

# Indice di Attitudine Casearia (IAC): dalla lattodinamografia alla spettroscopia esperienze e prospttive nella realtà del Veneto



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**Stefano De Paoli**  
**Sofia Ton**  
ARAV



**Martino Cassandro**  
**Massimo de Marchi**  
Università di Padova



# **Variazioni fenotipiche, genetiche e valori economici**

Martino Cassandro / Massimo De Marchi

# **Implementazione indice IAC**

Stefano De Paoli

# **Ricerca e sviluppo laboratorio latte qualità ARAV**

Sofia Ton



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

## Variazioni fenotipiche, genetiche e valori economici

Martino Cassandro / Massimo De Marchi

## **Implementazione indice IAC**

Stefano De Paoli

## Ricerca e sviluppo laboratorio latte qualità ARAV

Sofia Ton



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

**MIRS è una metodica da anni applicata di routine nei laboratori latte per la determinazione, ad esempio, di:**

1)Grasso %

2)Proteina %

3)Lattosio %

4)Caseina, %

5)Urea

6)pH

7)Indice di attitudine casearia:

- Tempo di coagulazione (R, min)
- Forza/consistenza del coagulo ( $a_{30}$ , mm)



# Attitudine Casearia e Acidità del latte

Table 5. Number of calibration samples, dairy breed, reference method, range, spectra pretreatments, coefficient of determination (1 – VR, where VR = variance ratio), and SE of cross-validation ( $SEC_{CV}$ ) of validation procedures for mid-infrared prediction models of milk coagulation properties and milk acidity

Reference	Trait <sup>1</sup>	n	Dairy breed	Reference method <sup>2</sup>	Range	Spectra pretreatment <sup>3</sup>	1 – VR	$SEC_{CV}$
Dal Zotto et al. (2008)	RCT (min)	158	Holstein-Friesian	CRM	9.20–25.8	1D	0.73	1.80
	$a_{90}$ (mm)				11.00–55.00	1D	0.45	5.49
De Marchi et al. (2009b)	RCT (min)	1,064	Brown Swiss	CRM	4.40–29.30	Untreated	0.62	2.36
	$a_{90}$ (mm)				6.00–64.00	Untreated	0.37	6.86
	pH				5.88–7.03	1D, 1D + N	0.59	0.07
	TA (°SH/50 mL)				1.19–4.77	1D	0.66	0.25
De Marchi et al. (2013)	RCT (min)	350	Holstein-Friesian	FOR	7.75–59.00	Untreated	0.76	7.05
	$k_{20}$ (min)				2.00–28.45	Untreated	0.72	3.54
	$a_{90}$ (mm)				0.36–51.30	Untreated	0.70	7.68
	$a_{60}$ (mm)				0.76–40.96	Untreated	0.40	7.26

<sup>1</sup>RCT = rennet coagulation time;  $a_{90}$  = curd firmness 30 min after rennet addition; TA = titratable acidity; °SH = Soxhlet-Henkel degree;  $k_{20}$  = curd-firming time;  $a_{60}$  = curd firmness 60 min after rennet addition.

<sup>2</sup>CRM = computerized renneting meter (Polo Trade, Monselice, Italy); FOR = Formagraph (Foss Electric A/S, Hillerød, Denmark).

<sup>3</sup>1D = first derivative; 1D + N = first derivative and normalization.



**I valori di  $r$  e  $a_{30}$  all'interno di una singola stalla hanno una certa variabilità; maggiore rispetto a grasso e proteine:**

Indice di attitudine casearia (IAC):

- Tempo di coagulazione ( $R$ , min)
- Forza/consistenza del coagulo ( $a_{30}$ , mm)

Permette una valutazione molto più semplice e diretta



$$IAC = 100 + [(A_{30} - \text{media } A_{30}) / \text{ds } A_{30}] * 2,5] - [((R - \text{media } R) / \text{ds } R * 2,5)]$$



Ripartisce la DS di 5 punti dell'IAC con Base 100 al 50% per  $A_{30}$  (2,5) e RCT (2,5)

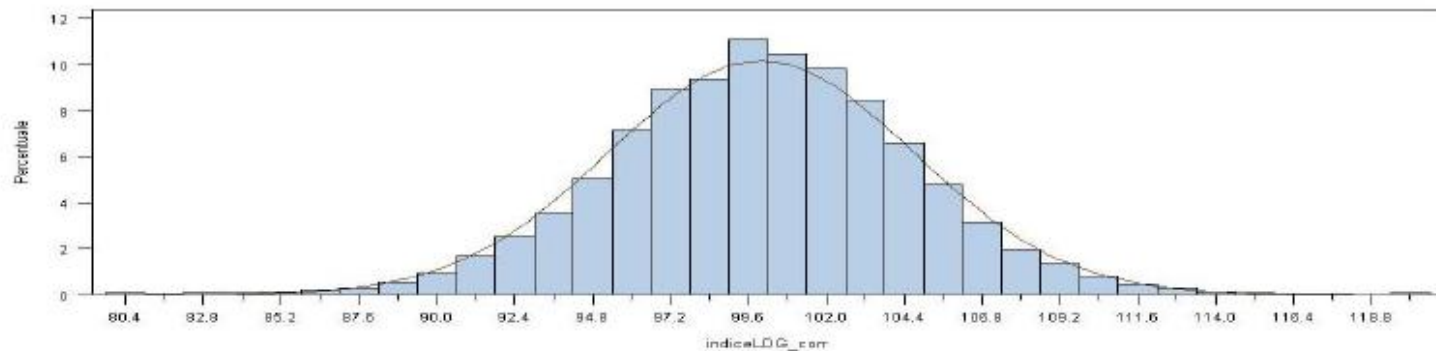


# MCP and Milk Payment System



TOTAL INDEX that combine RCT and  $a_{30}$

$$= 100 + \left[ \left( \frac{A30 - \text{mean } a_{A30}}{sd A30} \right) * 2.5 - \left( \frac{R - \text{mean } r}{sd R} \right) * 2.5 \right]$$





## Utilizzo di IAC:

Indice di attitudine casearia (IAC):

- Controlli Funzionali : selezione bovine

Campioni analizzati nel 2016: 620504

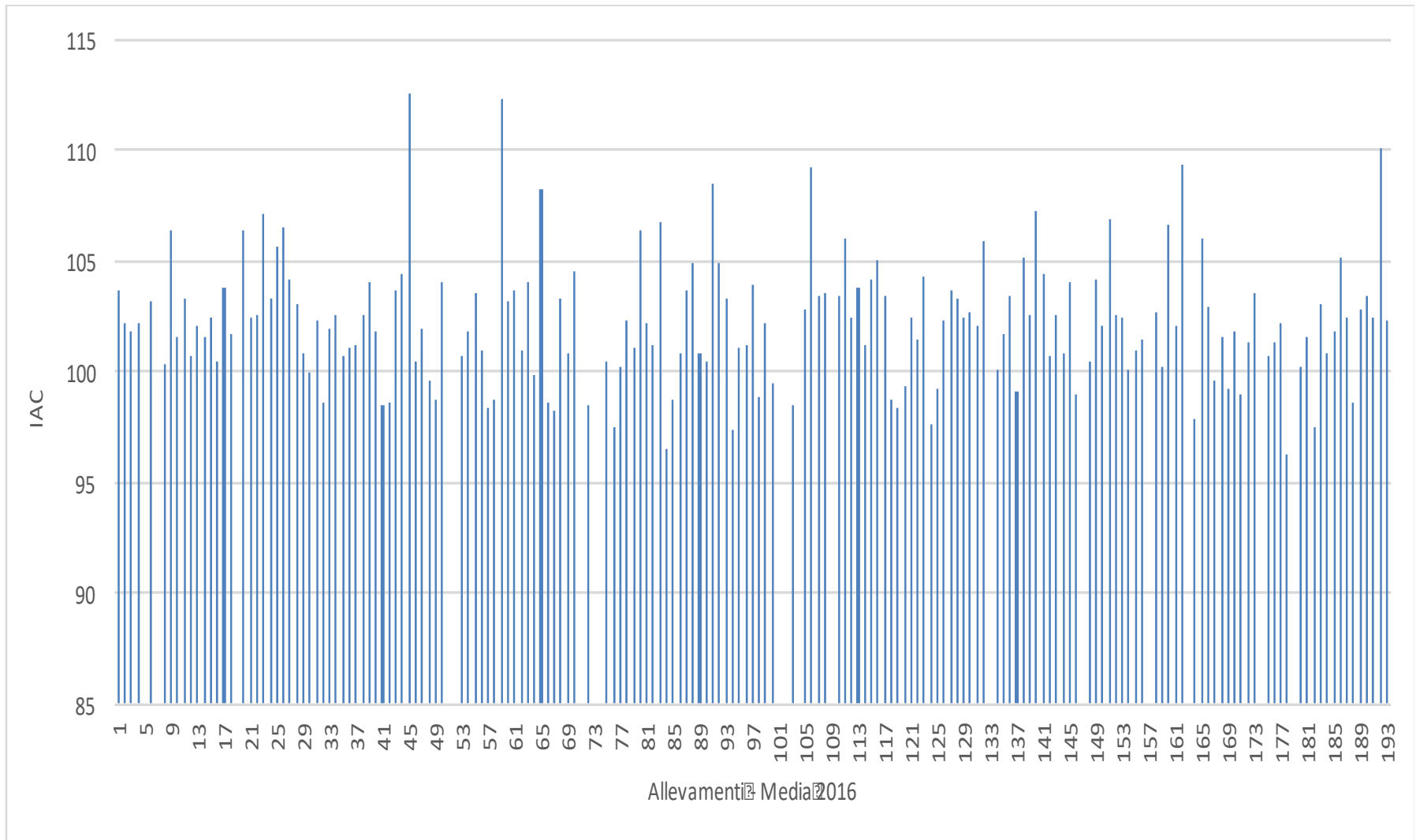
- latte qualità: differenziazione del latte in funzione della produzione casearia

Caseifici serviti: 5

Campioni analizzati nel 2016: 7620



# MEDIE IAC DEI CONFERENTI DI UN CASEIFICIO

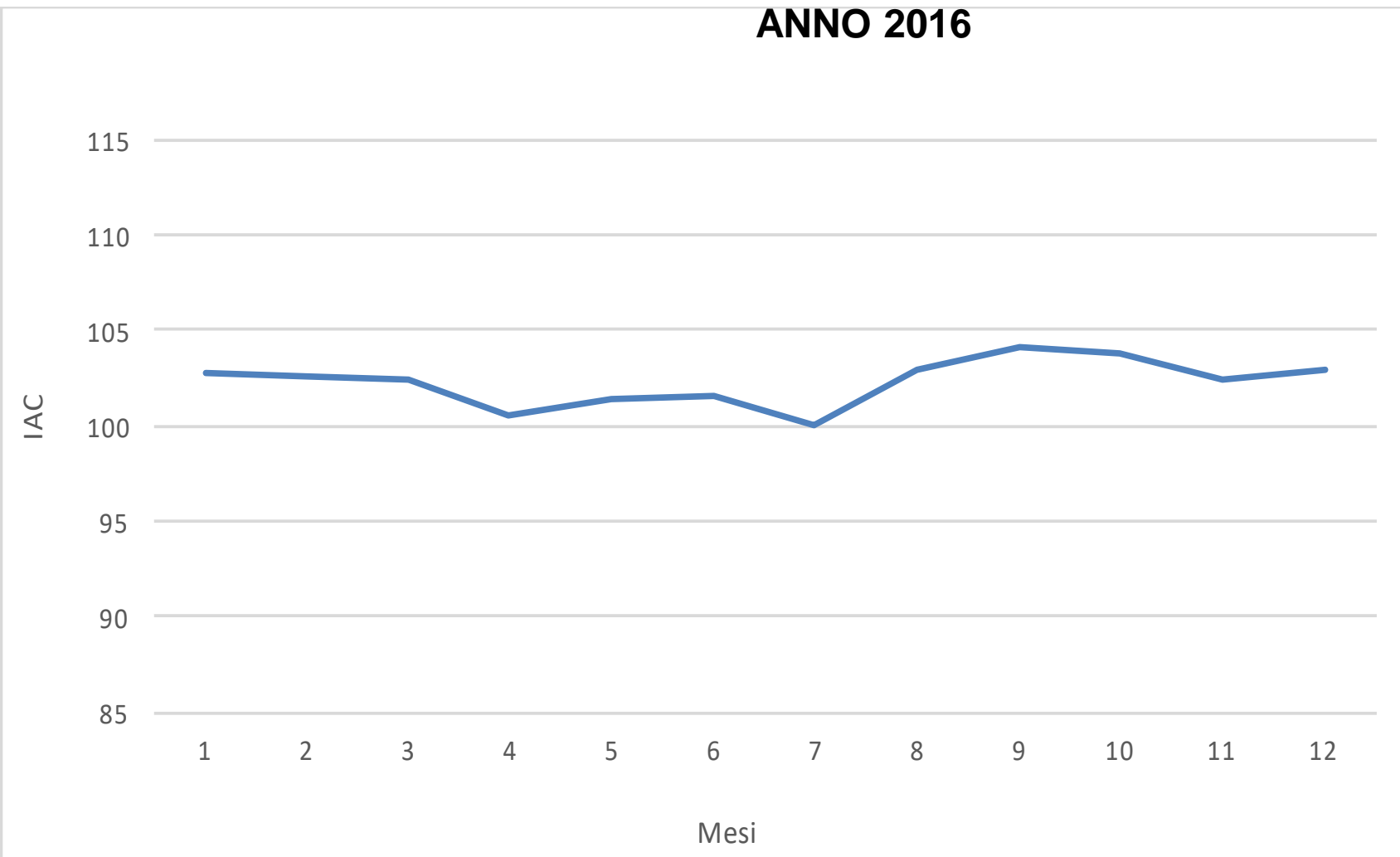


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# ANDAMENTO MEDIA IAC CONFERENTI DI UN CASEIFICIO

## ANNO 2016



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

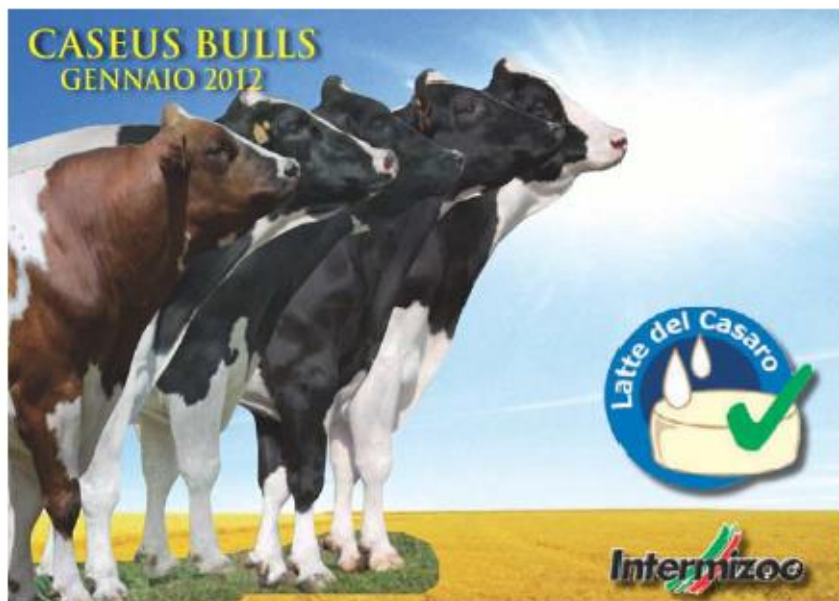
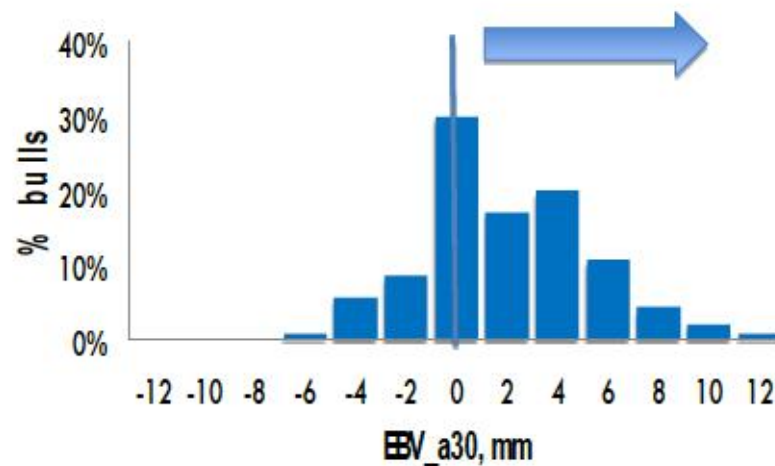
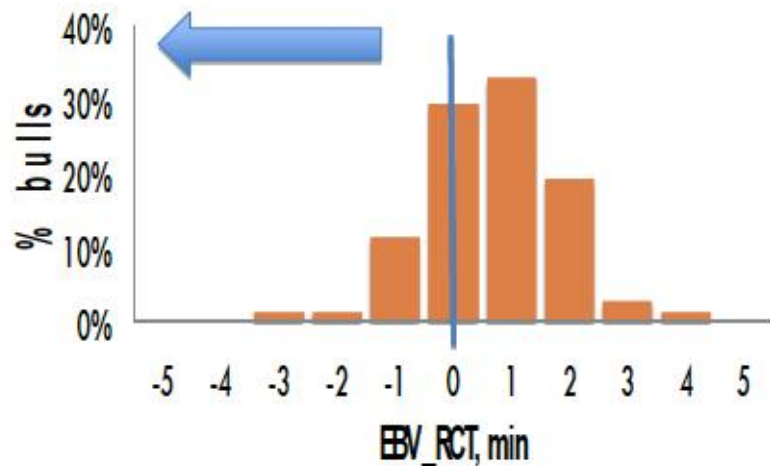
**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

## CORRELAZIONI IAC E QUALITA'

- Proteina 0,48
- Cellule -0,16



## INDICI GENETICI PER TORI FRISONA ITALIANA



### Top 12 HF BULLS for IAC

ACTIVE	PRINCE
BROSIO	PURPOSE
DUKO	QUASIMO
LAMBRO	SITTAX
MISIS	TABAIBA
PASSIRIO	WATHA

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# **Variazioni fenotipiche, genetiche e valori economici**

Martino Cassandro / Massimo De Marchi

# **Implementazione indice IAC**

Stefano De Paoli

# **Ricerca e sviluppo laboratorio latte qualità ARAV**

Sofia Ton



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

Altri fenotipi del latte e derivati che sono in grado di essere predetti dal MIRS sono:

- BHB e Acetone (Heuer et al., 2001)
- Melamina (Foss, comunicazione personale)
- Minerali (Toffanin et al., 2015)
- Energia corporea (McParland et al., 2011)
- Consistenza formaggi (Fagan, et al., 2007)
- Emissioni di CH<sub>4</sub> enterico (Lassen and Løvendahl, 2016)
- Capacità antiox totale (Niero et al., 2016 w/p)





## Prospettive future

I costi e le tempistiche delle analisi sulla capacità antiossidante totale del latte sono piuttosto contenuti, dando la possibilità di analizzare questa caratteristica su un discreto numero di campioni. Un set di 10 campioni necessita di un tempo di analisi pari a circa 20 minuti, con un costo che si attesta attorno a 1,30 euro/campione.

In prospettiva, nell'ottica di abbattere ulteriormente i costi e i tempi di analisi, si potrà valutare la capacità della spettroscopia nel medio infrarosso nel predire la capacità antiossidante totale di latte e siero. Tale metodica è in uso da diversi anni presso

i laboratori che analizzano i campioni dei controlli funzionali e i campioni su cui vengono determinati i contenuti di caratteri importanti nel pagamento latte-qualità (ad esempio grasso, proteine, caseine, attitudine casearia) (De Marchi et al., 2014).

**Qualora la spettroscopia nel medio infrarosso si dimostrasse accurata nella predizione della capacità antiossidante totale del latte, sarà possibile determinare tale caratteristica nelle analisi di routine, raccogliendo dati a livello di popolazione.** Dati questi presupposti, le possibili applicazioni a livello zootecnico e nutrizionale sarebbero molto vaste, comprendendo la possibilità di selezionare gli animali per la produzione di un latte con maggiore potere nutraceutico e, quindi, rispondente alle richieste del consumatore.

**Giovanni Niero**

**Mauro Penasa**

**Massimo De Marchi**

**Martino Cassandro**

*Dafnae - Dipartimento di agronomia animali  
alimenti risorse naturali e ambiente  
Università degli studi di Padova*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# Frazioni Proteiche nel siero e Lattoferrina

Table 7. Unit of measurement, coefficient of determination, and prediction error (in parentheses) of validation procedures for mid-infrared spectroscopy (MIRS) prediction models of whey protein and selected whey protein fractions

Reference	Spectra pretreatment <sup>1</sup>	Unit	Protein			
			Whey protein	$\alpha$ -LA	$\beta$ -LG	Lactoferrin
Soyeurt et al. (2007)	Untreated	mg/L of milk	—	—	—	0.75 (103.93)
De Marchi et al. (2009a)	Untreated	g/L of milk	0.53 (0.51)	0.29 (0.19)	0.55 (0.43)	—
Lopez-Villalobos et al. (2009)	Untreated	mg/L of milk	—	—	—	0.81 <sup>2</sup>
Bonfatti et al. (2011)	SNV, De, MSC, 1D, 2D	g/L of milk	0.61 (0.45)	0.31 (0.18)	0.64 (0.37)	—
		% protein	—	0.31 (0.42)	0.42 (0.74)	—
		% whey protein	—	—	0.36 (3.02)	—
Rutten et al. (2011)	Untreated	g/100 g of milk	0.53 (0.84)	0.20 (0.29)	0.56 (0.79)	—
Soyeurt et al. (2012)	Untreated, rep, 1D, 1D + rep, 2D, 2D + rep	mg/L of milk	—	—	—	0.72 (50.55)

<sup>1</sup>SNV = standard normal variate; De = detrend; MSC = multiplicative scatter correction; 1D = first derivative; 2D = second derivative; rep = repeatability file.

<sup>2</sup>Concordance correlation coefficient calculated according to Lin (1989).

## ALTO VALORE BIOLOGICO DELLE SIEROPROTEINE



# Frazioni Proteiche

**Table 6.** Unit of measurement, coefficient of determination, and prediction error (in parentheses) of validation procedures for mid-infrared spectroscopy (MIRS) prediction models of total protein, total casein, and protein fractions

Reference	Spectra pretreatment <sup>1</sup>	Unit	Protein							
			Protein	Casein	$\alpha_{S1}$ -CN	$\alpha_{S2}$ -CN	$\beta$ -CN	$\kappa$ -CN	$\gamma$ -CN	
Luginbühl (2002)	—	g/100 g of milk	—	0.997 (0.047)	—	—	—	—	—	—
Sørensen et al. (2003)	—	%	—	0.97 (0.035)	—	—	—	—	—	—
Etzion et al. (2004)	—	%	0.94 (0.08)	—	—	—	—	—	—	—
De Marchi et al. (2009a)	Untreated	g/L of milk	0.58 (3.11)	0.58 (2.76)	0.50 (1.07)	0.35 (0.58)	0.33 (1.77)	0.44 (0.68)	—	—
Bonfatti et al. (2011)	SNV, De, MSC, 1D, 2D	g/L of milk	0.78 (2.13)	0.77 (1.91)	0.66 (0.89)	0.49 (0.48)	0.53 (1.37)	0.63 (0.55)	0.40 (0.10)	—
		% protein	—	—	0.23 (1.95)	0.17 (1.08)	0.13 (2.42)	0.36 (1.44)	0.08 (1.00)	—
		% casein	—	—	0.20 (2.34)	0.19 (1.25)	0.16 (2.63)	0.36 (1.62)	0.09 (1.14)	—
Rutten et al. (2011)	Untreated	g/100 g of milk	—	0.25 (1.50)	0.18 (1.52)	0.26 (1.20)	0.19 (1.42)	0.28 (0.49)	—	—

<sup>1</sup>SNV = standard normal variate; De = detrend; MSC = multiplicative scatter correction; 1D = first derivative; 2D = second derivative.





J. Dairy Sci. 97:1171–1186  
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6799>  
 © American Dairy Science Association®, 2014.

## Invited review: Mid-infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits<sup>1</sup>

M. De Marchi,<sup>2</sup> V. Toffanin, M. Cassandro, and M. Penasa

Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), University of Padova, Viale dell'Università 18, 35020 Legnaro (PD), Italy

# Acidi Grassi Saturi

**Table 2.** Unit of measurement, coefficient of determination, and prediction error (in parentheses) of validation procedures for mid-infrared spectroscopy (MIRS) prediction models of selected SFA

Reference	Unit	SFA								
		C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C20:0
Soyeurt et al. (2006)	g/dL of milk	0.51 (0.08)	0.52 (0.04)	0.59 (0.02)	0.64 (0.04)	0.74 (0.02)	0.82 (0.05)	0.82 (0.17)	0.69 (0.13)	—
	g/100 g of fat	0.39 (1.60)	0.41 (0.98)	0.46 (0.50)	0.53 (0.90)	0.64 (0.53)	0.67 (1.14)	0.50 (3.50)	0.09 (2.77)	—
Soyeurt et al. (2008)	g/dL of milk	—	—	—	—	—	0.90 (0.05)	0.84 (0.17)	0.85 (0.10)	—
Rutten et al. (2009) <sup>1</sup>	g/dL of milk	0.91 (0.1)	0.96 (0.2)	0.94 (0.5)	0.92 (0.1)	0.85 (0.3)	0.94 (0.03)	0.94 (0.1)	0.82 (0.7)	—
	g/100 g of fat	0.55 (0.0)	0.73 (0.3)	0.73 (0.6)	0.75 (0.2)	0.68 (0.3)	0.73 (0.3)	0.71 (0.0)	0.51 (1.2)	—
De Marchi et al. (2011)	g/kg of milk	—	—	0.55 (0.07)	0.53 (0.19)	0.56 (0.25)	0.59 (0.60)	0.49 (1.59)	0.42 (0.75)	0.29 (0.01)
Ferrand et al. (2011)	g/100 mL of milk	0.90 (0.005)	0.96 (0.002)	0.96 (0.002)	0.91 (0.006)	0.91 (0.007)	0.93 (0.015)	0.90 (0.058)	0.77 (0.033)	—
Soyeurt et al. (2011)	g/dL of milk	0.89 (0.01)	0.95 (0.01)	0.93 (0.00)	0.92 (0.01)	0.92 (0.01)	0.95 (0.03)	0.93 (0.08)	0.88 (0.06)	—
Maurice-Van Etjndhoven et al. (2013)	g/dL of milk	0.92 (0.012)	0.93 (0.006)	0.92 (0.005)	0.93 (0.019)	0.85 (0.036)	0.95 (0.039)	0.93 (0.192)	0.72 (0.132)	—

<sup>1</sup>Prediction bias within parentheses.

## SALUTE CONSUMATORE E NUOVA ETICHETTATURA ALIMENTARE



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment



J. Dairy Sci. 97:1171–1186  
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6799>  
 © American Dairy Science Association®, 2014.

## Invited review: Mid-infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits<sup>1</sup>

M. De Marchi,<sup>2</sup> V. Toffanin, M. Cassandro, and M. Penasa

Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), University of Padova, Viale dell'Università 16,  
 35020 Legnaro (PD), Italy

# Acidi Grassi Insaturi e Poli insaturi

**Table 3.** Unit of measurement, coefficient of determination, and prediction error (in parentheses) of validation procedures for mid-infrared spectroscopy (MIRS) prediction models of selected unsaturated FA

Reference	Unit	Unsaturated FA							
		<i>cis</i> -9 C14:1	<i>cis</i> -9 C16:1	C18:1	<i>cis</i> -9 C18:1	<i>trans</i> -11 C18:1	<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 C18:2	<i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12 C18:2	<i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15 C18:3
Soyeurt et al. (2006)	g/dL of milk	0.07 (0.01)	0.65 (0.02)	0.88 (0.18)	—	—	0.07 (0.02)	0.62 (0.02)	0.14 (0.01)
	g/100 g of fat	0.23 (0.28)	0.37 (0.37)	0.53 (3.99)	—	—	0.34 (0.37)	0.44 (0.11)	0.20 (0.20)
Soyeurt et al. (2008)	g/dL of milk	0.53 (0.01)	0.28 (0.03)	—	—	—	—	—	—
Rutten et al. (2009) <sup>1</sup>	g/dL of milk	—	—	—	0.92 (0.3)	0.63 (0.4)	0.58 (1.0)	0.36 (0.9)	0.45 (3.3)
	g/100 g of fat	—	—	—	0.84 (0.5)	0.57 (0.6)	0.56 (1.1)	0.28 (0.6)	0.38 (2.8)
De Marchi et al. (2011)	g/kg of milk	0.46 (0.08)	0.36 (0.11)	—	0.53 (1.13)	0.31 (0.09)	0.34 (0.04)	—	—
Ferrand et al. (2011)	g/100 mL of milk	—	—	0.91 (0.037)	0.91 (0.036)	—	—	0.65 (0.004)	—
Soyeurt et al. (2011)	g/dL of milk	—	—	—	0.95 (0.06)	—	0.63 (0.01)	0.71 (0.01)	0.60 (0.01)
Maurice-Van Etjndhoven et al. (2013)	g/dL of milk	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1</sup>Prediction bias within parentheses.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# Acidi Grassi a corta, media e lunga catena

Table 4. Unit of measurement, coefficient of determination, and prediction error (in parentheses) of validation procedures for mid-infrared spectroscopy (MIRS) prediction models of selected groups of FA

Reference	Unit	FA category <sup>1</sup>						
		SFA	UFA	MUFA	PUFA	SC	MC	LC
Soyeurt et al. (2006)	g/dL of milk	0.94 (0.20)	0.66 (0.34)	0.85 (0.22)	0.39 (0.04)	—	—	—
	g/100 g of fat	0.63 (3.75)	0.63 (3.75)	0.52 (4.10)	0.10 (0.74)	—	—	—
Rutten et al. (2009) <sup>2</sup>	g/dL of milk	—	—	—	—	0.95 (0.0)	0.97 (0.0)	—
	g/100 g of fat	—	—	—	—	0.82 (0.3)	0.77 (0.1)	—
De Marchi et al. (2011)	g/kg of milk	0.52 (2.97)	0.50 (1.57)	0.55 (1.39)	0.41 (0.22)	—	0.53 (2.66)	0.58 (1.94)
Ferrand et al. (2011)	g/100 mL of milk	0.98 (0.038)	0.91 (0.043)	0.92 (0.040)	0.38 (0.008)	0.97 (0.008)	—	—
Soyeurt et al. (2011)	g/dL of milk	0.99 (0.08)	0.97 (0.07)	0.97 (0.06)	0.81 (0.02)	0.95 (0.02)	0.96 (0.12)	0.96 (0.12)
Maurice-Van Eijndhoven et al. (2013)	g/dL of milk	0.99 (0.078)	—	—	—	0.95 (0.028)	0.96 (0.190)	—

<sup>1</sup>UFA = unsaturated FA; SC = short-chain FA; MC = medium-chain FA; LC = long-chain FA.

<sup>2</sup>Prediction bias within parentheses.

## SALUTE CONSUMATORE E PROFILO ORGANOLETTICO PRODOTTI TRASFORMATI



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# L'acidità titolabile

**Valutazione del parametro e possibile inserimento tra le componenti dell'Indice di Attitudine Casearia.**

***Attività UNIPD-ARAV***



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**DAFNAE**  
Department of Agronomy Food  
Natural resources Animals Environment

# DIAGNOSI PRECOCE DI GRAVIDANZA

## Nel 2016 circa 21.000 campioni in CF analizzati

# ANALISI PARA TBC ATTIVA DAL 2017







# CHE APPROCCIO ADOTTARE NEI CONFRONTI DI NUOVI DATI?



- INIZIALE VISIONE «ANDAMENTO» DEL PARAMETRO
- INSERIMENTO NEI REPORT CF/LQ





**LA LETTURA DEI DATI FORNITI ALL'ALLEVATORE DEVE ESSERE ESEGUITA DA FIGURE SPECIALIZZATE.**

**SERVONO INFORMAZIONI**

- **DIRETTE**
- **DI FACILE INTERPRETAZIONE**
- **SE POSSIBILE ESPRESSE IN VALORE ASSOLUTO (Es. IAC)**

**OBIETTIVI DA NON DIMENTICARE:**

- 1.MIGLIORAMENTO DELLE PRODUZIONI**
- 2.BENESSERE ANIMALE**
- 3.RISCONTRO ECONOMICO PER L'ALLEVATORE**
- 4.SALUTE DEL CONSUMATORE**



**QUESTO E' IL FUTURO:**



## UN PRELIEVO PIU' ANALISI:

- NIR
- CHIMICA
- MICROBIOLOGIA



CONFRONTO  
DI PIU'  
PARAMETRI

VISIONE  
COMPLETA  
DEL  
CAMPIONE

MAGGIORE  
POSSIBILITA' DI  
INDIVIDUAZIONE DI  
PROBLEMATICHE

## UN PRELIEVO PIU' ANALISI

VERIFICA  
ANDAMENTO  
CARATTERISTICHE  
QUALITATIVE DEL  
LATTE

**CREAZIONE  
BANCHE DATI  
PER SVILUPPO  
ANALISI  
FUTURE**

SIMULTANEO  
CONTROLLO  
ASPETTI  
-BENESSERE  
-FOOD SECURITY  
-TRACCIABILITA'  
-PRODUZIONE  
-GENETICA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA





***QUALITA' DELLA MATERIA PRIMA PER  
SALVAGUARDARE L'ECCELLENZA DELLE  
PRODUZIONI NAZIONALI***

***Grazie per  
l'attenzione***

---