

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Digitalisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF
Agroscope
Mittels in Synese vom Laborat lehr MEL

Einfluss der genetischen Varianten A, B und E des κ -Caseins auf Milchgerinnung, Käseausbeute und -qualität

Ernst Jakob, Nicolas Fehér, William Häni
FML Wintertagung 7. Feb. 2020
Landw. Zentrum Liebegg, Gränichen

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelts

Inhalt

- Bedeutung des kappa-Caseins und seiner genetischen Varianten für die Labgerinnung der Milch
- Verkäsungsversuch
 - Gerinnungseigenschaften der Milch
 - Fett- und Proteinverluste in Molke
 - Zusammensetzung Käse
- Biochemisch-physikalische Erklärung
- Ausblick

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FML Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Labgerinnung der Milch

1. Spaltung des κ -Caseins durch Chymosin/Pepsin
→ Entladung der Micellen, Kollaps der Hydrathülle
2. Aggregation der Micellen (hydrophobe Interaktionen)
→ Viskosität nimmt zu
3. Vernetzung der Micellen über Calciumbrücken
→ elastische Gallerte entsteht

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FML Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Genetische Varianten des κ -Caseins (*Bos taurus*)

Variants	Amino acid positions						References	
	10	97	104	135	136	148	155	
A	Arg	Arg	Ser	Thr	Thr	Asp	Ser	Neelin (1964), Schmidt (1964), Woychik (1964)
B			His		Ile	Ala		
C						Ile		
E							Gly	DiStasio and Merlin (1979)
F		His						Erhardt (1989)
G			Cys					Koren et al. (1996)
H					Ile			Erhardt (1996)
I					Ala			Prinzberg et al. (1999)
J						Ile	Ala	Prinzberg et al. (1999)
							Arg	Mähe et al. (1999)

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FML Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Labfähigkeit der Milch

N = 789 Ayrshire Kühe
+ 86 Finnische Holstein Friesian

Quelle: Ilonen et al. 1999, J Dairy Sci 82 205-214

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FML Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Veränderung der Allelfrequenz innerhalb der Rasse Holstein (CH)

κ -CN Allelfrequenz in Holstein (1997-2017)

Quelle: Tarek Gröler, Qualitas, 2016

Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FML Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

➤ **Versuchsplan (19-22-22)**

Milch

- Gemelke von Tieren des Genotyps AA, AB, BB, AE, (BE)

Käseherstellung

- 40 Liter Milch pro Kessi
- Käsetyp: Tête de Moine
- Fett-Protein-Verhältnis durch Zugabe von past. Rahm (nicht homogenisiert) standardisiert
- Labgerinnungszeit jeder Milch gemessen und Labdosierung angepasst, dass Flockungspunkt in jedem Kessi 25 min. (Labmenge: **5.5 bis 10.1 ml auf 40 L Milch**)

Analytik

- Milch, Molke, Käse 24 h & 3 Monate

Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

7



Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

8

➤ **Erster Verkäsungsversuch mit Milchtypen k-BB, AB, AA, AE, BE**



Bestimmung der Gerinnungszeit, um Labdosierung anzupassen

Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

9



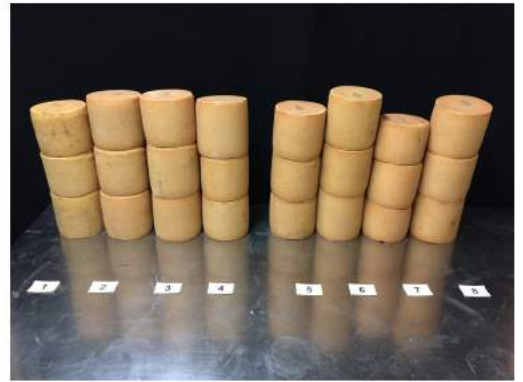
Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

10



Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob


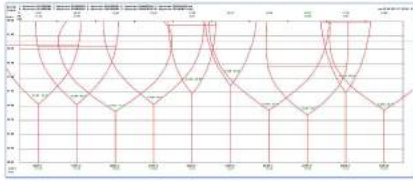
11



Einfluss der 8 Caselinvorten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

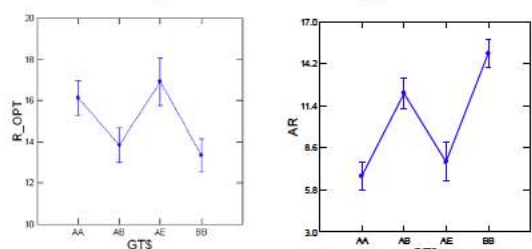
12

Gerinnungseigenschaften der Milch Optigraph (LAAF)

Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Gerinnungszeit vs. Genotyp

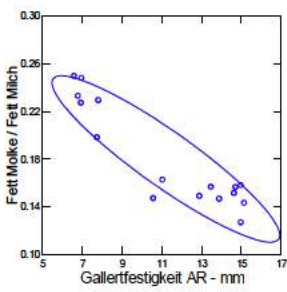


ANOVA	FG	MSQ	P
Genotyp	4	4.8095	0.0015
pH	1	7.6351	0.0020
Rest	10	0.4473	

ANOVA	FG	MSQ	P
Genotyp	4	42.447	<0.0001
Casein-%	1	1.624	0.34
Rest	10	0.590	

Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

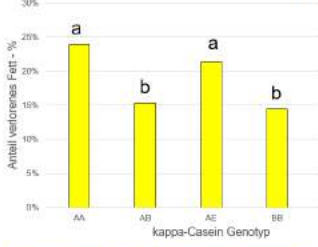
Fettverluste vs. Gallerfestigkeit



Obwohl Labmenge angepasst!

Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Fettverluste vs. Genotyp

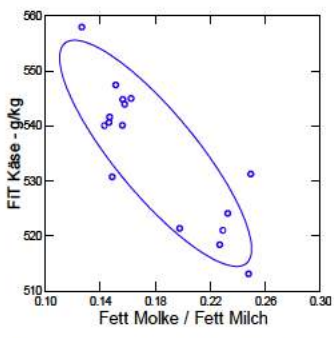


ANOVA	FG	MSQ	P
Genotyp	4	0.006424	< 0.0001
Tag	1	0.000529	0.051
Rest	10	0.0590	

Trotz ident. Gerinnungszeit

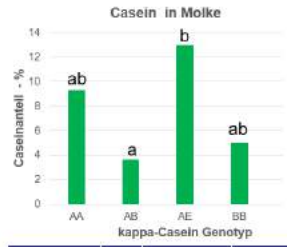
Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

F.i.T. vs. Fettverluste



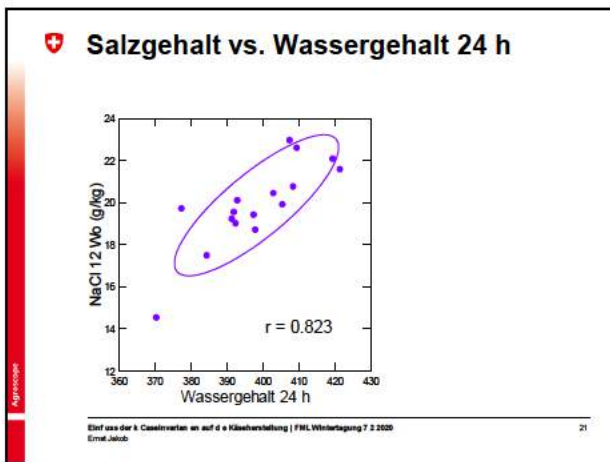
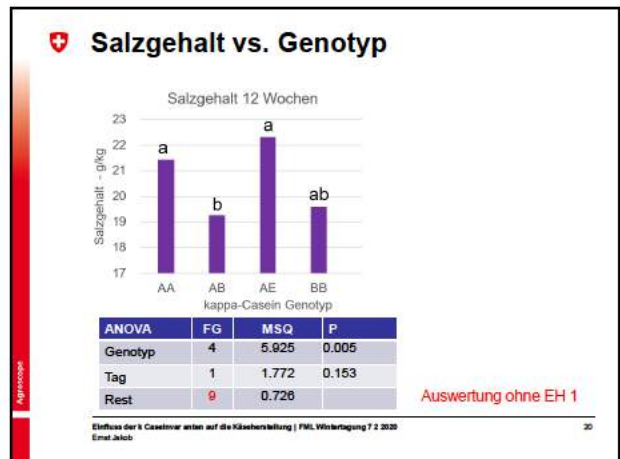
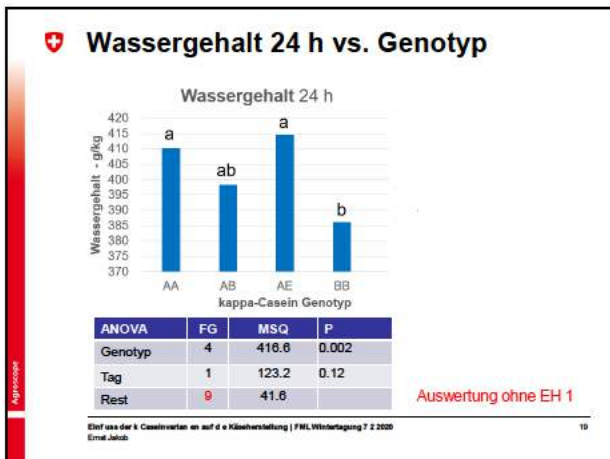
Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

Caseinverluste in Molke vs. Genotyp



ANOVA	FG	MSQ	P
Genotyp	4	38.882	0.042
Tag	1	35.106	0.097
Rest	10	10.458	

Einfluss der κ -Caseinvarianten an auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob



Wie beeinflussen die k-Caseinvarianten Gallerte und Fettretention ?

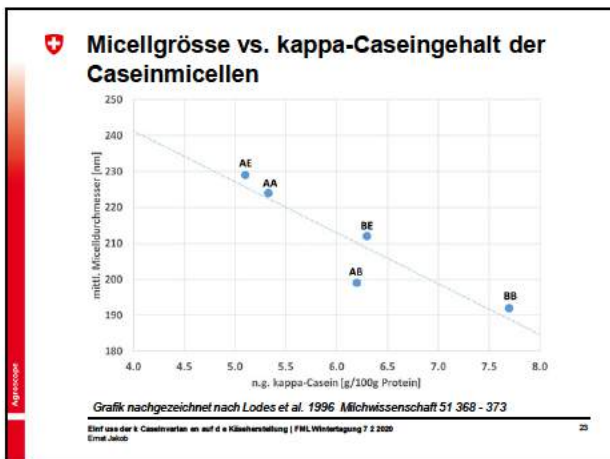
kappa-Cn AA und AE

- schlechtere Labgerinnung, schlechtere Käseausbeute, höherer Wassergehalt im Käse
- Warum? (Varianten A, B und E unterschieden sich ja nur im Makropeptid, das in die Molke übergeht!)

Unterschiedliche Genexpression (B > A > E)

- kappa-Caseingehalt des Caseins
- Grösse der Caseinmicellen

Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob



Wie beeinflussen die k-Caseinvarianten Gallerte und Fettretention ?


Unterschiedliche Genexpression (B > A > E)


- Veränderter kappa-Caseingehalt des Caseins
- Veränderter Grösse der Caseinmicellen

Modellbeispiel (Vergleich k-Cn AE vs. k-Cn BB)

- Micellengrösse 230 nm → 190 nm
- Gleicher Kaseingehalt der Milch


Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob


k-Cn AE
 Micelle Ø 230 nm



$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 6.4 \times 10^{-12} \mu\text{l}$$

k-Cn BB
 Micelle Ø 190 nm

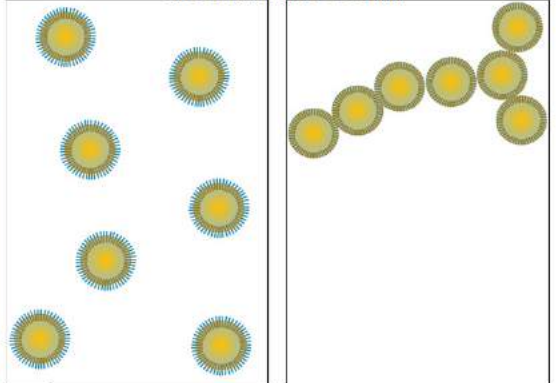


$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 3.0 \times 10^{-12} \mu\text{l}$$

1 ml Milch = ca. 3.4×10^{12} Micellen = ca. 6×10^{12} Micellen

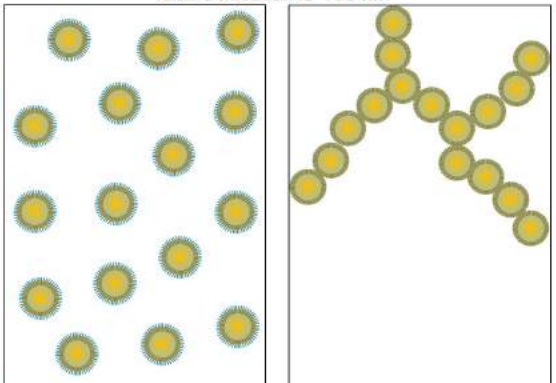
Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob

Grosse Micellen Ø 230 nm



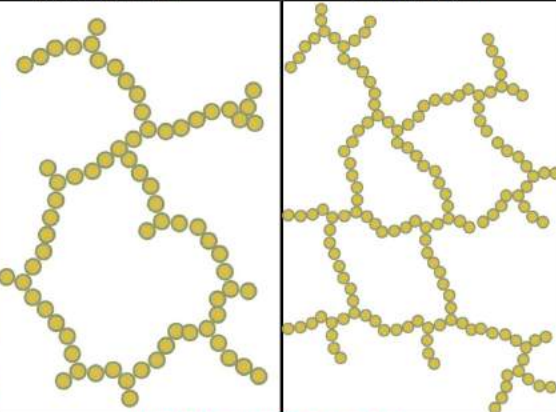
Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob

Kleine Micellen Ø 190 nm



Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob

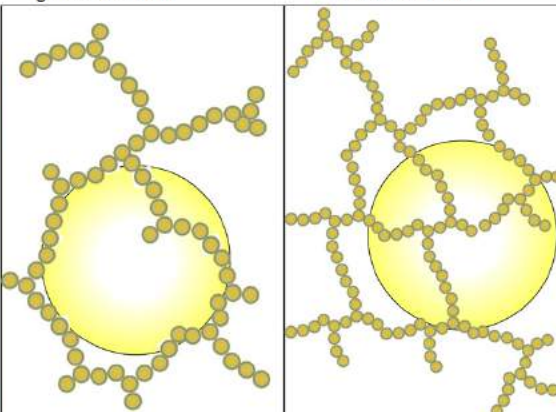
grosse Micellen kleine Micellen




Gleiche Caseinkonzentration (g/L)!

Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob

grosse Micellen kleine Micellen



Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob


Wie beeinflussen die k-Caseinvarianten Gallerte und Fettretention ?

Modellbeispiel Milchtypen k-Cn AE vs. k-Cn BB
 → k-Cn BB → mehr kappa-Casein
 → stärkere Veränderung der Micellen durch Lab
 → hydrophobere Oberfläche
 → kleinere Restladung
 → höhere Elastizität der Gelmatrix
 → stärkere Spannung (Synärese ↑)
 → kleinere Caseinmicellen
 → ca. 2 mal mehr Caseinmicellen pro Volumeneinheit Milch
 → engmaschigere Gelstruktur
 → bessere Fettretention

Einfluss der k-Caseinvarianten auf die Käseherstellung | FNL Wintertagung 7.2.2020
 Ernst Jakob

➤ **Ausblick**

- Weitere Verkäsungsversuche
- Milch von mehr Tieren poolen (nur eine Kuh war Typ BE)
- Grössere Milchmenge verarbeiten
- Neben Halbhartkäse auch Hartkäse herstellen
- Mehr als eine Wiederholung
- Proteinverluste in Molke vertiefter abklären & bestätigen

© Prof. Dr. K. Caselivertan an auf d. Käseherstellung | FNL, Wintertagung 7.2.2020
Ernst Jakob

31

