

# Ig-lisandi valmistamise tehnoloogilised alused lehmade 2.-5. lüpsi piima väärindamiseks

Andres Sats

25.10.2023

# Projekt

- “Imuunglobuliinide preparaadi valmistamise tehnoloogiliste aluste väljatöötamine lehmade poegimisjärgse 2.-5. lüpsi piima väärindamiseks ja selle rakenduslikud aspektid”



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse

MAK meetme 16.2 projekt  
Taotleja: Anu Ait OÜ  
Partner: Eesti Maaülikool



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences

# Projekti meeskond

- Anu Hellenurme
- Tõnis Jairus
- Toomas Orro
- Elisabeth Dorbek-Kolin
- Ivi Jõudu
- Andres Sats



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse



MAK meetme 16.2 projekt  
Taotleja: Anu Ait OÜ  
Partner: Eesti Maaülikool



**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

# Projekti taust

- Ternespiimaga saadavate antikehade kvaliteet ja kogus:
  - > Vastsündinud vasika tervis
  - > Minimaalne ravivajadus täiskasvanueas
  - > Väiksem antibiootikumide vajadus
  - > Mikroobide resistentsus
  - > Ohutu ja tervislik toit

# Projekti taust

- Kõikide lehmade ternespiim ei ole piisava kvaliteediga
- 2.–5. lüpsi piim ehk üleminekupiim:
  - Ühelt poolt vähem antikehasid
  - Teisalt märkimisväärses koguses kasutamata ressurss
- Üleminekupiim ternespiima kvaliteedi parandamiseks?

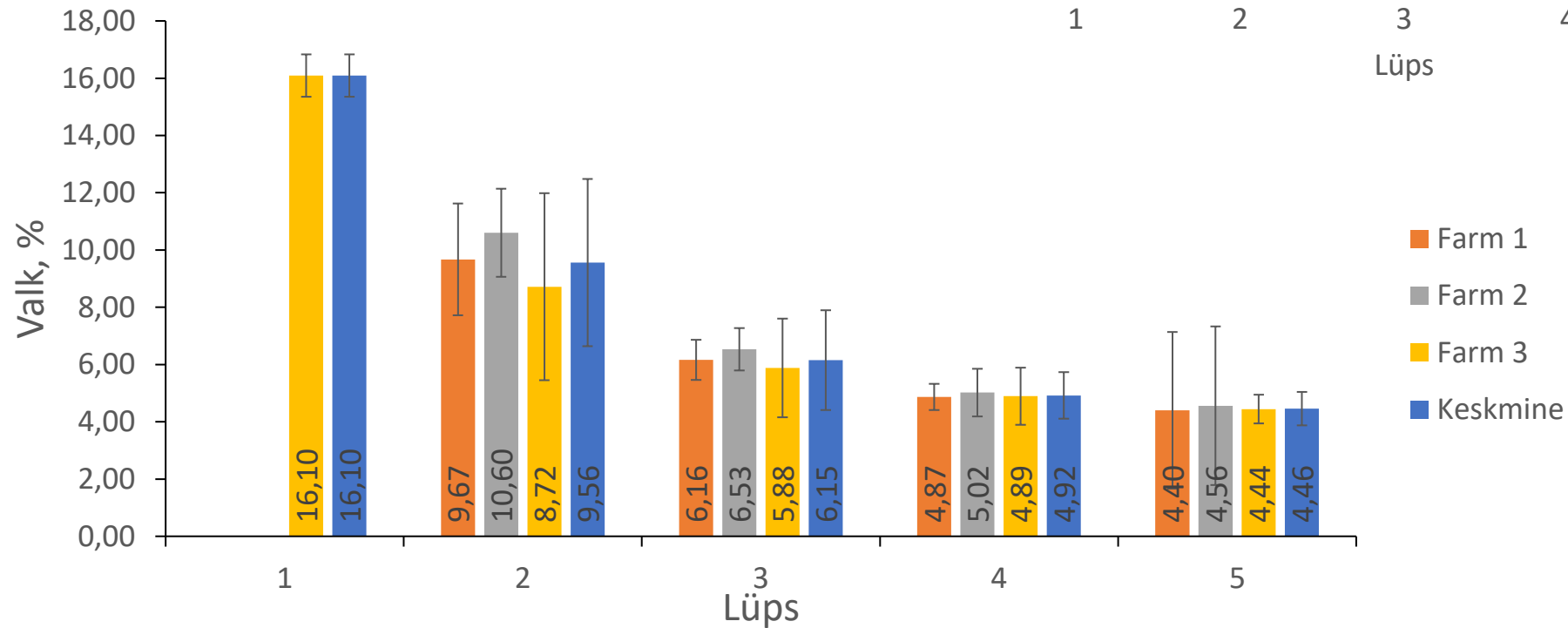
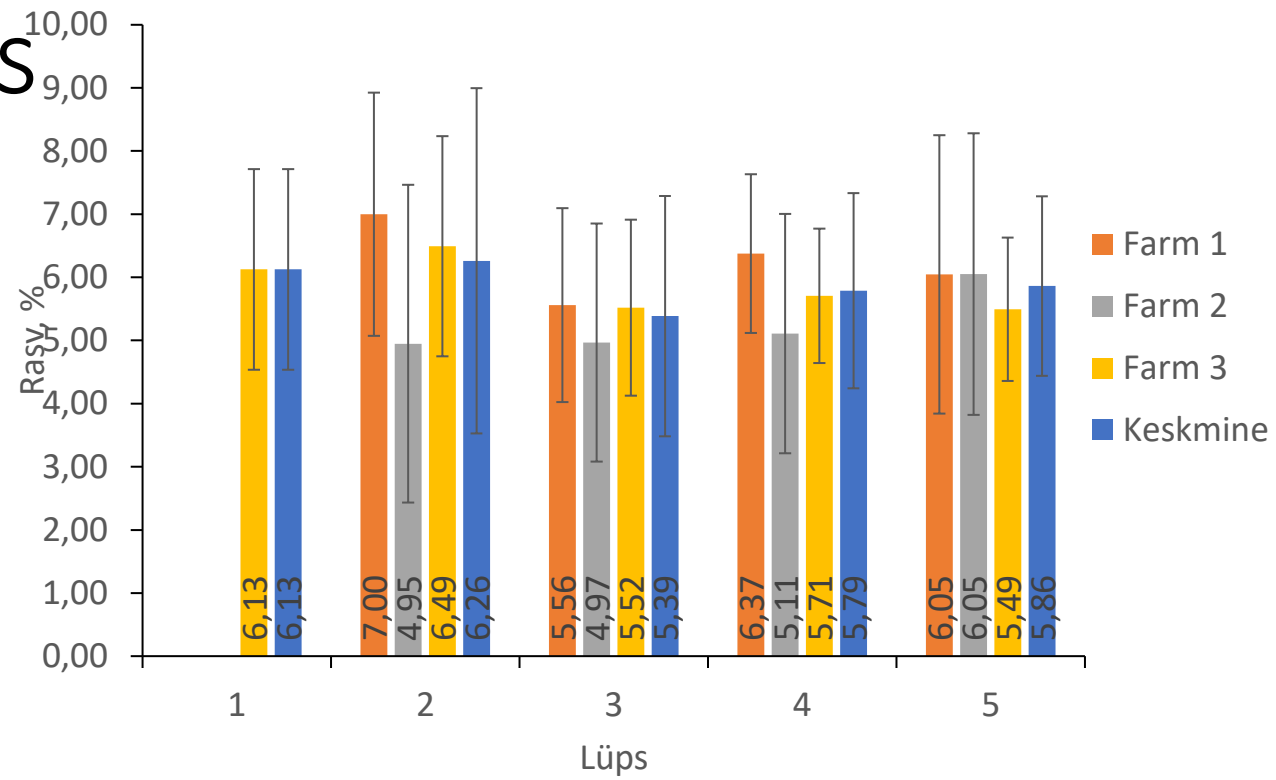
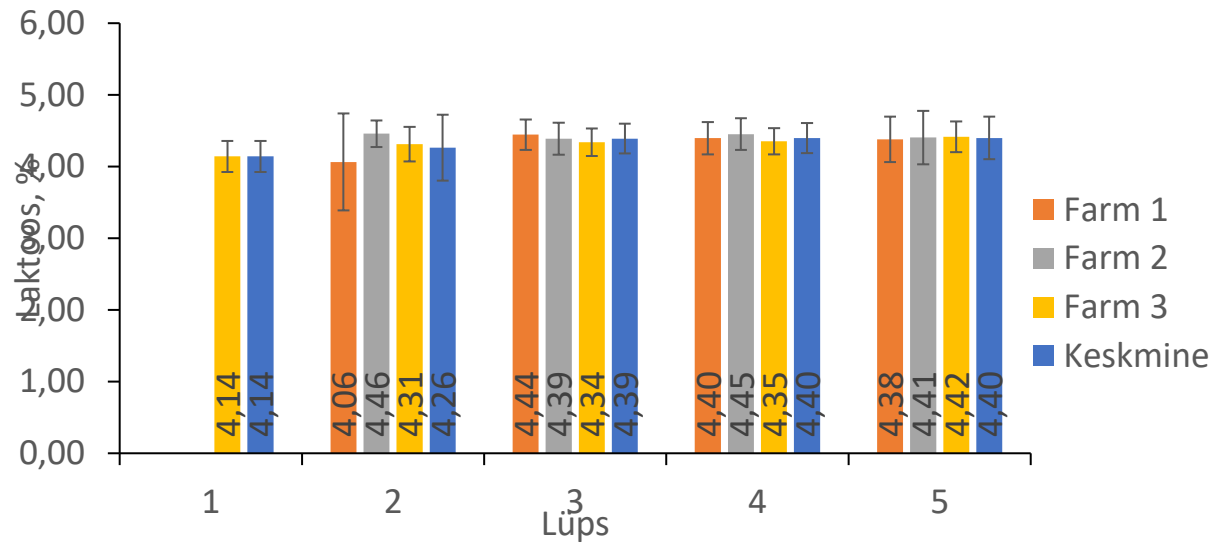
# Eesmärk

- Hinnata lehmade 2.–5. lüpsi piima koostist ja kvaliteeti
- Üleminekupiima Ig sisalduse kontsentreerimise võimalused (sh otstarbekkus)
- Ig preparaadi valmistamise tehnoloogia
- Kõrvalsaaduste (sh ebasobiv üleminekupiim) väärindamisvõimalused
  
- Katsed lehmvasikatega

# Projekti etapid

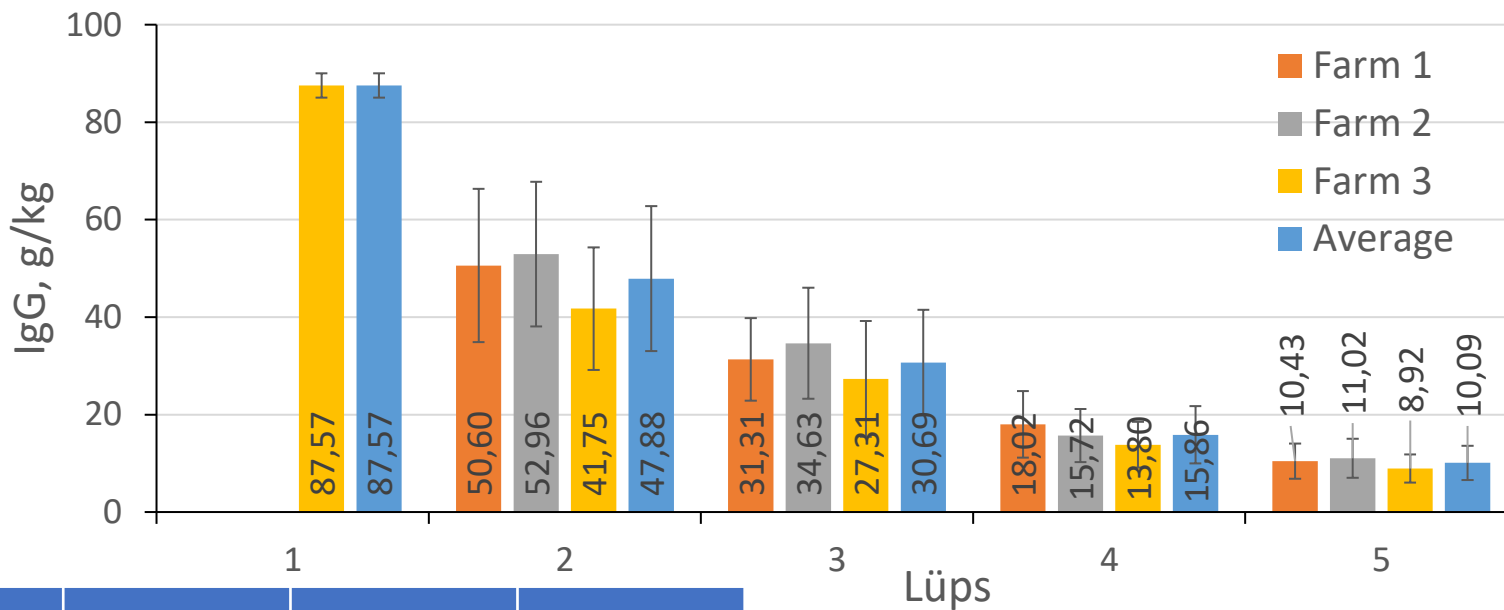
Etapp	Elluviimise periood	Lisa 1 tegevused	Lisa 2 tegevused
Etapp 1	01.12.2021 - 28.02.2022		Piima kogumise ettevalmistus
Etapp 2	01.03.2022 - 31.05.2022		Üleminekupiima kvaliteedi hindamine
Etapp 3	01.06.2022 - 31.08.2022		Üleminekupiima kvaliteedi hindamine, Ig preparaadi valmistamise tehnoloogia väljatöötamine
Etapp 4	01.09.2022 - 30.11.2022	Katse lehmvasikatega	Ig preparaadi valmistamise tehnoloogia väljatöötamine ja farmikatsete jaoks Ig preparaadi valmistamine
Etapp 5	01.12.2022 - 28.02.2023	Loomatervise jälgimine	Andmete analüüs ja raporteerimine
Etapp 6	01.03.2023 - 31.05.2023	Loomatervise jälgimine	Kõrvalsaaduste väärindamisvõimaluste uuring
Etapp 7	01.06.2023 - 31.08.2023	Loomatervise jälgimine	Kõrvalsaaduste väärindamisvõimaluste uuring
Etapp 8	01.09.2023 - 30.10.2023	Loomatervise jälgimine, andmete analüüs ja raporteerimine	Andmete analüüs ja raporteerimine

# Üleminekupiima koostis



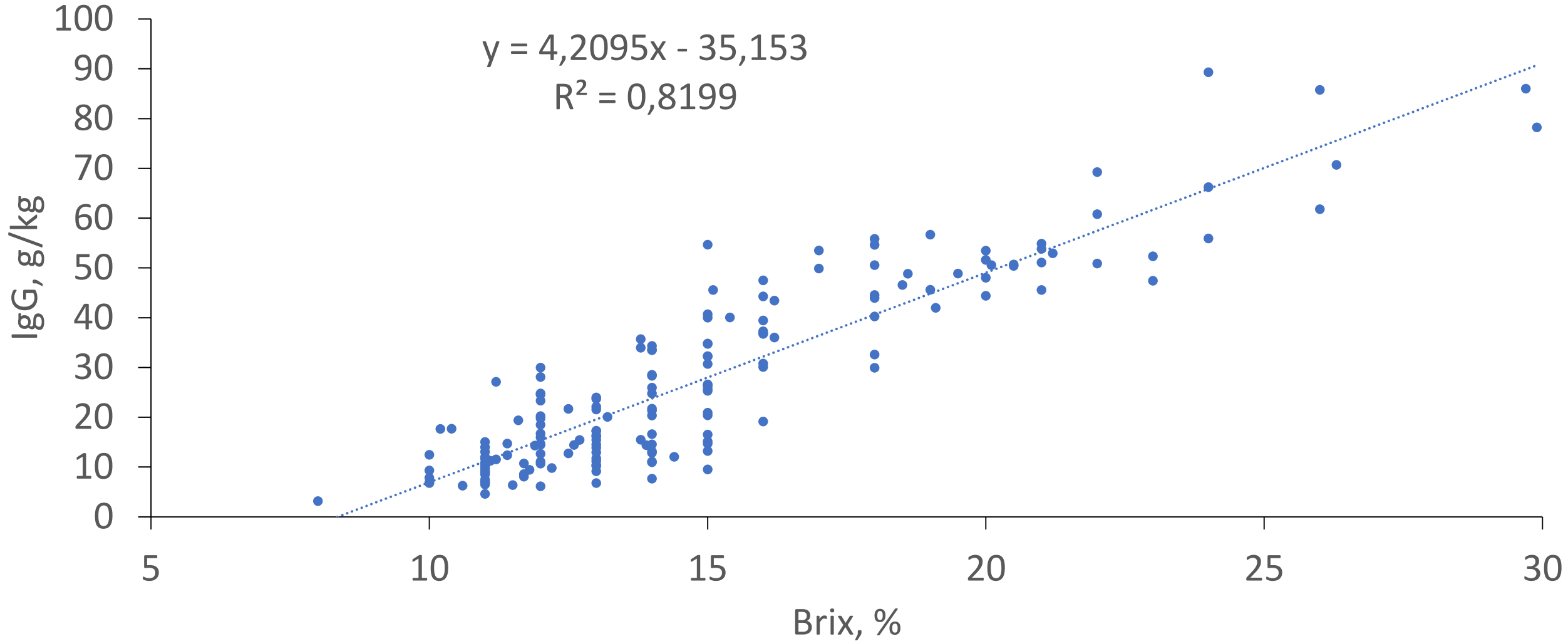


# Üleminekupiima kvaliteet (Ig)

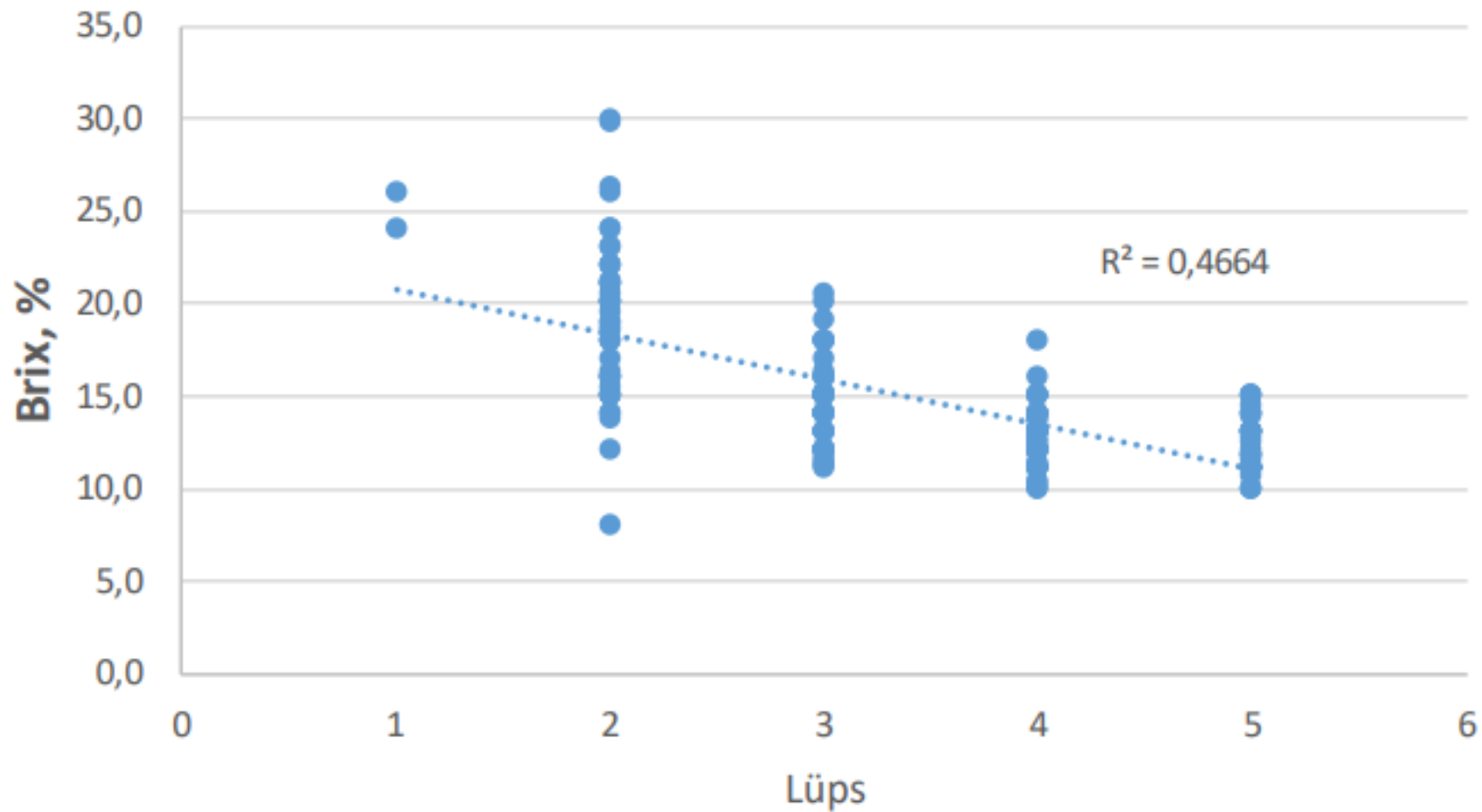
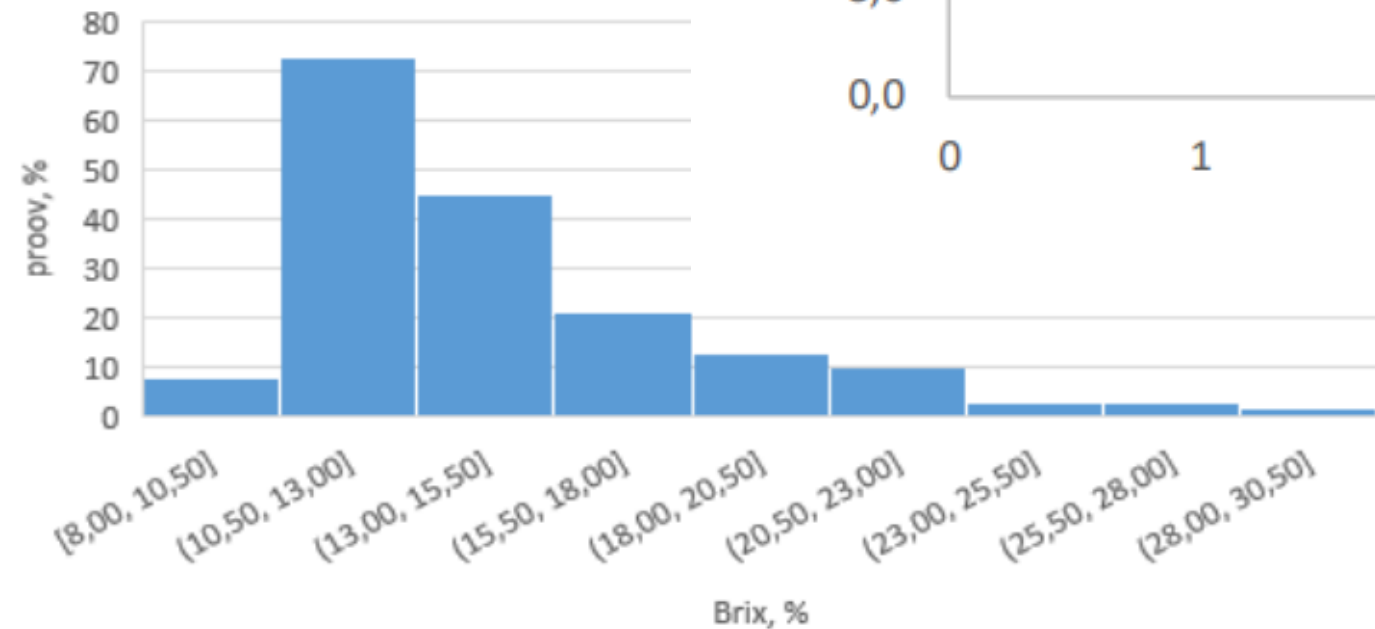


Lüps	1	2	3	4	5	Keskm.
<b>Laut</b>						
<b>IgG, g/kg</b>						
Laut 1		50,6	31,3	18,0	10,4	27,9
Laut 2		53,0	34,6	15,7	11,0	28,6
Laut 3	87,6	41,8	27,3	13,8	8,9	25,7
Keskm.	87,6	47,9	30,7	15,9	10,1	27,2
<b>Brix, %</b>						
Laut 1		19,6	15,3	13,8	13,0	15,4
Laut 2		20,6	14,8	12,5	12,1	15,0
Laut 3	25,0	17,7	13,8	12,0	11,0	14,1
Keskm.	25,0	19,1	14,6	12,8	12,1	14,8

# Üleminekupiima kvaliteet (ekspressmeetod farmis)



- Lüpsisene varieeruvus väheneb iga järgneva lüpsiga
- Teise lüpsi Ig-sisaldus kõige varieeruvam

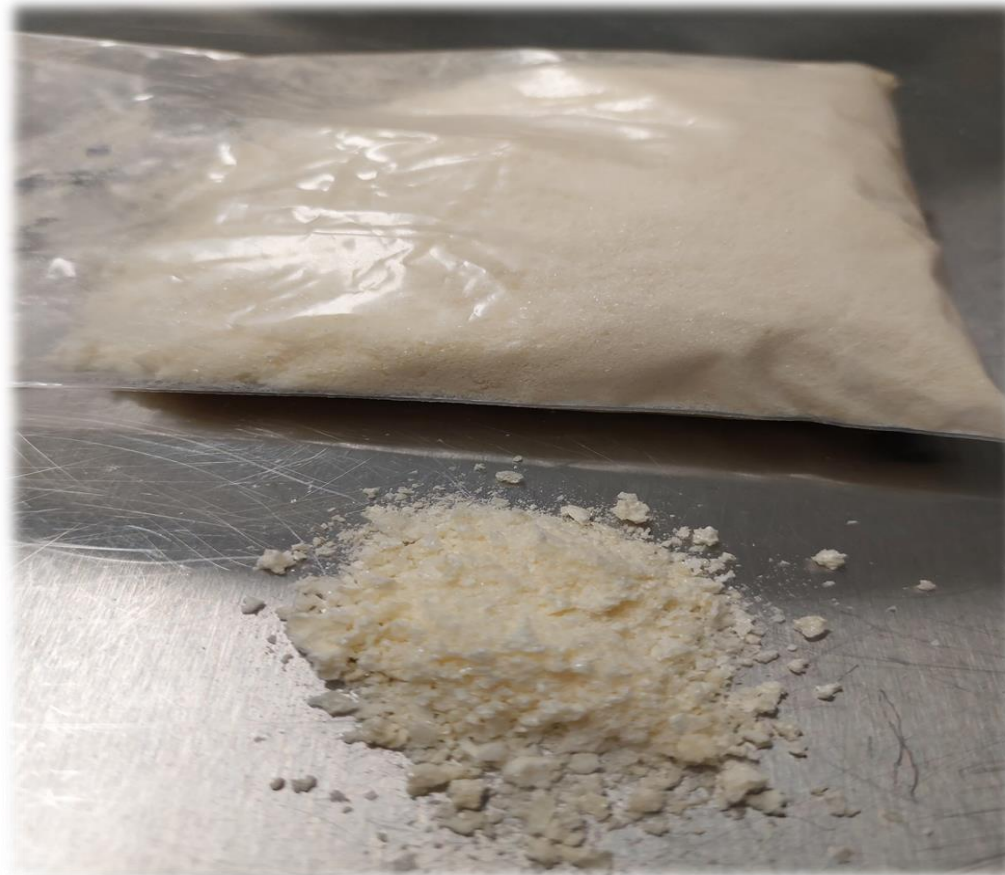


- Valdav lahustunud kuivaine (Brix) 10,5-13%

# Üleminekupiima näitajate korrelatiivsed seosed

	<i>Rasv</i>	<i>KA</i>	<i>Laktoos</i>	<i>Valk</i>	<i>Rasva vaba KA</i>	<i>Lüps</i>	<i>Brix, %</i>	<i>IgG, g/kg</i>	<i>Laktatsioon</i>
Rasv	1								
KA	0,583	1							
Laktoos	-0,338	-0,181	1						
Valk	0,141	0,879	-0,107	1					
Rasva vaba KA	0,092	0,856	0,005	0,993	1				
Lüps	-0,049	-0,609	0,161	-0,712	-0,693	1			
Brix, %	0,227	0,847	-0,073	0,898	0,891	-0,683	1		
IgG, g/kg	0,170	0,813	-0,103	0,891	0,880	-0,822	0,905	1	
Laktatsioon	-0,189	0,053	0,003	0,187	0,184	-0,014	0,129	0,104	1
Laut	-0,089	-0,040	0,033	0,015	0,018	-0,057	-0,140	-0,050	0,086

# Ig-lisandi valmistamise tehnoloogia väljatöötamine



# Ig-lisandi valmistamise tehnoloogia väljatöötamine

- Ig-lisand (pulber) peaks sisaldama 40-50% Ig-d
- Kirjanduse ja varasema praktika kohaselt on kõige otstarbekam ternespiima kontsentreerimiseks kasutada külmuivatust
  - Vadakuvalgud (sh Ig) termolabiilsed
  - Säilib Ig natiivsus/bioaktiivsus
- Üleminekupiima ei ole otstarbekas külmuivatada – Ig sisaldus jääb liiga madalaks

# Ig-lisandi valmistamise tehnoloogia väljatöötamine

- Eemaldada kaseiin ja rasv ning külmkuivatada vadak
- Kaseiin laabimeetodil
- Rasv separaatori abil
- Sobiva kontsentreerimise tehnoloogia väljatöötamisel katsetati kolme erinevat meetodikat:
  - separeerimine toimus enne kalgendamist
  - separeeriti kalgendamisel saadud vadakut
  - separeerimist ei toimunud

# Erinevate katsevariantide saagised, kuivaine ja IgG-sisaldused

Variant	rasva separeerimisega				separeerimiseta			
Lüps	2	3	4	5	2	3	4	5
Vadaku saagis, %	64,75	68,27	73,16	73,66	59,83	60,9	66,99	68,3
Piima kuivaine, %	23,05	15,3	14,4	14,16	21,42	16,57	15,64	15,31
Vadaku kuivaine, %	11,16	8,65	7,7	7,48	11,99	9,33	8,5	8,24
Piima IgG, g/kg	53,77	29,5	15,91	6,95	58,69	34,6	19,99	11,49
IgG piima kuivaines, g/kg	236,92	192,5	111,9	49,87	275,57	208,61	125,15	75,06
Vadaku IgG, g/kg	56,46	37,66	20,89	10,68	62,86	40,96	26,17	14,46
IgG vadaku kuivaines, g/kg	519,47	433,09	269,43	141,59	487,23	333,93	293,49	174,92
Kontsentreerimise aste (IgG)	2,18	2,45	2,97	3,46	1,85	1,94	2,18	2,41



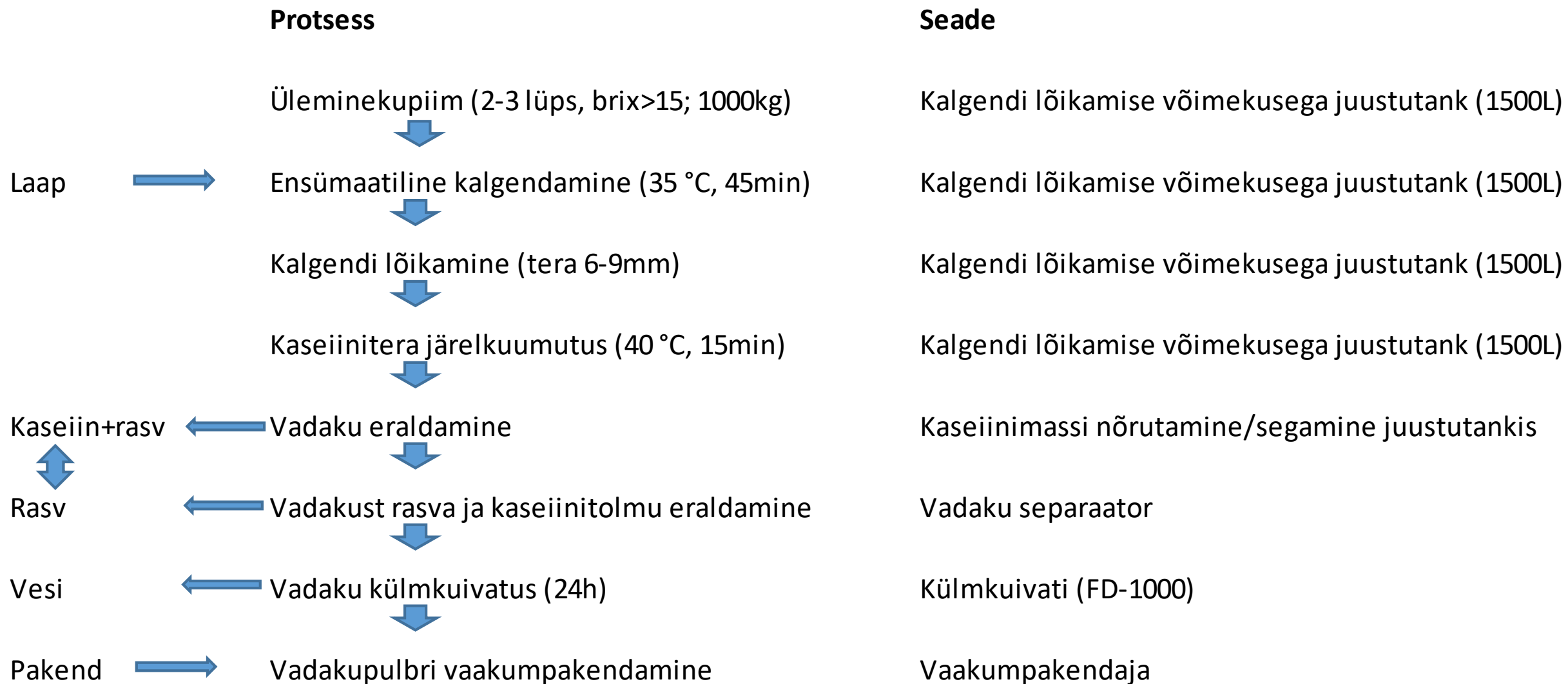
# Ig-lisandiks sobiv üleminekuupiim

- Ig sisalduse ja Ig-lisandi valmistamise katsete tulemusel...

(ja arvesse võttes teaduskirjandust, farmide kogemust, Ig-pulbri koostist/lahustuvust, vasikate tarbimisvõimekust, vasikale vajalikku Ig doosi)

- ... sobivad Ig-lisandi tooraineks 2 lüpsi ning kõrgema (>15) Brix näitajaga kolmanda lüpsi piimad
- Ig-lisandi pulbris >40% IgG

# Ig-lisandi valmistamise tehnoloogiline skeem



# Juustuvann

- Vähemalt 1000L, perspektiivitundega 1500L
- Automaatne kalgendi lõikamine ja segamine
- Hind (10 000-100 000 eur) sõltub tootlikkusest, tõhususest ja kasutatusest (uus või kasutatud) ning automatiseerituse astmest



Mudel KBB tehnilised omadused

mudeli seeria	tüüp	mahutavus min [l]	mahutavus max [l]	läbimõõt seest [mm]	läbimõõt väljast [mm]	kõrgus [mm]	küttevõime [kW]	väljalase
KBB	500	115	500	1085	1162	824	1 x 8,4 max	NW 65
KBB	600	144	600	1212	1284	824	1 x 8,4 max	NW 65
KBB	800	1881	800	1359	1430	824	1 x 8,4 max	NW 65
KBB	1000	219	1000	1495	1566	824	1 x 8,4 max	NW 65

Allikas: <https://karedor.com/toode/juustuvalmistamisvann-kbb/>

# Vadaku separaator

- 3000-10000 L/h
- Hind (5000-20000 eur) sõltub tootlikkusest, tõhususest ja kasutatuse ning automatiseerituse astmest



Allikas: <https://www.alibaba.com/showroom/whey-separator-for-sale.html>

# Külmkuivatusseade

- Kemolo FD-1000 (1000kg toorainet ja 200kg toodet päevas)
- Hind 300 000+ eur

## Cost planning

Item	Depreciation rate (Year)	Investment in 1st year	Investment Initially	Annually cost
Factory (500m <sup>2</sup> ) rent	1	20000	20000	20000
Factory decoration	10	10000	10000	1000
Office supplies	5	2000	2000	400
Personnel (5 people)	1	50000	10000	50000
Clean machine	10	4000	4000	400
Cutting machine	10	3000	3000	300
Freeze dryer FD-2500	10	700000	700000	70000
Auto Packing Machine	10	40000	40000	4000
Tax	0	120000	120000	0
Installation cost	0	5000	5000	0
Maintenance cost	1	200	0	200
Registration charge	0	100	100	0
Public utility charges	1	100	100	100
Marketing costs	1	15000	5000	15000
Insurance expenses	1	300	300	300
Raw material purchase	1	900000	75000	900000
Energy cost (power)	1	180000	15000	180000

Kasumi kalkulatsioon 2500kg toorainet päevas seadmele (700 000 \$)

<https://kemolo.com/products/industrial-freeze-dryer>



Allikas:

[https://www.iofilizador.com/products/food\\_freeze\\_dryer.html?https://www.iofilizador.com/products/&gad=1&gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w0zIchBd9JcQqyenpexdDuf80NDB-yy6vW8BY4bWdXyhSb3rwudIOPBoCYrkQAvD\\_BwE](https://www.iofilizador.com/products/food_freeze_dryer.html?https://www.iofilizador.com/products/&gad=1&gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w0zIchBd9JcQqyenpexdDuf80NDB-yy6vW8BY4bWdXyhSb3rwudIOPBoCYrkQAvD_BwE)

# Ig-lisandi valmistamise energia kulu

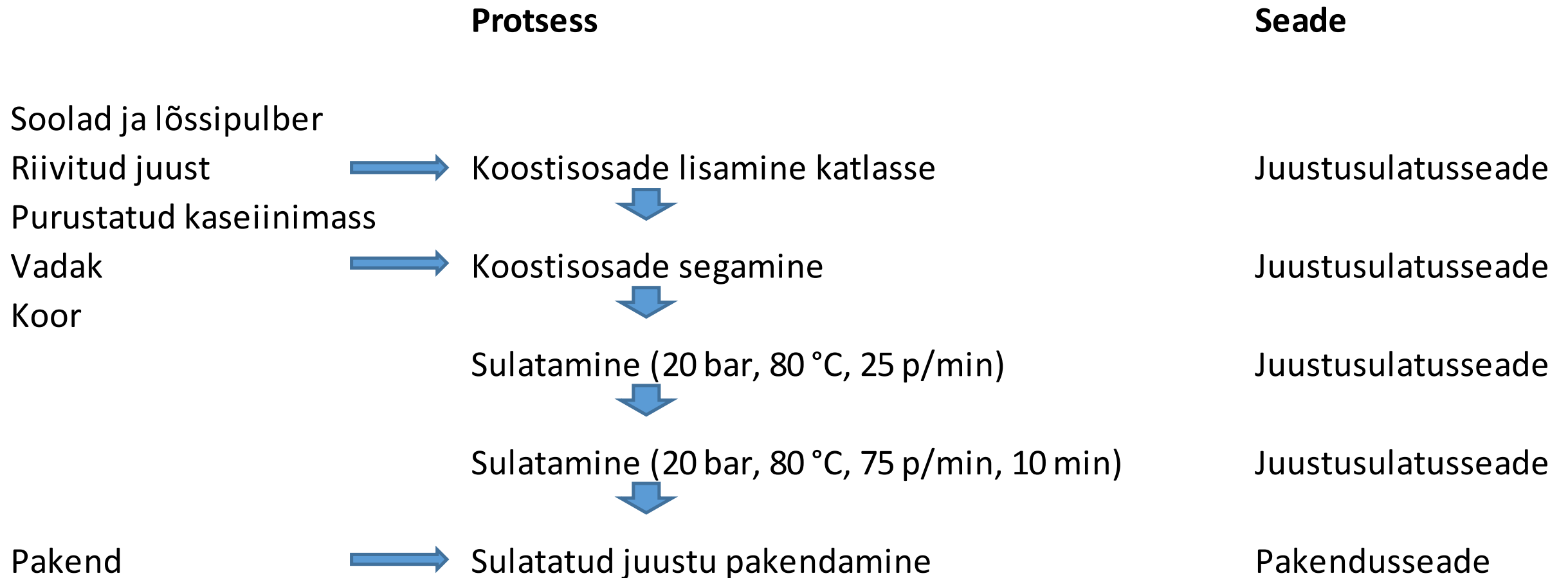
- 1000 kg üleminekupiimast ööpäevas ca 80 kg Ig-lisandi pulbrit
- Elektri energia kulu ligikaudu 2000 kWh (ei arvestata tooraine transpordi kulusid)
- Jahutatud üleminekupiima (1000 kg) ülessoojendamine ligi 400 kWh
- Vadaku separaator 1,5 kWh
- Vadaku (800 kg) külmuivatus (Ig-lisandiks) 1600 kWh

# Kaseiinimass sulatatud juustuks

- Eksperimendid sooritatud – tehtav!
- Stabiilsete kvaliteedinäitajate tagamiseks oleks mõistlik kaseiinimassi kasutada koos juustuga (nt 80:20)

Koostisosa	Retsept	
	kogus, kg	%
Cheddar juust	64	16
Kaseiinimass	200	50
Koor, 35%	40	10
Vadak	52	13
Lõssipulber	28	7
Sulatussoolad	16	4
Kokku	400	100

# Sulatatud juustu valmistamise tehnoloogiline skeem





# Sulatatud juustu seade

- Ühe tsüklilisel tootmisel mahutavus 500L
- Hind (20 000-100 000 eur) sõltub mahutavusest (väiksem investeering, suurem tööjõu kulu), komplekteeritusest, tootlikkusest, tõhususest ja automatiseerituse astmest
- Elektri energia kulu 80-160 kWh



90L sulatatud juustu. Allikas: [https://www.alibaba.com/product-detail/90-liters-processed-cheese-cooker-analogue\\_1600512950254.html?spm=a2700.details.0.0.367e2f48xUyFEo](https://www.alibaba.com/product-detail/90-liters-processed-cheese-cooker-analogue_1600512950254.html?spm=a2700.details.0.0.367e2f48xUyFEo)

# Tööjõud

- Tootmisprotsess on võimalik katta ühel inimesel
- Ajatsükkel (24h)
  - Transpordiring 1-3 tundi
  - Kaseiinimassi ja vadaku eraldamine 1-2 tundi
  - Vadaku külmuivatus täisautomaatne
  - Sulatatud juustu tootmine ja pakendamine 2 tundi (kui üks tootmistsükkel päevas)

# Aga ülejäänud üleminekupiim? 4-5 lüps?

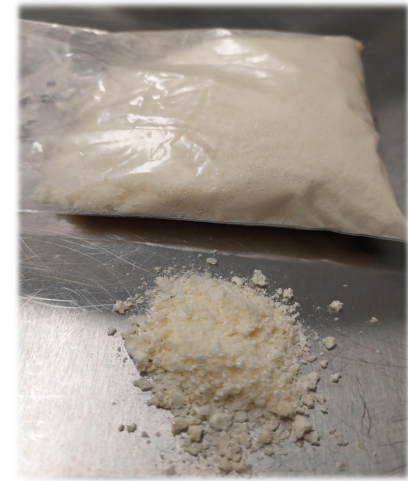
- 4-5 lüps koostiselt sarnane tankipiimaga
- Traditsioonilised tehnoloogiad...?
- Lisada tankipiima hulka...?
  
- Järgmine projekt... 😊

# Alternatiivsed üleminekupiima väärindamise võimalused

- Säilitades üleminekupiima bioaktiivsed omadused...
- Tehnoloogiad mis ei eelda kõrgeid temperatuure
- Mikrobioloogilise ohutuse tagamine klassikalisele pastöriseerimisele alternatiivse lahenduse näol
  - Termiseerimine (suhteliselt madala temperatuur ( $< 60$  °C) kompenseeritakse pikema kestusega)
  - Baktofuugimine
  - Baktofiltreerimine

# Kokkuvõtteks

- Vastsündinud hea tervis on peamiseks tagatiseks, et loom ka täiskasvanueas vajaks minimaalselt ravi
- Kõikide lehmade ternespiim ei ole piisava kvaliteediga, et tagada järglastele piisavas koguses antikehi
- Immuunglobuliinide sisalduse alusel sobib Immuunglobuliinide preparaadi tooraineks teise ning kõrgema Brix näitajaga (>15) kolmanda lüpsi piim
- Immuunglobuliinide preparaadi tehnoloogia:
  - piim kalgendatakse laapfermendiga kaseinvalgu eraldamiseks
  - eraldunud vadakust separeeritakse rasv
  - vadak külmuivatatakse



# Eesti Maaülikool

Estonian University  
of Life Sciences

# Täna!

Andres Sats

25.10.2023