



LIHAFOORUM

2014



Kogumiku väljaandmist toetab Euroopa Liit



Maaelu Arengu Euroopa
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Sisukord

Sissejuhatus lihafoorumile 2014	02
Riho Kaselo, EPKK lihatoimkonna esimees	
Lihasektori ülevaade 2014	03
Koostajad on Põllumajandusministeeriumi spetsialistid Liina Jürgenson, Mariann Roos ja Martin Pretke	
Liha kokkuostuhindade ja tarbimise prognoosimine	17
Reet Põldaru, Ants-Hannes Viira, Jelena Ariva, Jüri Roots, Eesti Maaülikooli Majandus- ja Sotsiaalinstituut	
Lammas lihaturul – kuidas ja kuhu?	21
Ell Sellis, Eesti Lambakasvatajate Selts	
Venemaa impordikeelu mõjutused lihaturule	23
Maris Viileberg (Eesti Konjunktuuriinstituut)	
Mis muutub toidumärgistuses?	26
Külli Johanson, Põllumajandusministeerium	
Lihaveise kalkulaator	27
Pilleriin Puskar, Alltech Eesti	
Laagerdatud veiseliha lõikeenergia määramine gravitatsioonilisel impulssmeetodil	29
A. Põldvere, L. Lepasalu, A. Tänavots, J. Olt, U. Sannik, A. Sats, R. Saar, R. Martinson, V. Poikalainen, Eesti Maaülikool, Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, AS HKScan Estonia, Eesti Tõusigade Aretusühistu	
Eesti seakasvatus ühe osana Euroopa seakasvatusest	33
Einar Jakobi, Viru Lihaühistu	
Eesti veisekasvatusele spetsialiseerunud põllumajandustootjate konkurentsivõime võrreldes EL riikide tootjatega	34
Ants-Hannes Viira, Eesti Maaülikooli Majandus- ja Sotsiaalinstituudi teadur	

Laagerdatud veiseliha lõikeenergia määramine gravitatsioonilisel impulssmeetodil

A. Põldvere^{1,4}, L. Lepasalu¹, A. Tänavots¹, J. Olt¹, U. Sannik^{1,2}, A. Sats¹, R. Saar¹, R. Martinson³, V. Poikalainen¹

¹Eesti Maaülikool, ²Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, ³AS HKScan Estonia,

⁴Eesti Tõusigade Aretusühistu

Liha tekstuuri parameetrid on olulised tehnoloogiliste protsesside läbiviimisel ja liha sensorsete omaduste kujundamisel. Liha tekstuuri iseloomustatakse orgaanoleptiliste ja sageli ka liha läbilõikamiseks kuluva lõikeenergia kaudu. Viimasel juhul on see määratav kvantitatiivselt ning rakendatav kogu tehnoloogilises tootmisahelas.

Toiduainete tekstuuri kvantitatiivseks hindamiseks kasutatakse tekstuurianalüsaatoreid, mille puhul üldjuhul rakendatakse konstantset lõikamise kiirust ja survet ning mõõdetakse proovikeha lõikejõu dünaamikat. Ülemaailmselt on tunnustust leidnud Warner-Bratzleri (WB) meetodikal põhinevad tekstuurianalüsaatorid, mis peavad vastama kindlatele nõuetele.

Veiseliha on struktuurilt sitke, mistõttu tuleb seda enne tarvitamist laagerdada, et parandada teksturaalsete parameetritega mõõdetavat liha õrnust.

Uurimuse eesmärk oli veiseliha lõikeenergia alternatiivse nn gravitatsioonilise impulssmeetodi (GI) väljatöötamine ja aprobeerimine veiseliha laagerdamisel. Selleks mõõdeti laagerdatud liha lõikeenergiat gravitatsioonilisel impulssmeetodil (GI) ja Warner-Bratzleri meetodil põhineva tekstuurianalüsaatoriga TMS PRO.

Katsed viidi läbi 2013. aastal Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna lihalaboris. Katsematerjalina kasutati kolme konditustatud veise pikimat seljalihast (MLD), mis eemaldati rümbalt kaks päeva pärast tapmist.

Lihatööstuses lõigati lihast kuus umbes 300 g proovitükki ja pakendati vaakumpakendisse. Proovitükkide ettevalmistamine ja lõiketugevuse määramine toimus WB meetodikat kasutades (Savell *et al.*, 2013). Proovitükkide valmistamiseks kasutati puurmasinat, millele oli kinnitatud proovivõtu toru diameetriga 20 mm. Igast lihaproovist lõigati piki lihaskiudu proovivõtutoru abil välja kuni kümme proovitükki (Joonis 1). WB ja GI mee-

todiga mõõdeti 0...+2°C temperatuuri juures laagerdatud ja termiliselt töödeldud lihaproovide lõikejõu dünaamikat, millest arvutati lõikamiseks kulunud energia. Proovitükid lõigati keskelt, ristisuunaliselt lihaskiududega. Mõõtmised viidi läbi nii toore kui termiliselt töödeldud lihaga. Termilisel töötlemisel kuumutati lihaproovid vesivannis 72 – 76°C sisetemperatuurini. Liha õrnuse parandamiseks peaks seda laagerdama vähemalt 14 päeva (Hanzelková *et al.*, 2011). Käesolevas uuringus viidi tekstuurianalüüs läbi 2, 7, 14, 21, 38 ja 35 päeva pärast lihavesi tapmist kuues korduses.



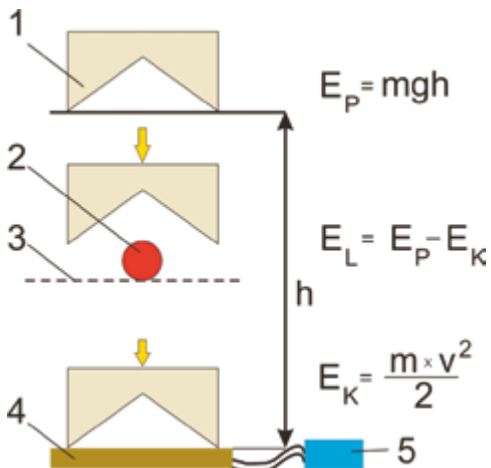
Joonis 1. Puursüdamikuga ettevalmistatud liha proovitükid

Gravitatsioonilisel impulssmeetodil (GI) töötav katseade valmistati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonnas (Joonis 2). GI lõikeseade koosneb lõiketerast, selle juhtmehhanismist ja jõuimpulssi registreerivast jõuandurist koos vastava platvormiga ning lõikelauast. Proovitükk asetatakse lõiketera ja jõuanduri vahel olevale plaadile ning läbisatakse lõiketera vabalangemisel. Proovitüki läbinud tera kukub vastu jõuanduri platvormi, tekitades jõuimpulsi, mis registreeritakse arvuti poolt. Uuritava seadme lõiketera raskuskeskme kõrgus alusest on 460 mm ja mass 1,1 kg. Lõikeenergia määratakse tera esialgse potentsiaalse energia ja selle jääenergia vahena. Mida pehmema struktuuriga on liha, seda tugevam on löök jõuanduri platvormile ja vastupidi.



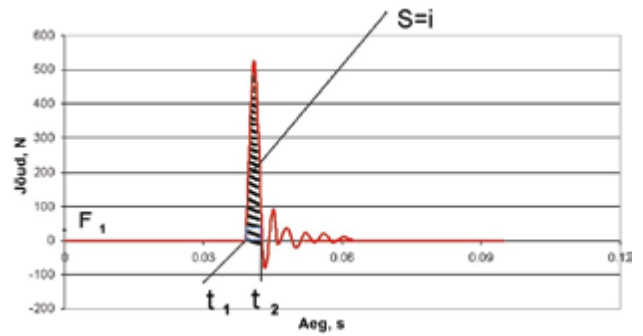
Joonis 2. Katseseade liha löikeenergia määramiseks LGI meetodiga (1- lõiketera, 2 - jõuanduri platvorm, 3 - juhtvardad, 4 - liuglaager, 5-lõikelaud)

Katseseadme füüsikalised alused: Kui katsekeha asub teatud kõrgusel h , omab ta potentsiaalset energiat (E_p) (Joonis 3).



Joonis 3. Gravitatsioonilise impulssmeetodiga (GI meetod) lihaproovi löikejõu ja -energia määramise skeem (1 - lõiketera, 2 - lihaproov, 3 - lõikelaus, 4 - jõuanduri platvorm, 5 - kontrolleri)

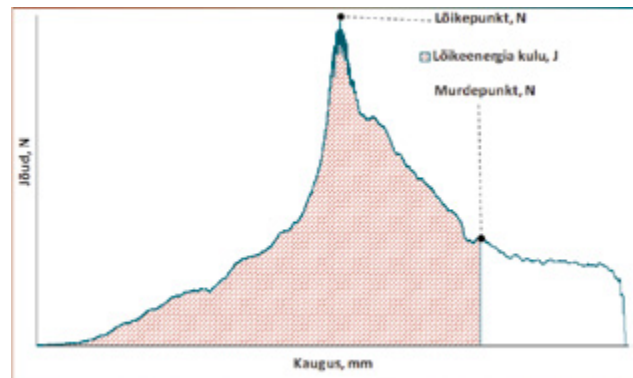
Lõiketera kukkumisel muutub potentsiaalne energia (E_p) kineetiliseks (E_k), mille väärtust on võimalik hinnata jõuanduril 1 tekkiva impulsi i suuruse kaudu (Joonis 4), mis arvutati jõu dünaamika graafikult joonealuse pinna kaudu. Juhul kui katsekeha liikumisteel on takistus (lihaproov), siis peab lõiketera kulutama selle lõikamiseks energiat (E_L) ja jõuanduril registreeritakse selle võrra väiksem tulem.



Joonis 4. GI meetodiga lihaproovi löikamisel jõuanduri poolt registreeritud jõu dünaamika graafik

GI meetodi aprobeerimiseks kasutati tekstuurianalüsaatorit TMS PRO koos 1000N jõuanduri ja WB lõiketera-plaadiga (light weight blade set). Mõlema meetodi puhul olid lõiketerad sarnase konfiguratsiooniga (60-kraadise V kujulise sisselõikega, 1,016 mm paksused).

Uuringu käigus määrati WB meetodiga laagerdusprotsessis veiseliha mehhaanilistest parameetritest löikeenergiakulu kokku (J). See on summaarne energiakulu (graafikualune pindala), mis on vajalik proovitüki deformeerimiseks ja läbilõikamiseks (Joonis. 5).

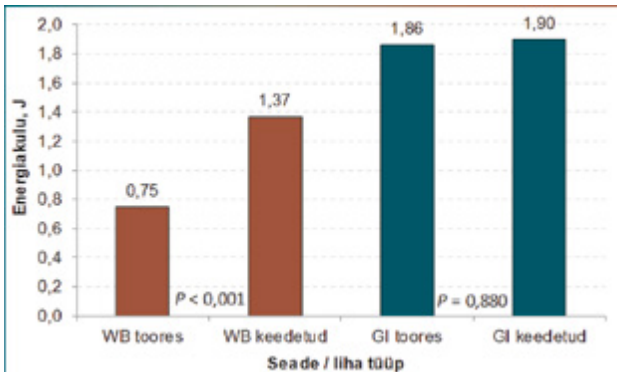


Joonis 5. Warner-Bratzleri testi jõu dünaamika ja selle löikeenergia määramine joonealuse pinna kaudu (Luno et al., 1999)

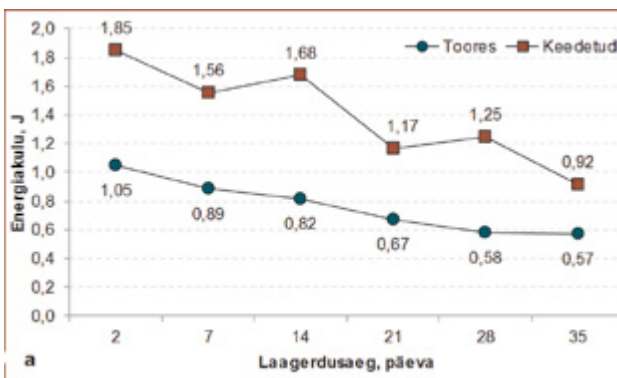
Hindamiseks laagerdusaja mõju liha struktuuri parameetritele teostati ühefaktoriline variatsioonanalüüs tabelarvutusprogrammi Excel 2010 abil. Lõikejõu ja -energia näitajate keskmised erinevused laagerdusaeade lõikes hinnati statistikapaketiga R (R Core Team, 2013). Seadmetevahelise statistilise erinevuse kindlaks tegemiseks kasutati *student t*-testi.

Katseandmetel oli WB meetodiga hinnatud toorest lihast lihaproovide lõikamiseks vajalik löikeenergia madalam võrreldes keedetud lihaga ($P < 0,001$) (Joonis 6). Keedetud lihaproovide testimisel võrreldes toore lihaga oli WB meetodil vaja keskmiselt kulutada 0,62 J rohkem

energiat ($P = 0,001$). GI meetodi puhul toore ja keedetud liha lõikeparameetrid oluliselt ei erinenud ($P = 0,880$). Siit võib järeldada, et GI meetod ei sobi keedetud ja toore liha vaheliste erinevuste määramiseks.

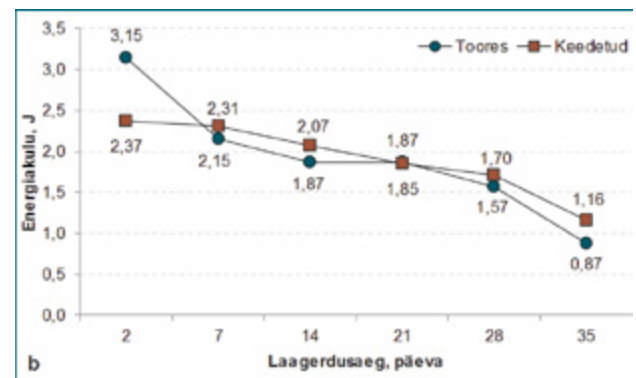


Joonis 6. Toore ja keedetud lihaproovi lõikamiseks kulunud energia WB ja GI meetodiga määratult



Lõikeenergia kulu WB meetodiga lihaste läbilõikamisel vähenes laagerdusaja lõikes oluliselt (Joonis 7a) ja osutus statistiliselt usutavaks ($P < 0,001$). Laagerdamise alguses (2. päev) oli keedetud liha lõikamiseks vajalik lõikeenergia kulu, võrreldes toore lihaga, 0,8 J kõrgem, laagerdumise lõpus (35. päev) oli erinevus vähenenud 0,35 J-ni.

Analoogselt WB meetodiga vähenes ka GI meetodil lihaste läbilõikamiseks kulunud lõikeenergia laagerdusaja pikenemisega (Joonis 7b), kuid selle statistiline usutavus oli väiksem ($P = 0,028$). Lõikeenergia vähenemise põhjus on lihas toimuvad ensümaatilised protsessid, mille toimel lihaskiud, sh müofibrillaarsed valgud lagunevad ja liha muutub õrnemaks (Koochmaraie *et al.*, 1995).



Joonis 7a. WB (a) ja GI (b) meetodiga hinnatud toore ja keedetud liha lihaskiudude energiakulu muutus laagerdusaja jooksul.

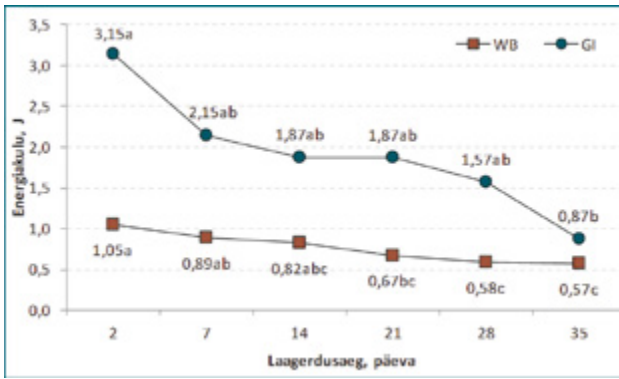
Veiseliha laagerdamise mõju uurimisel on saadud mõnevõrra erinevaid tulemusi. Roncalés *et al.*, (1995) leidsid, et MLD lihaste laagerdumisaaja pikenemine muutis liha tekstuuri – liha muutus õrnemaks kogu laagerdusaja kestel. Huff & Parrish (1993) ning Sañudos *et al.* (2004) leidsid, et MLD lihaste 21-päevase laagerdumisel nende lõikamiseks rakendatav jõud pidevalt väheneb. Meie katseandmed kinnitasid eeltoodud tulemusi.

Keskmine lõikeenergia kulu vähenes liha laagerdamisel mõlema lõikamismeetodi kasutamisel ja oli laagerdusperioodi kestel sarnaselt toore ja keedetud liha puhul languses (Tabel 1, 2, Joonis 8, 9).

Tabel 1. Laagerdusaja mõju toore liha lõikeenergiale WB ja GI meetodeid kasutades (ülaindeksid a, b, c ja d tähistavad sama andmerea vähimruutude keskmiste olulist erinevust, $P > 0,05$).

	Laagerdusaeg, päeva					
	2	7	14	21	28	35
WB energiakulu, J	1.05 ^a	0.89 ^{ab}	0.82 ^{abc}	0.68 ^{bc}	0.58 ^c	0.57 ^c
GI energiakulu, J	3.15 ^a	2.15 ^{ab}	1.87 ^{ab}	1.87 ^{ab}	1.56 ^{ab}	0.87 ^b

Mõlema meetodiga hinnatud toore liha lihaskiudude läbilõikamiseks kulunud lõikeenergia vähenes laagerdusprotsessi käigus (Joonis 8), kusjuures langustrend ilmnes mõlema määramismeetodi puhul. Laagerdusaeg mõjutab mõlema meetodi puhul toore liha lõikamiseks kulunud lõikeenergiat statistiliselt usutavalt (WB korral $P < 0,001$; GI korral ($P = 0,02$)). GI meetodiga saadud lõikeenergia näidud oli kõrgemad ja suurema varieeruvusega, jäädes kõrgemaks (võrreldes WB meetodiga) kogu laagerdusperioodi jooksul. Laagerdusperioodi alguses oli GI lõikeenergia langus märgatavalt kiirem võrreldes laagerdusperioodi lõpuga. Kui laagerdumise teisel päeval oli GI ja WB lõikeenergia suuruste vahe 2,1J (3,15–1,05), siis laagerdusaja lõpuks (35. päev) oli sama vahe vähenenud 0,3 J-ni. Eeltoodu viitab GI meetodi suuremale tundlikkusele laagerduse esimesel nädalal võrreldes WB meetodiga, mis annab lootust uue ekspresmeetodi väljatöötamiseks laagerduse algfaasis. Selleks tuleks aga läbi viia põhjalikumad uuringud lõikeenergia dünaamika väljaselgitamiseks laagerdusprotsessi alguses.



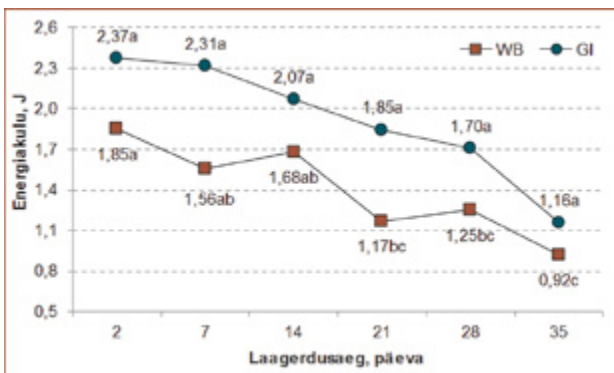
Joonis 8. WB ja GI meetodiga hinnatud toore liha lihaskiudude energiaikulu muutus laagerdusaja jooksul

WB meetodiga lõigatud keedetud laagerdatud liha lõikamiseks kulutatud energia vähenes päevade lõikes usutavalt ($P < 0.001$) (Tabel 2, Joonis 9). GI meetodi puhul usutav erinevus aja puudus ($P = 0.38$).

Tabel 2. Laagerdusaja mõju keedetud liha lõikeenergia-le WB ja LGI meetodeid kasutades (ülaindeksid a, b, c ja d tähistavad sama andmerea vähimruutude keskmiste olulist erinevust, $P > 0.05$).

	Laagerdusaeg, päeva					
	2	7	14	21	28	35
WB energiaikulu, J	1.85 ^a	1.56 ^{ab}	1.68 ^{ab}	1.17 ^{bc}	1.25 ^{bc}	0.92 ^c
GI energiaikulu, J	2.37 ^a	2.31 ^a	2.07 ^a	1.85 ^a	1.71 ^a	1.16 ^a

Keedetud liha puhul olid üldised lõikeenergia muutuste trendid sarnased toore liha omaga.



Joonis 9. WB ja GI meetodiga hinnatud keedetud liha lihaskiudude läbilõikamiseks kulunud lõikeenergia muutus laagerdusaja jooksul.

Järeldused ja kokkuvõte

Laagerdamise mõju on võimalik mõõta liha struktuuriparameetrite määramise abil nii klassikalise (WB) kui ka gravitatsioonilise impulssmeetodiga (GI). Laagerduse mõju veiseliha lõikeenergia dünaamikale kajastub mõlema meetodi puhul langeva suunaga. GI meetod on toore laagerdatud liha õrnuse määramisel tundlikum võrreldes WB meetodiga. Gravitatsiooniline impulssmeetodi eeliseks on tema lihtsus.

Töötati välja uudne meetod liha lõiketugevuse määramiseks gravitatsioonilis-impulss meetodil ja valmistati katseseade. Patenditaotlus „Gravitatsiooniline impulssmeetod ja seade liha lõikeenergia määramiseks“ on esitatud koostöös EMÜ Tehnikainstituudiga ja Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus AS-ga. Autorid: Väino Poikalainen, Lembit Lepasalu, Urmas Sannik, Jüri Olt, Arne Põldvere, Riho Martinson, Alo Tänavots, Hannes Mootse, Andres Sats. Koostöös EMÜ Tartu Tehnikakolledžiga valmis 2014. a Ranel Sarapuu lõputöö “Gravitatsioonilisel impulssmeetodil (GIM) töötava liha lõiketugevuse analüsaatori juhtkontrolleeri väljatöötamine“, juhendajad Väino Poikalainen, Teet Tilk, mille käigus töötati välja lihtne ja odav riist- ja tarkvaralahendus gravitatsioonilise impulssmeetodil töötava liha õrnuse määramise seadmega registreeritava mehhaanilise impulsi integreerimiseks ning digitaalnäidu saamiseks. Lisaseade koosneb tensormeetrilise anduriga jõu dünaamikat registreerivast digitaalsest mõõtesüsteemist ning mehaanilise impulsi arvutamisest ja tagasisidestamise programmist. Täiustatud mõõtesüsteem on funktsioneeriv ning rakendatav edaspidi mitmekülgsetel paljudes uurimus- ja õppetöö suundades.



Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda

Vilmsi 53g Tallinn 10147

Tel 600 9349, faks 600 9350, e-post: info@epkk.ee

www.epkk.ee

ISSN 1736-0919