladustatud. Kaod, mis tekivad toidupoodides
Vale transpordivahend, ei sobi toiduainete transportimiseks, puudub sanitaarsertifikaat. Transpordivahendi ebaõige sanitaar- ja hügieeniseisund	Veetavate kaupade kvaliteedi langus. Lõppkaupade püsiv kahjustus, mis tõttu ei saa neid turustada. Kaod transpordis

Jahust valmistatud toodete tooteahelas raiskamise üks peamisi põhjusi on asjaolu, et need kaotavad väga kiiresti oma värskuse ega ole tarbijate poolt enam aktsepteeritud. Tootmisprotsessi ebaõige juhtimine võib kaasa tuua kvaliteediprobleeme ja seega toidu raiskamist, kuna tooteid valmistatakse või tellitakse rohkem kui neid jõutakse ära realiseerida. Ületootmine on ka üks peamisi toiduraiskamise põhjuseid pagaritööstuses. Ületootmise põhjuseks on sageli tootmistegevuse ja kaupade realiseerimise ebaõige korraldamine.

Näiteks, kui ei kontrollita temperatuuri ja tooteid hoitakse seetõttu valedes tingimustes võib see põhjustada mikroobide kasvu, mis võib põhjustada toiduohutusega seotud probleeme, toote riknemist ja tarbijakaebusi.

Paljud probleemid jahust valmistatud toodete tootmisprotsessis tekivad inimfaktori tõttu. Seda seetõttu, et puudub väljaõpe, oskusi ei kontrollita ja töötajate suure rotatsiooni tõttu võib ilmneda palju probleeme, mis võivad põhjustada toidu raiskamist.

Samuti võib toiduainete töötlemise hügieeni mittejärgimine kaasa tuua nõuetele mittevastavate kaupade hankimise, mis viiakse ära ja võivad rikneda.

Teiseks levinud toidujäätmete tekkepõhjuseks jahust valmistatud toodete realiseerimisel on transpordivahendi defekti tõttu külmetusahela katkemine, vead külmladustamisel või hooletus ladustamistingimuste kontrollimisel või ebaefektiivsus külmaahela korrashoiu üle järelevalve teostamisel.

4.3. Jääkide tekkepõhjused jahupõhiste toodete pakendamisel

Lõpptoote ladustamisel ja transportimisel moodustavad enamiku kadudest purunenud pakendid, ligikaudu 27–29% märgitud seksioonipõhistest kadudest. Gorynska-Goldmann jt, (2021) poolt analüüsitud kahe aasta jooksul jäid kaod vahemikku 4–16%. Muud vältimatud kahjud olid seotud müümata leiva tagastamisega vastavalt 48% ja 57% (tabel 4.5). 85-87% juhtudest põhjustasid tellimuste tegemisel tehtud vead. See näitab, et need kahjud on põhjustatud inimlikust eksimusest või süsteemsetest vigadest tellimuste esitamisel ja käsitlemisel. Kahjustatud lõpptoote pakend moodustas ligi 10% kadudest.

Tabel 4.5. Kadude põhjused pakendamisel (kohandatud Gorynska-Goldmann jt, 2021 järgi)

Protsessi etapp	Põhjus	Toidujäätmete kaod (%)
Valmistoode-ladu	Kahjustatud pakend	27–29
	Hügieeni- ja sanitaarnõuded	9 – 10
	Vältimatud kaod ja müümata leiva tagastamised	48 – 57
	Jaotused	3 – 16
Valmistoote transport	Paigutus- ja käsitsemisüsteemid (töötajate tehtud vead või tellimuste esitamise ja käsitsemise süsteemidega seotud vead)	85 – 87
	Kahjustatud pakend	9 – 12
	Rikked	3 – 4
	Puudulik pakend	< 1

Sucipto jt (2020) toovad välja kolm peamist nisujahu töötlustappi, milleks on puhastamine, jahvatamine ja pakkimine ning just viimases etapis saadakse palju defektseid tooteid, mis on tingitud paki purunemisest. Autorid kasutasid erinevaid analüüsimeetodeid, mis tuvastasid pakendi purunemise peamised põhjused ja järjestasid ebaõnnestumised. (tabel 4.6).

Tabel 4.6. FMEA jahutootmise protsessivead, põhjused ja tagajärjed (Sucipto jt. 2020 järgi)

No	Vead protsessis	Põhjused	Tagajärjed	Järk
1	Pakendatud asendus tootmises	Varujahu kulub ära	Vajab täitmis- ja pakkimismasina reguleerimist	-
2	Töötajate vähesus sekundaarsel pakendamisel	Töötajaid ei jätku	Konveierilindile kogunevad tooted põhjustavad ummistusi/ tööseisakuid	4
3	Ebatäpne täitmismasin	Oskustöölise puudus	Pakendi servad ei ole täielikult kleepunud, ning purunevad pakkimisel ja lõigatud pakend pole täpne	3
4	Konveierilindi ebatäpne kiirus, mis põhjustab kitsaskohti	Vähe kompetentsi pakendamislíini reguleerimisel	Purunenud pakendid	-
5	Täitmise ja pakkimise seiskamise viivitus masina rikke ajal	Operaatori reageerimisvõime	Tekib ummistus, mis põhjustab paki purunemise	1
6	Nürid lõiketerad	Pakkimismasina külge kinnitatud kuum plasttihend	Pakend pole korrektselt lõigatud	-
7	Küttekeha tihend ühendub lahti	Pakendatud vanad tihendid	Pakend pole korralikult täis	-
8	Pakendi halb kvaliteet	Pakendite kvaliteedi kontrollimata jätmine	Pakend on liiga õhuke ja kergesti purunev	2

Paljude töötlemisetappide eesmärk on kadusid vähendada, pikendades leiva eluiga. Parim näide on pakend, mis kaitseb toodet nii kuivamise kui ka mikroobse saastumise ja muude lagundavate tegurite eest. Svanes jt. (2018) väidavad, et tarbijad kasutavad leiva värskuse säilitamiseks ka selliseid strateegiaid nagu külmutamine, röstimine või pakendi vahetamine. Oma uurimuses näitasid Svanes jt,

et peaaegu 100% tarbijatest kasutab lisakotti, samas kui ainult 43% kasutab külmutamist ja 31% röstib leiba.

Seega peavad toidupakendid jätkuvalt säilitama toidu ohutuse, tervislikkuse ja kvaliteedi. Pakendijäätmete mõju keskkonnale saab minimeerida, valides materjale heaperemehelikult, järgides vastavate instantside koostatud juhiseid ja vaadates üle pakenditele seatud ootused keskkonnamõju osas (Marsh, 2007).

Sellega seoses on mõned näited:

Arukas pakend (*Intelligent packaging*)

Toidujäätmete vähendamiseks on võimalik kasutada intelligentseid pakendeid. Toiduainetööstuses on plastpakendeid nende soodsate omaduste tõttu laialdaselt kasutatud umbes viis aastakümnet. Kuna see valdkond viimastel aastatel areneb, hakati arendama nutikaid pakendeid.

Nutikas pakend (*Smart packaging*) kirjeldab uusi pakendikontseptsioone, millest enamiku saab liigitada kahte põhikategooriasse: aktiivne või intelligentne pakend (joonis 4.2).

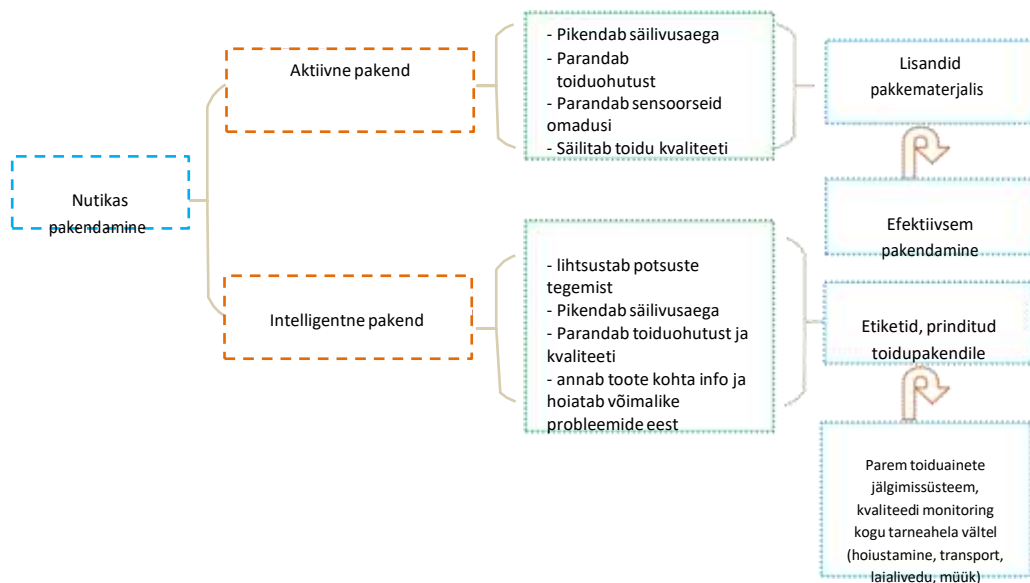


Joonis 4.2. Uuenduslike toiduainete pakendamise süsteemide klassifikatsioon. (TTI-d: aja-temperatuuri indikaatorid; RFID: raadiosagedustuvastus)

(Allikas: Jinsong Z., J. Feng, 2022)

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833522000855>)

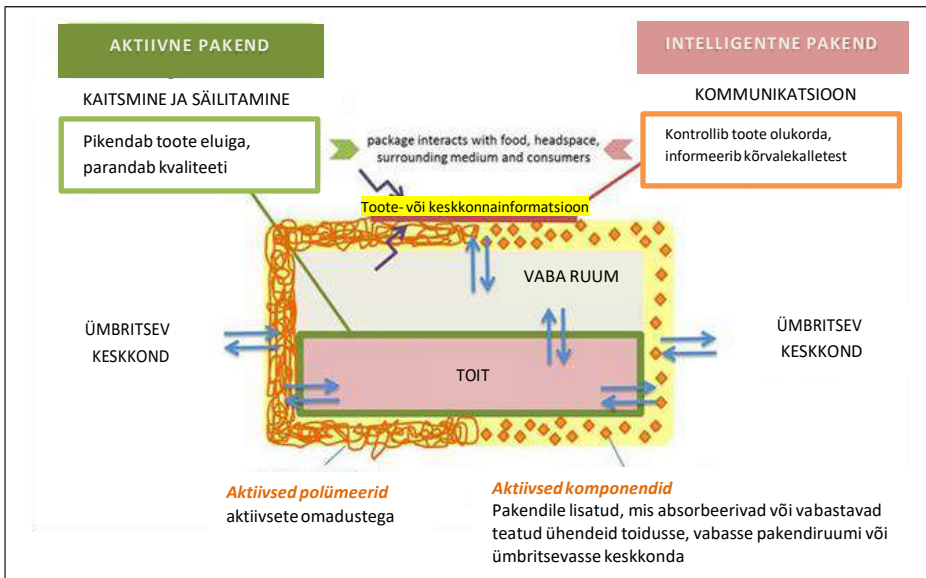
Intelligentse pakendi omadused ja rollid on toodud joonisel 4.3:



Joonis 4.3. Nutika pakendi omadused ja rollid

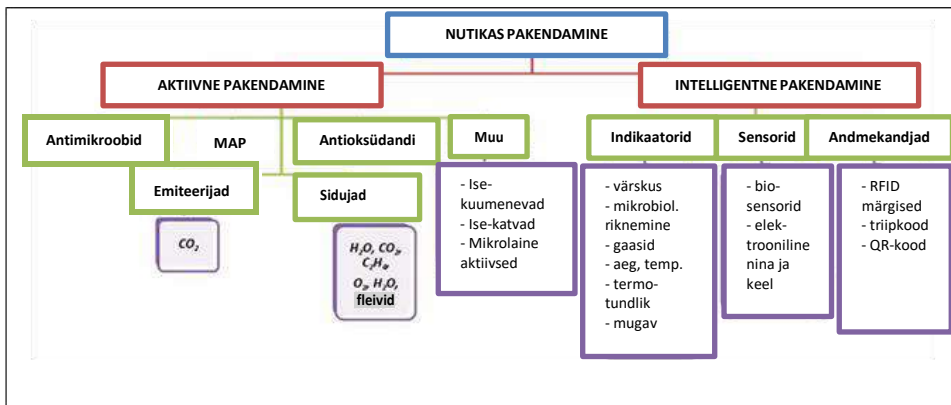
Aktiivne pakend

See on üks dünaamilisemaid toiduainete säilitamiseks kasutatavaid tehnoloogiaid. Need põhinevad kasutatavate polümeeride spetsiifilistel omadustel ja pakendisüsteemis lisatud lisaainetel. Toimeaineid võib lisada pakkematerjali, pakendi pinnale, kuid lisada ka pakenditega seotud materjalidesse, nagu kotid, etiketid, padjakesed. See on parem valik, kuna ei mõjuta toote organoleptilisi omadusi. Siiski on praegu suundumus kasutada toiduainetes looduslikke lisaaineid, kuna sünteetilisi lisandeid seostatakse mõnikord erinevate terviseriskidega.



Joonis 4.4 Aktiivsete ja intelligentsete pakendikontseptsioonide skemaatiline diagramm (Salgado, P., Di Giorgio, L., 2021)

https://www.researchgate.net/publication/351212726_Recent_Developments_in_Smart_Food_Packaging_Focused_on_Biobased_and_Biodegradable_Polymers



Joonis 4.5 Kirjeldatud nutikate toidupakendite klassifikatsioon (Beshai, H., Sarabha, G., 2020).

https://www.researchgate.net/publication/345681867_Freshness_Monitoring_of_Packaged_Vegetables/citation/download

Aruka aktiivse pakendi mõju toidule on toodud allpool:

Antimikroobsed ained

Üks pärast pakendamist ilmnev probleem on mikroobide paljunemine, mis toob kaasa toidu kaudu levivate haiguste riski ning kiirendab toiduainete lõhna-, värvuse- ja tekstuurimuutusi ning võib kaasa tuua lühema säilivusaja.

Kasutatakse kahte tüüpi mikroobide vastaseid aineid. Esimest tüüpi antimikroobsed ained toimivad toidu pinnale migreerudes. Teist tüüpi ained on tõhusad pinnamikroobide vastu ilma, et oleks vaja toimeainet toidule migreerida.

Antioksidandid

Teine toidu riknemise põhjus on lipiidide oksüdatsioon. See põhjustab rääsunud lõhna, muutes toote inimtoiduks vastuvõetamatuks. Antioksidantide pakendi jaoks saab kasutada kahte meetodit:

- antioksidantsete ühendite lisamine
- soovimatute kõrvaldamine

Antioksidantide otsene lisamine toidu pinnale võib seista silmitsi piiranguga, et kui aktiivsed ühendid on reaktsioonis ära kasutatud, lakkab kaitse ja toidu kvaliteet halveneb suurema kiirusega. Sellel võib olla ka muid mõjusid, näiteks toidu parameetrite (värvus, maitse jne) muutmine.

Seega on heaks alternatiiviks saanud antioksidantide lisamine pakendi koostisse.

Niiskuse absorbeerijad

Need on seadmed, mis proovivad kontrollida vee aktiivsust pakendi sees, et vähendada mikroobide kasvu. Neid on kasutatud külmutatud toodetest sulatusvee ja lihatoodetes erinevate vedelike – näiteks vere – eemaldamiseks.

Neid võib liigitada järgmiselt:

- Suhtelise niiskuse regulaatorid, mis imavad niiskust ja kontrollivad niiskust pakendis
- Desikandid (vedelike eemaldajad), mis suudavad imada ja kinni hoida toiduainetest erituvaid vedelikke

Modifitseeritud atmosfääri pakendamine (MAP)

See tehnoloogia hõlmab gaasiatmosfääri muutmist toidupakendis, et säilitada toidu kvaliteeti ja pikendada säilivusaega.

Hapnikupüüdjad

Hapnik kiirendab toiduainete oksüdatiivset riknemist ja aeroobsete mikroorganismide kasvu, mis toob kaasa ebameeldiva lõhna, soovimatu värvusemuutuse ja aroomi kadumise.

Need toimivad järgmiselt: nad reageerivad toidust saadava veega ja toodavad hüdraatunud metalli redutseerivat ainet, mis neelab hapnikku ja muudab selle stabiilseks oksiidiks. Sellist tüüpi süsteeme saab lisada mitmekihiliste kilede osana või füüsiliselt absorbeerida või katta pakkematerjalide või toidupinna.

Süsinikdioksiid (CO₂)

Paljude aeroobsete bakterite pärssimiseks võib pakenditele lisada ka CO₂.

Maitse/lõhna püüdjad

Need lõhnapüüdjad neelavad soovimatud gaasimolekulid, nagu pakendist lenduvad koostisosad, toidu keemilised metaboliidid ja mikroobse riknemise produktid. Aktiivse pakendi ja selle eesmärgi saavutamiseks kasutatavate ainete rollid on toodud tabelis 4.7:

Tabel 4.7. Rollid, mõjud ja ained, mida kasutatakse aktiivse pakendi puhul

(Allikad: Salgado jt 2021 ja Huai jt, 2021)

Aktiivne pakend	Aktiivse pakendi mõju	Kasutatud ained	Aktiivse pakendi rollid
	Antimikroobsed ained	✓ orgaanilised happed (sorbini-, bensoe-, äädik-, propioon-, askorbiinhape).	✓ antimikroobne toime
		✓ Nanokomposiitkiled nagu kitosaan, želatiin ja maisitärklis.	
		✓ Bakteriotsiinid (nisiin, mida toodab <i>Lactococcus lactis</i>).	✓ toime gram-positiivsete bakterite vastu

Aktiivne pakend		✓ Ensüümid: lüsosüüm	✓ võib pärssida grampositiivsete bakterite põhjustatud bakteriaalseid infektsioone
		✓ Anorgaanilised ja metalloksiidipõhised nanoosakesed (ZnO , MgO , CuO , TiO_2).	✓ antimikroobsed ained
		✓ Makromolekulid (kitosaani polümeer).	✓ antimikroobsed ained
		✓ Etanool	✓ Antimikroobne aine tänu oma efektiivsusele seente vastu, kuid võib pärssida ka pärmseente ja bakterite kasvu.
	Antioksidandid	✓ Sünteetilised antioksidandid (butüülitud hüdroksüanisool (BHA)). ✓ Looduslikud antioksidandid (tee polüfenoolid ja fütiinhape).	✓ takistab lipiidide oksüdatsiooni ja sensoorseid muutusi
	Niiskuse absorbeerijad	✓ Desikandid nagu silikageel, CaO , $CaSO_4$, $CaCl_2$, KCl , K_2CO_3 , looduslikud savid, fruktoos, ksülitool ja sorbitool.	✓ kontrollib vee aktiivsust. ✓ välistab külmutatud toodetest sulatusvee ja lihatoodetes erinevate vedelike eritumise.

	Modifitseeritud atmosfääri pakend (MOA)	✓O ₂ ✓N ₂ ✓CO ₂	✓ säilitab toidukvaliteedi kogu säilivusaja jooksul
	Maitse/lõhna püüdjad	✓tseoliidid, savid ja aktiivsüsi, maltodekstriin ja tsüklodekstriin	✓ takistab lipiidide oksüdatsiooni ja sensoorseid muutusi

Intelligentsed pakendid

Tehnoloogia põhineb indikaatorite, andurite ja andmekandjate kasutamisel. Indikaatorid annavad kohest teavet toidu kohta, nagu värvusemuutus, temperatuurimuutus jne. Andurid suudavad tuvastada patogeene, saasteainete ja allergeenide molekule toidumaatriksis. Andmekandjad on uued seadmed, mis annavad teavet või juhivad toodete liikumist.

Värskuse ja mikroobse riknemise näitajad

Need näitajad võivad anda teavet toiduainete kvaliteedi kohta biokeemiliste muutuste või saastavate mikroorganismide kasvu tõttu. Kasutatavate ainete kontsentratsioone jälgitakse indikaatorite abil ja üldiselt vaadeldakse värvusevastuse muutust, mis on korrelatsioonis toote värskusega.

Biosensorid

Neid saab kasutada toodete värskuse kontrollimiseks, toidujäätmete ja toidu kaudu levivate haiguste riski vähendamiseks. Biosensorid toimivad järgmiselt: need sisaldavad bioretseptoreid, mis tunnevad ära soovitud analüüdi ja muundurid, et muuta biokeemiliste ainete signaalid kvantifitseeritavaks elektrooniliseks vastuseks. Uute arengute kaudu saab selles kasutada nanotehnoloogiat. Gluteen on üks komponentidest, mida saab tuvastada ja kuna mõned inimesed ei talu seda koostisainet, on see väga oluline. Seda saab tuvastada tavapärase ensüümiga seotud

immunosorbent analüüsiga, mis põhineb gluteeni sidumiseks selektiivsete retseptoritena kasutatavatel antikehadel põhineval elektroonilisel anduril.

Intelligentse pakendi rollid ja selle eesmärgi saavutamiseks kasutatavad ained on toodud tabelis 4.8:

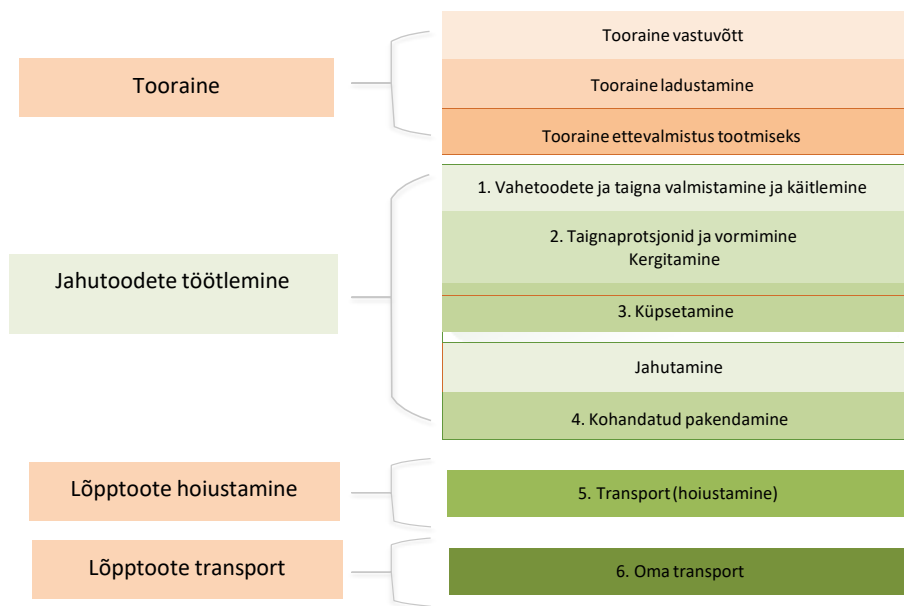
Tabel 4.8. Intelligentse pakendi puhul kasutatavad rollid, efektid ja ained
(Salgado jt. 2021 järgi)

Intelligentne pakendamine	Intelligentse pakendi mõjud	Kasutatud ained	Intelligentse pakendi rollid
Intelligentne pakendamine	Värskuse ja mikroobse rikenemise näitajad	✓ Glükoos, orgaanilised happed, lenduvad lämmastikuühendid, biogeensed amiinid, etanool.	✓ toidu kvaliteedi säilitamine (biokeemiliste muutuste või saastavate mikroorganismide kasvu tõttu).
	Biosensordid	✓ Optilised, kalorimeetrilised, elektrokeemilised seadmed. ✓ Nanobiosensordid	✓ toote värskuse kontroll (bioloogilised reaktsioonid). ✓ tuvastab haigustekitajad, keemilised reostajad, rikenemise ja toote käitlemise.

Nõudlus värsked ja kvaliteetse pakendatud toidu järele ning mure toiduainete pikema säilivusaja pärast toovad kaasa ülemaailmse aktiivse ja intelligentse toidu- ja joogipakendamise tehnoloogia turu.

4.4. Meetodid toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete töötlemisel

Arvestades Gorynska-Goldmann jt, (2021) poolt tehtud uuringut, võib töötlemiskadude taastumispunktidenä tuuastada **6 tehnoloogilist operatsiooni**, mis on näidatud joonisel 4.6:



Joonis 4.6. Jahutoodete töötlemisel esile tõstetud potentsiaalsed ohupunktid (kohandatud Gorynska-Goldmann jt, 2021 järgi)

Lisaks tuvastasid Gorynska-Goldmann jt 2021 järgmised 12 nisutoodete tootmisega seotud kahjude (toidujäätmete) kategooriat:

1. toorained, mis ei vasta vastuvõetavatele kvaliteedistandarditele;
2. ebasobivad tooraine ladustamistingimused;
3. teatud retseptide toorainesegude valmistamisel ja kaalumisel tehtud vead;
4. füüsilised saasteained;
5. ebaõiged asjaolud teatud tootmisprotsessi etappide läbiviimiseks;
6. kvalifitseerimata ja kogemusteta töötajad;
7. sekundaarsed saasteained;
8. halvad lõikamis- ja pakkimistingimused;
9. vale märgistus või valmistoodete kahjustus;
10. mikrobioloogilised riskid;
11. ületootmine;
12. riknemine valmistoodete transportimisel

Võttes arvesse 6 tehnoloogilise toiminguga seotud kadude vältimise põhjust ja meetodit tekkinud jääkide taaskasutuspunktidena (näidatud punktis 4.4), tehti kindlaks kadude tagajärjed ja soovitati meetmeid kadude vähendamiseks jahutoodete töötlemisel ja pakendamisel (tabel 4.9):

Tabel 4.9. Kadude tagajärjed ja soovitatavad tegevused jahust valmistatud toodete töötlemise ja pakendamise etapis (kohandatud Gorynska-Goldmann jt, 2021 järgi)

Tehnoloogilised			
etapid	Põhjused	Kahjude tagajärjed	Soovitatavad meetmed
1. Vaheasaduste ja taigna valmistamine ja käitlemine	<ul style="list-style-type: none"> ✓ küpsetus- ja kondiitritoodete valmistamise keskkonna ebaõige korraldamine ✓ sekundaarsed lisandid. ✓ inimfaktor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ümbritsevad lisandid – füüsikaline oht. ✓ kahjurite põhjustatud lisandid. ✓ töötajate poolt hügieeniprotse duuride mittejärgimises t põhjustatud saastumine. ✓ tootmiskaod või klientide kaebused. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tootmisprotsessi korrigeerimine, puhta taigna taaskasutamine. ✓ küpsetamine ja söödana kasutamine. ✓ küpsetamine ja jaemüük madalama kvaliteediga kaubana. ✓ kasutamine biomassina.
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ järelevalve puudumine masinate ja seadmete üle 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ küpsetamiseks valmis pooltoodete ebaõige kvaliteet. ✓ tootmiskaod. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tootmisprotsessi korrigeerimine, parandusmeetmed puhta taigna taaskasutamiseks. ✓ küpsetamine ja söödana kasutamine. ✓ kasutamine biomassina.
2. Taigna tükeldamine ja vormimine	<ul style="list-style-type: none"> ✓ küpsetus- ja kondiitritoodete 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ümbritsevad lisandid – füüsikaline oht. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tootmisprotsessi korrigeerimine, parandusmeetmed

	<p>valmistamis e keskkonna ebaõige korraldamin e</p> <p>✓ sekundaars ed lisandid. ✓ inimfaktor</p>	<p>✓ kahjurite põhjustatud lisandid.</p> <p>✓ mustused, mis on põhjustatud töötajate heade hügieenitavade eiramisest.</p> <p>✓ tootmiskaod ja klientide kaebused.</p>	<p>✓ puhta taigna taaskasutamiseks. küpsetamine ja söödana kasutamine.</p> <p>✓ küpsetamine ja jaemüük madalama kvaliteediga kaubana.</p> <p>✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks.</p>
	<p>tootmisprotse ssi ebaõige läbiviimine</p>	<p>✓ tooted, mis ei vasta kindlaksmäärat ud kvaliteedi- kriteeriumidele.</p> <p>✓ kaalutud tainakute vale netokaal.</p> <p>✓ tootmiskaod.</p>	<p>✓ korrigeerivad tegevused (nt taigna lisamine enne küpsetamist).</p> <p>✓ müük alandatud hinnaga – madalam kvaliteet, väiksem netokaal.</p> <p>✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks.</p>
<p>3. Küpsetamine</p>	<p>ahju ebaõige töö, seadme üle järelevalve puudumine.</p>	<p>✓ protsessi parameetrite mittejärgimine, ahju defekt.</p> <p>✓ tootmiskaod</p>	<p>✓ müük alandatud hinnaga – madalam kvaliteet.</p> <p>✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks</p>

	järelevalve puudumine masinate ja seadmete üle.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ viilutamisseadmete hoolduse ebaõige järelevalve. ✓ Nürid noad võivad deformeerida või kahjustada viilutatud tooteid ning vähendada kauba esteetikat. ✓ viilutamiskaod. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ müük alandatud hinnaga - madalam kvaliteet. ✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks. ✓ sisemüük.
4. Pakendamine	töötajate vead ja hooletus hulgipakkimise ajal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kauba kahjustumine ja deformatsioon (mõnikord sundides lõppkauba utiliseerima jäätmeteks). ✓ lõppkaupade ladustamisel või jaemüügis tuvastatud kaod. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ müük alandatud hinnaga - madalam kvaliteet. ✓ Kasutamine sotsiaalsete vajaduste rahuldamiseks. ✓ sisemüük
5. Väljastamine (ladustamine)	tellimuste ülehindamine	<ul style="list-style-type: none"> ✓ poes on liiga palju lühikese säilivusajaga lõpptooteid. ✓ Ületatud säilivusaeg. ✓ Poes kohapeal tekkivad tootmiskaod. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks.

6. Transport omal jõul

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ sobimatu transpordivahend, toiduainete transportimiseks kõlbmatu, sanitaarsertifikaat puudub. ✓ transpordivahendi ebaõige sanitaar- ja hügieenisund. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ transporditava kauba kvaliteedi langus. ✓ valmiskaupade püsiv kahjustus, mis muudab need turukõlbmatuks. ✓ kaod transpordis. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ müük alandatud hinnaga - madalam kvaliteet. ✓ kasutamine sotsiaalseteks vajadusteks. ✓ sisemüük |
|---|--|---|

Käesolevate uuringute tulemused viitavad vajadusele tõsta töötajate teadlikkust ja kvalifikatsiooni kui meetodit toidukadude piiramiseks. Rohkem uuringuid, millele järgneb teabe levitamine majanduskeskkonnas ja hariduses, võib aidata vähendada "toidu raiskamise" nähtust mitte ainult toiduainete töötlemisettevõtetes, vaid ka teiste tooteahela osaliste jaoks.

4.5. Meetmed teravilja tootmisahelas ja töötlemisel tekkivate kadude vältimiseks

Mesterházy jt, (2020) teatasid, et teravilja väärtusahelas on lisaks koristuselsetele kadudele märkimisväärsed ka transpordil, eeltöötlemisel, ladustamisel, töötlemisel, pakendamisel, turustamisel ja tarbimisel tekkivad kaod. Autorid võtsid peamiste tehnoloogiliste etappide kohta kokku teravilja tooteahela kadude vältimise põhjused ja meetodid, mis on toodud tabelis 4.10:

Tabel 4.10. Teravilja tootmisahela kadude vältimise põhjused ja meetodid
(kohandatud Mesterházy jt, 2020 järgi)

Tehnoloogiline etapp	Põhjused	Ennetamise meetodid	Kaad (%)
Põld (koristuseelne)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ biootilised tegurid (kahjurid, patogeenid ja umbrohud jne). ✓ abiootilised tegurid (temperatuur, niiskus, vihm, üleujutused jne). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ väetise kasutamine ✓ pestitsiidide kasutamine ✓ fungitsiidide kasutamine 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ soja ja nisu 26-30% ✓ mais 35% ✓ riis 40%
Säilitamine/ladustamine	<ul style="list-style-type: none"> ✓ biootilised tegurid (putukad, kahjurid, närilised, seemned) ✓ abiootilised tegurid (temperatuur, niiskus, vihm). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Enne ladustamist tuleb vili puhastada ja eemaldada saasteained (tolm, putukad, põhk, aganad, umbrohuseemned jne). ✓ toksiinide test ✓ niiskuse, temperatuuri ja CO₂kontroll 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ otsesed ladustamiskad (terade füüsiline kadu) 10 – 20% ✓ kaudsed ladustamiskad (kvaliteedi ja toiteväärtuse kadu) ✓ 1–2% arenenud riikides, kus kasutatakse metallist silohoidlaid ✓ 20–50% arengumaades, kus teravilja hoitakse üldiselt traditsioonilisel meetoditel.
Mükotoksiinidega saastumine	<ul style="list-style-type: none"> ✓ teraviljakultuuride kõrge vastuvõtlikkus (põllul suured 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ toksiinide regulatsioonid ✓ seente tekke jälgimine säilitamise ajal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 25–40% maailma teraviljast on

	toksiinide epideemiad) ✓ halb ladustamine		saastunud seente poolt ✓25% maailma teraviljasaagist on oluliselt saastunud ✓10% aastane kahjum.
Tarbejäätmed	✓ Rakendatud tehnoloogiad ✓ Tarbija-käitumine	✓ tarbijate teadlikkus majanduskeskkonnast pärit informatsiooni levitamisega	✓ 5-20% ✓ ↑ arengumaades ✓ ↓ arenenud riikides

Seoses teraviljade ladustamisel tekkivate kadude vähendamisega on Kumar ja Kalita (2017) väitnud, et laokahjud moodustavad suurima osa kõigist teravilja koristusjärgsetest kadudest arengumaades ning mõjutavad negatiivselt põllumeeste elatusvahendeid. Autorid väidavad, et enimkasutatud laod on traditsioonilised laohooned, mis ei ole piisavad, et vältida putukate invasiooni ja hallituse kasvu ladustamise ajal ning põhjustada suuri kadusid. Kaasaegse ladustamise ja täiustatud tehnoloogia kasutamine võib mängida olulist rolli koristusjärgsete kadude vähendamisel ja põllumeeste tulude suurendamisel. Need näitavad, et korralikult suletud hermeetilised säilitustehnoloogiad on vähendanud ladustamiskadusid kuni 98%, säilitanud seemnete elujõulisuse ja selle kvaliteedi pika säilitusperioodi jooksul. Seega võib paremate põllumajandustavade ja piisavate ladustamistehnoloogiate kasutamine märkimisväärselt vähendada kahjusid ning aidata tugevdada toiduga kindlustatust ja leevendada vaesust, suurendades väiketalunike tulu.

Kasutatud allikad

1. Ajila C.M., Brar S.K., Verma M., Tyagi R.D., Godbout S., Valéro J.R. 2012. Bio-processing of agro-byproducts to animal feed. *Critical Reviews in Biotechnology*; 32(4): 382–400. DOI: 10.3109/07388551.2012.659172
2. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., Hellweg, S. 2013. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Manag.*, 33, 764–773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
3. Beshai, Heba & Sarabha, Gursimran & Rathi, Pranali & Alam, Arif Ul & Deen, M.J.. (2020). Freshness Monitoring of Packaged Vegetables. *Applied Sciences*. 10. 7937. 10.3390/app10217937.
4. Brancolia P., Lundina M., Boltona K., Eriksson M. 2019. Bread loss rates at the supplier-retailer interface – Analysis of risk factors to support waste prevention measures. *Resources, Conservation & Recycling* 147:128–136. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.027>
5. Comino, E., Dominici, L., Perozzi, D. 2021. Do-it-yourself approach applied to the valorisation of a wheat milling industry's by-product for producing bio-based material. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128267.
6. Dora, M., Wesana, J. Gellynck, X., Seth, N., Dey, B., De Steur, H. 2020. Importance of sustainable operations in food loss: Evidence from the Belgian food processing industry. *Ann Oper Res*, 290, 47–72. DOI:10.1007/s10479-019-03134-0
7. Dumitru O.M., Iorga C.S., Mustatea G. 2021. Food Waste along the Food Chain in Romania: An Impact Analysis. *Foods*, 10, 2280. <https://doi.org/10.3390/foods10102280>
8. European Commission. A Farm to Fork Strategy for a Fair, Healthy and Environmentally Friendly Food System; European Union: Brussels, Belgium, 2020.
9. Gorynska-Goldmann E., Gazdecki M., Rejman K., Kobus-Cisowska J., Łaba S., Łaba R. 2020. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? Measurement, Causes, Management and Prevention. *Agriculture* 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
10. Jinsong Zuo, Jinxia Feng, Marcelo Gonçalves Gameiro, Yaling Tian, Jing Liang, Yingying Wang, Jianhua Ding, Quanguo He. RFID-based sensing in smart packaging for food applications: A review, *Future Foods*, Volume 6, 2022, 100198, ISSN 2666-8335, <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100198>.

11. Katajajuuri, J.M., Silvennoinen, K., Hartikainen H.; Heikkilä, L., Reinikainen A. 2014. Food waste in the Finnish food chain. *J. Clean. Prod.* 73, 322–329. DOI:10.1016/j.jclepro.2013.12.057
12. Kuai L., Liu F., Chiou Bor-Sen, Roberto J., Avena-Bustillos, McHugh T.H., Fang Zhong F. 2021. Controlled release of antioxidants from active food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*. Volume 120, 106992. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106992>
13. Kumar D., and Kalita P. 2017. Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries *Foods* 2017, 6, 8; doi:10.3390/foods6010008
14. Iakovlieva M., 2021. Food waste in bakeries- quantities, causes and treatment. Degree project, Swedish University of Agricultural. Molecular Sciences, 32, Uppsala.
15. Lebersorger S. and Schneider F. 2014. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Manag.* 34(11):1911-9. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.013.
16. Mesterházy A., Oláh J., Popp J. 2020. Losses in the Grain Supply Chain: Causes and Solutions. *Sustainability* 12, 2342; doi:10.3390/su120623
17. Marsh K., Bugusu B., 2007. Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of Food Science*. Vol. 72, Nr. 3. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x
18. Polarbröd, A. Polarbröds Hållbarhetsredovisning. 2016. Available online: <https://sverigesmiljomal.se/contentassets/700d6251720644afa32622b419f0e4bd/polarbrod-hallbarhetsredovisning.pdf> (accessed on 25 June 2022).
19. Sucipto, Susilowati, E., & Effendi, U. 2020. Reducing waste on wheat flour packaging: an analysis of Lean Six Sigma. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 475, No. 1, p. 012002). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/475/1/012002
20. Stensgård, A.E.; Hanssen, O.J. Food Waste in Norway 2010–2015; Final Report from the ForMat Project (No. OR.17.16); Østfoldforskning, 2016; ISBN 978-82-7520-750-8.
21. Svanes E., Oestergaard S., Hanssen O.J. 2019. Effects of Packaging and Food Waste Prevention by Consumers on the Environmental Impact of Production and Consumption of Bread in Norway. *Sustainability* 2019, 11, 43; doi:10.3390/su11010043.
22. Tiwari A. and Khawas. R. Innovation in the Food Sector Through the Valorization of Food and Agro-Food By-Products. Chapter: Food Waste and Agro By-Products: A Step towards Food Sustainability. IntechOpen. 2021

23. Verni M., Minisci A., Convertino S., Nionelli L. 2020. Wasted Bread as Substrate for the Cultivation of Starters for the Food Industry. *Frontiers in Microbiology* 11:293. DOI:10.3389/fmicb.2020.00293
24. Yanova, M.A., Oleynikova, E. N., Sharopova, A. V., & Olentsova, J. A. 2019. Increasing economic efficiency of flour production from grain of the main cereal crops by extrusion method. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 315, No. 2, p. 022024). IOP Publishing.
25. Salgado P.R., Di Giorgio L., Musso Y.S. Mauri A.N. 2021. Recent Developments in Smart Food Packaging Focused on Biobased and Biodegradable Polymers. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:630393. doi: 10.3389/fsufs.2021.630393

5. peatükk

Toidujäätmete tekkepõhjused pagaritööstuses

5.1. Uuringud pagaritoodete tootmisahelas tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta

Nii leib kui ka saia on üks inimese põhitoiduaineid, sest need on oma toiteomaduste kui kalorsuse tõttu igapäevases toidus asendamatud. Põhitoorained saia ja leiva valmistamisel on jahu, vesi, sool ja pärm. Lisades põhitoorainetele juurde teisi tooraineid võivad tulemused olla väga erinevad. Samuti on leiva ja saia valmistamise tehnoloogia aja jooksul muutunud.

Nii leib kui ka saia kuuluvad pagaritoodete alla, mis on valmistatud taignast, mis koosneb peamiselt erinevat liiki või tüüpi tervaviljajahust ja teistest koostisosadest, ning mida on kääritatud, töödeldud või eelküpsetatud/küpsetatud, sh külmutatud.

Nagu teisteski toiduainetööstuse harudes, kaasnevad ka pagaritoodete tootmisel igas töötlemisetapis kaod ja jäätmed, kus hooletuse vead on kõige sagedasemad.

Enim leidub teemakohast materjali nisujahust valmistatud toodete kohta. Kulak jt (2015) uurisid saia tehnoloogilisi ahelaid kuni tarbijateni välja ja leidsid, et globaalse soojenemise potentsiaal (KHG heitkogused) on 0,8–2,3 kg CO₂-ekv/kg saia kohta. Notarnicola jt (2017) viisid läbi uuringu toidujäätmete kohta teraviljapõldudel 21 Euroopa riigis, kus kasvatati toiduks ette nähtud vilja, ja avastasid veelgi suurema väärtuse – kasvuhoonegaaside heitkogused tootmisest jaemüügini olid vahemikus 0,5–6,6 kg CO₂-ekv/kg leiva/saia kohta.

Espinoza-Oriaz jt, (2011) uuringus käsitleti Ühendkuningriigis valmistatud ja tarbitud saia ja täisterasaia, kasutades erinevate tarnijate erinevat tüüpi nisujahu ja erinevaid pakendamise materjale. Uuringu kohaselt jäi saia kasvuhoonegaaside heitkogus vahemikku 0,98–1,24 kg CO₂-ekv/päts ehk 1,2–1,6 kg CO₂-ekv/kg saia kohta. Euroopas, kus saia raiskamise määr on hinnanguliselt 22 kg elaniku kohta

aastas, moodustavad veel suurem osa jäätmetest vaid puuviljad, köögiviljad ja keedetud põhitoit (Stensgaard ja Hanssen, 2016).

Kokkuvõtteks võib öelda, et töötlemis- ja küpsetamisprotsessist tulenevad kaod Euroopa riikides võivad varieeruda 1,2-10% vahel ning need andmed on koondatud tabelisse 5.1 kadude tüübi, riikide ja andmed esitanud autorite järgi. Tabelis on nimetatud leiva töötlemise kaod, kuid enamikel juhtudel on mõeldud meie mõistes saia.

Tabel 5.1. Pagari- ja kondiitritööstuses töötlemisel tekkivad kaod toidujäätmete näol (Gorynska-Goldmann jt. 2020)

Kao suurus	Riik	Kao tüüp	Viide
5-10%	Soome	leiva töötlemise kaod ulatusid 6,5–8,5% ja mahud 21–25 tuhat tonni	Katajajuuri jt, 2014
	Rootsi	leiva töötlemise kaod ulatusid 6,9%ni	Polarbröd, 2020
	Rootsi	kaod leiva töötlemisel olid 5,2%	Brancoli jt, 2019
	Šveits	pagariäride kahjud olid 5,1% ja autorid leidsid, et peaaegu pooled tuvastatud kahjust on välditavad	Beretta jt, 2013
alla 5%	Belga	leiva töötlemise kaod ulatusid 3,93%ni	Dora jt 2020
	Norra	leiva töötlemise kaod moodustasid 1,2%, kuid kaod arvestati värske pagaritoodete protsendina.	Stensgård ja Hanssen, 2015

Kahe aasta jooksul (2017-2018) läbi viidud uuringud, mille autoriteks on Gorynska-Goldmann jt. (2020) keskendusid toidujäätmete vähendamisele ning pagari- ja kondiitritööstuse ressursside haldamiseks säästvamate tegevuste väljaselgitamisele. Nad rõhutasid, et tõhusam küpsetiste ja kondiitritoodete tootmine koos tarbijate kasvavate ootustega suunab pagari- ja kondiitritööstuse keskendumale kõrgekvaliteediliste toodete tootmisele. Autorid tuvastasid pagari- ja

kondiitritööstuses töötlemisel 9 peamist toidujäätmete põhjuste kategooriat, aga ka muid põhjuseid, nagu vältimatud kaod, tehniline ebaefektiivsus ja tõrked (tabel 5.2).

Tabel 5.2. Võimalikud toidujäätmete tekkepõhjused jahutoodete töötlemisel

Tootmisüksuste osad	Kadude võimalikud põhjused	Vältimatud kaod, tehniline ebaefektiivsus ja rikked
Toorainete ladustamine	Mehaaniline kahjustus Laokahjurid Riknemise tunnused, hallitus ja mustus	- aegumiskuupäev - inimlikud vead - vale spetsifikatsioon
Tootmine	Hügieeni- ja sanitaarnõuded	- tehnoloogilised vead (nt retseptile vastava tooraine lisamata jätmine, toote kõrbemine küpsetamise ajal)
	Tehnilised rikked	- lõpptoodete kvaliteedinõuetele mittevastavus (nn tootmisjäätmed)
	-	- tooraine ebaühtlasest kvaliteedist tingitud tehnoloogilised probleemid
	-	- hiljuti tööle võetud ja ebapiisava kvalifikatsiooniga töötajate madal kvalifikatsioon
Valmistoote ladustamine	Kahjustatud pakend Hügieeni- ja sanitaarnõuded	- rikked - müümata leiva tagastamine
Valmistoote transport	Vead esitatud tellimustes Valesti komplekteeritud	- rikked

Selle uuringu jaoks kogusid autorid kvantitatiivseid andmeid, kasutades Interneti-küsitluse meetodit. Uuring viidi läbi 48 Poola pagaritöökogas ajavahemikul 2.01.-20.02.2020 ning kvalitatiivsed andmed saadi viie individuaalse süvaintervjuu käigus uuritud valdkonna ekspertidega. Tulemused näitasid, et pagari- ja kondiitritööstuses ulatusid kogukaod 2,39% (2017. a) ja 2,63% (2018. a) valmistatud toodete massist. Kadude analüüs tehti tootmisüksuste kaupa: tooraine ladustamisel, tootmises, valmistoote ladustamisel ja valmistoote transpordil. Suurim kadu oli tootmises – 1,56% (2017.a) ja 1,85% (2018.a).

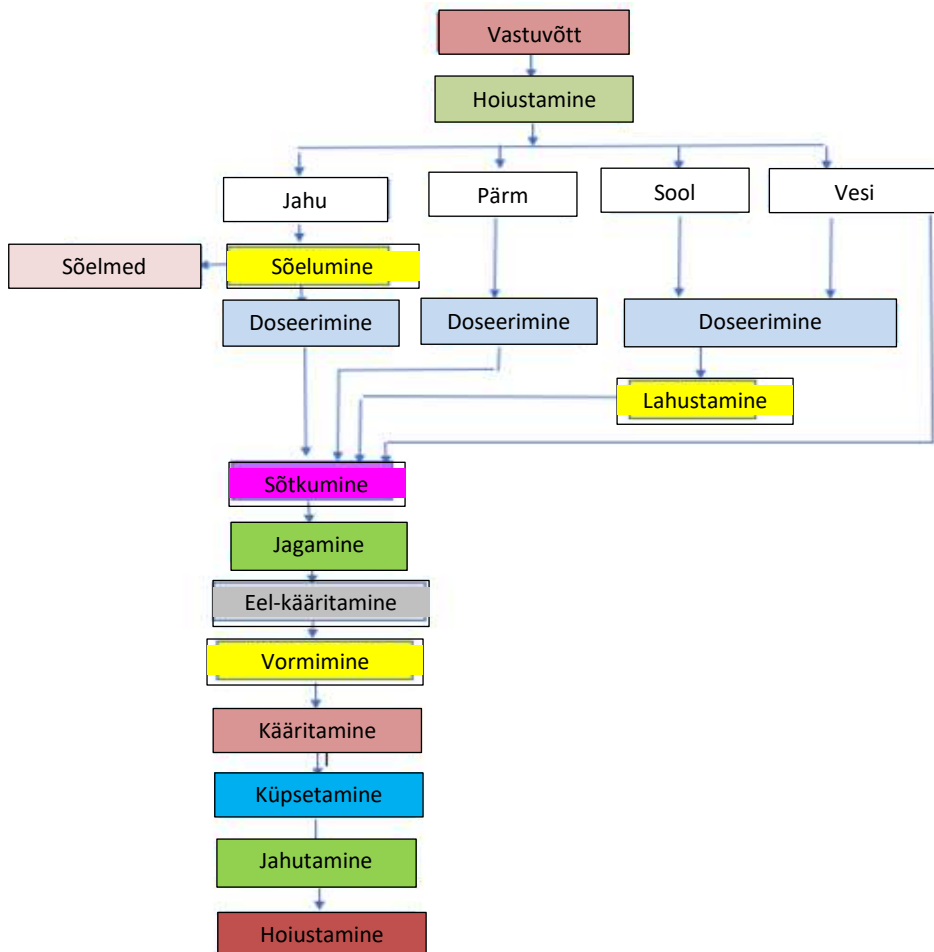
Kaad pagariäris sõltuvad tooraine kvaliteedist, tehnoloogiliste protsesside juhtimisest, mille vead põhjustavad leiva- ja pagaritoodetes defekte ning toovad kaasa defektsete toodete tarbimisest kõrvaldamise. Pagarisektori vead ja kaod võivad tuleneda ka toormaterjali või valmistoodete saastumisest seente ja hallitusega, mis on tingitud ebakvaliteetsest toormaterjalist või tehnoloogiliste tingimuste mittejärgimisest.

"Riknenud toitu võib defineerida kui toitu, mis on rikunud või vigastatud nii, et see on muutunud inimtoiduks kõlbmatuks." (Saranraj ja Geetha, 2012). Kõrge niiskussisaldusega toodete puhul on probleemiks bakterite, pärmi ja hallituse tekitatud mikrobioloogiline riknemine. *Penicillium*-i liikide esinemine pagaritoodetes on domineeriv riknemise põhjus olenevalt pagaritootest ja säilitustemperatuurist (Legan, 1993). Pagaritoodete säilitustingimused on üks oluline tegur, mis põhjustab suuremaid leivatoodete kadusid ja suurendab toidujäätmete hulka (Arpes jt 2021). Hoolimata õigetest säilitustingimustest on keeruline vähendada või vältida toidu raiskamist. Seega majandust võiks turgutada, kui vähendada kadu või võtta jäätmed ringlusse väärtuslike toodetena, kuid selleks tuleb jäätmete tekkeprotsessi mõista ja leida terviklikud lähenemisviisid.

Järgides täpselt juhiseid, reguleerides küpsetusseadeid ja hinnates kauba kvaliteeti igas töötlemisetapis, saab vähendada hooletuse vigu. Enne kauba turule laskmist peaksid tootmisüksused jälgima pakendamise korda ning tagama kvaliteedikontrolli. Narisetty jt (2021) leidsid, et need tooted, mis ei vastanud ettevõtte kvaliteedinõuetele (näiteks vale netokaal), müüdi kas töötajatele allahindlusega või jaemüüjatele kui kehvema kvaliteediga kaubad. Intervjuus osalejate sõnul on töötajate kontrollimine ja koolitamine tootmisvigade vähendamiseks ja kahjude minimeerimiseks väga oluline. Kahjusid on võimalik minimeerida, kui palgata spetsialistid, kes juurutavad töökorralduses meetodeid vigade vältimiseks ning planeerivad masinate ja seadmete ülevaatust.

5.2. Tooraine füüsikalise-keemilistest omadustest ja tootmisprotsessi vigadest tulenevad kaod

Saia valmistamise tehnoloogiline protsess on järgmine: toorainete ja abitoorainete ja/ või materjalide ettevalmistamine ja doseerimine, taigna valmistamine, taigna käärimine, tükeldamine, eelkergitamine, vormimine, kergitamine, küpsetamine ja jahutamine (joonis 5.2).



Joonis 5.2. Saia valmistamise tehnoloogiline skeem

Tooraine vastuvõtt

Tooraine ladustamistingimuste, näiteks laotemperatuuri ja niiskuse kontrollimine on kadude vähendamiseks ülioluline. On ütlematagi selge, et täpne kaalumine on kvaliteetsete pagaritoodete valmistamise alus. Klientide ootused on, et pagaritoode on igapäevaselt sama maitsega. Ilma standardiseeritud mõõtmisüsteemita ei ole see võimalik.

Pagaritoorme tarnijatel on spetsiaalsed kuivainete kaalud ning vedelate komponentide mõõtelusikad ja nõud, mis aitavad pagaritöökoja kvaliteedisüsteemi saavutada. Pagariettevõtted peaksid kahjude vähendamiseks tegema koostööd usaldusväärsete tarnijatega, kes pakuvad kvaliteetset toorainet ja vahendeid.

Tooraine tarnijaid tuleb väga rangelt kontrollida, näiteks peavad tarnijad esitama kvaliteedi- ja vastavussertifikaadid ning olema auditeeritud. Tootja kvalifitseeritud töötajad peavad kontrollima iga tarnet ja teavitama tarnijat eeskirjade eiramise korral. Samuti peavad tooraine ostmise ja vastuvõtmise eest vastutavad töötajad olema eelnevalt koolitatud.

Pagaritööstused seavad esmatähtsaks toorainetingimuste reguleerimise ja allergeenide ristsaastumise vältimiseks juhiste kehtestamise. Toorme automaatne logistika läbi elektrooniliselt juhitava pneumaatilise transpordi võimaldab toorme doseerimist ja kaalumist otse tootmiskohas, vähendades seeläbi oluliselt tooraine kadu. Integreeritud silotorni süsteem võimaldab hoida toorainet ka kohtades, kus toiduohutus ei pruugi olla tagatud. Hinnanguliselt võib aastas raisku või kaduma minna 1-2% toorainest (sealhulgas jahu jm).

Mis puudutab tooraine kvaliteeti, siis kui tooraine tarnimisel avastatakse probleem, jäetakse defektsed tarneosad kõrvale. Tooraine ladustamisel, kaalumisel, tootmiseks jaotamisel või doseerimisel võib inimlik eksitus põhjustada materjalikadu (Gorynska-Goldmann jt, 2021). Turg pakub piiramatut juurdepääsu toorainele, võimaldades kvaliteedipõhist valikut. Pagaritöökojad kontrollivad pidevalt, et pakend oleks suletud, et koostisosad säiliks algses olekus ja materjalid säiliks õigetes säilitustingimustes. Tänu tehnoloogilise protsessi sees toimuvale individuaalsele tegevusele on pagaritöökodades veel üks jäätmeallikas inimlik eksimus. Võimalik, et töötaja valib või jaotab tooraine valesti; vigu võib ette tulla ka tooraine segamisel.

Taigna valmistamine ja vormimine

Gorynska-Goldmann jt (2021) selgitasid välja võimalikud meetodid saiatootmises tekkivate jääkide taaskasutamiseks pagaritoodete valmistamisel alates vahesaaduste ja taigna valmistamist ja töötlemisest kuni tükeldamise ja vormimiseni.

Tehnoloogiliste parameetrite tõhusam kontroll taigna töötlemisel, näiteks temperatuuri ja happesuse hindamine, võib oluliselt vähendada tootmiskadusid pagaritoodete valmistamiseks taigna vormimise ja modelleerimise etapis. Teadlased on välja toonud, et jäätmekäitluses mängib olulist rolli töötajate koolitamine tootmiskeskonna õige organiseerimise ja kontrolli osas.

Kõige rohkem põhjuseid leiti masinate kategoorias, sealhulgas masinate järelevalve puudumine, vananenud seadmete kasutamine, halvasti arenenud infrastruktuur, seadmete töökatkestused, kvalifitseerimata töötajad ning seadmete ebavõrdsed tehnilised ja hügieenilised tingimused.

Taigna töötlemise kaod tekivad taigna käärimise, vormimise ja kerkimise ajal. Nende kadude põhjused võivad olla tükeldusmasina, vormimismasinate, kerkekappide ja teiste taigna töötlemismasinate ebaefektiivne töö. Joardder ja Masud (2019), märgivad, et arengumaades täheldatakse toiduainetes rohkem mehaanilisi kahjustusi, kuna toidu käitlemine ja pakendamine toimub neis riikides peamiselt käsitsi. Tooraine, pooltoodete, taigna ja lõpptoodete defektid ning kaod võivad tuleneda seadmete ja masinate, eriti transpordivahendite tehnilise seisukorra eiramisest (Caldeira jt, 2019).

Lisaks muudele tehnoloogilistele protsessidele, esineb vigu ka küpsetamisprotsessis. Küpsetuskadude hulka loetakse ka tehases kehtestatud standarditele mittevastavad tooted, mis visatakse ära. Kuni 0,5% kadudest tekib toodete üle- või alaküpsemisest, deformatsioonidest või kahjustustest, mis võivad esineda tavaliselt ahjus jne.

Leiva defektide tekkepõhjused, peamised tootes tekkivad defektid ning nende vältimiseks võetavad meetmed on iga tehnoloogilise etapi kohta toodud tabelis 5.3.

Tabel 5.3. Leiva/saia defektide põhjused ja abinõud puuduste vältimiseks

Vigade põhjused	Peamised vead	Abinõud vigade vältimiseks
Ebasobiva tooraine kasutamine taigna valmistamise etapis		
Halva kvaliteediga jahu või suure idanenud terade sisaldusega nisujahu.	Toode on väikese mahuga, lame, koorik on tumedamat värvi, niiske ja kleepuv, eraldub koorikust.	Jahu sõeluda, segada jahu kvaliteetse jahuga, tõsta taigna happesust (pikendab ka toote säilivust) lisades taignasse juuretist või toiduhapet (askorbiin-, piim-, äädikhapped), valmistada jahedam taigen (23-25 °C), valmistada väiksemad tooted ja küpsetada need kõrgemal temperatuuril, valmistada tugeva konsistentsiga taigen, lühendada kerkeaega ja teha seda madalamal temperatuuril (<33 °C), lisada soola vähemalt 1,8% jahu kogusest, lisada oksüdeerivaid aineid taignasse.
Valmimata (laagerdumata) nisujahu.	Saial on liiga hele koorik (kahvatu), koorikul on praod; sisu on murenev	Sarnane eelmise punktiga + lisada 1-2% gluteeni, 2% suhkrut.
Madala ensüümide, eriti β-amülaasi sisaldusega jahu.	Madala amülaasi aktiivsusega jahu, tärkliis on vastupidav ensümaatilisele lagundamisele, sai on väikese mahu ja poorsusega, koorik hele, vähese aroomiga, sisu ebaühtlane, toode vananeb kiiresti.	α-amülaasi lisamine linnasepreparaatide või seente α-amülaasi kujul, α-amülaasi sisaldavad parandajad, 5% osa töödeldud jahust, suhkru või glükoosi lisamine taigna sõtkumisel, proportsioonis 4-5% jahust.
Ülekuivatud nisujahu, „kõrbenud“ nisujahu, milles valk on denatureerunud. Deformatsiooniindeks ID< 4mm ja stabiilsus 15-17 min.	Sai on tihe ja ei ole korralikult kerkinud.	Linnasepreparaatide või parandajate lisamine, mis toovad kaasa märkimisväärse amülaaside ja proteaaside varu, proteolüütilised preparaadid või redutseerivad ained, madala konsistentsiga taigna valmistamine, tehnoloogilise

		protsessi kestuse pikendamine sõltuvalt gluteeni sisaldusest jahus, taigna rahustamine, taignaportsjonide vahepealne kergitamine.
Halva gluteeni-kvaliteediga jahu. Gluteen tugev. ID<6mm	Sai on tihe, väikeste pooridega, ümmarguse kujuga, mahult väike nagu just vormimise alguses.	Segada nõrga gluteenisaldusega jahuga, lisada jahuvalku nõrgendavaid parandajaid (tsüsteiin) taignasse, valmistada konsistentsilt pehme taigen, pikendada segamisaega, pikendada taigna käärimisaega, eelkerke ja kerkeaga.
Halva gluteeni kvaliteediga jahu. Gluteen nõrk. ID>20mm	Sai on lame, väikese mahuga, jämeda poorsusega. Samad tunnused võivad olla ka valmimata nisujahul.	Valmistada madala temperatuuriga (23-25°C) ja konsistentsilt tugevam taigen; tõsta taigna happesust; lisada eeltaignasse vähem jahu, lühendada tehnoloogilise protsessi kestust; suurenda soola sisaldust taignas (kuni 1,8%), valmistada väiksema kaaluga tooted ja küpsetada kõrgemal temperatuuril kooriku kiiremaks tekkimiseks, lisada oksüdeerivaid aineid taignasse.
Halva kvaliteediga pärmis kasutamine	Toode on väikese mahuga, lame, tiheda sisuga.	Tõsta pärmis kogust taignas, aktiveerida pärm suurendades pisut suhkru kogust.
Tehnoloogilise protsessi vale juhtimine		
Taigna valmistamisel kasutatakse liiga vähese pärmis.	Sai on kerkimata; koorik on pragunenud ja põlenud mullidega; sisu on tihe ja mitteelastne.	Lisada taignasse rohkem pärmis. Säilitada retseptis ettenähtud tooraine vahekord.
Liigse pärmis kasutamine taigna valmistamisel	Sai on lapik, koorik on liiga hele; sisu on murenenud ja sellel on praod; sellel on väikesed ja ebahütlased poorid.	Sarnane eelmise punktiga. Lühendada taigna käärimisaega. Säilitada retseptis ettenähtud tooraine vahekord.

Liiga tugeva konsistentsiga taigen	Sai on väikese mahuga, see on kumera kujuga; koorik on liiga hele; sisu on liiga murenenud ja sellel on praod; poorid on väikesed ja ebaühtlased.	Doseerida jahu ja vesi vastavalt retseptile. Pikendada taigna käärimis- ja kerkimisaega.
Taigen kääris liiga lühikest aega või liiga madalal temperatuuril, taigen on vähe käärinud (noor taigen).	Sai on väikese mahuga ja ümar; koorikul on põlenud mullid ja see eraldub sisust; sisu on tihe, niiske ja nätske; magusa maitse ja pärmilõhnaga.	Pikendada kerkimisaega, küpsetada madalamal temperatuuril.
Taigen kääris liiga kaua või liiga kõrgel temperatuuril, taigen kääris üle (vana taigen)	Sai on lame, koorik on kahvatu ning pinnalt ja külgedelt pragudega; sisu on tume ja horisontaalsete piklike tühimikega, hapuka maitsega.	Lühendada kerkimisaega, alustada küpsetamist kõrgemal temperatuuril. Liiga hapu ja nõrga kleepevalguga taigen kasutada ära uue taigna valmistamisel.
Liigse jahu kasutamine vormimisel	Jahuse välimusega ja pragunenud koorikuga tooted, sisu on pude ja koorik mõranenud.	Valmistada õige konsistentsiga taigen, selleks et vormisel ei peaks kleepuvuse vähendamiseks kasutama palju jahu.
Küpsetamine liiga kõrgel temperatuuril	Toode on väikese mahuga, tiheda poorsusega, ümariku kujuga, koorik on tumeda värvusega, põlenud kohtadega, ilma läiketa, sisu on niiske ja nätske.	Küpsetustemperatuuri jälgimine, ahju korrashoid, tainakutel lasta küllaldaselt kerkida enne ahju panekut, ahi täita ühtlaselt.
Küpsetamine liiga madalal temperatuuril	Toode on lame; koorik on liiga paks ja kõva, kahvatu ja pealispind pragudega, sisu on tume.	Reguleerida ahju temperatuuri, vajadusel uusi tainakuid ahju enim ei lisa, kui õige temperatuur on saavutatud, panna tooted ahju kolmveerand kerke ajal, vähendada auru kogust ahjus, jätta küpsetamisel tainakutele vahed.
Liiga palju auru ahjus	Tooted on lamedad, väikese mahuga, tugevalt	Siibrite õigeaegne avamine auru välja laskmiseks. Kasutada auru

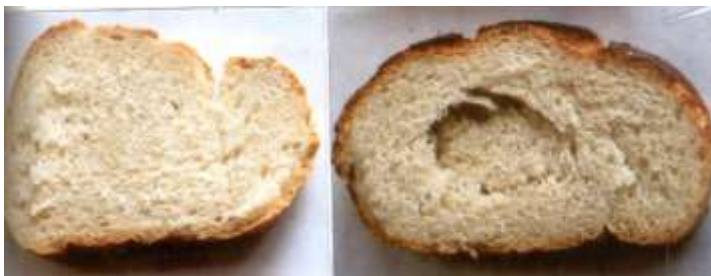
	läikiv kuid risti rebenditega koorik.	andmise ja eemaldamise režiime õigesti.
Liiga vähe auru ahjus	Toodetel on vähe väljendunud kumerus, läiketa, kahvatu ja piki rebenditega koorik.	Kasutada auru andmise ja eemaldamise režiime õigesti. Auruta küpsetamisel niisutada tooted enne ahju panekut.

Toodete hoiustamine ja käsitsemine pärast küpsetamist

Saia ladustamine liiga tihedalt või kattuvalt	Toode on lapik, deformeerunud; koorik on pragunenud, pehme, purustatud; sisu on kokku surutud.	Valmistoodete regulaarne paigutamine kastidesse, restidele või riiulitele.
Kuuma saia transportimine või asetamine tihedalt või kattuvalt.	Toode on lapik, deformeerunud; koorik on pragunenud, pehme, purustatud; sisu on kokku surutud.	Transportida ainult kastides või riiulites. Jälgida, et tooted enne transporti maha jahtuksid.



Kooriku defektid



Sisu defektid



Joonis 5.3. Pagaritoodete defektid

5.3. Tooraine mikrobioloogiline saastumine ja tehnoloogilised vead

5.3.1. Tooraine ja pagaritoodete mikrobioloogilise riknemise põhjused

Üks peamisi toiduraiskamist põhjustavaid tegureid on pagaritoodete saastumine mikroobidega. Mikrobioloogiline riknemine on üks tegureid, mis piirab pagaritoodete säilivusaega. Mikroobide kasvust põhjustatud riknemine põhjustab majanduslikku kahju nii tootjatele kui ka tarbijatele. Esineda võib kolme tüüpi riknemist: bakteriaalne riknemine, pärmseente poolt esile kutsutud riknemine ja hallitusseente poolt esile kutsutud riknemine.

Bakteriaalne riknemine

Bakterid võivad pagaritooteid saastada, kuigi nende kasvu piirab madal veeaktiivsus ja madal pH. Enam ohustatud on saiad, sest need on hapustamata ja kõrge niiskuse sisaldusega. Näiteks *Bacillus subtilis*'e eosed on kuumakindlad.

See mikroorganism esineb peamiselt tooraines – jahus, suhkrus ja pärmis ning teeb leiva struktuuri vedelaks ja see muutub venivaks. Üheks veniva leiva tunnuseks on pruunist mustaks muutumine, samuti on tunda mädaviljade lõhna ja väga püdedat leivasisu.

See probleem on suurem soojas kliimas, ilmneb tavaliselt pigem suvel kui ilm on soe ja niiske. Üks peamisi bakteriaalse saaste allikaid on saastunud koostisained, mistõttu oleks väga soovitatav kasutada ainult väga kvaliteetset toorainet. Kõige tavalisemad bakteriaalset riknemist põhjustavad liigid on *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* ja *Bacillus cereus*.

Leiva riknemise saab tuvastada kõigepealt selle järgi, et toode eritab ananassile sarnast lõhna. Pärast seda muutub leiva sisu värvituks, pehmeks ja kleepuvaks, mis muudab leiva tarbimise võimatuks. Leiva riknemine on tingitud *Bacillus*-e tüve poolt toodetavate amülolüütiliste ja proteolüütiliste ensüümide toimest.

Selle probleemi esinemissageduse vähendamiseks on vaja kehtestada ranged sanitaar- ja tootmistingimused. Selle probleemi lahendamiseks võib kasutada ka säilitusaineid, nagu propionaat.

Pärmide poolt esile kutsutud riknemine

Pagaritööstuses võivad arenema hakata ka looduslikud pärmid, mis on seotud seotud pärmiperekondadega *Trichosporon*, *Saccharomyces*, *Pichia* ja *Zygosaccharomyces*. Need tekitavad leivale valgeid laike ja neid võib jagada kahte tüüpi:

- nähtav pärm, mis kasvab leiva pinnal ja tekitab valgeid või roosakaid laike – peamiselt *Hyphopichia burtonii*.

- käärimine, mille tulemuseks on alkoholilõhnad - osmofiilsed pärmid. See tuleneb peamiselt ebapuhastest seadmetest ja esemetest.

Seega minimeerib tootmisprotsessi puhtana hoidmine osmofiilsete pärmidega saastumist.

Hallituseente poolt põhjustatud riknemine

Pagaritöökodade üks kulukamaid ja tõsisemaid probleeme on hallituseente poolt põhjustatud riknemine. Üldjuhul surevad hallituseente eosed värskes leivas ja muudes küpsetistes tehnoloogilise protsessi käigus. Kuid hallitusega saastumine võib tekkida ebapuhtast õhust, seadmetelt ja tööpindadelt, tooteid valmistavate ja käitlevate inimeste kaudu või tooraine kaudu pärast küpsetamist kas jahutamisel, viilutamisel või pakkimisel. Hallituseente arv on tavaliselt suurem suvel õhusaaste tõttu sooja ilmaga ja niisketes hoiutingimustes. Samuti võib niiskuse kondenseerumine toote pinnale põhjustada hallituse kasvu. Pagaritoodetes levinumad hallituseened on: *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Monilia sp.*, *Mucor sp.* ja *Eurotium sp.*

Mükotoksiinid

Mõningad hallituseened tekitavad oma ümbrusesse elutegevuse tagajärjel mürgiseid aineid – mükotoksiine. Küpsetamisel mürgid ei kao. Seetõttu on oluline jälgida, et toorained ei oleks saastunud. Mükotoksiinid võivad põhjustada ulatuslikke rahvatervise probleeme läbi mürgistuste.

5.3.2. Meetmed tootmisahelas tuvastatud mikrobioloogiliste kadude vähendamiseks

Mikroobse riknemise tagajärjel tekkivate toidujäätmete vähendamiseks pagaritööstuses on peamiseks toiminguks mikroobide kasvu ohjeldamine. Bakteriaalse riknemise vähendamiseks on vaja rangeid sanitaar- ja tootmistingimusi. Õigete tootmistingimuste tagamine vähendab saastumist osmofiilsete pärmidega.

Hallituseened taluvad happelist keskkonda, mistõttu toiduained, mille pH väärtus on < 4,5, ei ole tavaliselt bakterite poolt riknenud, kuid on vastuvõtlikumad hallituseentega riknemisele.

Temperatuur on oluline nii hallituse kasvule kui ka eoste moodustumisele. Näiteks alandades säilitustemperatuuri 27 °C-lt 21 °C-le pikenes säilivusaeg kaks korda, mille jooksul ei läinud tooted hallitama (Chamberlain, N. 1993).

Hallituseente kasvu saab vähendada järgmiste meetodite abil:

i) pöörata tähelepanu hügieenile pagariäris, et vähendada hallitusseente eoste juurdepääsu tootele;

ii) pastöriseerida pakendatud tooted,

iii) asutada säilitusaineid,

iv) kasutada hallitust pärssivate omadustega uudseid koostisosasid. Seda on võimalik saavutada mitme allpool kirjeldatud meetodi abil.

Reformuleerimine hõlmab pagaritoodetes saadaoleva veeaktiivsuse (a_w) vähendamist, et saavutada pikem säilivusaeg. Seda saab vähendada dehüdratsiooni, aurustamise, külmuivatamise või kõrge osmootse aktiivsusega lisanditega, nagu suhkur ja sool, mis lisatakse otse toodetesse.

Hallitusseente kasvu kontroll pagariäris sõltub peamiselt veeaktiivsuse piisavalt madalal hoidmisest. Näiteks a_w 0,75 võib pikendada säilivusaega 6 kuud. Kuna madal a_w võib kahjustada toodete kvaliteeti, tuleb iga vähendamine läbi mõelda.

Külmutamine on kasutusel eelkõige pagaritoodete pikaajaliseks säilitamiseks. Oluline on, et külmutamisprotsess oleks kiire, et jääkristallide moodustumist saaks kontrollida. Suured jääkristallid võivad lõhkuda pooride struktuuri saia sees. Tavaliselt külmutatakse selliseid tooteid nagu koogid, pannkoogid jt väikesed koogid. Leiba saab hoida -22 °C juures värskena mitu kuud. Desroisier (2006) leidis, et kui küpsetatud leib kiiresti külmutada ja hoida ühe aasta temperatuuril -18 °C , on see pehmuse poolest samaväärne, kui värske leib hoituna kaks päeva 20 °C juures.

Säilitusained. Hallituse kasvu tõkestamiseks küpsetistes kasutatakse enim säilitusaineid. Säilitusaineid võivad olla nii looduslikud kui ka sünteetilised, näiteks kasutatakse äädik-, sorbiin- ja propioonhapet ning nende soolasid. Sorbiinhappel on teadaolevalt positiivne mõju *Aspergillus nigeri* ja *Penicillium* liikide kasvule. (Ray, L. ja Bullerman, L.B. 2001). Doores-e (1993) läbiviidud uuringus rõhutati, et propioonhape ja selle soolad pärssivad hallituse kasvu. On teada, et propionaadi kontsentratsioonid vahemikus 8–12% on tõhusad hallituse kasvu ohjeldamisel pagaritoodete pinnal.

Biosäilitusained on mikroorganismid ja nende metaboliidid, mida kasutatakse toiduainete riknemise vältimiseks ja säilivusaja pikendamiseks. Erilist huvi pakuvad piimhappebakterid (LAB). Neid on kasutatud sajandeid toiduainetööstuses starterkultuuridena ja need on võimelised tootma erinevaid bioaktiivseid aineid nagu orgaanilisi happeid, rasvhappeid, vesinikperoksiidi ja bakteriotsiine.

Pakendamine modifitseeritud atmosfääri tingimustes

Süsinikdioksiid – on tõestatud, et see on tõhus viis hallituste arengu pidurdamiseks kõrge veeaktiivsusega küpsetiste säilitamisel. Üldiselt võib öelda, et mida kõrgem on kasutatud CO₂ kontsentratsioon, seda pikem on hallitusevaba periood.

Gaasikindlate pakendite kõrge hinna tõttu (suur investeeering seadmetesse, kallid pakkekiled ja gaas) pakendatakse CO₂-keskkonda ainult kõrge väärtusega tooted, mida säilitatakse pikalt, näiteks nagu mõned osaliselt küpsetatud tooted, dieettooted, nagu gluteenivaba sai, rahvuslikud tootedtooted nagu naan jt.

Hapnikuabsorbendid on teine lähenemisviis modifitseeritud atmosfääri pakendamiseks vähendades O₂ kontsentratsiooni pakendis kasutades hapnikku absorbeerivat materjali nagu "Ageless" (Mitsubishi, Gas Chemical Company Inc., Tokyo, Jaapan) või ATCO hapnikuabsorbeereri (ATCO S.A., Caen. Prantsusmaa).

Kui hoida pakendatud saia tavatingimustes, siis läheb see hallitama 5-6 päeva jooksul, hoides sama toodet hapnikku imava kotikesega (absorbendiga) pakendis püsib see hallitusevabana üle 60 päeva (Legan, 1993.).

Muud meetmed mikrobioloogilise saastumise vähendamiseks:

- Vältida prahi kogunemist seadmete ja masinate juurde.
- Puhastada tihti kerkekappides olevaid vorme.
- Hoida seinad, põrandad, laed ja muud pinnad puhtad, eriti need pinnad, mis puutuvad kokku toodetega.
- Eraldada jahu käitlemise alad toodete jahutus- ja pakkimisaladest
- Hoida tagastatud tooded pagariärist eemal, eriti kui need on hallitanud.

Kasutatud allikad

1. Alexa E., (2008). Flour food technology, Eurobit Publishing House, Timisoara, Romania
2. Alpers T., Kerpes R., Frioli M., Nobis A., Hoi, K., Bach A., Jekle M., Becker, T., (2021). Impact of Storing Condition on Staling and Microbial Spoilage Behavior of Bread and Their Contribution to Prevent Food Waste. <https://doi.org/10.3390/foods10010076>
3. Caldeira, C.; Corrado, S.; Goodwin, L.; Sala, S. (2019). Global Food Waste. Responsible Consum. Prod., 1–12.
4. Chamberlain, N. (1993). Mold growth on cake. Biscuit maker and Plant Baker, 14:961-964
5. Desroisier, N.W. (2006). The Technology of Food Preservation. Avi Publ., Westport. Pp.110-148.)
6. Doores, S. (1993). Organic acids. In: Antimicrobials in Foods (eh. P. M. Davidson und A.L. Branen). Marcel Dekker, Inc., New York pp. 117-119)
7. Doores, S., (2005). Organic acids. FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER-, , 145: 91.
8. Doyle M. Ellin, PhD, Food Research Institute, University of Wisconsin-Madison, WI 53706, FRI Briefings http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Microbial_Food_Spoilage_7_08.pdf
9. Espinoza-Oriaz, N.; Stichnothe, H.; Azapagic, A. (2011). The carbon footprint of bread. Int. J. Life Cycle Assess., 16, 351–365.
10. Gorynska-Goldmann E., Gazdecki M., Rejman K., Kobus-Cisowska J., Łaba S., Łaba R. 2020. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? Measurement, Causes, Management and Prevention. Agriculture 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
11. Kulak, M.; Nemecek, T.; Frossard, E.; Chable, V.; Gaillard, G. (2015). Life cycle assessment of bread from several alternative food networks in Europe. J. Clean. Prod., 90, 104–113.
12. Legan J.D., (1993). *Mould spoilage of bread: the problem and some solutions*, International Biodeterioration & Biodegradation, Volume 32, Issues 1–3, Pages 33-53, ISSN0964-8305, [https://doi.org/10.1016/0964-8305\(93\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0964-8305(93)90038-4).
13. Narisetty, V.; Cox, R.; Willoughby N.; Aktas E.; Tiwari B.; Matharu A.S.; Salonitis K.; Kumar V., (2021). Recycling bread waste into chemical building blocks using a circular biorefining approach, Sustainable Energy Fuels, 5, 4842,
14. Notarnicola, B.; Tassielli, G.; Renzulli, P.A.; Monforti, F. (2017). Energy Flows and Greenhouses Gases of EU (European Union) National Breads Using an LCA (Life Cycle Assessment) Approach. J. Clean. Prod., 140, 455–469.

15. Ray LL, Bullerman LB. Preventing Growth of Potentially Toxic Molds Using Antifungal Agents 1. *J Food Prot.* 1982 Aug;45(10):953-963. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-45.10.953>, PMID: 30866272
16. Ray, L. and Bullerman, L.B. (2001). Preventing growth of potentially toxic molds using antifungal agents. *Journal of Food Protection*, 45:953-963).
17. Saranraj, P. and Geetha, M., 2012. Microbial spoilage of bakery products and its control by preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & biological archives*, 3(1), pp.38-48.
18. Smith J.P., Philips Daifas D., El-Khoury W., Koukoutsis J., (2004), Shelf life and Safety Concerns of Bakery products - A Review, *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 44:19-55.<https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
19. Saranraj P., (2012). Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*. 3.
20. Stensgaard, A.; Hanssen, O.J. (2016) Food waste in Norway 2010–2015 Final Report from the ForMat-Project; OR 17.16; Ostfold Research: Kråkerøy, Norway, 2016.
21. Torrey GS, Marth EH., (1977). Isolation and Toxicity of Molds from Foods Stored in Homes. *J Food Prot.* Mar;40(3):187-190. doi: 10.4315/0362-028X-40.3.187.
22. Vandermeersch T., Alvarenga R. A. F., Ragaert P., Dewulf J., (2014). *Resour. Conserv. Recycl.*, 87, 57–64.

6. peatükk

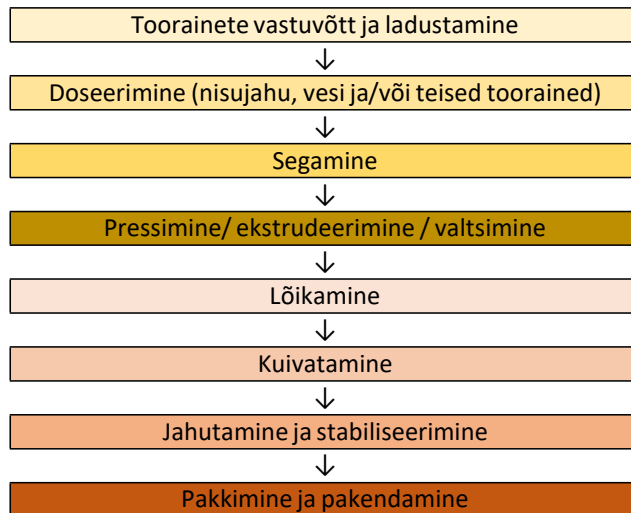
Toidujääkide tekkepõhjused makaronitööstuses

6.1. Uuringud makaronitööstuses töötlemise ja pakendamise etapis tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta

Makaronitooted on ülemaailmselt tuntud kui mugav ja populaarne põhitoiduaine. Tarbijad eelistavad makaronitooted sensoorsete omaduste ja selle toiteväärtuse tõttu ning neid saab kasutada ka erinevate roogade valmistamiseks.

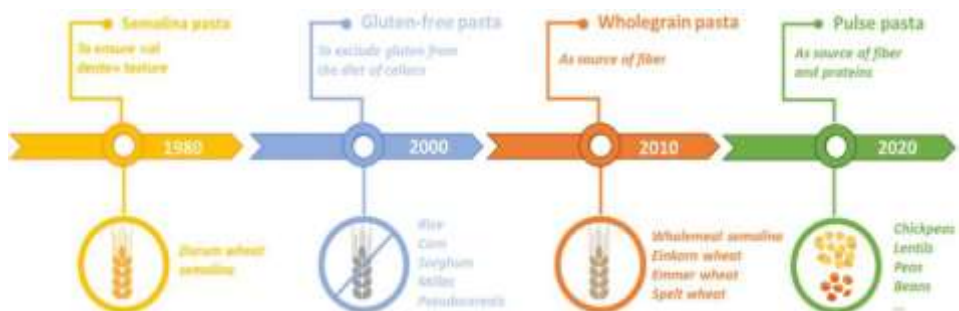
Hiljutise Bresciani jt. (2022) uuringu andmetel toodetakse maailmas aastas 14,3 miljonit tonni makaronitooted. Ülemaailmselt on suurim makaronitootja Itaalia, millele järgnevad USA, Brasiilia, Türgi ja Venemaa. Makaronitoodete peamiseks tooraineks on kõvast nisust (*Triticum durum Desf.*) saadud erinevad jahvatustooted nagu manna (jahuna), jäme manna või täismanna. Kõvanisumanna kasutamine makaronide tootmisel mõjutab suuresti valmistoote kvaliteeti, eelkõige taigna reoloogilisi omadusi, keetmise kvaliteeti ja tarbijale vastuvõetavust. Itaalias on makaronitoodete valmistamine kõvanisumannast kohustuslik. Kuid teistes riikides kasutatakse makaronitoodete valmistamiseks ka pehmet nisu (*Triticum aestivum L.*), seda peamiselt selle teravilja hea kättesaadavuse ja madala hinna tõttu.

Makaronitooted kuuluvad Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 1333/2008 II lisa D osa järgi teravilja ja teraviljasaaduste toidugruppi. Peamised töötlemisetapid makaronitoodete valmistamisel on tooraine vastuvõtmine ja ladustamine, doseerimine, segamine ja sõtkumine, vormimine (pressimine, ekstrudeerimine või valtsimine), lõikamine, kuivatamine ja pakendamine (joonis 6.1). Makaronitooted võivad, kui ei pruugi olla kuivatatud. Makaronitooted jagunevad põhimõtteliselt kahte rühma: värsked makaronitooted (niiskusesisaldus ca 25%) ja kuivatatud makaronitooted (niiskusesisaldus ei ületa 12%).



Joonis 6.1. Makaronide tootmise üldine tehnoloogiline skeem (Klinger 2010 järgi)

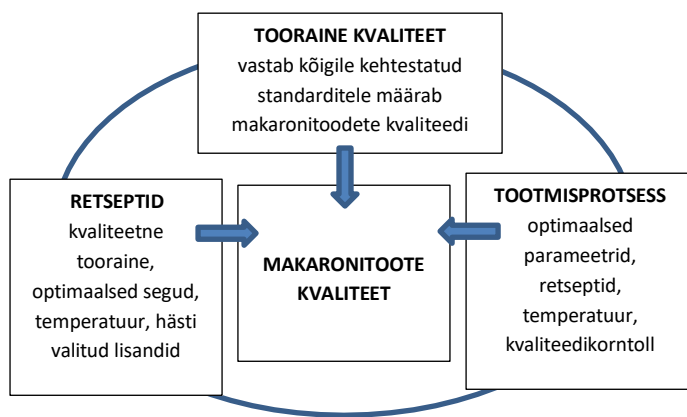
Viimastel aastakümnetel on teadusuuringud kajastanud mitmeid funktsionaalsete makaronitoodete tootmise strateegiaid. Tarbijate huvi eri tüüpi makaronitoodete vastu peegeldab arenevat turusuundumust (joonis 6.2), et saada teatud toiteväärtust, mis tuleneb makaronide tootmisel kasutatavatest alternatiivsetest toorainetest.



Joonis 6.2. Pastatüüpide ja toorainete areng viimastel aastakümnetel (Bresciani jt, 2022)

Tootmiskadu tootmisprotsessis on seotud toodangu kvaliteediga. Üks võimalus on uurida makaronitoodete kvaliteeti selleks vastavate määravate tegurite mudeli järgi (Joonis 6.3).

Üksik tegur, näiteks tooraine (manna teravilja keskmistest kihtidest vs. täis manna), võib oluliselt mõjutada kogu protsessi ja lõpptoote kvaliteeti. Protsessi tõhusaks muutmiseks ja kvaliteetse makaronitoodete tootmiseks on ülioluline tuvastada praegused kvaliteediparameetrid ja kuidas alternatiivsete toorainete kasutamine mõjutaks protsessi parameetreid.



Joonis 6.3. Makaronitoodete kvaliteeti määravate tegurite mudel (Sissons 2008 järgi).

6.1.1. Tooraine kvaliteet

Makaronitoodete peamiseks tooraineks on kõvanisujahu, mis on valmistatud kas tera keskmisest kihist (nn manna) või koguterast (täistera nisujahu), millele lisatakse vesi. Kõvanisujahu saadakse kõvanisu (*Triticum durum*) jahvatamisel. Makaronitoote valmistamiseks kasutatava jahu kvaliteedi oluliseks näitajaks on nii jahu valgusisaldus kui ka valgu kvaliteet. Üldiselt, mida suurem on valgusisaldus, seda tugevam on makaronitoote tekstuur. Sellisel juhul saadakse toiduvalmistamise ajal makaronitootele parem tekstuur ja keetmisel eraldub vähem tärklist.

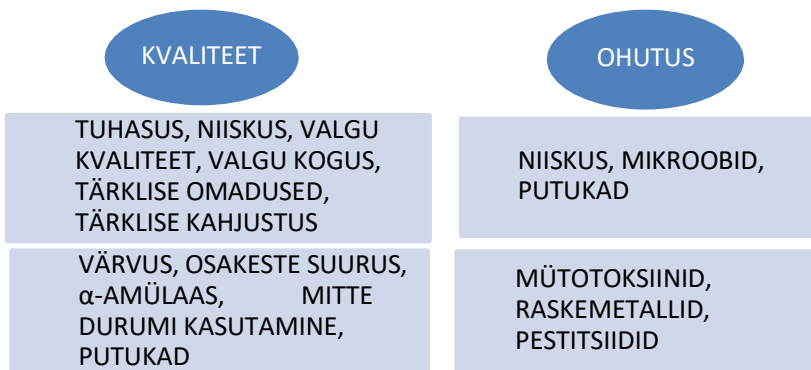
Teine oluline jahu kvaliteedi näitaja on jahu jämedus. Jahu peaks olema ühtlase jämedusega, selleks et kõik jahuosakesed imaksid võrdse koguse vett. Vastasel juhul

väiksemad osakesed imavad rohkem vett kui suured osakesed. Tulemuseks on valged täpid makaronitoote pinnal.

Samuti on teada, et mannas sisalduva tärklise omadused, nimelt kahjustatud tärkliseterade olemasolu ja tärklise pundumisvõime, mõjutavad suuresti makaronitoodete kvaliteediomadusi. Kuigi makaronitaigna põhikoostisosaks on tärklis teralisel kujul, mis on suletud kleepvalguvõrku, siiski on jahus ka kahjustunud tärkliseterasid. Piiratud osa kahjustatud tärklisest sisaldab nii amüloosi kui ka amülopektiini, kuid nende täpne mõju makaronitoodete keetmisomadustele ei ole teada (Bruneel jt. 2010).

Makaronide keetmise ajal valgu ja tärklise vaheline suhe on toote kvaliteedi seisukohast kõige olulisem. Kui keetmisel tekib tugev valguvõrgustik ja tärkliseosakesed on sellesse võrgustikku tugevasti seotud, on lõplikult keedetud pasta tihke ja elastne. Kui keetmisel tekib nõrk valguvõrgustik, mis ei tule toime tärklise paisumisega, on lõplikult keedetud makaronitoodete kleepuv (Delcour jt. 2000). Toiduvalmistamisel jääb makaronitoodete tootmisel tekkinud võrgustik kvaliteetses makaronitootes püsivaks. Tärklise paisumine võib selle võrgu sidususe hävitada, kui valgud ei ole piisavalt vastupidavad.

Lisaks eelpool mainitud kvaliteedinäitajatele on joonisel 6.4 toodud ülevaade manna kvaliteediparameetritest, mis mõjutavad makaronitoodete kvaliteeti ja ohutust.



Joonis 6.4. Manna kvaliteediparameetrid, mis avaldavad mõju makaronitoodete kvaliteedile ja ohutusele (Turnbull, 2001 järgi)

Tavaliselt valmistatakse hea kvaliteediga makaronitooted kõvanisust saadud mannast, mille tuhasisaldus on alla 0,9%. Makaronitooted, mis on valmistatud mannast, mille tuhasisaldus on 0,9–1,1% on tumedama värvusega ja tugevama nisu maitsega. Üle 1,1% tuhasisaldusega mannast toodetud makaronitooted on väga tumeda värvusega, väga tugeva nisu maitsega ning tera äärekihtide suure sisalduse tõttu halvema tekstuuriga. Erinevad kõva nisu sordid ja erinevad agrotehnikad võivad põhjustada selle, et nisu on erineva tuhasisaldusega. Seetõttu saadakse sarnase kvaliteediomadusega, kuid erineva tuhasisaldusega manna. Mõned kaasaegsed töötlemis- ja jahvatusmeetodid, nagu näiteks kliide eemaldamine, võivad anda hea värvusega manna, millel on suur tuhasisaldus. Vaatamata sellele, et mineraalainete sisaldust ei ole lõpptootes näha, on tuhasisalduse mõõtmine jahvatusprotsessis vajalik, sest tuhasisaldus mõjutab makaronitoote kvaliteeti.

Mannaproovi värvus sõltub mitmetest omadustest nagu manna osakeste suurus, kuju ja jahusisaldus, aga ka β -karoteeni kogusest ja kliide sisaldusest.

Kui kõvanisu, millest jahu jahvatatakse, on olnud ebasoodsates ilmastikutingimustes (kas kõrge õhuniiskus või palju sademeid), siis on võimalik, et teravili on hakanud idanema enne jahvatamist. Idanemisprotsessis vabaneb idust endospermi ensüüm α -amülaas, kus see lagundab tärklise suhkruks, et taimel oleks seda kasvamisel lihtne omastada. Kui mannas on seda suhkrut liiga palju, võib töötlemisel tekkida probleeme, kuid eelkõige võib lõpptoode muutuda kleepuvaks. Äärmiselt suured kogused põhjustavad probleeme ka ekstrudeerimisel.

6.1.2. Tootmisprotsessi olulisus

Taigna valmistamisel on oluline, et toorained oleksid doseeritud kindlas suhtes, et toorained täielikult seguneksid ja jahuosakesed seoksid ühtlaselt vett. Taignasse lisatava veekoguse arvutamisel tuleb arvestada ka teiste toorainete niikusega ja nende käitumisega taignamassis. Manna ja vesi doseeritakse täpselt ja segatakse, et moodustada ühtlaselt niiskunud segu, mille niiskusesisaldus on umbes 30–32%. Manna hüdratatsioon tagab korraliku valkude paisumise, samas kui gluteen on alles

arengu algstaadiumis. Ainult korralik valguhüdratsioon tagab pideva gluteenivõrgustiku moodustumise järgnevatel protsessides, kontrollides ja vältides toiduvalmistamise ajal liigset tärglisse eraldumist.

De la Peña ja Manthey (2017) uurisid erinevate hüdratatsioonitasemete (vahemikus 30–34%) mõju rafineeritud või täistera manna (üksinda või koos linaseemnejahuga) ekstrusioonimadustele ja vastavate makaronitoodete küpsetusomadustele. Spetsiifiline mehaaniline energia ja ekstrusioonirõhk vähenevad, kui hüdratatsiooni tase suureneb. Leiti, et makaronide koostisel on eriti suur mõju ekstrusioonisurvele: manna taigna jaoks on tarvis madalamat rõhku, kui täistera manna puhul. Lisaks on makaronide värvusega seoses kõrge hüdratatsioonitase (32–34%) seotud heleduse vähenemise ja punase värvuse (a*) suurenemisega, kuid see ei mõjuta kollasust (b*) (De la Peña jt. 2014).

Kui koostises kasutatakse muid komponente või teravilju peale kõvanisu, muutub hüdratatsiooniprotsess veelgi olulisemaks. Niiskuse uurimine ja optimeerimine on makaronitoote tootmisel ülioluline, kuna see mõjutab nii lõpptoote kvaliteeti kui ka taigna omadusi eelkõige ekstrusiooniprotsessis. Kui kasutada kiudained, siis need konkureerivad oma kõrge hüdrofiilsuse tõttu valkudega vee imendumise pärast taignas, mis võib vähendada valkude paisumiseks saadaolevat vett, mis võib takistada ühtse kleepvalguvõrgu (gluteeni) moodustumist. Lisaks nõrgendab gluteeni mõju see, et taignasse on lisatud kiudainete arvelt vähem mannat ning kiudained muudavad kleepvalgu oma kareduse tõttu katkendlikuks. Need mõlemad asjaolud halvendavad makaronide kvaliteeti. Sarnaseid tulemusi täheldati ka linaseemnejahu, tatrakliide või kõvanisu kliide lisamisel makaronide koostisse või täistera manna kasutamisel (Bresciani jt, 2022). La Gatta jt (2017) andmetel on üks viis kiudainete ja valkude vahelise vee konkurentsi vähendamiseks kahe komponendi (nt manna ja kliid) eraldi hüdreerimine enne ekstrusiooni.

Taigna segamisel on ohuks taigna soojenemine. Temperatuuri tõustes muutub kleepvalk sitkemaks ja jäigemaks, taigna elastsus ja viskoossus kaob 55 °C juures. Kuid kui kleepvalk peaks kalgenduma, siis taignasse sattunud kalgendunud valgu tükid takistavad makaronitoote sileda pinna moodustumist. Vältida tuleks ka õhu sissesegamist taignasse, sest sisse segatud õhk muudab kvaliteedi halvemaks, kuna

kuivamisel poorides olev õhk paisub. Sel juhul valmis makaronitoote struktuur halveneb.

Pressimisel ja vormimisel on oluline, et makaroniväädid ei kuivaks rohkem kui on vajalik taigna kleepuvuse vähenemiseks. Selles protsessis ei tohi pealmine kiht kuivada keskosa suunas, vastasel juhul tekivad pingeid, mille tulemusel tekiksid praod valmistootes. Seoses pinna kuivamisega selles protsessis väheneb niiskus umbes 1-2% massist.

Lintmakaronitoodete taigent tuleb rullida etapiviisiliselt. Astmeline rullimine annab taignale ühtlase, kuid vähem tihendatud konsistentsi. Selline rullimine parandab taigna küpsemisomadusi, paisumisvõimet ja hammustusjõudu.

Rõhk ja mehaaniline erienergia kui ekstrusioonitegurid on abiks kogu protsessi hindamisel. Neid ühendavad ja mõjutavad samad tegurid, nagu ekstrusioonitemperatuur, kruvi kiirus ja niiskusesisaldus. Seos hüdratatsioonitaseme ja spetsiifilise mehaanilise energia vahel on põhiline. Olles vähem kompaktna, vajaks liiga märg taigen väiksemat mehaanilist energiat ega taga ekstrusioonilindris piisavalt vastupanu, et soodustada valkude agregatsiooni ja selle tulemusena rahuldavat gluteeni tootmist. Madal mehaaniline energia vähendab makaronitoote tihedust. Vesi, mis ei ole seotud valkude või muude hüdrofiilsete (makro)molekulidega, aurustub hilisemas kuivatusfaasis ja selle tulemusena saavutatakse väiksem tihedus.

On märgitud, et lipiidid (näiteks õliseemnete sisaldus tainas) võivad vähendada ekstrudeerimisel spetsiifilist mehaanilist energiat, kuna määrivad ekstrudeerimiskruvi, mille tõttu on taigen ekstrusioonile vähem vastupidav, ning moodustuvad väiksema läbimõõduga tooted (Bresciani jt, 2022). De la Peña, E. ja Manthey (2017) andmetel on keeduvette eralduva materjali kogus pöördvõrdelises korrelatsioonis toote läbimõõduga.

Makaronitoote (näiteks lasanjeplaatide) taigna valtsimine peab toimuma mitmeastmeliselt. Astmeline valtsimine annab taignale ühtlase, kuid vähem tihenendatud konsistentsi. Selline valtsimine parandab taigna keetmisomadusi, paisumisvõimet ja hammustamisjõudu.

Värsked makaronitooted (tooteid, mida ei kuivatata) suunatakse keeduvanni, mille eesmärk on tärglisse kliisterdumine, munavalge denatureerimine (kui taignasse on lisatud muna), taigna tekstuuri moodustumine, ensüümide inaktiveerimine, mikroobide hävitamine ja aroomi moodustumine. Tabelis 6.1 on kokku võetud makaronitoote tehnoloogilise protsessi peamised sisemised ja välised tegurid, mis mõjutavad taigna ja makaronitoote kvaliteeti ning võivad põhjustada kadusid ja jäätmeid.

Tabel 6.1. Tegurid, mis mõjutavad taigna ja makaronitoodete kvaliteeti (Bresciani jt, 2022 järgi)

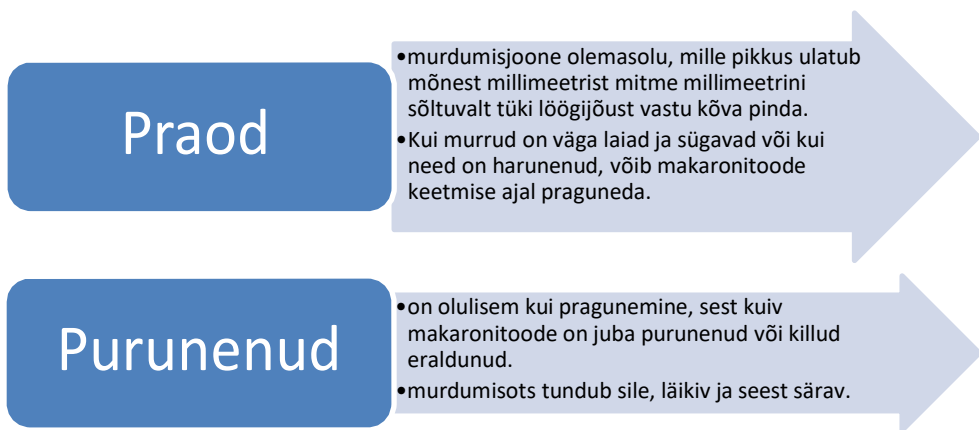
Tehnoloogiline etapp	Sisemised tegurid	Välised tegurid
Doseerimine, segunemine, segamine.	<ul style="list-style-type: none"> • Manna jämedus • manna valgu-, tuha-, klii-, kahjustunud tärglisesisaldus. • ensüümide aktiivsus • vee temperatuur ja segu niiskus 	<ul style="list-style-type: none"> • Eelsegisti olemasolu • vaakumi tase
Segamine ja ekstrudeerimine	<ul style="list-style-type: none"> • Gluteeni vastupidavus • Taigna niiskus • Taigna temperatuur • Taigna viskoossus 	<ul style="list-style-type: none"> • Segu söötmine ekstruderisse • Kruvi geomeetrilised omadused (pikkus, disain jne) • Ekstrusioonitingimused (spetsiifiline mehaaniline energia, kruvi kiirus, kuumuse reguleerimise süsteem jne) • Ekstrudeeritud toote kuju • Stantsi materjal • Matriitsi omadused
Kuivatamine	<ul style="list-style-type: none"> • Gluteeni vastupidavus • Tärglisse kliisterdumine 	<ul style="list-style-type: none"> • Õhutemperatuur • Õhu suhteline niiskus • Kuivamisae

Makaronide tootmisel on kõige keerulisemaks protsessiks kuivatamine. Kui makaronitooted kuivavad liiga kiiresti, siis võib toode keetmisel puruneda. Kui kuivatusaeg on liiga pikk, võivad väheneda maitseomadused. Kuna makaronitooted peavad nii seest kui ka väljast kuivama, siis juhitakse makaronitooted läbi erinevate sooja ja kuiva tsoonide kuni saavutatakse soovitud niiskus, sile ja elastne pealispind. Kuivatamise viimases etapis kasutatakse jahedamaid kambreid selleks, et makaronitooted kohandada normaalsete ruumi tingimustega. Üldiselt kuivatatakse makaronitooted niiskuseni umbes 12%.

Kuivatamisega vähendatakse veesisaldust ja veeaktiivsust. Kuivatamisel tuleb jälgida, et makaronitoodete pind ei kõveneks enne kui sisu (keskosa). Vastasel juhul tekivad praod ja toode puruneb. Kui toode on õigesti kuivatatud ja jahutatud, on see suhteliselt inertne materjal, kuid seda tuleb siiski hoolikalt käsitseda ja valida õige kvaliteediga pakend. Pikki makaronitooted ladustatakse tavaliselt virnas õige režiimiga ruumis (jälgida temperatuuri, niiskust), mis hoiab toodet õiges seisukorras, mis on vajalik tükeldamiseks ja pakendamiseks. Lühikesi makaronitooted hoitakse tornides.

Torne tuleb regulaarselt puhastada. Spiraalse kujuga makaronitooted võivad tornpunkri siseseina külge kinni jääda ja nii võivad seguneda erinevate partiide tooted. Kontrollida tuleb ka konveierilinte, mille vahele võivad tooted kinni jääda.

Praod ja katkised tükid (purunenud) on ühed levinumad kuiva makaronitootede vead, kuna need mõjutavad tarbijate kvaliteeditaju ostmisel (joonis 6.5). Vead tekivad kuivamise ajal ebaühtlase niiskuse ja/või temperatuuri jaotuse tagajärjel, aga ka pärast kuivamist makaronide omavahelisest ja erinevate pindade kokkupõrkest. Pragude tekkeriskide osas on kaks kriitilist perioodi: toote pinnal kuivamise alguses ja toote südamikus kuivatamise lõpus.



Joonis 6.5. Peamised makaronitoodete vead ja nende kirjeldus

(A. Baiano jt, 2019 järgi)

Ekstrudeeritud makaronitoodete ootamatu kokkupuude kõrge temperatuuriga on üks peamisi põhjuseid, miks tekivad tootes hiljem kiire ja ebaühtlase veekao tõttu praod ja purunemised. Praod ja purunemised võivad tekkida ka pärast kuivamist, mis on tingitud varasemate pingete tugevnemisest või uutest suuremate pingetest (A. Baiano jt, 2019). Pragunenud toote lubatud tase sõltub iga tootja spetsifikatsioonist, kuid enamikus spetsifikatsioonides on tavaliselt lubatud purunemise normaalne tase alla 2% (Turnbull, 2001).

Lisaks makaronitoodete kuivatamisele on tootmise protsessis järgmised ohukohad, kus võib esineda põhiliselt pragunemisi ja purunemisi (A. Baiano jt, 2019):

- konveierlint, mis kannab kuivatatud toodet tornidest alla vibreerivale sõelale;
- vibreeriv sõel;
- multidosaatori laadimispunker;
- pakend pärast kontrolli metallidetektoriga;
- pappkarbist välja võetud pakend.

Baiano jt (2019) uuringu tulemused näitavad, et kõige enam defekte esines multidosaatori laadimispunkri ja makaronitoodete pakendamise vahel, samuti pakendatud makaronitoodete käitlemisel ja pappkasti pakkimisel. Samuti leiti, et

defektide arv ja ulatus on tingitud mõne makaronitoote spetsiifilisest kujust, näiteks pikkusest, mis muudab need tooted hapramaks kui muu kujuga tooted. Lisaks leiti, et makaronide paksus on pöördvõrdelises seoses vigade tekkimise hulga.

6.2. Toidujäätmete tekkepõhjused makaronitööstuses

Teraviljajäätmetega seoses on oluline märkida, et nisu on peamine makaronide tootmisel kasutatav tooraine ning see on peamine põllukultuur, mida kasvatatakse keskmise ja kõrge sissetulekuga riikides. Euroopas, Põhja-Ameerikas ja Aasia tööstusriikides moodustavad teravilja toidukaod ja -jätmed 35% kogutoodangust, enamik neist tekib töötlemise ja tarbimise etapis (FAO, 2011, Gustavsson jt, 2011; Faggini jt, 2021). Esitatud andmetel läheb Euroopas tarbimiseelsel etapil ehk kuni turustamiseni kaotsi umbes 10–12% kogu toidutoodangust (Gustavsson jt, 2011).

Mis puutub makaronitööstusesse, siis Barilla Groupi 2016. aasta märtsist detsembrini läbiviidud uuringu kohaselt märgiti, et Itaalias makaroni toomisel tema kogu elutsükli jooksul – põllust lauani – on toidukadu põllul väiksem kui 2%, samas kui koristamisel saadud põhku kasutatakse tavaliselt loomasöödaks ja allapanuks. Terade jahvatamisel ja makaronide tootmisel tekkiv kadu on ligikaudu 2%. Sama uuring on näidanud, et kõige suurem kogus jäätmeid tekib tarbimisfaasis, eriti kodumajapidamistes ja toitlustusasutustes, kaod ulatusid vahemikku 10-40% ning koolitoitlustussektoris tekkis jäätmeid ligikaudu 25%.

Toidukadude ja raiskamise põhjused makaronitoodete elutsükli jooksul on tingitud mitmetest teguritest, kadude suurus on etappide lõikes erinev.

Nisu eelpuhastuses eemaldatakse lisandid enne nisu tornhoidlasse paigutamist. Selles tehnoloogilises etapis tekib kokku umbes 0,01% toidukadu. Neid kadusid kasutatakse osaliselt loomasöödaks, samas kui nende mittesöödavad osad loetakse jäätmeteks.

Nisu jahvatamisel tekib keskmiselt 17% kadusid (Principato jt, 2019). Kui arvestada ainult kõvanisu jahvatamisetappi, siis on jahvatusjäätmed 0,02%, samas jahud moodustavad sellest 75% ja nisu kaassaadused 24,98% (Principato jt, 2019, viidates Barilla Groupi uuringule). Jahutootmise käigus eraldatakse nisukliid.

Tänapäeval peetakse nisukliisid oluliseks kõrvalsaaduseks, millele saab väärtust anda biotöötuse või teiste tehnoloogiate kasutamisel.

Enamik kadusid (makaronide tootmisjäätid) tekivad makaronide tootmise käigus. Toidukaod ja raiskamine selles tootmisetapis on peamiselt tingitud tootmisliinide puhastamisest või samal liinil toimuvast toote sortimendi vahetuse käigus tekkinud vale kujuga toodetest. Enamik neist kadudest ei sobi inimtoiduks (1,03%), samas kui väike osa on endiselt söödav (0,07%).

Makaronitoodete transpordil ja pakendamisel saadi 0,09% jäätmeid. Enam esineb kadusid tornpunktite täitmisel või tühjendamisel, pakendamisel ja pakendamata makaronitoodete transportimisel.

Jaemüügis on raiskamise peamiseks põhjuseks (0,10%) kahjustatud pakend, mis muudab makaronide müügi võimatuks. Kuiv makaronitoodet (enne keetmist) on kõige vähem raisku läinud toode, kuna on madala veeaktiivsusega ja säilib kaua.

Principato jt (2019) viidates Barilla Groupi uuringule, väidavad, et iga makaronitoodet kilogramm tekitab kogu oma elutsükli jooksul 1978,73 g kadu või jäätmeid. Sellest väärtusest moodustavad 83,4% mitted söödavad osad ja ainult 16,6% söödavad toidukaod ja -jätmed. Selle suurte kadude ja mitted söödavate jäätmete protsendi peamiseks põhjuseks on asjaolu, et makaronide valmistamise protsessis kasutatakse ainult nisutera endospermi keskmist osa.

Tabel 6.2. Makaroni tootmise käigus tekkivad kaod ja nende tekkimise põhjused (Principato jt, 2019 järgi)

Etapp	Kao tüüp	% kadu	Põhjus
Kasvatamine	Kaad põllul	2.76	Kombainide rike
Jahvatamine	Kõrvalsaadused	17.21	Jahvatamine
Jahvatamine	Kaad	0.01	Nisu eelpuhastus
Makaronide tootmine	Tootmisjäätid	2	Seadmete puhastus
Makaronide tootmine	Jäätmed	0.09	Transport, pakendamine
Jaekaubandus	Müümata tooted	0.1	Kahjustunud makaronitoodet
Tarbimine	Jäätmed	12.61	Keedetud liiga suured portsjonid, ei meeldinud

6.3. Toidujäätmete vähendamise meetmed makaronitööstuses

Toidukadude ja -jätmete vähendamiseks makaronitööstuses ja selle tarneahelas on ettenähtud toidukao ja -jätmete arvestus- ja aruandlustandard (FLW standard) – „Toidu tarneahelast eemaldatud toidu ja/või sellega seotud mittesöödavate osade massi kvantifitseerimise ja aruandluse nõuded ja juhised”. Neid nõudeid järgides võiksid tootjad välja töötada mõned parandusmeetmed, et vähendada või ennetada kadusid, samuti püstitada võimalikke tulevasi eesmärke jääkide kasutamiseks ja/või kadude ja jätmete vältimiseks (Principato jt, 2019). Eeljahvatamisetapis, kus toimub nisu puhastamine või väliste terakihtide järkjärguline eemaldamine, saab jääkfraktsiooni kasutada loomasööda tootmiseks (Cimini jt, 2019), nisufraktsioonid ja kliid aga muuta sööda graanuliteks (UNAFPA, 2015). Makaronitootmise käigus võiks jätmed anda abivajajatele (toidupankade kaudu), loomadele või kompostida. Jaemüügi tasandil võiks müümata jäänud tooted anda toidupankadesse ja loomasöödaks (Fagini jt, 2020). Tuleb arvestada, et osa neist toidujäätmetest saab kasutada taastuva energiaallikana, mis aitab vähendada meie praegust sõltuvust fossiilkütustest (Volpe jt, 2016). Nagu on näha tabelist 4, on 93,6% makaronide tootmisel tekkivatest toidukadudest ja -jätmetest väärtustatud teiste sektorite toorainena.

Tabel 6.3. Makaronitootmise käigus tekkivate toidukadude ja jätmete ärakasutamine (Principato jt, 2019 järgi)

Kasutamine	%
Inimtoiduks	0,07
Loomatoit	40,28
Kompostimine/aeroobsed protsessid	6,40
Saagi koristamata jätmine (põllule jäetud)/sisse küntud	24,80
Energia taaskasutamine	22,05
Prügila	6,40
Kokku	100

Ringmajanduse strateegiate kui tervikliku lähenemisviisi kehtestamine makaronide tooteahela jätkusuutlikumaks muutmiseks viitab tõhususe, tulemuslikkuse ja jätkusuutlikkuse ühendamisele. Need strateegiad võivad suurendada tõhusust (kao vähendamine) ja tulemuslikkust (jäätmete vähendamine ringlussevõtu, taaskasutamise, regenereerimise ja taastootmise protsesside aktiveerimise kaudu). Selle tulemusena saaks oluliselt parandada süsteemi üldist jätkusuutlikkust. Jäätmete ja kadude minimeerimiseks või isegi nende täielikuks kõrvaldamiseks on võimalik kasutada uuenduslikke tehnoloogiaid ja keskkonnasõbralikke strateegiaid või muuta tarbijate käitumist. Sellest lähtuvalt on hiljuti kasutusele võetud mitmeid uuenduslikke ja nutikaid tehnoloogiaid kvaliteetse kõvanisu saamiseks (Barrett jt, 2012), näiteks spetsiifilised teraviljakasvatuse seiresüsteemid ning täiustatud saagikoristusmeetodid, mis kasutavad droone või intelligentseid süsteeme, et saada teavet võimalike taimekahjustajate rünnakute, valmimisaja või väetiste annuste jm kohta.

Tootmisahelaga seonduvad rakendatavad tehnoloogiaid on suunatud lisandite eemaldamisele või säilitusparameetrite (temperatuur, aeg, puhtus, putukate ja parasiitide esinemine) jälgimisele, et tõsta tõhusust.

Samuti pakuti välja mõningaid kaasaegseid tehnoloogilisi lähenemisviise, mille spetsiifiline eesmärk oli saada parema kvaliteediga makaronitooteid ja seeläbi vähendada makaronitööstuse jäätmekoguseid.

Varem on toodud, et hüdratatsioonitase on makaronide kvaliteedi ja sellest tulenevalt ka jäätmekoguse üks kriitilisi punkte. Üldiselt võimaldavad uued tehnoloogiaid vee ühtlasemat jaotumist taigas kui tavaline segamine, kuid palju lühema aja jooksul, kuid selle aja jooksul ei pruugi hästi arenenud valgumaatriksit tekkida. Tulemuseks on makaronitaigen, mis on vähem veniv ja vähem vastupidavam deformatsioonile, mida peetakse värsket makaronitoote puhul negatiivseteks omadusteks.

Toorainete ühtlasema hüdratatsiooni tagamiseks on lisaks täpsetele doseerimisfaasi seadmetele välja töötatud mitmeid hüdratatsioonisüsteeme. Kui traditsiooniliselt tekib on taigen segamise lõpus ekstrusioonipressis erineva suurusega "tükkidena", siis uuenduslikes seadmetes ühendatakse eelsegamise ja

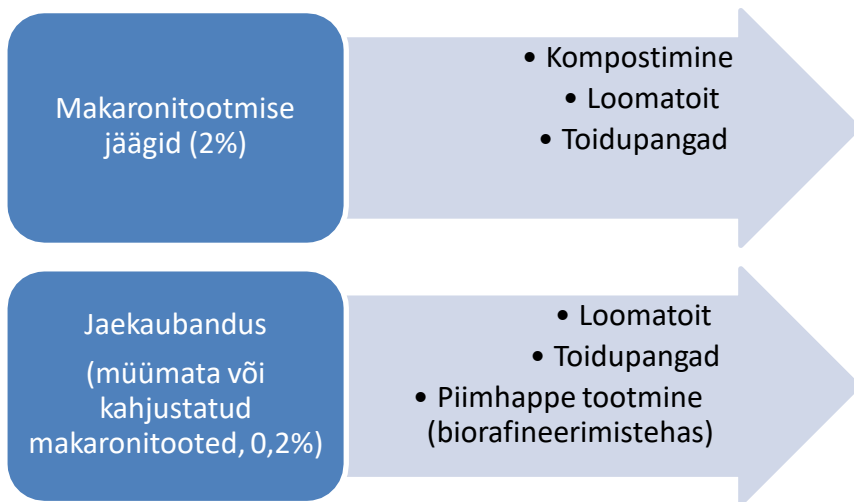
segamise etapid tavaliselt üheks tööetapiks, mis valmistab taigna 20 sekundiga. Suurepärase värvusega makaronitooted on garanteeritud, kuna süsteem on täielikult vaakumitingimustes (Bresciani jt, 2022). Kaasaegsed seadmed soodustavad iga üksiku mannaosakese pinna kiiret ja ühtlast hüdratatsiooni 1-2 sekundi jooksul, millele järgneb 10-minutiline puhkeperiood enne ekstrudeerimist. Lisaks toimub kaasaegses seadmes hüdratatsioon kahes etapis: 2 sekundit segamissüsteemis ja 18 sekundit madalsurveekstruuderis 10^6 Pa juures. Kõik need segamismeetodid annavad vastuvõetava kvaliteediga ja sobiva küpsetusomadustega tooteid, mille keetmiskao väärtus on väiksem kui 3 g/100 g makaronide kohta.

Enamiku kuivatamisetapiga seotud uuenduste eesmärke on seotud kuivatusaja lühendamisega, ilma et see mõjutaks toote kvaliteeti. Makaronitoodete kuivatamine mikrolaines on osutunud väga tõhusaks mitte ainult kuivatusaja lühendamise tõttu, vaid ka seetõttu, et saadud lõpptoode on ilma pragudeta, tugevam ja kliisterdub madalamal temperatuuril võrreldes kuumas õhus kuivatatud tootega. See kuivatamistehnika suurendab makaronitoote keetmiskindlust ja pikendab ka keetmisaega. On uuritud ka makaronitaigna kuivatamist vaakumkuivatis, kus tootest eemaldatakse niiskus madala rõhu all. Võrreldes traditsioonilise kuivatamisega on vaakumkuivatusel madalam kuivatustemperatuur ja suurem kuivatuskiirus, see tähendab, et vesi aurustub kiiremini. Kiirem niiskuse eraldumine võib takistada pealmise kihi kuivamist, mis põhjustaks toote sisemist pinget. Järelikult võib vaakumkuivatuse kasutamine vähendada sisemist pinget ja seega ka tootes pragude tekkimist, mille tulemuseks on parem toiduvalmistamise kvaliteet, see tähendab makaronitoodete keetmisel kõrgemat veeimavust ja kõvadust, väiksemat keetmiskadu ja kleepuvust. Kuna niiskus eemaldatakse hapniku puudumisel, siis sellega välditakse oksüdatiivset lagunemist, pruunistumist või rasvade oksüdeerumist, mille tulemusel saadakse makaronitootele erekollane värvus.

Lisaks on spetsiifilised logistikahaldussüsteemid (esimesena-aegub-esimesena-välja-põhimõte) minimeerinud kõige sagedasemad makaronitoodete kaod, mis on seotud kõlblikkusajaga (Jedermann jt, 2014). Makaronitoodete pakendite osas töötati välja spetsiifilised tehnoloogiapõhised pakendamislahendused, mis pikendavad pakitud makaronitoote säilivust (Kirtil jt, 2017).

Lisaks on toidupoodide paremaks haldamiseks välja töötatud ja juurutatud spetsiaalsed mobiilirakendused, mis säilitavad pasta kvaliteedi ja optimeerivad selle kasutamist enne aegumiskuupäeva.

Nende ringbiomajanduse strateegiate teine oluline aspekt on seotud makaronitoodete tarbimise ohutuse ja turvalisusega. Makaronitooteid tuleb kaitsta kogu tarneahelas füüsilise, keemilise ja bioloogilise saastumise eest. Kuna tavalahendused on tömahukad, aega- ja kulunõudvad, on nanotehnoloogiatest tulnud tõhusamad lahendused, mis suudavad tagada toidule suurema ohutuse, turvalisuse ja isegi toiteväärtuse, pikendada selle säilivusaega ja vähendada pakendijäätmeid. Näiteks makaronitoodete pakend on toote ohutuse seisukohalt kriitiline punkt, olles praegu vastuvõtlik looduslikele ainetele, õhugaasidele ja veeaurudele. Seetõttu on viimasel ajal selle täiustamiseks kasutatud nano-biokomposiite, parendatud gaasitõkkeid ja nanotäiteainetega tugevdatud biolagunevaid polümeere (Faggini jt, 2021).



Joonis 6.7. Makaronitoodete jääkide võimalik otstarve edasiseks kasutamiseks

Tööstuses tekkivate makaronitootmise jääkide kasutamine loomasöödana on üks hea võimalus, arvestades nende pidevat kättesaadavust ja stabiilset maksumust. Makaronitoodete jäägid sisaldavad toorvalku ja asendamatuid aminohappeid. Nii

tegid Santos jt (2018) ettepaneku lisada broilerite sööda hulka makaronitoodete jääke. Nad leidsid, et tõhususe, rümba omaduste ja kasumlikkuse seisukohalt on selle kasutamine eriti sobiv tibude kasvufaasis.

Samuti on teada, et makaronitoodete jääke on kasutatud piimhappe tootmiseks biorafineerimise meetodil. Marzo Gago jt (2002) läbiviidud uuringu põhieesmärk oli suurendada majanduslikku tasuvust, asendades makaronitoodete jääkides tärglise hüdrolüüsiks vajalikud kaubanduslikud ensüümid mikroobsete ensüümidega, mida samuti toodetakse jääkidest (nisukliid).

Kasutatud allikad

1. Barrett, C. B., Bachke, M. E., Bellemare, M. F., Michelson, H. C., Narayanan, S., & Walker, T. F. (2012). Smallholder participation in contract farming: Comparative evidence from five countries. *World Development*, 40(4), 715–730.
2. Baiano A. *, A.G. Di Chio and D. Scapola, Analysis of cracking and breakage in dried pasta: a case study, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 2019; 11 (8): 713-717
3. Bresciani, A., Pagani, M.A., Marti, A. Pasta-Making Process: A Narrative Review on the Relation between Process Variables and Pasta Quality. *Foods*, 2022, 11, 256. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
4. Bruneel C*, Bram Pareyt, Kristof Brijs, Jan A. Delcour, The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products, *Food Chemistry* 120 (2010) 371-378
5. Cimini, A., & Moresi, M. (2019). A progressive approach towards a more sustainable food industry. *Chemical Engineering*, 75, 125–146.
6. Delcour, J. A., Vansteelandt, J., Hythier, M. C., & Abécassis, J. (2000a). Fractionation and reconstitution experiments provide insight into the role of starch gelatinization and pasting properties in pasta quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 3774-3778.
7. De la Peña, E.; Manthey, F.A.; Patel, B.K.; Campanella, O.H. Rheological properties of pasta dough during pasta extrusion: Effect of moisture and dough formulation. *J. Cereal Sci.* 2014, 60, 346–351.
8. De la Peña, E.; Manthey, F.A. Effect of formulation and dough hydration level on extrusion, physical and cooked qualities of nontraditional spaghetti. *J. Food Process Eng.* 2017, 40.

9. Faggini, M., Cosimato, S., Parziale, A. (2021). The way towards food sustainability: some insights for pasta supply chain, *Economia Politica*, <https://doi.org/10.1007/s40888-021-00247-3>
10. Fixing Food 2018. Barilla Center for Food and Nutrition, available at: <http://foodsustainability.eiu.com/wpcontent/uploads/sites/34/2016/09/FixingFood2018.pdf>
11. La Gatta, B.; Rutigliano, M.; Padalino, L.; Conte, A.; Del Nobile, M.A.; Di Luccia, A. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta. *LWT—Food Sci. Technol.* 2017, 84, 489–496
12. Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. FAO.
13. Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A*, 372, 20130302–20130302.
14. Kill R.C. and K. Turnbull, *Pasta and Semolina Technology*, 2001 by Blackwell Science Ltd (chapter 8 by Turnbull).
15. Kirtil, E., Cikrikci, S., McCarthy, M. J., & Oztop, M. H. (2017). Recent advances in time domain NMR & MRI sensors and their food applications. *Current Opinion in Food Science*, 17, 9–15.
16. Marzo Gago, Joachim Venus and José Pablo López Gómez, Production of lactic acid from pasta wastes using a biorefinery approach *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts* (2022) 15:128.
17. Principato, L., Ruini, L., Guidi, M., & Secondi, L. (2019). Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 82–89.
18. Santos ACF., Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke*, Jorge Vitor Ludke, Jussiede Silva Santos, Juliane Garlet Viapiana, Carlos Bôa-Viagem Rabello, Thaysa Rodrigues Torres, Lidiane Rosa Custódio, Energy efficiency of pasta waste and its effect on performance, carcass, and economic viability of broilers, *Brazilian Journal of Animal Science*, 2018, 47:e20180104.
19. Volpe, R., Messineo, A., Millan, M., 2016. Carbon reactivity in biomass thermal breakdown.
20. FAO, G. (2011). Global food losses and food waste—Extent, causes and prevention. *SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction*, 9, 2011.

7. peatükk

Toidujäätmete tekkimise põhjused küpsisetööstuses

7.1. Uuringud küpsiste töötlemise ja pakendamise etapis tekkivate toidujäätmete võimalike põhjuste kohta

Inglisekeelne nimetus "*biscuit*" pärineb keskaegsest ladinakeelsest sõnast "*biscoctus*", mis tähendab kaks korda küpsetatud. Küpsised olid kunagi sõjaliste toiduvarude põhivara, kuna nendel on pikem säilivusaeg ja neid saab korduvalt küpsetada, et vähendada lõpptoote niiskusesisaldust.

Küpsised on mitmekülgsed toiduained, neid on väga erinevaid sorte, mida iseloomustab erinev tekstuur, kuju ning soolased ja magusad maitseed. Neid võib liigitada: gluteeniga ja gluteenivabad küpsised, suhkruga kaetud või katmata küpsised, digestiiv küpsised või kreekerid, šokolaadi, vanilje või sidruniga glasuuritud küpsised jne. Tänu oma maitsele ja toiteväärtusele on küpsised toiduained, mida tarbitakse laialdaselt kogu maailmas. Kuna neid on erineva maitse, kuju, täidise ja kaunistustega, on need kõrgelt hinnatud ka igas vanuses klientide seas.

Küpsiste valmistamise meetodid on viimastel aastatel märkimisväärselt arenenud, eriti automatiseerimise ja ohutuse osas: tänapäeval on inimese sekkumine tootmisprotsessi minimaalne, samas kui hügieeninõuetele ja tooraine valikule pööratakse rohkem tähelepanu, et tõsta tarbijatele pakutavate toodete ohutust (Arepally jt, 2020).

Küpsiste põhikomponent on jahu, koos suhkruga (sh siirupi), rasvaine, soola, lõssipulbri, maitseainete ja kergitusainetega. Olenevalt küpsise tüübist võidakse lisada ka muid koostisosi nagu kakaod, sarapuupähkleid, kuivatatud puuvilju ja erinevaid jahusid või maitselisandeid.

Rullitud taigast küpsiste valmistamisel segatakse tainas korralikult läbi, seejärel rullitakse taigen soovitud paksusega ning antakse vormidega soovitud kuju.

Muretaignast valmistatud küpsised vormitakse vastava seadmega, mis surub selle vormidesse, et anda küpsistele õige kuju.

On ka pehmemaid ja vedelamaid taignaid nagu näiteks *spritz crackers* või amarettide tainas, mis pressitakse vormidesse või pritsitakse küpsetusplaadile ning transporditakse otse ahju. Vahvlitaigen on vedel ja küpsetatakse kiiresti eelkuumutatud vahvliraudadel, tulemuseks on suured lamedad vahvlilehed, mis seejärel määratakse kreemiga ja lõigatakse saagide või traatidega sobivasse suurusesse (Arepally jt, 2020).

Küpsiste toiteväärtuses mängivad olulist rolli nii põhi- kui ka kõrvaltoorained, seetõttu tuleb kasutada vaid kvaliteetset ja retseptile vastavaid koostisosi. Kuna tänapäeval on küpsiste tootmine täisautomaatne või poolautomaatne, on toodete ühtlase kvaliteedi tagamine suhteliselt lihtne.

Pakendil on oluline roll toote kvaliteedi ja ohutuse tagamisel, vältides toote saastumist ning säilitades toote omadused. Pakendi ülesanne on ka tarbijaid ostma meelitada, kuid eelkõige anda neile kogu vajalik teave küpsiste koostise ja toiteväärtuse kohta (Chavan jt, 2016).

7.2. Jääkide tekkepõhjused küpsiste tootmisel

2021. aastal Pasqualone A. jt poolt koostatud kirjanduse ülevaates uuriti küpsiste saastumist käsitleva teaduskirjanduse hetkeseisu (füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi ohte) ja hinnati kriitiliselt viise, kuidas neid ohte vähendada.

Selle uuringu kohaselt on tootmisprotsessi kõige kriitilisem etapp tooraine valik. Jälgida tuleb ka järjestikuseid tehnoloogilisi etappe, sest kui need ei suuda esialgset ohutusseisundit parandada, võivad need seda ka halvendada nt akrüülamiidide moodustumise näol tootes küpsetamise ajal.

Parema säilitamise eesmärgil võib tootele lisada ohutuid antioksidatiivseid lisandeid. Tootele sobiva pakendi valik on samuti toidukadude vähendamisel oluline. Küpsiste puhul tuleks valida õhku ja valgust mitteläbilaskvad pakendid, et minimeerida tootes oksüdatiivseid protsesse säilitamise ajal.

Seetõttu on väga oluline pidevalt jälgida toorainete, vahesaaduste, valmistoote kvaliteeti ja töötlemistingimusi, et täita kehtivaid regulatiivseid nõudeid ning täita eesmärki vältida ja minimeerida toidus sisalduvaid saasteaineid ja nendega seotud vaevusi (Pasqualone A. jt, 2021).

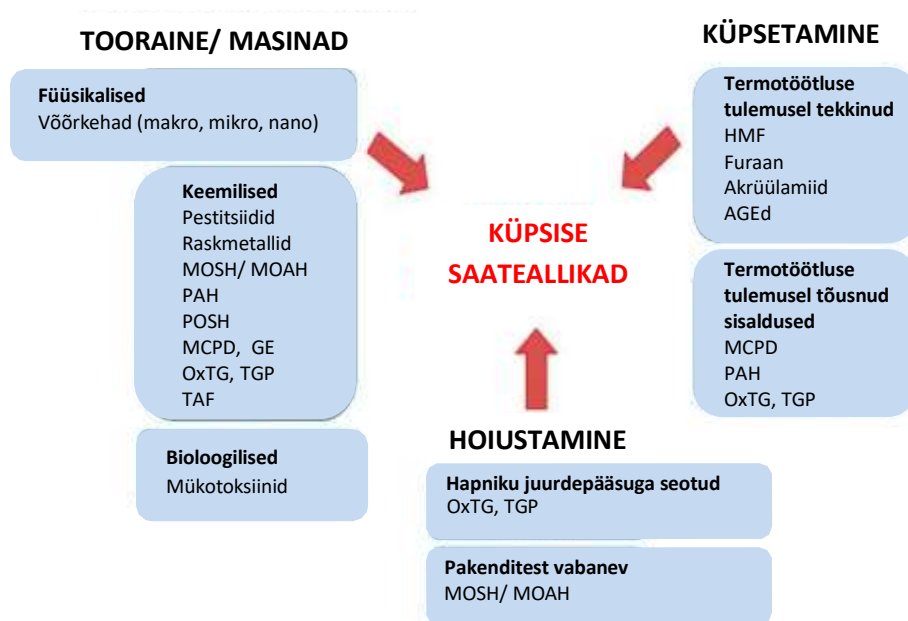
Tootmiskadude vähendamiseks hindasid küpsiste tootmismeetodeid 2010. aastal Bandara ja Dissanayake ning leidsid, et tootmisejäätmete teket täielikult ei saa vältida. Olukorra parandamiseks on kvalifitseeritud töäjõud ülioluline. Tulemused näitavad, et tehnoloogiliste kadude suurenemise eest on vastutav ka suurem automatiseerituse tase.

Wohner jt (2019), rõhutasid oma uuringus, et pakend on tavaliselt valmistatud plastikust, mis on vastuoluline pakkematerjal, kuna seda kasutatakse ainult üks kord ja neid ei võeta enamasti ringlusse. Pakendid ja nende kasutamise hulk on kahtlemata toiduainetööstuse üks suurimaid probleeme. Eespool nimetatud uuringus tuuakse esile pakendiga seotud toidukao ja raiskamise tegurid, probleemid ja tagajärjed, samuti mõju olelusringi elutsükli hindamise rakendamisele.

Tootmisprotsessi varieeruvus põhjustab valmistooteles defekte, mis omakorda vähendab toote kvaliteeti, tootlikkust, kasumlikkust ja lõppkokkuvõttes tarbijate rahulolu. Lõpptoote defektide esinemissageduse ja varieeruvuse minimeerimiseks võib tootmisettevõttes kasutada nt statistilise protsessijuhtimise (*statistical process control - SPC*) tööriistu, mis aitavad suurendada tootlikkust, kasumlikkust ja konkurentsieelist turul (Jaiswal ja Khanzode, 2020).

Hoolimata küpsiste tootmisprotsesside tõhustamisest, tekib siiski jätkuvalt teadud määral tehnoloogilisi jäätmeid. Toodeud jäätmete kogus ja sellest tulenevalt nende kõrvaldamine mõjutab tootmiskulusid. Parim viis kasumi maksimeerimiseks on tehnoloogiliste jäätmete vähendamine ja nende õige kõrvaldamise kavandamine (Manley ja Clark, 2011).

Saastumine on üks peamisi põhjusi, miks küpsiste valmistamisel tekivad tehnoloogilised kaod ja jäätmed. Võimalikke saasteaineid on kirjeldatud joonisel 7.1.



Joonis 7.1. Võimalikud saasteained küpsistes, mis pärinevad toorainest/masinatest, küpsetusprotsessist ja ladustamisest (Pasqualone jt, 2021)

7.2.1. Toormaterjalidest või seadmetest tulenevad saasteained

Füüsikalised saasteained. Kõige tüüpilisemad võõrkehad, mis võivad küpsiseid saastada on nt. klaas, plast, tekstiiliniidid, puit, paber jms.

Keemilised saasteained. Keskkonnas leiduvad kemikaalid võivad saastada pinnast, vett ja põllukultuure. Kuna toorainete keemiline saastumine on ülemaailmne probleem, reguleerivad seda kehtivad õigusaktid.

Jahu valmistamiseks kasutatavad terad võivad sisaldada pestitsiide. Seetõttu on pestitsiidide kasutamine tänapäeval enamikus riikides rangelt reguleeritud. Niisutusveest, väetistest ja metallipõhistest taimekaitsevahenditest pärinevad raskemetallid võivad saastada jahu saamiseks kasvatatavaid teraviljakultuure. Näiteks kaadmium ja nikkel on sellised raskemetallid, mis võivad seeläbi küpsistesse sattuda (Pasqualone jt, 2021).

Bioloogilised saasteained. Mükotoksiine peetakse bioloogilisteks ohtudeks, kuna nende olemasolu tuleneb taimse päritoluga tooraine saagikoristuseelsest või järgsest saastumisest mükotoksiine tootvate ja mürgistust tekitavate hallitusseentega. 2003. aastal kehtisid 100 riigis ehk üle 85% maailma elanikkonnast selgesõnalised seadused või eeskirjad toidus sisalduvate mükotoksiinide kohta.

7.2.2. Võimalike saasteainete teke ja ohud küpsetamisel

Tavaliselt küpsetatakse küpsiseid lühikest aega kõrgel temperatuuril (200 °C ja rohkem, 5-20 minutit).

Tainas muutub muude füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste protsesside käigus: kasvab toote maht, vesi aurustub, tärklis kliisterdub, valgud denatureeruvad jne. Maillardi reaktsioon ja suhkrude karamelliseerumine on kaks kõige olulisemat küpsetamise ajal toimuvat keemilist reaktsiooni.

Maillardi reaktsiooni tulemusena võib küpsetamisel tekkida ka muid kahjulikke aineid, näiteks akrüülamiidi. Tootmise käigus tekkinud akrüülamiid imendub toidu tarbimisel ja võib kehas laguneda mutageenseks ja genotoksiliseks ühendiks glütsidamiidiks.

Vastavalt määrusele 2158/2017 on pagaritoodetele kehtestatud maksimaalne akrüülamiidi sisaldus 350 µg/kg. Akrüülamiidi probleemi vähendamiseks võiks toodete koostist muuta nii, et neil oleks madalam pH ja/või madalam antioksüdatiivne aktiivsus. On leitud, et ammooniumvesinikkarbonaat tuleks pagaritoodetes asendada teiste küpsetusainetega, kuna selle kasutamine soodustab akrüülamiidi tootmist.

7.2.3. Võimalike saasteainete teke ja ohud ladustamisel

Säilitamise ajal võivad toidumaatriksis tekkida lagunemisprotsessid ja küpsiste säilitamisel on võimalik keemiliste ühendite ülekandumine pakkematerjalidest. Ladustamise ajal võib tekkida ka keemiline riknemine, näiteks rasvade oksüdatsioon, mistõttu peab küpsisepakend kaitsma toodet hapniku ja niiskuse eest, et vältida selle

imendumist ja lipiidide oksüdeerumist. Kolmandaks võib probleeme tekitada mikroorganismide kasv valmistootel näiteks kõrge niiskusesisalduse tõttu.

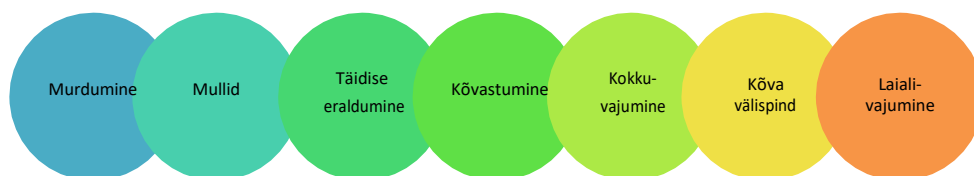
Orienteeritud polüpropüleen (OPP) on üks küpsiste pakkimisel kõige sagedamini kasutatavatest pakkematerjalidest. Suurema tõkke hapnikule tagab OPP koos PVC/PVDC-ga. Metalliseeritud plastkiled võivad samuti aidata vältida fotoooksüdatsiooni.

Küpsiste kaitsmiseks on proovitud kasutada ka uuenduslikke materjale - polüpiimhapet (PLA) ja OPP-d koos etüleenvinüülatsetaadiga (EVA) sisaldavaid materjale. Leiti, et EVA on lipiidide oksüdatsiooni vähendamisel tõhusaim (Pasqualone A. jt, 2021).

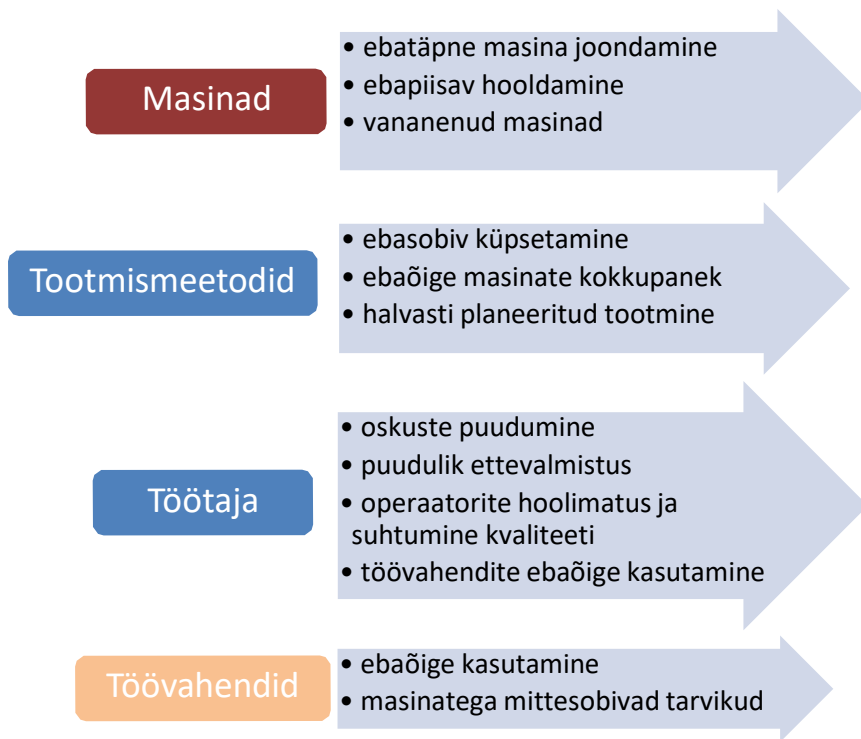
Pakkimisel võivad tekkida jäätmed eelkõige masina rikestest ja õrnade toodete purunemisest ning praak-pakendist – seda kõike tuleks vältida.

Küpsised ei ole enamasti kiirestirikenavad tooted, kuid ca 2% küpsistest eemaldatakse müügist seetõttu, et “parim enne” kuupäev on möödas.

Üheks võimaluseks küpsisejäakide minimeerimiseks on ümbertöötlemiseks sobilikud tooted kokku koguda ja hoida sobivates konteinerites, mis tagavad küpsiste ohutuse ja hügieenilised tingimused, vältides saastumist. Seejärel saab need spetsiaalsete jahvatusmasinate abil teha küpsisepuruks, mida saaks kiiresti uutes küpsisepartiides kasutada. Seda tüüpi küpsiste jahvatamisel saadud puru võib kasutada kuni 2% partii massist ilma taigna kvaliteeti muutmata. Küpsisepuru kasutamine peab olema karbil asjakohaselt märgistatud ja seda saab kasutada ainult vastavat tüüpi küpsiste jaoks (Konstantas jt, 2019).



Joonis 7.2. Defektid, mis tekivad küpsiste tootmisetapis
(Konstantas jt, 2019 järgi)



Joonis 7.3. Küpsiste murdumise põhjused ja fotol pragunenud küpsised
(Garcia-Armenta jt, 2017)

Töövahendid

- Aeglasem rullimismasina kiirus
- Geomeetriliselt ebasobiv vorm

Töötaja

- väsimus
- oskuste puudumine
- hoolimatus
- puudulik väljaõpe

Tootmismeetodid

- Liiga kõrge küpsetustemperatuur
- puudulik kontroll
- pimm küpsetusprotsess

Masinad

- üleskpluaterimine
- ennetava hoolduse puudumine
- vananenud seadmed
- masina vale seadistus



Joonis 7.4. Küpsiste pinna mullitamise põhjused ja fotol mullitava pinnaga küpsised
(<https://www.biscuitpeople.com/magazine/post/the-lamination-process-in-fermented-crackers>)

Tabel 7.1. Defektid, nende põhjused ja võimalikud lahendused, et vältida raiskamist küpsiste tehnoloogilises protsessis

Defektid	Põhjused	Lahendused
Mullid	Temperatuur ahju eesosas on liiga kõrge	Ahju temperatuuri tuleks reguleerida nii, et see ei oleks alguses väga kõrge
	Tainas on liiga elastne.	Kui gluteen takstib gaaside eraldumist, tekivad toote pinnale mullid. Seda saab lahendada, vähendades taigna elastsust (nõrgemat jahu) ja kasutades rohkemate nõeltega vormi.
Kahvatud tooted	Retsept sisaldab vähe suhkrut.	Suhkru kogust tuleks suurendada.
Ebaühtlane tekstuur	Ebapiisav või liigne taigna segamise aeg	taigna segamist tuleks hinnata õigesti ja õigeaegselt
	kergitusaine kogus retseptis on liiga väike või liiga suur	reguleerida kergitusaine kogust
	suhkru ja rasvaine kogus retseptis on väike	suurendada suhkru kogust ja lisada rasvainet
Küpsiste pragunemine	Küpsised on paisunud/kerkinud	üle kergitusaine kogust tuleks vähendada
	Tärglise kogus on liiga suur	Tärglise kogust tuleks vähendada

(<https://biscuit-maker.com/common-problems-of-biscuit-making-cookies-and-their-solutions/>)

7.3. Küpsisejäakide tekkepõhjused pakendamise etapis

Tehnoloogilisi jääke tekib automaatse pakkimise käigus kui pakkimis- ja täitmismasinad ei ole korralikult seadistatud või kui seadmetel tekib mehaaniline probleem (joonis 7.5). Näiteks võib õhukindel pakend pärast täitmist lekkida, kui keevitus ebaõnnestub. Pakend võib ka hiljem viga saada, kehva transpordi või laohalduse käigus. Kadusid võib ebaõige käsitlemise tõttu tekkida ka käsitsi pakkimisel.



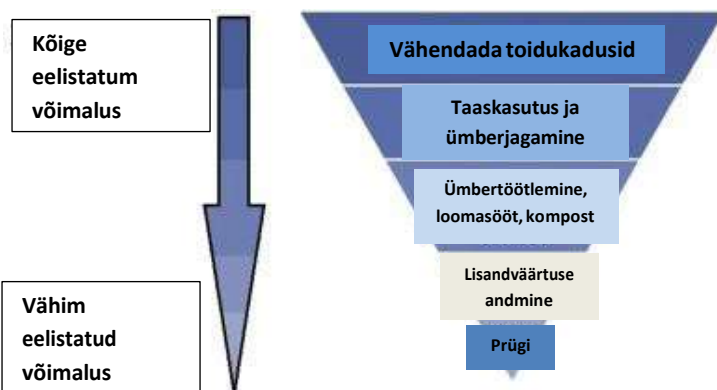
Joonis 7.5. Pakendamisel esinevad vead (Jaiswal ja Khanzode, 2020 järgi)

7.4. Toidukadude ennetamise meetodid küpsisetööstuses

Tooraine vastuvõtt on üks etapp, kus võib tekkida saastumine. Teravilju võib töödelda UV-, osooni- või impulssvalgusega, et vältida saastumist ja vähendada hallituste levikut toorainetes.

Alternatiivsete küpsetustehnoloogiate kasutuselevõtt (vaakumküpsetamine, raadiosageduslik kuumutamine) koos retseptide ümberformuleerimisega on veel üks tõhus meetod termilise koormuse vähendamiseks, mis põhjustab selliste saasteainete, nagu akrüülamiidi, tootmist. Parimad meetodid küpsiste ladustamise ajal oksüdatsiooniga seotud probleemide vähendamiseks hõlmavad madala hapniku läbilaskevõimega pakkematerjalide kasutamist ja tootes antioksidantide kasutamist (Pasqualone jt, 2021).

Uut tüüpi aktiivsed ja intelligentsed pakendid, mis sisaldavad elemente, mis on ette nähtud ainete vabastamiseks või absorbeerimiseks pakendatud toidu sisse või sealt või toitu ümbritsevast keskkonnast eesmärgiga pikendada toidu säilivusaega, võivad olla toidujäätmete vähendamisel murrangulise tähendusega (Wohner jt, 2019). Küpsisetööstuse tehnoloogiliste jäätmete kasutamine inimtoiduks ja loomasöödana on potentsiaalselt jätkusuutlik, kui selle ümbertöötlemine ei ole liialt ressursikulukas.



Joonis 7.4. Strateegiad toidu raiskamise vältimiseks küpsisetööstuses (tõlgitud)

(<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0959652616305042-gr1.jpg>)

Toidukao ja -jääkide kasutamine loomasöödaks lahendab ressursside haldamise, jäätmekäitluse ja toiduga kindlustatuse probleeme. Kuna kariloomad võivad muuta inimtoiduks mittesobiva toidu kvaliteetseks valguks, nagu liha, munad ja piim, on need toidukadude ja raiskamise vähendamiseks hädavajalikud (Ominski jt, 2021). Küpsised peavad vastama tabelis 7.2 toodud tingimusele.

Tabel 7.2. Küpsiste sensoorsed omadused ja lubatavuskriteeriumid vastavalt Rumeenia standardile STR 1406-88

Nr.	Sortiment	Välimus		Värvus	Maitse	Aroom/ lõhn	Konsis- tents
		Väine	Section				
A. GLUTEENIGA KÜPSISED							
1	Tavalised küpsised	Terved lamedad poolläikiva pinnaga, sile, ilma mullideta, tootele omase välimusega	Hästi küpsenud, ühtlased kihid, ilma mõradeta	Kollakas pruun	Meeldiv - magus	Kasutatud maitseainetele iseloomulik	Kõva
2	Graham'i küpsised	Terved lamedad poolläikiva pinnaga, sile, ilma mullideta, tootele omase välimusega	Hästi küpsenud, ühtlased kihid, ilma mõradeta	Kollane kuni pruun tumedamate punktidega, valkjast või kõrbenud värvus ei ole lubatud	Mõnus, iseloomulik graham	Kasutatud maitseainetele iseloomulik	Kõva
3	Mee-küpsised	Terved lamedad poolläikiva pinnaga, sile, ilma mullideta, tootele omase välimusega	Hästi küpsenud, ühtlased kihid, ilma mõradeta	Kollane kuni pruun tumedamate punktidega, valkjast või kõrbenud värvus ei ole lubatud	Meeldiv - magus	Kasutatud maitseainetele iseloomulik	Krõmpsuva mitte murenev
4	<i>Petit-beure</i> küpsised	Terved lamedad poolläikiva pinnaga, siledad, kõrbemata, mullideta,	Hästi küpsenud, ühtlased kihid, ilma mõradeta	Kollane kuni pruun tumedamate punktidega,	Meeldiv - magus	Kasutatud maitseainetele iseloomulik	Krõmpsuva mitte murenev

		tootele omase välimusega		valkjast või kõrbenud värvus ei ole lubatud			
5	<i>Spritzgebäck</i> (spritz- küpsised)	Regulaarne kuju mati pealispinnaga, ilma pragudeta ja hästi reljeefsete triipudega	Hästi küpsenud, ühtlased kihid, ilma mõradeta	Kollane kuni pruun tumeda- mate punktidega, valkjast või kõrbenud värvus ei ole lubatud	Meeldiv - magus	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv aga mitte murenev

B. SUHKRUKÜPSISED

6	Suhkru- küpsised	Terved lamedad korrapärase kujuga, mati pealispinnaga, hästi reljeefsed, kõrbemata, ilma mullideta	Hästi küpsetatud peente pooridega, ilma mõradeta	Kuld kollasest ühtlase pruunini, valkjast või kõrbenud värvus ei ole lubatud	Meeldiv - magus	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv, kergelt murenev
7	Dieet- küpsised	Geomeetrilised figuurid, mati pinnaga, kõrbemata, ilma mullideta	Hästi küpsetatud peente pooridega, ilma mõradeta	Pealt helepruun kuni tumepruun ja lõikelt kuldne	Meeldiv - magus	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv

C. GLASUURIGA KÜPSISED

8	Glasuuriga küpsised	Lameda kujuga, matt pind, kergelt reljeefne, kaetud kakao- või šokolaadi- glasuurikihiga	Hästi küpsetatud peente pooridega, ilma mõradeta	Kakao- või šokolaadi- glasuurile omane pruun, pruuni äärisega lõikes kollane	Meeldiv - magus	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv aga mitte murenev
----------	------------------------	--	--	--	--------------------	---	--

D. KREEMIKÜPSISED

9	Kreemi- küpsised	Korrapärase kujuga, poolläikiv pind, siledad, mitte kõrbenud, ilma mullideta, pinnal pole rasva; Kreem: homogeenne, matt, rasvane, ühtlaselt jaotunud, mitte	Hästi küpsetatud ühtlaste kihtidega ilma mõradeta, ühtlaselt jaotunud kreemikihiga	Küpsiste jaoks kollane kuni punakas- pruun, valkjast või kõrbenud värvus pole lubatud; Kreem: ühtlane pruun, hele-	Meeldiv - magus	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv aga mitte murenev
----------	---------------------	---	---	---	--------------------	---	--

	üle küpsise ääre valgunud		või kollakas- valge				
E. SUUPISTEKÜPSISED							
10	Suupiste- küpsised	Lamedad, terved, korrapärase kujuga, mati poolläikiva pinnaga, mullivabad, võib rikastada kõõmnetega	Hästi küpsetatud, ühtlaste kihtidega, ilma mõradeta	Kollakas- pruun tumeda- mate täppidega; valkjas, pruun värvus või kõrbenud välimus pole lubatud	Mõnus, kergelt soolakas juustu ja kõõmne maitse	Kasutatud maitse- ainetele iseloomulik	Krõmp- suv aga mitte murenev

Kasutatud allikad

1. Arepally D., Reddy R.S., Goswami T.K., Datta A.K., (2020). Biscuit baking: A review. *Lwt*, 131, 109726 (doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>).
2. Bandara, S.M.U.A.; Dissanayake, K.D.D.N. (2010). Process investigation and exploration of strategies to minimize waste in biscuits manufacturing industry, *Applied Science, Business & Industrial Research Symposium (ASBIREs)* (<http://repository.wyb.ac.lk/handle/1/1748>).
3. Chavan R.S., Sandeep K., Basu S., Bhatt S., (2016). Biscuits, cookies, and crackers: chemistry and manufacture. DOI:10.1016/B978-0-12-384947-2.00076-3.
4. Garcia-Armenta E., Gutierrez G., Anand S., Cronin K., (2017), Analysis of the failure of cracked biscuits, *Journal of Food Engineering*, Vol 196, Pages 52-64, ISSN 0260-8774, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877416303764>).
5. Jaiswal Y., Khanzode V.R., (2020). Defect Rate Reduction in Biscuit Production Industry using SPC Technique. *International journal of engineering research and technology*, Vol. 9, Issue 11.
6. Konstantas A., Stamford L., Azapagic A., (2019). Evaluation of environmental sustainability of biscuits at the product and sectoral levels. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1217-1228.
7. Manley, D., Clark, H. (2011). Recycling, handling and disposal of waste biscuit materials. In *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies* (pp. 564-568). Woodhead.
8. Ominski K., McAllister T., Stanford K., Mengistu G., Kebebe E.G., Omonijo F., Cordeiro M., Legesse G., Wittenberg K., (2021). Utilization of by-products and food waste in livestock

- production systems: a Canadian perspective. *Animal Frontiers*, vol.11, no. 2.
9. Pasqualone A, Haider NN, Summo C, Coldea TE, George SS, Altemimi AB. (2021). Biscuit Contaminants, Their Sources and Mitigation Strategies: A Review. *Foods*:10(11):2751. doi: 10.3390/foods10112751.
 10. Wohner B.; Pauer E.; Heinrich V.; Tacker, M., (2019) Packaging-Related Food Losses and Waste: An Overview of Drivers and Issues. *Sustainability*, 11, 264. <https://doi.org/10.3390/su11010264>.
 11. ***<https://www.biscuitpeople.com/magazine/post/the-lamination-process-in-fermented-crackers>
 12. ***<https://biscuit-maker.com/common-problems-of-biscuit-making-cookies-and-their-solutions/>
 13. ***<https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0959652616305042-gr1.jpg>

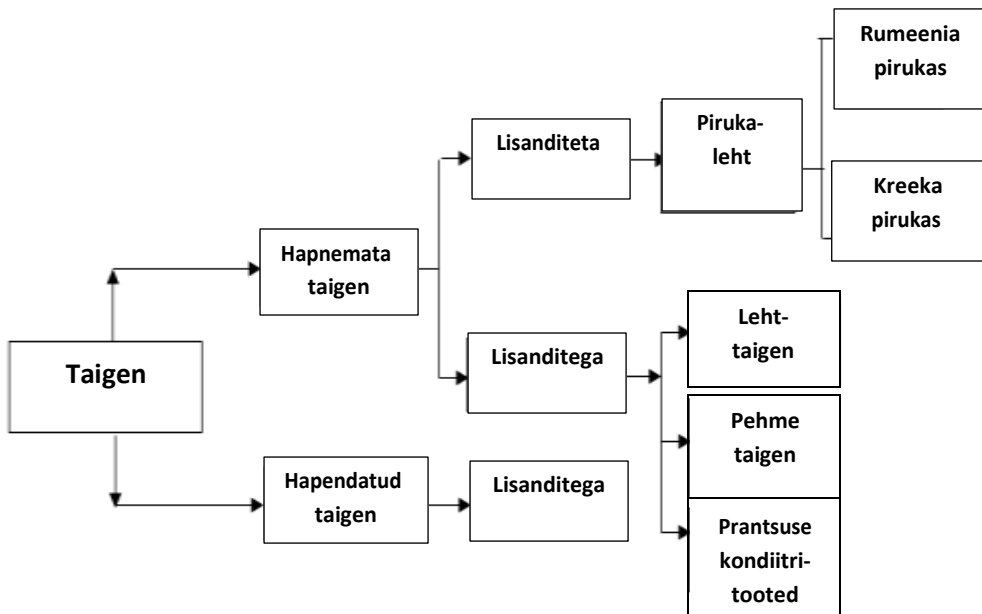
8. peatükk

Toidu raiskamise põhjused kondiitritööstuses

8.1. Uuringud toiduraiskamise põhjuste kohta kondiitritoodete tootmisel

Kondiitritooted on jahust, veest ja rasvainest taigna küpsetamisel valmistatud küpsetised; need võivad olla soolased või magusad. Magusaid küpsetisi nimetatakse enamasti kondiitritoodeteks.

Saiakesed on (pärimi)taigna baasil valmistatud tooted, mis on vormitud iseseisvalt või kombineerituna teiste komponentidega (täidised, kreemid, erinevad katted), mis tõstavad nende toiteväärtust.



Joonis 8.1. Kondiitritaignate klassifikatsioon (Alexa, 2008)

Kääritatud taigen on selline, mille koostisse on lisaks jahule, vedelikele jms lisatud ka pagaripärmi, mis käärimisprotsessi kaudu tekitab suure poorsuse, suurenenud mahu ja iseloomuliku maitse. Kääritatud kondiitritaiga valmistamise tehnoloogia on sama, mis leiva- ja pagaritoodete valmistamise tehnoloogia ning seda on võimalik saavutada kahel viisil: otsene ja kaudne.

Keedutaigen on hapnemata tainas, mis saadakse jahu keetmisel vedeliku, rasva ja soola segus, millele lisatakse lõpus munad. Küpsetamisel saadakse tooted, mille maht on märkimisväärselt suurem ja mis on seest tühjad.

Liiva/muretaigen on kääritamata tainas, mis koosneb jahust ja rasvainest (vedelikust) ning pärast küpsetamist muutub muredaks.

Lehttaigen on tainas, mis sisaldab vedelikku, jahu ja rasva (või/kihistusmargariin).

Seda tüüpi taiga omadused on järgmised:

- kääritamata tainas, mis pärast küpsetamist eraldub mitmeks kattuvaks kihiks;
- kasutatava jahu ekstraktsiooniaste peab olema 30% ja märja gluteeni sisaldus 24-32%;
- rasva kasutatakse jahuga samas vahekorras,
- äädikas väikestes kogustes suurendab taiga viskoossust;
- lisatava vee kogus sõltub jahu kvaliteedist; kui jahu kvaliteet on kõrge, on vaja rohkem vett.

Kuna kondiitritööstust peetakse pagaritööstuse osaks, on kondiitritööstuses tekkivate toidujäätmete kohta eraldi teavet raske leida.

Piirsalu jt (2021) poolt Eestis läbiviidud uuringus ei vaadeldud samuti pagari- ja kondiitritööstuses tekkivaid jäätmeid eraldi, kondiitritooteid käsitleti pagaritoodetena. Küsitlus saadeti ettevõtetele, kes tootsid pagari- ja kondiitritooteid, sh selliseid tooteid nagu koogid, pirukad, tordid, küpsised, piparkoogid, röstitud leib ning magusate ja soolaste suupistete (nt kreekerid, soolapulgad, vahvlid jne). Piirsalu jt andmetel moodustavad 2021. aastal Eestis pagari- ja kondiitritööstuse toidujäätmed ligikaudu 1-5% valmistoodangust.

8.2. Toidujäätmete tekkepõhjused kondiitritoodete tootmise erinevates etappides

Gorynska-Goldmanni jt (2021) uuringu kohaselt on toormekadude levinumad põhjused riknemine, hallitus ja võõrlisandid, mis võivad olla põhjustatud ebaõigest ladustamisest ja käitlemisest või tooraine halvast kvaliteedist. Samuti võib tooraine riknemise põhjuseks olla halb hügieen ja kehv kahjuritõrje.

Kondiitritoodete tarneahelas on jäätmete peamiseks tekkepõhjuseks toodete värskuse kadu ja tarbijate ostueelistused. Kiirestiriknevate kondiitritoodete lühike säilivusaeg peab olema kogu tootmis- ja tarneahelas keskse tähelepanu all. Tootmistegevuse kehv juhtimine võib põhjustada toodete kvaliteediprobleeme. Näiteks võib kiirestiriknevate koostisosadega (koor, värsked puuviljad, liha jne) küpsetiste ebaõigel temperatuuril säilitamine põhjustada mikroorganismide kiiret kasvu, mis põhjustab riske toidu ohutuses, toote riknemise ja klientide kaebusi (Gorynska-Goldmann jt, 2021).

Tootmises on töötajate tekitatud vead kõige levinumad pagaritööstuse jäätmete tekkimise põhjuseks (Iakovlieva, 2021). Näiteks võib koostisosade ebaõige mõõtmine või tehnoloogilisest skeemist kõrvalekaldumine põhjustada tootmises tooraine riknemist/raiskamist ja tootmisjääke. Samuti põhjustavad tootmiskadusid masinate tehnilised rikked. Taigna vormimine võib olenevalt tootest ja tootmisviisist (käsitsi või mehhaniseeritud) olla väga erinev ning sama kehtib ka taigna vormisel jääkide esinemise kohta. Kõrvalekalded tehnoloogilisest skeemist ning tehnilised probleemid kerkekappide ja ahjudega võivad põhjustada jääkide tekkimist tootmises (nt üle-kerkinud tainas, ala- või üleküpsetatud/ kõrbenud tooted).

Pagaritoodete valmistamisel kasutatakse palju pärmitainast, mis on pärmi olemasolu tõttu nn "elav" toode ja ei ole alati protsessina kontrollitav, st tainas võib kerkida liiga palju või vastupidi, liiga vähe. Sellistel juhtudel enamasti ei ole tainas tootmises kasutatav ja see tuleb utiliseerida. Pärast küpsetamist võib valmistoote visuaalne kvaliteet olla ebapiisav, mis muudab toote müügiks kõlbmatuks. Osa

jäätmeid (jahu, tainas jne) tekib ka seadmete ja ruumide puhastamisel. Tavaliselt antakse sellised biojäätmed üle jäätmekäitlejatele. (Piirsalu jt, 2021).

Jaemüügi tasandil on jäätmete tekkepõhjusteks enamasti vead tellimustes, toodete kahjustamine transpordi käigus, vale säilitustemperatuur, ebaõige ladustamine, tehniline rike, kahjustatud pakend.

Kuna kondiitritoodetel ei ole pikka säilivusaega, võivad mõned tooted jääda müümata. Toidu raiskamises on märkimisväärne osa just müümata jäänud pagari- ja kondiitritoodetel. Võimaluse korral müüakse selliseid pagaritooted soodushinnaga, annetatakse heategevusorganisatsioonidele või antakse loomakasvatajatele loomasöödaks. Kui see pole võimalik, visatakse tooted prügina ära (Piirsalu jt, 2021).

8.3. Meetmed toidujäätmete vähendamiseks kondiitritööstuses

Tootmise käigus jäätmete tekkimise riske vähendab tunduvalt tootmisliinil ümberlülituste vähendamine ja seadmete korralik hooldus.

Ennetava hoolduse võimaldamiseks tuleb kehtestada tööprotseduuride nõuetekohased sanitaarstandardid. Mikserite, jaoturite, kerkekappide ja ahjude hooldust tuleb teha korrapäraselt.

Kui tootmises oluliste seadmete rikete tõttu tekib tootmisseisak tekitab see ettevõttele aja- ning rahakulu ning tekitab ka palju jäätmeid. Näiteks valesti seadistatud ahjud võivad tähendada alaküpsetatud või kõrbenud tooteid. Halvasti segavad mikserid ei suuda koostisosi õigesti kombineerida, mistõttu toodete tekstuur ja maitse on ebaühtlased. Halvasti hooldatud masin võib ohustada töötajaid ja ka kliente, kui tootesse satub võõrkehi.

Järgida tuleb seadme tootja poolt puhastamiseks, hoiustamiseks ja ettevalmistusteks ette nähtud hooldusetappe. Kõiki masinaid tuleb regulaarselt jälgida, et need töötaksid efektiivselt ja tagaksid toodete maksimaalse kvaliteedi.

Tootmisprotsessis tekkivat toidukadu saab vähendada, teades ja analüüsides seda põhjustavaid tegureid. Pagari- ja kondiitritoodete jäätmete vähendamise viise on kirjeldatud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. Toidujäätmete vähendamise viisid pagari- ja kondiitritööstuses
Gorynska-Goldmanni jt (2021) põhjal

Põhjused	Ennetamine
Ebatõhus tootmiskorraldus ettevõttes. Sekundaarne saastumine	Nõuetekohane järelevalve tootmises, kahjustatud seadmete likvideerimine/parandamine, tootmisest ohtlike esemete kõrvaldamine, mis võivad olla võimalikud saasteallikad. Puhastus- ja desinfitseerimine vastavalt puhastusplaanile, kasutades sobivaid aineid ja õigeid kontsentratsioone. Ettevõtte spetsiifikast ja vajadustest lähtuv kahjuritõrjeplaan ning ennetavad meetmed (aknavõrgud, peletid, püünised) ja seire.
Inimfaktor	Töötajate koolitus. Hea tootmistava järgimine töötajate ja juhtkonna poolt. Tervise- ja hügieenikontroll enne tööle asumist, pidev järelevalve. Töötajate hügieeninõuetest kinnipidamise kontroll. Töötajate hügieenikoolitused. Töötajate tervisekontroll enne tööle asumist.
Masinate ja seadmete üle järelevalve puudumine.	Järelevalve masinate ja seadmete üle – lisaks igapäevasele korrasolekukontrollile korralised ülevaatused ja remont vastavalt kasutus- ja hooldusdokumentidele. Seadusega reguleeritud seadmete (nt gaasiseadmed) kasutamisel nende korraline kontroll vastavalt seaduses ettenähtud korrale. Kvalifitseeritud töötajate töölevõtmine ja vastava koolituse pakkumine.
Toodete vale käsitlemine tootmisprotsessi ajal	Igapäevane pooltoodete kvaliteedikontroll ja tulemuste dokumenteerimine. Tööjuhiste range järgimine. Töötajate koolitus. Kvalifitseeritud kvaliteedispetsialist
Halvasti töötav ahi, seadet ei kontrollita.	Pidev küpsetusaja ja temperatuuri kontroll. Seadet hooldatakse korrapäraselt ja vastavalt juhendile. Ahju operaatorite koolitus.
Tootajate hooletus ja tehtud vead (hulgi) pakendamise ajal	Nõuetekohase kvaliteediga pakend, et tagada ohutus Transpordi ajal. Töötajate koolitus. Järelevalve pakkimisprotsessi üle. Ohutu, madalama kvaliteediga kauba müük (deformeerunud, minimaalsed defektid, halva kujuga)
Tellimuste ülehindamine	Tootmismahu optimeerimine. Arvestamine hooajaliste toodetega. Reegli „esimesena-sisse-esimesena-välja“ järgimine.

Toidu veoks ebasobiva transpordivahendi kasutamine. Transpordivahendi halb sanitaar-hügieeniline olukord.	Sertifitseeritud transpordivahend kasutamine toiduainete transpordil. Temperatuuri ja sanitaarseisundi kontroll enne laadimist. Autojuhtide koolitus. Auto pakiruumi pesu ja desinfitseerimine. Transporditeenuse osutajate kvalifikatsioon.
--	---

Nii Iakovlieva (2021) kui ka Gorynska-Goldmann jt (2021) on leidnud, et inimfaktori tõttu tekib kõige enam kondiitritöösuses jäätmeid, nt. värskelt palgatud ja ebapiisavalt kvalifitseeritud töötaja võib olla üheks praaktoodangu põhjuseks, seega on personali hea väljaõpe väga oluline osa toidukao ennetamisel ettevõttes.

Lebersorger ja Schneider (2014) on osutanud, et toidu raiskamise ennetusmeetmed peaksid keskenduma rohkem leiva- ja kondiitritoote tagastamisele, mis viiks suurema vastutuse pagaritöökodadelt/ tootjatelt jaemüügi-ettevõtetele: tellimuste optimeerimine, personali koolitus, töötajate teavitamine ja koolitamine, klientide teadlikkuse tõstmine ja koostöö suurendamine sotsiaalteenustega nt. toidu annetused.

Samuti aitab tootmis- ja jaemüügitasandi jääkide jälgimine kohandada tootmist ja tehtud tellimuste vigu ning arendus- ja tootmisosakondadele võimaluste pakkumine efektiivsuse parandamiseks ja vähendada toidukadu. Toidukao vältimise programmide rakendamine oleks kondiitritööstuses raiskamise vähendamiseks väga oluline. Näiteid erinevate kondiitritoote valmistamisel tekkivate defektide, tekkepõhjuste ja vältimise võimaluste kohta on toodud tabelites 8.2-8.6.

Tabel 8.2. Rumeenia/ Kreeka piruka defektid, kadude tekkepõhjusted ja vältimise võimalused (Alexa, 2008)

Defektid	Põhjusted	Vältimise võimalused
Ebaühtlaselt taignakihid	Nõrgalt sõtkutud (vähe gluteeni), ebapiisav taigna puhkeaeg	Pärast esimest kihti pikendatakse taigna puhkeaega
Rebenenud kihid	Nõrga gluteeniga jahu, ületöödeldud	Parandamatu
Kuivad/ kokku kleepunud kihid	Ebapiisav rasvaine kasutus	Parandamatu
Soolane taigen	Ebakorrektne doseerimine	Täidise lisamine

Tabel 8.3. Lehttaina defektid, kadude tekkepõhjused ja vältimise võimalused (Alexa, 2008)

Defektid	Põhjused	Vältimise võimalused
Klompis jahu	Jahu lisati järk-järgult, mitte ei segatud kohe ja kiiresti	Sega tainast paremaks segunemiseks mikseriga
Tainas on lõhenenud, selle pinnal on õli	Vale vee (õli)/ jahu suhe või vedeliku mittetäielik keemine	Teise koguse valmistamine rohkema jahuga, segamine defektse taignaga.
Taigen on liiga pehme konsistentsiga	Ebapiisav keetmine, vale vee/ jahu suhe või liiga suur munasisaldus	Kombineerides ühtlasema taignaga, millele pole lisatud muna
Ebapiisavalt kerkinud	Ahi avati esimese 10 min jooksul; Ei saa defekti parandada Küpsetati temp. < 180 °C	
Vale suurusega	Vale doseerimine või vales suuruses pritsi kasutamine	Õige doseerimine

Tabel 8.4. Pehmest taignast valmistatud toodete defektid, kadude tekkepõhjused ja vältimise võimalused (Alexa, 2008)

Defektid	Põhjused	Vältimise võimalused
Rasva eraldumine ülejäänud komponentidest	Rasv sisaldab liiga palju vett või liiga palju muna	Kuumutage segu veidi ja ühtlustage segu segades
Toores tainas on liiga kõva või liiga pehme.	Retsepti ei järgitud	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Pärast küpsetamist on taigna pinnal valged laigud või tühimikud	Lisatud suhkur lahustunud täielikult, küpsetamine liiga madalal kuumusel	Katke pind glasuuri või tuhksuhkruga, peites defektid
Pärast küpsetamist kõva konsistents	- Retsepti ei järgitud, - jahu lisati sõtkumisega	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Toode jätab rasva jäljed	- jahu/vee suhte paigast ära, - küpsetamine liiga madalal kuumusel	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Liiga murenev tainas, mis lõikamisel ei hoia vormi	- jahu/rasva suhe paigast ära, - vedeliku kogus liiga väike	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Keskel ebapiisavalt küpsenud toode	- Liiga paks tainas või ahi liiga külm. -Küpsetamise esimeses faasis ei ole toode piisavalt kobestatud	Tainaga aluse alla asetatakse tühi kandik, mille pind kaetakse paberiga.

Tabel 8.5. Prantsuse kondiitritooted valmistatud toodete defektid, kadude tekkepõhjused ja vältimise võimalused (Alexa, 2008)

Defektid	Põhjused	Vältimise võimalused
Pärast rasvaainega segamist muudab tainas oma konsistentsi	- Ebapiisav jahu kvaliteet, - liigset vett ei eemaldatud, - tööruumi temperatuur on kõrgem kui 20 °C	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Taigen mureneb	- rasv on taignast erineva konsistentsiga	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Pärast küpsetamist endiselt lapik ja ebapiisavalt kerkinud toode	- Retsepti ei järgitud	Seda saab ainult ära hoida õigete võtetega
Keskelt vähe küpsenud	- Küpsetusajast ei peetud kinni; - küpsetustemperatuur oli esimeses faasis liiga kõrge; - Piisav jahutus ei olnud tagatud	Kui märkate defekti enne täielikku jahtumist, pange see tagasi ahju.
See jätab käele rasvajäljed	- nõrga gluteeniga jahu kasutamine - küpsetamine toimus temperatuuril alla 200-250 °C;	Kui pann oli määratud, siis asetatakse sellele paberilehed, et imada liigne rasv

Tabel 8.6. Lehttainast valmistatud toodete defektid, kadude tekkepõhjused ja vältimise võimalused (Alexa, 2008)

Defektid	Põhjused	Vältimise võimalused
Kaaluvead	Komponentide ebaõige doseerimine või vähe ruumi täidise lisamiseks	Ettevalmistuste lõpetamine dekoratiivsete elementidega
Vähene kerkimine	Täidise ja kaunistamise tõttu ei kerkinud korralikult	-
Mittetäielik ja ebaühtlane glasuur	Ebapiisav fondandi voolavus	Katmine täiendava fondandiga
Matt välimus	Liiga kõrge fondandi temperatuur	Kata täiendava fondandiga
Kleepuv glasuur	Fondandi temperatuur liiga madal	Katmine ekstra fondandiga
Vahukoor	Vahustumise punkt ületatud	Asenda teise kreemiga

Kasutatud allikad

1. Alexa, E., *Flouring food technologies*, Eurobit Publishing House, Timisoara, 2008.
2. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste management*, 33(3), 764-773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
3. Gorynska-Goldmann, E., Gazdecki, M., Rejman, K., Kobus-Cisowska, J., Łaba, S., Łaba, R.
4. How to Prevent Bread Losses in the Baking and Confectionery Industry? – Measurement, Causes,
5. Management and Prevention. *Agriculture* 2021, 11, 19. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010019>
6. Iakovlieva, M., *Food waste in bakeries - quantities, causes and treatment*. <https://stud.epsilon.slu.se/17180/1/iakovlieva-m-210826.pdf>
7. Lebersorger S. and Schneider F. 2014. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Manag.* 34(11):1911-9. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.013.
8. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2022). The generation of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. <http://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
9. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2021). The occurrence of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. Final study report. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/05/toidujaatmete-ja-toidukao-teke-eesti-toidutarneahelas-2021.pdf>

9. peatükk

Võimalikud strateegiad toidu raiskamise vältimiseks jahupõhiste toodete tööstuses

9.1. Varasemad uuringud toidu raiskamise ennetamise võimalike strateegiate kohta

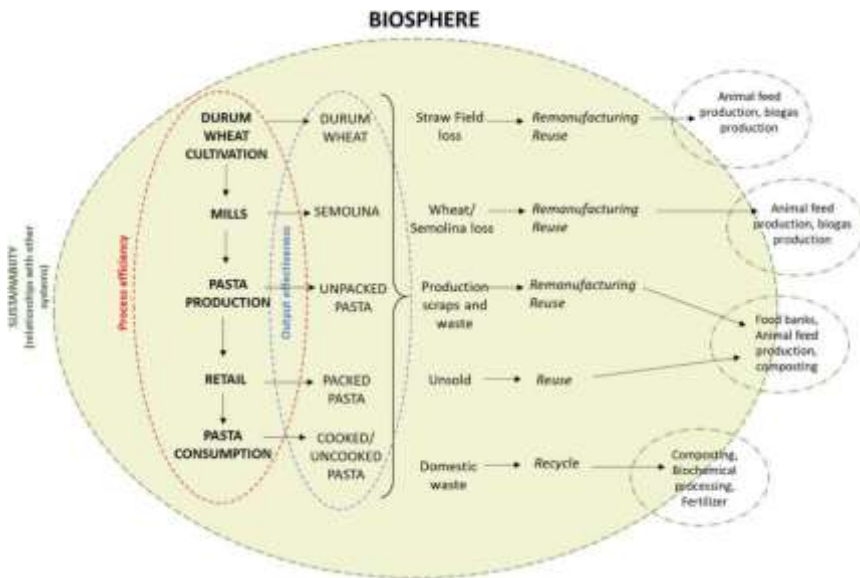
Aja jooksul on paljud teadlased ja toiduainetööstuse ettevõtted püüdnud leida paremaid lahendusi toidu raiskamise vähendamiseks ja vältimiseks (Iakovleva 2021) ning alates Euroopa rohelisest kokkuleppesest on Euroopa Liit otsustanud keskenduda järsult toidujäätmete vähendamisele (EL Parlament, 2020). Olulusringi hinnangud on selgelt näidanud, et toidujäätmete vältimine on oluline strateegia pagaritoodete keskkonnamõju vähendamise võimaluste otsimisel (Svanes jt, 2019).

Toidu raiskamise vältimine on oluline teema toiduga kindlustatuse ja ressursside haldamise parandamiseks planeerimise ja rakendamise tasandil (Zorpas & Lasaridi, 2013).

Tööplaanid, skeemid ja strateegiad on ühed olulisemad tööriistad jahupõhiste toodete valmistamise tehnoloogiliste protsesside planeerimisel ja optimeerimisel (Goryńska-Goldmann jt, 2010).

Et vältida toidukadusid ja raiskamist on ettevõttes vaja tehnoloogilisi skeeme üle vaadata ja täiendada. Toidukao vältimise programmi rakendamine oleks väga oluline just suurtes toidutööstusharudes, kus jäätmete ja kaod on ilmsed ja võivad esmapilgul tunduda vältimatud.

Goryńska-Goldmann jt. (2021) soovivad, et tootmises tekkivaid jääke ja nende põhjuseid tuleks seirata üksikute tehnoloogiliste operatsioonide lõikes. Faggini jt. (2021) on välja pakkunud erinevaid viise toidu jätkusuutlikkuse saavutamiseks, näide on toodud joonisel 9.1.



Joonis 9.1. Võimalik makaronitoodete tarneahel ringbiomajanduse kontekstis. (originaaljoonis, Faggini jt, 2021; Allikas: kohandatud Ellen MacArthur Foundation, 2014 järgi)

Aschemann-Witzeli jt (2017) uuringus näitavad autorid, et tarbijate toidujäätmetega võitlemisel on kolm põhisammast:

tarbijate teadlikkus oma võimest vältida toidu raiskamist

toidupangad või muud tarbija juhitud meetmed

tarneahela erinevad strateegiad, nagu nt jaemüüjate tegevus

Veelgi enam, õige ajastus, koostöö ja vastavad pädevused on peamised edutegurid, mis suudavad ülalnimetatud kolme sammast säilitada. Toidupanka võiks annetada ka müügil eemaldatud pagaritooteid Ramírez jt. (2021).

Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Keskus on koostanud raamhinnangu toidu raiskamise vältimisele suunatud tegevuste kohta De Laurentiis jt. (2020).

ELi toidukadude ja toidujäätmete platvormi toetab raamistik, mille eesmärk on tuvastada parimaid tavasid ja jagada teadmisi toidujäätmete vältimise algatustest. Lisaks töötasid De Laurentiis jt. (2020) välja oma raamistiku, mis põhineb kahel kvantitatiivsel kriteeriumil, nagu tõhusus ja tulemuslikkus, ning neljal kvalitatiivsel kriteeriumil, nagu tegevuse jätkusuutlikkus ajas, tegevuse kavandamise kvaliteet, mastaapsus, ülekantavus ja sektoritevaheline koostöö. Lisaks mainisid autorid vajadust omada olelusringi mõtteviisil põhinevat kalkulaatorit, mida võib pidada toidu raiskamise ennetamise võimaluseks selle varases staadiumis.

Katt ja Meixner (2020) tõid välja, et toidu ostmisega seotud käitumisaspektid tarbija tasandil võivad samuti mõjutada toidujäätmete vältimist. Toidu raiskamise vältimisel avaldasid positiivset mõju keskkonna- ja terviseprobleemide ennetamise aspektid koos hinnateadlikkusega, samas mainiti hedoonilise ostuväärtuse negatiivset mõju.

Vidal-Mones jt. (2022) katsetasid toidu raiskamise vältimise võimalusi koolisööklates ja näitasid, et vältida suudeti ligi 59% magustoitudest, nt puuviljade puhul, samas põhitoidu jäätmete hulk vähenes 41%. Uuringus jõuti järeldusele, et toidujäätmete vältimise edukamaks muutmiseks peaksid kõik söökla töötajad olema võrdselt kaasatud, suurendades nende teadlikkust toidujäätmete tervise- ja keskkonnamõjudest.

Toidu raiskamise vältimise püramiidi arvestades on parim viis toidu raiskamise vähendamiseks vältida toidu ületootmist koos välditavate toidujäätmete utiliseerimisega ning võimalusel veel söödava toidu ülejäägi taaskasutamisega (Giordano jt 2020). Selles suunas on Itaalias ja Prantsusmaal heaks kiidetud mõned konkreetsed toidujäätmeid käsitlevad seadused ning direktiivis 2008/98/EÜ (EL, 2008) mainitakse, et jäätmekäitluse peamised prioriteedid on ennetamine, taaskasutamise ettevalmistamine, ringlussevõtt ja muude kasutusvalade leidmine.

Teised toiduraiskamise vältimise strateegiad võiksid olla seotud jaemüügiettevõtetega veel söödava toidu ümberjagamise kaudu heategevusorganisatsioonidele, toidu raiskamise jälgimise kui jaemüügiettevõtete peamise tulemusnäitaja või müügiendendusstrateegiatega kaudu, nagu näiteks lühikese säilivusajaga toodete allahindlus (Poças Ribeiro jt, 2019). Teisalt Goryńska-Goldmann

jt. (2021) tõid välja, et töötaja kvalifikatsioon, infoedastus, teadlikkus ning iga ettevõtte jaoks tootmise mastaabist ja spetsiifikast lähtuvate juhiste väljatöötamine võib kaasa tuua positiivse mõju toiduraiskamisele vähendamisele.

Toidu raiskamise vältimise võimalikest strateegiatest rääkides tuleks silmas pidada ka tehnoloogilisi aspkte, sh lõpptoodete säilitamist. Näiteks Alpers jt. (2021) näitasid, et leivatooteid saab spetsiaalsete pakkematerjalide abil kaitsta niiskuse eest, mis võib soodustada riknemist. Veelgi enam, juuretise kasutamine on võimalus, mis vähendab toodete riknemist, aeglustab vananemisprotsessi ja pikendab säilivusaega ladustamise ajal (Alpers jt. 2021). Piimhappebakteritega kääritatud juuretise kasutamisel leiva valmistamisel tekib tootesse orgaanilisi happeid, nagu nt. piimhape, eksopolüsahhariide ja erinevaid ensüüme, mis pikendavad leiva säilivusaega (Taglieri jt. 2021).

Märkimist väärivad ka uudsed pakkimistehnoloogiad, mis väidetavalt pikendavad erinevate toodete säilivusaega. Näiteks modifitseeritud atmosfääriga pakendi ja aktiivpakendi kombinatsiooni saaks edukalt kasutada pagaritoodete säilivusaja pikendamiseks. Lisaks võib rauapõhise hapnikupüüdu lisamine toimida antimikroobse aina sarnaselt CO₂-ga, pikendades pagaritoodete säilivusaega (Upasen jt, 2018).

Erinevat tüüpi pakendite (nt madala tihedusega polüetüleenist, kõrge tihedusega polüetüleenist ja polüpropüleenist) kasutamine võib pikendada leiva eluiga: näiteks kõrge tihedusega polüetüleenist pakendisse pakendatud leiva säilivusaeg oli 15 päeva, samas kui kontrolltootel oli see ainult 5 päeva (Ju jt, 2020).

Ensüümide, nagu maltogeenne amülaas, α -amülaaslipaasi ensüümpreparaatide kasutamine võib samuti pikendada leivatoodete säilivusaega, kuna need pidurdavad leivatoodete vananemist ja kõvastumist (Taglieri jt, 2021).

Beretta jt (2013) on pakkunud välja keerukama lähenemisviisi toidukadude ja raiskamise hindamiseks, nad leidsid, et toidukadusid tuleks hinnata kogu elutsükli ulatuses ehk siis pagaritoodete puhul juba jahuveskitest alates. See võimaldaks täpsemalt kvantifitseerida toidujäätmete vähendamisest saadavat keskkonnakasu ja näitaks teed prioriteetsete valdkondade määratlemisel.

Piirsalu jt. (2022) tõi välja mõned soovitud ka poliitikakujundajatele:

toidujäätmete vältimise ja vähendamise strateegiate loomine ja poliitiliste sihtide seadmine riigi tasandil;	panus seire- ja mõõtmis- metoodikate edasiarendamisse, eelkõige erinevate kõrvalsaaduste arvestusse;	toidupankade edendamine ja teiste annetamisega tegelevate organisatsioonide toetamine;	suurendada motivatsiooni annetada toitu väljaspool jaemüügi-sektorit, eriti toiduaine-tööstuses, toitlustus-sektoris ja esmatootmises;	toidu raiskamise vältimise ja vähendamise edendamine ning väärindamise võimaluste toetamine toiduainete töötlevas tööstuses ja esmatootmise sektoris;	toidujäätmete taaskasutamise (nt kompostimise) edendamine ja toetamine;	teadlikkuse tõstmise tegevuste toetamine.
--	--	--	--	---	---	---

9.2. Võimalused toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete käitlemise ja ladustamise etapis

9.2.1. Meetodid jahu saastumise vältimiseks hoidlates

- laod peavad olema puhtad, kuivad, hästi ventileeritud, õhutemp. 10-12 °C.
- jahukotte tuleb hoida puitrestidel, et tagada virnastatud toodetele õhuringlus ning mitte tõmmata põrandast niiskust.
- kotivirnade ja seinte või kahe virna vahele tuleb jätta vähemalt 0,5 m ülevaatus- ja tuulutusruumi.
- püüniste paigaldamine putukatõrjeks ja vajadusel insektitsiidsete ainetega desinfitseerimiseks.
- ladude püsiva puhtuse, ventilatsiooni ja kuivuse hoidmine on kõige tõhusamad meetmed putukapuhangute tekke vältimiseks.

9.2.2 Meetodid hallituste ja mükotoksiinidega saastumise vähendamiseks erinevates jahudes ladustamise ajal:

- puhtuse hoidmine ladudes.
- jahu niiskusesisaldus ladustamise peab olema alla 15%.

- laod peavad olema hästi venileeritud.
- minimeerida tuleks terade saastumist hallitustega juba enne jahvatamist, eraldada hallitanud terad jms.
- õhutemperatuur ladudes peab olema 10-12 °C.

9.3. Võimalused toidukadude vältimiseks jahupõhiste toodete töötlemise ja pakendamise etapis

Meetmed, mida rakendada toodete valmistamisel esinevate defektide vältimiseks, on kirjeldatud tabelis 9.1:

Tabel 9.1. Meetmed pagaritoodete töötlemisel esinevate defektide vältimiseks

Madalakvaliteetse tooraine kasutamine taigna valmistamise etapis	Jahu õhutamine hapnikuga rikastamiseks, kvaliteetsete jahudega segamine, happesuse tõstmine hapete (askorbiin-, piim-, äädikhape) sisalduse suurendamisega
	Gluteeni lisamine 1-2%, suhkru lisamine 2%.
	α-amülaasi lisamine linnasepreparaatide kujul.
	linnasepreparaatide või jahuparandajate lisamine amülaaside ja proteaaside, proteolüütiliste preparaatide või redutseerivate ainetega varustamiseks
Tehnoloogilise protsessi vale juhtimine	Taigna mitmekordsel sõtkumisel umbes 0,2% pärmil lisamine
	Taigna käärimisaja lühendamine.
	Jahu ja vee doseerimine vastavalt valmistamisel kasutatava jahu kvaliteedile.
	Lõpliku kääritamise kestuse pikendamine
	Ahju temperatuuri reguleerimine küpsetamise lühiajalise katkestamisega.
Auru moodustamise ja selle küpsetuskambri eemaldamise seadmete õige käsitsemine.	
Leiva säilitamine ja käitlemine pärast küpsetamist	Leiva transportimine ainult kastides või riulites; Jälgida, et leib oleks enne maha jahtunud.

9.4. Võimalused toidukadude vältimiseks pagaritööstuses

- **Tagage toorainete säilitamiseks sobivad tingimused.** Toorainete säilitamistingimuste kontrollimine on oluline, et vähendada kahjusid (nt ladude temperatuuri ja niiskuse kontroll, jahutussüsteemi kontroll).
- **Bakteriaalse saastumise vähendamine toorainetes, kasutades säilitusaineid ja muudetud atmosfääriga pakendamist.** Selle probleemi esinemise vähendamiseks on vajalik rangelt järgida sanitaar- ja tootmispraktikaid. Samuti võib kasutada säilitusaineid, nagu propionaat, et see probleem kõrvaldada.
- **Tehnoloogiliste parameetrite kontrollimine, et vähendada kaotusi taigna vormimise, modelleerimise ja küpsetamise etapis.** Tehnoloogiliste parameetrite tõhusam kontroll (sh taigna käsitlemise ja selle temperatuuri ning happesuse hindamine) võib märkimisväärselt vähendada tootmiskaotusi taigna vormimise ja modelleerimise etapis, et saada jahutooteid. On väga oluline, et töötajad oleksid korralikult koolitatud tootmiskeskonna korrektseks organiseerimiseks ja füüsiliseks kontrollimiseks.
- **Hooldus.** Üks olulisemaid asju pagaritööstuses on seadmete hooldamine. Kui seadmed ei tööta korralikult, toob see kaasa raha, aja jms kaotuse. Kui ahi ei tööta korralikult, tähendab see, et tooted võivad jääda alaküpseks või kõrbedada. Kui mikserid ei tööta korralikult, on võimalik, et nad ei sega koostisosi nii nagu peaks, tekivad tootevead ja toode tuleb ära visata.
- **Täpne mõõtmine.** Täpsed mõõtesüsteemid on väga olulised ühtlase kvaliteediga toodete saamiseks. Kasutades kuivainete jaoks kontrollitud kaalusid, vedelike mõõtmiseks mõõteanumaid, saab jäätmeid vähendada.
- **Müügi jälgimine.** Üks viis jäätmete vähendamiseks on tellimuste jälgimine. Kui müügiprognoosid on täpsed, võimaldab see varude haldamist, tõhusa

tootmisgraafiku koostamist ja turundusstrateegiat kohandada vastavalt tarbijatrendidele.

- **Õige käitlemine.** Toodete käitlemine on väga oluline, seega tuleb töötajaid koolitada, et nad käsitseksid iga toodet korrektselt küpsetamise, pakendamise ja tarnimise ajal.

9.5. Võimalused toidukadude vältimiseks makaronitööstuses

Makaronitoodete töötlemisel defektide vältimiseks võib võtta kasutusele järgmisi abinõusid:

- Uuenduslike ja nutikate tehnoloogiate rakendamine lisandite eemaldamiseks ja toorainete säilitamise parameetrite (temperatuur, aeg, puhtus, putukate ja parasiitide esinemine) jälgimiseks.
- Tooraine kvaliteedi kontrollimine (kasutades kvaliteedinäitajaid).
- Tooraine ühtlase hüdratatsioon tagamine segamise ajal.
- Kalibreeritud seadmete kasutamine doseerimisetapis.
- Tänapäevaste seadmete kasutamine segamiseks ja taigna arendamiseks, mis töötavad vaakumis ja soodustavad kiiret ja ühtlast hüdratatsiooni; see tehnoloogia nõuab taigna puhkeperioodi enne pasta ekstrusiooni.
- Kuivatusseadmete kasutamine (vaakumkuivati, mikrolaine kuivatussüsteemid), mis lühendavad kuivatusperioodi, et saada vähemate pragudega ning suurema tugevusega lõpptoodet, mis on vähem kliisterdunud kui kuumõhuga kuivatatud makaronitoodet.
- Nutikate tehnoloogiate rakendamine tootmisparameetrite (temperatuur, rõhk, aeg, niiskusesisaldus) jälgimiseks.
- Spetsiifiliste tehnoloogial põhinevate pakendilahenduste kasutuselevõtt, et pikendada pakendatud makaronitoodete säilivusaega

(intelligentne pakend, nanobiokomposiidid, biolagunevad polümeerid, mis on tugevdatud nanotäiteainetega pakendimaterjalide jaoks jne).

- Uuenduslike ja nutikate tehnoloogiate rakendamine võõrkehade esinemise jälgimiseks (metallidetektorid, plastikdetektorid).

- Spetsiifiliste logistikajuhtimissüsteemide kasutamine (nt esimesena sisse -esimesena välja transpordimudel), et minimeerida kõige sagedasemaid makaronitoodete kadusid pakendikahjustuste tõttu.

- Mobiilirakenduste rakendamine makaronitoodete kvaliteedi säilitamiseks ja selle optimaalseks kasutamiseks enne säilivusaja lõppu.

9.6. Võimalused toidukadude vältimiseks küpsisetööstuses

9.6.1. Toidukadude ennetamise võimalused küpsisetootmises

- UV-kiirguse, osooni või impulssvalgusega töödeldud toorainete (teravili või jahud) valimine, et vähendada saastumist ja alandada toorainetes mükotoksiinide taset.

- Alternatiivsete küpsetustehnoloogiate (vaakumküpsetamine jms) kasutuselevõtt koos toote ümberformuleerimisega on veel üks efektiivne meetod termilise koormuse vähendamiseks, mis võib viia selliste saasteainete nagu akrüülamiidi tekkimiseni.

- Madala hapnikuläbilaskvusega pakendimaterjalide kasutamine ja toote retsepti parandamine antioksidantide lisamisega, et vähendada oksüdatsiooniga seotud saastumise suurenemist küpsiste säilitamise ajal.

- Aktiivse ja intelligentse pakendamise kasutamine, mis sisaldab erilisi elemente, mille eesmärk on vabastada või absorbeerida aineid pakitud toidust või toidu ümbrusest, et pikendada toidu säilivusaega.

9.6.2. Võimalused toidukadude vältimiseks küpsiste tehnoloogilises protsessis

- Mullitamise vältimiseks liiga elastse taigna korral või ahju ebasobiva temperatuuri tõttu tuleks temperatuuri kontrollida, et see ei oleks alguses väga kõrge, et pinnatemperatuur saaks järk-järgult tõusta.
- Kui küpsistel pole õiget värvust, võib see olla tingitud suhkru vähesest kogusest ja suhkruisaldust tuleks suurendada.
- Küpsiste rabe tekstuur tuleneb ebapiisavast või liigsest taigna segamisajast, väikesest suhkru- ja õlisisaldusest ning peamised meetmed on õige segamisaja tagamine ja suhkru ning fosfolipiidide hulga suurendamine.
- Küpsiste pragunemist kõrge tärklisesisalduse tõttu saab vältida tärklise koguse vähendamisega.
- Küpsiste pragunemist liigse paisumise tulemusel saab vältida kergitusaine koguse vähendamisega.

9.7. Võimalused toidukadude vältimiseks kondiitritööstuses

Igapäevase turunõudluse rahuldamiseks valmistoodangu koguste ülehindamine (toodet tellitakse liiga palju) viib tihti toidu raiskamiseni ja selle korrigeerimisel võib olla märkimisväärne mõju toidukadude vähendamisele.

Erinevad viisid toidukadude vältimiseks kondiitritoodetes:

- **Tehnoloogilise jäätmetekke jälgimine.** Tehnoloogilise jäätmetekke hoolikas jälgimine on sobiv viis tootmisväljundite kohaldamiseks, et kaod oleksid minimaalsed. Tuleb pidada detailset arvestustjärgmise päeva müüginumbrite ja kahjude kohta, et teada, millistele toodetele peaks tootmisgraafikute kohandamisel esmajoones keskendumata.
- **Müümata toodete annetamine.** Müümata tooted, mis on endiselt kehtiva säilivusajaga, võib annetada kohalikele heategevusorganisatsioonidele, kodutute keskustele ja toidupankadele.

- **Töötajate koolitus.** Väljaõppeta töötajad on üks peamisi põhjuseid toidukadude tekkeks tootmisüksustes.
- **Seadmete hooldus.** Ebakorrektnen seadmete hooldus on üks tavalisi toidukadude põhjuseid tootmisüksuses.

9.8. Toidukadude ja -jätmete tekkimise vältimise hea tava

Toidukadude ja -jätmete standardid ning juhised

Iga tootmis- või kaubandussektori ettevõtte peab kasutama ja arendama jätmete ja kadude inventuure. Toidukadude ja -jätmete standardit (või juhendit) kasutav ettevõtte peaks inventuuri koostamisel dokumenteerima tegurid või põhjused, mis aitavad kaasa nende ettevõttes toidukadude ja -jätmete tekkimisele. Põhjuste kirjapanek võib aidata ettevõtetel tuvastada parimaid ennetamise ja vähendamise strateegiaid.

Enne tegevuse rakendamist on hädavajalik tuvastada selle eesmärk(id), ülesanded ja peamised tulemusnäitajad, samuti tuleb olla teadlik alusest, millega võrreldakse tegevuse edu. See võimaldab jälgida edusamme ja saavutusi ning tuvastada arenguvajadusi.

Ennetava sekkumise edu ehk kui hästi see saavutas oma eesmärgid või tootis oodatud tulemuse, mõõdetakse selle tõhususega. Sel põhjusel on vajalikud mõned toidukadude ja -jätmete arvestuse ning aruandluse protseduurid ja mõned nõuded, mida tuleb järgida sellealase inventuuri jaoks.

Toidukadude ja -jätmete vältimise hea tava kehtestamiseks on mõned sammud kohustuslikud. Need sammud on kokku võetud joonisel 9.3.



Joonis 9.3. Põhisammud toidukao ja -jätmete arvestuses ning aruandluses (originaaljoonis, Food Loss and Waste Protocol (flwprotocol.org))

Toidukadude ja -jätmete arvestamiseks ja aruandluseks tuleb hea tava rakendamisel arvesse võtta viis järgmist põhimõtet: asjakohasus, täielikkus, järjepidevus, läbipaistvus ja täpsus. Nende kirjeldused on toodud tabelis 9.2.

Tabel 9.2. Toidukadude ja -jätmete arvestuse ning aruandluse põhimõtted – Food Loss and Waste Protocol (flwprotocol.org)

Põhimõte	Juhised
Asjakohasus	Toidujätmete aruanne peab sisaldama teavet, mis on vajalik ettevõtte sisemiste- ja väliste huvirühmadele otsuste tegemiseks. Toidujätmete inventuuri asjakohasus tuleneb kvantifitseerimismeetodite ja andmeallikate asjakohasest valikust ning piisava kvaliteediga andmete kogumisest.
Hõlmatus	Toidujätmete inventuurist ei tohi välja jätta ühtegi komponenti, mis võiks mõjutada inventuuri täpsust.
Järjepidevus	Selleks, et järjepidevalt esitada toidujätmete tekkeandmeid ajas, on oluline rakendada sama inventuuri ulatust, kvantifitseerimismeetodeid ja eeldusi.
Läbipaistvus	Läbipaistvus viitab sellele, kui suures ulatuses on toidujätmete inventuuri meetodid, protseduurid, eeldused ja piirangud täpselt kirjeldatud ja edastatud erapooletul, arusaadaval viisil.
Täpsus	Andmed peavad olema piisavalt täpsed, et pakkuda eeldatavatele kasutajatele mõistlikku kindlustunnet, et inventuuris olevad andmed on usaldusväärsed enne valiku tegemist.

On väga oluline määratleda ajaraam, materjali tüüp, sihtkoht, mida toidukadude ja -jätmete inventuur hõlmab ning millist kvantifitseerimismeetodit kasutatakse. Samuti on olulised kvantifitseerimise järel saadud andmete kogumise, arvutamise ja analüüsimise etapid. Ettevõtte võivad toidukadude ja -jätmete mõjude, toiteväärtuse või rahaliste kadude edastamiseks kasutada kaalu asemel muid mõõtühikuid või termineid. Viimased sammud on saadud tulemuste aruandlus ning toidukadude ja -jätmete vähendamise eesmärkide seadmine, samuti nende vähendamise edusammude jälgimine, soorituse monitoorimine ja korrigeerimine.

Ajaraami, materjali tüübi ja sihtkoha osas on nende definitsioonid järgmised:

- Ajaraam: periood, mille kohta inventuuri tulemusi aruandatakse, näiteks 12-kuuline periood
- Materjali tüüp: materjalid, mis on inventuuris kaasatud (ainult söödavad osad, ainult mittesöödavad osad või mõlemad)
- Sihtkoht: koht, kuhu tekkivad jäägid lähevad, kui need eemaldatakse tarneahelast.

Sihtkoha osas on esmalt vajalik tuvastada ettevõttele sobiv toidujätmete käitlus. Käitluse võib grupeerida viide klassi järgnevalt:

1. Toidu ümberjaotamine inimtoiduks
2. Toidujääkide väärindamine
3. Tarbijakäitumise muutmine
4. Tarneahela efektiivsuse parandamine
5. Toidujätmete vältimise juhtimine

Iga tegevuse jaoks võib tuvastada mitmeid alamtegevusi, et eesmärki saavutada; need on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 9.3.

Tabel 9.3. Toidujäätmete vältimise tegevuste klassifikatsioon (Caldeira jt, 2019 järgi)

Tegevuse tüüp	Alamtegevus
Ümberjagamine	Toidu ülejäägi ümberjaotamine Digitaalsed vahendid ümberjaotamiseks
Toidujääkide väärindamine	Väärtust lisav ümbertöötlemine Loomasööt
Tarbijakäitumise muutmine	Teadlikkuse tõstmise kampaaniad Digitaalsed vahendid käitumise muutmiseks Koolitusprogrammid Auhinnad
Tarneahela efektiivsuse parandamine	Protsessi innovatsioon Toote innovatsioon - pakend Toote innovatsioon - säilivusaja märgistus Koolitus ja juhised Hinnasoodustus Ebastandardsete toodete müük Sertifitseerimine Avalik hange Digitaalsed vahendid tarneahela efektiivsuseks
Toidujäätmete vältimise juhtimine	Vabatahtlik kokkulepe Regulatiivne raamistik/politika Riiklik toidujäätmete vältimise programm Maksusoodustused

Ümberjaotamise eesmärk on ümber jagada inimtoiduks sobiv toit, selleks võib teha järgmist: ülejääkide müümine ettevõtetele kasumi eesmärgil, annetamine heategevusorganisatsioonidele abivajajate toetamiseks või digitaalsete tööriistade kasutamine toidu ümberjaotamise haldamiseks (nt rakendused, veebilehed).

Toidu väärindamise eesmärk on toidu väärtustamine, lisandväärtuse andmine, töödeldes seda teisteks toidutoodeteks või tootes loomasööta.

Tarbijakäitumise muutmise eesmärk on julgustada tarbijaid muutma oma käitumist, et vähendada toidujäätmete hulka, kasutades vähem jäätmeid tekitavat käitumist, haridusprogramme lastele ja noortele või arendades digitaalseid tööriistu, mis suunavad tarbijaid toidujäätmete vähendamise poole.

Tarneahela efektiivsuse eesmärk on suurendada efektiivsust toidu tarneahela igal etapil, kasutades selliseid tegevusi nagu: tõhusamate protsesside ja tehnoloogiate rakendamine, koolituste pakkumine, juhiste väljatöötamine toidujäätmete vähendamiseks tootmise/töötlemise/distributsiooni etappidel,

digitaalsete tööriistade arendamine juhiste pakkumiseks, uute pakendisüsteemide tutvustamine, säilivusaja optimeerimine etikettidel jne.

Toidujäätmete vältimise juhtimise osas hõlmavad need tegevused kõiki vabatahtlikke ja kohustuslikke meetmeid, mis mõjutavad osalejaid toidujäätmete vähendamise suunas toetades; seda võib nimetada ka läbivaks tegevuseks.

9.8.1. Toidujäätmete kvantifitseerimise meetodid

Peamised toidujäätmete kvantifitseerimise meetodid, mida saab kasutada, on toodud tabelis 9.4.

Tabel 9.4. Toidukadude ja -jätmete protokoll
Food Loss and Waste Protocol (flwprotocol.org)

Meetod	Kirjeldus
Kaalumine	Kasutades mõõtevahendit toidukadude ja -jätmete kaalu määramiseks
Loendamine	Kombineerides skanneri ja andurite andmeid ning arvestades toidujäätmeid moodustavate toodete arvu kaalu arvutamiseks
Mahu määramine	Toidujääkide poolt hõivatud tegeliku ruumi hindamise teel kaalu määramine.
Jäätmete koostise analüüs	Toidujäätmete füüsiliselt teistest materjalidest eraldamine, et seda kaaluda ja analüüsida
Arvestus	Kasutades spetsiifilisi andmepunkte, mis on märgitud või säilitatud ja mida mõnikord kogutakse regulaarselt muudel eesmärkidel kui toidukao hindamiseks (nt jäätmeveo kviitungid või laoarvestusraamatud)
Päevikud	Igapäevaselt toidukao/jääkide ja muude andmete kirjanep
Küsitlused	Struktureeritud küsimuste kasutamine toidukao koguste või muude andmete (nt suhtumiste, arvamuste või enesehinnanguliste tegevuste) kogumiseks suurelt hulgalt inimestelt või asutustelt
Massibilass	Sisendite (nt koostisosade mõõtmine tootmiskohas, vilja sissevõtt silosse ja toodetud tooted, turule müüdud vilja) ja väljundite (nt turule saadetud vilja) mõõtmine, varude tasemete ja toidu kaalu muutuste jälgimine töötlemise käigus
Modelleerimine	Matemaatilise strateegia kasutamine, mis põhineb mitmete toidukadude tekkimist mõjutavate muutujate koosmõjul
Asendusandmed	Toidukadude ja -jääkide andmete kasutamine muudest allikatest peale üksuse enda loendi (nt vanemad andmed või andmed teisest riigist või ettevõtetest), et järeldada kadude/ jääkide summasid, mis kuuluvad üksuse inventuuri

9.8.2. Toidukadude arvutamine toiduahela erinevates etappides

Parimaks praktikaks on luua *flow*-diagramm, mis näitab toidutoodete (ja vajadusel nendega seotud mittesöödavate elementide) liikumist erinevate etappide vahel ja nende sees, kui hinnatakse toidukadude kogust etappide vahel. Arvutuse näide on toodud tabelis 9.5.

Tabel 9.5. Näide toidukadude arvutamisest tarneahela käigus

Tarneahela etapp	Salvestatud toidukaod igal etapil (tonni)	Toidukao % etappide kaupa	Kumulatiivne toidukao %
Tootmine	25 t (kogusest 100 t)	2,5%	2,5%
Käitlemine ja ladustamine	2 t (kogusest 75 t)	2,66%	$[(25+2)/100] * 100 = 27\%$
Pakkimine	0,8 t (kogusest 73 t)	1,09%	$[(25+2+0,8)/100] * 100 = 27,8\%$
Tarneahel ja müük	8,2 t (kogusest 72,2 t)	11,35%	$[(25+2+0,8+8,2)/100] = 36\%$

9.8.3. Põhimõtted toidukadude vähendamiseks jahu- ja pagaritööstuses

Tööstuse teekaart koostöök ja eetiliste ja kaasavate toidukadude vähendamise protseduurideks on ülioluline. Seetõttu on sõnastatud 10 põhimõtet toidukadude vähendamiseks sektoris järgmiselt:

➤ Koostöö kogu väärtusahelas

1. *Olukorra parendamiseks peab koos töötama.*

Toomaks toidu raiskamise väärtusahela oluliseks teemaks, harima tarbijaid ja vahetama parimaid praktikaid, kõik osapooled peavad koostööd tegema.

2. *Väärtusahel vajab kõigilt osapooltelt rohkem koostööd.*

See tähendab usaldussuhte arendamist ja koostööd paremate vastuste leidmiseks.

3. *Julgustades avatust ja teabevahetust väärtusahelas.*

Ühiste eesmärkide selgitamine, toidu raiskamisele kohaldatava teabe vahetamine ja koostöö parandamine on selle näited.

4. *Holistiline mõtlemine on oluline.*

Mitte ainult üksikute osapoolte toidu raiskamine, vaid kogu ahelas tuleb toidu raiskamise kogust koostöö kaudu vähendada.

➤ **Sisemine kommunikatsioon ettevõtetes:**

1. *Vastutuse ja stiimulite juurutamine toidu raiskamise vähendamiseks kogu ettevõttes.*

On suure tähtsusega seada eesmärgid, mõõta edusamme, arendada töökultuuri ja pädevusi ning lisada toidu raiskamise vaatenurk kõigisse organisatsiooni tegevustesse. Tarbijate kaasamine ja harimine võitluses toidu raiskamise vastu.

2. *Tarbijatugi on vajalik.*

Selleks on vaja suuremat tarbimiskäitumise testimist, tarbijate harimist ja toidukultuuri loomist, mis aksepteerib toiduaineid väikeste esteetiliste defektide ja väiksema kättesaadavusega.

3. *Suhtlemine sagedamini tarbijatega.*

See tähendab osalemist suuremas osas tarbijatega suhtlemises, kus tarbijad on ettevõtte uuendustegevuses ja tootearenduses rohkem kaasatud.

4. *Suhtlemine ametiasutustega.*

See tähendab õiguslike takistuste eemaldamist olulistest toidu raiskamise vähendamise jõupingutustest ja ametivõimude toetamist tööstuse juhitud algatuste loomisel või toetamisel.

5. *Teadmiste jagamine.*

Erinevatest vaatenurkadest peaksid oma teadmisi toidu raiskamise alaste jõupingutuste teemal erinevad osapooled ja need peaksid olema suunatud tarbijatele, haridussektorile ja teistele osalejatele, aitavad arendada kompetentsi ja positiivseid hoiakuid oma töös ja ühiskonnas.

6. *Osalemine teaduskoostöös suuremal määral.*

Aidata kaasa värsket ja asjakohast teavet loomisele, mille eesmärk on vältida toidu raiskamist.

Kasutatud allikad

1. Alpers T, Kerpes R, Frioli M, Nobis A, Hoi KI, Bach A, Jekle M, Becker T. Impact of Storing Condition on Staling and Microbial Spoilage Behavior of Bread and Their Contribution to Prevent Food Waste. *Foods*. 2021 Jan 2;10(1):76. doi: 10.3390/foods10010076.
2. Aschemann-Witzel, Jessica, Ilona E. de Hooge, Harald Rohm, Anne Normann, Marilia Bonzanini Bossle, Alice Grønhoj, and Marije Oostindjer. 2017. "Key Characteristics and Success Factors of Supply Chain Initiatives Tackling Consumer-Related Food Waste – A Multiple Case Study." *Journal of Cleaner Production* 155: 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.173>.
3. Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste management*, 33(3), 764-773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
4. De Laurentiis, Valeria, Carla Caldeira, and Serenella Sala. 2020. "No Time to Waste: Assessing the Performance of Food Waste Prevention Actions." *Resources, Conservation and Recycling* 161 (January). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104946>.
5. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (OJ L 312, 22.11.2008, pp. 3–30).
6. Faggini, M., Cosimato, S. and Parziale, A., 2021. The way towards food sustainability: some insights for pasta supply chain. *Economia Politica*, pp.1-24. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40888-021-00247-3>
7. Goryńska-Goldmann, E. (2010). Standardization of the Bakery Goods. *Journal of Agribusiness and Rural Department*. 16(2), 61-72. <https://www1.up.poznan.pl/jard/index.php/jard/article/view/774>
8. Gorynska-Goldmann, E.; Gazdecki, M.; Rejman, K.; Łaba, S.; Kobus-Cisowska, J.; Szczepanski, K. (2021). Magnitude, Causes and Scope for Reducing Food Losses in the Baking and Confectionery Industry—A Multi-Method Approach. *Agriculture*, Vol 11, 936.
9. Ju, Jian, Yunfei Xie, Hang Yu, Yahui Guo, Yuliang Cheng, He Qian, and Weirong Yao. 2020. "A Novel Method to Prolong Bread Shelf Life: Sachets Containing Essential Oils Components." *Lwt* 131. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109744>.
10. Katt, Felix, and Oliver Meixner. 2020. "Food Waste Prevention Behavior in the Context of Hedonic and Utilitarian Shopping Value." *Journal of Cleaner Production* 273. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122878>.

11. Ominski Kim, Tim McAllister, Kim Stanford, Genet Mengistu, E.G. Kebebe, Faith Omonijo, Mascos Cordeiro, Getahun Legesse and Karin Wittenberg, 2021. Using food loss and waste in animal diets addresses waste management, food security, resource and environmental challenges. <https://doi.org/10.1093/af/vfab004>
12. Poças Ribeiro, Ana, Jakub Rok, Robert Harmsen, Jesús Rosales Carreón, and Ernst Worrell. 2019. "Food Waste in an Alternative Food Network – A Case-Study." *Resources, Conservation and Recycling* 149 (November 2018): 210–19. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.029>.
13. Piirsalu, E., Moora, H., Väli, K., Värnik, R., Aro, K., Lillemets, J. (2022). The generation of food waste and food loss in the Estonian food supply chain. <http://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/policy-brief-the-generation-of-food-waste-and-food-loss-in-the-estonian-food-supply-chain.pdf>
14. Ramírez, José Alberto, Juan Francisco Castañón-Rodríguez, and Rocío Margarita Uresti-Marín. 2021. "An Exploratory Study of Possible Food Waste Risks in Supermarket Fruit and Vegetable Sections." *Food Science and Technology (Brazil)* 41 (4): 967–73. <https://doi.org/10.1590/fst.27320>.
15. Svanes, E.; Oestergaard, S.; Hanssen, O.J. Effects of Packaging and Food Waste Prevention by Consumers on the Environmental Impact of Production and Consumption of Bread in Norway. *Sustainability* 2019, 11, 43. <https://doi.org/10.3390/su11010043>
16. Taglieri, Isabella, Monica Macaluso, Alessandro Bianchi, Chiara Sanmartin, Mike Frank Quartacci, Angela Zinnai, and Francesca Venturi. 2021. "Overcoming Bread Quality Decay Concerns: Main Issues for Bread Shelf Life as a Function of Biological Leavening Agents and Different Extra Ingredients Used in Formulation. A Review." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101 (5): 1732–43. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10816>.
17. Upasen, Settakorn, and Piyachat Wattanachai. 2018. "Packaging to Prolong Shelf Life of Preservative-Free White Bread." *Heliyon* 4 (9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00802>.
18. Vidal-Mones, Berta, Raquel Diaz-Ruiz, and José M. Gil. 2022. "From Evaluation to Action: Testing Nudging Strategies to Prevent Food Waste in School Canteens." *Waste Management* 140 (January 2021): 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.006>.
19. Zorpas, K. & Lazaridi A., A. (2013). Measuring waste prevention. *Waste Management*. vol.33,1047–1056. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.017>

20. Reducing food waste in the European Union – European Parliament Briefing 2020
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659376/EPRS_BRI\(2020\)659376_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659376/EPRS_BRI(2020)659376_EN.pdf)
21. <https://www.ordermentum.com/blog/8-tips-to-prevent-wastage-in-your-bakery>
22. <https://pastryartsmag.com/general/5-ways-to-cut-down-on-waste-in-the-pastry-department/#:~:text=5%20Ways%20to%20Cut%20Down%20on%20Waste%20in,Your%20Staff%20...%204%20Maintain%20Your%20Equipment%20>

KÜSIMUSED & VASTUSED

I. KÜSIMUSED

1. Milline on toidujäätmete definitsioon Euroopa Liidus?
2. Millised on põhilised toidu raiskamise põhjused?
3. Millised on toiduainete tarneahela erinevad etapid?
4. Millised on jahu riknemise põhjused säilitamisel?
5. Mis võib oluliselt vähendada pagaritööstuses tootmiskadusid toote vormimisel?
6. Millised on makaronitoodete valmistamisel toidukadude ja jäätmete tekkepõhjused?
7. Millises makaronitoodete valmistamise faasis tekib kõige rohkem jäätmeid?
8. Millised on küpsisetööstuses toidukadude põhjused ja millised on kõige tõhusamad leevendusstrateegiad?
9. Millised on lahendused jäätmete vältimiseks tehnoloogilises protsessis?
10. Millised on toidu raiskamise/jäätmete tekkimise põhjused kondiitritööstuses?
11. Millised tegurid mõjutavad jahu kvaliteeti säilitamisel?
12. Kuidas vältida toidukadusid jahu ladustamisel?
13. Millised on jahu riknemise põhjused?
14. Milliseid meetodeid saab kasutada teravilja saastumise vältimiseks ja toorainetes mükotoksiinide vähendamiseks?
15. Millised on pagaritoodete valmistamise tehnoloogilise protsessi põhietapid?
16. Millised on peamised põhjused leivatoodete defektide tekkeks?
17. Millised on mikrobioloogilised tegurid, mis piiravad pagaritoodete säilivusaega?
18. Millised on levinumad bakteriaalse riknemise põhjustajad pagaritoodete tooraines?
19. Mis on bioloogilised säilitusained? Palun too näide.
20. Millised on võimalikud saasteained küpsistes, mis tulenevad toorainetest/masinapargist, küpsetusprotsessist ja säilitamisest?

21. Loetle saasteained küpsistes, mis võivad pärineda toorainetest/seadmetest, küpsetusprotsessist ja säilitamisest.
22. Mis on akrüülamiidi maksimaalne lubatud sisaldus pagaritoodetes?
23. Millised on defektid, mis tekivad küpsistetaigna töötlemise etapis?
24. Mis on defektide põhjused, mis tulenevad küpsiste tehnoloogilisest protsessist?
25. Milliseid meetodeid saab kasutada teravilja saastumise vältimiseks ja mükotoksiinide vähendamiseks tooraines?
26. Millised probleemid peavad ilmnema, et küpsised prakeeritakse ja peetakse jäätmeteks?
27. Mis on toidujäätmete põhjused pagaritoodete ja kondiitritoodete tootmises?
28. Millised on peamised tootmisjäakide taaskasutamise võimalused pagaritoodete töötlemisel?
29. Mis on tootmisjäakide põhjused taigna ettevalmistamisel ja töötlemisel?
30. Mis on toidujäätmete põhjused pagaritoodete küpsetamisel ja pakendamisel?
31. Mis on toidujäätmete põhjused pagaritoodete ladustamisel ja transportimisel?
32. Mis on aktiivse pakendi omadused ja rollid?
33. Mis on intelligentse pakendi omadused ja rollid?
34. Millised on etapid ja toidukadude ning -jäätmete liigid makaronitoodete valmistamisel?
35. Mis on toidukadude ja -jäätmete põhjused makaronitoodete valmistamisel?
36. Mis on võimalikud sihtkohad/kasutusvõimalused makaronide tootmisahelas tekkinud toidukadudele ja -jäätmetele?
37. Milliseid meetmeid saab rakendada, kui toidukaod ja -jätmed eemaldatakse toidu tarneahelast?
38. Milliseid kvantifitseerimismeetodeid saab kasutada toidukadude ja -jäätmete puhul?
39. Millised on põhimõtted toidujäätmete vähendamiseks pagaritoodete tööstuses?
40. Mis on kaks erinevat etappi protsessis, mis eristavad toidukadu ja toidujäätmeid?
41. Mis on „toidujätmed“?
42. Mis on toidutooteahel?

43. Millised võiksid olla meetmed toidujäätmete kontrollimiseks toidu töötlemisel ja tarneahelas?
44. Millised võiksid olla olulisemad näitajad makaronitoodete kvaliteedis?
45. Mis on peamised põhjused toidukadude ja -jätmete tekkeks kondiitritööstuses?
46. Millised võiksid olla meetmed toidujäätmete vältimiseks ja vähendamiseks kondiitritööstuses?
47. Millised on toiduahela 5 sektorit?
48. Millistes sektorites tekib toidujäätmeid arenenud riikides?
49. Millistes sektorites tekib toidujäätmeid arengumaades?

II. VASTUSED

1. Iga toiduaine, toores või küpsetatud, mis visatakse ära või on ette nähtud ära viskamiseks või mida on kohustatud ära viskama.
2. a) Need erinevad sõltuvalt toiduahela etapist;
b) Need erinevad sõltuvalt toote tüübist ja sellest, kus toit raisku läheb.
3. Põllumajanduslik tootmine, käitlemine ja ladustamine, töötlemine, jaotamine, tarbimine.
4. a) Ebapiisavad säilitamistingimused;
b) Ebapiisav õhuniiskus ja ventilatsiooni puudumine;
c) Jahukottide vale paigutus;
d) Nakatumisaste.
5. Tehnoloogiliste parameetrite tõhusam kontroll (seoses taigna käitlemise ja selle temperatuuri ning happesuse hindamisega).
6. Kasvatamine, jahvatamine, makaronide tootmine, jaemüük, tarbimine.
7. Suurim jäätmete hulk koondub tarbimisetappi, eriti kodumajapidamistes.
8. Küpsisetööstuses toidukadude põhjused ja kõige tõhusamad leevendusstrateegiad:
a) Toorained on peamised saasteainete allikad;
b) Erinevate küpsetustehnoloogiate kasutamine soojuskoormuse vähendamiseks on üks tõhusamaid leevendusstrateegiaid.
9. a) Mullitamise vältimiseks tuleb ahju temperatuuri alguses kontrollida, et see ei oleks liiga kõrge ja pinna temperatuur peaks järk-järgult tõusma;

- b) Küpsiste värvuse muutumise vältimiseks tuleb suhkrusisaldust suurendada;
- c) Küpsiste pragunemise vältimiseks tuleb kergitusaine kogust vähendada.
10. Toorainete kadude kõige levinumad põhjused on riknemine, hallitus ja saasteained, mis kõik võivad olla põhjustatud ebaõigest säilitamisest ja käitlemisest või tooraine halvast kvaliteedist. Samuti on halb hügieen ja puudulik kahjuritõrje koostisosade riknemise põhjuseks ladustamise ajal.
11. Jahu kvaliteedi säilitamise eest vastutavad tegurid töötlemise ja ladustamise etapis on: kaudsed tegurid, sisemised tegurid, välimised tegurid, töötlemisfaktorid.
12. Sisemised tegurid on: vee aktiivsus, substraadi olemus, mineral- ja toitainete sisaldus, koostis.
13. Jahu kvaliteedi languse põhjused on:
- Ebapiisavad säilitamistingimused, ebapiisav õhuniiskus ja ventilatsiooni puudumine;
 - Jahukottide vale paigutus;
 - Jahu nakatumisaste;
 - Saastumine hallituse ja mükotoksiinidega.
14. Erinevad meetodid jahu saastumise vähendamiseks hallituse ja mükotoksiinidega ladustamise ajal hõlmavad: kuuma õhuga töötlemist, keemilist töötlemist, pulseerimist, raadiosageduslikku kuumutamist, pastöriseerimist, vaakumaurutöötlust, kiiritamist, ultraviolettkiirguse ja osooni kombinatsiooni, raadiosageduslikku kiiritamist, küpsetamist elektriahjus.
15. Küpsetamise tehnoloogiline protsess on järgmine: toor- ja abimaterjalide ettevalmistamine ja doseerimine, taigna valmistamine, taigna töötlemine.

16. Pagaritoodete defektide peamised põhjused on:
- Halva kvaliteediga jahu;
 - Valmimata jahud või värskest nisust saadud jahud;
 - Madala ensüümide, eriti amülaasi sisaldusega jahud;
 - Kõrbenud nisujahu denatureeritud gluteenivalkudega;
 - Liiga tugeva gluteeniga jahud;
 - Liiga nõrga gluteeniga jahud;
 - Halva kvaliteediga pärm;
 - Leiva küpsetamine liiga kõrgel temperatuuril;
 - Leiva küpsetamine liiga madalal temperatuuril;
 - Leiva ladustamine liiga tihedalt või õksteise peale;
 - Sooja leiva transportimine või selle paigutamine tihedalt või õksteise peale.
17. Bakteriaalse riknemise kolm tüüpi, mis võivad mõjutada toodete mikrobioloogilist säilivusaega: bakteriaalne riknemine, käärimine ja hallitus.
18. Kõige levinumad liigid, mis põhjustavad bakteriaalset riknemist, on *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* ja *Bacillus cereus*.
19. Bioloogilised säilitusained on mikroorganismid ja nende metaboliidid, mida kasutatakse riknemise vältimiseks ja toidu säilivusaja pikendamiseks. Erilist huvi pakuvad piimhappebakterid (LAB).
20. Võimalikud saasteained küpsistes, mis tulenevad toorainetest/masinapargist, küpsetusprotsessist ja säilitamisest:
- Füüsikalised: võõrkehad;
 - Keemilised: pestitsiidid, raskemetallid jne;
 - Bioloogilised: mükotoksiinid;
 - Küpsetamise ajal tekkivad: furaan, akrüülamiid jne.
21. Klaas, plastik, tekstiiliniidid, puit, paber ja metall on mõned kõige tüüpilisemad võõrkehad, mis võivad saastada küpsiseid.

22. Pagaritoodetele kehtestatud maksimaalne akrüülamiidi sisaldus on 350 µg/kg vastavalt EU määrusele 2158/2017.
23. Küpsiste tavalisemad defektid on: purunemine, mullid, pragunev pind, kõvadus, kokkutõmbumine, laialivalgumine.
24. Ahjus olev temperatuur on liiga kõrge, eriti toote pinnal;
- Tainas on liiga elastne;
 - Retseptis on väiksem kogus suhkrut;
 - Ebapiisav või liigne taigna segamise aeg;
 - Retseptis oleva kergitusaine kogus on liiga väike või liiga suur;
 - Retseptis oleva suhkru ja õli kogus on väike;
 - Küpsised on liiga paisunud või liiga vähe kerkinud;
 - Koostisosades oleva tärklise kogus on liiga suur.
25. UV, osoon või pulseeriv valgus.
26. Hallituse, putukate või ämblike ilmumine mis tahes arenguvormis;
- Võõra maitse ja lõhna ilmumine (rääsunud, mõru, hallituseline, mineraalsete saasteainete tõttu krõbeduse puudumine);
 - Lubatud on kuni 10% kreekeritest kareda pinnaga, põletuste, mullide või õõnsustega.
27. a) Hügieeni- ja sanitaarnõuded;
b) Tehnilised rikked.
28. Pooltoodete valmistamine ja taigna vahe- ja lõppetapid:
- Pooltoodete ja taigna valmistamine ning käitlemine;
 - Taigna jaotamine ja vormimine;
 - Küpsetamine;
 - Kohandatud pakendamine;

- Ladustamine (hoidmine);
- Ettevõttepoolne transport.

29. Toidujäätmete põhjused pagari- ja kondiitritööstuses:

- a) Ebapiisav küpsetus- ja kondiitritoodete tootmiskeskonna korraldus;
- b) Teise saastumise allikad;
- c) Inimfaktor;
- d) Masinate ja seadmete järelevalve puudumine;
- e) Küpsetus- ja kondiitritoodete tootmiseks mittesobivad tingimused;
- f) Vead tootmisprotsessis.

30. Tootmisjääkide tekkimise põhjused küpsetamise ja pakendamise etapis:

- a) Ahju ebaõige kasutamine, seadme järelevalve puudumine;
- b) Pakendamismasinate ja -seadmete järelevalve puudumine;
- c) Töötajate vead ja hooletus hulgipakendamise etapis.

31. Toidujäätmete tekkimise põhjused transportimisel ja ladustamisel:

- a) Tellimuste ülehindamine;
- b) Ebasobivad transpordivahendid, mis pole mõeldud toiduainete veoks, puudub sanitaarne tunnustus;
- c) Transpordivahendite ebasobivad sanitaar- ja hügieeningimused.

32. Aktiivse pakendi omadused ja eelised:

- a) Säilivusaja pikendamine;
- b) Toiduohutuse parandamine;
- c) Sensorsete omaduste parandamine;
- d) Toidu kvaliteedi säilitamine;
- e) Pakendi omaduste parandamine, lisades pakendimaterjalile spetsiifilisi lisaineid.

33. Intelligentse pakendi omadused ja eelised:

- a) Säilivusaja pikendamine;

- b) Ohutuse ja kvaliteedi parandamine;
- c) Tooteinfo pakkumine;
- d) Võimalike probleemide eest hoiatamine;
- e) Kriitiliste toodete jälgimisvõimaluste pakkumine, toote kvaliteedi kontrollimine ja üksikasjaliku info andmine kogu toiduahela jooksul (ladustamine, transport, jaotamine ja müük) etikettide abil, mis on toidupakenditele lisatud või neile trükitud.

34. Toidukao ja -jätmete etapid ja liigid makaronitoodete valmistamisel:

- a) Kasvatamine (põllukaod);
- b) Jahvatamine (nisu kõrvaltooted, jäätmed);
- c) Pasta tootmine (tootmisjäätgid, pasta jäätmed);
- d) Jaemüük (müümata pasta);
- e) Tarbimine (jätmed).

35. Toidukao ja -jätmete põhjused makaronitoodete valmistamisel:

- a) Kombaini rike;
- b) Jahvatamine;
- c) Nisu eelpuhastamine;
- d) Seadmete puhastamine;
- e) Transport, pakendamine;
- f) Kahjustatud makaronitooted;
- g) Valmistamine, liiga suured portsjonid, ebameeldivad maitseomadused.

36. Makaronide tootmisjäätmete võimalikud sihtkohad:

- a) Tootmisjäätgid kompostimiseks, loomasöödaks, toidupankadele;
- b) Jaekaubandus (müümata või kahjustatud pasta) loomasöödaks, toidupankadele, piimhappe tootmiseks (biotehas).

37. Meetmed, mida saab rakendada toidukadude ja -jätmete eemaldamisel toiduahelast:

- a) Toidu ümberjaotamine inimtoiduks;

- b) Toidujääkide väärindamine;
- c) Tarbijakäitumise muutmine;
- d) Tarneahela tõhususe parandamine;
- e) Toidujäätmete vältimise juhtimine.

38. Toidukadude ja -jätmete kvantifitseerimismeetodid:

- a) Otsene kaalumise ja loendamine;
- b) Mahu määramine;
- c) Jätmete koostise analüüs;
- d) Kirjed, päevikud, küsitlused;
- e) Massibilanss;
- f) Modelleerimine;
- g) Kaudsed andmed.

39. Pagartööstuses toidujäätmete vähendamise põhimõtted:

- a) Koostöö;
- b) Väärtusahela suurem koostöö;
- c) Läbipaistvuse ja jagamise soodustamine väärtusahelas;
- d) Tervikliku mõtlemise olulisus;
- e) Omandiõiguse ja stiimulite loomine toidujäätmete vähendamiseks kogu ettevõttes;
- f) Tarbijatugi;
- g) Sagedasem suhtlus tarbijatega;
- h) Suhtlus ametivõimudega;
- i) Teadmiste jagamine;
- j) Osalemine uutes teaduskoostöodes suuremal määral.

40. Toidukadu toimub toiduahela algusest alates põllult koristamisest kuni müügi etapini. Toidujäätmed tekivad jaemüügi ja tarbimise etapis.

41. Toidujäätmed on igasugune toit ja toidu mittesöödavad osad, mis eemaldatakse toiduahelast taaskasutamiseks või kõrvaldamiseks (sh

kompostimine, põllule tagasi küntud/mittekoristatud saak, anaeroobne seedimine, bioenergia tootmine, koostootmine, põletamine, kanalisatsiooni kõrvaldamine, prügilasse viimine).

42. Toiduahel on seotud tegevuste jada, mida kasutatakse toidu tootmiseks, töötlemiseks, tarnimiseks ja tarbimiseks. Toiduahel algab, kui toidu toorained on valmis sisenema majanduslikku ja tehnilisse süsteemi toidu tootmiseks või koduseks tarbimiseks.

43. Toidujäätmete kontrollimise meetmed toidu töötlemise ja jaotamise ahelas võiksid olla:

- a) Jäätmete kasutamine väetisena;
- b) Annetused;
- c) Kõrvaltoodete väärimine ettevõtte siseselt või turustamisega (nt lisamine teistesse toodetesse, loomasööt);
- d) Toodete turustamine alandatud hinnaga;
- e) Selektiivne kogumine;
- f) Jäätmete ülevõtmine prügiveoettevõtte poolt;
- g) Tootmise optimeerimine uute tehnoloogiate või tarnejuhtimise kaudu.

44. Olulisemad näitajad makaronitoodete kvaliteedis:

- a) tooaine kvaliteet
- b) tootmisprotsess (optimaalsed parameetrid, aeg, temperatuur, kontrollsüsteem)
- c) retsept (toarine, optimaalsed segud, temperatuur, lisandid)

45. Peamised põhjused toidukadude ja -jätmete tekkeks kondiitritööstuses:

- a) Värskuse kadu/toote vananemine ja tarbijate eelistuste muutumine;
- b) Lühike säilivusaeg kiirestiriknevatel kondiitritoodetel;
- c) Kiiresti riknevad koostisosad (koor, värske puuvili, liha jms);
- d) Vead tootmisprotsessis (koostisosade ebaõige mõõtmine või tehnoloogilisest skeemist kõrvalekaldumine).

46. Meetmed toidukadude ja -jätmete vältimiseks ja vähendamiseks kondiitritööstuses:

- a) Hästi informeeritud ja väljaõppinud personal;
- b) Vahetuste vähendamine tootmisliinil;
- c) Seadmete nõuetekohane hooldus;
- d) Nõuetekohased sanitaarstandardid;
- e) Pakendamisuundused säilivusaja pikendamiseks.

47. Toiduahela viis sektorit:

- a) Põllumajanduslik tootmine;
- b) Haldus ja ladustamine;
- c) Töötlemine;
- d) Tarnimine;
- e) Tarbimine.

48. Arenenud riikides tekib enamik toidujäätmeid viimastes etappides, st jaotamise ja tarbimise etappides, peamiselt toidu ületootmise tõttu.

49. Arengumaades tekivad toidujäätmed enamasti varajastes etappides, mis on tingitud kehvadest põllumajandustehnoloogiast, tõhusate transpordisüsteemide ja infrastruktuuri puudumisest (nt katkematu madaltemperatuuriline säilitamine) ning ohutute toidu säilitamise võimaluste puudumisest.