

CRA

PROGETTO ALIMENTI FUNZIONALI A BASE DI CEREALI

SOTTOPROGETTO

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

(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

α e β criptoxantina

α e β carotene

TOCOLI

tocoferoli tocotrienoli

• α - T

• β - T

• γ - T

• δ - T

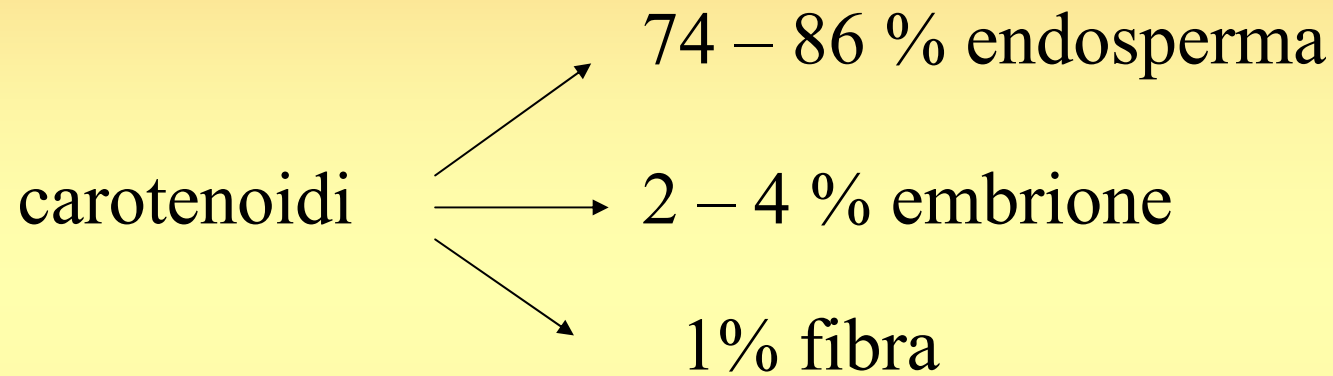
• α - T3

• β - T3

• γ - T3

• δ - 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⁻¹)

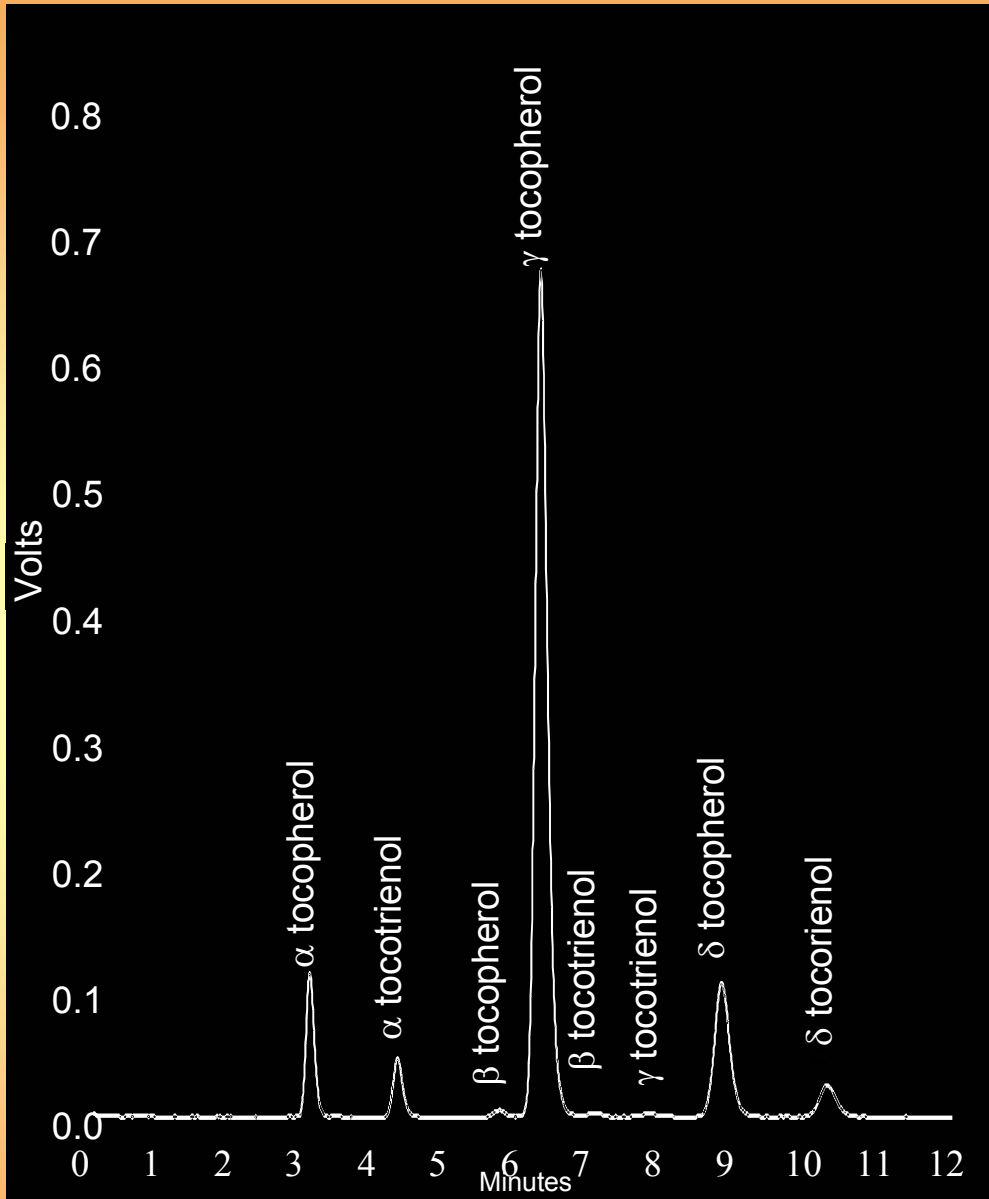
Genotipo	Luteina	Zeaxantina	α Criptox	β Criptox	α Carotene	β Carotene	Carotenoidi totali
Lo1205 x L1058	4.1	20.9	0.5	4.1	0.9	0.0	42.0
Tevere (Dentato)	14.5	9.3	0.0	2.0	0.6	0.1	36.4
Lo1084ae x Lo1250ae	10.3	16.1	0.3	1.2	0.7	0.0	39.4
Lo1095ae x Lo1096ae	0.9	20.6	0.6	2.7	1.6	0.0	37.3
PR36Y03(Vitreo)	6.8	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⁻¹) in un campione di mais

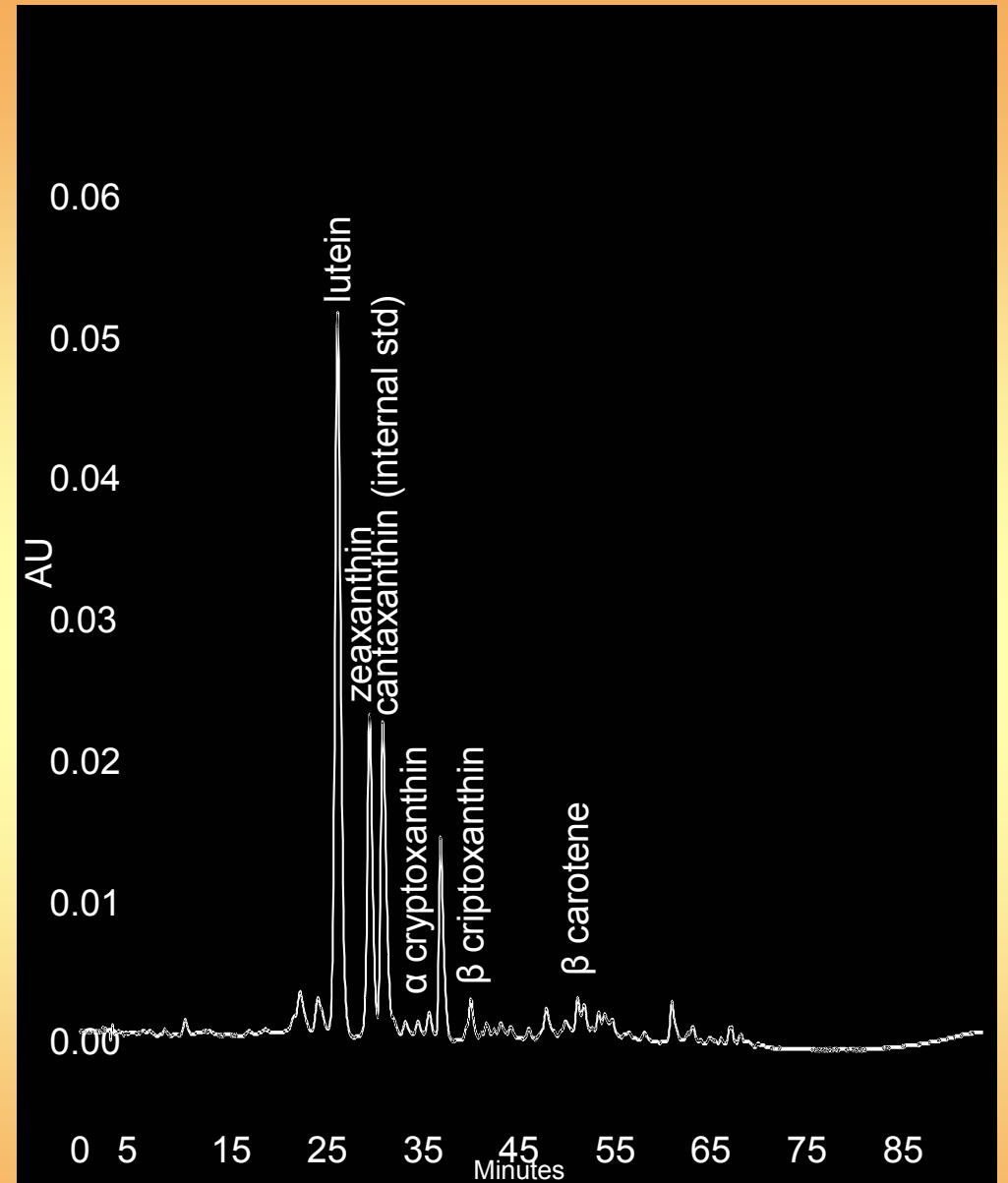
Lo1095ae x Lo1096ae	
α -tocoferolo (α -T)	17.2
α -tocotrienolo (α -T3)	4.2
β -tocoferolo (β -T)	0.3
γ -tocoferolo (γ -T)	58.6
β -tocotrienolo (β -T3)	0.0
γ -tocotrienolo (γ -T3)	2.4
δ -tocoferolo (δ -T)	0.8
δ -tocotrienolo (δ -T3)	0.2
TOTALE	83.7

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

Genotipo	% EE	% PG	% Amido	%Amiloso*	
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				

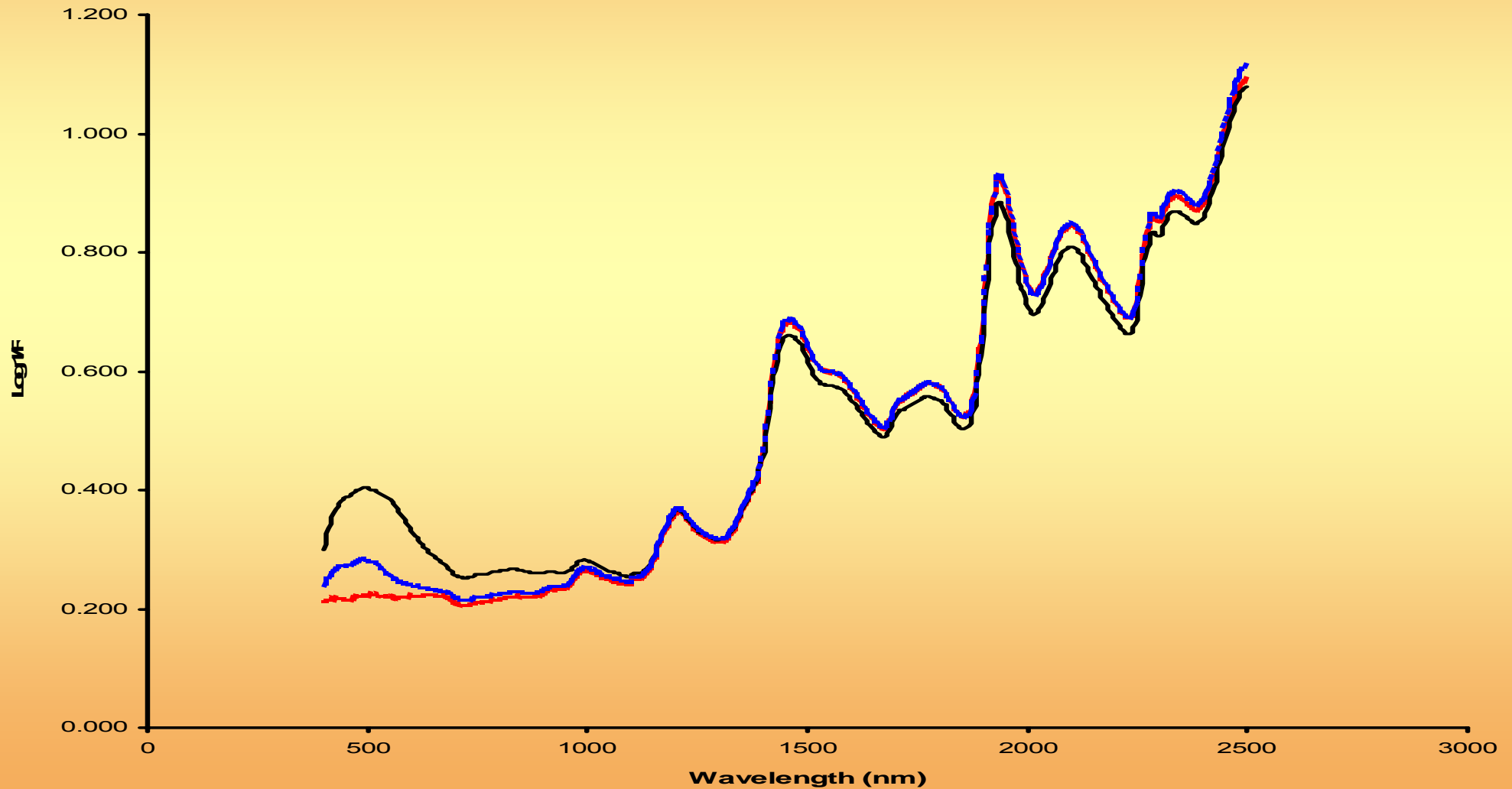


Typical HPLC profile of tocols

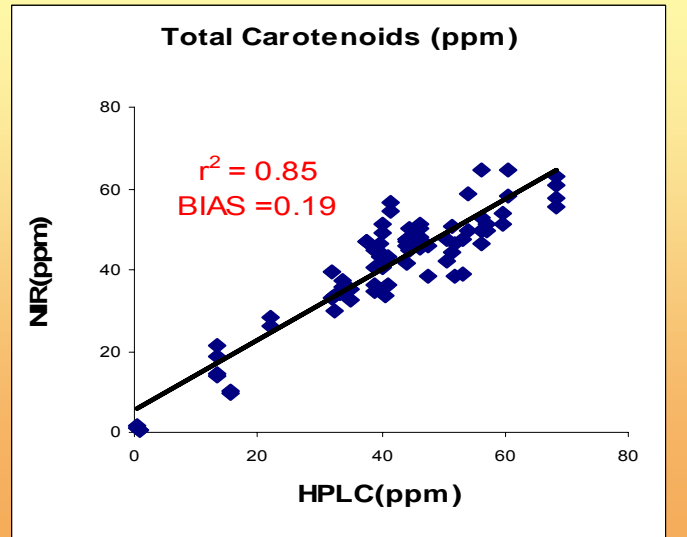
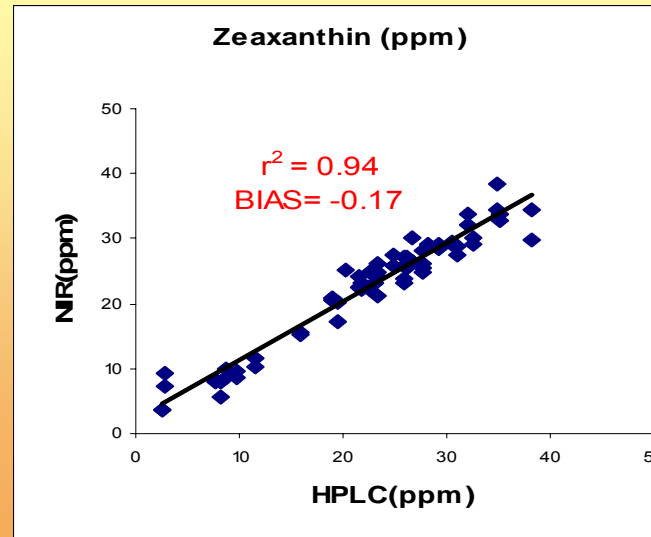
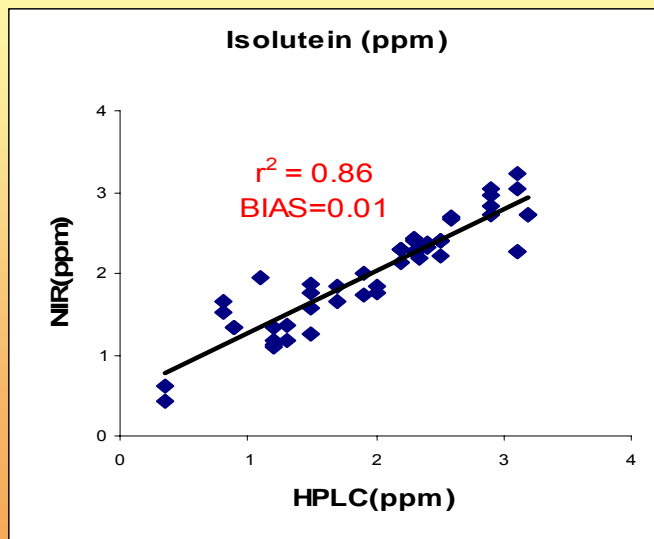
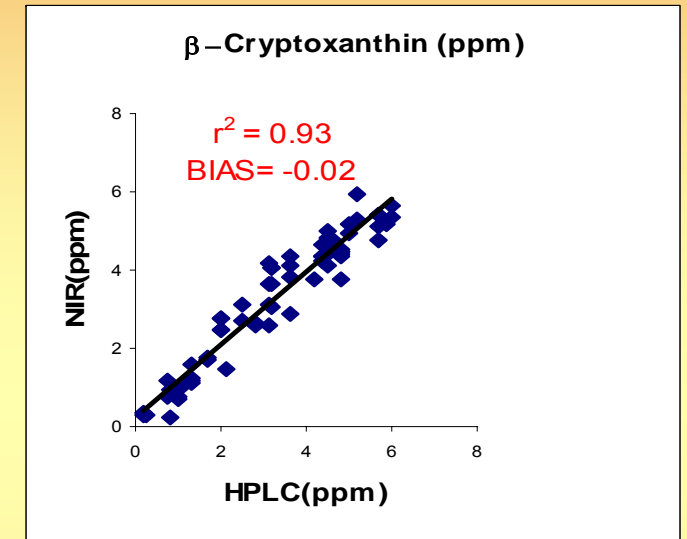
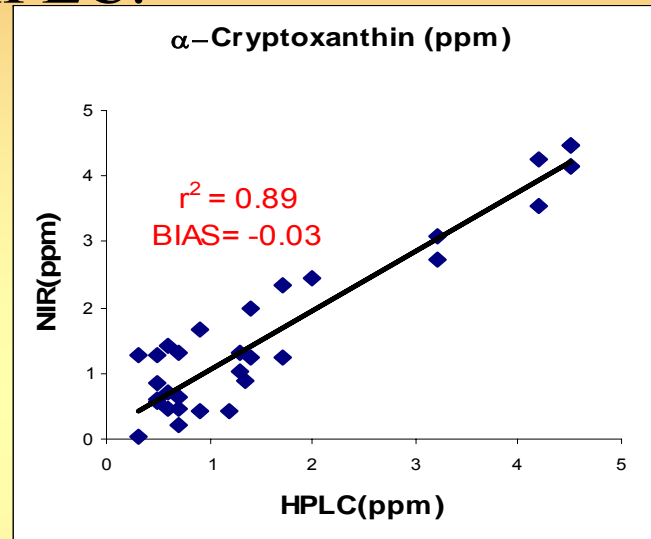
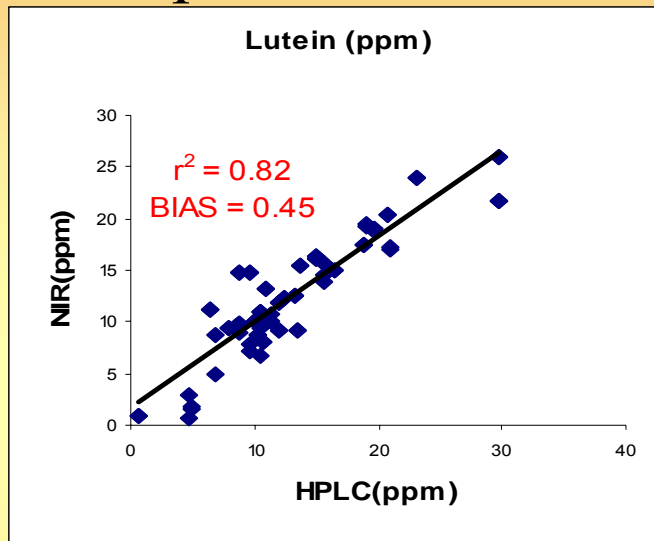


Typical HPLC profile of carotenoids

Spettri Visibile_NIR della zeaxantina (nero) e luteina (blu) in miscela di 25 mg kg⁻¹ con Sephadex[®] 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	%
Lo1205 x Lo1058	2.52	15.5	13.2	81.1	0.43	2.6	0.13	0.8	16.28	100
Tevere (Dentato)	3.66	17.9	15.75	77.1	0.59	2.9	0.43	2.1	20.43	100
Lo1084ae x Lo1250ae	2.21	14.9	11.72	79.2	0.57	3.9	0.33	2.0	14.80	100
Lo1095ae x Lo1096ae	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



V. Pisacane

100% farina frumento



V. Pisacane

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



V. Pisacane

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	ΣT	$\Sigma T3$
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	ΣT	$\Sigma T3$
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;

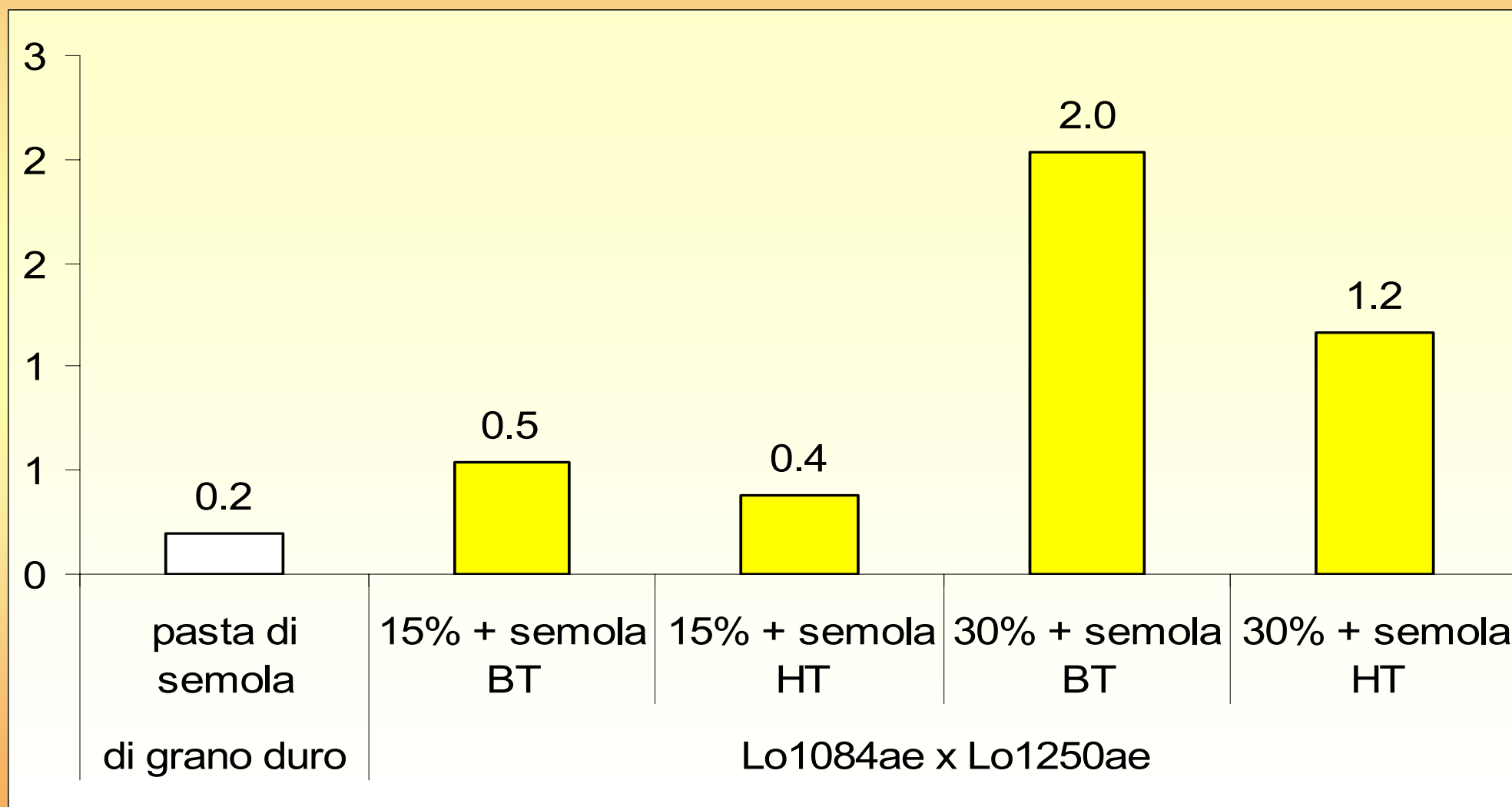
4 = farina frumento: farina di mais (70:30), genotipo tradizionale;

ΣT = Σ tocoferoli totali;

$\Sigma T3$ = Σ tocotrienoli totali.

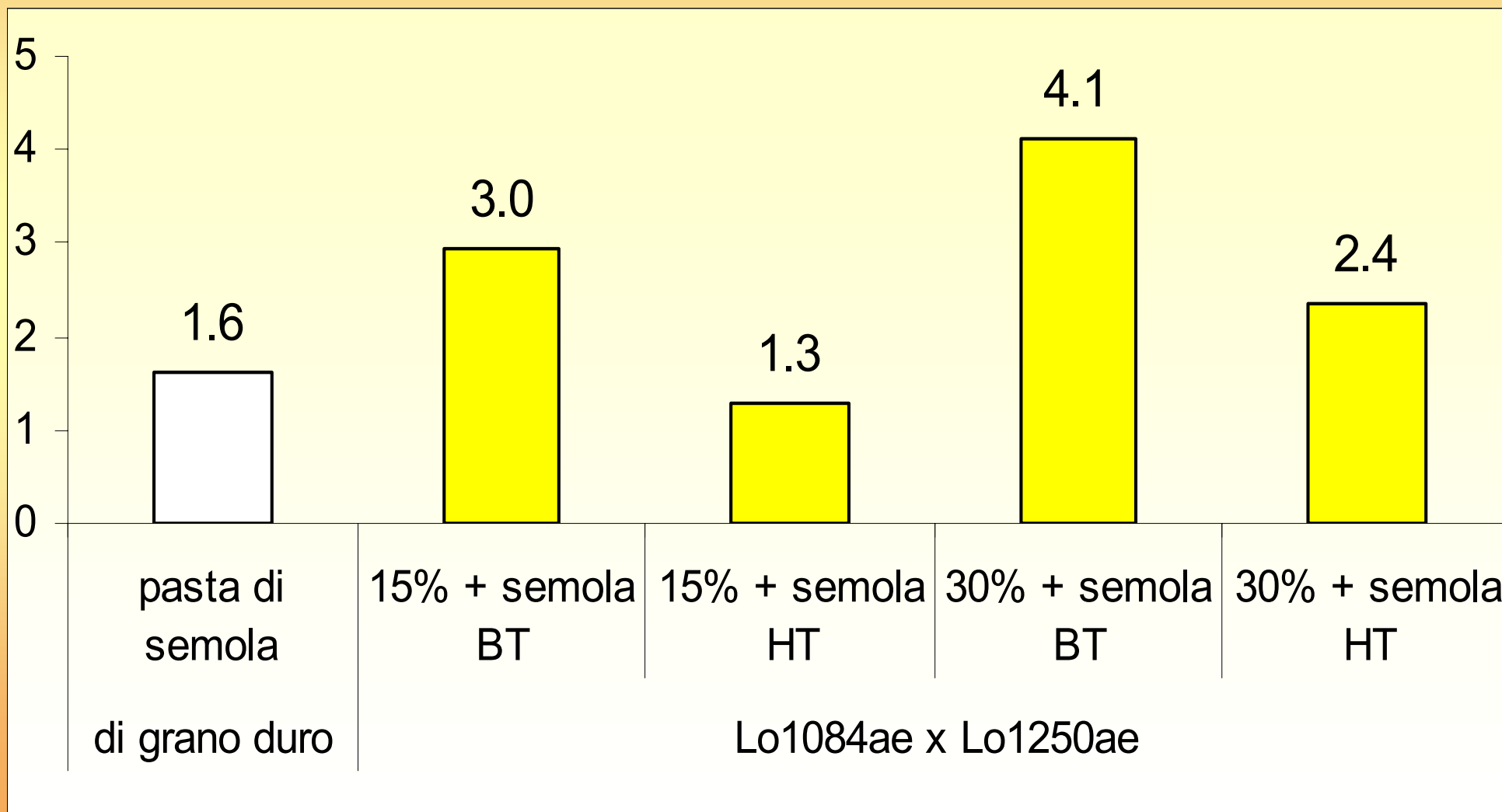
CAROTENOIDI TOTALI (mg/100g s.s.)

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. 10th 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.*