Erineva β-kaseiini genotüüpidega lehmade piima uuringud

Projekti „Eesti piimaveiste kasumlikkuse suurendamine uute aretusväärtuste väljatöötamise ja kasutuselevõtmisega ning farmide e-aretusplaanide väljaarendamine“ alamprojekt 4

Haldja Viinalass

Tööde teostaja: BioCC OÜ

Töörühm: Kersti Ehrlich-Peets
Priit Elias
Eve Rihma
Mirjam Vallas
Merike Henno

Eesti Maaülikool

BioCC Biokompetentsi keskus

Tartu, 27.05.2025

Euroopa Liit maaelu arenguks

Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

Eesmärk

- Selgitada erinevate β-kaseiini genotüüpidega lehmade piima erinevusi ning leida seoseid erinevate tunnustega
  - määrata piimade rasvhappeline koostis
  - määrata piimade laapumisomadused
  - määrata β-kaseiini eri vormid piimas

- Anda farmeritele soovitused aretusvalikute tegemiseks erineva β-kaseiini genotüüpidega lehmadelt saadava piima põhjal
- Anda täiendav teave võimaluste kohta spetsiifilise toote (nt A2 piima) tootmiseks ja selle läbi oma piimakarja kasumlikusse suurendamiseks
- Anda teavet ka piima töötlejatele spetsiifiliste toodete valmistamiseks

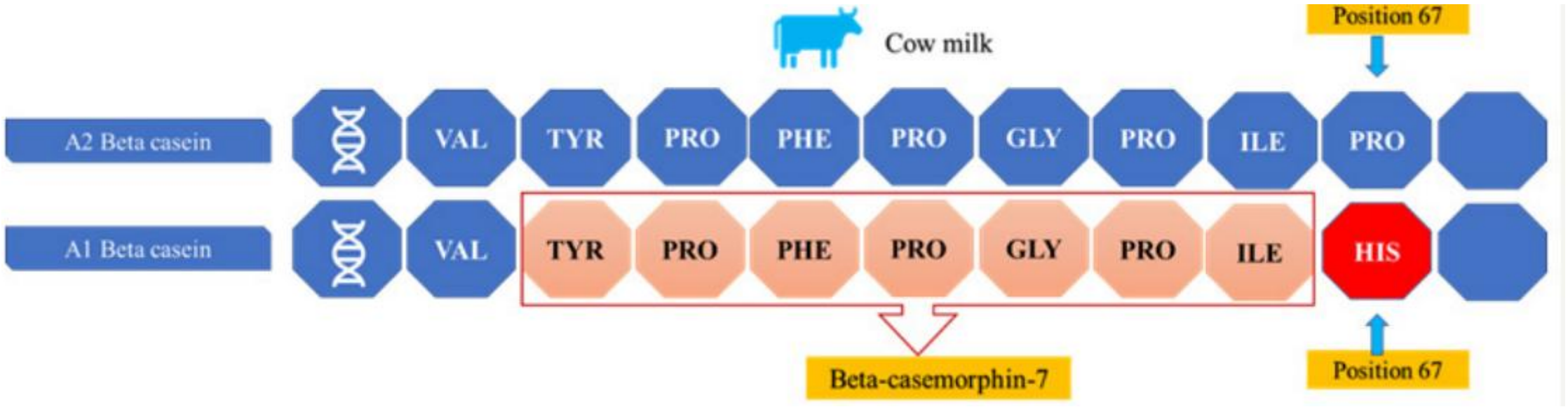
Piimavalgud

- Veise piimas on kindlaks tehtud 13 erinevat piimavalku
- Ca 80% piimavalkudest moodustavad kaseiinid ja 20% vadakuvalgud

Piimavalk	Aminohapete arv	Alleelid
α_{S1}-CN	199	A, B, C, D, E, F, G, H
α_{S2}-CN	207	A, B, C, D
β-CN	209	**A^1, A^2**, A^3, B, C, D, E, F, G, H^1, H^2, I
κ-CN	169	A, B, C, E, F^1, F^2, G^1, G^2, H, I, J
β-LG	162	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W
α-LA	123	A, B, C

Allikas: Farrell HM Jr, Jimenez-Flores R, Bleck GT, Brown EM, Butler JE, Creamer LK, Hicks CL, Hollar CM, Ng-Kwai-Hang KF, Swaisgood HE. Nomenclature of the proteins of cows' milk--sixth revision. J Dairy Sci. 2004 Jun;87(6):1641-74. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6. PMID: 15453478.

β-CN variandid A1 ja A2



Joonis. A1 ja A2 variantide erinevus ja beeta-kasomorfiin-7 (BCM-7) moodustumine

Allikas: Ahmet Fatih D, Bahattin Ç. Discussions of Effect A1 and A2 Milk Beta-Casein Gene on Health. Appro Poult Dairy & Vet Sci. 3(2). APDV.000556. 2018.DOI: 10.31031/APDV.2018.03.000556

Miks pakub A2 piim erihuvi?

- Kaseiin laguneb maos, moodustades β-kasomorfiine, mis on farmakoloogiliselt aktiivsed opioidsed peptiid
  - Võimelised seostuma opioidsete μ-retseptoritega, mis asuvad kesknärvisüsteemis, seedetraktis ja mõnedes immuunrakkudes
  - Beeta-kasomorfiin-7 (BCM-7) moodustumisel arvatakse olevat negatiivne mõju inimeste tervisele
  - Enim mainitakse diabeet I, südame ja veresoonte haigusi, autismi, skisofreeniat ja imikute äkksurma sündroomi soosivat mõju.

- A2 piima hüpotees tugineb asjaolule, et A1 piimast tekib proteolüüsi käigus rohkem bioloogiliselt aktiivset BCM-7 kui A2 piimast.
- On leitud, et lehmapiim võib mõnel inimesel olla seotud seedetrakti häirete ja kõhuvaluga ja see võib omakorda olla osaliselt seotud A1 β-kaseiini seedimisega.
  - Selles kontekstis pakutakse alternatiivina A2 piima, kuna see sisaldab ainult A2 β-kaseiini, mis neid tüsistusi ei põhjusta.
- Senine teave põhineb kas inimestelt võetud epidemioloogilistel andmetel või on seotud *in vi*tro loomkatsetega ning Euroopa Toiduohutusameti andmetel (EFSA, 2009) pole suudetud seoseid veenalt kinnitada

Katserühmade moodustamine

- β-kaseiini genotüüpide mõju selgitamisel piima koostisele ja laapumisomadustele oli väikese lehmade arvuga katserühmade moodustamisel oluline teiste, piima koostist ja omadusi mõjutavate, faktorite mõju minimeerimine
  - Arvesse võeti: laktatsiooni järk, laktatsiooni number, somaatiliste rakkude arv, söödaratsioon, piimaproovi võtmise aeg
  - Lõplikus valikus 68 lehma
- Proovid koguti kolmest farmist, 1. ja 2. laktatsiooni lehmadelt.
  - A1A1 grupp – 10 lehma
  - A1A2 grupp – 31 lehma
  - A2A2 grupp – 27 lehma
- Koguti 1,5 ml piima kontroll-lüpsi käigus, mida transporditi kuival jääl ja säilitati -80 °C juures kuni analüüsini.
- Metaboloomiline analüüs
  - 3 gruppi, kokku 45 proovi: A1A1 (10 proovi), A1A2 (18 proovi), A22 (17 proovi)
  - 5 lisagruppi (QC ehk kvaliteedikontrolli proovid), mis saadi kõigi 45 proovi kokkuvalamisel

β-CN geneetiliste variantide mõju piima valgusisaldusele ja laapumisomadustele

Tabel. Piima koostist ja laapumiomadusi iseloomustavate näitajate keskmised ja standardhälbed β-kaseiini genotüübi gruppides

β-kaseiini genotüüp	Rasv,%	Valk,%	Laktoos,%	RCT, min	k20, min	E30, mm
A1A1	3,95 (0,79)	3,43 (0,21)	4,96 (0,13)	7,37[a] (1,59)	3,88[a] (1,24)	42,92[a] (7,11)
A1A2	3,75 (0,84)	3,34 (0,24)	4,98 (0,15)	9,67[b] (2,64)	5,56[a,b] (2,82)	36,91[a] (6,44)
A2A2	3,75 (0,63)	3,37 (0,24)	5,00 (0,12)	13,28[b] (6,44)	6,25[b] (1,93)	28,59[b] (13,27)

[a,b,c] Erinevate ülaindeksitega keskmised samas tulbas erinevad statistiliselt oluliselt ($P < 0,05$)
RCT = piima laapumise aeg; k20 = kalgendumise kiirus; E30 = kalgendi tugevus.

β-CN geneetiliste variantide mõju piima rasvasisaldusele ja rasvhappelisele profiilile

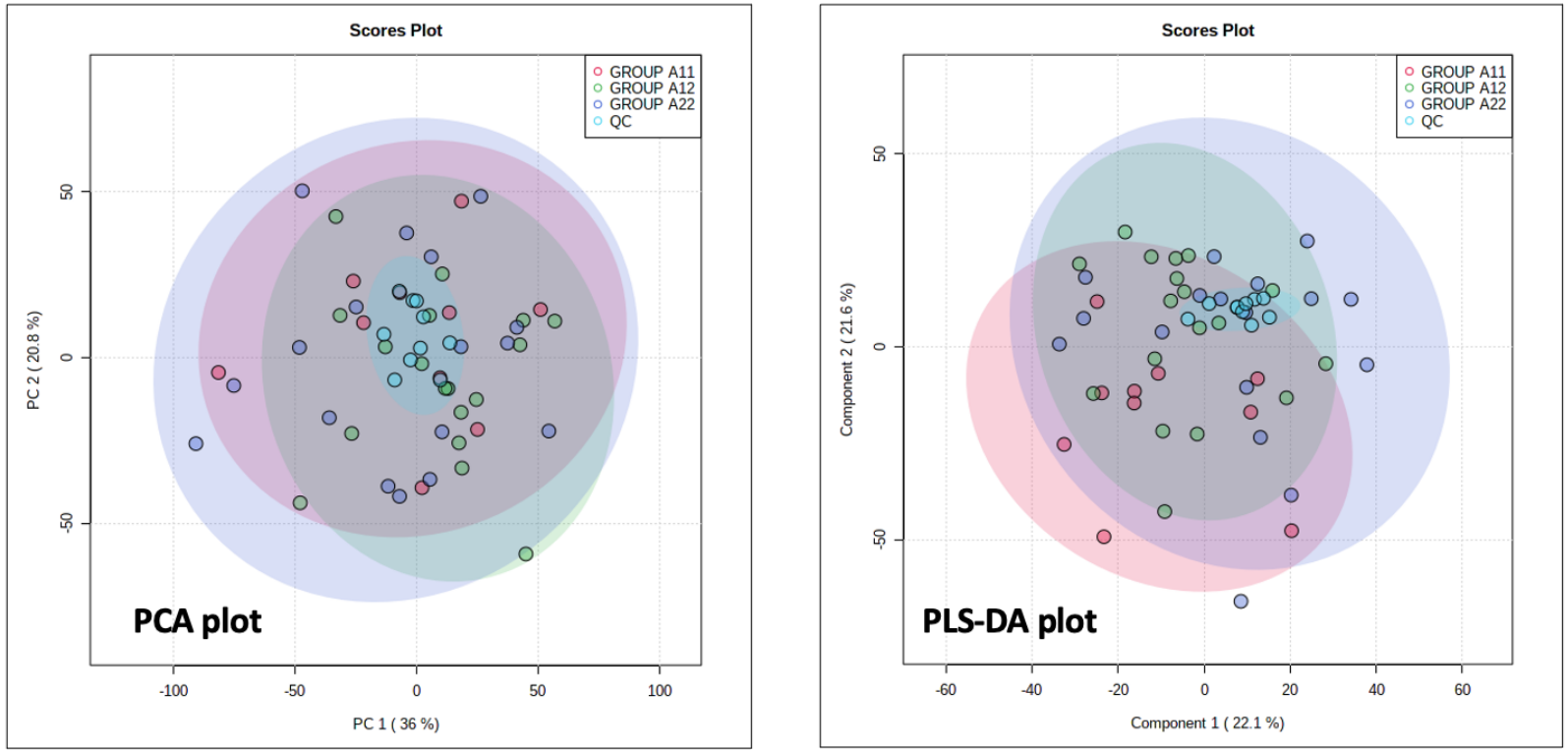
Tabel. Piimarasva rasvhapete gruppide keskmised sisaldused (g/100 g rasvhapetes) ja standardhälbed β-kaseiini genotüübi gruppides

Rasvhapete grupp	β-kaseiini genotüüp		
	A1A1	A1A2	A2A2
SFA	66,88 (4,388)	65,75 (5,453)	65,84 (6,871)
C4:0 – C8:0	6,54 (0,763)	6,26 (1,277)	6,56 (0,877)
C10:0 – C13:0	5,59 (0,716)	5,52 (1,335)	5,98 (1,642)
MUFA-*cis*	25,61 (3,033)	25,78 (4,051)	26,18 (5,155)
MUFA-*trans*	3,12 (0,747)	3,80 (1,511)	3,40 (1,162)
MUFA	28,73 (3,702)	29,59 (5,034)	29,59 (6,198)
PUFA-*cis*	2,79 (0,430)	2,91 (0,335)	2,90 (0,342)
PUFA-*trans*	1,04 (0,198)	1,18 (0,205)	1,13 (0,292)
PUFA	4,39 (0,789)	4,67 (0,587)	4,58 (0,758)
CLA	0,56 (0,216)	0,59 (0,190)	0,54 (0,156)
n-6	2,09 (0,324)	2,17 (0,272)	2,16 (0,271)
n-3	0,70 (0,122)	0,74 (0,113)	0,74 (0,120)
De novo FA	24,12 (1,640)	23,28 (3,452)	24,16 (3,921)

SFA = küllastunud rasvhapped; MUFA = monoküllastumata rasvhapped; PUFA = polüküllastumata rasvhapped; *de novo* FA = udaras *de novo* sünteesitud rasvhapped.

β-CN geneetiliste variantide mõju piima metaboloomile

- A1A1, A2A2 ja A1A2 genotüübiga lehmade piima uuring mass-spektromeetrilise analüüsi abil.
- Võimalik uurida piimas sisalduvaid madalamolekulaarseid ainevahetusprodukte.



Metaboloomika eesmärk on tuvastada organismis sisalduv biomolekulide komplekt, metaboliidid, mis esindavad kõige paremini molekulaarset fenotüüpi.

Joonis. Metaboliitide spektri võrdlus erineva genotüübiga lehmade piimas PCA ja PLS-DA analüüside alusel. Punased punktid on A1A1 genotüübiga, rohelised A1A2 genotüübiga ja lillad A2A2 genotüübiga lehmade piimaproovid. QC – kontrollproovid.

Kokkuvõte

- β-kaseiini A2A2 piima tootvate karjade loomisel tuleks piima juustusobivuse (laapumisomaduste) olulise halvenemise vältimiseks pidada silmas järgmist:
  - võtta arvesse lüpsilehmadel tuvastatavad kaseiinide komposiitgenotüübi andmed (β-κ-kaseiini genotüüp);
  - aretuspullide valikul jälgida, et ei suurendataks laapumisomadusi halvendava κ-kaseiini E alleeli esinemissagedust;
  - paralleelselt β-CN A2 alleeli esinemissageduse suurendamisega võiks eesmärgiks olla laapumisomadusi parandava κ-kaseiini B alleeli esinemissageduse suurendamine või siis vähemalt praeguse taseme säilitamine.

Kokkuvõte

- Kuna ebaselge on β-kaseiini genotüüpide seos piimarasva rasvhappelise profiiliga, võiks selles suunas edasi liikuda kasutades EPJ piimalaboris arendatavaid piima rasvhappelise profiili määramise võimalusi.
- Mass-spektromeetriline analüüs ei näidanud A1 β-kaseiini ja A2 β-kaseiini sisaldava piima metaboliitide ja rasvhapete spektri erisusi (valim oli ka väike).
  - Kavandades tulevikus metaboliitide või rasvhapete sisalduse uuringuid piimast, peaksid proovid olema kogutud samast farmist samal ajaperioodil, et vältida söötmisest tulenevaid erinevusi.
    - Eeldab suurfarmi töörutiini ja teadusliku uurimuse nõuete senisest paremat ühildamist.
    - Lisaks tuleb jälgida ka laktatsiooni, mis antud uuringu kohaselt mõjutab madalamolekulaarsete metaboliitide sisaldust piimas.

Kokkuvõte

- Üks HPLC analüüsi kasutusvaldkondi on määrata A1 ja A2 β-kaseiini proportsiooni segupiimades.
- EFSA raporti ilmumisest on möödunud juba 16 aastat ning vahepeal on kogunenud uut informatsiooni, mis vajaks sõltumatut ekspertiisi.
- Kuigi juhtivad eksperdid ei tunnista BCM-7 rolli krooniliste haiguste väljakujunemises, leidub teaduskirjanduses siiski mitmes aspektis vastuolulist informatsiooni.
- Kuigi enamus A1 piima kahjulikuks pidavad terviseväited on ümber lükatud või kahtluse all, on piima negatiivne kuvand teatud tarbijagruppide hulgas jäänud püsima.
- Kuna A2 piim on mitmetes riikides müügil, on olemas kasutajakogemus, et A2 piima tarbimine tekitab vähem seedehäireid võrreldes A1 piimaga, võib eeldada, et A2 piimal on potentsiaalne ostjaskond olemas ka Eestis.

Kust leida infot?

VH Swish

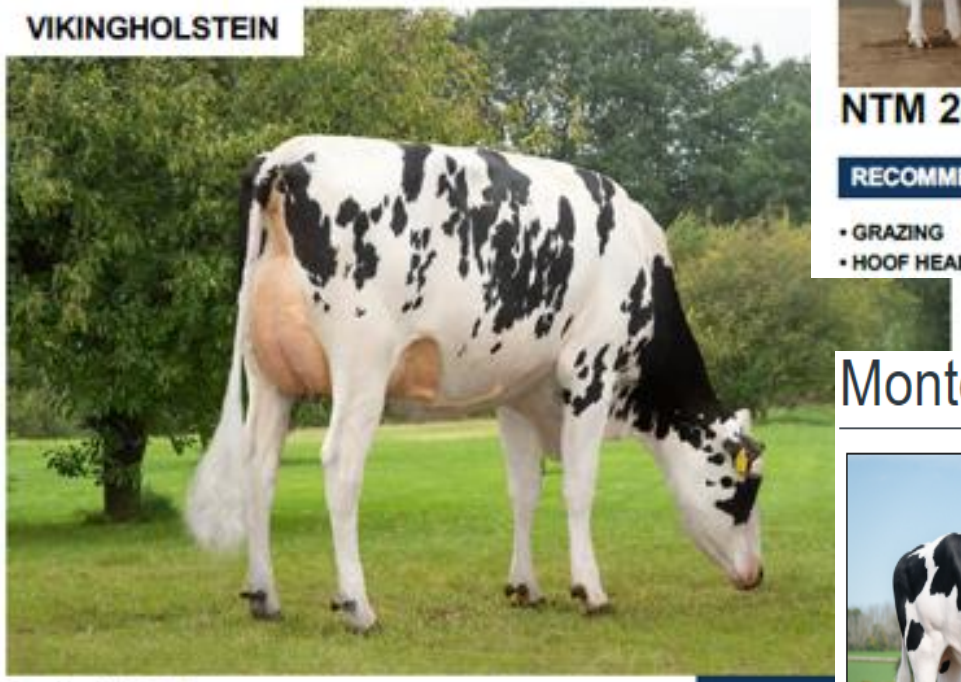
SWE 45170

Beta casein: A2A2 Kappa casein: BB

DOB.: 28/05/2020 VH Spruce x VH Nerd RC x VH Blogg

Proven Polled: POF

VIKINGHOLSTEIN



Daughter of VH Swish

NTM 28

RECOMMENDED FOR

- GRAZING
- SOLIDS
- FERTILITY
- HOOF HEALTH
- PROCROSS SOLIDS

Monteverdi

PROGENESIS MONTEVERDI

0200HO12123 ZAZZLE x POSITIVE x MAGNUS

CALVING EASE ROBOTREADY A2A2

PEAK ZAZZLE
PROGENESIS POSITIV MILESTONE
PROGENESIS POSITIVE
PROGENESIS MAGNUS MIDLAND
WET TUFFENUFF MAGNUS
PEAK BOMBERO MAXIMA VG-87-6YR-USA DOM

GLPI +3750 PRO$ 2748

DPF RDF BLF CNF XIF BYF MWF CVF HH1F HH2F HH3F HH4F HH5F HH6C HCDF HMWF

Reg. #: HOCANM13712919 aAa: 243615 DMS: 126,123

Born: 06/08/2020 Kappa Casein: AB Beta Casein: A2A2

Aitäh!

Eesti Maaülikool