

Kalajahust lemmiklooma treeningmaiuse tootmistehnoloogia väljatöötamine

Martti Tamm
Loreida Timberg
Ago Pärtel
Aleksi Kaleda
Karel Talvistu
Kärt Leppik



Sisukord

LEMMIKLOOMATOITUDE TURU ÜLEVAADE.....	3
MAAILM	3
EUROOPA.....	4
LEMMIKLOOMATOITUDE TURU SUURED TEGIJAD JA NENDE KAUBAMÄRGID	5
LEMMIKLOOMATOITUDE TRENDID	5
ÜLEVAADE KOERATOITUDE RETSEPTIDEST	7
KALA SISALDAVATE KOERATOITUDE ÜLEVAADE.....	8
EKSTUDEERITUD KOERATOITUDE TOOTERETSEPTID ERIALAKIRJANDUSEST	8
EKSTRUDEERITUD KOERATOITUDE TOOTJA JA JAEMÜÜJA KODULEHTEDELT	11
EKSTRUDEERITEHNOLOOGIA LÜHIÜLEVAADE	19
KALAJAHU KASUTAMINE LEMMIKLOOMA MAIUSTUSE EKSTRUDEERIMISEL	22
SISSEJUHATUS	22
MATERJALID	22
MEETODID	23
PULBRISEGUDE RETSEPTID	25
TULEMUSED JA ARUTELU	27
KATSE 1 ESMASED EKSTRUUDERIKATSETUSED.....	27
KATSE 2 MADALA NIISKUSSISALDUSEGA EKSTRUDEERIMISKATSETUSED	28
KATSE 3 KÕRGE NIISKUSSISALDUSEGA EKSTRUDEERIMISKATSED	30
KATSE 4 VÄLJATÖÖTATUD BAASRETSEPTID, KUS VESI OSALISELT GLÜTSEERIINI VASTU VÄLJA VAHETATUD	33
KATSE 5 GLÜTSEERIINIGA RETSEPTID LÜHIKESE VÄLJUNDDÜÜSIGA.....	36
KATSE 6 PIKA VÄLJUNDDÜÜSIGA GLÜTSEERIINIGA RETSEPTID	39
KOKKUVÕTE EKSTRUUDERIKATSETUSTEST	42
PAKKEMATERJALIDE SOOVITUSED KALAJAHU BAASIL LEMMIKLOOMA MAIUSTELE	42
TÖÖSTUSLIKE EKSTRUUDERITE VALIK	44
SÖÖT JA SÖÖDAOHUTUS.....	45
KASUTATUD KIRJANDUS	48

Lemmikloomatoitude turu ülevaade

Maailm

Lemmikloomatoitude turgu iseloomustab kõige paremini asjaolu, et hoolimata kovidi-kriisist, mis mõjus laastavalt mitmele majandusharule, jätkas lemmikloomatoitude turg 2020.aastal kasvutrendi. Ülemaailmne lemmikloomatoitude turg kasvas mahtu 5 % ja hindu 3 % ning suurim turg US, kasvas mahte 10 % (Phillips-Donaldson, 2021). Kovidi-kriisi ajal kasvas ka US kodude arv, kus elab vähemalt üks koer ning 2020.aasta seisuga on koertega peresid 44 % (Sprinkle, 2021). Lemmikloomatoitude turul domineerivad Ameerika Ühendriikide tootjad ning valdav turuosa on jagatud kahe tootja vahel: Mars Petcare ja Nestle Purina Petcare (Tabel 1) (Jackson, 2014)(Phillips-Donaldson, 2021). 2020.aasta maailma 10 enimmüüva ettevõtte kogutulu oli 45 636 miljonit USA dollarit, millest Mars Petcare tulu oli 18 085 (40 %) ja Nestle Purina Petcare tulu oli 15 422 (34 %). (Phillips-Donaldson, 2021). Lemmikloomatoitude suurimad tootjad on US ettevõtted, mida on hästi näha Tabelist 1, kus esimesed kaheksa kohta ongi just US ettevõtete käes. Lemmikloomatoitude turg regiooniti näitab suuremat kasvutrendi Hiinas ja Ladina-Ameerikas. 2020.aasta andmetel on Hiinas hinnanguliselt 52 miljonit koera ja 49 miljonit kassi (Yu, 2021). 2020.aasta andmetel on Ladina-Ameerikas hinnanguliselt 120 miljonit koera ja 45 miljonit kassi (Franco, 2021).

Tabel 1. 2020. aasta TOP 10 lemmikloomatoitude tootjat maailmas (Phillips-Donaldson, 2021)

 RANK	 COMPANY	 ANNUAL REVENUE (MILLION USD)	 HEADQUARTERS COUNTRY
1	Mars Petcare Inc. Africa, Middle East, Australasia, Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America, North America	18,085.00	United States
2	Nestlé Purina PetCare Africa, Middle East, Australasia, Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America, North America ↳ Merrick Pet Care ↳ Lily's Kitchen	15,422.00 485.00 105.00	United States United States United Kingdom
3	J.M. Smucker ¹ Middle East, North America ↳ Ainsworth Pet Nutrition ↳ Natural Balance Pet Foods	2,937.50 800.00 220.00	United States United States United States
4	Hill's Pet Nutrition Africa, Middle East, Australasia, Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America, North America	2,525.00	United States
5	General Mills Asia Pacific, North America	1,694.60	United States
6	Diamond Pet Foods Middle East, Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America, North America	1,500.00	United States
7	Spectrum Brands/United Pet Group Australasia, Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America, North America	951.00	United States
8	Agrolimen SA Asia Pacific, Western Europe, Eastern Europe, Latin America ↳ Affinity Petcare SA ↳ Instinct ² ↳ Natures Menu	900.00 667.00 200.00 33.00	Spain Spain United States United Kingdom
9	Unicharm Corp. Asia Pacific, North America	822.00	Japan
10	Simmons Pet Food Asia Pacific, Western Europe, Latin America, North America	800.00	United States

Euroopa

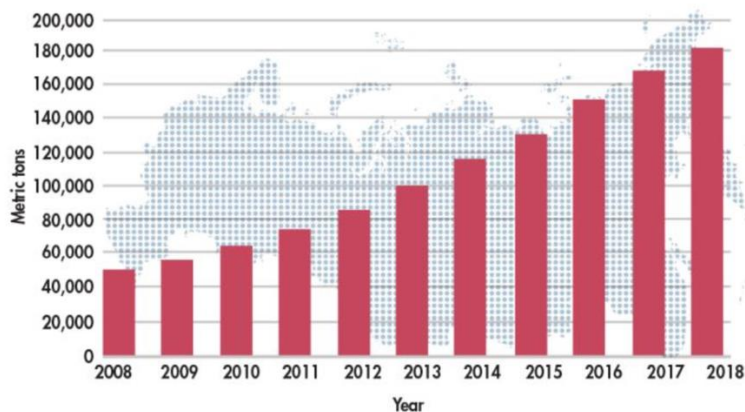
The European Pet Food Industry poolt läbiviidud lemmikloomade 2020.aasta uuring leidis, et Euroopas peetakse lemmikloomadena peaaegu 90 miljonit koera ja 24 % kodudest elab vähemalt üks koer. Populaarseim lemmikloom on siiski kass, keda on 110 miljonit. (The European Pet Food Industry, 2021) Euroopas on kõige rohkem koeri Venemaal, Saksamaal ja Suurbritannias, vastavalt 19%, 12 % ja 9 % kõikidest Euroopa koertest (*Tabel 2*).

Tabel 2. Koerte arv Euroopa riikides (The European Pet Food Industry, 2021)		
	Riik	Koerte arv
1	Venemaa	17100000
2	Saksamaa	10700000
3	Suurbritannia	8500000
4	Itaalia	8300000
5	Poola	7850000
6	Prantsusmaa	7500000
7	Hispaania	6733097
8	Rumeenia	4150000
9	Tšehhi	2200000
10	Portugal	2080000
....		
	Eesti	235000
	Läti	265000
	Leedu	560000
	Soome	755000
	Rootsi	890000

Euroopas tegutseb 150 lemmikloomatoidu ettevõtet ja 200 tootmistehast. Lemmikloomatoite müüdi 2020.aastal 8,5 miljardit tonni, mille väärtus oli 21,8 miljardit EURi. Hinnanguliselt kasvab Euroopa lemmikloomatoidu turg aastas 2,3 %. Euroopa kolm suuremat tootjat on Agrolimen SA Hispaanias ning Deurer ja Heristo AG Saksamaal. (The European Pet Food Industry, 2021).

Kõige kiiremat kasvu näitab Venemaa turg, kus 2015.aastast 2018. aastani on turumaht kasvanud 15 % (*Joonis 1*). Venemaa turul on suurimad tegutsejad jällegi Mars Petcare 54 % ja Nestle Purina Petcare 20 %. Mõlemal firmal on ka Venemaal oma tootmised. (Vorotnikov, 2019). Venemaa lemmikloomatoiduturu kasvutrend jätkub, sest kasvab lemmikloomade arv ning hetkel ainult 40 % kodudest toidab oma lemmikuid spetsiaalse lemmikloomatoiduga (Vorotnikov, 2019).

RUSSIA PET FOOD MARKET: OVERALL SALES



Source: Euromonitor International

Joonis 1. Venemaa lemmikloomatoidude turg

Lemmikloomatoitude turu suured tegijad ja nende kaubamärgid

Mars Petcare

Umbes 50 kaubamärki, millest tuntumad Pedigree, Iams, Whiskas, Royal Canin, Nutro, Cesar, Eukanuba, Sheba, Temptations ja Banfield loomakliinikud

Nestle Purina Petcare

Alpo, Bakers, Beggin', Beneful, Beyond, Busy, Cat Chow, Chef Michael's Canine Creations, Deli-Cat, Dog Chow, Fancy Feast, Felix, Friskie's, Frosty Paws, Gourmet, Just Right, Kit & Kaboodle, Mighty Dog, Moist & Meaty, Muse, Purina, Purina ONE, Purina Pro Plan, Pro Plan Veterinary Diets, Second Nature, T-Bonz and Waggin' Train, Zuke's, Castor & Pollux

Agrolimen SA

Advance, Ultima, Brekkies

Deurer

Vitakraft, Vitality Plus, VitaBasic, VitaLife, Beef Stick, Deli Chews, Cat Stick, Souprise, Super Chomp, Beef Stick, Sandy, Vita Verde, Poésie, Treaties, Cat Yums, Mininos, Emotion, Kräcker, Pro Vita, Vita and (through Pets Choice) Webbox, Davies, Oceanic, Meatiful, Spike's, Tasty Bone, Rufus, Feathers & Beaky.

Heristo AG

Brands: Carny, Integra, GranCarno, Vom Feinsten, Animonda Philosophie, Rafiné, Kaytee, Exact, Daya, Amigo, Apollo, Athena and Milkies

Lemmikloomatoitude trendid

Lemmikloomatoidud jagunevad: **põhitoit ja maiused/preemiad**. Põhitoiduna mõistame seda toitu, mida lemmikloom tarbib söögikorrana. Maius või preemia on selline vahetükk, mida kasutatakse treeningutel, igavuse peletamiseks ehk aktiveerimiseks või ka tervist toetaval eesmärgil (vitamiinid, hammaste hooldus, liigete liikuvus, isu tõstmine, pro- ja prebiootikumid vms). Lemmikloomade omanikud üha enam humaniseerivad oma lemmikuid, nende elustiili ja toitumust vajadusi. Sellest tingituna peegeldavad lemmikloomatoitude turu trendid inimeste turutrende.

Seega on praegused lemmikloomatoitude trendide märksõnad :

- tervislikkus, sh rõhk toodete kõrgel valgusisaldusel ja madalal tärklisesisaldusel;
- naturaalsus;
- jätkusuutlikkus;
- sotsiaalne vastutus. (Manbeck et al., 2017)(Jackson, 2014)(Wall, 2018)

Lemmikloomade omanikud soovivad osta tooteid, mis on: tervislikud, naturaalsed ja „päris“. Näiteks 39 % USA lemmikloomaomanikest eelistavad toitu, mille esimene koostisosa on liha. Lisaks eelistatakse tooteid, mille koostis on võimalikult lihtne, sest tundub, et kui on vähem koostisosi, siis on ka toode naturaalsem. (Dornblaser, 2018)

Lemmikloomatoitude segmentis kasvab hetkel kõige kiiremini maiuste osa (Dornblaser, 2018). Maiuste puhul soovitakse, lisaks eelpoolloetule ka supertoitude, taimsete valkude ja funktsionaalsete lisandite kasutamist. (Dornblaser, 2018). Maiuste turul tegutsevad ka näiteks sellised ettevõtted, kel ei ole oma brändi, kuid nad teevad intensiivset tootearendust ja koostööd suurte tootjatega. Üheks selliseks ettevõtteks on näiteks [Targeted Pet Treats](#), kes on keskendunud närimiskontide valmistamisele partneritele. (Beaton, 2018)

Kõrge valgusisaldus

Enamus traditsioonilisi koeratoidu sisaldavad mingil kujul valku: veiseliha, kanaliha, lambaliha, kalkuniliha, lõhe, või tuunikala. Kuna inimesed eelistavad enda ja oma lemmikute toidulaua tooteid, mille valgusisaldus on kõrge aga ökoloogiline jalajälg on väiksem, siis katsetavad tootjad erinevate valgusallikatega. Valgusallikad, mille sobivust

katsetatakse on: erinevad kalaliigid, nt karpkala, putukad, kanep, oad, kanguru, alligaator, jaanalind, biison, metssiga, chia, vetikad, vutt, hirv, jännes (Wall, 2016) Alternatiivsetest valgallikatest on suurtootjate toodete sortimenti jõudnud eelkõige erinevad kalaliigid. Teised lemmikloomatoitudes uued valgallikad vajavad veel tootearendust ning tarbimisharjumuse tekitamist (Philips-Donaldson, 2018)

Madal tärklikesisaldus

Enamus traditsioonilisi koeratoides sisaldavad mingil kujul tärklist ja tavaliselt kõige odavamat: mais, soja, riis või nisu. Trende jälgivad lemmikloomaomanikud proovivad vähendada nii enda kui ka lemmikute tärkliste tarbimist. Eriti ebapopulaarne on koostisosana mais, sest lisaks tärklikele on see ka suure tõenäosusega geneetiliselt modifitseeritud ja see ei ole hetkel trendikas. Traditsiooniliste lemmikloomatoidu tärklikeallikate asemel katsetakse: köögiviljadega, puuviljadega, sorgoga, odraga, kaeraga, hernega, kartuliga, kookosaga.

Naturaalsus ja Clean label

Clean label terminiga turundatakse nõ naturaalseid tooteid. Kui toote koostises on näiteks mono- ja diglütseriidid (emulgaatorid), mida toodetakse täiesti tavalistest toidurasvadest, siis see ei sobi kokku *Clean label* põhimõttega, sest jätab tarbijatele tehnilise ja keemilise emotsiooni. Seetõttu otsitakse alternatiivseid tooteid, mis tunduksid naturaalsemad (pärit loodusest) ja näiteks emulgaatoritena kasutatakse riisiekstrakti. (Wall, 2018). Ühtlasi üritatakse hoida lemmikloomatoidu koostisosade arv võimalikult madal, et tarbijatel oleks tunne, et toode on naturaalne ja vastab nende ootustele. Loomulikult välditakse GMO-koostisosi.

Ökoloogiliselt väike jalajälg, CO₂ neutraalsus ja sotsiaalne vastutus

Lemmikloomade omanike teadlikkuse kasv ökoloogilise jalajälje vähendamiseks on tinginud asjaolu, et 2021.aastal on lemmikloomasektori juhtivad trendid jätkusuutlikkus ja jälgitavus. Lemmikloomatoidu tootjad jälgivad trendi, et tagada jätkusuutlikkus, jälgitavus ja vastutustundlikkus, sh sotsiaalne vastutus läbi kogu tooteahela. (Beaton, 2021) Heaks illustreerivaks näiteks on siin suurim lemmikloomatoidu tootja Mars Petcare, kes oma kodulehel kommunikeerib detailset, kuidas oma tootmisprotsessis kasutab võimalikult jätkusuutlikke tooraineid, vähendab pakendit, investeerib keskkonna taastamisesse, vähendab transpordikuluseid jms (Mars Petcare, 2021). Sama trendi jälgivad ka teised lemmikloomatoidu tootjad, näiteks väljavõtte allpool Eesti väikese koeratoidutootja kodulehe info, mis on suunatud millennialidest lemmikloomade omanikele (*Joonis 2*).

Joonis 2. Palapets.com avaleht



Meie toit Meie lugu Jätkusuutlikkus

Kui heas vormis on sinu lemmikloom?

Toidukoguste kalkulaator Tellimus

8 Eesti

100% NATURAL	MINIMALLY PROCESSED	Climate action	HUMAN GRADE MEAT	HIGH IN OMEGAS 3&6
100% looduslik	Minimaalselt töödeldud	Süsiniku suhtes neutraalne	82–84% värsket liha ja kala	Rohkelt omega-3 ja omega-6 rasvhappeid
Ei mingeid lisandeid, lõhna- või maitseaineid, toiduvärve ega säilitusaineid. Samuti pole kasutatud teravilja, kartulit ega täiteaineid.	Kvaliteetne liha ja köögiviljad, mida on väga madalal temperatuuril hoolsalt õhu käes kuivatatud.	Algusest lõpuni valmistatud toode, pidades silmas kliimat.	Koos värskete köögiviljade, põhjamaiste marjade ja looduslike supertoitudega.	Lihtsasti seeditavatest ja hea biosaadavusega liha koostisosadest.

Jätkusuutlikkuse trendi jälgitakse ka lemmikloomatoidudes kasutatava kala puhul. Tuuakse välja, et kasutatakse ainult kalaliike, mida on piisavat ja kasutatakse kala nii, et see ei võtaks ära inimtoiduks sobivat kala (Jackson, 2014; Phillips-Donaldson, 2021). Lemmikloomamaiuste turul eelistatakse mitmeid kaladest ja vetikatest pärit koostisosi, sest neid on võimalik toota jätkusuutlikult ning neil on tervist toetavad omadused. BioOregon Protein toodab näiteks kalajahu, krevetijahu ja karabijahu, mida kasutatakse lemmikloomatoidu tootmisel. Lortscher Animal Nutritoin toodab

suitsutatud kalakonsentraati heeringast, mis on oomega 3 rasvhapete allikas. Alaska Naturals Pet Products toodab lõheõli ja mintaiõli tooteid lemmikloomadele. Acadian Seaplants Limited toodab vetikatest lemmikloomadele prebiootikume. (Taylor, 2014)

Lisaks lemmikloomatoidu koostisosade varieerimisele, keskendub sektor ka **AI-le**. Kuna lemmikloomade ülekaalus on probleemiks, siis lisaks dieettoitudele pakutakse erinevaid rakendusi ja aktiivsusmonitore (nt. [Whistle®](#)), mis aitavad lemmikloomade omanikel arvutada välja sobiva koguse toitu ja maiuseid.

Ülevaade koeratoidude retseptidest

Koerte toitumise kohta on tehtud mitmeid juhendeid. Järgnev info pärineb The European Petfood Industry juhendist [Nutritional Guidelines For Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs](#) (Tabel 3). Kui võtta eesmärgiks toota põhitoitu, siis peab tagama, et toidu koostis vastab 100% lemmiku toitumise vajadustele. Kui toota maiust, siis on hea juhendada lemmiku toitumise vajadusest.

Tabel 3. Koerte toidu soovituslik koostis. Kogus on antud ühik 100 grammi kuivaine kohta					
Põhitoitained		Mineraalained		Vitamiinid	
Valgud	20 g	Kaltsium	0,54g	A	654 IU
Rasvad	5,5 g	Fosfor	0,43g	D	60 IU
Oomega 6 rh	1,4 g	Kaalium	0,54g	E	4 IU
		Naatrim	0,11g	B1	0,23 mg
		Kloor	0,16g	B2	0,64 mg
		Magneesium	0,08 g	B3	1,77 mg
		Tina	0,78 mg	B5	1,53 mg
		Jood	0,12 mg	B6	0,16 mg
		Raud	3,89 mg	B9	27,85 ug
		Seleen	20 ug	B12	3,61 ug
		Mangaan	0,63 mg		
		Tsink	7,77 mg		

Valgud on vajalikud lihaste heaks toimimiseks. Valkude imendumine on umbes 80 %, kui toit sisaldab süsivesikuid. Kui toit ei sisalda minimaalselt või ei sisalda üldse süsivesikuid, siis on valguvajadus tunduvalt suurem.

Valgutoorainena kasutatakse lemmikloomatoidudes tavaliselt kana ja kana kõrvalsaaduste jahu, veiseliha ja kondijahu, lõhejahu jt kalajahusid. Tabelis 4 on välja toodud nende juba lemmikloomatoidudes kasutuselolevate valgutoorainete ja Paldiski komponenditehases toodetava räime- ja kilujahu koostised. Koostise võrdlusest on näha, et Paldiski komponenditehase kalajahu on sarnaste omadustega teiste valgujahudega.

Tabel 4. Lemmikloomatoidudes kasutatavate valgutooraine koostis						
	Kana kõrvalsaaduste jahu*	Veiseliha ja kondijahu*	Kalajahu*	Lõhejahu**	Anšoovise jahu**	Räime ja kilujahu***
kuivaine	92	93	92	91	85	93
valk	71	58	70	65	68	70
rasv	14	13	9	11	8	12
*(Hu et al., 2008)						
** (Guo et al., 2020)						
***Paldiski komponenditehase 2020-2021 hooajal toodetud 9 partii kalajahu analüüsitulemused						

Rasvad ja õlid on eriti vajalikud aktiivsetele ja suurt kasvu koertele. Omega 6 rasvhappeid ei oska koerte organism ise sünteesida ja seetõttu peab seda saama toiduga. Omega 3 rasvhapped on koertele samuti vajalikud, kuid hetkel ei ole piisavalt uuringutulemusi, mille põhjal saaks anda konkreetse numbrilise soovitus. Omega 6 ja omega 3 rasvhapete suhe peab olema tasakaalus, sest kui omega 3 rasvhappeid on liiga palju, siis mõjub see halvasti immuunsusele.

Rasvade ja õlidena kasutatakse koeratoitudes tavaliselt kas kanarasva või kalaõli. Viimane on eelistatum, sest sisaldab vajalikke omega 6 ja 3 rasvhappeid.

Kaltsium, fosfor ja D-vitamiin luude ja hammaste heaks toimimiseks. Kaltsiumi allikana kasutatakse kaltsiumkarbonaati aga ka kalajahu, mis on tehtud luudega kalast.

Kala koeratoitude koostisosana

Kala kasutatakse lemmikloomatoitude koostisosana paljudes toodetes. Eriti populaarne on lõhe, sest selle tervislikkusest on palju räägitud. Petfoodindustry.com toodete andmebaasi Dog and Cat Food Ingredient Center andmetel kasutatakse koeratoitude retseptides lõhejahu 23%, lõheõli 13% ja lõheliha 10%. Seega kala ja erinevate kalatoodete kasutamine lemmikloomatoitudes on juba praegu tavaline praktika.

Suurbritannias tegutseb ka näiteks lemmikloomatoitude tootja [Fish4Dogs](#), kelle tootesortimenti kuuluvad ainult kalast tooted. Kalaliigid mida antud tootja kasutab on nii madala, keskmise kui kõrge rasvasisaldusega: mintai, tursk, forell, lõhe, sardiin, heeringas, makrell. Tootja turustab oma tooteid UK turul ja Hiinas, ja viimast peetakse maailma kiiremini kasvavaks lemmikloomatoitude turuks. (Girenti, 2017)

Kala sisaldavate koeratoitude ülevaade

Koeratoitude retseptide koostisainete väljaselgitamiseks tehti ülevaade: erialakirjandusest, kalast koeratoitu tootva ettevõtte kodulehelt ja kala sisaldavatest koeratoitudest Eesti jaemüügis. Ülevaatesse valiti koeratoidud, mis olid valmistatud ekstrudeeriga.

Ekstrudeeritud koeratoitude tooteretseptid erialakirjandusest

Erialakirjandusest on võimalik leida erinevaid ekstrudeeritud koeratoitude alaseid uuringuid. Kõige enam leidub erialakirjanduses infot enimmüüdavate ekstrudeeritud koeratoitude kohta, mille valguline koostisosa on kana või veis. Kala sisaldav koeratoit peab olema sarnase koostisega, et olla konkurentsivõimeline. Erialakirjanduse ekstrudeeritud koeratoitude retseptid, toitaineline koostis ja kui oli kirjeldatud, siis ka ekstrudeerimise protsess on toodud Tabelis 5, 6 ja 7.

Tabelisse 5 on valitud US turu tüüpiliste koeratoitude retseptid.

Tabelisse 6 on valitud kana ja lõhe baasil valmistatud koeratoitude retseptid. Uuringus viidi läbi kana ja lõhe koostisosa retseptidega toidu eelistuse katse ning osalenud koerad eelistasid lõhejahuga proovi (Folador et al., 2006).

Tabelisse 7 on valitud koeratoidu želatiiniga koeratoidu retsept. Ekstrudeerimisel on oluline roll tähtsusega, et toode paisuks, hoiaks struktuuri ja oleks lemmikloomale sobiva näritavusega. Kui tulla vastu tarbijate ootustele ning tõsta toodete valgusisaldust ja vähendada süsivesikute, sh tähtsusega sisaldust, siis võib toote kvaliteet kannatada. Madalama tähtsusega sisaldusega ekstrudeeritud lemmikloomatoitudes on häid tulemusi näidanud želatiin. (Manbeck et al., 2017)

Erialakirjanduse ekstrudeeritud toodete keskmine valgusisaldus oli 30 %. Kõige kõrgem valgusisaldus oli 34,2 % ja kõige madalam 21 %. Rasvasisalduse võrdlemine erialakirjanduse toodete puhul ei ole asjakohane, sest osades töodes toodi välja, et rasva lisamine jäeti ära, sest see segas uuritavate parameetrite hindamist. Kommertsiaalsete toodete puhul toimub lõpliku sobiva koguse rasva lisamine tootele peale ekstrudeerimist ja kuivatamist. Erialakirjanduse ekstrudeeritud toodete puhul oli eesmärgiks, et niiskusesisaldus oleks ≤ 10 %.

Ekstrudeerimise eksperiment, kus katsetati seadme parameetreid ning retseptide koostis oli riis/kuivataud lõheliha vahekorras 70/30 ning 40/60, leidis, et seadme parameetrite reguleerimisel on antud koostisega retseptid töödeldavad, kuid vahekorraga 40/60 veidi keerukam head tulemust saavutada (Gogoi, B.K., 1996).

Tabel 5. US turu tüüpiliste koeratoitude retseptid erialakirjandusest

Retsept 1	%	Retsept 2	%	Retsept 3	%
Kana kõrvalsaaduste jahu	20,94	Veiseliha ja kondijahu	51,37	Kana kõrvalsaaduste jahu	37,8
riis	21,21	riis	14,38	riis	18,92
mais	21,21	mais	14,38	mais	18,92
nisu	21,21	nisu	14,38	nisu	18,92
peet (beet pulp)	4	Peet (beet pulp)	4	Peet (beet pulp)	4
maisigluteen	3	kaaliumkloriid	0,4	kaaliumkloriid	0,4
kaltsiumkarbonaat	0,75	naatriumfosfaat	0,25	naatriumfosfaat	-
kaaliumkloriid	0,49	naatriumkloriid	0,25	naatriumkloriid	0,25
naatriumkloriid	0,46	choline chloride, 60% kuiv	0,2	choline chloride, 60% kuiv	0,2
dikaltsiumfosfaat	0,87	vitamiinisegu	0,15	vitamiinisegu	0,15
choline chloride	0,2	mineraalainete segu	0,1	mineraalainete segu	0,1
vitamiinisegu	0,15	DL metioninn	-	DL metioninn	0,1
mineraalainete segu	0,1	tauriin	0,05	tauriin	-
antioksidant	0,09				
+ rasvaga katmine					
Koostis	%	Koostis	%	Koostis	%
Niiskus	7,2	niiskus	10	niiskus	10
Valk	21,3	valk	30	valk	30
Rasv	12,8	rasv	5,81	rasv	6,58
Kiudaine	0,57	kiudaine	2,66	kiudaine	2,56
Kuivaine	94,67				
Tuhk	8,45				
Kaltsium	1,54				
Fosfor	0,85				
Kaalium	0,55				
Magneesium	0,09				
Naatrium	0,28				
Väävel	0,28				
Vask, ppm	15,5				

Raud, ppm	168				
Mangaan, ppm	30,8				
Tsink, ppm	132				

Ekstrudeerimise protsess

Koostiskomponendid kaaluti ja segati. Mikrokoostisosad (<1%) segati omavahel ja seejärel lisati ülejäänud segule. Segamine kestis 5 minutit. Segu peenestati haamerveskis, et osakesed läbiksid sõela suurusega 840 µm, mis on vajalik ekstrudeerimisprotsessi paremaks toimimiseks. Ekstrudeerimiseks kasutati ühekruvilist ekstruuderit (Model X-20; Wenger Mfg, Sebetha, KS, USA). Peale ekstrudeerimist kuivatati toodet 99C juures, kuni niiskusesisaldus oli <10%. Esimese retsepti puhul järgnes kuivatamisele toote katmine (kana)rasvaga. Teise ja kolmanda retsepti juures rasvaga katmist ei toimunud.

Tabel 6. Ekstrudeeritud koeratoidud erialakirjandusest, kana ja lõhejahu näited

Retsept 4	%	Retsept 5	%
Kana kõrvalseaduste jahu	35,06	Lõhejahu	27,55
Riis	43,69	Riisijahu	40,96
Kanarasv	13,98	Kanarasv	14,22
Peet (beet pulp)	4,00	Peet (beet pulp)	4,00
Kuivatatud munapulber	2,00	Kuivatatud munapulber	2,00
kaltsiumkarbonaat	0,50	kaltsiumkarbonaat	0,50
naatriumkloriid	0,40	naatriumkloriid	0,40
choline chloride	0,13	choline chloride	0,13
Vitamiinide segu	0,24	Vitamiinide segu	0,24
Koostis	%	Koostis	%
Kuivaine	93,1	Kuivaine	93,6
Kuivaines valku	33	Kuivaines valku	34,2
Kuivaines rasva	24,6	Kuivaines rasva	21,3

Tabel 7. Ekstrudeeritud koeratoidud erialakirjandusest, želatiiniga

Retsept 6	%
želatiin	10
Kana kõrvalseaduste jahu	25,37
Riis	17,14
Mais	17,14

Nisu	17,14
Peet (beet pulp)	4,00
kaaliumkloriid	0,28
naatriumkloriid	0,25
choline chloride	0,20
DL metioniin	0,25
Tauriin	0,01
naatriumfosfaat	0,49
L-trüptofaan	0,02
antioksidant	0,03
vitamiinisegu	0,15
mineraalainete segu	0,10
Koostis	%
niiskus	10
valk	30
rasv	12,0
kiudaine	2,21
Ekstrudeerimise protsess	
Koostiskomponendid kaaluti ja segati. Mikrokoostisosad (<1%) segati omavahel ja seejäral lisati ülejäänud segule. Segamine kestis 5 minutit. Segu peenestati haamerveskis, et osakesed läbiksid sõela suurusega 840 µm, mis on vajalik ekstrudeerimisprotsessi paremaks toimimiseks. Ekstrudeerimiseks kasutati ühekruvilist ekstruuderit (Model X-20; Wenger Mfg, Sebetha, KS, USA). Peale ekstrudeerimist kuivatati toodet 99C juures, kuni niiskusesisaldus oli <10%.	

Ekstrudeeritud koeratoidud tootja ja jaemüüja kodulehtedelt

Ekstrudeeritud koeratoitude ülevaade teostati tootjale Fish4Dogs tootja kodulehel, sest antud tootja on keskendunud ainult kalast koeratoitude tootmisele (*Tabel 8*). Võrdlustabelisse valiti ekstrudeeritud tooted põhitoitude ja maiuste kategooriast ning erinevatest kalaliikidest. Kalasisaldus toodetes oli 32 - 55 %. Kalaliikidest kasutati lõhe, sardiini, makrelli ja mintaid. Toodete keskmine valgusisaldus oli 28,25 % ja keskmine rasvasisaldus oli 16 %.

Tabel 8. Fish4Dogs toodete koostis

FINEST SALMON ADULT		FINEST SARDINE ADULT		SKIN & COAT MACKEREL MORSELS		SUPER STARS SARDINE	
Retsept 7	%	Retsept 8	%	Retsept 9	%	Retsept 10	%
lõhe	27	sardiin	26	lõhejahu	28	lõhejahu	33
kartul	21	lõhejahu	21,5	kartul		sardiin	22
hernetärklis		bataat	20	bataat		bataat	17
lõhejahu	11,9	hernetärklis		hernetärklis		maniokk	13
lõheõli	9,7	peet (beet pulp)		lõheõli		lõheõli	8
peet (beet pulp)		lõheõli	5,5	krillijahu	5	päevalilleõli	
pärm		pärm		makrell	4	pärmiekstrakt	
päevalilleõli		päevalilleõli		lõhe		maltoosaeekstrakt	
mineraalained		mineraalained		mintai		hernekiud	
				pärm		vetikad	
						jõhvikad	
						mineraalained	
Koostis	%	Koostis	%	Koostis	%	Koostis	%
Valk	26	Valk	25,5	Valk	30,5	Valk	31
Rasv	12	Rasv	15,7	Rasv	18	Rasv	19
Tuhk	7,5	Tuhk	8	Tuhk	9,5	Tuhk	8
Kiudained	2,5	Kiudained	2,8	Kiudained	1	Kiudained	2,2
oomega 3 rh	1,9	oomega 3 rh	2,6	oomega 3 rh	2,5	oomega 3 rh	1,3
							

Ekstrudeeritud koeratoitude ülevaade teostati Petcity.ee veebipoe andmetel, sest neil on üks suurimaid tootesortimente (*Tabel 9*). Võrdlustabelisse valiti ainult sellised koeratoidud, mis sisaldasid kala ja on valmistatud ekstruuderiga. Eraldi toodi välja põhitoitud ja maiused. Põhitoitude osas on koostiskomponentidest põhjalikum ülevaade, sest tootjad olid selle info märkinud pakendile.

Keskmine kalasisaldus ekstrudeeritud koeratoitudes oli 54 %. Saadaolevate andmete põhjal oli põhitoitude kõige madalam kalasisaldus 40 %, kuid olid ka mõned tooted, kus ei toodud välja kui palju seal kala on. Põhitoitude kõige kõrgem kalasisaldus kokku oli 78 %. Koostises kasutati nii ühte kui mitut kalaliiki ning toodi eraldi välja, et liikidest kasutati kõige rohkem lõhe 83 %, heeringat 25 %, forelli 17 %, karpkala ja turska 8 % toitudes. Kõikides toitudes ei toodud välja milliseid kalaliike kasutati. Põhitoitude keskmine valgusisaldus oli 26 % ja rasvasisaldus 16 %. Kõige kõrgem valgusisaldus oli 34 % ja kõige madalam 15 %. Kõige kõrgem rasvasisaldus oli 19 % ja kõige madalam 14 %.

Tabel 9. Petcity.ee ekstrudeeritud koeratoidud kalaga

Aatu kuivtoit koertele, mereandidega
kala 78% (lõhe 44%, kuivatatud heeringas 29%, jõevähk 2%, kammkarbid, teod 2%, lõhepuljong 1%), bataat, kikerhersed, herned, lutsern, mineraalid, vitamiinid, tapiokk, õun, jõhvikad, pirn, mustikad, mooruspuu, apelsin, pohlad, porgand, tomat, sigur, vetikad, spirulina, piparmünt, petersell, kaneel, saialill, nõges, kummel, kibuvits, yucca-ekstrakt, aniis, lambaläätsed, oregano, salvei, majoraan, luude ja liigeste tugevdamiseks glükoosamiin 178 mg/kg, MSM 178 mg/kg, kondroitiin 125 mg/kg
Koostis: toorproteiinid 30%, toorrasvad- ja õlid 17% (oomega-6 rasvhapped 1,1%, oomega-3 rasvhapped 2,9%), toorkiud 3,5%, toortuhk 8,5%, niiskus 8%.
Aatu kuivtoit koertele, lõhega
kala ja kala kõrvaltooted (kala 80%), puuviljad, köögiviljad, õlid ja rasvad, vetikad, endiivia, piparmünt, petersell, kaneel, saialill, nõges, kummel, kibuvits, yucca-ekstrakt, aniis, lambaläätsed, oregano, tüümian, salvei, majoraan, glükoosamiin, metüülsulfonüülmetaan, kondroitiin
Koostis: proteiin 31%, rasvad 19% (oomega-6 rasvhapped 1,9%, oomega-3 rasvhapped 5,4%), toorkiud 2,5%, toortuhk 7%, niiskus 8%.
Barking Heads Fish N Delish kuivtoit koertele
kala ja kalast saadud kõrvaltooted (kalaliha 57%, millest 33% lõhe), maguskartul 29%, kuivatatud lõhe 14%, forell 10%, oad 9%, päevalilleõli, lutsern, vetikad, glükosamiin, metüülsulfonüülmetaan, kondroitiin, maitsetaimed.
Koostis: proteiin 23%, rasvad 17%, toorkiud 3,5%, toortuhk 9%, Omega6 3,7% ja Omega3 1%.
Carnilove Fresh koera täissööt karpkala ja forelliga
värske karpkala (26%), kuivatatud forell (18%), värske lõhe kondistatud (14%), kuivatatud lõhe (12%), kõrvits, kikerhersed, herned, kanarasv (konserveeritud tokoferoolidega, 5%), kanamaksa (3%), lõheõli (2%), õunad, porgandid, linaseemned, hüdrolüüsitud koorikloomad (glükoosamiini allikas, 0,026%), kõhreekstrakt (kondroitiini allikas, 0,016%), õlle pärm (mannani allikas) oligosahhariidid, 0,015%), sigurijuur (frukto-oligosahhariidide allikas, 0,01%), yucca schidigera (0,01%), vetikad (0,01%), psüllium (0,01%), tüümian (0,01%), rosmariin (0,01%), rosmariin (0,01%) oregano (0,01%), jõhvikad (0,0008%), mustikad (0,0008%), astelpaju (0,0008%), ingverijuur (0,0008%), salvei (0,0008%)
Koostis: toorproteiin 34,0%, rasvasisaldus 15,0%, niiskus 10,0%, toores tuhk 7,2%, toorkiud 3,5%, kaltsium 1,0%, fosfor 0,8%, omega-3 0,8%, omega-6 1,8%, EPA (20: 5 n -3) 0,1%, DHA (22: 6 n-3) 0,2%
Barking Heads Pooched Salmon koeratoit
lõhe 33%, bataat 24%, kuivatatud lõhe 13%, herned 12%, kartul, lõheõli, päevalilleõli, vetikad, tomat, glükoosamiin 355 mg/kg, metüülsulfonüülmetaan 355 mg/kg, kondroitiinsulfaat 250 mg/kg, ürtide mix 0,4% (majoraan, basiilik, oregano, salvei, tüümian, petersell), mineraalid
Koostis: toorproteiinid 22%, toorrasvad- ja õlid 15% (oomega-6-rasvhapped 3,6%, oomega-3-rasvhapped 2%), toorkiud 3%, toortuhk 7%.
Carnilove koera täissööt lõhega
lõheliha(25%),kondistustatud lõheliha(20%), kollane hernes(20%),heeringa liha (10%)kanarasv (säilitatud tokoferoolidega,9%), kanamaks(3%),õunad(3%)tapiokitärklis(3%), lõheõli(2%),porgandid(1%),linaseemned(1%), kikerhersed(1%), hüdrolüüsitud koorikloomade koorik(glükoosamiini allikas,0,026%)kõhre ekstrakt(kondroitiini allikas,0,016%),õllepärm(mannooligosahhariidi allikas,0,015%), sigur (fruktooligosahhariidi allikas,0,01%),tääkliilia80,01%),vetikad (0,01%), psülleum(0,01%), tüümian(0,01%),rosmariin(0,01%),oregaano(0,01%), jõhvikad(0,0008%), mustikad(0,0008%), vaarikas(0,0008%)
Koostis: toorvalk 33,0%,rasv 16,0%,toortuhk 8,5%,toorkiud 2,5%, niiskus 10,0%, kaltsium 1,4%, fosfor 1,1%
Sam's Field kuivtoit täiskasvanud koertele lõhe ja kartuliga

lõhe, kartul, mais, loomsed rasvad (konserveeritud, segatud tokoferoolidega, E- vitamiini allikas), lõheõli, naturaalsed maitseained, kuivatatud õun, õllepärm, tomat, täak-liilia ekstrakt, porgand, mineraalid, DL – metioniin, L – lüsiin, manno-oligosahhariidid (MOS), frukto – oligosahhariidid (FOS), probiootikumid. Koostis: toorvalk 25%, toorrasv 14%, toorkiud 2%, toortuhk 5,5%, niiskus 10%, kaltsium 1,1%, fosfor 0,9 %.
Brit Care kuivtoit suurt tõugu jun-le lõhe ja kartuliga kuivatatud lõhe(35%), kartul(32%), lõhevalk(13%), kanarasv (konserveeritud tokoferoolidega), kuivatatud õunad, lõheõli(3%), naturaalsed maitseained, õllepärm, hüdroliüsitud koorikloomade kestad (glükoosamiini allikas 320 mg/kg), kõhre ekstrakt (kondroitiini allikas 190 mg/kg), manno-oligo-sahhariidid (180 mg/kg), ürdid ja puuviljad (rosmariin, nelk, tsitrus, kurkum 180 mg/kg), fruktooligosahhariidid (120 mg/kg), tääkliilia ekstrakt (120 mg/kg), inuliin (110 mg/kg), maarjaohakas (90 mg/kg) Koostis: valk 28 %, rasv 15 %, niiskus 10 %, toortuhk 7,4 %, kiudained 2,5 %, kaltsium 1,2 %, fosfor 1%
Edgard Cooper koeratoit norra lõhega värske lõhe 40%, kartul, herved, hernevalgud, linaseemned, kalaõli, köögiviljakaste, mineraalid, manno-oligosahhariidid (MOS), frukto-oligosahhariidid (FOS), peet 0,04%, õunad 0,04%, mango 0,04%, avokaado 0,04%, kookos 0,04%, spinat 0,04%, must sõstar 0,04%, peiulilleõied, nõges, põldmarjalehed, apteegitill, köömen, kummelipalsam. Koostis: toorvalk 24%, toorõli ja -rasv 17%, toorkiud 2,5%, toortuhk 7%, oomega-6-rasvhapped 1,5%, oomega-3-rasvhapped 1,75%, kaltsium 0,95%, fosfor 0,75%.
Brit Care Dog Show koeratoit, lõhe/heeringas kuivatatud lõhe(35%), riis(32%), kuivatatud heeringas(10%), kanarasv (konserveeritud tokoferoolidega), lõhevalk(5%), lõheõli(4%), kuivatatud õunad, naturaalsed maitseained, õllepärm, kuningakepiõli(1%) hüdroliüsitud koorikloomade kestad (glükoosamiini allikas 320 mg/kg), kõhre ekstrakt(kondroitiini allikas 190mg/kg), manno-oligosahhariidid (180mg/kg), ürdid ja puuviljad(rosmariin, nelk, tsitrus, kurkum, 180 mg/kg) fruktooligosahhariidid(120mg/kg), tääkliilia ekstrakt(120mg/kg), inuliin (110mg/kg), maarjaohakas(90mg/kg). Koostis: valk 26%, rasv 16%, niiskus 10%, toorvalk 6,5%, kiudained 2,5%, kaltsium 1,2%, fosfor 0,9%,
Brit Fresh kuivtoit suurt tõugu koerale kala ja kõrvitsaga värske kala (40%), kuivatatud kana (20%), kõrvits (10%), kanarasv (konserveeritud tokoferoolidega), kaerahelbed, tatar (4%), õunad, terve peet (2%), lõheõli, õllepärm, linaseemned, kanamaks, kollageen, vetikad, lehtpeet (0,2%), petersell(0,05%), rosmariin, tüümian, saialill, võilill, probiootikumid, glükoosamiin 1700mg/kg, kondroitiin sulfaat 1300mg/kg, fruktooligo-sahhariidid 220mg/kg, beetaglükanaid 200mg/kg, mannanoligo-sahhariidid 180mg/kg, tääkliilia 150mg/kg, rohekarbid 100mg/kg Koostis: valk 26%, rasv 14%, niiskus 10%, toortuhk 7%, kiudained 3%, oomega-3 0,9%, oomega-6 1,8%, EPA 0,3%, DHA 0,5%, kaltsium 1,4%, fosfor 1%.
Hill's Prescription Diet D/D koeratoit lõhe & riisiga teraviljad, kala ja kalasaadused, õlid ja rasvad, liha ja loomsed kõrvalsaadused, mineraalained, taimsed kõrvalsaadused. Valguallikas: lõhejahu; süsivesikute allikas: riisimeski. Koostis: toorvalk 15, 4%, toorõlid ja -rasvad 13, 9%, asendamatud rasvhapped 3, 8%, oomega-3 rasvhapped 0, 80%, oomega-6 rasvhapped 3%, toorkiud 1, 2%, toortuhk 4, 9%, kaltsium 0, 77%, fosfor 0, 53%, naatrium 0, 34%, kaalium 0, 61%, magneesium 0, 07%.
Maiused
K9 Tasty ML koeramais lõhega lõhe, kartulijahu, taimne glütseriin, kartulikiud, lõhejahu, kaltsiumkarbonaat, maguskartulijahu, naatriumtripolüfosfaat, kaaliumkloriid Koostis: toorvalk 6%, toorrasvad- ja õlid 1, 4%, toorkiud 1, 2%, toortuhk 4, 5%. Säilitusaine: kaaliumsorbaat.

Leader Nutri Vigor Hip/Joint maius koerale lõhe
kuivatatud lõhe, terved herved, kooritud kaer, kõõgivilja glütseriin, terved linaseemned, glükoosisiirup, lõheõli (20 g/kg), hüdroolüüsitud maksa proteiin (15 g/kg), glükosamiin (4000 mg/kg), kondroitiinsulfaat (1000 mg/kg), metüülsulfonüülmetaan (1000 mg/kg), roheline rannakarp (500 mg/kg).
Koostis: proteiin 18%, rasvasisaldus 8%, toorkiud 2%, tuhk 4,5%, niiskus 10%.
Leader Train Me Low Calorie maius koerale lõhe
kuivatatud lõhe, terved herved, kooritud kaer, kõõgivilja glütseriin, terved linaseemned, glükoosisiirup, lõheõli, hüdroolüüsitud maksa proteiin (15 g/kg), kuivatatud vetikad (1000 mg/kg).
Koostis: proteiin 18%, rasvasisaldus 8%, toorkiud 2%, tuhk 4,5%, niiskus 10%.
Dogslikefish Minced Fish Bites koeramaius kalast
100% tursk
Koostis: Toorproteiin: 66,7 %, Toorrasv: 3,5 %, Süsivesikud: 0,2 %, Toorkiud 2,7%, Toorkiud 2,7%, Toortuhk 24,28%, Niiskusesisaldus <10%,
Carnilove koera maius karpkala ja tüümianiga
35% kuivatatud karpkala, kollased herved, vedel kõõgiviljatärklis, lõhe kaste, linnumaksa kaste, kollageen, 1% tüümian, lõheõli
Koostis: valk 33 %, rasv 5 %, niiskus 17 %, tuhk 7.5 %, kiudained 1 %, kaltsium 1 %, fosfor 0.9 %, omega-3 0.4 %, omega-6 0.5 %
Mark & Chappell Alfies Dinner maiustused koertele, lõhega
teravili, õlid ja rasvad (Omega -3 1,5%, Omega-6 4%), taimset päritolu derivaadid, liha ja loomsed derivaadid, kala ja kala derivaadid (lõhe 4%), mineraalained, nisujahu, maisitärklis, rapsiõli, hüdroolüüsitud linnulihaproteiin, lõhejahu, oder, naturaalsed lõhna- ja maitseained, naturaalsed värvained, askorbüülpalmitaat, rosmariiniekstrakt.
Koostis: toorproteiin 8,7%, toorõlid ja - rasvad 20,6%, toorkiud 1,3%, toortuhk 2,3%, niiskus 7,4.

Kõikide retseptide – erialakirjandus, tootja koduleht ja jaemüügitooted, toodete koostis sisaldab palju erinevaid komponente ja see näitab, et need tooted on tehtud enim praeguseid turutrende, kus *clean label*, kõrge valgusisaldus ja madal tärkliisisaldus ei olnud veel nii aktuaalsed. Retseptid, millele põhineb baasretsept on koondatud allpoololevasse *Tabelisse 10*. Retsepte tasub võtta aluseks esimesteks katsetusteks, kuid tuleks seada eesmärgiks kasutada minimaalselt koostiskomponente, et vastata tarbijate ootustele. Koostiskomponendid, mis on mõistlik esialgu katsetutest välja jätta on *Tabelis 10* väiksema kirjasureusega.

Enamus kõrgema kalasisaldusega koeratoite sisaldasid kalalisest koostiskomponentidest suurema osa lõhejahu. Lõhejahu erineb räime- ja kilujahust oma sensoorsete omaduste poolest, sest on vähem intensiivsem ja kalasem. Seetõttu, kuigi tehnoloogiliselt oleks võimalik räime- ja kilujahust toota kõrge kalasisaldusega toodet, on vaja arvestada, et toote sensoorsed omadused peavad meeldima nii koerale kui tema pererahvale.

Baasretsept on aluseks esmastele ekstrudeerimise katsetustele ning muudatused viiakse sisse vastavalt tehnoloogilistele ja sensoorsetele tulemustele (*Tabel 11*). Baasretsepti põhiliseks koostisosaks on räime- ja kilujahu, kui põhikomponent. Riis, sest see on koeratoidu ostjatele tuntud kui madala kalorsuse, õrna seedimise ja tundliku maitsemeelega koerale sobiv koostisosa ning ekstrudeerimise seisukohast oluline. Hernevalgu isolaat kõrgema valgusisalduse ja tehnoloogilise töödeldavuse toetaja. Kuivatud peet (nt. [peedipulber](#) või [mikrolaine kuivatud peet](#)), et anda tootele punakas värvus ja tõsta kiudainete osakaalu. Valmis retseptile on mõistlik lisada naturaalseid antioksüdante: D-vitamiini, kurkumi ja koriandrit. Kui peaks olema vajalik, saab tehnoloogilise protsessi sujuvamaks muutmiseks lisada retseptile ka želatiini kuni 10 %.

Tabel 10. Retseptide koondtabel baasretsepti väljatöötamiseks

Retsept 2 ^{Tabel 5}		Retsept 5 ^{Tabel 6}	%	Retsept 10 ^{Tabel 8}		Koostis ^{Tabel 9}		Baasretsept	
Veiseliha ja kondijahu	51,37	Lõhejahu	27,55	lõhejahu	33	Kala, millest	78	Räime ja kilujahu	50
Riis	14,38	Riis	40,96	sardiin	22	lõhe	44	Riis	10
mais	14,38	Kanarasv	14,22	bataat	17	heeringas	29	hernevalgu isolaat	36
nisu	14,38	Peet (beet pulp)	4,00	maniokk	13	jõevähk	2	Peet	4
Peet (beet pulp)	4	Kuivatatud munapulber	2,00	lõheõli	8	kammkarbid, teod	2	Valmis retseptile antioksidandid: D-vitamiin, kurkum, koriander	
kaaliumkloriid	0,4	kaltsiumkarbonaat	0,50	päevalilleõli		lõhepuljong	1	Vajadusel želatiin	
naatriumfosfaat	0,25	naatriumkloriid	0,40	pärmiekstrakt		bataat			
naatriumkloriid	0,25	choline chloride	0,13	maltoosaekestrakt		kikerhersed			
choline chloride, 60% kuiv	0,2	Vitamiinide segu	0,24	hernekiud		herned			
vitamiinisegu	0,15			vetikad		lutsern			
mineraalainete segu	0,1			jõhvikad		mineraalid			
DL metioninn	-			mineraalained		vitamiinid			
tauriin	0,05					tapiokk, õun, jõhvikad, pirn, mustikad, mooruspuu, apelsin, pohlad, porgand, tomat, sigur, vetikad, spirulina, piparmünt, petersell, kaneel, saialill, nõges, kummel, kibuvits, yucca-ekstrakt, aniis, lambaläätsed, oregano, salvei, majoraan, luude ja liigeste tugevdamiseks glükoosamiin 178 mg/kg, MSM 178 mg/kg, kondroitiin 125 mg/kg.			

Tabel 11. Baasretsepti koostise arvutused

Baasretsept	%	valgud	rasvad	süsivesikud
Räime- ja kilujahu	50	35	6	0
Riis	10	0,7	0,2	9

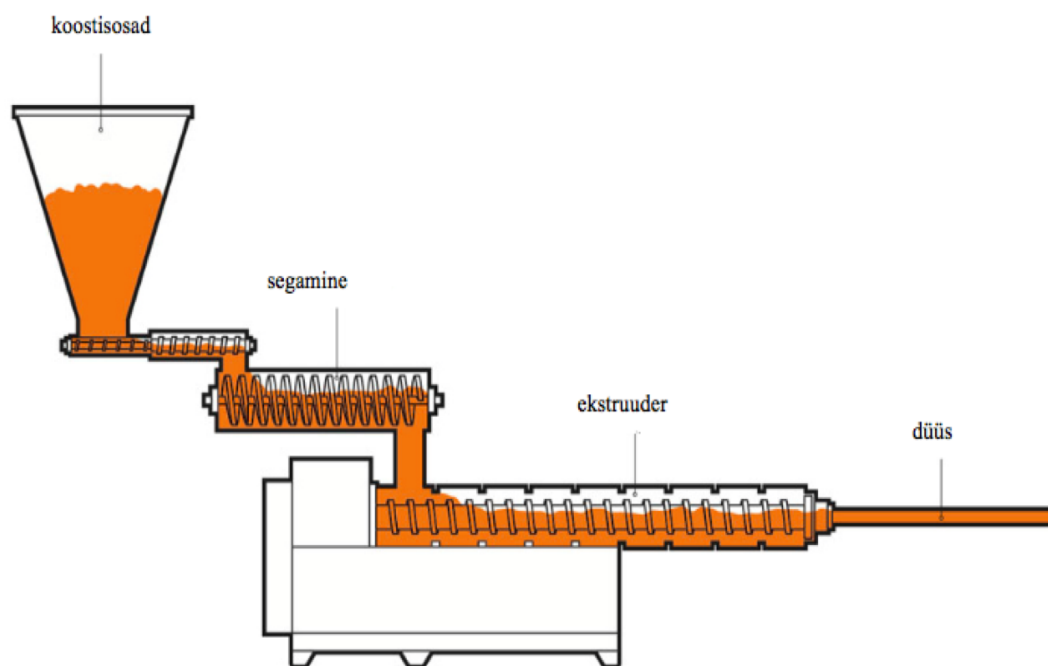
Hernevalgu isolaat	36	27	1,8	1,08
Peet	4	0	0,4	2,76
Kokku	100	62,7	8,4	12,84
		optimum 60-70%	alla 10%	
*Valmis retseptile antioksüdandid:D-vitamiin, kurkum, koriander				
**Vajadusel želatiin, 10 %				

Ekstrudeertehnoloogia lühiülevaade

Ekstrudeertehnoloogia on laialdaselt toiduainetööstuses kasutusel, protsessi üldiseks kirjeldamiseks võiks öelda, et ekstrudeerimine on materjalide samaaegne suure rõhu, al segamine ning samaaegne kuumtöötlemine. Materjali küpsetustemperatuur tekitatakse ekstruuderi küpsetuskambris kütteelementidega kui ka samaaegse kruvidega intensiivse segamise tulemusel. Kruvidega segamise tulemusel tekitatakse ekstruuderi kruvikambris ka rõhk. Kruvi- ja temperatuuritöötlemise eesmärgiks on muuta ekstrudeeritav materjal voolavaks, mis seejärel surutakse läbi väikesemõõtmelise düüsi. Kui alg ja lõppmaterjalid on enamasti tahked siis protsessi käigus muudetakse need voolavaks, vedelikulaadseks.

Tüüpiline ekstruudersüsteem koosneb:

- 1) Materjalide doseerimise süsteem (koosneb kuivainete koostisosade kolust ja täiendavast segamise/pealeandmise süsteemist)
- 2) Vedeliku lisamise süsteemist
- 3) Ekstrudeerist, mis koosneb temperatuurkontrollitud kruvikambrist ning ekstrudeerimiskruvist.
- 4) Düüs
- 5) Peale düüsi olev lõike süsteem, mis materjali juppideks tükeldab.



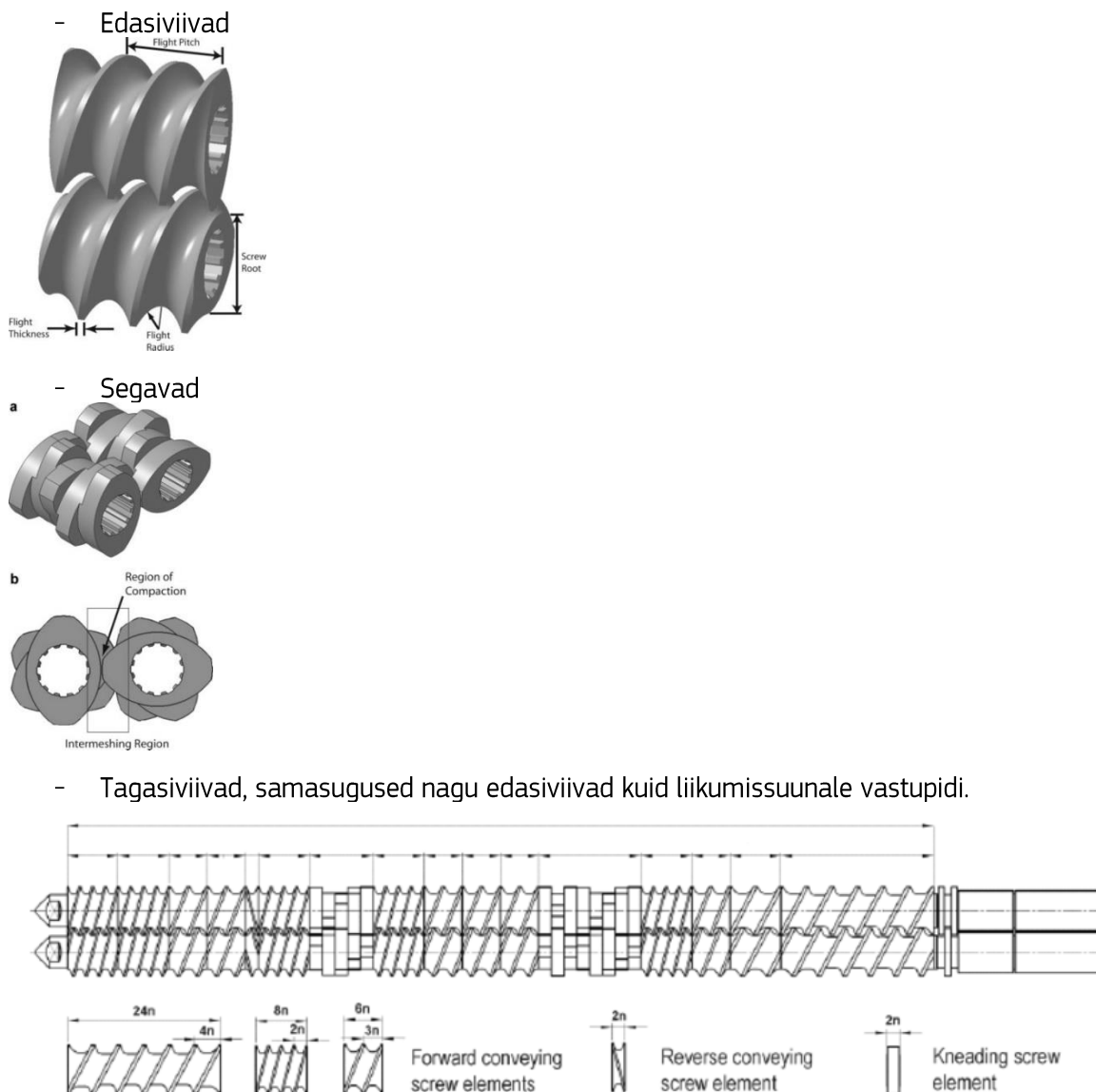
Joonis 1 Ekstruuderi põhimõtte sekeem

1) Materjalide doseerimise eesmärgiks on tagada ettesegatud pulbrite konstantne ettemääratud voolukiirus ekstruuderi kruvile. Peamised doseerijad on volumeetriselised, seega silmas tuleb pidada et materjali tiheduse muutusel muutub ka pealeande kiirus. On olemas ka gravimeetriselised doseerijad, kuid keerukuse tõttu neid tööstuses laialdaselt ei kasutata.

2) Vedeliku lisatakse ekstruuderi kruvile hiljem, peale seda kui kuiv pulber on juba ekstruuderkruvikambrisse jõudnud. Vedeliku lisamiseks sobivad täpsed doseerimise pumbad, laialdaselt kasutatakse peristaltilisi pumbasüsteeme, mis võimaldavad lihtsalt erinevate tihedustega vedelike mahte kalibreerida.

3) Ekstruuderid jagatakse kahte tüüpi, on ühe kruviekstruuderid ja kahe kruviga ekstruuderid. Ühekruviekstruuderid kasutatakse suuremahulistes tootmisprotsessides, lihtsamate toorainete töötlemiseks, näiteks erinevad hommikuhelbed lihtsamad kalasöödad. Ühekruviekstruuderite eeliseks on suur tootlikus ja konstruktsiooni lihtsus. Peamiseks puuduseks ekstrudeerimisprotsessi suurem ebastabiilsus. Seetõttu kasutatakse ühekruvilisi ekstruuderid pidevtootmises, kus masinad töötavad 24/7. Kahekruvi ekstruuderitel on nagu nimigi ütleb 2 kõrvaldiseisvat kruvieleменти. See tekitab stabiilse töötlemise protsessi, seetõttu kasutatakse juhtudel kus protsessi tuleb tihti peatada enamasti kahekruvi ekstruuderid. Neid on lihtsam režiimi ajada ning seetõttu on ekstrudeerimisprotsessi alustamise kaod väiksemad.

Ekstruuderi kruvid koosnevad erinevatest elementidest:

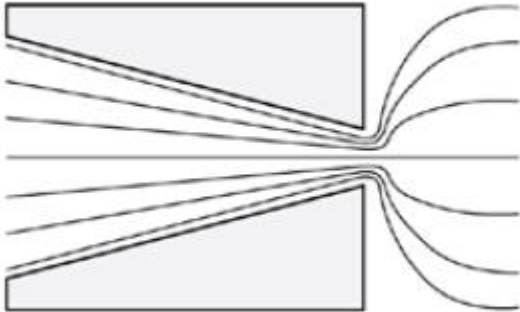


4) Düüs, sama tähtis kui ekstruuderi kruvi on ekstruuderi väljunddüüs sobiva protsessi tagamiseks. Ekstrudeerimisel eristatakse kahte peamist tüüpi düüse mis määravad ekstrudeerimisprotsessi olemuse:

a) Lühikesed düüsid. Sellise düüsi korral pääseb vedelas olekus kõrge rõhu all olev (tüüpiliselt 6–40bar) olev materjal kiirelt ilma jahtumata normaal rõhule, mille tulemusena materjal on vedel ja väljub kiirelt ja intensiivselt aurustub. Selle tulemusena moodustub õhuline poorne struktuur, mis on iseloomulik erinevatele hommikusöögi toodetele. Heaks näiteks on maisikepikesed. Lühikesi düüse kasutatakse enamasti kõrge tärkliisisaldusega jahude ekstrudeerimiseks. Et protsess õnnestuks, siis

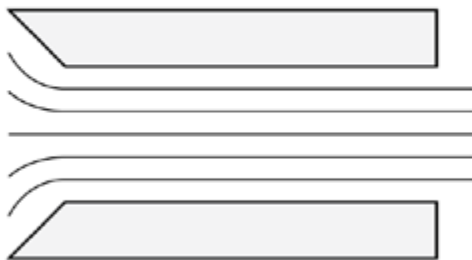
ekstruuderikambrisse lisatava vee kogus on väike, erialakirjanduses kutsutakse sellist ekstrudeerimise tüüpi madala niiskussisaldusega ekstrudeerimiseks (*low moisture extrusion* ing. k).

(a)



b) Pikad jahutusega düüsid. Erinevalt lühikese düüsist võimaldab pikem jahutusega düüs ekstruuderikruvi kambris oleva materjali enne normaalrõhule pääsemist alla vee keemistemperatuuri jahutada. See võimaldab retseptuuri rohkem vett lisada, madala niiskussisaldusega ekstrudeerimisele iseloomulikku intensiivset paisumist ei toimu. Kõrge veesisaldusega ekstrudeerimist (*High moisture extrusion* ing. k) kasutatakse kõrge valgulise koostisega toorainete puhul.

(d)



Ekstruuderi väljundava kujuga on võimalik teha erineva geomeetriaga lõppprodukte.



Et ekstrudeerimine õnnestuks peavad olema täidetud tingimused:

- 1) Materjalid peavad olema ekstrudeeritavad. See tähendab et neil peavad olema funktsionaalsed omadused. Näiteks valgupulber mida kasutatakse ei tohi olla denatureerinud, kui muna on juba ära küpsetatud siis teda uuesti küpsetada ei saa.
- 2) Ekstruuderisse mineva pulbri kogus peab olema sobiv, et ekstruuder seda töödelda jõuaks
- 3) Lisatava vedeliku kogus peab olema sobiv, et küpsetusprotsess toimuda saaks
- 4) Ekstruuderi kruvikonfiguratsioon peab olema vastava materjali jaoks sobiv. See tähendab, et ta tekitab piisavalt rõhku kuid samas ka piisavalt segaks. Seetõttu on ekstruuderretsepti oluliseks osaks kruvikonfiguratsioon millega materjali töödeldakse.
- 5) Düüsi tüüp ja geomeetria, mis määrab ekstrudeerimise olemuse, kas kõrge või madala veesisaldusega ekstrudeerimine.

Kalajahu kasutamine lemmiklooma maiustuse ekstrudeerimisel

Sissejuhatus

Ekstrudeerimise katsetuste eesmärgiks oli kontrollida kalajahu sobivust lemmiklooma maiustuse ekstrudeerimiseks. Selleks koostati lihtsustatud baasretseptid erineva kalajahu sisaldusega ning retseptuurid ekstrudeeriti erinevatel tootmisrežiimidel. Retseptide koostamisel prooviti saavutada maksimaalne kalajahu osakaal, kombineerides materjale muude funktsionaalsete materjalidega. Nende valiku kriteeriumideks olid struktuuri moodustamine ekstrudeerimisel ning minimaalne hind. Ekstrudeerimiskatsed teostati 24.08.2021-08.10.2021.

Materjalid

Tabelis on toodud materjalid, mis kasutati pulbrisegude valmistamiseks. Toiteväärtused ja hinnad on umbkaudsed, neid kasutati retseptide koostamisel ja võrdlemisel.

Tabel 1 Ekstruuderkatsetustes kasutatud peamised toorained

Nimi	Valk	Rasv	Süsivesikud	Hind EUR/kg
Kalajahu (kilu ja räim)	75%	10%	1%	1,5
Sojavalgu isolaat (Shandong Yuxin Biotech).	90%	0,5%	0,5%	2,9
Herne tärkliiserikas fraktsioon 17.OBP (Aloja Starkelsen)	21%	1,4%	67%	0,85
Hernevalgu kontsentraat (Exeller)	75%	8%	3%	6,2
Hernevalgu kontsentraat (Caremoli)	75%	10%	4,2%	4,7

Lisaks kasutati katsetustes veel:

- KOH - kaalium hüdroksiid lahusena, pH neutraliseerimiseks
- Glütseriin – lahusena (75% glütseriin 25% vett), veeaktiivsuse vähendamiseks ning elastsuse suurendamiseks. Hind 21,4€/ 1L. Hiinast suurema koguse tellimisel on hind glütseriini 0,7-1,5 \$/kg.

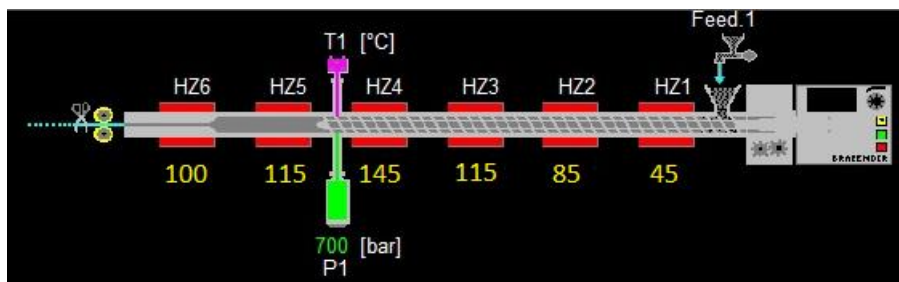
Meetodid

Katsed teostati kahekrüvilisel laboratoorsel ekstruuderil Brabender KETSE 20/40 (Duisburg, Saksamaa), millel on 4 iseseisvat kuumutustsooni (HZ). Krüvi pikkus oli 80 cm ja diameeter 2 cm. Pulbri toitesüsteem kalibreeriti iga pulbri puhul eraldi, et kontrollida materjali voolu ja toitekiirust. Vedelikud pumbati ekstruuderisse eraldi avast peristaltilise voolikupumbaga.

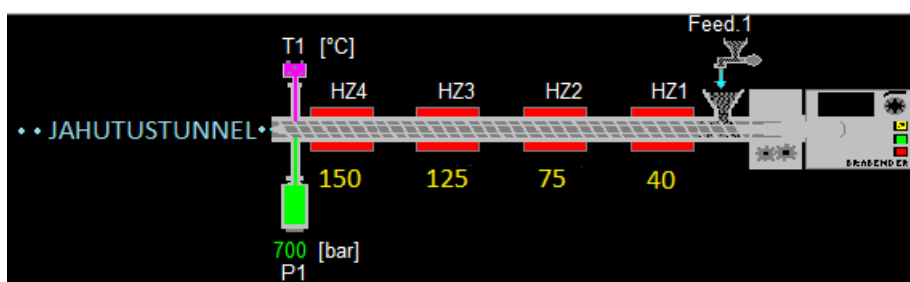
Katsetati kahte ekstrudeerimistüüpi:

1) Madalal niiskussisaldusel ekstrudeerimise korral väljub ekstruuderi sees kõrgel rõhul (tüüpiliselt 6-40bar) materjal ekstruuderist läbi väikesemõõdulise (meie katsete puhul väljunddüüsi diameeter 2 mm) düüsi normaalarõhuga keskonda, järsk rõhu langus põhjustab ülekuumutatud vee (tüüpiliselt 140-160°C) kohese aurustumise, tekitades paisutatud õhulise struktuuri. (Joonis 1). Tüüpiliselt kasutatakse ekstruuderit sellises konfiguratsioonis juhul kui ekstrudeeritava materjali tärkliisisaldus on kõrge.

2) Kõrge niiskussisaldusega materjali ekstrudeerimise korral on väljundava ühendatud jahutustunneliga, mis erinevalt ülaltoodud variandist takistab rõhu järsku langemist ning võimaldab materjali jahutada alla 100 °C, mis väldib vee kiire aurustumise. Sedasi ekstrudeerides moodustub valgurikkast materjalist kiuline ja kihiline liha-laadsee struktuuriga materjal (Joonis 2). Jahutustunneli osade temperatuurid hoiti konstantsena veetermostaadi abil. See põhjustas jahutustunnelis temperatuuri gradiendi, mis soodustas kiulise struktuuri tekitamist. Tüüpiliselt kasutatakse ekstruuderit sellises konfiguratsioonis juhul kui ekstrudeeritava materjali valgusisaldus on kõrge.



Joonis 2. Ekstruuder konfiguratsioon madala veesisaldusega ekstrudeerimiseks. HZ1-6 on kuumutusplokid.



Joonis 3. Ekstruuder konfiguratsioon kõrge veesisaldusega ekstrudeerimiseks. HZ1-4 on kuumutusplokid.

Ekstruuderkatsetusel kasutati erinevaid ekstruuder kruvi konfiguratsioone. Madala niiskusega ekstrudeerimise kruvi konfiguratsioon on toodud (Joonis 4) Joonis 5). Antud kruvi kasutatakse selleks, et suurendada mehhaanilise töötlemise intensiivsust ja tõsta ekstrudeeritava materjalile rakendatavat rõhku. Kruvi koosneb mitmetest sõtkumise ja tagasiviivatest elementidest.

Kõrge niiskusesisaldusega ekstrudeerimisel katsetati kahte kruvikonfiguratsiooni (Joonis 5 ja Joonis 6). Joonis 5 toodud konfiguratsiooni puhul tagavad edasiviivad elemendid parema materjali transportimise, mis on vajalik pika jahutustunneli tekitatud kõrge vasturõhu ületamiseks. Kruvi konfiguratsioonis Joonis 4 kasutusel olnud elemendid töötlesid materjali materjali üle, mille tulemusel kadus materjali struktuur. Seetõttu lihtsustati kruvi konfiguratsiooni ja kasutusele võeti vähem töötlevam ning veelgi rohkem edasiviivatest elementidest koosnev kruvikonfiguratsioon (Joonis 6).



Joonis 4. Kruvi konfiguratsioon madala veesisaldusega ekstrudeerimisel. Vasakpoolne nool näitab veetoite, parempoolne pulbritoite asukohta kruvi suhtes. Materjal voolab vasakule.

[illegible]

Kuivainete segud olid valmistatud Tabel 1 toodud retseptide järgi. Pulbrilised komponendid kaaluti ämbris, et oleks kokku 3-5 kg segu. Selleks, et tagada pulbri ühtlust segati difusioon-tüübi pulbrisegajal 15 min. Hinnaarvutused tehti ainult pulbrisegudest, arvestamata lisatud glütseriini, vett, ega KOH-i, kuna need kogused varieerusid.

Retsept	Valgud, %	Süsivesikud, %	Rasvad, %	Hind, Eur/kg
Madala veesisaldusega ekstrudeerimine				
100% kalajahu	75,0	1,0	10,0	1,50
70% kalajahu, 30% Aloja 17.OBP	58,8	20,9	7,4	1,31
50% kalajahu, 30% sojavalk, 20% Aloja 17.OBP	68,7	14,1	5,4	1,79
40% kalajahu, 60% sojavalk	84,0	0,7	4,3	2,34
20% kalajahu, 80% Aloja 17.OBP	31,8	54,0	3,1	0,98
35% kalajahu, 65% Aloja 17.OBP	39,9	44,1	4,4	1,08
50% kalajahu, 50% Aloja 17.OBP + (glütseriin)	48,0	34,2	5,7	1,18
50% kalajahu, 50% sojavalk + (glütseriin)	82,5	0,8	5,3	2,2
40% kalajahu, 60% Exeller hernevalk + (glütseriin)	75,0	2,2	8,8	4,3
35% kalajahu, 65% sojavalk + (glütseriin)	84,8	0,7	3,8	2,41

Kõrge veesisaldusega ekstrudeerimine

40% kalajahu, 60% sojavalk	84,0	0,7	4,3	2,34
55% kalajahu, 45% sojavalk	81,8	0,8	5,7	2,13
30% kalajahu, 50% sojavalk, 20% Aloja 17.OBP	71,7	14,0	3,5	2,07
50% kalajahu, 50% sojavalk + (glütseriin)	82,5	0,8	5,3	2,2
30% kalajahu, 70% Caremoli hernevalk + (glütseriin)	74,9	1,0	10,0	3,7

Tulemused ja arutelu

Ekstrudeerimise katsetuse käigus varieeriti:

- taigna niiskusesisaldust,
- temperatuuri profiili,
- kruvi kiirust,
- toitekiirust
- Madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimisel varieeriti ka düüsi ava suurust,
- Kõrge niiskusesisalduse korral jahutustunneli temperatuuri, tunneli pikkust

Katse käigus tõsteti materjali pH-d KOH lahuse lisamisega, kuna kõrgemal pH-l valgud moodustavad tugevamaid struktuure. Ekstruuderi töötleva osa temperatuurid valiti sõltuvalt toorainest 115–160 °C vahemikus, et ekstruuderi kambris materjal sulaks, valgud denatureeruksid ja hakkaksid moodustuma ristsidemed ning tärkis geelistuks. Samuti, kui ekstruuderi lõpus taheti tekitada vasturõhku või takistada vee aurumist, siis vastava kuumutusploki temperatuur hoiti 90–100 °C juures või kasutati erineva pikkusega jahutustunnelit. Sellisel temperatuuril hakkab materjal tahkuma ja hoiab paremini rõhku. Katsed tehti ka 75% glütseriini-vee lahuse lisamisega ekstruuderisse. Glütseriin on selge, lõhnatu, magusa maitsega siirupilaadne vedelik, mis lahustub vees. Glütseriin parandab toote elastseid omadusi ning alandab toote veeaktiivsust (säilivuse pikendamiseks).

Katse 1 esmased ekstruuderkatsetused

Esimesel katsel 24.08.2021 täheldati, et kalajahu on kleepuv ja raskestivoolav. Seega, 100% kalajahu pulbri stabiilne doseerimine ei olnud võimalik ning ekstruuder ei saavutanud stabiilset režiimi. Ekstruuderi rõhk kõikus tugevalt. Segu 70% kalajahu + 30% Aloja 17.0BP oli samuti kleepuv ning ekstrudeerimine oli ebastabiilne. Erinevad katsetatud ekstrudeerimise režiimid on toodud Tabelis 2. Katsetati erineva diameetriga väljundavasid (4 ja 2 mm), et proovida stabiliseerida protsessi ja tõsta rõhku. 2 mm düüs suurendas rõhku, kuid protsess oli ikka ebastabiilne. Ekstrudaadid (Joonis 6) olid pehmed ja pigem plastiliinitaolised, elastsus rebimisel puudus. Kuivatamisel olid väga rabedad. pH tõstmine ei aidanud struktuuri tekkimisele. Järeldati, et segus oleks vaja suurendada funktsionaalsete valkude hulka või kasutada baaskomponendina tärklist.

Tabel 2. Mõned madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 24.08.2021.

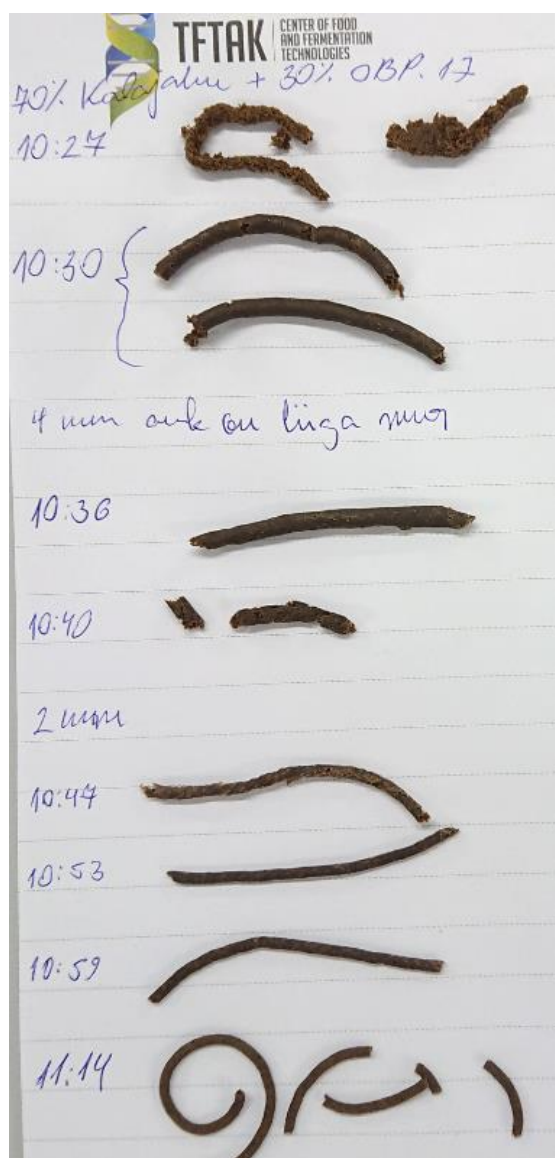
Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	HZ5, °C	HZ6, °C	Kruvi kiirus, rpm	Rõhk, bar
70% kalajahu + 30% 17.0BP									
10:25	Plastiliinitaoline pehme struktuur. Niiskus 30%, toitekiirus 6 kg/h, 4 mm ava.	40	70	100	130	115	100	450	1,1
10:32	Plastiliinitaoline pehme struktuur. Ei hoi rõhku. Niiskus 30%, KOH 0,3%, toitekiirus 7 kg/h.	40	70	110	140	115	105	700	4,2
10:34	Pehme. Niiskus 28%, 0,5% KOH.	40	70	110	140	115	105	800	2,8
10:39	Ebastabiilne. Pehme struktuur. Niiskus 25%, 0,5% KOH.	45	80	115	130	115	100	550	13,3

10:53	2 mm ava. Niiskus 22% , 0,5% KOH, toitekiirus 7 kg/h.	45	85	115	145	115	100	550	2,6
--------------	--	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

10:56	Niiskus 20%, 1% KOH.	45	85	115	145	115	100	550	2,7
--------------	----------------------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

100% kalajahu

11:01	Ebastabiilne, rõhku ei ole. Tekstuur ei moodustu. Niiskus 20%, 0,3% KOH, toitekiirus 7 kg/h	45	85	115	145	115	100	750	2,7
--------------	--	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Joonis 7. Madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise teksturaadid valmistatud 24.08.2021.

Katse 2 madala niiskussisaldusega ekstrudeerimiskatsetused

Teise ekstrudeerimiskatse jaoks valmistati segud, milles oli 50-80% funktsionaalseid komponente (Tabel 3), mis ekstrudeerimisel kas moodustavad tugevat kiulist ja elastset struktuuri (sojavalk) või paisuvad (herne tärklis). Mõned katsetatud režiimid on toodud Tabelis 3. See katse oli edukas, õnnestus saada mitmeid korralikke teksturaate (Joonis 7). Nagu oli eeldatud, funktsionaalne sojavalk suutis siduda kalajahu ja tekitada

elastset struktuuri. Hästi toimis ka hernetärklis. Segust 40% kalajahu + 60% sojavalk moodustusi struktureeritud pehmed ja elastsed teksturaadid (Tabel 3 ja Joonis 7, 10:28-10:41). Aga nad olid tükilised ja ebaühtlase pinnaga. Segu 50% kalajahu + 30% sojavalk + 20% Aloja 17.OBP ei ekstrudeerunud väga hästi, kuna oli vähe sojavalku. Lõpuks segust 20% kalajahu + 80% Aloja 17.OBP õnnestus saada väga häid paisutatud (Tabel 3 ja Joonis 7, 13:10) krõmpsuvaid krõbuskeid ühtlase tekstuuriga.

Elastsed ekstrudaadid säilitamiseks külmutati, kuna kuivatamisel nad muutsid liiga rabedaks. Lõpp-produktide arendamisel retseptid ja kuivatamisrežiim on vaja täiendavalt optimeerida, et nad säilitaksid oma elastsuse. Krõbuskid kuivatati ahjus 10 min temperatuuril 99 °C. Erinevalt valgurikastest ekstrudaatidest, tärglase baasil krõbuskite tekstuur paraneb kuivatamisel (hästi krõmpsuvad), seega neid saab säilitada toatemperatuuril ja edasine tehnoloogia arendus ei ole vajalik.

Tabel 3. Mõned madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 25.08.2021.

Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	HZ5, °C	HZ6, °C	Kruvi kiirus, rpm	Rõhk, bar
40% kalajahu + 60% sojavalk									
10:13	Kergelt struktureeritud, väikesed tükid. Niiskus 40%, toitekiirus 7 kg/h, 4 mm ava.	40	70	100	120	115	105	550	2,2
10:29	Ühtlasem struktuur, natuke elastne vorstike. Niiskus 46%, toitekiirus 7 kg/h.	45	85	135	120	105	95	300	2,0
11:09	Ebaühtlane elastne peen spagetti. Niiskus 44%, toitekiirus 8 kg/h, 2 mm ava.	45	85	135	115	100	95	400	6,4
11:22	„Riisitera“ ava.	45	85	130	115	100	95	300	1,8
50% kalajahu + 30% sojavalk + 20% Aloja 17.OBP									
12:00	Pehme plastiliin. Niiskus 39%, toitekiirus 7 kg/h, 3 mm ava.	45	85	135	115	100	90	300	7,3
12:07	Pehme plastiliin, ühtlane pind. Niiskus 40%, 0,4% KOH.	45	85	135	115	100	90	500	6,0
12:18	Ei ole elastne. Niiskus 26%, 0,3% KOH.	45	85	145	125	105	90	500	7,1
12:28	Natuke paisub, rabe tekstuur. Niiskus 17%, 0,3% KOH, toitekiirus 7 kg/h.	45	85	135	150	150	150	400	26,0
20% kalajahu + 80% Aloja 17.OBP									
13:02	Hea paisutatud ühtlane struktuur. Niiskus 15%, toitekiirus 7 kg/h, 3 mm ava.	40	70	110	153	153	158	250	23,9



Joonis 8. Madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise teksturaadid valmistatud 25.08.2021.

Märgati, et 60% sojavalguga ekstrudaadid olid potentsiaalselt hea tekstuuriga, aga kasutatud düüsiga ei saavutanud ühtlast struktuuri. Otsustati viia läbi katsed kõrge veesisalduse ekstruuderimise konfiguratsiooniga, mida kasutatakse taimsetest valkudest lihaanalogoogide tootmisel. Selleks koostati retseptid milles oli kõrge funktsionaalse sojavalgu osakaal (Tabel 1).

Katse 3 kõrge niiskussisaldusega ekstrudeerimiskatsed

Katseteks 26.08.2021 muudeti kruvi konfiguratsiooni ja ühendati ekstruuderimise ava pika jahutustunneliga. Erinevalt konfiguratsioonist mida kasutatakse madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimiseks, jahutustunnel vormib rihmataolise ja sileda pinnaga kuju, kõrgusega 7 mm ja laiusega 24 mm. Kui parameetrid on sobilikud, lisaks elastsele struktuurile võib ekstrudaati rebides näha ka kiulisust ja kihilisust, mis meenutab liha.

Mõned katsetatud režiimid on toodud Tabelis 4 ning ekstrudaadide pildid on Joonisel 8. Segu 40% kalajahu + 60% sojavalgu ekstrudeerimise hästi nagu ka eelmisel katsel. Struktuur oli tänu sojavalgule väga tugev, kummiline ja kihiline. Segu 55% kalajahu + 45% sojavalgu moodustas samuti elastse struktuuri, kuigi kiulisust oli vähe väljendatud. Väga kiuline, elastne, aga pehme tekstuur oli ekstrudaatidel segust 30% kalajahu + 50% sojavalgu + 20% Aloja 17.OBP (Joonis 9), kuigi tärglase tõttu nad olid kleepuvad, eriti kõrgemal niiskusesisaldusel.

Tabel 4. Mõned kõrge niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 26.08.2021.

Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	Kruvi kiirus, rpm	Rõhk, bar
40% kalajahu + 60% sojaval							
10:07	Elastne struktuur. Niiskus 50%, toitekiirus 6 kg/h, jahutustunnel 45 °C.	40	70	110	130	400	3,6
10:16	Kiuline struktuur. Niiskus 45%, toitekiirus 6,5 kg/h, jahutustunnel 45 °C.	40	70	115	140	400	4,7
10:23	Väga tugev elastne, kihiline, ja kummine. Niiskus 45%.	40	75	125	150	400	3,3
55% kalajahu + 45% sojaval							
11:10	Kummine, aga mitte eriti struktureeritud. Niiskus 41%, toitekiirus 7 kg/h, jahutustunnel 55 °C.	40	75	120	145	570	3,6
11:32	Väga kummine, aga mitte eriti struktureeritud. Niiskus 39%, 0,3% KOH, toitekiirus 7 kg/h.	40	75	115	140	440	3,5
11:47	Kummine, aga rohkem kiuline. Niiskus 39%, 0,3% KOH, jahutustunnel 45 °C.	40	75	115	130	300	4,7
30% kalajahu + 50% sojaval + 20% Aloja 17.OBP							
12:44	Hea kihiline tekstuur. Niiskus 32%, 0,4% KOH, toitekiirus 9 kg/h, jahutustunnel 45 °C.	40	75	120	140	320	8,2
13:12	Lihtne rebida, pehme ja hästi kiuline. Niiskus 37%, 0,2% KOH.	40	75	120	130	375	12,8
13:25	Pehme ja hästi kiuline rebimisel. Niiskus 38%.	40	75	120	135	499	12,7
13:37	Pehme ja ei ole väga kiuline. Niiskus 41%.	40	75	120	135	499	3,7



Joonis 9. Kõrge niiskusesisaldusega ekstrudeerimise teksturaadid valmistatud 26.08.2021.



Joonis 10. Kihiline ja kiuline struktuur mis tekib kõrge niiskusesisaldusega ekstrudaadi rebimisel.

Optimaalne veekogus ekstrudeerimisel sõltus retseptist. Kui kalajahu osakaal oli kõrge, siis segu oli võimeline siduma vähem vett seega ekstrudeerimiseks lisati vett ka vähem. Sojavalgul seevastu veesidumisvõime on kõrge ja kui vee kogus oli ebapiisav oli ja struktureerimine raskendatud. Seevastu, kui vee sisaldus oli kõrgem kui materjal suutis ära seostada oli ekstrudaat liiga pehme, plastiliinitaoline ja ei olnud struktureeritud. Erandiks on krõbuskite valmistamine, mille puhul niiskusesisaldus ekstrudeerimisel peab olema ~15%, et tagada paisumist.

KOH lisamine aitas natuke paremini siduda vett ja stabiliseeris protsessi, aga siiski pH mõju oli nõrk. Võib olla kalajahu valkude omadused sõltuvad pH-st vähe.

Kõrgemal temperatuuril denatureerib rohkem valke ja nad hakkavad moodustuma rohkem ristsidemeid. Seega kõrgemal temperatuuril tekstuur oli tugevam ja kummilisem. Kruvi kiirus mõjutas sarnaselt.

Kuna lihanaloogi-tüübi ekstrudaadid sisaldavad palju vett (ekstrudeerimisel lisatakse rohkem ning väljumisel ta ei aurustu), siis neid ei saa säilitada toatemperatuuril. Kuivatamine oleks pikk protsess, sest tükid on paksud ja tiheda struktuuriga võrreldes paisutatud krõbuskitega, mis tavaliselt kuivatatakse. Alternatiiviks on ka steriliseerimine, säilitusainete lisamine või glütseriini kasutamine vee asemel. Glütseriin täidab vee pehmedavat rolli ekstrudeerimisel aga ka lõpp-produktis, ning seob ära vett ja alandab vee aktiivsust, mis takistab mikroorganismide kasvu ja seega pikendab säilivusaega. Pehmed ja elastsed kommertsiaalsed lemmikloomatoidud sisaldavad tavaliselt 10-15% glütseriini ja 11-20% niiskust.

Katse 4 väljatöötatud baasretseptid, kus vesi osaliselt glütseriini vastu välja vahetatud

Katses 29.09.2021 prooviti valmistada madala niiskusesisalduse ekstrudeeri konfiguratsiooniga krõbuskeid segudest milles oli kas 50% või 65% Aloja hernejahu, et paremini aru saada, mis on minimaalne vajalik tärgluse kogus, et toimuks paisumine ja moodustuks hea õhuline struktuur. Mõned proovitud ekstrudeeri režiimid on toodud Tabelis 5, mille ekstrudaadid on toodud Joonisel 10. Segu 50% hernejahuga paisus väga vähe ja ekstrudaat oli liiga kõva. Siis 2 mm düüsi asemel pandi 3 mm düüs ja prooviti lisada glütseriini vee asemel. Nüüd 50% Aloja hernejahu ekstrudaat paisus rohkem kui veega (7,5% glütseriini kogu massist), ning peale ekstrudeerimist ta jäi mõnusalt pehmeks ja painutuvaks. Aga kui prooviti segu 65% Aloja hernejahuga ja 3 mm düüsiga, siis protsess oli väga ebastabiilne, rõhku ei olnud, ning paisumine ei toimunud.

Järgmiselt prooviti valmistada 3 mm düüsiga elastseid ekstrudaate valgu baasil. Kasutati 50% sojavalgu või 60% Exeller hernevalgu. Kuna hernevalgu pulbril on madalam valgusisaldus ja valgul on ka nõrgem funktsionaalsus, siis seda lisati rohkem. Prooviti lisada ka glütserooli. Tekkis kummjas ja potentsiaalselt hea struktuur, aga ta lagunes lühikesteks tükkideks, aga eesmärk oli saavutada pikk elastne pulk. Arvati, et kasutatav kruvikonfiguratsioon (Joonis 3) töötles ekstrudeeris olevat massi üle ning moodustunud struktuurid lõhtuti uuesti ära või siis taimse valgu sisaldus oli ebapiisav, et moodustada tugevat struktuuri mis ei laguneks tükkideks. Positiivne oli see, et kogutud proovide veeaktiivsused olid madalad (Tabel 6). Kuigi siiski oli selge, et on vaja veel optimeerida lisatava vee ja glütserooli kogust, sest vee aktiivsused jäi üle 0,64 piiri. Hinnanguliselt see võiks olla 15% glütseriini ja 15% vett. Potentsiaalne lahendus järgmiseks katseks oli kasutada lihtsama ülesehitusega kruvi ja väiksema diameetriga düüsi ning suurendada valgusisaldust.

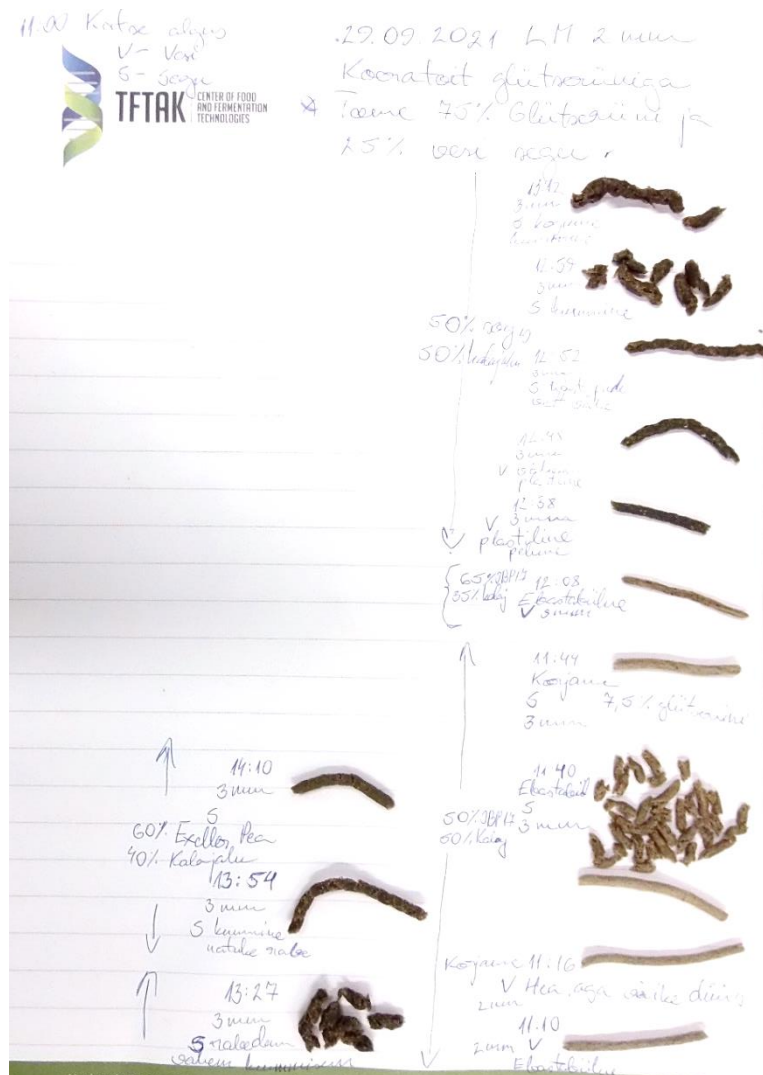
Tabel 5 Mõned madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 29.09.2021.

Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	HZ5, °C	HZ6, °C	Kruvi kiirus, rpm	Rõhk, bar
50% kalajahu 50% Aloja 17.0BP									
11:08	Ei paisu aga elastne struktuur. Niiskus 18%, toitekiirus 7kgh, 2 mm ava	40	70	108	151	152	156	350	11,2
11:16	Stabiilne väike paisumine aga hea ühtlane struktuur. Niiskus 15%, toitekiirus 7kgh, 2 mm ava	40	70	108	151	152	156	250	27,0
11:41	Väga ebastabiilne, väike paisumine. Kogu niiskus 18% millest 5% glütseriinilahus (75% lahus), toitekiirus 7kgh, ava 3 mm	40	70	110	155	145	140	251	27,1
11:46	Hea pehme tekstuur, natuke paisunud, stabiilne. Niiskus 19% millest 10% glütseriinilahus (75% lahus), toitekiirus 7kgh, ava 3 mm	40	70	105	148	145	140	225	19,6
35% kalajahu 65% Aloja 17.0BP									
12:17	Ebastabiilne, ei paisu hästi. Vaja kasutada 2 mm ava. Niiskus 14,5%, toitekiirus 9kgh, 3 mm ava	40	70	105	150	153	155	400	18,0
50% kalajahu 50% sojaval									
12:38	pehme savi. Niiskus 35%, toitekiirus 7kgh, 3 mm ava	45	85	145	120	105	90	225	4,0
12:52	Rabe. Kogu niiskus 30% millest 15% glütseriinilahus, toitekiirus 7kgh, ava 3 mm	45	85	155	135	105	90	350	10,6
13:00	Tugevad kumjad tükid, mis lagunevad. Koguniiskus 36%, glütseriinilahus 19%, toitekiirus 7 kgh, ava 3 mm	40	70	110	150	105	90	225	5,6
13:13	Tugev ja elastne, kuid laguneb tänu aurustumisele. Kogu niiskus 27%, glütseriinilahus 19%, toitekiirus 7kgh, ava 3 mm	40	70	103	148	105	90	250	19,7
40% kalajahu 60% Exeller hernevalk									
13:52	Kogu niiskus 39% glütseriinilahus 20%, toitekiirus 7kgh, ava 3 mm	40	70	105	135	105	90	200	4,3

13:54	Ebastabiilne kuid hea kumjas tekstuur. Enam-vähem ühtlane tekstuur kuid laguneb tükkideks.	40	70	105	135	105	90	200	5,8
-------	--	----	----	-----	-----	-----	----	-----	-----

Tabel 6 29.09.2021 valmistatud ekstrudaatide veeaktiivsus, niiskus ning tekstuur

AEG	RETSEPT	VEE AKTIIVSUS	NIISKUS, %	TEKSTUUR
11:16	50% kalajahu + 50% Aloja OBP.17	0,637	9,09	Vähe paisunud, aga krõmpsuv ja ühtlane.
11:44	50% kalajahu + 50% Aloja OBP.17 + glütserool	0,485	7,06	Vähe paisunud ja pehme.
12:20	35% kalajahu + 65% Aloja OBP.17	0,721	11,16	Vähe paisunud, natuke krõmpsuv ja ühtlane.
13:12	50% kalajahu + 50% sojavalik + glütserool	0,473	7,85	Elastne, tugev, aga laguneb lühikesteks juppideks.
13:54	40% kalajahu + 60% Exeller hernevalk + glütserool	0,772	22,93	Elastne, tugev, aga laguneb lühikesteks juppideks.
13:59	40% kalajahu + 60% Exeller hernevalk + glütserool	0,726	19,92	Elastne, tugev, aga laguneb lühikesteks juppideks.



Joonis 11 Madala niiskusesisaldusega ekstrudaadid. Valmistatud 29.09.2021.

Katse 5 glütseriiniga retseptid lühikese väljunddüüsiga

Viiendal katsel 01.10.2021 kasutati 2 mm düüs ja lihtsustatud kruvi konfiguratsioon (Joonis 5). Prooviti veel kord valmistada krõbuskeid 65% hernejahu baasil (ehk 44% tärklist segus). Ekstrudaat paisus väga hästi ja tekstuur oli pehme ja krõmpsuv.

Prooviti ka ekstrudeerida glütseriiniga valgusegud milles oli 65% sojavalgu ja 60% Exeller hernevalku. Tabelis 7 ja Joonisel 11 on toodud mõned proovitud ekstrudeerimise režiimid ja vastavad ekstrudaadid. Sojaga segul oli tugev ja elastne tekstuur, mis saadi suht madalal temperatuuril, aga kõrgel kruvikiirusel. Siiski ta ei olnud ühtlane spagetti kujuline ekstrudaat, vaid kipus moodustama suuremaid ja kõvemaid tükke, mis olid üksteisega seotud nõrgema niidiga. Exeller hernevalguga segu ekstrudeerus kehvemini kui soja segu ning moodustunud struktuur oli nõrgem ja vähem elastne. Võib olla valgu sisaldus oli ebapiisav või see valk on madalama funktsionaalsusega.

Glütseriiniiga ekstrudeerimisel tükke ei pea kuivatama kui glütseriini on üle 11%, aga niiskust alla ~15%, sest vee aktiivsus langeb alla 0,64 (Tabel 8). Glütseriiniiga kuivad tükid säilitavad oma elastsuse.

Valgu baasil ekstrudaadid olid ebaühtlase struktuuriga ja kippusid lagunema juppideks. Kuna olemasoleva düüsiga oli väga raske hoida vasturõhku isegi kambri lõpposa jahutamisega, järeldati, et kasutatav düüs selleks ei sobi.

Tabel 72 Mõned madala niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 01.10.2021

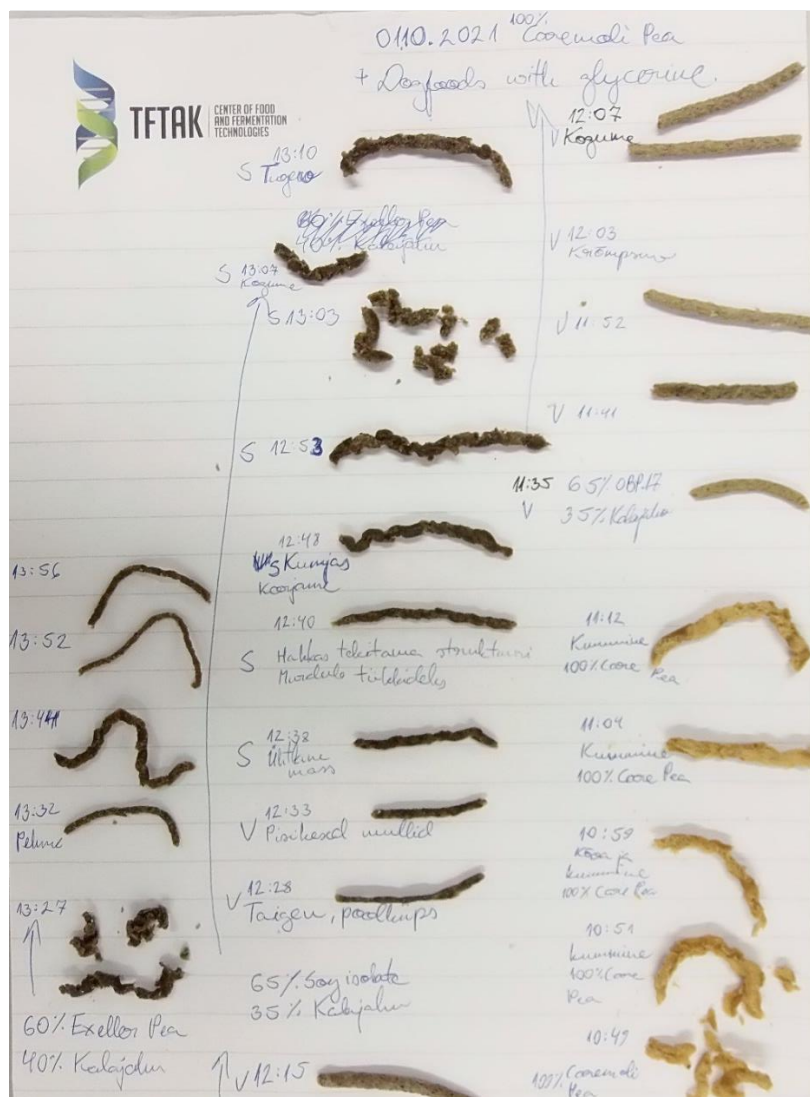
Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	HZ5, °C	HZ6, °C	Kruvikiirus, rpm	Rõhk, bar
35% kalajahu 65% Aloja OBP.17									
11:54	Hea paisumine, hele värvus, keskmine suurus, vb natuke ületöödeldud. Niiskus 15% toitekiirus 7kgh	40	70	108	151	152	156	225	52,1
12:04	Pind on natuke kõva, keskmine ühtlane paisumine. Niiskus 16,5%, toitekiirus 7kgh.	40	75	120	155	155	160	200	34,4
12:11	Kogumine, pind natuke kõva, keskmine paisumine, krõmpsuv kui ekstrudaat on kuiv. Niiskus 15%, toitekiirus 7kgh.	40	75	115	150	150	160	200	29,3
35% kalajahu 65% sojavalik									
12:34	Natuke struktureeritud, väikesed mullid ekstrudaadi sees, ühtlane pind, elastne kuid pehme. Niiskus 35%, toitekiirus 7kgh.	40	70	130	148	105	90	450	9,8
12:41	Elastne mitteühtlane struktuur, ei ole paisunud. Niiskus 33% millest 15% glütseriinilahust.	45	75	135	148	105	90	300	17,7
12:48	Kõva elastne tekstuur, mis murdub tükkideks. Niiskus 30%, 15% glütseriinilahust.	40	70	110	135	105	90	200	31,1
12:53	Hea tugev elastne struktuur, kuid laguneb tükkideks. Niiskus 33% millest 18% glütseriinilahus. Toitekiirus 7kgh.	40	70	110	135	115	110	500	19,4
13:11	Kogumine, elastne tekstuur, kuid laguneb tükkideks. Niiskus 35%, millest 25%	40	70	95	115	115	115	700	25,0

glütseriinilahus. Toitekiirus
7kgh.

13:14	Kogumine, väga tugev ja väga elastne struktuur. Peab venitusele vastu aga ebaühtlased tükid. Niiskus 35% millest 25% glütseriinilahus.	40	70	95	115	115	115	900	34,5
40% kalajahu 60% Exeller hernevalk									
13:32	Laguneb tükkideks, pole väga elastne. Niiskus 38%, toitekiirus 7kgh.	40	70	95	115	115	115	750	6,1
13:56	Väga peenike elastne nöö, pole väga tugev. Niiskus 35%, millest 25% glütseriinilahus.	40	70	120	140	115	115	500	11,6
14:03	Peenike elastne nöö kuid tugevam	40	70	135	155	125	120	700	13,3

Tabel 8 01.10.2021 valmistatud ekstrudaatide veeaktiivsus ning niiskus

Aeg	Retsept	Vee aktiivsus	Niiskus, %
12:11	65% Aloja OBP.17 + 35% kalajahu	0.19	-
12:48	(35% kalajahu + 65% soja) + glütseriin 11.25% massist	0.685 peale ekstrudeerimist 0.51 peale kuivatamist 10 min 75 C	16.37% 10.08%
13:07	(35% kalajahu + 65% soja) + glütseriin 13.5% massist	0.6	12.93%
13:10	(35% kalajahu + 65% soja) + glütseriin 13.5% massist	0.6	12.02%



Joonis 12 Madala niiskusesisaldusega ekstrudaadid. Valmistatud 01.10.2021

Katse 6 pika väljunddüüsiga glütseriiniga retseptid

Kuna selgus, et kasutatav düüs ei sobi, sest ta ei hoia vasturõhu ega ei pressi materjal kokku õigesse vormi, otsustati viimasel katsel 08.10.2021 kasutada jahutustunnelit, mis oli lühendatud konfiguratsioonis, mille pikkus oli ainult 30 cm. Selle eesmärgiks oli materjali vormimine ning vee aurustumise takistamine.

Katsetati kaks segu 50% sojavalguga ja 70% Caremoli hernevalguga. Kuna arvati, et Exeller hernevalgu funktsionaalsed omadused on nõrgad, siis prooviti kasutada alternatiivset valku. Lisati ka glütseriini. Katse oli edukas, ekstrudaadid olid elastsed, tugevad, ühtlase struktuuriga ja meenutasid kommertsiaalseid samalaadseid tooteid. Mõned katsetatud ekstrudeerimise režiimid ja vastavad näidised on toodud Tabelis 9 ja Joonisel 12.

Sojal on kõrgem veehoidmisvõime, seepärast ekstrudeerimisel ta vajab rohkem vett või siis glütseriini. Kuna me ei tahtnud lisada rohkem kui 20% glütseriini, siis lõpp-produktis ikkagi niiskust oli liiga palju ja vee aktiivsus oli üle 0.64 piiri (Tabel 10). Segu Caremoli hernega, aga vajas 5-8% vähem niiskust/glütseriini, seega lõpp-produkti vee kogus oli 11-14% + 16.5-18.75% glütseriini, ja vee aktiivsus oli <0.64. Herne ekstrudaadi tekstuur oli väga tugev, elastne, ja rebimisel ta ei pudinenud.

Jahutustunneli temperatuurid olid katsetatud vahemikus 25-65 °C. Liiga tugev jahutamine tegi ekstrudaadi liiga kõvaks ja masin ei suutnud seda kruvidega lükata edasi ja vool oli ebastabiilne.

Tabel 93 Mõned kõrge niiskusesisaldusega ekstrudeerimise režiimid 08.10.2021

Aeg	Kommentaar	HZ1, °C	HZ2, °C	HZ3, °C	HZ4, °C	Kruvi kiirus, rpm	Rõhk, bar
50% kalajahu 50% sojaval							
11:22	Väga elastne kiuline struktuur. Niiskus 45%, toitekiirus 5kgh.	40	70	105	150	250	2,6
11:28	Väga elastne ja hea kiuline struktuur. 40% niiskus. Jahutustunnel 25C	40	70	110	140	350	4,1
11:32	Natuke ebaühtlane, väga kõva, keskmise elastsusega, mitte väga kiuline. Kogu niiskus 36%, millest 20% glütseriinilahus (75%).	40	70	110	135	350	20,6
11:54	Kõva tekstuur, ebaühtlane voolavus. Koguniiskus 38%, millest 26% glütseriinilahus (75%). Jahutustunnel 39C	40	70	108	125	350	5,1
30% kalajahu 70% Caremoli hernevalk							
12:15	Hakkas moodustama tekstuuri. Niiskus 30%, toitekiirus 7kgh, jahutus 46C.	40	70	120	145	450	7,4
12:17	Väga tugev ja elastne, kiuline. Niiskus 30%.	40	70	120	145	450	9,2
12:31	Väga hea ja tugev kuid elastne struktuur. Koguniiskus 30% millest 22% glütseriinilahus. Jahutus 49C.	40	70	117	133	450	19,4
12:40	Kogumine. Väga kõva kuid elastne. Ebaühtlane voolamine. Koguniiskus 32% millest 24% glütseriinilahus. Toitekiirus 7kgh.	40	70	117	133	450	21,2
12:48	Natuke ühtlasem struktuur kuid voolavus ebaühtlane ja glütseriin eraldub. Koguniiskus 34% millest 26% glütseriinilahus. Toitekiirus 7kgh, jahutus 65C.	40	70	119	136	475	10,8
12:53	Kogumine. Hea kõva struktuur, ühtlane, elastne. Koguniiskus 33% millest 25% glütseriinilahus. Toitekiirus 7kgh, jahutus 65C.	40	70	119	136	475	14,6

Tabel 10 08.10.2021 valmistatud ekstrudaatide veeaktiivsus ning niiskus

Aeg	Retsept	Vee aktiivsus	Niiskus, %
11:33	50% soy, 50% kalajahu. Glütseriin 15% kogu massist.	0,782	24,21
11:58	50% soy, 50% kalajahu. Glütseriin 19,5% kogu massist.	0,725	21,20
12:31	70% Caremoli pea, 30% kalajahu. Glütseriin 16,5% kogu massist.	0,622	13,22
12:38	70% Caremoli pea, 30% kalajahu. Glütseriin 16,5% kogu massist.	0,611	10,74
12:46	70% Caremoli pea, 30% kalajahu. Glütseriin 18% kogu massist.	0,620	13,95
12:51	70% Caremoli pea, 30% kalajahu. Glütseriin 18,75% kogu massist.	0,605	~14



Joonis 13 Glütseriiniga valgu baasil ekstrudaadid. Valmistatud 08.10.2021 jahutustunneliga konfiguratsioonis.

Kokkuvõtte ekstruuderikatsetustest

Katsete põhjal võib järeldada, et kalajahu valgud iseseisvalt ei ole funktsionaalsed ega moodusta struktuure ekstrudeerimisel. Seega võiks lemmiklooma maiustuse segu koosneda kuni 50% ulatuses kalajahust ning ülejäänud komponendid peavad olema funktsionaalsed – kas taimsed valgud või tärkliis, sõltuvalt soovitud lõpp-produktist. Kalajahu sel juhul mängib tähtne roll.

Kõige paremad paisunud krõbuskid saadi segudest, kus oli 80% Aloja 17.OBP hernejahu + 20% kalajahu ning 65% Aloja 17.OBP hernejahu + 35% kalajahu. Nende segude tärkliisisaldus oli vastavalt 54% ja 44%. Segu kus oli 50% Aloja 17.OBP + 50% kalajahu (34% tärklist) väga hästi ei paisunud ning selle struktuur oli liiga kõva. Krõbuskeid ekstrudeeritakse madalal niiskusesisaldusel ning peale ekstrudeerimist jääkniskus eemaldatakse kuivatamisega, mis tagab madala vee aktiivsuse ning takistab mikroorganismide kasvu. Kuivade ekstrudaatide tekstuuri on ka krõmpsuvam.

Valgu baasil ekstrudaate saavutati segudega kus oli 50% Shandong sojavalku + 50% kalajahu ning 70% Caremoli hernevalku + 30% kalajahu. Head tugevad ja elastsed struktuurid moodustusid masina konfiguratsioonis mida kasutatakse krõbuskite jaoks, kuid saadud ekstrudaadid olid liiga ebaühtlase välimuse ja struktuuriga, sest olemasolev düüsi ülesehitus ei sobinud. Palju parema välimusega ja struktuuriga ekstrudaadid saadi kui kasutati jahutustunneli lühemat konfiguratsiooni, mis aitas hoida vasturõhku ning vormida massi ühtlaseks.

Soovitav on valgu baasil retseptis vee asemel kasutada ka glütseriini, sest see alandab lõpptoote veeaktiivsust kuid säilitab toote elastsuse. Ilma glütseriinita kuivad ekstrudaadid on rabedad. Kasutatav glütseriini kogus sõltub retseptist, aga see võiks olla ~15% massist ja sarnane koguniiskusega. Pikaajaliseks säilitamiseks on oluline tagada vee aktiivsus alla 0,64, mis on minimaalne väärtus mille juures kasvavad hallitused.

Pakkematerjalide soovitused kalajahu baasil lemmiklooma maiustele

Sobivate pakkematerjalide valikul tuleb lähtuda potentsiaalsetest kvaliteedilangust või riknemist põhjustavatest protsessidest säilivuse ajal.

50% soja ja 50% kalajahu retseptuuride põhjal valmistatud toodete veeaktiivsuse väärtus on >0,7, mis hapnikukeskkonnas hoiustamisel võib põhjustada mikrobioloogilist riknemist, eelkõige hallitus- ja pärmseente kasvu. Samuti on nendel toodetel kõige kõrgemad niiskussisaldused, vastavalt 21% ja 24%, mis tähendab, et olenevalt hoiustamiskeskkonnast võib toimuda toodete kuivamine või märgumine (niiskuse absorbeerumine). Keemilistest protsessidest, näiteks rasva oksüdatsiooni seisukohast aga pole need tooted üldiselt ohustatud, kuna toote rasvasisaldus on suhteliselt madal (5%).

70% Caremoli pea ja 30% kalajahu sisaldusega toodete veeaktiivsused on madalamad, vahemikus 0,605-0,622. See tähendab, et mikrobioloogiline riknemine ei tohiks antud toodetel olla potentsiaalseks probleemiks, kuid küll aga võivad toimuda füüsikalised-keemilised protsessid, nagu toodete niiskussisalduse muutused hoiustamisel või rasva oksüdatsioon (rasva sisaldus kõrgem, 10%).

Antud järeldustest lähtuvalt võib öelda, et toodete hoiustamiseks sobiksid pakendid, millel on kõrged hapniku- ja niiskusebarjäärid ehk madalad hapniku (OTR) ja niiskuse (WTR) läbilaskvused. Pakkematerjalide soovitused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Pakkematerjalide soovitused arendatud lemmiklooma maiustele

Pakkematerjal	OTR (g/m ² /24h)	WTR (mL/m ² /24h)
PET/PET-met/PE	<2	<2

LDPE/EVOH	<3	<10
PET/ALU/PP	<1	<1
OPP/adhesiiv/coex-PP/EVOH/PP	<1	<5
PET/PE/EVOH/PE	1	<10

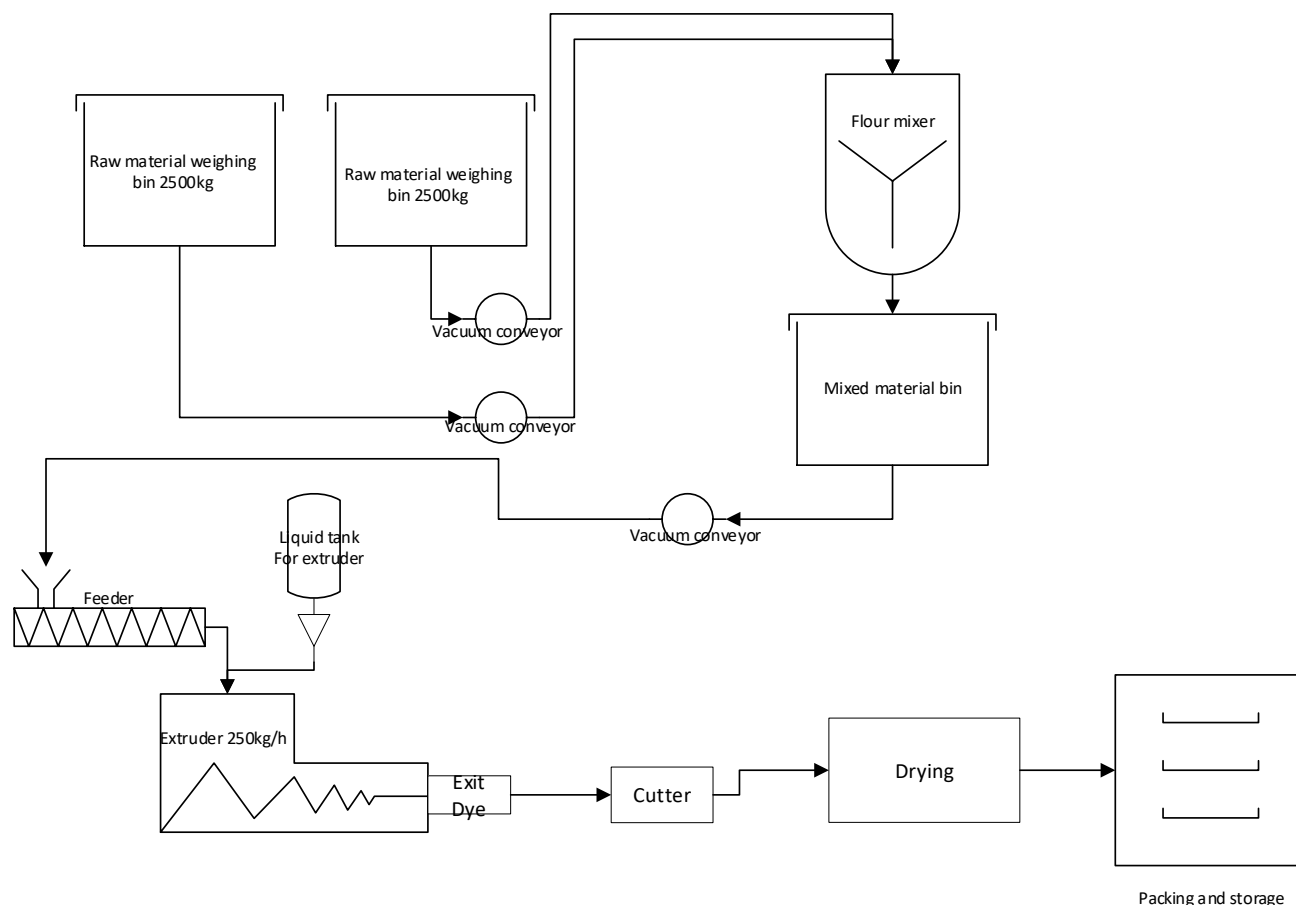
Materjalidekihtide lühendite selgitused:

- PET: polüetüleen-tereftalaat
- PET-met: metalliseeritud polüetüleen-tereftalaat
- PE: polüetüleen
- LDPE: madala tihedusega polüetüleen
- EVOH: etüleen vinüül alkohol
- ALU: alumiinium
- PP: polüpropüleen
- OPP: orienteeritud polüpropüleen
- Coex-PP: koekstrudeeritud polüpropüleen

Tabelis toodud materjalid on soovituslikud toote omadustest lähtuvalt, kuid sobivusest soovitud säilivuse tegelikuks saavutamiseks peaks arendatud toodete ja antud materjalidega läbi viima säilivuskatsed.

Tööstuslike ekstruuderite valik

Lemmiklooma maiuse ekstrudeerimiseks sobib kahekrui ekstruuder, millega saab ekstrudeerida kõrge valgusisaldusega retseptuure. Ekstruuderi konfiguratsioon tuleb valida vastavalt tootele, kas eesmärgiks on valmistada madala niiskussisaldusega kuivikuid, või ekstrudeerimine viia läbi suure niiskussisaldusega režiimis ning toode hiljem kuivatada. Madala niiskussisaldusega kuivikute tootmise korral on kalajahu lisamise võimalus väiksem, nii kirjandus kui ka proovikatsetused näitasid maksimaalselt kuni 20% kalajahu sisaldavad retseptid moodustasid sobivaid teskstüüpe, millest on võimalik tooteid teha. Suure niiskussisaldusega ekstrudeerimise korral oli kalajahu sisaldus võimalik tõsta kuni 30% juurde, kuid sellisel juhul peab olema süsteemil ka täiendav kuivati.



Joonis 14 Ekstruudeeritud toodete tootmisliin vajalike mahutite, konveierite ja lisaseadmetega

Tööstuslike ekstruuderite tootjaid on palju, enamasti on otsuse kohaks kas tehnoloogia osta Euroopast, Aafrikast või Hiinast. Alpool toodud erinevad firmad, kes ekstruudereid toodavad:

1) Clextral

1 rue du Colonel Riez
42702 Firminy, France

2) CFAM Technologies (Pty) Ltd

Kanaalweg 102, Vyfhoek,
Potchefstroom, South Africa

3) Shandong Light M&E Co., Ltd

Unite Fortune Plaza, Jinan, China

4) Bühler AG

CH-9240 Uzwil

Näitena saab tuua ekstruudertehnoloogia investearingu mahu ca 250kg/h valmistootte tootlikuse korral. Euroopa firmad on usaldusväärsemad ning kiiremat teenindust pakuvad, kasutatakse paremaid materjale tööstuselektroonikat ja materjale mille tulemusena saavutatakse parem töökindlus. Antud tootlikkusega euroopas koos kuivatiga valmistatud ekstruuder tootmisliini hinnavahe on jääb 1-1,3 Milj. EUR suurusjärku olenevalt masina konfiguratsioonist.

CFAM on Lõuna Aafrika Vabariigis paiknev firma kes viimastel aastatel jõuliselt ekstruuderite pakujate hulka on lisandunud. Kuivatiga sobiv tehas on maksab suurusjärgus 600 000 EUR.

Shandong Light M&E Co., Ltd on mainekas hiina ekstruuderite tootja, kes on mitmeid tehaseid ka Euroopas sisustanud. Koos kuivatiga ekstruuderi liini maksumus on suurusjärgus 400 000-500 000 EUR.

Sööt ja söödaohutus

Sööt on töödeldud, osaliselt töödeldud või töötlemata toode, mis on mõeldud loomade söötmiseks ja esineb söödamaterjalina, söödalisandina, segasöödana, erisöödana või ravimisöödana.

Eestis reguleerivad sööda käitlemist:

Söödaseadus RT I 2007. 6. 32

Söödaseaduse üldsätetes sätestatakse seaduse reguleerimisala, erinevate söötade määratlused. Seaduse **II peatükk** annab üldnõuded sööda nõuetekohasusele, ohutusele ja märgistamisele viidates allpooltoodud EL otsekohalduvatele õigusaktidele. Seaduse **III peatükk** sätestab üldnõuded sööda käitlemisele ja kasutamisele viidetega EL otsekohalduvatele õigusaktidele. Seaduse **IV peatükk** puudutab söödakäitlejate teatamis- ja loakohustust. Sööda ohutuse ja jälgitavuse tagamiseks peavad söödakäitlejad oma tegevuse kohta esitama Põllumajandus- ja - ja Toiduametile majandustegevuste või taotlema tegevusloa ning täitma söödahügieeninõudeid. Töödeldud loomseid proteiine (kalajahu, putukajahu, verejahu jt), dikaltsiumfosfaati, trikaltsiumfosfaati või veretooteid sisaldava sööda tootmiseks ja/või söötmiseks peab taotlema Põllumajandus- ja Toiduametilt tegevusloa.

Lisaks söödaseadusele ja selle rakendusaktidele reguleerivad sööda valdkonda ka teised seadused ja nende rakendusaktid ning otsekohalduvad Euroopa Liidu õigusaktid.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 178/2002 CELEX number: 02002R0178-20210526, millega sätestatakse söödaalaste õigusnormide üldised põhimõtted ja nõuded, kehtestatakse sööda

ohutusega seotud menetlused ning asutatakse Euroopa Toiduohutusamet (EFSA). Lisaks söödaseadusele ja selle rakendusaktidele reguleerivad sööda valdkonda ka teised seadused ja nende rakendusaktid ning otsekohalduvad Euroopa Liidu õigusaktid.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 183/2005 CELEX number: 02005R0183-20190726 sätestab söödahügieeni nõuded. Määruse **II peatükk** käsitleb söödakäitlemisettevõtte üldiseid kohustusi, ohuanalüüsi ja kriitiliste kontrollpunktide (HACCP) süsteemi, söödakäitlemisettevõtte tunnustamist. Määruse **III peatükk** annab suunised söödakäitlemise heade tavade kohta. Suuniste väljatöötamine ja järgimine on käitlejale vabatahtlik. Määruse **lisa II** sätestab nõuded käitlemisettevõtte ehitisele, vahenditele, töötajatele, tootmisele, kvaliteedikontrollile, dioksiinide seirele õlides, rasvades ja neist saadud toodetes, sööda transpordile, ladustamisele ja arvepidamisele.

Ettevõtte külastusel nähtu põhjal on lemmikloomade maiuste tootmine olemasolevates ruumides võimalik ning lisanduv tegevus tuleb liita enesekontrolliplaani. Tootmisliin tuleb paigaldada ettevõtte „ puhtale poolele“ .

Sööda turuleviimise ja kasutamise nõuded sätestab **Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 767/2009** CELEX number: 32009R0767. Määruse **II peatükk** annab söödakäitlejale üldised ohutus- ja turustamisnõuded, tema vastutuse ja kohustused. Määruse **III peatükk** täpsustab erisööda turuleviimise tingimused. Erisööda kasutusotstarvete loetelu on sätestatud **Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruses 2020/354** CELEX number: 32020R0354 Kasutusotstarvete loetelu ajakohastamise menetlust võib alustada ühenduses või liikmesriigis asu- või elukohta omava füüsilise või juriidilise isiku poolt taotluse esitamisega Euroopa Komisjonile. Määruse **IV peatükk** annab nõuded märgistusele, esitusviisile ja pakendamisele.

Söödaseadus :



12780735.pdf

Mitte toidu tootmise eesmärgil peetavate loomade segasööda märgistamise juhend :



mttm2rgistamine767
_16.11.2020.pdf

Juhend analüüsivastuste hindamiseks 767/2009 LISA IV alusel :



2881.767lisa4.pdf

Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 767/2009, 13. juuli 2009 :



CELEX 32009R0767
ET TXT.pdf

Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 183/2005, 12. jaanuar 2005 :



CELEX 32005R0183
ET TXT.pdf

Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 2020/354, 04. märts 2020 :



CELEX 32020R0354
ET TXT.pdf

Beaton. (2018). *Targeted pet treats: Big success in dog treat solutions*.

<https://www.petfoodindustry.com/articles/7616-targeted-pet-treats-big-success-in-dog-treat-solutions>

Beaton. (2021). *2 top trends for 2021 according to the pet food industry*. [https://www.petfoodindustry-](https://www.petfoodindustry-digital.com/petfoodindustry/january_2021/MobilePagedArticle.action?articleId=1652806&lm=1623276922000#articleId1652806)

[digital.com/petfoodindustry/january_2021/MobilePagedArticle.action?articleId=1652806&lm=1623276922000#articleId1652806](https://www.petfoodindustry-digital.com/petfoodindustry/january_2021/MobilePagedArticle.action?articleId=1652806&lm=1623276922000#articleId1652806)

Dornblaser. (2018). *New product opportunities posed for pet treats, toppers*.

<https://www.petfoodindustry.com/articles/7555-new-product-opportunities-posed-for-pet-treats-toppers>

Folador, J. F., Karr-Lilienthal, L. K., Parsons, C. M., Bauer, L. L., Utterback, P. L., Schasteen, C. S., Bechtel, P. J., & Fahey,

G. C. (2006). Fish meals, fish components, and fish protein hydrolysates as potential ingredients in pet foods.

Journal of Animal Science, 84(10), 2752–2765. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-560>

Franco. (2021). Latin America pet food market growth drivers, restraints. *Petfood Industry*.

<https://www.petfoodindustry.com/articles/10337-latin-america-pet-food-market-growth-drivers-restraints>

Girenti. (2017). *UK firm expands fish-based pet food exports to China*. [https://www.petfoodindustry.com/articles/6619-](https://www.petfoodindustry.com/articles/6619-uk-firm-expands-fish-based-pet-food-exports-to-china)

[uk-firm-expands-fish-based-pet-food-exports-to-china](https://www.petfoodindustry.com/articles/6619-uk-firm-expands-fish-based-pet-food-exports-to-china)

Gogoi, B.K. (1996). Effects of location and spacing of reverse screw and kneading element combination during twin-

screw extrusion of starchy and proteinaceous blends. *Food Research International*, 29, 505–512.

Guo, J., Swanepoel, A., Qiu, X., Reis, J., Rhodes, M., & Davis, D. A. (2020). Use of salmon by-product meals as a

replacement for anchovy meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*).

Aquaculture Nutrition, 26(2), 490–501. <https://doi.org/10.1111/anu.13011>

Hu, M., Wang, Y., Wang, Q., Zhao, M., Xiong, B., Qian, X., Zhao, Y., & Luo, Z. (2008). Replacement of fish meal by

rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel

carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture*, 275(1–4), 260–265.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.005>

Jackson. (2014). *Pet food domination: The Big Three Corporations*. [https://www.allaboutdogfood.co.uk/articles/pet-](https://www.allaboutdogfood.co.uk/articles/pet-food-domination-the-big-three-corporations)

[food-domination-the-big-three-corporations](https://www.allaboutdogfood.co.uk/articles/pet-food-domination-the-big-three-corporations)

- Manbeck, A. E., Aldrich, C. G., Alavi, S., Zhou, T., & Donadelli, R. A. (2017). The effect of gelatin inclusion in high protein extruded pet food on kibble physical properties. *Animal Feed Science and Technology*, 232, 91–101.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.010>
- Mars Petcare. (2021). *Mars Petcare—Sustainability plan*. <https://www.mars.com/sustainability-plan>
- Philips-Donaldson. (2018). *Novel, functional ingredients for pet treats and toppers*.
<https://www.petfoodindustry.com/articles/7563-novel-functional-ingredients-for-pet-treats-and-toppers>
- Phillips-Donaldson. (2021). Top 101 pet food companies in 2020. *Petfood Industry*, 63(6).
- Sprinkle. (2021). *US pet industry reset: Pet population update*.
- Taylor. (2014). *A sea of nutrition: Ingredients from the ocean that benefit pets*.
<https://www.petfoodindustry.com/articles/4530-a-sea-of-nutrition-ingredients-from-the-ocean-that-benefit-pets>
- The European Pet Food Industry. (2021). *Facts and Figures 2020 European Overview*.
https://fediaf.org/images/FEDIAF_Facts_and_Figures_2020.pdf
- Vorotnikov. (2019). *Russia's pet food market continues to grow*. Petfoodindustry.
<https://www.petfoodindustry.com/articles/7949-russias-pet-food-market-continues-to-grow>
- Wall. (2016). *10 nutrient rich novel pet food ingredient trends*. <https://www.petfoodindustry.com/articles/5896-nutrient-rich-novel-pet-food-ingredient-trends>
- Wall. (2018). *Clean label pet foods need identifiable ingredients*. <https://www.petfoodindustry.com/articles/7078-clean-label-pet-foods-need-identifiable-ingredients>
- Yu. (2021). 5 insights on China's pet food market post-2020. *Petfood Industry*. https://www.petfoodindustry-digital.com/petfoodindustry/april_2021/MobilePagedReplica.action?pm=2&folio=28#pg32