

**CRA**

# **PROGETTO ALIMENTI FUNZIONALI A BASE DI CEREALI**

## **SOTTOPROGETTO**

**Sviluppo di genotipi di mais  
con aumentate caratteristiche  
nutrionali**

**(elevato contenuto in antiossidanti e amido resistenti)**





**Sviluppo di genotipi di mais  
con aumentate caratteristiche  
nutrizionali  
(elevato contenuto in antiossidanti  
e amido resistenti)**

**Nicola Berardo  
CRA**

**Istituto Sperimentale Cerealicoltura  
Bergamo**



# OBIETTIVI

- ✿ Caratterizzazione nel **contenuto in antiossidanti** di genotipi di mais ad uso alimentare
- ✿ Utilizzazione di genotipi di mais per la preparazione di alimenti finiti (ricchi in **antiossidanti** e **amido resistenti**(*ae*))
- ✿ Indagine sul contenuto in **antiossidanti** nei **prodotti** a base mais **finiti**
- ✿ Sviluppo di un **modello** di predizione **NIR** per i singoli **antiossidanti** in mais

# QUALI ANTIOSSIDANTI



## CAROTENOIDI

caroteni      xantofille

luteina

zeaxantina

$\alpha$  e  $\beta$  criptoxantina

$\alpha$  e  $\beta$  carotene

## TOCOLI

tocoferoli      tocotrienoli

•  $\alpha$  - T

•  $\beta$  - T

•  $\gamma$  - T

•  $\delta$  - T

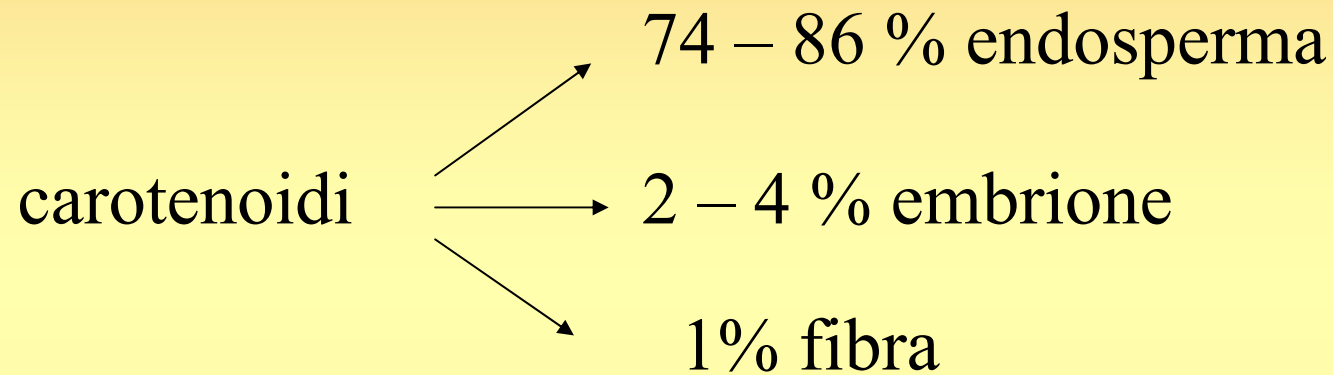
•  $\alpha$  - T3

•  $\beta$  - T3

•  $\gamma$  - T3

•  $\delta$  - T3

# distribuzione degli antiossidanti nel seme di mais



# Amido da mais

- ◆ Mais normale (25Amiloso/75Amilopectina)
- ◆ Mais waxy (< 1Amiloso/>99Amilopectina)
- ◆ **Mais *ae*** (55-70Amiloso/45-30Amilopectina)

# ATTIVITA' PRIMO ANNO

- Caratterizzazione per il contenuto in carotenoidi di alcune delle più diffuse varietà di mais italiane (HPLC)
- Sviluppo di un modello di predizione per i singoli carotenoidi nelle farine di mais **tecnica NIR**

## Carotenoidi in alcuni genotipi di mais (mg kg<sup>-1</sup>)

Genotipo	Luteina	Zeaxantina	$\alpha$ Criptox	$\beta$ Criptox	$\alpha$ Carotene	$\beta$ Carotene	Carotenoidi totali
<b>Lo1205 x L1058</b>	4.1	20.9	0.5	4.1	0.9	0.0	<b>42.0</b>
<b>Tevere (Dentato)</b>	14.5	9.3	0.0	2.0	0.6	0.1	36.4
<b>Lo1084ae x Lo1250ae</b>	10.3	16.1	0.3	1.2	0.7	0.0	39.4
<b>Lo1095ae x Lo1096ae</b>	0.9	20.6	0.6	2.7	1.6	0.0	37.3
PR36Y03(Vitreo)	6.8	13.2	0.3	2.5	0.9	0.1	31.9
Quarantino nostrano	3.7	15.6	0.3	2.9	1.2	0.2	32.5
Quarantino giallo	3.1	13.4	0.3	1.9	0.7	0.1	26.3
Agostinello	4.4	13.5	0.6	2.9	1.1	0.1	30.6
Scagliolo	2.6	8.5	0.2	1.3	0.5	0.0	20.7



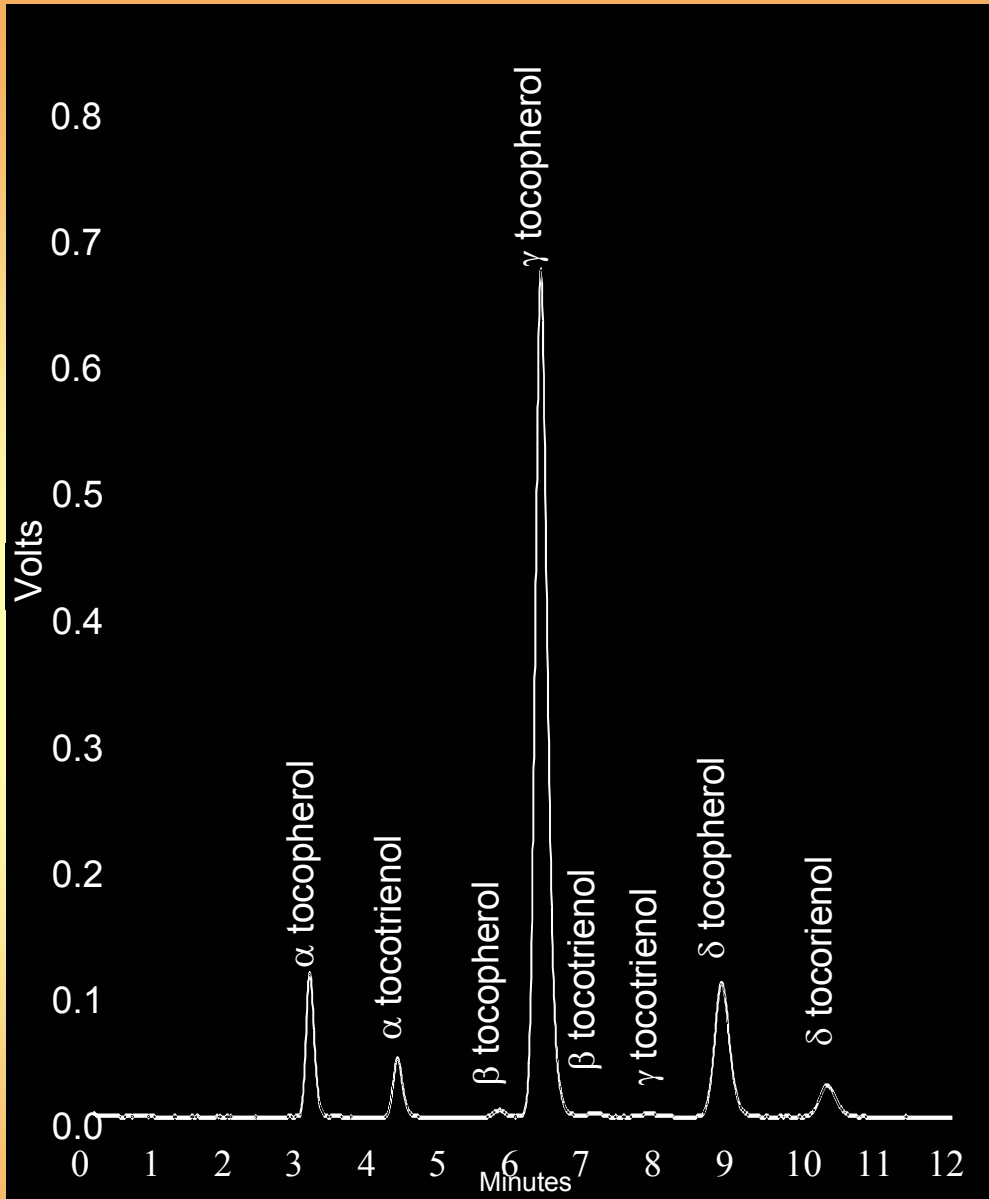
# Tocoli (mg kg<sup>-1</sup>) in un campione di mais

<b>Lo1095ae x Lo1096ae</b>	
$\alpha$ -tocoferolo ( $\alpha$ -T)	17.2
$\alpha$ -tocotrienolo ( $\alpha$ -T3)	4.2
$\beta$ -tocoferolo ( $\beta$ -T)	0.3
$\gamma$ -tocoferolo ( $\gamma$ -T)	58.6
$\beta$ -tocotrienolo ( $\beta$ -T3)	0.0
$\gamma$ -tocotrienolo ( $\gamma$ -T3)	2.4
$\delta$ -tocoferolo ( $\delta$ -T)	0.8
$\delta$ -tocotrienolo ( $\delta$ -T3)	0.2
<b>TOTALE</b>	<b>83.7</b>

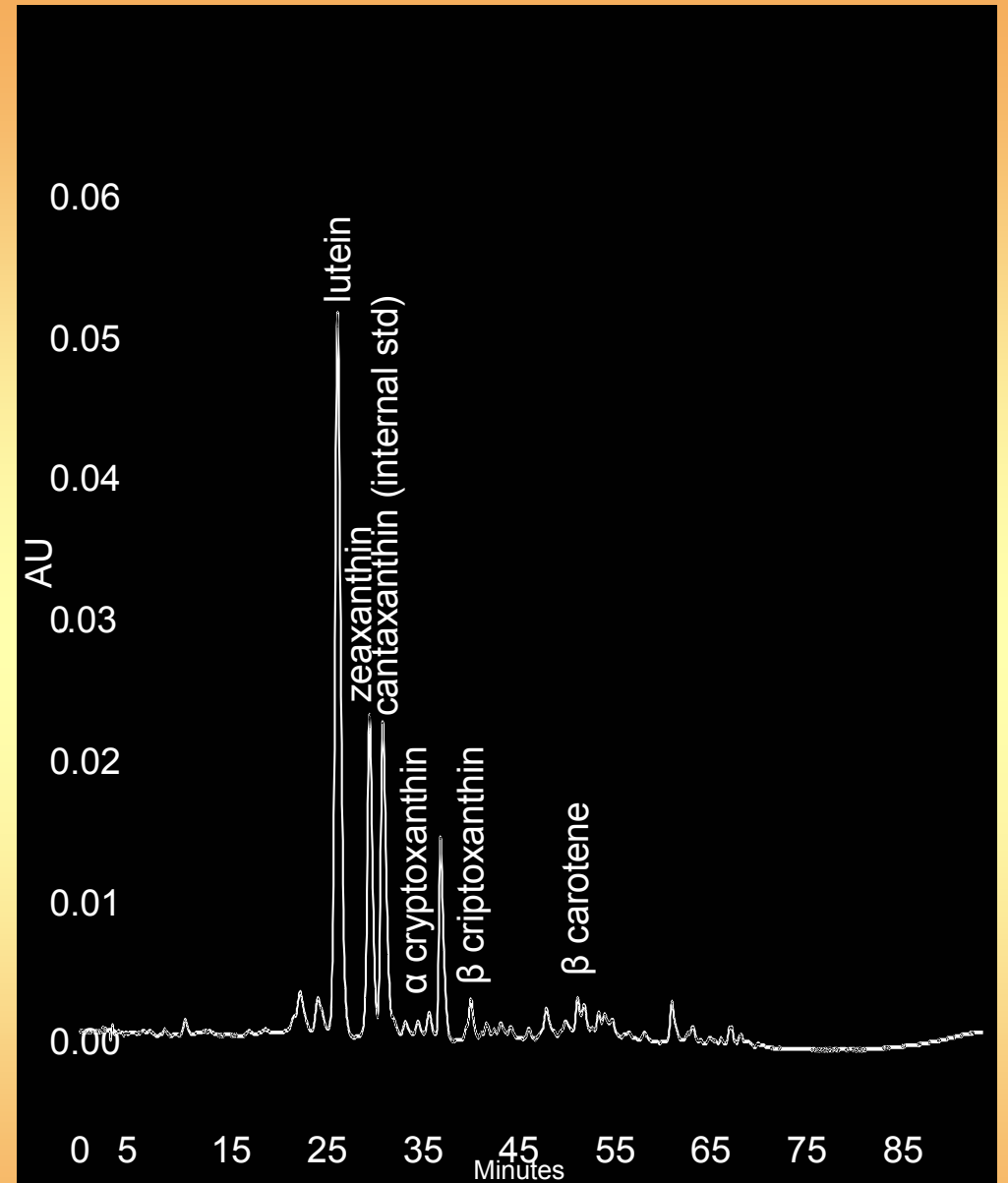


# Composizione chimica della frazione 'farina comune' di mais dei 4 genotipi

<b>Genotipo</b>	<b>% EE</b>	<b>% PG</b>	<b>% Amido</b>	<b>%Amiloso*</b>	
1	6,3	11,4	67,2	27,2	
2	6,0	10,3	66,8	65,4	
3	6,4	15,0	66,5	64,7	
4	4,6	10,2	67,9	27,5	
	*la % in amiloso è espressa sulla % di amido				

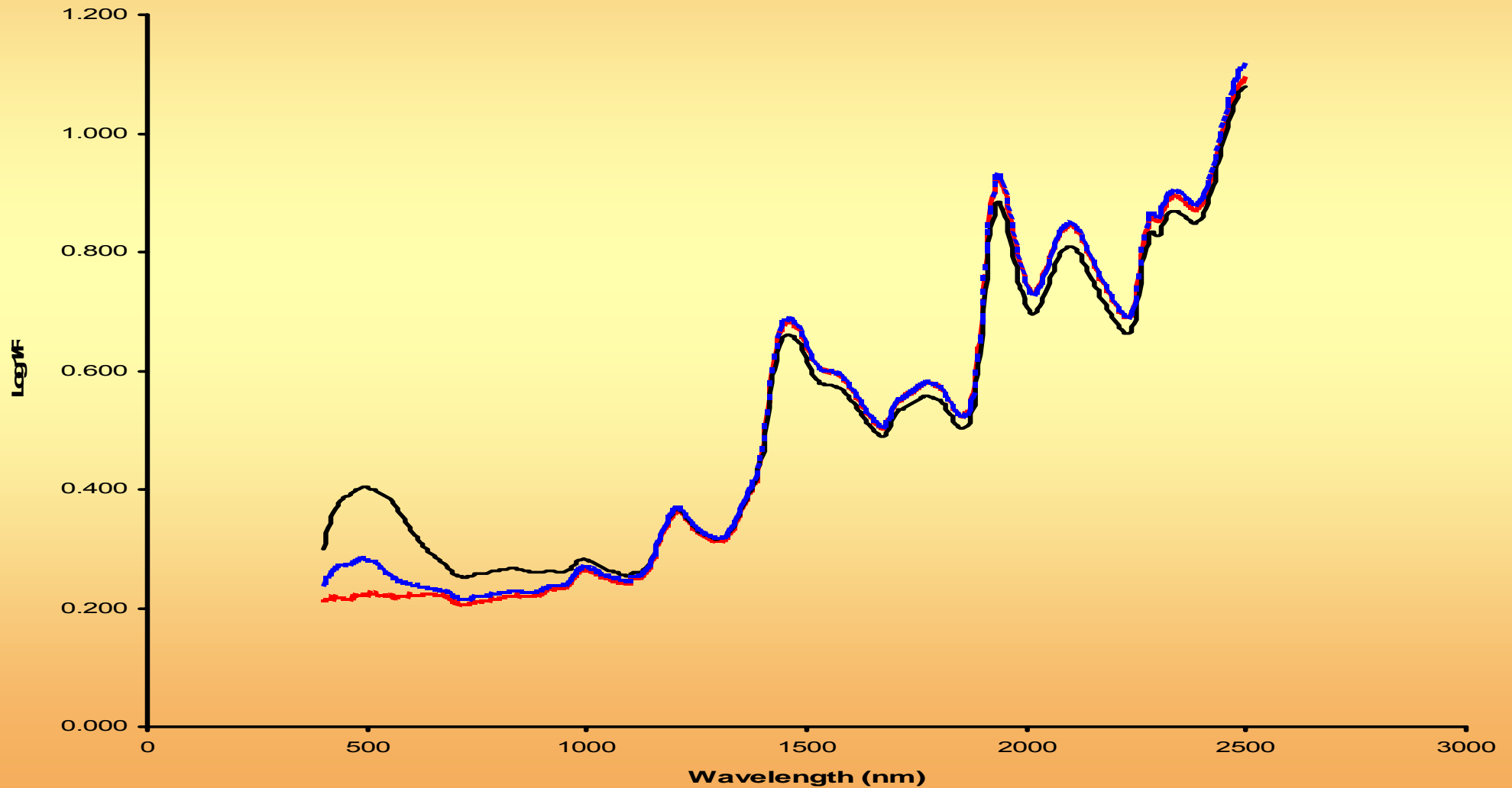


Typical HPLC profile of tocols

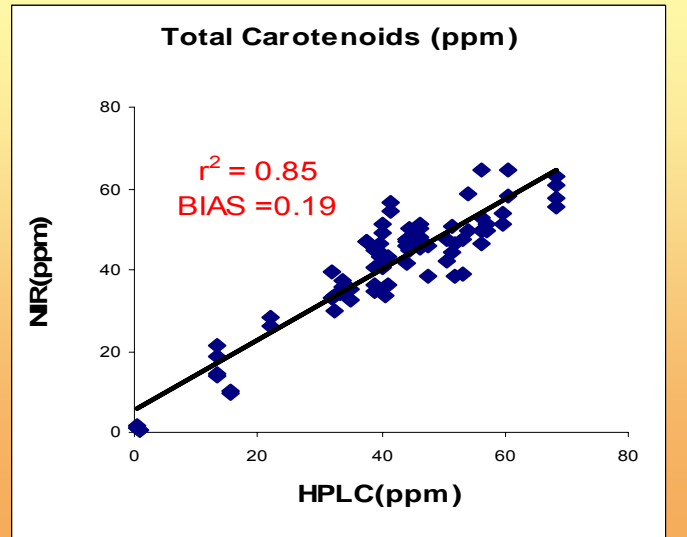
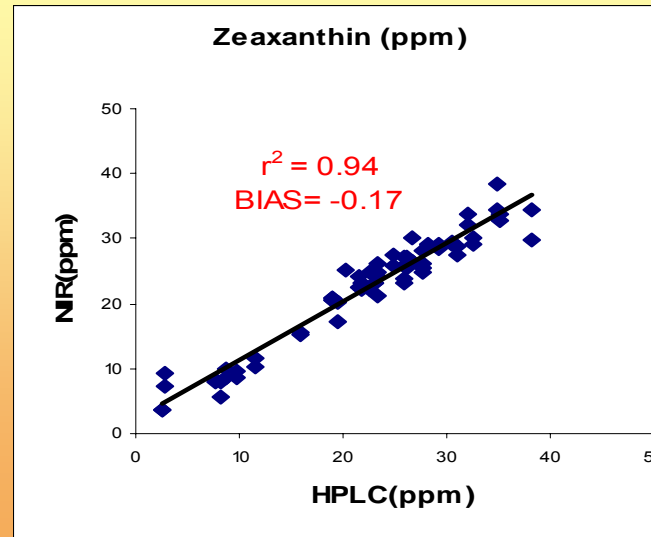
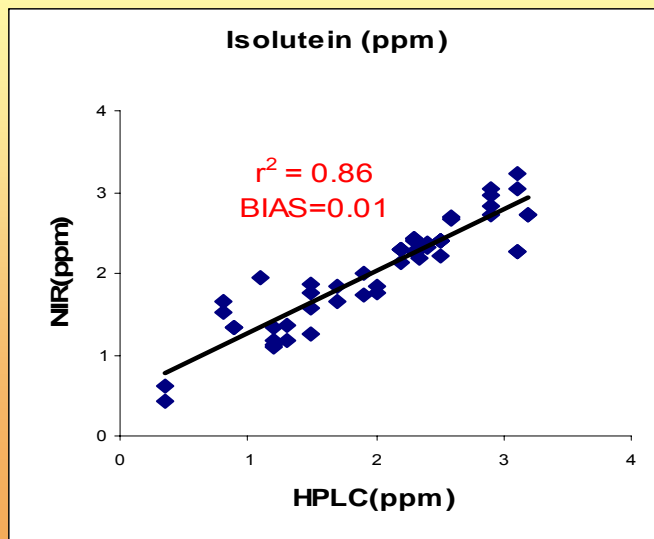
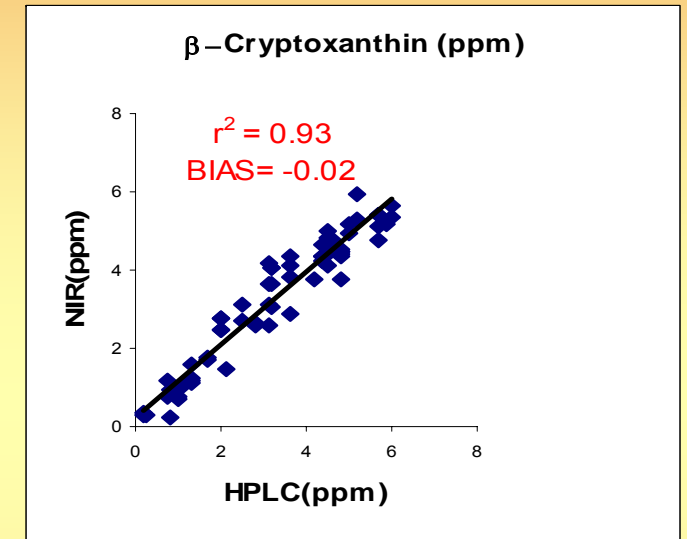
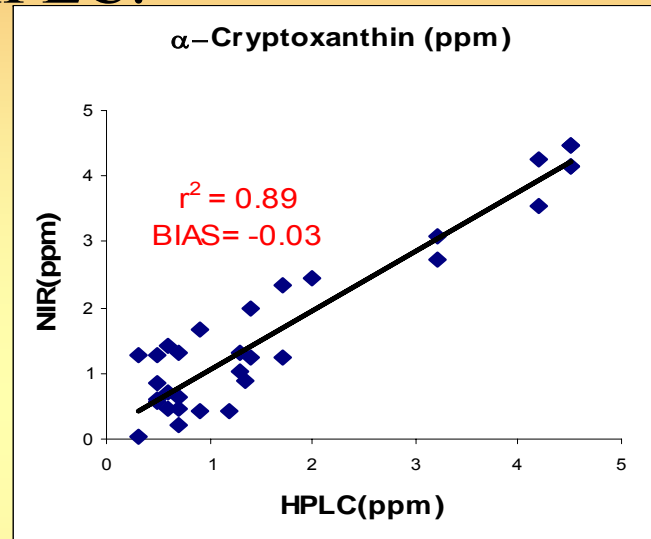
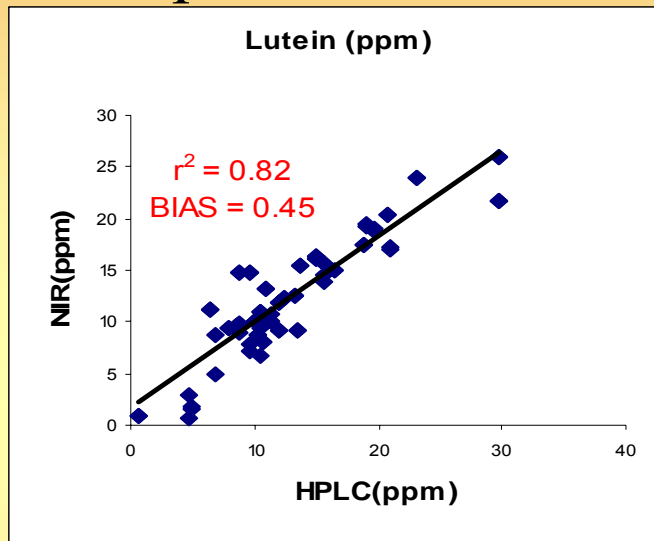


Typical HPLC profile of carotenoids

# Spettri Visibile\_NIR della zeaxantina (nero) e luteina (blu) in miscela di 25 mg kg<sup>-1</sup> con Sephadex<sup>®</sup> G 25 anidra (rossa).



Relazioni tra determinazioni HPLC vs NIR per il contenuto di alcuni carotenoidi in campioni di farine di mais,  $r^2$  coefficiente di correlazione semplice, BIAS = differenza tra le medie dei valori NIR e i corrispondenti valori HPLC.



# ATTIVITA' SECONDO ANNO

- ✿ Sono stati scelti materiali idonei alla preparazione di alimenti funzionali “**amido resistenti**” e con un più elevato contenuto in **antiossidanti**.
- ✿ I materiali scelti sono stati allevati in condizioni controllate.
- ✿ Sono state prodotte quantità di farine di mais e inviate alle UO per prove tecnologiche di impasto e preparazione di alimenti a base mais(**pasta, biscotti**)

# Genotipi scelti e allevati



**Lo1084ae x Lo1250ae**



Lo1095ae x Lo1096ae



Lo1205 x L1058



**Tevere**



# Rese produttive (t/ha)

Genotipo	Produzione (t/ha)
Lo1205 x L1058	3,02
Tevere (Dentato)	3,75
Lo1084ae x Lo1250ae	2,69
Lo1095ae x Lo1096ae	2,67

# Resa macinazione

Genotipo	Farine comuni		Semola per polenta		Scarto molino		Scarto semolatrice		Totale	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
<b>Lo1205 x Lo1058</b>	2.52	15.5	13.2	81.1	0.43	2.6	0.13	0.8	16.28	100
<b>Tevere (Dentato)</b>	3.66	17.9	15.75	77.1	0.59	2.9	0.43	2.1	20.43	100
<b>Lo1084ae x Lo1250ae</b>	2.21	14.9	11.72	79.2	0.57	3.9	0.33	2.0	14.80	100
<b>Lo1095ae x Lo1096ae</b>	1.93	14.7	10.35	78.8	0.44	3.3	0.42	3.2	13.14	100

# ATTIVITÀ TERZO ANNO

- ❖ prosecuzione delle attività del secondo anno
- ❖ Approfondimento nella caratterizzazione di antiossidanti (**carotenoidi e tocoli**) nelle diverse **frazioni** delle farine e nei **prodotti finiti**



# ATTIVITÀ TERZO ANNO

⊕ allevati i 2 genotipi selezionati

Lo1084ae x Lo1250ae

Tevere

⊕ preparazione di quantità discrete di pasta sottoposte ad una valutazione sensoriale

⊕ valutazione dell'amido resistente e frazioni della fibra

⊕ valutazione dell'indice glicemico

⊕ prodotte quantità discrete di farine dei due genotipi di mais per la preparazione industriale di (pasta e biscotti!!!)

## BISCOTTI



100% farina frumento

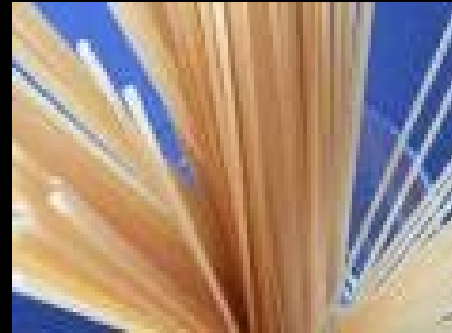


Farina frumento : farina mais  
(70:30), genotipo tradizionale



Farina frumento : farina mais  
(70:30), genotipo innovativo

## SPAGHETTI



100% semola frumento



Semola frumento :  
Semola mais (70:30)



# RISULTATI PASTA

## PASTA

- 15% mais + semola frumento BT\*
- 15% mais + semola frumento HT†
- 30% mais + semola frumento BT\*
- 30% mais + semola frumento HT†

\* bassa temperatura

† alta temperatura

## Contenuto medio di carotenoidi e tocoli in spaghetti (mg/100g s.s.)

Spaghetti	Luteina	Zeaxantina	Carotenoidi Totali	$\Sigma T$	$\Sigma T3$
1	0.2	0.0	0.2	0.2	1.4
2	0.4	0.8	2.0	1.7	2.4
3	0.3	0.4	1.2	1.1	1.3
4	0.3	0.3	0.9	1.0	1.0
5	0.3	0.3	0.8	0.7	0.6

1 = semola frumento (100%);

2 = semola frumento :semolina di mais(70:30), essiccati a bassa T;

3 = semola frumento :semolina di mais(70:30), essiccati ad alta T;

4 = semola frumento :semolina di mais(70:30), essiccati a bassa T e cotti;

5 = semola frumento :semolina di mais(70:30), essiccati ad alta T e cotti;

$\Sigma T = \Sigma$  tocoferoli totali;

$\Sigma T3 = \Sigma$  tocotrienoli totali.

## Contenuto medio di carotenoidi e tocoli (mg/100g s.s.) in biscotti

Biscotti	Luteina	Zeaxantina	Carotenoidi Totali	$\Sigma T$	$\Sigma T3$
1	0.2	0.1	0.4	2.4	0.5
2	0.3	0.3	0.8	2.1	0.5
3	0.3	0.1	0.6	1.1	1.0
4	0.2	0.2	0.6	1.6	0.4

1 = farina frumento (100%);

2 = farina frumento: farina mais (70:30), nuovo genotipo;

3 = farina frumento: farina di mais (70:30), genotipo tradizionale;

4 = farina frumento: farina di mais (70:30), genotipo tradizionale;

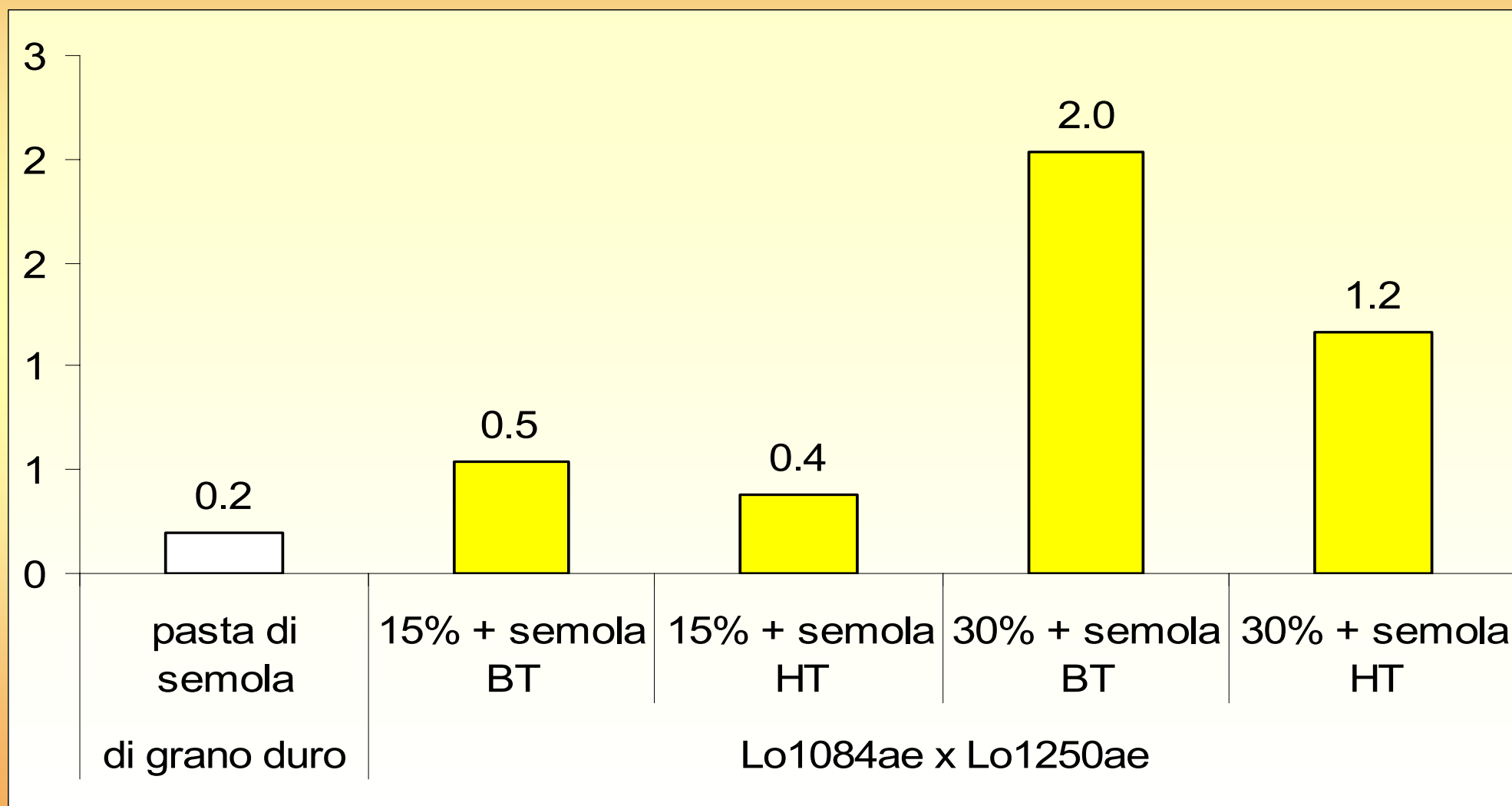
$\Sigma T$  =  $\Sigma$  tocoferoli totali;

$\Sigma T3$  =  $\Sigma$  tocotrienoli totali.



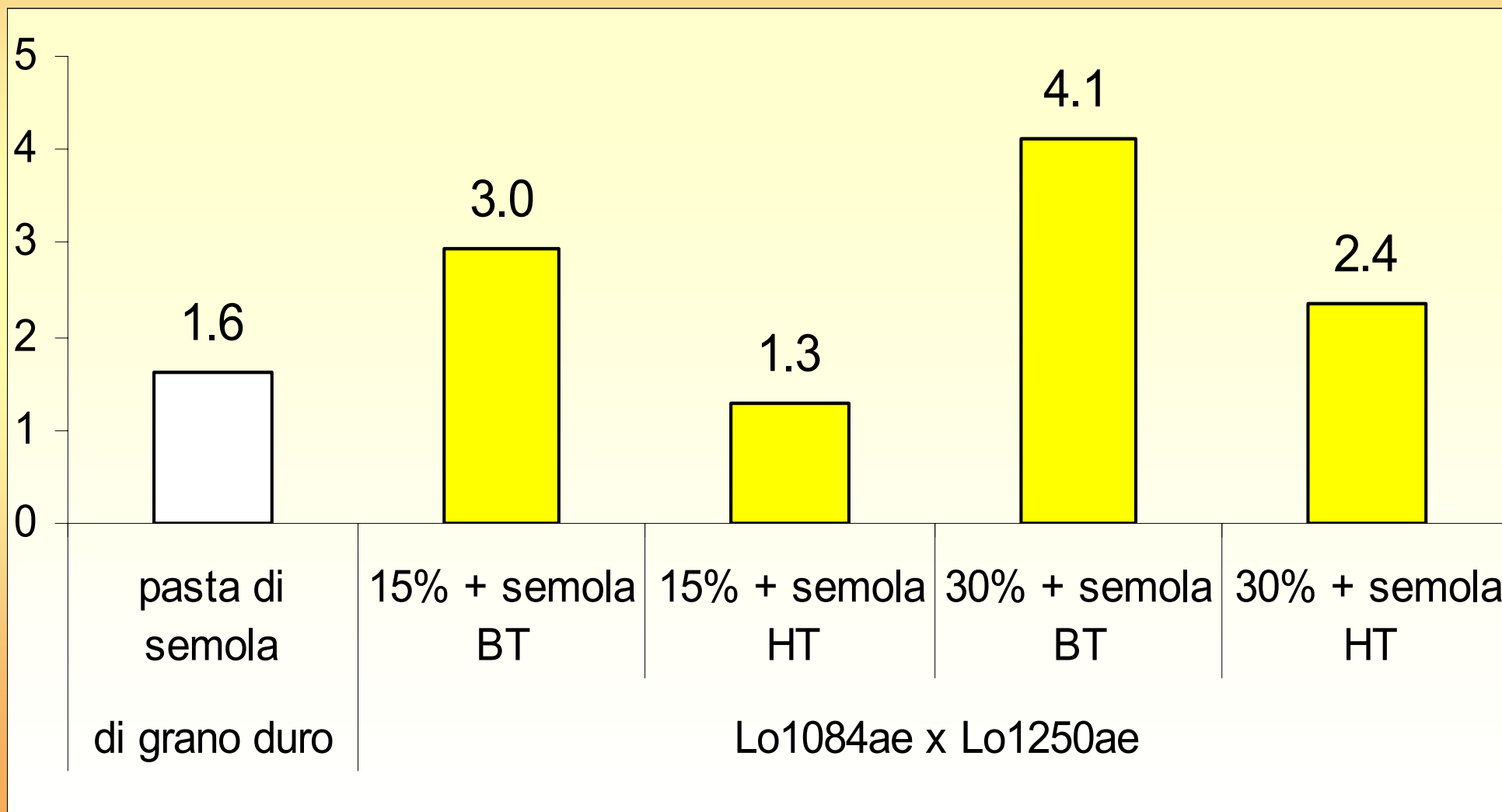
# CAROTENOIDI TOTALI (mg/100g s.s.)

## Pasta di semola frumento vs miscele con mais



# TOCOLI TOTALI (mg/100g s.s.)

## Pasta di semola di frumento vs miscele con mais



# Capacità antiossidante totale (TAC)

CAMPIONE (lavorazione e composizione)		TAA mmoliTrx/kg	dev.st.
Lo1084ae x Lo1250ae	15% mais + semola frumento BT*	0.15	0.01
	15% mais + semola frumento †	0.08	0.02
	30% mais + semola frumento BT*	0.61	0.18
	30% mais + semola frumento HT†	0.09	0.03
100% semola frumento HT†		0.05	0.01

\* bassa temperatura

† alta temperatura

# DISCUSSIONE

- I processi di essiccazione (alta e bassa T) per preparare gli spaghetti, non sembrano causare significative diminuzione del contenuto in **luteina** (0,4vs0,2)rispetto alla materia prima;
  - a bassa T di essiccazione il contenuto in **luteina** è più elevato(0,4vs0,3);
  - dal confronto tra spaghetti e biscotti preparati in modo tradizionale e con aggiunta di farina di mais, emerge che:
    - il contenuto in **antiossidanti totali** è più elevato in quelli preparati con aggiunta di farina di mais, che inoltre contiene anche **zeaxantina** assente nelle paste tradizionali ;
    - la capacità antiossidante totale (TAC) della pasta preparata a BT con (**30% mais + semola frumento**) è risultata più elevata (0,61) rispetto al controllo (0,05) e alle altre miscele(0,09);
    - di questa pasta è importante conoscere il valore di **amido resistente**
    - solo la concentrazione di **tocoli** nei biscotti preparati con farina di frumento è risultata più alta rispetto a quelli preparati in miscela con farina di mais.

# CONCLUSIONI

- I prodotti preparati in miscela con il mais (spaghetti e biscotti) contengono livelli significativi più elevati di antiossidanti (**luteina, zeaxantina, tocoferoli e tocotrienoli**), che potrebbero quindi dare effetti benefici alla salute dei consumatori in aggiunta al loro generale valore nutritivo.

# PUBBLICAZIONI

- N. Berardo, V. Pisacane, P. Valoti, M. Mariotti, M.G. D'Egidio, S. Moscaritolo. Development of innovative maize based products as functional foods. *Tecnica Molitoria International* – Yearly issue 2006, 57(5/A)103:108. 2006.
- V. Pisacane, P. Valoti, M. Mariotti, A. Pagani, M.G. D'Egidio, N. Pellegrini, N. Berardo. Caratteristiche nutrizionali di alimenti funzionali a base di mais. In stampa su Atti del 6° Convegno AISTEC. 2005.
- N. Berardo, V. Pisacane, P. Valoti, M. Mariotti, M.G. D'Egidio, S. Moscaritolo. Traditional and innovative maize genotypes for functional foods. Congress Proceedings, Intrafood 2005, 1191-1194. ISBN: 84-9705-879-8. 2005.
- Pisacane, R. Redaelli, N. Berardo. Reducing Time Analysis for the Determination of Tocols in Cereals by N-P HPLC. *Journal of Genetics & Breeding* 58:253-257. 2004.
- O.V.Brenna, N. Berardo (2004) Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) to the Evaluation of Carotenoids Content in Maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 5577-5582
- N. Berardo, O.V. Brenna, A. Amato, P. Valoti, V. Pisacane, M. Motto. Carotenoids content in some maize genotypes measured by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 5 (3):393-398. 2004.

# Contributi presentati a convegni nazionali e internazionali

## PRESENTAZIONI ORALI

- V. Pisacane, P. Valoti, M. Mariotti, A. Pagani, M.G. D'Egidio, N. Pellegrini, N. Berardo. Caratteristiche nutrizionali di alimenti funzionali a base di mais. 6° Convegno AISTEC, Istituto Agronomico Mediterraneo, Valenzano (Bari), 16 – 18 Giugno 2005

## POSTERS

- N. Berardo, V. Pisacane, P. Valoti, M. Mariotti, M.G. D'Egidio, S. Moscaritolo. Traditional and innovative maize genotypes for functional foods. Intrafood 2005, Polytechnical University of Valencia, Spagna, 25-28 ottobre 2005.
- V. Pisacane. Natural antioxidants effects on toxigenic fungi growth in raw materials for foods. 10<sup>th</sup> Workshop on the Developments in the Italian PhD Research in Food Science and Technology, Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università degli studi di Foggia, 7 – 9 Settembre 2005.
- N. Berardo, V. Pisacane, M. Carcea, L. Bartoli, T. Maggiore, M. Baldini, G.P. Vannozzi, S. Miele, E. Salera. Sviluppo di un modello NIRS per misure di parametri tecnologici – nutrizionali in granella di mais. Simposio Italiano di Spettroscopia nel Vicino Infrarosso, Lodi, 15 – 16 Giugno 2004.
- N. Berardo, OV. Brenna, A. Amato, V. Pisacane, M. Motto. Evaluation of carotenoids content in maize kernels using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). XLVII SIGA Annual Congress, Polo Didattico “Giorgio Zanotto” dell’Università’ degli studi di Verona, 24 – 27 Settembre 2003.
- N. Berardo, OV. Brenna, A. Amato, V. Pisacane, M. Motto. Evaluation of carotenoids content in maize kernels using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). NFIF 2003 (New Functional Ingredients and Foods), Bella Center A/S, Copenhagen, Denmark, 9-11 Aprile 2003

# RINGRAZIAMENTI

- Vincenza Pisacane, Paolo Valoti: *Istituto Sperimentale Cerealicoltura, Bergamo;*
- Ambrogina Pagani e Oreste Brenna: *DISTAM, Milano;*
- Maria Grazia D'Egidio, *Istituto Sperimentale Cerealicoltura, Roma;*
- Maria Corbellini, *Istituto Sperimentale Cerealicoltura, S. Angelo Lodigiano(LO);*
- Nicoletta Pellegrini *Dipartimento di Sanità Pubblica, sezione di Igiene, Università Parma.*