

RASVA IMENDUMINE PANEERITUD KALA PRAADIMISEL

Bakalaureusetöö

Üliõpilane: Marina Ševljakova

Juhendaja: Tiina Lõugas, Keemia ja biotehnoloogia instituut, lektor

Kaasjuhendaja: Änn Jõgi, Tervise Arengu Instituut, projektijuht

Õppekava: Rakenduskeemia, toidu- ja geenitehnoloogia; toidutehnoloogia

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Marina Ševljakova
[allkiri ja kuupäev]

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele.
Juhendaja: Tiina Lõugas, lektor
[allkiri ja kuupäev]

Kaasjuhendaja: Änn Jõgi, projektijuht
[allkiri ja kuupäev]

Töö on lubatud kaitsmisele.
Kaitsmiskomisjoni esimees: Vello Tõugu, dotsent
[allkiri ja kuupäev]



Fat absorption in frying breaded fish

Bachelor thesis

Student: Marina Ševljakova

Supervisor: Tiina Lõugas, Department of Chemistry and Biotechnology, lecturer

Co-supervisor: Änn Jõgi, National Institute for Health Development, project manager

Study program: Applied Chemistry, Food and Gene Technology; Food Technology

Sisukord

Kasutatud lühendite loetelu.....	6
Sissejuhatus.....	7
1. Kirjanduse ülevaade	8
1.1 Päevane rasvade ja rasvhapete tarbimine ning tähtsus toitumises	8
1.2 Rasva üle- ja alatarbimise tagajärjed	10
1.2.1 Alatarbimise tagajärjed	10
1.2.2 Ületarbimise tagajärjed.....	10
1.3 Praadimise protsess	10
1.3.1 Soojusülekanne	11
1.3.2 Massiülekanne.....	11
1.3.3 Vee aurustumine	12
1.3.4 Rasva imendumine	12
1.3.5 Maillardi reaktsioon	13
1.3.6 Praadimise temperatuur ja aeg.....	14
1.3.7 Kasutatavad õlid praadimisel	14
1.3.8 Temperatuuri mõju rasva imendumisel.....	15
1.4 Rasva muutused praadimise ajal.....	16
1.5 Rasva- ja veesisaldus kalades	17
1.6 NutriData toidu koostise andmebaas	17
1.7 Töö eesmärk.....	18
2. Eksperimentaalne osa	19
2.1 Materjalid ja meetodid.....	19
2.1.1 Praadimine	19
2.1.2 Kaalumine.....	20
2.1.3 Kuumtöötluskaos, kulunud õli, rasva imendumise ja keskmiste arvutamine	20
2.1.4 Rasva- ja veesisalduse arvutamine.....	20
2.2 Tulemused ja arutelu.....	22
2.3 Järeldused	28
Kokkuvõte.....	29
Abstract	30
Tänuavaldused	31
Kasutatud kirjandus.....	32

Lisad.....

Lisa 1 – Praetud toitude tüübid ja praadimistingimused

Lisa 2 – Retseptid

Lisa 3 – Töölehte näidis

Lisa 4 – Kalad ja kalatooted enne ja pärast praadimist.....

Kasutatud lühendite loetelu

EuroFIR	Euroopa Toiduinfo Ühendus, (<i>European Food Information Resource</i>);
HDL	kõrge tihedusega lipoproteiinid, HDL-kolesterool, (<i>high density lipoprotein</i>);
LDL	madala tihedusega lipoproteiinid, LDL-kolesterool, (<i>low density lipoprotein</i>);
PEF	impulssselektriväli, (<i>pulsed electric field</i>);
TAI	Tervise Arengu Instituut.

Sissejuhatus

Toitused saab kuumtöödelda eri viisidel: keetmine, praadimine, hautamine. Vanim ja levinum toiduvalmistamisviis on praadimine. See meetod on lihtne, kiire ja kättesaadav (Negara *et al.*, 2021). Praadimine on kiirtoidukohtades ja restoranides üha enam kasutatav toiduvalmistamise viis. Tihti praetakse kartulit, liha, suupisteid (nt *mozzarella*-pulgad, kalmaarirõngad), kala (nt kalapulgad) ja muid toitusid. Praetud toidud on aromaatsed, heade maitse- ja sensoorsete omadustega (Negara *et al.*, 2021). Paneerimine on laialt levinud meetod, mida kasutatakse enne praadimist viimase etapina. Paneeritud toidud on krõbedad ja toidu keskosa jääb mahlakaks ja pehmeks (Mesias, Delgado-Andrade ja Morales, 2020).

Tasakaalustatud toitumise üheks osaks on kala ja kalatooted. Kala on toitev ja hea loomsete valkude allikas (Mohanty, 2015). Kalatooted sisaldavad vett, valke, rasvu, mineraalaineid, sh kaltsiumi, fosforit, lisaks A- ja D-vitamiini ning B-grupi vitamiine (Abraha *et al.*, 2018).

Toiduks tarbitavad kalad on erineva suurusega ja seetõttu on ka nende filee erineva paksusega. Kalad sisaldavad 100 g kohta erinevas vahekorras vett ja rasvu. Töö eesmärgiks on uurida, kui palju rasva praadimisel paneeringusse imendub ja kas paneeritud kala praadimisel imenduva rasva kogus on mõjutatud kala vee ja rasva sisaldusest.

Eesti riiklikust toidu koostise andmebaasist NutriData valiti välja üheksa erinevat paneeritud ja praetud kala retsepti ja lisaks osteti neli külmutatud ja paneeritud toodet. Eesmärgi saavutamiseks viidi läbi eksperimentaalne töö, mille käigus paneeriti, kaaluti ja praeti kalad. Eksperimentaalse osa tulemuste põhjal täiendatakse NutriData toidu koostise andmebaaside retsepte.

Kirjanduse ülevaates on kirjeldatud rasvade ja rasvhapete tähtsust toitumises ning rasvade ala- ja ületarbimise tagajärgi. Lisaks on kirjeldatud praadimise protsessi. Eksperimentaalne osa koosneb kolmest osast: materjalid ja meetodid, tulemused ja arutelu ning järeldused. Materjalide ja meetodite peatükis on kirjeldatud tehtud katseid ja tulemuste arvutusi, tulemuste ja arutelu osas on toodud andmete analüüsi tulemused ja võrreldud neid kirjandusega ning järelduste osas on kirjas tähtsamad järeldused. Kokkuvõtte peatükis on toodud töö olulisemad tulemused. Bakalaureusetöös on esitatud 9 joonist ning 6 tabelit, töö on 4 lisa.

Töö käigus selgus, et kala rasvasisaldus mõjutab rasva imendumist paneeritud kala praadimisel, samas kala veesisalduse mõju rasva imendumisele ei õnnestunud välja selgitada. Töö käigus leiti ka, et rasva imendumist mõjutab kala suurus ja kuju ning kas kala on eelnevalt külmutatud.

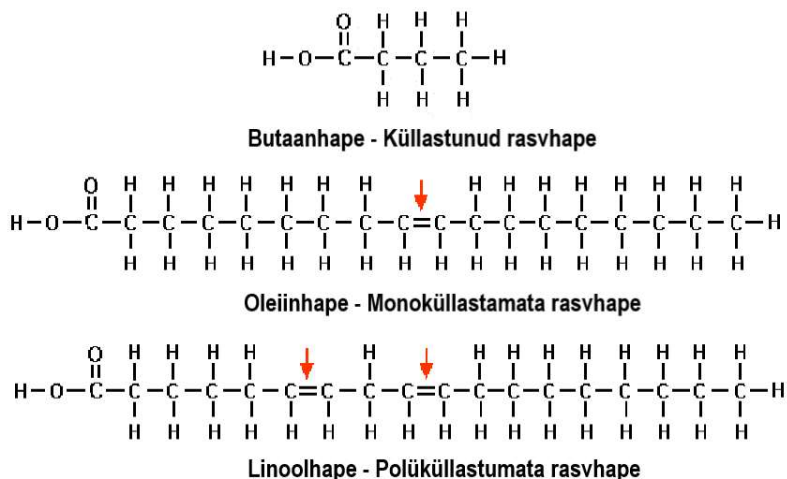
1. Kirjanduse ülevaade

1.1 Päevane rasvade ja rasvhapete tarbimine ning tähtsus toitumises

Rasvad on keemilised ühendid, mis koosnevad ühest glütserooli ja kolmest rasvhappe jäägist (Pitsi *et al.*, 2015). Rasvad on alati olnud inimeste toitumise oluline osa, kuna rasv on inimesele energiaallikaks (Stauffer, 1996; Pitsi *et al.*, 2015).

Rasvad on enamiku toitude koostises. Rasvarikkad toidud on taimeõlid; margariinid ja võid; pähklid ja seemned; majoneesid; tursa-, pardi-, ja hanemaks; sea-, veise-, hane-, kana- ja kookosrasv; kookoshelbed ja peekon. Rasvu ei saada järgmistest toitudest: karastusjoogid (sh kali, limonaad), teed ja jääteed, morsid, mahlaajoogid ja -kontsentraadid, vesi ja mineraalveed, maitseveed; mõned puu- ja köögiviljad (nt õun, hurmaa, pirn ja pomelo); mesi, suhkur ja sool; puuviljanektarid; moosid, apelsinimarmelaadid, karamellkommid ning tomatipastad (NutriData, 2021). Kuna rasvad annavad energiat 9 kilokalorit grammi kohta, mängivad nad toidus olulist rolli (Stauffer, 1996). Rasvad on kudede struktuurielemendid, mis sisalduvad rakumembraanide ja rakusiseste moodustiste koostises. Närvikoes sisaldub kuni 25% rasva ning rakumembraanides kuni 40% (Subbotina, 2009).

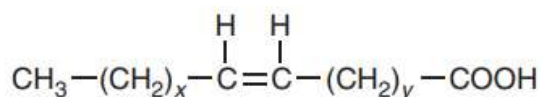
Rasvhapped jagunevad kaheks: küllastumata ja küllastunud rasvhapped (Banik ja Hossain, 2014). Rasvhappeid, millel pole kaksiksidet, nimetatakse küllastunud rasvhapeteks. Kaksiksidemetega rasvhappeid nimetatakse küllastumata rasvhapeteks. Küllastumata rasvhappeid, mis sisaldavad kaht või enam kaksiksidet, nimetatakse polüküllastumata rasvhapeteks (Gladyshev, 2012). Ühe kaksiksidemega rasvhappeid nimetatakse monoküllastumata rasvhapeteks (Schwingshackl ja Hoffmann, 2012). Nende struktuursed erinevused on toodud joonisel 1.



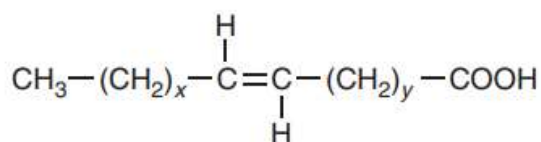
Joonis 1. Küllastunud, monoküllastumata ja polüküllastumata rasvhapete struktuurid (Mukumbo ja Muchenje, 2016).

Kaks tuntumat ja organismi jaoks asendamatu polüküllastumata rasvhapet on oomega-3-rasvhapete hulka kuuluv alfa-linoleehape ja oomega-6-rasvhapete hulka kuuluv linoolhape. Need rasvhapped on organismile olulised, kuna neil on meie kehas erinev juhtroll ja neid saadakse vaid toidust. Toiduga rohkesti saadud küllastunud rasvhapped tõstavad suure tõenäosusega veres madala tihedusega lipoproteiinide ehk LDL-kolesterooli taset (Banik ja Hossain, 2014).

Mõnikord võib rasvade koostises leiduda ka transrasvhappeid. Transrasvhapped kuuluvad küllastumata rasvhapete rühma, millel on kaks või enam kaksiksidet trans-konfiguratsioonis (joonis 2) (Sadler, 1998). Neid leidub vähesel määral looduslikult nt lihas ja piimas või neist valmistatud toodetes (Pitsi *et al.*, 2015). Neid võib tekkida ka vedelate taimeõlide osalisel hüdrogeenimisel, saades neist tahkeid taimseid rasvu (Nakaznyy, 2016). Euroopa Liidus vastu võetud regulatsioon tagab, et tööstuslikult töödeldud toidus ei ole neid organismile kahjulikus koguses, kui kogu rasvade tarbimine jääb soovitude piiridesse (Euroopa Liidu Teataja, 2019).



cis-konfiguratsioon



trans-konfiguratsioon

Joonis 2. Küllastumata rasvhapped cis- ja trans-konfiguratsioonis (Sadler, 1998).

Tabelis 1 on välja toodud rasvade ja rasvhapete päevased soovituskogused lastele ja täiskasvanutele. Ühik %E tähendab protsenti soovituslikust energiast ehk toiduenergiast (Pitsi *et al.*, 2015).

Tabel 1. Rasvade päevane %E soovituslik tarbimine alla 2 aasta vanustele lastele, üle 2 aasta vanustele lastele ning täiskasvanutele (Pitsi *et al.*, 2015).

	6,1 – 11,9 kuud	12 – 23,9 kuud	Keskmine soovitus üle 2 aasta vanustele lastele ja täiskasvanutele
Rasvad, sh	30 – 45%E	30 – 40%E	25 – 35%E
Küllastunud rasvhapped		max 10%E	max 10%E
Monoküllastumata rasvhapped	10 – 25%E	10 – 20%E	10 – 20%E
Polüküllastumata rasvhapped, sh	5 – 10%E	5 – 10%E	5 – 10%E
Oomega-3-rasvhapped	min 1%E	min 1%E	min 1%E
Transrasvhapped	Võimalikult vähe	Võimalikult vähe	Võimalikult vähe

Rasvades on lahustunud A-, D-, E- ja K-vitamiinid, mistõttu rasvad on rasvlahustuvate vitamiinide allikad, need omakorda kontrollivad kolesteroolitaset; rasvad on terve naha ja juuste toetajad ning termoregulaatorid, mis kaitsevad südant, maksa ja teisi elutähtsaid organeid (Banik ja Hossain, 2014).

Mono- ja polüküllastumata rasvhapete funktsioonid:

- oomega-3-rasvhapped mõjuvad hästi loote arengule, hoiavad ja tugevdavad inimese tervist kogu tema elu jooksul (Banik ja Hossain, 2014);
- oomega-6-rasvhapped aitavad kaasa aju ja südametegevuse arengule, samuti inimese normaalsele kasvule ja arengule (Banik ja Hossain, 2014);
- nii mono- kui ka polüküllastumata rasvhapped aitavad alandada LDL-kolesterooli taset ja südamehaiguste riski (Banik ja Hossain, 2014);
- polüküllastumata rasvhapped aitavad reguleerida rakkude ainevahetust ja parandada vererõhku; mõjutada kolesterooli metabolismi; ja osaleda ka B-grupi vitamiinide ainevahetuses (Subbotina, 2009);
- oomega-3-rasvhapped on väga olulised laste kesknärvisüsteemi toimimisel. Tänu neurotransmissiooni modulatsioonile loovad polüküllastumata rasvhapped sensoorsete ja motoorsete funktsioonide õige arengu (Zahharova ja Surkova, 2009).

1.2 Rasva üle- ja alatarbimise tagajärjed

1.2.1 Alatarbimise tagajärjed

Kui inimese toidus pole pikka aega rasvu, põhjustab see kehas väga tõsiseid häireid. Inimorganism kaotab sel ajal hulga A-, D-, E- ja K- vitamiine ning tekib asendamatute rasvhapete defitsiit (Boyarintsev ja Evseev, 2017). Väga madala rasvasisaldusega dieetid toovad kaasa kõrgema trigütserooli ja madalama kõrge tihedusega lipoproteiini (HDL-kolesterooli) taseme veres. Madala rasvasisaldusega dieeti pidaval inimesel avaldab kaalulangus kahjulikku mõju tema plasma lipiidide tasemele (Lichtenstein ja Linda, 1998).

1.2.2 Ületarbimise tagajärjed

Rasvarikas dieet võib põhjustada rasvumist ja insuliinitundlikkust (Coelho *et al.*, 2011). Liigne rasv võib põhjustada rinna- ja pärasoolevähki (Bulavintseva ja Yegorova, 2013). Rasvade ületarbimise tõttu võivad tekkida sapikivid ning südamehaigused (Institute of Medicine (US) Committee on Diet and Health, 1992). Samuti, kui inimene tarbib suures koguses rasvu, on näha rasvade suurt kogunemist veres, maksas ja teistes elundites ja kudedes. Veri muutub viskoosseks, mis soodustab ateroskleroosi arengut. Liigne rasv põhjustab seedetrakti töö aeglustumist, ainevahetushäirete tagajärjel suureneb kaltsiumi- ning magneesiumisoolade vabanemine, mis põhjustab rasvumist (Subbotina, 2009).

1.3 Praadimise protsess

Praadimine on populaarne toiduvalmistamisviis, mida on kasutatud pikka aega (Yamsaengsung ja Saibandith, 2020). Praadimisel muutub toit isuäratavaks ja maitsvaks, kuumtöötlemisel hävivad mikroorganismid ja ensüümid, mikroorganismide vähenemise tõttu paraneb toidu ohutus. Samuti vähendab praadimine vee aktiivsust toote pinnal või kogu tootes (Oreopoulou, Krokida ja Marinos-Kouris, 2015).

Toidu praadimisel kasutatakse näiteks õlisid, võid, margariini, sea- või kookosrasva. Ühtegi õli ei tohi kuumutada suitsemispunktini (Pitsi *et al.*, 2015). Kui toodet on vaja praadida, siis on soovitatav

kasutada mitterakkuva pinnakattega panni. Pannil praadimisel on väga oluline, et pann oleks hästi kuumenenud (Bock ja Flores, 2011). Panni paks põhi on oluline, sest see ei lase toidul kõrbedada ja tagab ühtlase küpsemise. Kui toodet praadimise ajal pidevalt või perioodiliselt keerata, aitab see ära hoida toote külgede üleküpsemist. Pärast praadimist tuleks pann pesta, põhjalikult loputada ja kuivatada (Boskou ja Andrikopoulos, 2011).

Praadimise protsess koosneb neljast etapist (Oreopoulou, Krokida ja Marinos-Kouris, 2015):

1. Esialgne kuumutamine (*initial heating*). Kui toode pannakse kuuma õli sisse, siis toimub lühikese aja jooksul soojusülekanne õli ja toote vahel loomulikult teel. Vee aurustumist selles etapis ei toimu.
2. Vee keemine toote välispinnal (*surface boiling*). Selles etapis toimub vee aurustumine. Vesi aurustub, läheb toidu pinnalt õlisse ja õli, vastupidi, tungib tootesse. See protsess on praadimisel selgelt nähtav, õlis ja toote ümber tekivad mullid. Kui toidule hakkab tekkima koorik, tähendab see, et veeaur on eemaldunud ja toidu pind hakkab kuivama.
3. Soojusülekanne langev määr (*falling rate*). Toote sees tõuseb temperatuur vedeliku keemistemperatuurini ning seetõttu väljub tootest üha rohkem sisemist niiskust. Kui praadimisel tekkiv koorik muutub paksemaks, väheneb toote soojusülekanne kiirus.
4. Mullide moodustumise lõpp-punkt (*bubble end point*). Praadimise viimases etapis on täheldatud, et toidust väljuvate mullide arv väheneb. See näitab, et toote sees on jääniiskus vähenenud. Toit on valmis ja selle saab pannilt eemaldada. Õigel ajal pannilt eemaldatud toit on mahlasem ja maitsvam, mis omakorda muudab närimise ja seedimise lihtsamaks.

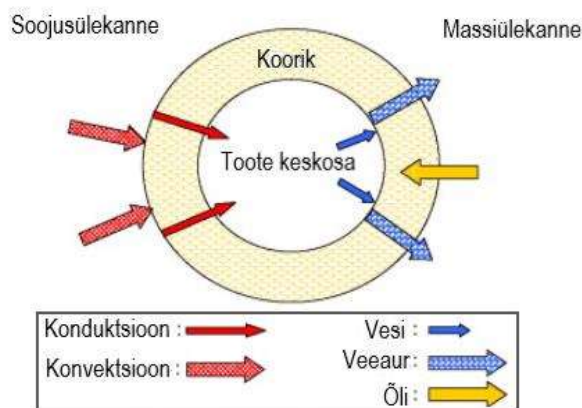
Kasutatakse: frittimine, pannil praadimine, vaakumpraadimine ja kuuma õhuga frittimine, millest kasutatakse nii toiduainetööstuses kui ka köögis kõige sagedamini vaid kaht meetodit: frittimine ja pannil praadimine (Zeb, 2019). Frittimine on toiduainetööstuses levinud meetod suupistete ja kartulikrõpsude valmistamiseks. Pannil praadimine hõlmab väikese koguse õli või rasva kasutamist pannil (Oreopoulou, Krokida ja Marinos-Kouris, 2015).

1.3.1 Soojusülekanne

Praadimise käigus toimub nii soojus- kui ka massiülekanne, tootest väljub vesi ja rasv imendub tootesse (joonis 3). Praadimisel toimub kuumutatud rasvalt külmade toiduainete pinnale konvektsioon ja kuumutatud õli juhatakse pinnalt praetud tootesse. Vesi hakkab toidust aurustuma ja kiire aurustumise tõttu tekitab aur turbulentsi. Kui suur hulk aurumulle ei pääse tootest välja, moodustavad need pinnale kooriku, mis piirab soojusülekannet (Xu *et al.*, 2020).

1.3.2 Massiülekanne

Praadimise protsessis tähendab massiülekanne vee aurustumist tootest rasva, samuti rasva imendumist tootesse. Varasemad uuringud on näidanud, et impulsslektriväljaga (PEF) töödeldud taimse toidu massiülekanne paraneb võrreldes toiduainetega, mis ei ole PEF-iga töödeldud. PEF-iga töödeldud toidud soodustavad vee hajumist taimsetest toiduainetest, mis omakorda soodustab kiiremat toiduvalmistamist (Xu *et al.*, 2020).



Joonis 3. Soojus- ja massiülekanne (Bouchon, 2009).

Massiülekannet mõjutavad järgmised tegurid (Oreopoulou, Krokida ja Marinos-Kouris, 2015):

- õli temperatuur ja kvaliteet;
- praadimise aeg;
- toote omadused (kaal, kuju);
- valitud praadimismeetod.

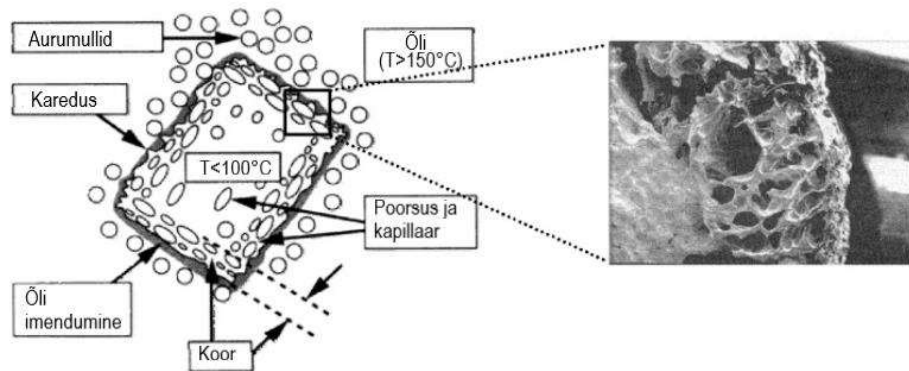
1.3.3 Vee aurustumine

Kui kuumtöötlemata toote valmistamist alustatakse kuumutatud õlis, kuumeneb toote pind kiiresti ja ülemises kihis olev vesi aurustub. Kuid vee liikumine faaside vahelisest piirkonnast on rohkem takistatud. Praetava toidu koostises on valgud ja süsivesikud, mis on hüdrofiilsemad kui õlid. Seega on veeaurul raske liikuda hüdrofiilselt pinnalt hüdrofoobsemasse massi. Praadimise algfaasis on rasva ja toote vahel õhuke aurukiht. Kuna auru soojusjuhtivus on palju madalam kui toidus sisalduval rasval või vedelal veel, on aur osaline isolaator. Füüsikaliste omaduste järgi on aurukiht ebastabiilne ja väikeste koguste kaupa rasva sattudes tungib pinnale ja aurustub. Tänu sellele annab rasv toidu pinnaga kokku puutudes rohkem soojusenergiat, võimaldades toiduvalmistamise protsessil jätkuda. Aurukihi ebastabiilsust suurendavad nii toidu enda pinnal olevad komponendid kui ka rasvast endast pärinevad rasvhapped ja oksüdeerunud rasv (Stauffer, 1996).

1.3.4 Rasva imendumine

Toidu praadimisel eraldub vesi ja imendub rasv. Praadimisel kandub kuumus toidule, soojendades seeläbi toodet kiiresti. Soojus kandub tootele, pinnal olev vesi hakkab keema. Vastavalt sellele langeb praadimisel õli temperatuur ja toidus tõuseb temperatuur aeglaselt 100°C-ni (Dobarganes, Márquez-Ruiz ja Velasco, 2000). Praadimise protsess on näidatud joonisel 4.

Toote praadimisel on oluline temperatuur ja aeg. Need mõjuvad veekaole ja rasvade imendumisele. Mida kõrgem on temperatuur, seda väiksem on rasva imendumine pinnale ja vastupidi – liigne rasva imendumine viitab madalale praadimise temperatuurile. Need kaks tegurit on olulised toote valmistamiseks ja samas kvaliteedi saavutamiseks (Dobarganes, Márquez-Ruiz ja Velasco, 2000). Toidust aurustuv vesi jätab toote pinnale tühja ruumi, kuhu siseneb õhuke rasvakiht. Seetõttu sisaldab pannilt võetud toit märkimisväärses koguses sinna imendunud rasva (Stauffer, 1996).



Joonis 4. Toote ristlõige frittimise ajal (vasakul). Skaneeriva elektronmikroskoobiga saadud praekartuli koore ristlõige (paremal) (Mellema, 2003).

Pannil oleva õli kvaliteet on kvaliteetse toote jaoks väga oluline (Stauffer, 1996). Praadimisel kasutatava õli kvaliteedi määravad järgmised parameetrid: polaarse ühendite koguarv, polümeeride summaarne sisaldus, vabad rasvhapped, happearv ja viskoossus (Kalogianni *et al.*, 2017). Kvaliteetse õli maksimaalne niiskusesisaldus on 0,2%, värvus hele, lõhn mahe ning õli suitsemispunkt on rafineerimata õlide puhul madal, aga rafineeritud õlidel kõrge (Brinkmann, 2000; Negash *et al.*, 2019). Söörikutes ja praesnäkkides pehmenneb imendunud rasv toodet. Enamasti mõjutab õli maitse toote maitset. Kui rasv ei ole täielikult stabiilne või küpsetamisel ei järgitud õli õige kasutamise reegleid, siis toidu pinna värvus tumeneb ning tootel on kõrvalisi maitseid ja lõhnu. Rasva imendumise määravad praadimistemperatuur ning pindaktiivsete ainete, mis seovad vett toidus, kontsentratsioon (Stauffer, 1996).

Rasva imendumist tootesse mõjutavad lisaks kolm tegurit: toote suurus, kuju ja pind. Mida õhem toode, seda rohkem rasva imendub (Negara *et al.*, 2021). Pidev ja kiire vee aurustumine põhjustab struktuurseid muutusi, nagu toote pinna kuivatamine ja poorse struktuuri teke (Lumanlan, Fernando ja Jayasena, 2020).

Rasva imendumist mõjutab ka eelkeetmine enne praadimist. Rasva imendumise vähendamiseks on vaja toodet eelnevalt kuivatada (Negara *et al.*, 2021). Toote niiskusesisaldus ja niiskuse vabanemine sõltuvad imendunud rasva hulgast. Väikese koguse rasvade imendumist takistab niiskus, mis vabaneb valkude denatureerimisel. Kartuli praadimisel imendub rasv sõltuvalt sellest, kas kartul on eeltöödeldud või mitte. Eelküpsutatud kartul imab rohkem rasva tänu tärklises seotavale niiskusele. Tooresse kartulisse imendub rasva koguseliselt vähem. Rasva imendumise kogus sõltub veel tükeldatud kartuli kujust (Vasyukova, Slavyansky ja Kulikov, 2015). Suures koguses rasva sisaldavad kuumtöötlemata tooted ei ima praadimisel rasva, vaid vastupidi – need eraldavad enda koostises olevat rasva õlisse (Boskou, 2010).

1.3.5 Maillardi reaktsioon

Toidu töötlemisel või säilitamisel toimub keeruline keemiline reaktsioon, mida nimetatakse Maillardi reaktsiooniks. Maillardi reaktsioon mõjutab toidu kvaliteeti ja sellest toitainete omastamist (Rizzi, 1998). Maillardi reaktsiooni käigus tekib praetud toitudele kuldne värvus. Peamistes reaktsioonides osalevad ka lipiidide oksüdatsiooniproduktid. Reaktiivsed oksüdatsiooniproduktid on aldehüüdid, epoksiidid, hüdroksüketoonid ja dikarbonüülühendid, mis reageerivad aminohapetega (Boskou, 2010).

Praadimise alguses moodustavad polüsahhariidid tiheda kile ja seejärel annavad nad krõbeda kooriku. Kiudainete ja resistentse tärklise kogus võib reaktsiooni käigus muutuda, kuid mitte palju. Karamelliseerumise, Maillard'i reaktsiooni või fenoolsete ühendite ja terpeenide oksüdatsiooni tulemusena tekivad maitseühendid. Praadimise käigus tekib erinevaid lõhna- ja maitseühendeid, sealhulgas furaani ja pürrooli tuletised ning pürasiinid, tioolid, sulfiidid, aldehüüdid; fenooli oksüdeerumisel tekivad aromaatsed ühendid (Boskou, 2010).

1.3.6 Praadimise temperatuur ja aeg

Praadimise õige kestus on oluline, et toode saaks piisavalt soojust. See on vajalik mikroorganismide hävitamiseks ja kvaliteetse praetud toote saamiseks. Tuleb märkida, et praadimise aeg sõltub toote tüübist, kujust ja paksusest, õli temperatuurist ja praadimisviisist. Enne praadimist tuleb valida õige praadimise temperatuur. See aitab kaasa toote maitseomaduste muutumisele ja valmistamise kiiruse muutumisele. Kõrge temperatuur lühendab praadimisega ja säästab küpsetusaega, kuid see mõjutab õli maitset. Kõrgematel temperatuuridel võib esineda ka õlikadu aerosooli moodustumise tõttu (Fellows, 2009).

Pannil praadimine on tavapärane igapäevane toiduvalmistamise viis (Pokorný ja Schmidt, 2010). Toote pind puutub kokku rasvaga, mida kuumutatakse 150 – 160°C (Ratushnyy *et al.*, 2003). Pannil praadides tasuks vastavalt õli tüübile reguleerida temperatuuri. Suure polüküllastumata rasvhapete sisaldusega õlidega (nt rohkelt kasutatavad päevalille-, maisiõlid) praadimisel ei tohiks temperatuur tõusta üle 160°C ja oliivi- ja rapsiõlid, milles on rohkelt monoküllastumata rasvhappeid või palmiõli, milles on palju küllastunud rasvhappeid, ei tohiks temperatuur praadimisel tõusta üle 175°C (Boskou ja Andrikopoulos, 2011).

Frittimise temperatuur on vahemikus 177 kuni 191°C. Akrüülamiidi tekke vältimiseks piisavalt kuivades toodetes valitakse praadimiseks madal temperatuur (140 – 180°C), õli madal viskoossus sellel temperatuuril soodustab suure koguse rasva imendumist, mis muudab toote pinna õliseks (Schiffmann, 2016).

Lisas 1 on toodud praetud toitade tüübid ning tüüpidele sobivad praadimise temperatuurid ja ajad.

1.3.7 Kasutatavad õlid praadimisel

Õlide sulamistemperatuur on äärmiselt oluline, kuna see määrab, kuidas õli tuleks säilitada ja mõjutab toodete maitseomadusi (Fellows, 2009). Rasvhappe tüüp ja nende süsinikahela pikkus mõjutavad sulamistemperatuuri. Sulamistemperatuuril muutuvad õlid vedelaks. Mida kõrgem on sulamistemperatuur, seda tõenäolisemalt on rasv toatemperatuuril tahke. Pika ahelaga rasvhapetel, näiteks küllastunud rasvhapetel, mis sisaldavad 12 – 22 süsinikuaatomit, on kõrge sulamistemperatuur (Mellinger ja Reed, 2019; WHO, 2019). Küllastumata rasvhappeid nimetatakse ka cis-küllastumata (joonis 2), kuna neil on kõverad ahelad. Mida rohkem on molekulis kõverusi, seda madalam on sulamistemperatuur (WHO, 2019).

Suitsemispunkt on temperatuur, mille juures rasv laguneb (keemiliselt) glütserooliks ja vabadeks rasvhapeteks, tekitades sinaka suitsu (Fullana, Carbonell-Barrachina ja Sidhu, 2004; Mishra ja Manchanda, 2012). Kõrge suitsemispunktiga õli sobib praadimiseks paremini (Fullana, Carbonell-Barrachina ja Sidhu, 2004). Kui madala suitsemispunktiga õli üle kuumutada, tekivad selle tulemusena kahjulikud vabad radikaalid, mis kahjustavad inimese rakke ja põhjustavad tõsiseid

haigusi, nagu vähk ja südame-veresoonkonnahaigused (Sarwar, Vunguturi ja Aneesa, 2016). Õlide suitsemispunkti ei tohiks ületada, sest laguproduktid, nagu aldehüüdid, ketoonid, põhjustavad ka ebameeldiva järelmaitse (Stodtko ja Dahl, 2021). Praadimisaja kestvus selleks, et saada tootel soovitatav pinnavärvus, krõbedus ja maitseomadused, sõltub õli temperatuurist (Oreopoulou, Krokida ja Marinos-Kouris, 2015).

Tabelis 2 on toodud levinumate praadimisõlide suitsemispunktid, kus on näha, et rafineeritud praadimisõlidel on suitsemispunktid kõrgemad võrreldes rafineerimata õlidega.

Tabel 2. Praadimisõlide tüübid ja nende suitsemispunktid (Fellows, 2009).

Õli	Suitsemispunkt (°C)	
	Rafineerimata	Rafineeritud
Kookosõli	177	-
Puuvillaõli	-	216
Maapähkliõli	160	232
Maisiõli	160	232
Oliiviõli (Extra virgin)	160	242
Rapsiõli	107	204
Palmiõli	-	230
Palmiolein	-	232
Saflooriõli	107	232 – 266
Sojaõli	160	232 – 257
Päevalilleõli	107	232

Õli peab praadimisel vastama järgmistele kriteeriumidele (Fellows, 2009):

- olema pikaajalisel praadimisel stabiilne;
- olema vastupidav oksüdatsioonile nii toote praadimisel kui ka säilitamisel;
- ei tohiks moodustada vahtu;
- olema madala viskoossusega;
- olema maheda maitsega;
- omama kõrget suitsemispunkti;
- olema eelarvesõbralik.

Palmiõlil on kõrge oksüdatsioonikindlus ja hea maitsestabiilsus, mis tagab toote pika vastupidavuse praadimisel ja säilivusajal. Aga palmiõli on suurema küllastunud rasvhapete sisaldusega. Kõrge küllastumata rasvhapete sisaldusega õlide hulka kuuluvad rapsiõli (rapsiseemned) ning kõrge oleiinisaldusega päevalille- ja sojaõlid. Nad on vastuvõtlikumad oksüdeerumisele ja kõrvalmaitsete tekkele. Tootjad ja toitlustusasutused kasutavad üha enam küllastumata õlisid (Fellows, 2009).

1.3.8 Temperatuuri mõju rasva imendumisel

Optimaalsel temperatuuril õigesti praetud toidud on kuldpruunid, krõbedad ja sisaldavad piisavalt õli. Kui toode on läbi küpsemata ehk on praetud madalal temperatuuril (140 – 180°C), siis tal on servad heledad või kergelt pruunid, mistõttu jääb toote keskosa tooreks. See viitab sellele, et rasva imendumine oli vähene. Pooltoorestel toodetel puudub soovitud maitse, isuäratav värvus ja krõbe

tekstuur. Kõrgel temperatuuril (üle 200°C) ja pikka aega üleküpsenud toodetel on toote pind tumenenud ja kõvastunud ning toode sisaldab suures koguses imendunud õli (Choe ja Min, 2007).

1.4 Rasva muutused praadimise ajal

Rasv puutub praadimise ajal kokku kõrgete temperatuuridega õhu ja niiskuse juuresolekul. Nendel tingimustel toimub kolm peamist reaktsiooni: oksüdatsioon, polümerisatsioon ja hüdroolüüs (Sanli, Canakci ja Alptekin, 2011).

- Oksüdatsioon
Küllastumata rasvhapetele hapniku lisamise protsessi nimetatakse oksüdatsiooniks. Oksüdatsiooni käigus tekivad mitmesugused polaarsed ühendid, nagu ketoonid ja aldehüüdid. Kõik need ühendid muudavad praadimise omadusi, kuna neil on pinnaaktiivsus. Ühelt poolt reageerivad aldehüüdid ja ketoonid valkudega, teiselt poolt soodustavad kooriku teket (Stauffer, 1996). Lisaks muutub rasv tumedamaks. Oksüdeerumist kiirendab kõrge temperatuur toidu praadimisel (Obayyen, 2007).
- Polümerisatsioon
Polümerisatsioon on reaktsioon, mis ühendab mitu triglütserooli molekuli, moodustades ruumilise polümeeri. Kuumutamine kiirendab polümerisatsiooniprotsessi ja rasv muutub viskoossemaks, kuid selle võime soojust üle kanda väheneb. Madala soojusülekanne korral suureneb rasvade imendumine ja polümerisatsioonireaktsioon jätkub kuni vahu moodustumiseni. Vahutamise tekib seetõttu, et kuumutatud toidust ei eraldu enam niiskust ja niiskus jääb kuumutatud toidu sisse (Obayyen, 2007).
- Hüdroolüüs
Kuumutamisel kiirendab tootes olev niiskus rasva lagunemist. Hüdroolüüsi käigus tekivad vabad rasvhapped, mono- ja diglütseriidid ning glütserool, mille tõttu tekib tootele ebameeldiv maitse, suits, suureneb rasvade imendumine ning õli värvus muutub tumedamaks (Obayyen, 2007). Enamasti toimub hüdroolüüs rasvases keskkonnas. Hüdroolüüs ilmneb nii lühikeste ja küllastumata kui ka pikkade ja küllastunud rasvhapetega õlis. Lühikesed ja küllastumata rasvhapped lahustuvad vees paremini kui pikad ja küllastunud rasvhapped. Suur kogus vett küpsetatud toidus hüdroolüüsib rasva kiiremini. Värske õli sagedane asendamine praadimise ajal aeglustab hüdroolüüsi (Choe ja Min, 2007).

Füüsikalised protsessid on seotud (Pokorný ja Dostálová, 2011):

- vee eraldumisega, eriti praetud toidu pinnakihist (valgud denatureerivad kuumutamisel);
- rasva migreerumisega praetud toidu sisse ja tagasi;
- muude ainete ülekandumisega praetud toidust, näiteks eeterlikud õlid või lenduvad ained.

Karotenoidid, klorofüll ja gossüpol on pigmendid, mida leidub rasvas. Nad hävivad kuumutamisel kergesti, mistõttu rasva kuumutamisel muutub selle värv veidi heledamaks, kuid edasine kuumutamine muudab rasva värvuse tumedamaks (Ratushnyy *et al.*, 2003).

Rasva tumenemisel on mitu põhjust (Ratushnyy *et al.*, 2003):

- rasva saastumine ainetega, mis tekivad praetud toote väikeste osakeste põlemisel;
- Maillardi reaktsioon ja karamelliseerumine. Rafineeritud õlide värvus muutub üsna aeglaselt, kuna neist eemaldatakse tootmisel fosfatiidid ja muud võõrained;
- rasva enda oksüdatsiooniproductide koondumine. On teada, et kaks kõrvuti asetsevat karbonüülrühma (–CO–CO–) põhjustavad ühendites, milles nad sisalduvad, värvuse moodustumist. Ühendid alluvad kergesti kondensatsioonireaktsioonidele, mistõttu toimub värvuse tugevnemine;
- kromogeenide olemasolu mõnes rasvas. Kromogeenid on kergelt värvunud või värvitud ained.

1.5 Rasva- ja veesisaldus kalades

Vesi on peamine koostisosa kalas, mis omab mõju toidu organoleptilistele omadustele, kõlblikkusajale ja mikrobioloogilisele stabiilsusele (Da Silva *et al.*, 2008). Kala veesisaldus on oluline tegur, kuna see määrab, kui palju rasva praadimisel toitu imendub (Moradi *et al.*, 2009). Kalaliik, vanus ja elutingimused mõjutavad rasvasisaldust. Kalaliikide toiteväärtus, energiasisaldus ja maitseomadused sõltuvad kalade rasvasisaldusest (Ivanova, 2003). Kalarasvad sisaldavad polüküllastumata rasvhappeid (eriti oomega-3-rasvhappeid) (Mohanty, 2015). Kuumtöötlemata kala rasvasisaldus on oluline näitaja, kuna ta mõjutab rasva imendumist praadimisel (Sánchez-Muniz, Viejo ja Medina, 1992).

1.6 NutriData toidu koostise andmebaas

NutriData toidu koostise andmebaasis on andmed enam kui 4930 Eestis sageli tarbitava toidu toiteväärtuse kohta. Iga toit sisaldab informatsiooni kuni 68 toitainet kohta. Andmebaasis olevaid andmeid kasutatakse riikliku toitumispoliitika välja töötamisel ja uuringuid tegevate teadusasutuste poolt. Samuti kasutavad toiduainetööstuse esindajad andmebaasi andmeid toiduainete toiteväärtuse arvutamiseks. Igapäevaselt kasutatakse andmeid järgmistes NutriData programmides: toitumisprogramm, toitumisuuringute küsitlusprogramm ning toote arvutus- ja sisestusprogramm. Andmebaasi jaoks kogutakse andmeid Põhja-Euroopa ja teiste riikide andmebaasidest ja toiduainetööstustest. Mõned toitainete väärtused on kogutud retseptiarvutuste põhjal ning tehtud on ka väike hulk toidu koostise analüüse. Tervise Arengu Instituudi (TAI) loodud toiduainete koostise andmebaas valmis 1990ndate aastate keskel, tuginedes Soome Terviseinstituudist saadud Micronutrica menüüanalüüsi programmile. 2009. aastal muudeti andmebaasi vastavalt EuroFIR-i (*European Food Information Resource*) nõuetele ja alustati andmete uuendamiseega vastavalt neile nõuetele. Praegused tootenimetused põhinevad EuroFIR-i juhendil. Toiduainete andmebaasi kasutamine on lihtne, tasuta ja see ei nõua registreerimist (NutriData, 2021).

1.7 Töö eesmärk

Antud töö eesmärgiks on uurida paneeritud kalatoodete praadimisel rasva imendumist paneeringusse.

Töö ülesanneteks on TAI poolt NutriData andmebaasi vajadustest lähtuvalt välja valitud kalade ja kalatoodete ettevalmistus, paneerimissegude valmistamine, toodete paneerimine, praadimine ja imendunud rasva koguse määramine.

2. Eksperimentaalne osa

2.1 Materjalid ja meetodid

Töös kasutati järgmisi kalu: lõhet, siiga, ahvenat, lesta, pangaasiust, räimefileed, räime ja turska, mis osteti erinevatest kauplustest. Siias valmistati kohapeal kalakotletid (lisa 2). Töös kasutati ka valmis kalatooteid – kalapulgad (ESVA), kalafilee pulgad Silver, (ESVA), tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) ja lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND). Praadimiseks kasutati rapsiõli (OLIVIA).

Materjalide ettevalmistus tööks

Kalade paneeringu valmistamiseks ja kalakotlettide valmistamiseks kasutati NutriData andmebaasi retsepte ja valmistusõpetusi, mis on toodud lisa 2. Töös kasutatavad kalatooted on toodud tabelis 3, kus on esitatud tooted koos andmebaasi koodiga.

Tabel 3. Ettevalmistatud kalatooted.

Toote kood	Toote nimi
71130	Lõhe, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga*
71650	Siig, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga*
71140	Ahven, paneeritud, praetud, õliga*
85743	Lest, puhastatud, paneeritud, praetud*
7057	Pangaasius, paneeritud, praetud, õliga**
10733	Räimefilee, kartulihelvestega, paneeritud, praetud, õliga*
70020	Räim, luudega, paneeritud, praetud, õliga*
73550	Kalakotlet, paneeritud, praetud, õliga*
10730	Tursk, paneeritud*
85689	Kalapulgad, praetud, õliga***
Andmebaasis puudub	Kalafilee pulgad Silver, (ESVA)***
Andmebaasis puudub	Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)***
Andmebaasis puudub	Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)***

* Värsked kalad

** Sulatatud kalad

*** Külmutatud kalatooted

2.1.1 Praadimine

Praadimiseks kasutati erineva suurusega panne.

Kalad praeti järgmise juhendi alusel:

1. Pannile valamiseks kaaluti tassi sisse umbes 50 g rapsiõli.
2. Valmistati retsepti järgi paneering, kala paneeriti ja kaaluti.
3. Valati õli pannile ning kuumutati.
4. Kuuma õlisse pandi nii retsepti järgi valmistatud paneeritud kala kui ka ostetud külmutatud kalatooted. Kala maitsestati eelnevalt ka vähese koguse soolaga (retseptides ei ole soola).
5. Kala praeti kokku umbes 6-8 minutit keskmisel kuumusel (see oleneb sellest, et mis välimus konkreetsel kalal tekkis), pöörates kala üks kord (3-4 minutit üks pool). Kui kala tükk oli paks, siis praeti seda ka külgedelt. Paneering pidi olema kuldpruun.

6. Valmis kala tõsteti pannilt taldrikule jahtuma sõelaga labida abil, et üleliigne õli saaks tilkuda välja.
7. Oodati 2 minutit, kuni õli on jahtunud.
8. Jahtunud õli valati tassi tagasi ja kaaluti uuesti.
9. Pärast õli kaalumist kaaluti paneeritud kala.
10. Iga kalatoote puhul viidi läbi kaks praadimist ja enne iga praadimist võeti uus rapsiõli.

2.1.2 Kaalumine

Kalaproovi kaalumiseks kasutati tehnilist kaalu Radwag, WLC 6/A2 (0,1 g täpsusega). Enne iga praadimist kaaluti 50 g rapsiõli tassi ja valati õli eelkuumutatud pannile. Toores paneeritud kala kaaluti enne praadimist ja kaks minutit pärast praadimist, et arvutada valmistootesse imendunud rasv 100 g kohta (%) ja kuumtöötluskadu (%). Pannide jahtumise ajal kaaluti kalatükke pärast iga praadimist, et arvutada praadimisel kulunud õli ja valmistootesse jäänud rasv 100 g kohta (%).

2.1.3 Kuumtöötluskao, kulunud õli, rasva imendumise ja keskmiste arvutamine

Kuumtöötluskadu on arvatud vastavalt valemile 1:

$$\text{Kuumtöötluskadu, \%} = 100 - \left(\frac{\text{Toote kaal praetult, g} * 100}{\text{Toote kaal toorelt, g (paneeritud)}} \right) \quad (1)$$

Kulunud õli kogus on arvatud vastavalt valemile 2:

$$\text{Kulunud õli kogus, g} = \text{lisatud õli, g} - \text{alles jäänud õli, g} \quad (2)$$

Imendunud rasva kogus on arvatud vastavalt valemile 3:

$$\text{Valmistootesse jäänud rasv 100g kohta, g} = 100 * \frac{\text{Kulunud õli kogus, g}}{\text{Kalaproovi kaal praetult, g}} \quad (3)$$

Keskmiste arvutamiseks kasutati andmetöötlusprogrammi MS Excel funktsiooni „Average”.

2.1.4 Rasva- ja veesisalduse arvutamine

Tabelis 4 on toodud külmutatud kalatoodete toitumisalane teave, mis pärineb toodete pakenditelt.

Tabel 4. Koostisosade sisaldus külmutatud kalatoodetes.

Külmutatud kalatooted	Toiteväärtus 100 g kohta				
	Energia	Rasvad	Süsivesikud	Valgud	Sool
		millest küllastunud rasvhappeid	millest suhkrud		
Kalafilee-pulgad Silver, (ESVA)	756 kJ/180 kcal	7,5 g	15 g	12,5 g	1 g
		0,7 g	1,71 g		
Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)	734 kJ/175 kcal	7,2 g	16 g	12 g	0,55 g
		0,6 g	3,4 g		
Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)	842 kJ/201 kcal	9,7 g	17 g	11 g	0,91 g
		0,8 g	0,3 g		

Tabeli 4 andmete põhjal on arvatud rasva- ja veesisalduse kogus külmutatud kalatoodes vastavalt valemile 4:

$$Veesisaldus\ tootes = 100 - rasvad - süsivesikud - valgud - sool \quad (4)$$

Tabelis 5 on välja toodud rasva- ja veesisaldus uuritavates kalades ja kalatoodetes 100 grammi kohta.

Tabel 5. Rasva- ja veesisaldus uuritavates kalatoodetes.

Koodid	Toote nimi	Rasvasisaldus, g/ 100 g	Veesisaldus, g/ 100g
	Kala, toores		
7191	Lõhe (kasvandusest)*	16	62,4
7380	Räim*	6,6	76,2
7000	Räim, puhastamata*	3,8	44,8
7170	Siig*	2,3	76,1
7210	Lest*	2,2	78,5
7054	Pangaasius*	1,6	82,4
7140	Ahven*	0,6	78,6
8515	Tursk*	0,5	80,2
	Kalaroad		
73550	Kalakotlet, paneeritud, praetud, õliga*	10,5	66,3
	Külmutatud kalatooted		
8506	Kalapulgad, külmutatud*	9,0	61,8
	Kalafilee pulgad Silver, (ESVA)**	7,5	64
	Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)**	7,2	64,3
	Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)**	9,7	61,4

* Andmed on võetud NutriData toidu koostise andmebaasist.

** Ostetud külmutatud kalatooted, mille veesisaldus on välja arvatud (valem 4) ja on hinnangulised.

2.2 Tulemused ja arutelu

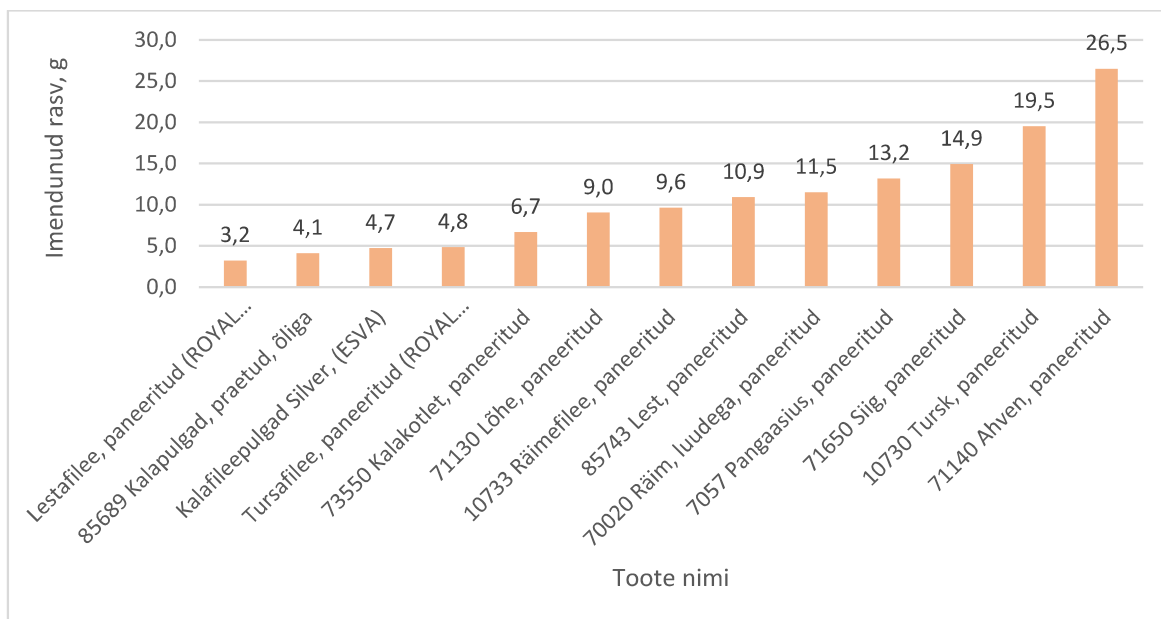
Tabelis 6 on toodud kalade praadimisel saadud ja vastavalt valemitele 1,2,3 arvatud tulemused, mis on aluseks edaspidisele arutelule.

Lisas 4 on toodud fotod kaladest kuumtöötlemata ja praetud kujul.

Tabel 6. Praadimisel saadud ja vastavalt valemitele 1, 2 ja 3 arvutatud tulemused.

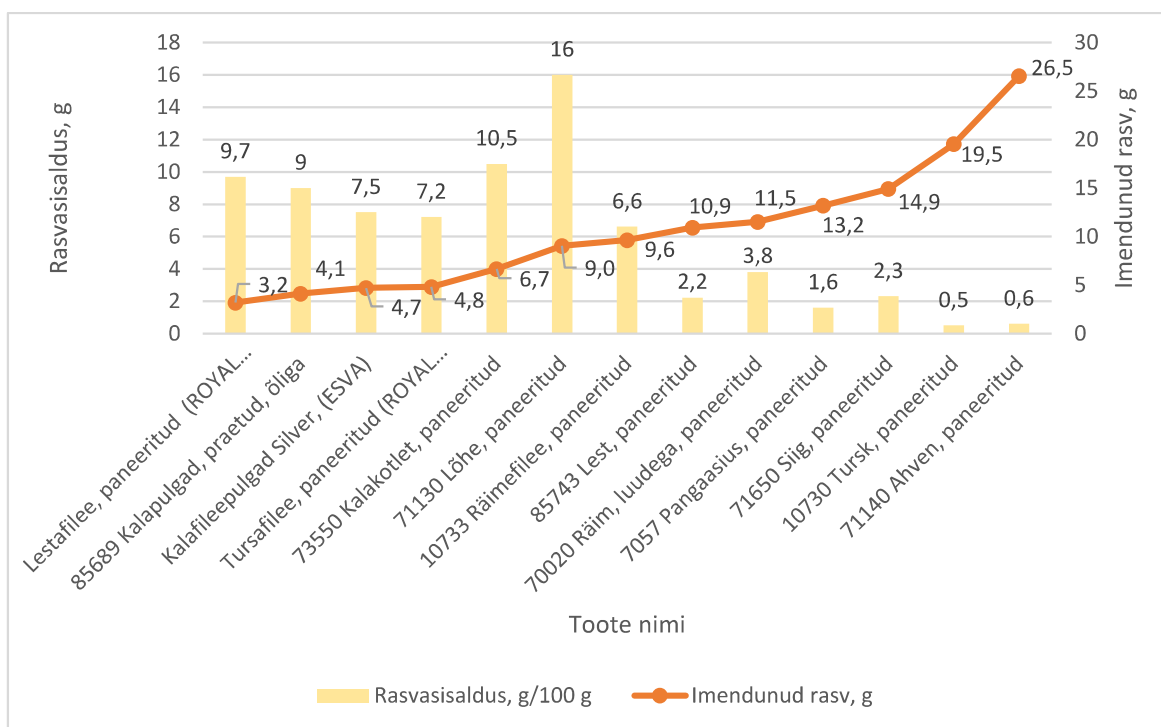
Toote nimi	Katse nr	Toote kaal toorelt, g (paneeritud)	Toote kaal praerult, g	Lisatud õli, g	Alles jäänud õli kaal, g	Kulunud õli kogus, g	Kuumtöötuskadu, %	Valmistootesse jäänud rasv 100g kohta, g	Keskmine kahe katse pealt, g
71130 Lõhe, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga	1	105	98,3	50,2	42,5	7,7	6,4	7,8	9,0
	2	79,6	75,2	50,5	42,8	7,7	5,5	10,2	
71650 Siig, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga	1	63,6	57,7	50,3	40,9	9,4	9,3	16,3	14,9
	2	87,6	78,2	50,9	40,3	10,6	10,7	13,6	
71140 Ahven, paneeritud, praetud, õliga	1	68,5	61,3	50,1	32,9	17,2	10,5	28,1	26,5
	2	75	66,4	50,2	33,6	16,6	11,5	25,0	
85743 Lest, puhastatud, paneeritud, praetud	1	308,1	283,2	65,2	36,4	28,8	8,1	10,2	10,9
	2	326	295,9	66,6	32,2	34,4	9,2	11,6	
7057 Pangaasius, paneeritud, praetud, õliga	1	125,2	118,7	50,4	34,7	15,7	5,2	13,2	13,2
	2	108,5	104,3	50,1	36,4	13,7	3,9	13,1	
10733 Räimefilee, kartulihelvestega, paneeritud, praetud, õliga	1	22,1	20,9	50	47,6	2,4	5,4	11,5	9,6
	2	23,1	21,8	50,5	48,8	1,7	5,6	7,8	
70020 Räim, luudega, paneeritud, praetud, õliga	1	57,7	53,1	50	43,8	6,2	8,0	11,7	11,5
	2	70,8	66,9	50,5	42,9	7,6	5,5	11,4	
73550 Kalakotlet, paneeritud, praetud, õliga	1	134,2	125,1	50	41,5	8,5	6,8	6,8	6,7
	2	80,2	73,5	50,1	45,3	4,8	8,4	6,5	
85689 Kalapulgad, praetud, õliga	1	124,7	118,2	50	44,2	5,8	5,2	4,9	4,1
	2	122,9	117,6	50,5	46,6	3,9	4,3	3,3	
Kalafilee pulgad Silver, (ESVA)	1	127,3	121,4	50,3	45,5	4,8	4,6	4,0	4,7
	2	125,8	119,8	50,4	43,8	6,6	4,8	5,5	
Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)	1	107,9	104,4	50	44	6	3,2	5,7	4,8
	2	113,8	109,8	50,2	45,9	4,3	3,5	3,9	
10730 Tursk, paneeritud	1	81	73,8	50,1	34,2	15,9	8,9	21,5	19,5
	2	92,9	82,9	50	35,5	14,5	10,8	17,5	
Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)	1	138,7	135,5	50	46,5	3,5	2,3	2,6	3,2
	2	94,2	90,2	50,3	46,8	3,5	4,2	3,9	

Joonisel 5 on toodud rasva imendumine kaladesse ja kalatoodetesse. Paneeritud tooted imasid kaalumise põhjal 3,2 g kuni 26,5 g rasva/100 g praetud kala kohta.



Joonis 5. Erinevate kalade praadimisel rasva imendumine.

Jooniselt 5 on näha, et suure rasva imendumisega tooted olid: 71140 Ahven, paneeritud (26,5 g), 10730 Tursk, paneeritud (19,5 g) ja 71650 Siig, paneeritud (14,9 g). Kõige vähem rasva imas Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) (3,2 g), veidi enam rasva imendus 85689 Kalapulkaadesse, praetud, õliga (4,1 g) ning Kalafilee pulkaadesse Silver, (ESVA) (4,7 g).



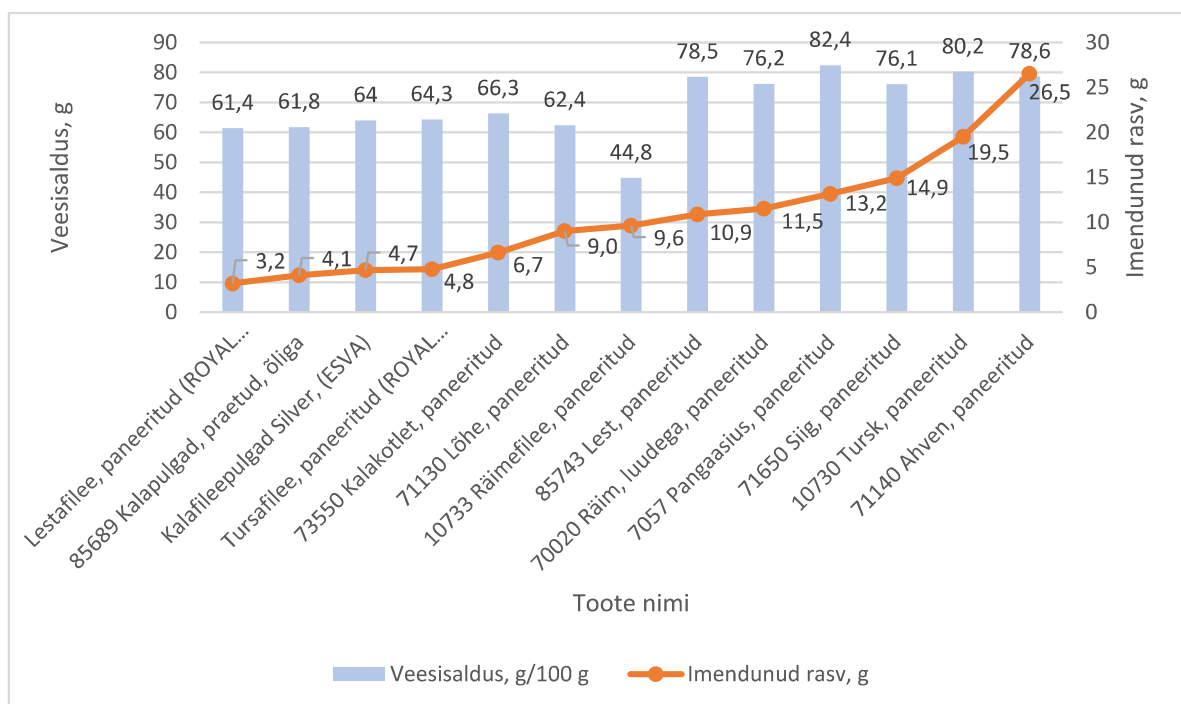
Joonis 6. Rasvasisaldus kuumtöötlemata kalades ja praadimisel rasva imendumine.

Jooniselt 6 on näha, et rasvasemad kalad imavad suhteliselt vähem rasva võrreldes rasvavaesemate kaladega. Samuti imavad vähem rasva poest ostetud valmis paneeritud kalatooted.

Saadud tulemuste põhjal kõige rasvasem kala on 71130 Lõhe, paneeritud (16,0 g), mis imas 9,0 g rasva; siis järgneb 73550 Kalakotlet, paneeritud (10,5 g), mis imas 6,7 g ning Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) (9,7 g), mis imas 3,2 g rasva. Kõige väiksema rasvasisaldusega kala, mis oli tehtud retsepti järgi, on 10730 Tursk, paneeritud (0,5 g), mis imas 19,5 g rasva, ning 71140 Ahven, paneeritud, mis on ka väiksema rasvasisaldusega kala (0,6 g), imas 26,5 g rasva. 7057 Pangaasisus, paneeritud on ka väiksema rasvasisaldusega kala - tema imas 13,2 g rasva.

Sánchez-Muniz, Viejo ja Medina (1992) artiklis on välja toonud, et May et al. (1975) leidsid mageveekalade analüüsimisel, et kala suurem rasvasisaldus põhjustas praadimisel väiksema rasvamuutuse. Saadud tulemuste põhjal oli välja selgitatud, et rasvased kalad ei imanud rohkem rasvu. Sánchez-Muniz, Viejo ja Medina (1992) artiklis on toonud, et madala rasvasisaldusega kala imab suure koguse rasva. 10730 Tursk, paneeritud ja 71140 Ahven, paneeritud imasid rohkem rasva, võrreldes teiste kalaliikidega. Samas samuti väikese rasvasisaldusega 7057 Pangaasisus, paneeritud imas vähem rasva võrreldes 10730 Tursa, paneeritud ja 71140 Ahvenaga, paneeritud. Nicolae et al. (2017) artiklist selgub, et sulatamisel jääkristallid kahjustavad kala kudesid ning osa rasvast tuleb kalast välja. Selle tõttu 7057 Pangaasisus, paneeritud imas vähem rasva, kuna ta oli eelnevalt sügavkülmutatud.

Saadud andmete ja artikli väite põhjal võib järeldada, et madala rasvasisaldusega kalad imavad rohkem rasva, aga see ei käi sügavkülmutatud kalade kohta.

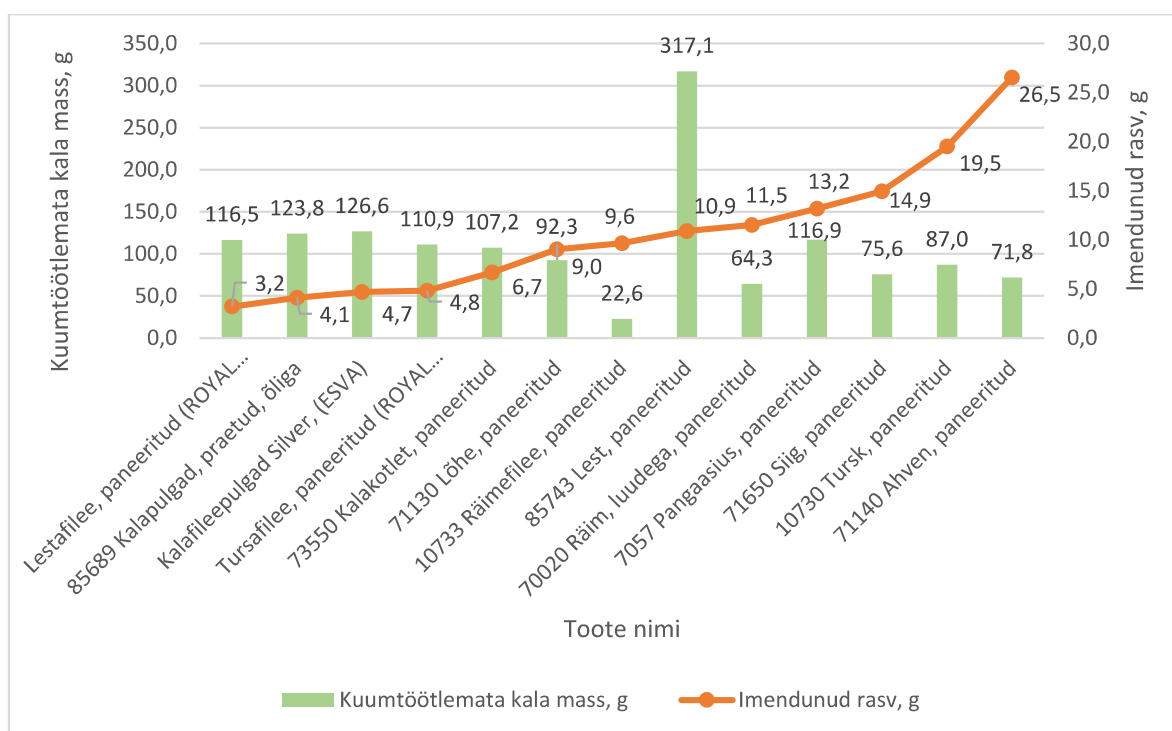


Joonis 7. Veesisaldus kuumtöötlemata kalades ja praadimisel imendunud rasv.

Jooniselt 7 on näha, et kõrge veesisaldusega kala on 7057 Pangaasisus, paneeritud (82,4 g), mis imas 13,2 g rasva. Teine kõrge veesisaldusega kala on 10730 Tursk, paneeritud (80,2 g), mis imas 19,5 g rasva. 71140 Ahvena, paneeritud veesisaldus on 78,6 g, kuid ta imas 26,5 g rasva, mis on kõrgeim imendunud rasva hulk antud töös. Väikseima veesisaldusega on räimefilee (44,8 g), mis imas 9,6 g rasva. Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND), mille veesisaldus on 61,4 g imas 3,2 g rasva.

Artiklis Asokapandian, Swamy ja Hajjul (2019) on välja toodud, et kuumtöötlemata kalades on kõrge veesisaldus ja see aitab rasva suuremale imendumisele kaasa. See nähtus viitab suure tõenäosusega seosele veekaotuse ja rasvade imendumise vahel.

Saadud tulemused näitavad aga, et 7057 Pangaasius, paneeritud, mis on kõrge veesisaldusega kala, ei imanud rohkem rasva, kuna pangaasius oli sügavkülmutatud enne praadimist. Veekadu külmutatud kalas on seotud jää sublimeerumisega külmutatuna säilitamise ajal ning kala sulatamisel võivad valesti külmutamisel tekkinud suured jääkristallid kahjustada kala kudesid, mis viib vedeliku kao suurenemisele kalast (El-Lahamy *et al.*, 2019; Klinmalai *et al.*, 2021). Suurima veesisaldusega 10730 Tursk, paneeritud ja 71140 Ahven, paneeritud, mis olid valmistatud retsepti järgi, imasid rohkem rasva. Aga nende tulemuste põhjal ei saa täpselt järeldada, et suurema veesisaldusega kalad imavad rohkem rasva.



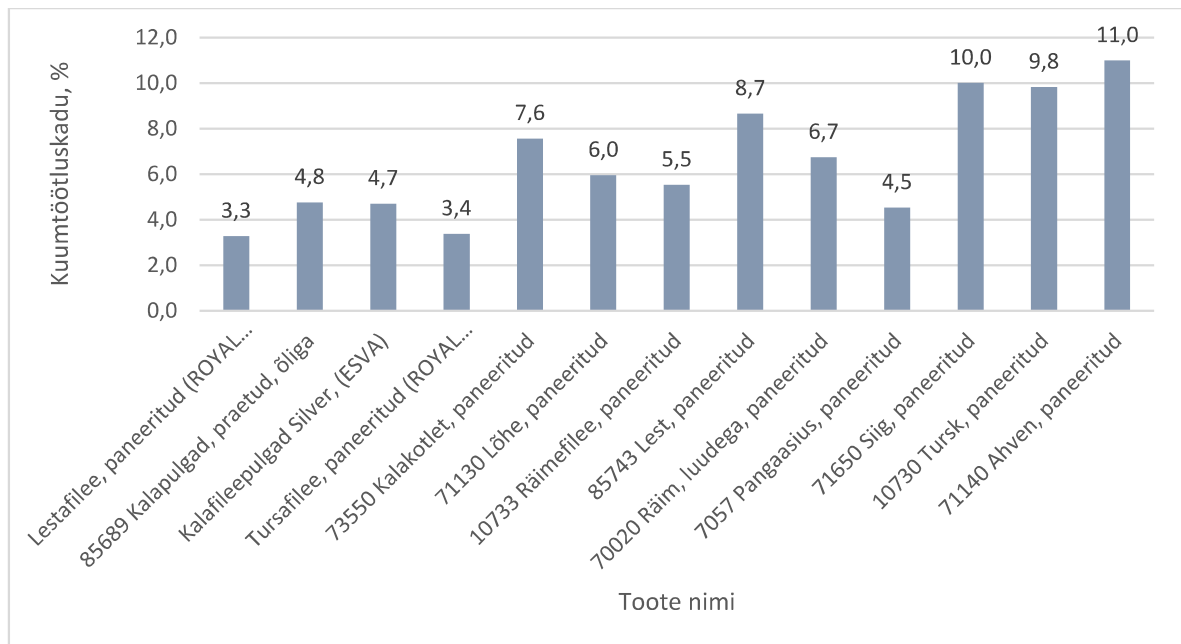
Joonis 8. Kuumtöötlemata kala mass ja praadimisel rasva imendumine.

Peatükis 1.3.4 on selgitatud, et toote suurus, kuju ja pind mõjutavad rasva imendumist. Joonisel 8 on toodud paneeritud kalade mass kuumtöötlemata kujul ja imendunud rasv. Lisas 4 on toodud kala mass kuumtöötlemata ja praetud kujul. Jooniselt 8 on näha, et lest oli kõige suurema kaaluga ja ta imas 10,9 g rasva.

Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND), mille tükid olid paksud ja suured, imas vähesel määral rasva. 73550 Kalakotletid, paneeritud olid ka paksemad, mistõttu imendus vähem rasva. Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) on ristkülikukujuline ja paks, mille tõttu imas ka see vähe rasva. 85689 Kalapulgad, praetud, õliga ja kalafilee pulgad Silver, (ESVA) olid paksult paneeritud, nende kaal oli suurem, kuid võrreldes teiste kalaliikidega olid need väikesed ja imasid vähesel määral rasva. 71130 Lõhe, paneeritud oli paks ja pikk, mistõttu imas vähesel määral rasva. 10733 Räimefilee, paneeritud ja 70020 Räim, luudega, paneeritud olid kuju poolest sarnased väikesed ja paksud ning 70020 Räim, luudega, paneeritud olid saba ja luudega. Need kaks kala imasid erinevas koguses rasva. 71650 Siia, paneeritud kuju ja paksus olid keskmised, ta imas 14,9 g rasva.

Madala rasvasisaldusega 7057 Pangaasius, paneeritud oli keskmise kuju ja paksusega, mis imas rohkem rasva. 71140 Ahvena, paneeritud tükid olid õhukesed ja väikese suurusega ning ta imas kõige rohkem rasva võrreldes teiste kalaliikidega. 10730 Tursa, paneeritud tükid olid kitsad, kuid paksud ja ta imas vähem rasva kui 71140 Ahven, paneeritud.

Kala suuruse ja kuju kirjeldusest järeldub, et mida väiksem ja õhem toode, seda rohkem rasva see tootesse imab. Ehk kui toode on õhem, siis sisu temperatuur on toote keskosas kõrgem ning vesi aurustub kiiremini ja liigub tükist välja, seetõttu mahub toote sisse ka rohkem rasva.



Joonis 9. Keskmine kuumtöötuskadu kahe katse pealt.

Jooniselt 9 on näha, et kuumtöötuskadu toiduvalmistamise ajal jäi vahemikku 3,3–11,0%.

Kõige suurem kuumtöötuskadu on 71140 Ahvenal, paneeritud (11,0%), siis tuleb 71650 Siig, paneeritud (10,0%) ja 10730 Tursk, paneeritud (9,8%). On näha, et kõige väiksemad kuumtöötuskadud olid poest ostetud Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) (3,3%) ja Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) (3,4%). Väiksema kuumtöötuskaduga olid ka 7057 Pangaasius, paneeritud (4,5 %), Kalafilee pulgad Silver, (ESVA) (4,7 %) ja 85689 Kalapulgad, praetud, õliga (4,8%).

2.3 Järeldused

- Kõrge rasvasisaldusega 71130 Lõhe, paneeritud ja 73550 Kalakotlet, paneeritud, ei imanud rohkem rasva, aga vähese rasvasisaldusega kalad, nagu 71140 Ahven, paneeritud ja 10730 Tursk, paneeritud, imasid rohkem rasva.
- Kalade veesisalduse mõju rasva imavusele ei joonistunud katsete põhjal selgelt välja.
- Kirjanduse ülevaates (peatükis 1.3.4) on välja toodud, et toote suurus, kuju ja pind mõjutavad rasva imendumist - eksperimentaalselt saadud tulemused kinnitavad seda. 71140 Ahven, paneeritud oli kõige rohkem rasva imav kala, kuna ta oli õhuke, aga Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND) tükid olid suured ja paksud ning seetõttu imasid vähem rasva.
- Külmutatud tooted imavad vähem rasva, kuna sulatamise ajal külmutatud toode kaotab mingi osa nii rasva kui ka vett.
- Kõrgem kuumtöötluskadu on 71140 Ahvenal, paneeritud, 71650 Siial, paneeritud ja 19730 Tursal, paneeritud.

Kokkuvõte

Praadimine on lihtne ja kiire toiduvalmistamise viis. Suur osa toidust praetakse paneeritult, et toit muutuks krõbedaks ja samas jääks seest mahlaseks. Töös praeti paneeritud kala ja kalatooteid. Kala on kõrge toiteväärtusega, ta sisaldab palju valku ja rasvu ning mikroelemente.

Kõik kalaliigid on erineva kuju ja suurusega ning iga liik sisaldab erinevas koguses vett ja rasva 100 grammi kohta. Antud bakalaureuse töö eesmärgiks oli välja uurida, kui palju rasva imendub paneeritud kaladesse olenevalt tema vee- ja rasvasisaldusest.

Kokku uuriti 13 kalatoodet, millest üheksa valiti NutriData toidu koostise andmebaasi retseptide seast ja neli paneeritud kalatoodet osteti poest külmutatuna. Kalatooted praeti pannil ning kulunud rasva kogus määrati lisatud õli ja pannile jäänud õli kaalumiseega.

Töö käigus selgus, et rasva imendumist mõjutab kala enda rasva ja veesisaldus. Väherasvased kalad imavad praadimisel rohkem rasva, aga katsetes ei täheldatud veesisalduse mõju rasvade imendumisele. Kõige rohkem rasva imasid ahven, tursk ja siig. Need kalatooted tehti värskest kalast ja retsept pärines NutriData andmebaasist. Leiti, et kala suurus ja kuju mõjutab rasva imendumist. Õhem kalatükk imab rohkem rasva kui paks. Külmutatud tooted imasid vähem rasva kui värskest kalast valmistatud tooted.

Saadud tulemuste põhjal on täiendatud NutriData andmebaasi paneeritud kala ja kalatoodete rasva imendumise osas.

Abstract

Frying is an easy and quick way to cook. Much of the food is fried in breadcrumbs so that the food becomes crispy and juicy at the same time. In present work breaded fish and fish products were fried. Fish has a high nutritional value; it contains a lot of protein and fats and mineral elements.

All fish species have different shape and thickness, and each species contains different amounts of water and fat per 100 grams. The aim of this bachelor's thesis is to find out how much fat is absorbed into breaded fish, depending on its water and fat content.

A total of 13 fish products were examined, nine of them were selected from recipes in the NutriData food composition database, and four frozen breaded fish products were purchased from local stores. The fish products were fried on pan and the amount of absorbed fat was determined by weighing the oil added and the oil remaining on the pan.

During the work it became clear that the absorption of fat is affected by the fish's own fat and water content. Low-fat fish absorbs more fat, but fish with a higher water content absorbs more fat. Perch, codfish and whitefish absorbed the most fat. These fish products were made from fresh fish and the recipes came from the NutriData database. The size and shape of the fish were found to affect the absorption of fat. A thinner piece of fish absorbs more fat than thick. Frozen products absorbed less fat than fresh fish products.

The results of present work will be used to improve NutriData database about the absorption of fat into breaded fish and fish products.

Tänuavaldused

Soovin avaldada tänu juhendajale Tiina Lõugas'ele ja kaasjuhendajale Änn Jõgi'le. Lisaks tahan tänada Tagli Pitsi, kes mind konsulteeris.

Kasutatud kirjandus

1. Abraha, B. *et al.* (2018) „Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review“, *MOJ Food Processing & Technology*, 6(4), lk 376–382. doi: 10.15406/mojfpt.2018.06.00191.
2. Asokapandian, S., Swamy, G. J. ja Hajjul, H. (2019) „Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters“, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Taylor & Francis, 60(20), lk 3400–3413. doi: 10.1080/10408398.2019.1688761.
3. Banik, S. ja Hossain, M. (2014) „A comparative overview on good fats and bad fats: guide to control healthy body“, *International Journal of Health*, 2(2), lk 41–44. doi: 10.14419/ijh.v2i2.2903.
4. Bock, M. A. ja Flores, N. (2011) „Nutrition Information Related to Battered and Breaded Food Products“, Kulp, K. *et al.* (toim) *Batters and Breadings in Food Processing*. 2nd ed. St. Paul, Minnesota: AACC International, lk 153–168.
5. Boskou, D. (2010) „Frying Fats“, Zdzislaw, Z., Sikorski, E., ja Kolakowska, A. (toim) *Chemical, Biological and Functional Aspects of Food Lipids*. Boca Raton, Florida: CRC Press, lk 429–454.
6. Boskou, G. ja Andrikopoulos, N. K. (2011) „Food Hazards Associated with Frying“, Boskou, D. ja Elmadfa, I. (toim) *Frying of Food: Oxidation, Nutrient and Non-nutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds, and High Temperatures*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, lk 265–311.
7. Bouchon, P. (2009) „Chapter 5 Understanding Oil Absorption During Deep-Fat Frying“, *Advances in Food and Nutrition Research*, 57, lk 209–234. doi: 10.1016/S1043-4526(09)57005-2.
8. Boyarintsev, V. V. ja Evseev, M. A. (2017) *Metabolism and nutritional support in surgical patients*. Sankt-Peterburg: Only-Press.
9. Brinkmann, B. (2000) „Quality criteria of industrial frying oils and fats“, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8–9), lk 539–541. doi: 10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<539::aid-ejlt539>3.0.co;2-b.
10. Bulavintseva, O. A. ja Yegorova, I. E. (2013) *Obmen lipidov*. Irkutsk: IGMU.
11. Choe, E. ja Min, D. B. (2007) „Chemistry of deep-fat frying oils“, *Journal of Food Science*, 72(5), lk 77–82. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x.
12. Coelho, D. F. *et al.* (2011) „Effect of high-fat diets on body composition, lipid metabolism and insulin sensitivity, and the role of exercise on these parameters“, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 44(10), lk 966–972. doi: 10.1590/S0100-879X2011007500107.
13. Dobarganes, C., Márquez-Ruiz, G. ja Velasco, J. (2000) „Interactions between fat and food during deep-frying“, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8–9), lk 521–528. doi: 10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<521::aid-ejlt521>3.0.co;2-a.
14. El-Lahamy, A. A. *et al.* (2019) „Changes in Proximate Composition of Mullet fish steaks During Frozen Storage and Cooking Techniques“, *Acta Scientific Agriculture (ASAG)*, 3(6), lk 196–201. doi: 10.31080/ASAG.2019.03.0501.
15. Euroopa Liidu Teataja (2019) *KOMISJONI MÄÄRUS (EL) 2019/649, 24. aprill 2019, millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 1925/2006 III lisa muu kui loomse päritoluga rasvas looduslikult sisalduva transrasva osas*. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0649&from=EN> (Vaadatud: 10. mai 2022).
16. Fellows, P. J. (2009) *Food Processing Technology : Principles and Practice*. 3rd ed. Boca Raton, Florida; Oxford: CRC Press, Woodhead Publishing.

17. Fullana, A., Carbonell-Barrachina, Á. A. ja Sidhu, S. (2004) „Volatile aldehyde emissions from heated cooking oils“, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(15), lk 2015–2021. doi: 10.1002/jsfa.1904.
18. Gladyshev, M. I. (2012) „Essential Polyunsaturated Fatty Acids and their Dietary Sources for Man“, *Journal of Siberian Federal University. Biology*, 4(5), lk 352–386.
19. Institute of Medicine (US) Committee on Diet and Health (1992) „Fats, Cholesterol, And Chronic Diseases“, Woteki, C. E. ja Thomas, P. R. (toim) *Eat for Life: The Food and Nutrition Board's Guide to Reducing Your Risk of Chronic Disease*. Washington, DC: National Academies Press, lk 85–98. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235018/>.
20. Ivanova, E. E. (2003) „Zhirkokislottnyy sostav lipidov nekotorykh vidov ryb, akklimatizirovannykh na yuge Rossii“, *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya.*, (4), lk 18–20.
21. Kalogianni, E. P. et al. (2017) „Rapid Methods for Frying Oil Quality Determination: Evaluation with Respect to Legislation Criteria“, *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(1), lk 19–36. doi: 10.1007/s11746-016-2919-1.
22. Klinmalai, P. et al. (2021) „Improving the quality of frozen fillets of semi-dried gourami fish (*Trichogaster pectoralis*) by using sorbitol and citric acid“, *Foods*, 10(11), lk 1–14. doi: 10.3390/foods10112763.
23. Lichtenstein, A. H. ja Linda, V. H. (1998) „Very Low Fat Diets“, *Circulation*, 98(9), lk 935–939. doi: 10.1161/01.cir.98.9.935.
24. Lumanlan, J. C., Fernando, W. M. A. D. B. ja Jayasena, V. (2020) „Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and hydrocolloids in reducing fat content of chips“, *International Journal of Food Science and Technology*, 55(4), lk 1661–1670. doi: 10.1111/ijfs.14435.
25. Mellema, M. (2003) „Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods“, *Trends in Food Science & Technology*, 14(9), lk 364–373. doi: 10.1016/S0924-2244(03)00050-5.
26. Mellinger, G. ja Reed, S. (2019) *Creating Health & Nutrition Oils: What's Cooking?* Available at: <https://extension.psu.edu/oils-whats-cooking> (Vaadatud: 1. mai 2022).
27. Mesias, M., Delgado-Andrade, C. ja Morales, F. J. (2020) „Process contaminants in battered and breaded foods prepared at public food service establishments“, *Food Control*. Elsevier, 114, lk 1–8. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107217.
28. Mishra, S. ja Manchanda, S. C. (2012) „Cooking oils for heart health“, *J. Preventive Cardiology*, 1(3), lk 123–131.
29. Mohanty, B. P. (2015) „Nutritional Value of Food“, Das, A. K. ja Panda, D. (toim) *Conspectus of Inland Fisheries Management*. Barrackpore: ICAR - Central Inland Fisheries Research Institute, lk 15–21.
30. Moradi, Y. et al. (2009) „Moisture, fat content and fatty acid composition in breaded and non-breaded deep-fried black pomfret (*Parastromateus niger*) fillets“, *International Food Research Journal*, 16(2), lk 225–231.
31. Mukumbo, F. E. ja Muchenje, V. (2016) „Producing pork to meet modern consumer demands“, *South African Journal of Animal Science*, 13(14), lk 1–19.
32. Nakaznyy, I. D. (2016) „Transzhiry v produktakh pitaniya“, Yusupov R. G. et al. (toim) *Novaya nauka: opyt, traditsii, innovatsii: Mezhdunarodnoye nauchnoye periodicheskoye izdaniye po itogam Mezhdunarodnoy nauchnoprakticheskoy konferentsii*. Sterlitamak: Agentstvo mezhdunarodnykh issledovaniy (AMI), lk 172.
33. Negara, B. F. S. P. et al. (2021) „Effects of frying processes on the nutritional and sensory characteristics of different mackerel products“, *Processes*, 9(9), lk 1–14. doi: 10.3390/pr9091645.

34. Negash, Y. A. *et al.* (2019) „Assessment of quality of edible vegetable oils accessed in Gondar City, Northwest Ethiopia“, *BMC Research Notes*, 12(1), lk 1–5. doi: 10.1186/s13104-019-4831-x.
35. Nicolae, C. G. *et al.* (2017) „the Effect of Frozen Storage on Lipids and Fatty Acids Content in Atlantic Salmon. Case Study“, *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 68, lk 98–103.
36. NutriData (2021) *NutriData toidu koostise andmebaas, versioon 11.0*. Available at: tka.nutridata.ee (Vaadatud: 20. aprill 2022).
37. Obrayyen, R. D. (2007) *Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primeneniye*. Sankt-Peterburg: Professia.
38. Oreopoulou, V., Krokida, M. ja Marinos-Kouris, D. (2015) „52 Frying of Foods“, Mujumdar, A. S. (toim) *Handbook of Industrial Drying*. 3rd ed. Boca Ration, Florida: CRC Press, lk 1225–1244.
39. Pitsi, T. *et al.* (2015) *Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015*. Tallinn: Tervise Arengu Instituut.
40. Pokorný, J. ja Dostálová, J. (2011) „Changes in Nutrients, Antinutritional Factors, and Contaminants at Frying Temperatures“, Boskou, D. ja Elmadfa, I. (toim) *Frying of Food: Oxidation, Nutrient and Non-nutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds, and High Temperatures*. 2nd ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, lk 71–104.
41. Pokorný, J. ja Schmidt, Š. (2010) „Effects of processing and storage on antioxidant efficacy in foods“, Decker, E., Elias, R., ja McClements, D. J. (toim) *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications: Understanding Mechanisms of Oxidation and Antioxidant Activity*. Sawston, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, lk 368–393.
42. Ratushnyy, A. S. *et al.* (2003) *Tekhnologiya produktsii obshchestvennogo pitaniya. Tom 1. Fiziko-himicheskiye protsessy, protekayushchiye v pishchevykh produktakh pri ikh kulinarnoy obrabotke*. Moskva: MIR.
43. Rizzi, G. P. (1998) „The Maillard Reaction in Foods“, Labuza, T. P. *et al.* (toim) *Maillard Reactions in Chemistry, Food and Health*. 1st ed. Sawston: Woodhead Publishing, lk 11–19.
44. Sadler, M. J. (1998) „Fatty Acids | Trans Fatty Acids*“, Caballero, B. (toim) *Encyclopedia of Human Nutrition*. 2nd ed. Oxford: Elsevier, lk 230–237.
45. Sánchez-Muniz, F. J., Viejo, J. M. ja Medina, R. (1992) „Deep-Frying of Sardines in Different Culinary Fats. Changes in the Fatty Acid Composition of Sardines and Frying Fats“, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(11), lk 2252–2256. doi: 10.1021/jf00023a039.
46. Sanli, H., Canakci, M. ja Alptekin, E. (2011) „Characterization of Waste Frying Oils Obtained from Different Facilities“, *Proceedings of the World Renewable Energy Congress – Sweden, 8–13 May, 2011, Linköping, Sweden*, lk 479–485. doi: 10.3384/ecp11057479.
47. Sarwar, A., Vunguturi, S. ja Aneesa, F. (2016) „A Study on Smoke Point and Peroxide Values of Different Widely Used Edible Oils“, *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 3(5), lk 2394–3386.
48. Schiffmann, R. (2016) „Microwave-assisted frying“, Regier, M., Knoerzer, K., ja Schubert, H. (toim) *The Microwave Processing of Foods*. 2nd ed. Sawston, Cambridge: Woodhead Publishing, lk 142–151.
49. Schwingshackl, L. ja Hoffmann, G. (2012) „Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: Synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses“, *Nutrients*, 4(12), lk 1989–2007. doi: 10.3390/nu4121989.
50. Da Silva, V. M. *et al.* (2008) „Determination of moisture content and water activity in algae and fish by thermoanalytical techniques“, *Quimica Nova*, 31(4), lk 901–905. doi: 10.1590/s0100-40422008000400030.
51. Stauffer, C. E. (1996) *Fats and Oils*. St. Paul (Minnesota): Eagan Press.
52. Stodtko, T. N. ja Dahl, W. J. (2021) *Facts about Fats and Oils 1*. Available at: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS281> (Vaadatud: 15. mai 2022).

53. Subbotina, M. A. (2009) „Physiological aspects of the use of fats in the nourishment“, *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 4, lk 54–57.
54. Vasyukova, A. T., Slavyansky, A. A. ja Kulikov, D. A. (2015) *Tekhnologiya produkcii obshchestvennogo pitaniya*. Moskva: Izdatelsko-torgovaya korporatsiya «Dashkov i K°».
55. WHO (2019) *REPLACE trans fat: an action package to eliminate industrially produced trans-fatty acids. Module 2: Promote. How-to guide for determining the best replacement oils and interventions to promote their use*. Geneva: World Health Organization.
56. Xu, Z. et al. (2020) „Understanding the frying process of plant-based foods pretreated with pulsed electric fields using frying models“, *Foods*, 9(7), lk 1–23. doi: 10.3390/foods9070949.
57. Yamsaengsung, R. ja Saibandith, B. (2020) „Deep Fat Frying of Food“, Holden, N. M. et al. (toim) *Introduction to Biosystems Engineering*. Blacksburg, Virginia: ASABE in association with Virginia Tech Publishing, lk 489–514.
58. Zahharova, I. N. ja Surkova, E. N. (2009) „Rol' polinenasyshchennykh zhirnykh kislot v formirovanii zdorov'ya detey“, *Pediatrics*, 6(495), lk 84–91.
59. Zeb, A. (2019) *Food Frying: Chemistry, Biochemistry, and Safety Kindle Edition*. 1st ed. Hoboken: Wiley.

Lisad

Lisa 1 – Praetud toitude tüübid ja praadimistingimused

Allikas: (Fellows, 2009)

Toiduaine	Praadimistemperatuur (°C)	Aeg (min)
Helbed ja kaunviljatooted		
Oakroketid	170 – 175	3 – 4
Krõbedad nuudlid	175 – 180	2 – 3
Sõõrikud	185 – 190	3 – 4
Pressitud snäkid, pooltoted	150	1 – 5
Kala		
Fileed, taina- või saiapuruga paneeritud	175 – 180	3 – 5
<i>Goujonid</i>	175	2 – 3
Eelküpsetatud kalakoogid, kroketid, frikadellid	175 – 180	2 – 3
Koorikloomad	175 – 180	2 – 3
Kalamaimud	190 – 195	0.5 – 1
Puuviljad		
Õunaviilud, tainas paneeritud	175 – 180	3 – 4
Muud puuviljad, tainas paneeritud	180 – 185	2 – 3
Liha- ja linnulihatooted		
Linnuliha portsjonid, kuumtöödeldud, paneeritud, suured	160 – 165	8 – 12
Linnuliha portsjonid, kuumtöödeldud, tainas paneeritud	175 – 180	4 – 7
Eelküpsetatud kotletid	175 – 180	2 – 5
Eelküpsetatud tainas frititud tooted	175 – 180	
Eelküpsetatud frikadellid	180 – 185	3 – 4
Šoti munad	170 – 175	5 – 6
Köögiviljad		
Porgand, pastinaak, bataat või peediviilud, kuumtöödeldud	175 – 180	2 – 3
Sibularõngad, toored ja tainas	180 – 185	2 – 3
Friikartulid, kuumtöödeldud	185	4 – 6
Friikartulid, pruunistatud	190	1 – 2
Friikartulid (USA versioon), kuumtöödeldud	185	3
Kartulipallid, kuumtöödeldud	175	2
Kartulipallid, topeltküpsetatud	190	1
Kartulikroketid	190	4 – 5

Lisa 2 – Retseptid

Ühesugune valmistamine

7057 Pangaasius, paneeritud, praetud, õliga

Kala sulatada, tükeldada portsjontükkideks, paneerida munas ja riivsaias, praadida õlis kuumal pannil.

71130 Lõhe, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga

Lõika lõhest tükid. Kasta lõhetükid lahti klopitud muna sisse ja veereta riivsaias. Prae pannil õlis.

71650 Siig, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga

Kala fileerida ja tükeldada portsjontükkideks, paneerida kala munas ja riivsaias, praadida õlis.

71140 Ahven, paneeritud, praetud, õliga

Kala fileerida, tükeldada portsjontükkideks, paneerida munas ja riivsaias, praadida õlis.

85743 Lest, puhastatud, paneeritud, praetud

Puhastatud lest paneerida munas ja maitsestatud riivsaias, praadida kuumal pannil kuumas rasvas.

10733 Räimefilee, kartulihelvestega, paneeritud, praetud, õliga (asendame paneeringu riivsaiaaga) – hiljem lisada andmebaasi juurde.

Puhastatud räimefilee paneerida munas ja nisujahus, praadida kuumal pannil kuumas rasvas.

Erinev valmistamine

10730 Tursk, paneeritud

Lõika kalafilee 25 grammisteks tükkideks, maitsesta soola ja pipraga. Sega omavahel laimimahl ja õli ning vala kalatükkidele. Lase kalal mõni minut maitsestuda. Klopi munad veega lahti. Veereta kalatükke jahus, seejärel munasegus ja viimaks paneeri pankos.

70020 Räum, luudega, paneeritud, praetud, õliga

Puhasta räime sisikond (saba võib jääda). Maitsesta räum soovi korral soolaga. Klopi muna lahti. Kasta räum esmalt jahusse ja seejärel munasse ning prae õlis. Vaata pilti NutriData toidu koostise andmebaasi veebilehelt.

73550 Kalakotlet, paneeritud, praetud, õliga

Eemaldage kala filee osa (lõhe omast teeme), lükka läbi hakklihamasina (võib teha köögikombainiga). Saadud hakklihale lisage vees leotatud sai ning munad ja maitseained. Klopi kuni segu on ühtlane. Vormi massist kotletid, paneeri jahus ja prae kuumas rasvas.

85689 Kalapulgad, praetud, õliga

Pannil praadida.













Lisaks osta ja pannil praadida:

Kalafileepulgad Silver, ESVA















Tursafilee, paneeritud, ROYAL GREENLAND, 360 g (Selver)

Lestafilee, paneeritud, ROYAL GREENLAND, 230 g (Selver)

Lisa 4 – Kalad ja kalatooted enne ja pärast praadimist

Toote nimi	Enne praadimist	Pärast praadimist
71130 Lõhe, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga		
71650 Siig, puhastatud, paneeritud, praetud, õliga		
71140 Ahven, paneeritud, praetud, õliga		
85743 Lest, puhastatud, paneeritud, praetud		
7057 Pangaasius, paneeritud, praetud, õliga		
10733 Räimefilee, kartulihelvestega, paneeritud, praetud, õliga		

Lisa 4 jätk. Kalad ja kalatooded enne ja pärast praadimist

Toote nimi	Enne praadimist	Pärast praadimist
70020 Rääm, luudega, paneeritud, praetud, õliga		
73550 Kalakotlet, paneeritud, praetud, õliga		
85689 Kalapulgad, praetud, õliga		
Kalafileepulgad Silver, (ESVA)		
Tursafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)		
10730 Tursk, paneeritud		
Lestafilee, paneeritud (ROYAL GREENLAND)		

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Marina Ševljakova

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
"Rasva imendumine paneeritud kala praadimisel",

mille juhendaja on Tiina Lõugas, kaasjuhendaja on Änn Jõgi.

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna
Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse
tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu,
sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse
tähtaja lõppemiseni.

1. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

2. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete
kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

allkiri

kuupäev