



PATROCINIO
REGIONE DEL VENETO



COMUNE DI
BRESSANVIDO

LE PROTEINE NELLA STALLA DI VACCA DA LATTE: un percorso verso la sostenibilità fra nutrizione, benessere della mandria, valorizzazione delle proteine lattiero-casearie

Sabato 10 ottobre 2026 ore 10.00
Fattoria Fratelli Pagiusco - Via Chiesa 5 - Bressanvido (VI)

INCONTRO TECNICO AD INVITO

11.10

Le produzioni lattiero-casearie: quale ruolo per le proteine del latte

Prof. Massimo De Marchi



UNIVERSITÀ DI PADOVA

Dipartimento
di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE

Perspective: Understanding raw milk quality and processing— Optimizing the dairy value chain from production through processing

Nicole Martin¹ and Pamela L. Ruegg²

¹ Department of Food Science, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Ithaca, NY 14853

² Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Michigan State University, East Lansing, MI 48824

FARM: PROTECT MILK QUALITY

Udder health • Milking hygiene • Low SCC



↓ Mastitis and microbial enzymes



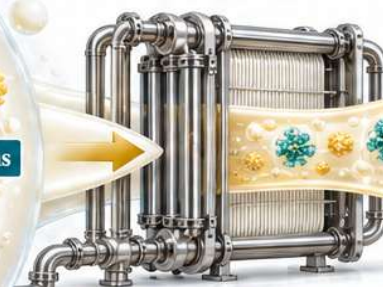
Proteolysis • Lower curd firmness • Reduced cheese yield

PROTEIN QUALITY

Concentration + integrity + functionality



Ultrafiltration & microfiltration



Fractionate and concentrate
Maintain stability during heat treatment and storage



Heat-stable enzymes threaten shelf life

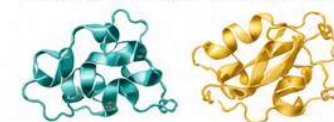
HIGH-PROTEIN, LOW-LACTOSE PRODUCTS

Taste • Texture • Shelf life



Emerging opportunities

Lactoferrin & α -lactalbumin



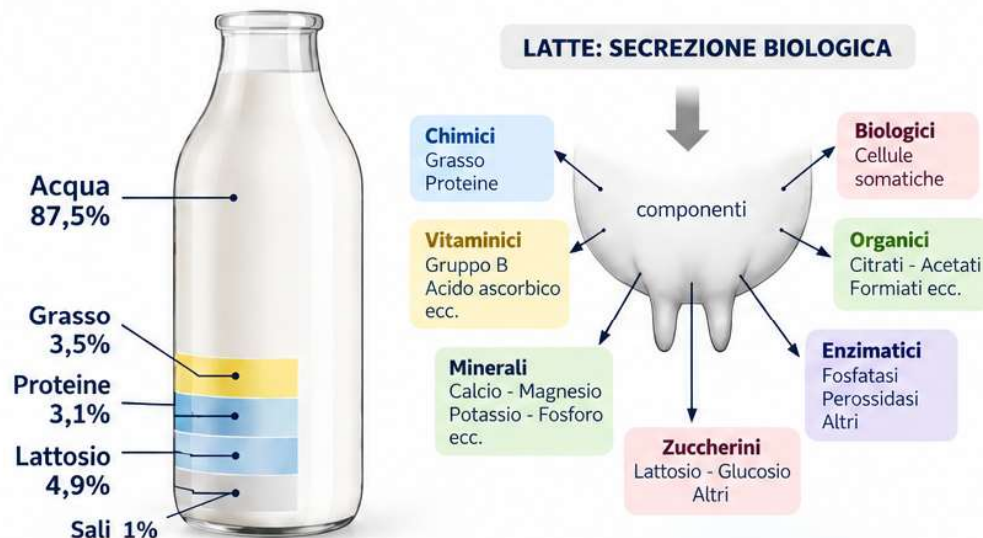
Preserve bioactivity and enable industrial scale-up

High-value dairy products require protein quality to be preserved from farm to processing.

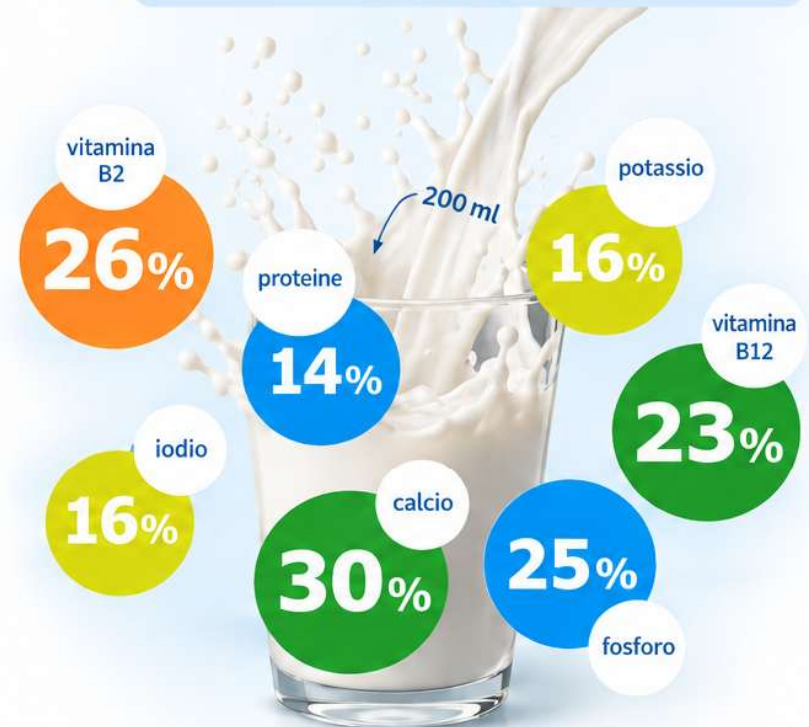
Hygiene, mastitis prevention and safe processing underpin innovation.

Il latte: una secrezione biologica complessa

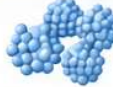
Il latte è un'**emulsione di materia grassa** (tipo olio in acqua), in forma di globuli, e una **sospensione colloidale di sostanze proteiche** (principalmente caseina) in una soluzione di **zuccheri, sali e altre proteine del siero**.



Contributo di un bicchiere di latte (200 ml) ai fabbisogni giornalieri



Principali componenti del latte e loro funzione

Acqua (87,5%)	Grasso (3,5%)	Proteine (3,1%)	Lattosio (4,9%)	Sali minerali (1%)	Vitamine ed altri composti
 • Solvente • Trasporto di nutrienti	 • Fonte di energia • Acidi grassi essenziali • Vitamine liposolubili (A, D, E, K)	 • Caseine (~80%) • Sieroproteine (~20%) • Aminoacidi essenziali • Elevato valore biologico	 • Substrato di fermentazioni • Fonte di energia	 • Calcio, iodio, fosforo, potassio, magnesio ecc. • Funzioni strutturali e metaboliche	 • Vitamine liposolubili e idrosolubili • Enzimi, citrati, acetati, formiati • Altre molecole bioattive

WORKFLOW

Dal latte al formaggio in 10 passaggi



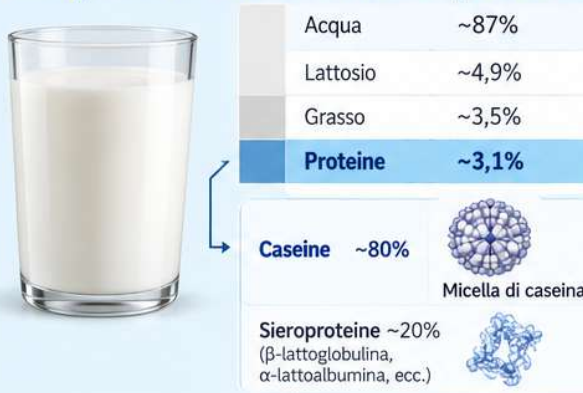
La proteina del latte, in particolare la caseina, è fondamentale per la resa di caseificazione

Lucey, J. & Kelly, J. (1994). Cheese yield. *International Journal of Dairy Technology*, 47(1), 1–14.
Teagasc, National Dairy Products Research Centre, Moorepark, Fermoy, Co. Cork, Ireland.

Review

14 pagine
~80 citazioni
(CrossRef, 2024)

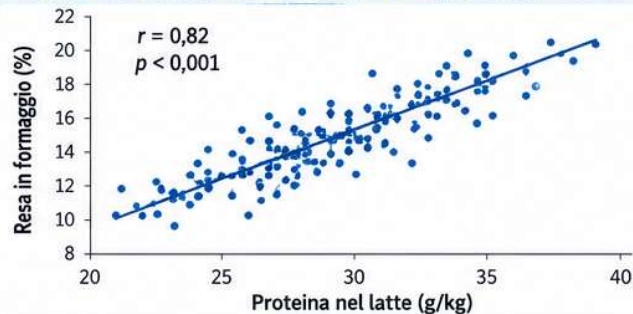
Composizione del latte e frazioni proteiche



Dalla caseina alla formazione del coagulo e alla resa casearia



La resa aumenta con il contenuto di proteina/caseina



Equazioni di previsione della resa casearia

(esempi da Lucey & Kelly, 1994)

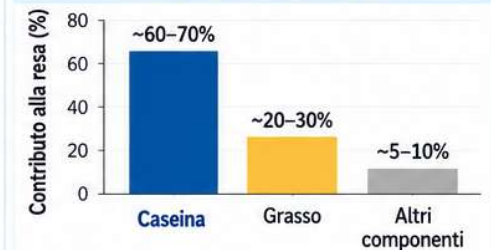
$$\text{Resa in formaggio (\%)} = -1,80 + 0,93 \times \text{proteina (g/kg)} \quad R^2 = 0,67 \quad (\text{Cheddar})$$

$$\text{Resa in formaggio (\%)} = -4,32 + 1,09 \times \text{caseina (g/kg)} \quad R^2 = 0,74 \quad (\text{Cheddar})$$

$$\text{Resa in formaggio (\%)} = 3,52 + 0,45 \times \text{grasso (g/kg)} + 0,81 \times \text{caseina (g/kg)} \quad R^2 = 0,80 \quad (\text{Modello multiplo})$$

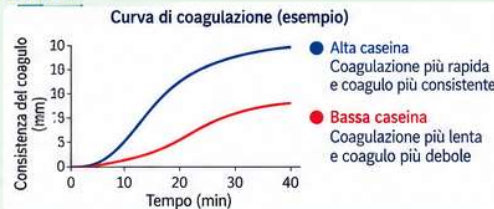
Importanza relativa dei componenti

(varia con il tipo di formaggio)



La caseina influenza le proprietà di coagulazione del latte

- ✓ Aumenta l'acidità titolabile del latte
- ✓ Influenza il tempo di coagulazione (R) e la consistenza del coagulo (K20, A30)
- ✓ Favorisce la sineresi e l'espulsione del siero
- ✓ Condiziona la struttura della cagliata e il recupero di grasso e umidità



Effetto delle varianti genetiche delle caseine sulla resa casearia

Variante	Effetto sulla resa	Osservazioni
κ-caseina BB	↑ Resa	Coagulo più compatto, minore perdita di caseina nel siero
β-lattoglobulina BB	↑ Resa	Miglior struttura della cagliata e sineresi più efficace
Altre varianti (κ-caseina E, ecc.)	Resa intermedia o inferiore	Effetto dipendente da tipo di formaggio e condizioni di processo

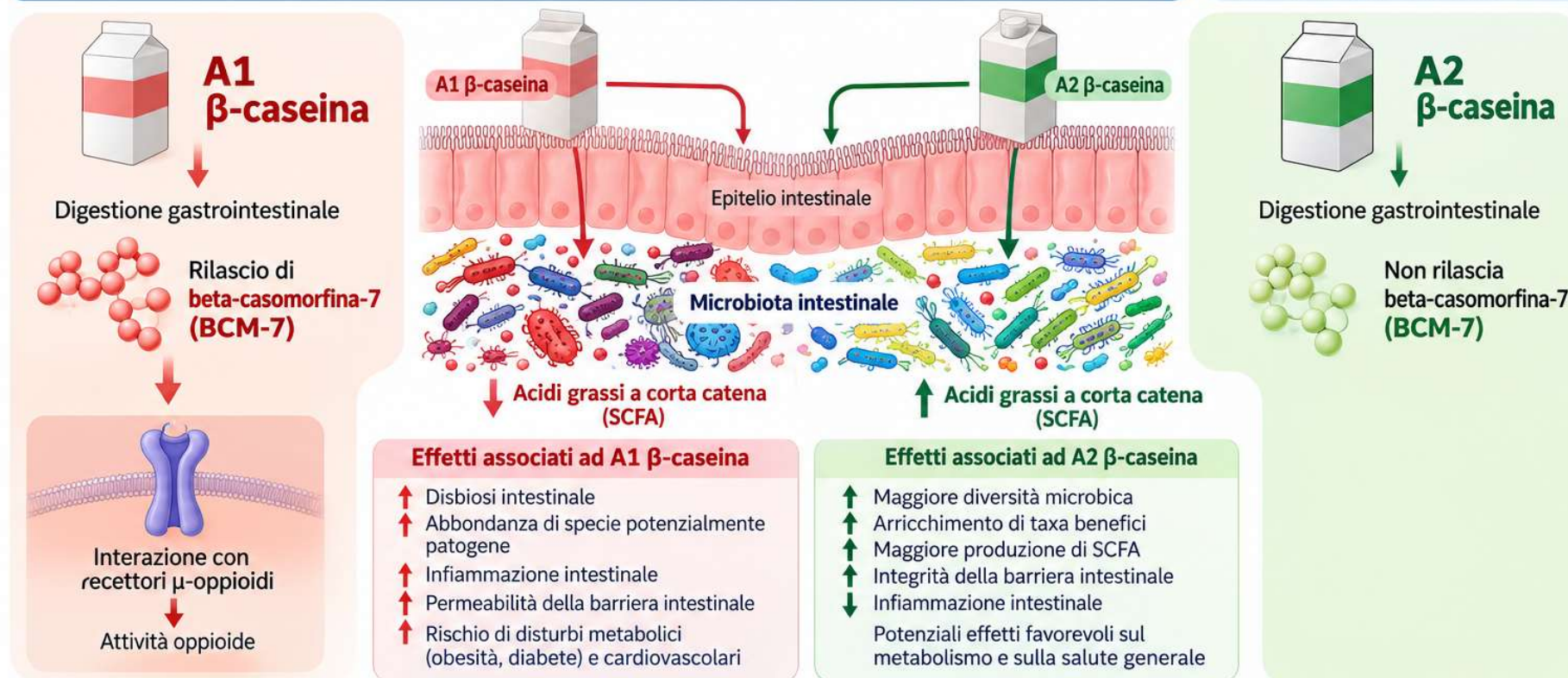
A1 e A2 beta-caseine del latte: effetti sul microbiota intestinale

Sathya Sujani, Klaudia J. Czerwinski, Dennis A. Savaiano

Nutrients, 2026, 18, 138. A Narrative Review: A1 and A2 Milk Beta Caseins Effect on Gut Microbiota.

Tipo di studio

Revisione narrativa della letteratura
8 studi inclusi (6 su A1 e A2 β -caseina;
2 su caseina non specificata), principalmente
modelli animali e alcuni studi sull'uomo.



Conclusioni principali del paper

- ✓ Le varianti A1 e A2 della β -caseina influenzano in modo diverso la composizione del microbiota intestinale.
- ✓ L'A1 β -caseina è più frequentemente associata a disbiosi e aumento di specie potenzialmente patogene.
- ✓ L'A2 β -caseina favorisce una maggiore diversità microbica, associata a migliore integrità intestinale e salute metabolica.
- ✓ Gli effetti risultano più evidenti in soggetti immunosoppressi o con condizioni di salute preesistenti.
- ✓ Sono necessari ulteriori studi ben disegnati sull'uomo per confermare i risultati e definire le implicazioni cliniche.

Profilo proteico del latte in 6 razze bovine: fonti di variazione e ruolo delle varianti genetiche

Amalfitano et al. (2020). Journal of Dairy Science, 103: 11190–11208.

1.504 vacche

di 6 razze
(3 da latte e 3 a duplice attitudine)
41 allevamenti



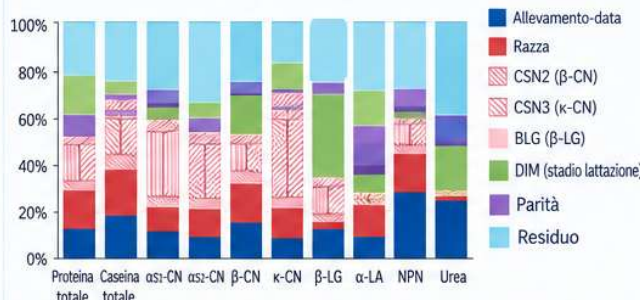
Frazioni proteiche del latte analizzate

HPLC: 7 frazioni principali + varianti genetiche
(β -CN, κ -CN, β -LG)

Caseine (~80% delle proteine)	α_{S1} -caseina
	α_{S2} -caseina
	β -caseina (varianti genetiche: A1, A2, ...)
	κ -caseina (varianti genetiche: AA, AB, BB, ...)
Sieroproteine (~20% delle proteine)	β -lattoglobulina (varianti genetiche: AA, AB, BB)
	α -lattoalbumina
Altri composti azotati	NPN, urea e altre frazioni minori

Importanza relativa delle fonti di variazione

Percentuale di variabilità fenotipica spiegata
dai diversi fattori (esempio, % sul totale del latte)



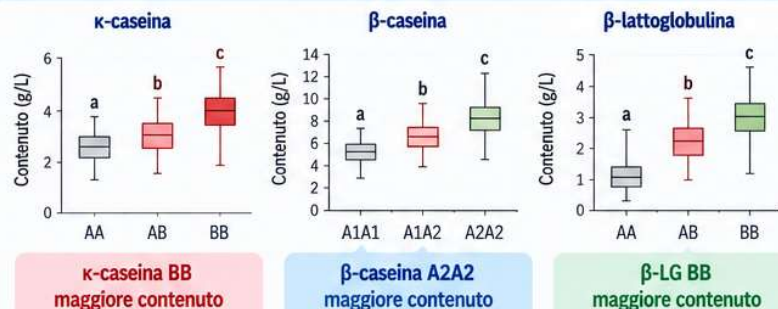
Effetto della razza sulla composizione proteica

Differenze tra le 6 razze (media % sul latte)

	Proteina totale (g/L)	Caseina totale (g/L)	β -caseina (g/L)	κ -caseina (g/L)	β -LG (g/L)
Jersey	41,2	32,1	10,4	4,1	3,2
Bruna	37,8	29,4	9,5	3,7	3,0
Rendena	36,9	28,8	9,3	3,6	2,9
Grigio Alpina	36,5	28,4	9,1	3,5	2,8
Simmental	34,8	27,1	8,8	3,4	2,6
Holstein Frisone	33,1	25,7	8,2	3,1	2,5

Maggiore contenuto
Minore contenuto

Varianti genetiche e contenuto delle frazioni principali

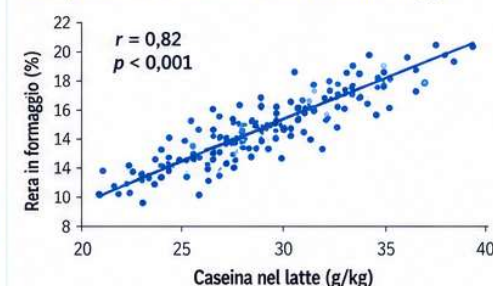


Effetti delle varianti genetiche sulle frazioni proteiche

CSN3 (κ-caseina)	Spiega una quota importante della variabilità di tutte le frazioni caseiniche.
CSN2 (β-caseina)	Influenza principalmente α_{S2} -caseina.
BLG (β-lattoglobulina)	Ha un effetto marcato sulle sieroproteine e su molte frazioni non caseiniche.
Razza	Spiega dal 2% al 36% della variabilità delle frazioni, a seconda del tratto.
Stadio di lattazione	Influenza soprattutto il contenuto (g/L) delle frazioni proteiche.

Implicazioni per la resa casearia

Esempio: relazione tra caseina nel latte e resa in formaggio



Messaggi chiave (Amalfitano et al., 2020)



1. La composizione proteica del latte varia tra razze

Con differenze significative nel contenuto di caseine e sieroproteine.



2. Le varianti genetiche delle caseine e della β -LG influenzano il profilo proteico

κ -caseina BB e β -lattoglobulina BB sono associate a maggiori contenuti delle rispettive frazioni.



3. Un maggiore contenuto di caseina è associato a una maggiore resa in formaggio

La caseina, in particolare κ -caseina, è un componente chiave per l'efficienza di caseificazione.

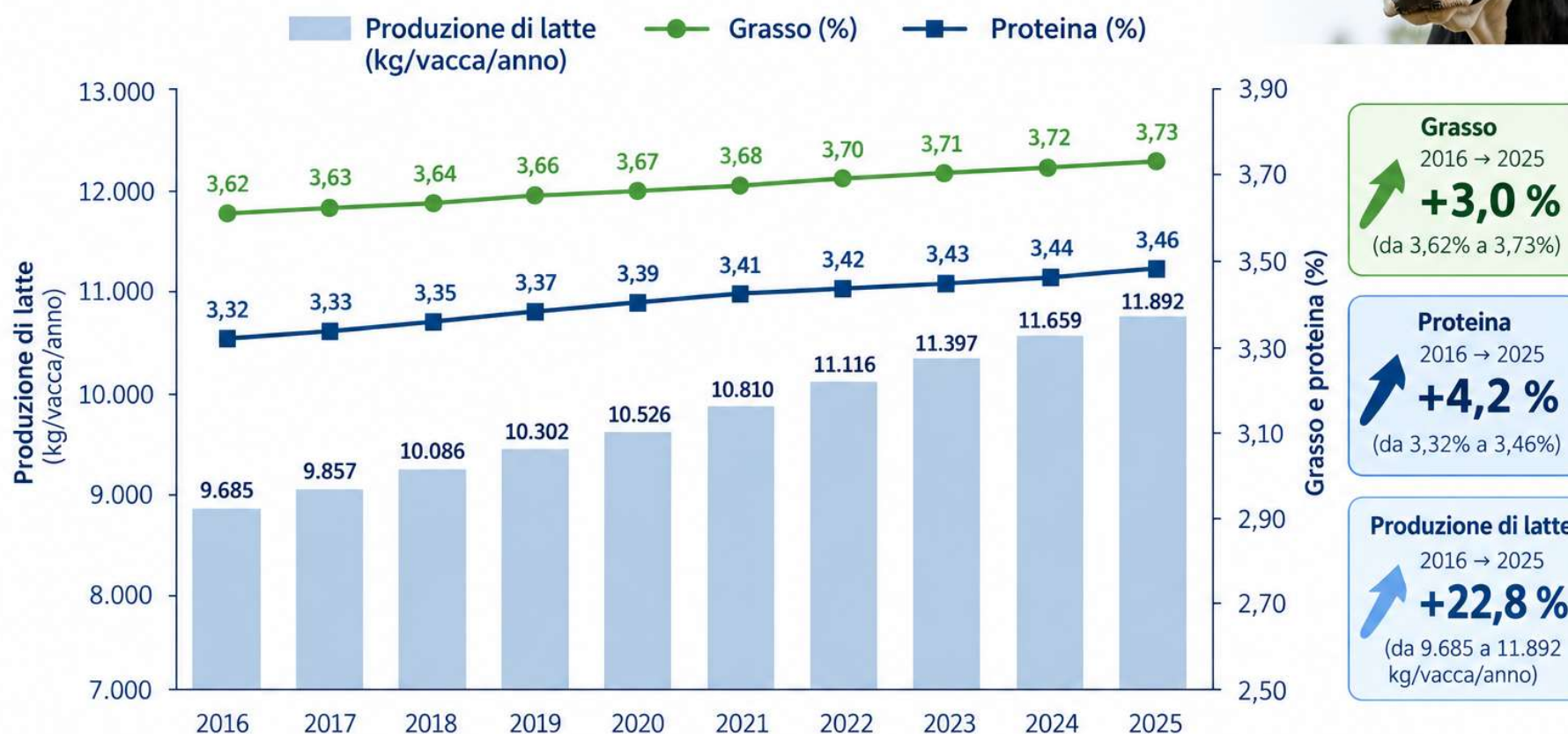


4. La conoscenza del profilo proteico e delle varianti genetiche

può essere utilizzata per migliorare i sistemi di pagamento del latte e orientare i programmi di selezione genetica.

Frisona Italiana

Trend di produzione di latte, grasso e proteina
(2016 – 2025)



Fonte: ANAFIBJ – Dati Controlli Funzionali

Elaborazione: ANAFIBJ (Bollettino della Frisona Italiana, ed. 2025)

Progetto MiCoPro

Studio degli aspetti fenotipici e genetici delle caratteristiche di coagulazione del latte e della composizione proteica del latte di vacca in allevamenti della regione Veneto



Attività Aggiuntive al programma C.F. 2025

ANARE.

ASSOCIAZIONE NAZIONALE
ALLEVATORI BOVINI
DI RAZZA RENDENA



Ente selezionatore

A.N.A.P.R.I.

Associazione Nazionale
Allevatori Pezzata
Rossa Italiana



UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE

Prof. Massimo De Marchi – massimo.demarchi@unipd.it – Bressanvido, 10 ottobre 2026

Progetto MiCoPro

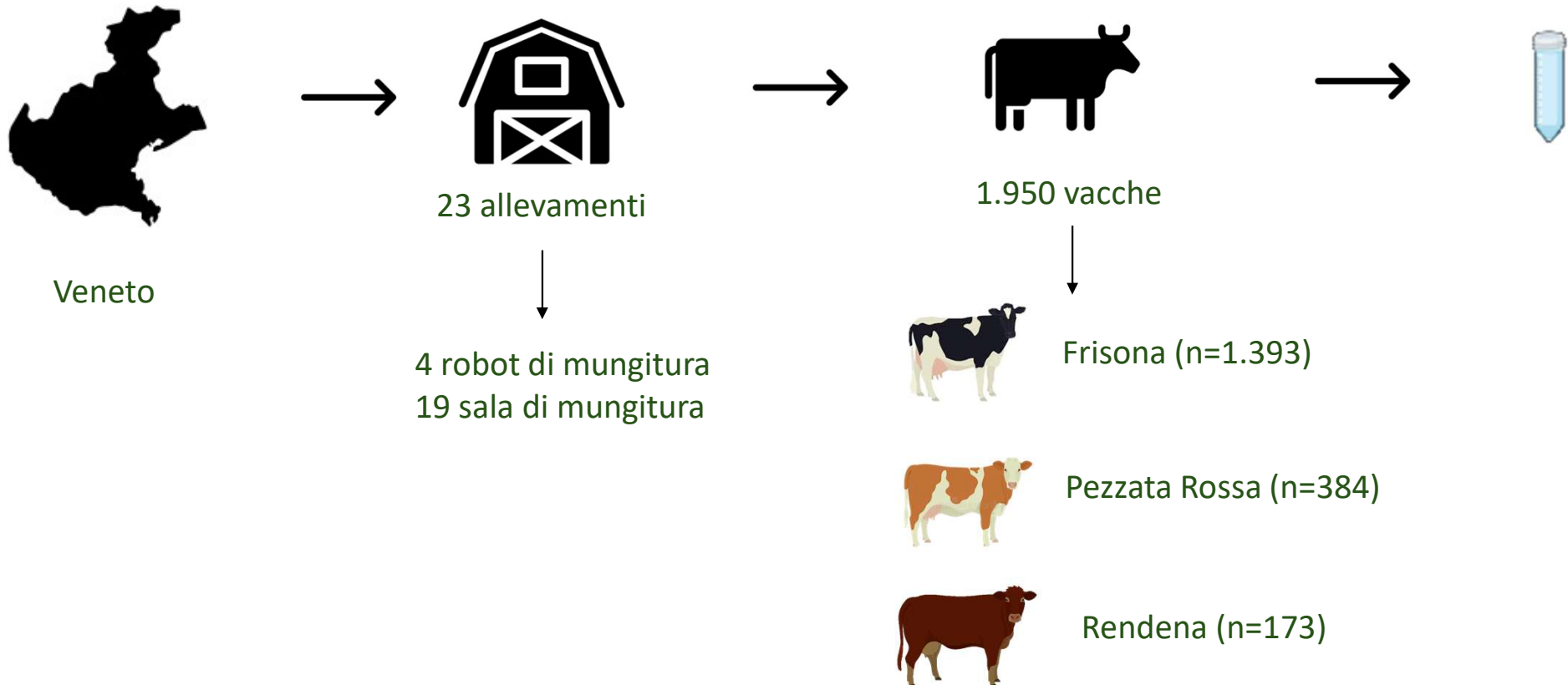


UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE

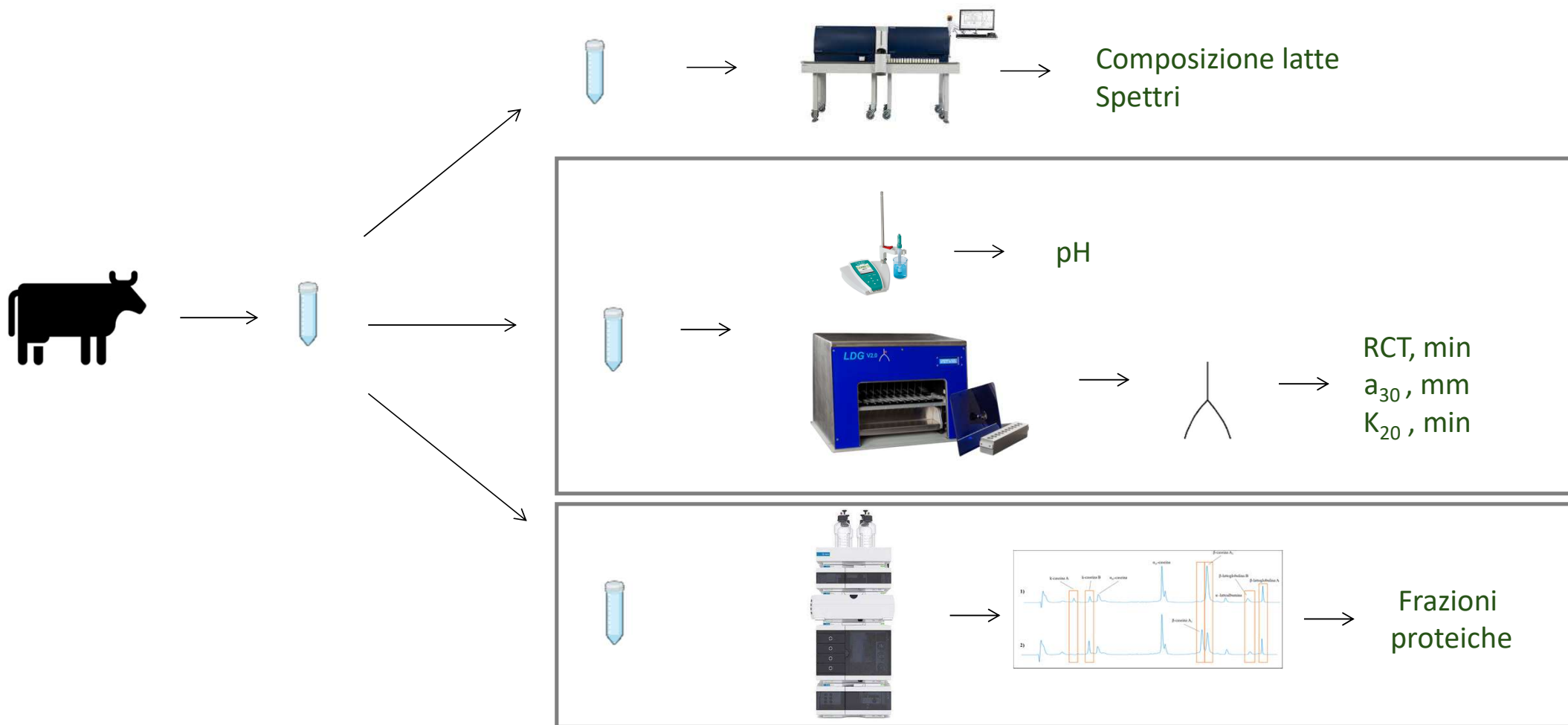
Prof. Massimo De Marchi – massimo.demarchi@unipd.it – Bressanvido, 10 ottobre 2026

Materiali e Metodi – Piano di Campionamento

Da maggio a novembre 2025

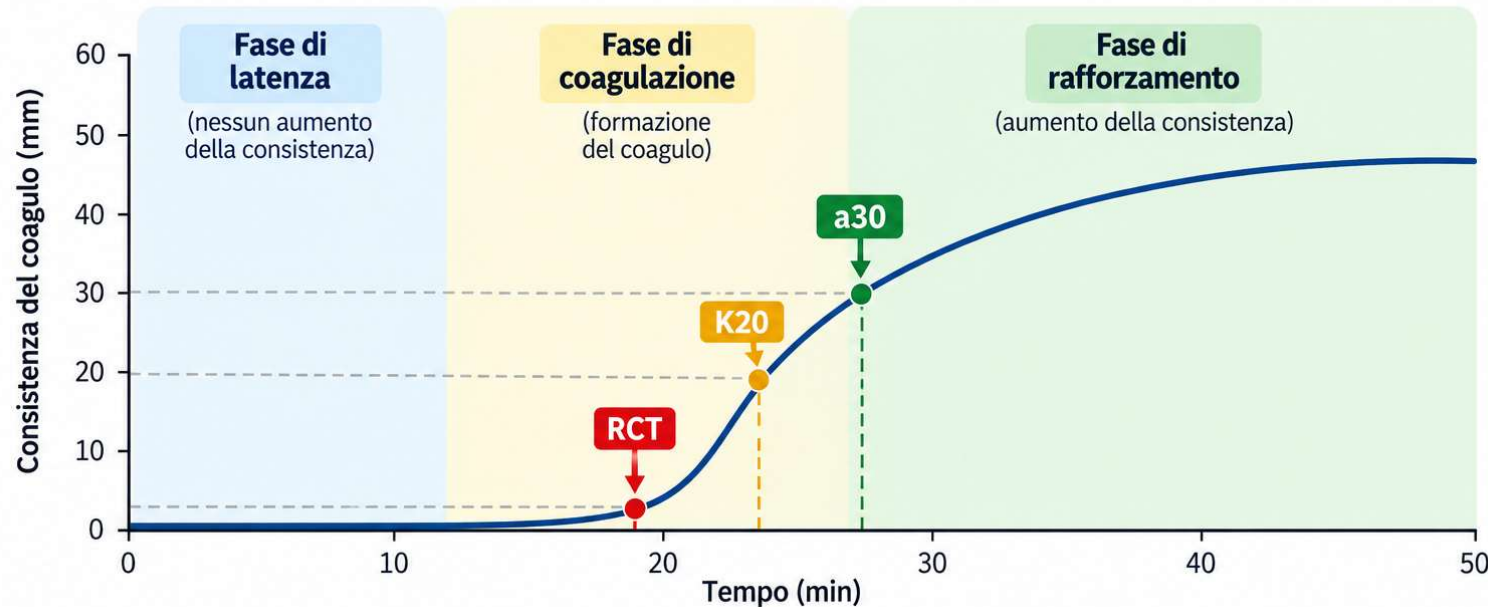


Materiali e Metodi – Analisi di laboratorio



Materiali e Metodi – Analisi Lattodinamografia

Tracciato lattodinamografico del latte



RCT

Tempo di coagulazione (min)

Tempo dall'aggiunta del caglio all'inizio dell'aumento della consistenza del latte.

K20

Tempo per raggiungere 20 mm (min)

Tempo necessario affinché il coagulo raggiunga una consistenza di 20 mm.

a30

Consistenza del coagulo a 30 min (mm)

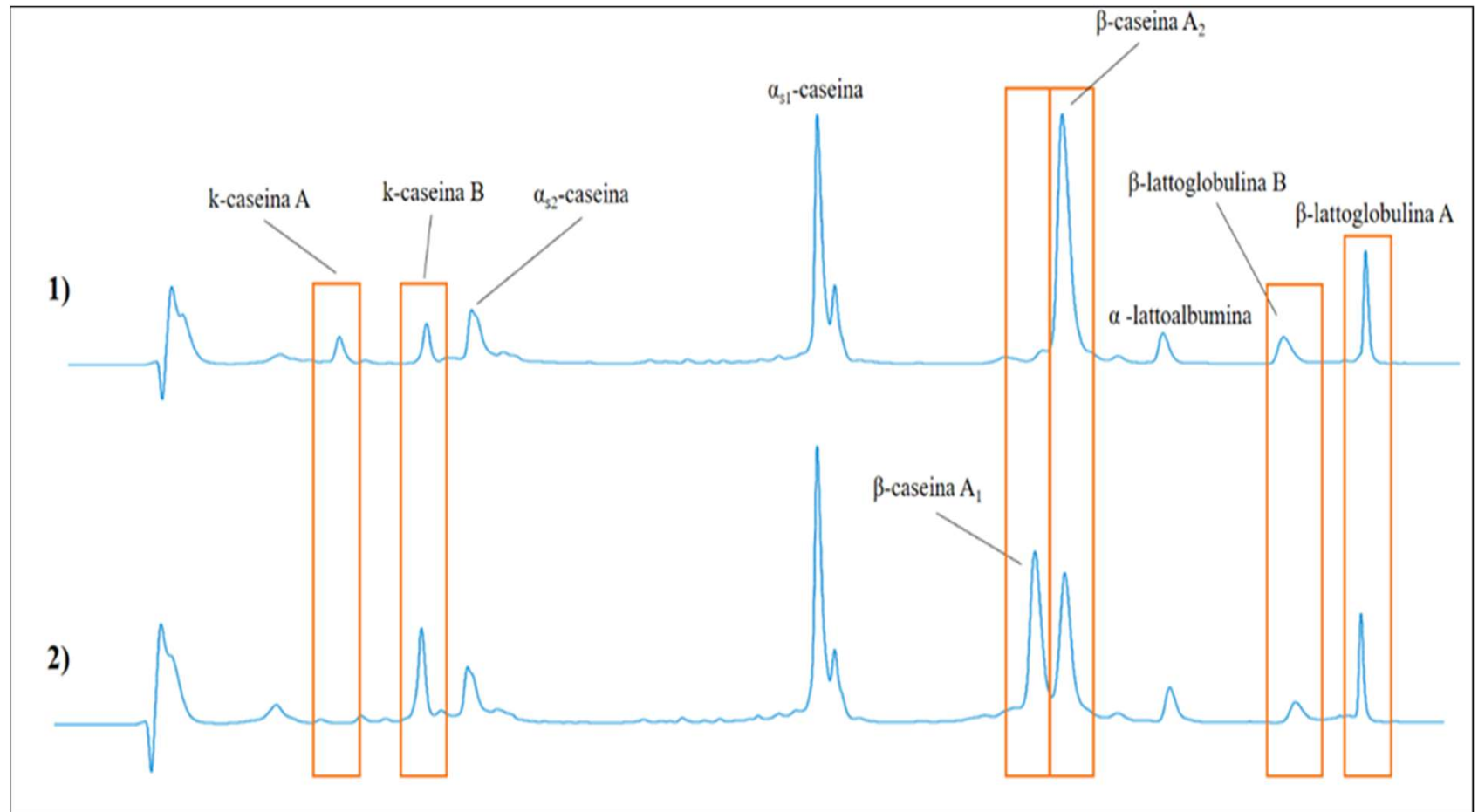
Altezza (consistenza) del coagulo misurata a 30 minuti dall'aggiunta del caglio.

Tracciato completo

Fornisce informazioni su:

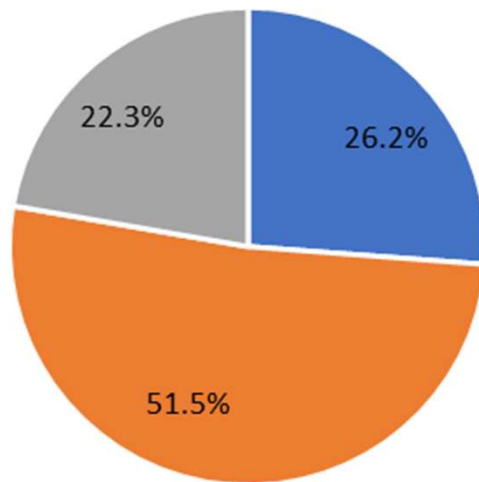
- velocità di coagulazione
- consistenza e qualità del coagulo
- adattamento tecnologico del latte alla caseificazione

Materiali e Metodi – Analisi HLPC

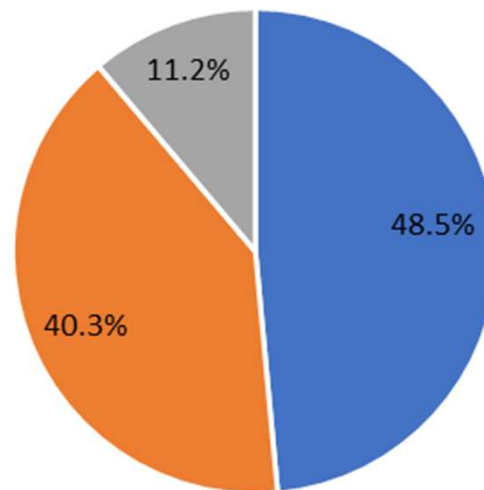


Risultati – Frequenze genotipi k-caseina

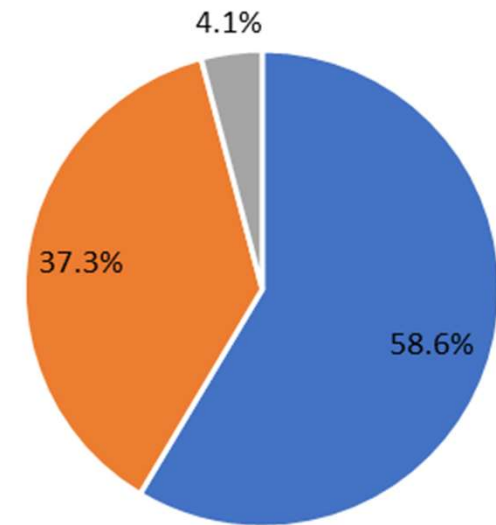
FRISONA



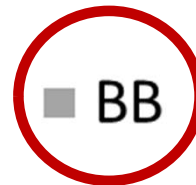
PEZZATA ROSSA



RENDENA

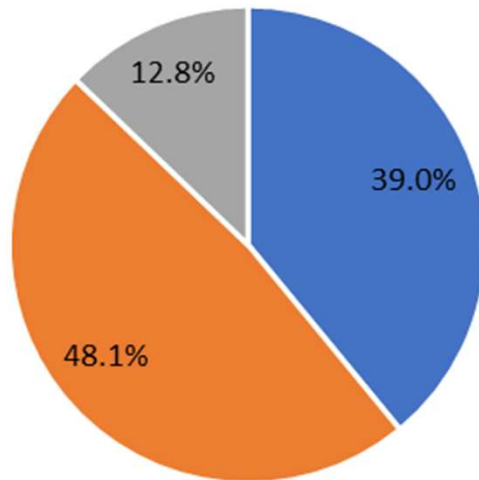


■ AA ■ AB ■ BB

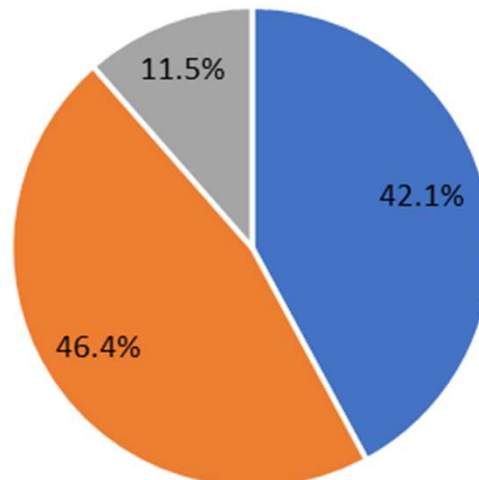


Risultati – Frequenze genotipi β -lattoglobulina

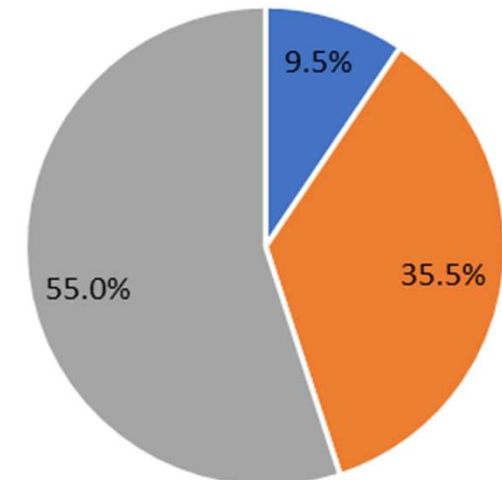
FRISONA



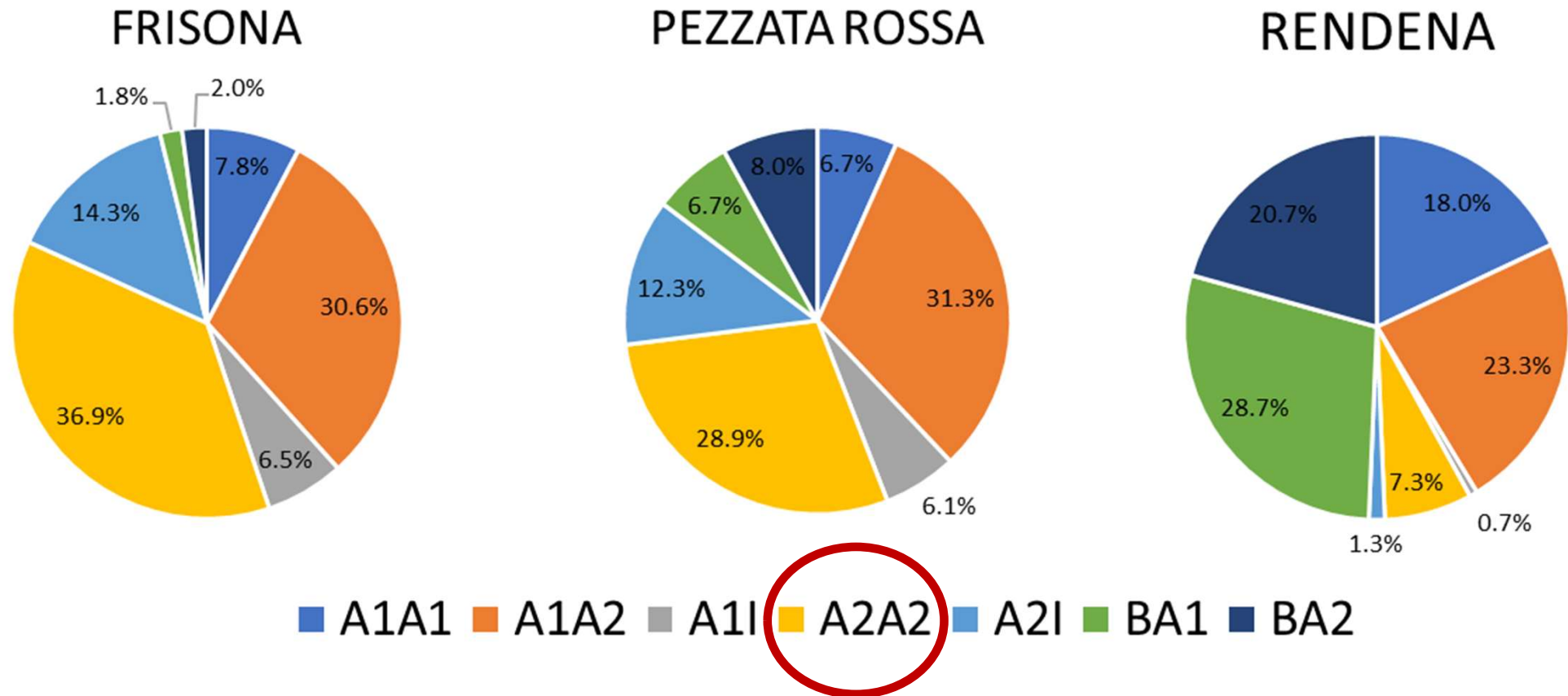
PEZZATA ROSSA



RENDENA



Risultati – Frequenze genotipi β -caseina



Risultati – Razza HF vs PR vs Re

Carattere	Frisona	Pezzata Rossa	Rendena
Caratteristiche lattodinamografiche			
RCT, min	18,18 ^a (0,28)	<u>16,84^b (0,42)</u>	17,04 ^{ab} (0,71)
a ₃₀ , mm	36,21 ^b (0,54)	<u>39,81^a (0,87)</u>	38,96 ^{ab} (1,5)
K ₂₀ , min	3,95 ^a (0,06)	<u>3,41^b (0,10)</u>	3,44 ^b (0,17)

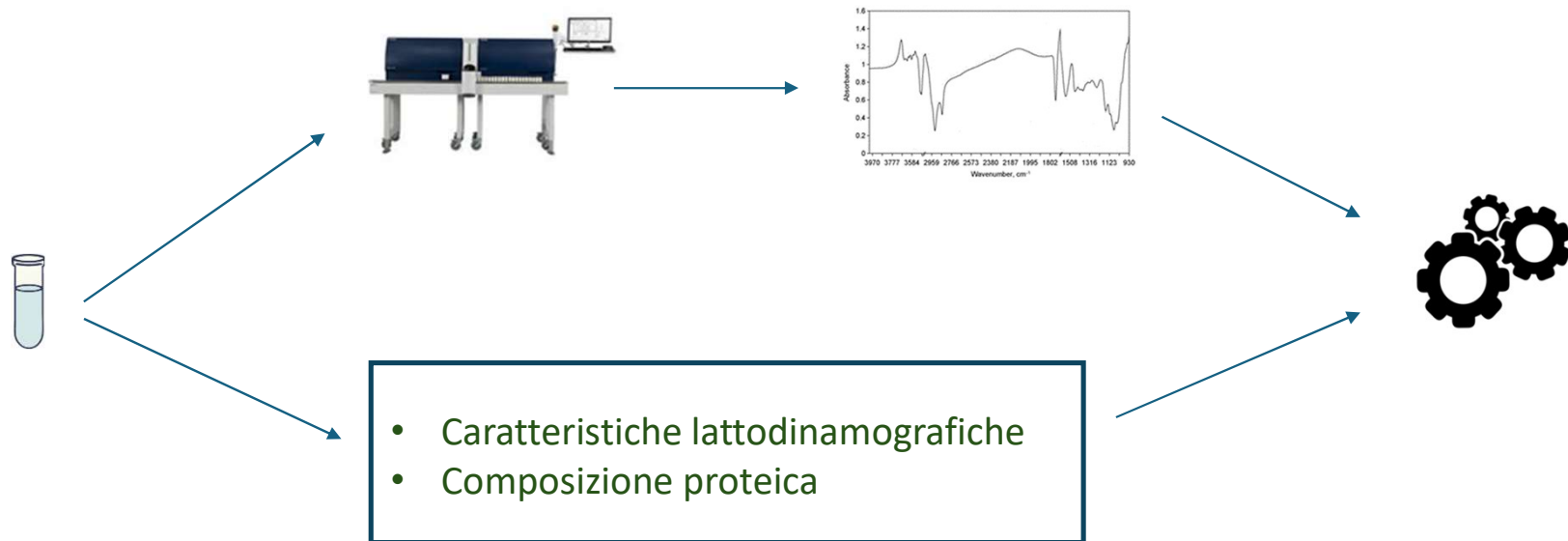
Risultati – Razza HF vs PR vs Re

Carattere	Frisona	Pezzata Rossa	Rendena
Composizione proteica			
Proteine, mg/mL	35,93 ^b (0,1)	<u>36,57^a (0,21)</u>	35,40 ^b (0,34)
Caseine, mg/mL	30,54 ^b (0,09)	<u>31,07^a (0,18)</u>	30,35 ^{ab} (0,3)
α_{S1} -CN	9,50 ^b (0,03)	9,73 ^a (0,05)	9,37 ^b (0,09)
α_{S2} -CN	2,56 ^b (0,01)	2,68 ^a (0,02)	2,70 ^a (0,03)
β -CN	15,19 ^a (0,05)	15,27 ^a (0,1)	14,94 ^a (0,16)
κ -CN	3,20 ^b (0,02)	<u>3,32^a (0,03)</u>	<u>3,37^a (0,05)</u>
κ -CN _{A/E}	1,14 ^c (0,02)	1,30 ^b (0,03)	1,49 ^a (0,05)
κ -CN _B	2,40 ^a (0,02)	2,41 ^a (0,04)	2,44 ^a (0,06)
Glyco- κ -CN	1,85 ^b (0,02)	1,92 ^a (0,02)	1,90 ^{ab} (0,04)
Sieroproteine, mg/mL	5,92 ^b (0,02)	6,05 ^a (0,04)	5,46 ^c (0,07)
α -LA	1,25 ^c (0,00)	1,29 ^b (0,01)	1,33 ^a (0,01)
β -LG _A	3,05 ^a (0,03)	3,12 ^a (0,07)	2,24 ^b (0,11)
β -LG _B	2,32 ^b (0,02)	2,37 ^b (0,03)	2,76 ^a (0,06)

Risultati – Correlazioni

Carattere	pH	RCT, min	a ₃₀ , mm		k ₂₀ , min	
Proteine, mg/mL	-0,05	-0,04	0,22***		-0,37***	
Caseine, mg/mL	-0,05*	-0,03	0,21***		-0,37***	
α ₅₁ -CN	-0,01	-0,03	0,19***		-0,32***	
α ₅₂ -CN	0,02	-0,11***	0,21***		-0,28***	
β-CN	-0,07**	-0,01	0,18***		-0,35***	
κ-CN	-0,05	0,00	-0,01		0,00	
κ-CN _{A/E}	0,03	0,03	0,10***		-0,19***	
κ-CN _B	0,01	-0,10***	0,28***		-0,46***	
Glyco-κ-CN	-0,03	0,00	0,17***		-0,28***	
Sieroproteine, mg/mL	0,02	-0,05*	0,20***		-0,26***	
α-LA	-0,04	-0,04	0,12***		-0,18***	
β-LG _A	0,04	-0,05*	0,12***		-0,12***	
β-LG _B	0,00	-0,06	0,11***		-0,24***	

Risultati – Modelli di predizione Milkoscan (IR)



Risultati – Modelli di predizione Milkoscan (IR)

Carattere	Calibrazione			Validazione		
	Outliers, %	R^2_c	$RMSE_c$	R^2_v	$RMSE_v$	RPD_v
Caratteristiche lattodinamografiche						
RCT, min	4,53	0,63	3,16	<u>0,60</u>	3,30	1,58
a ₃₀ , mm	2,69	0,57	8,29	<u>0,57</u>	8,29	1,52
K ₂₀ , min	4,53	0,57	0,98	<u>0,50</u>	1,05	1,41

R^2_c = Coeff. determinazione in calibrazione, $RMSE_c$ = Errore calibrazione; R^2_v = Coeff. determinazione in validazione; $RMSE_v$ = Errore validazione; RPD_v = rapporto tra variabilità dei campioni ed errore di predizione in validazione; valori più elevati indicano una maggiore capacità predittiva del modello.



UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE

Prof. Massimo De Marchi – massimo.demarchi@unipd.it – Bressanvido, 10 ottobre 2026

Risultati – Modelli di predizione Milkoscan (IR)

Carattere	Calibrazione			Validazione		
	Outliers, %	R^2_c	$RMSE_c$	R^2_v	$RMSE_v$	RPD_v
Composizione proteica						
Proteine, mg/mL	8,36	0,79	2,25	<u>0,78</u>	2,23	2,15
Caseine, mg/mL	8,00	0,79	1,92	<u>0,76</u>	2,01	2,06
α_{s1} -CN	7,68	0,74	0,67	<u>0,73</u>	0,70	1,93
α_{s2} -CN	4,31	0,59	0,3	<u>0,56</u>	0,31	1,5
β -CN	6,70	0,73	1,18	<u>0,70</u>	1,26	1,81
κ -CN	4,31	0,56	0,46	<u>0,50</u>	0,49	1,42
κ -CN _{A/E}	2,04	0,23	0,77	0,18	0,80	1,1
κ -CN _B	3,74	0,37	0,73	0,32	0,76	1,21
Glyco- κ -CN	5,97	0,64	0,22	<u>0,65</u>	0,23	1,68

R^2_c = Coeff. determinazione in calibrazione, $RMSE_c$ = Errore calibrazione; R^2_v = Coeff. determinazione in validazione; $RMSE_v$ = Errore validazione; RPD_v = rapporto tra variabilità dei campioni ed errore di predizione in validazione; valori più elevati indicano una maggiore capacità predittiva del modello.





ASSOCIAZIONE REGIONALE
ALLEVATORI DEL VENETO

Laboratorio ARAV

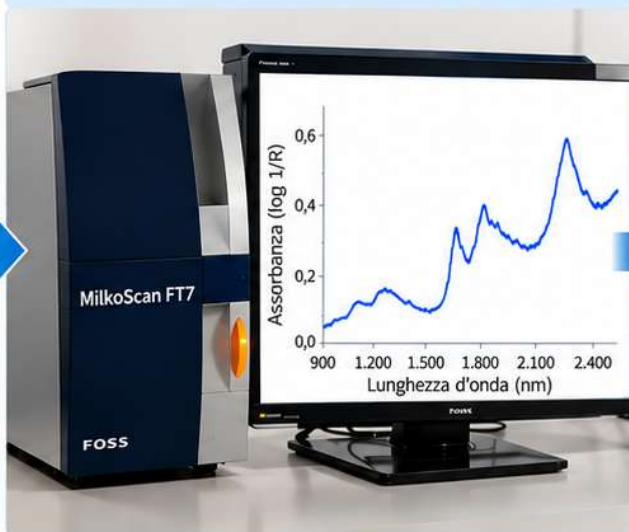
Modelli di predizione Milkoscan (IR)



Campione di latte



Analisi MIRS – Milkoscan FT7



Analisi di riferimento



Lattodinamografo

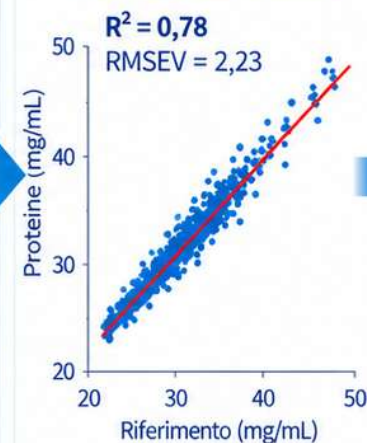
- RCT
- a_{30}
- K_{20}

HPLC

- Proteine totali
- Caseine
- α_{s1} -CN, α_{s2} -CN
- β -CN, κ -CN
- κ -CN A/E, κ -CN B
- Glyco- κ -CN

Modelli PLS – Esempio di regressione

Proteine (HPLC) vs MIRS



Analisi in routine – Milkoscan FT7

Milkoscan FT7 – Risultati

Componente	Valore
Proteine	34,6 g/L
Caseine	27,9 g/L
α_{s1} -CN	11,8 g/L
α_{s2} -CN	3,8 g/L
β -CN	9,1 g/L
κ -CN	3,9 g/L
κ -CN A/E	1,8 g/L
κ -CN B	2,6 g/L
Glyco- κ -CN	2,1 g/L
RCT	22,5 min
a_{30}	46,2 mm
K_{20}	4,8 min



UNIVERSITÀ DI PADOVA
Dipartimento
di Agronomia, Animali, Alimenti,
Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE

Prof. Massimo De Marchi – massimo.demarchi@unipd.it – Bressanvido, 10 ottobre 2026

Conclusioni

- Il progetto ha permesso la valutazione genetica delle razze Frisona Italiana, Pezzata Rossa e Rendena per le caratteristiche di caseificabilità del latte in Veneto e la componente genetica si è dimostrata rilevante per nell'influenzare le caratteristiche di caseificabilità del latte
- Modelli di predizione Milkoscan (IR) per caratteri lattodinamografici e composizione proteica del latte mostrano da buone ad ottime accuratezza e ad oggi sono implementati nel Laboratorio ARAV (vacca → fenotipo → genetica)
- Il miglioramento genetico delle caratteristiche di caseificabilità del latte rappresenta uno strumento concreto per migliorare la resa di caseificazione e la qualità del formaggio e dovrebbe essere implementato nelle filiere come il monitoraggio dei medesimi parametri sul latte di massa aziendale e di caldaia in caseificio
- Il ruolo della qualità del latte (caratteristiche di caseificabilità) rimane una opportunità di miglioramento della sostenibilità della produzione di formaggi in special modo nelle filiere DOP



Progetto **MiCoPro**

Studio degli aspetti fenotipici e genetici delle caratteristiche di coagulazione del latte e della composizione proteica del latte di vacca in allevamenti della regione Veneto

Grazie

per l'attenzione

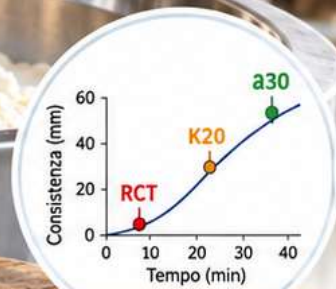
Prof. Massimo De Marchi

massimo.demarchi@unipd.it

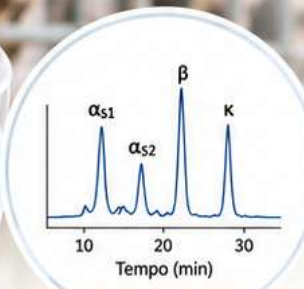


UNIVERSITÀ DI PADOVA

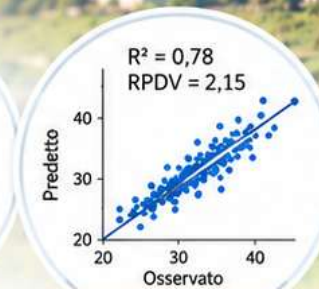
Dipartimento di Agronomia,
Animali, Alimenti, Risorse
Naturali e Ambiente - DAFNAE



Proprietà
di coagulazione



Frazioni
proteiche



Predizioni
con infrarosso

