



Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti



Damiano Remorini
(damiano.remorini@unipi.it)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti 1

Qualità dei frutti

- ✓ **Definizione**
- ✓ **Caratteri qualitativi dei frutti**
- ✓ **Strumenti per la misura della qualità**

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti 2

Definizione di qualità

Norma ISO 9000 del 2000 fornisce la seguente definizione:

Qualità: Capacità di un insieme di caratteristiche inerenti ad un prodotto, sistema, o processo di ottemperare a requisiti di clienti e di altre parti interessate.

Norma Internazionale UNI EN ISO 8402:

La qualità è l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto in grado di soddisfare esigenze espresse o implicite.

Qualità dei frutti



Qualità dei frutti ...

- **COMMERCIALE**
(pezzatura, colorazione, resistenza alle manipolazioni, attitudine alla conservazione)
- **NUTRIZIONALE**
(composizione chimica del prodotto: vitamine, elementi minerali ...)
- **SANITARIA**
(assenza di residui chimici)
- **SENSORIALE**
(grado di soddisfazione del consumatore)
- **AUTENTICITÀ**
(affidabilità + sicurezza + origine indiscussa + genuinità)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

5

Qualità e operatori del settore

L'agricoltore è spesso indirizzato a valutare:

- ✓ la produttività delle piante
- ✓ la semplificazione della gestione degli impianti
- ✓ la massima economicità nella conduzione aziendale



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

6

Qualità e operatori del settore



Per gli addetti al settore commerciale vengono presi in considerazione:

- gli aspetti normativi e di presentazione del prodotto
- la conservabilità
- la resistenza ai trasporti
- idoneità alla trasformazione industriale
- qualità dei prodotti finiti e rendimento di trasformazione

Qualità e consumatore

Il consumatore manifesta esigenze complesse, percepisce e apprezza caratteristiche del frutto non sempre correlate con parametri misurati strumentalmente



*Pesca e Nettarina di Romagna
IGP (CSO)*

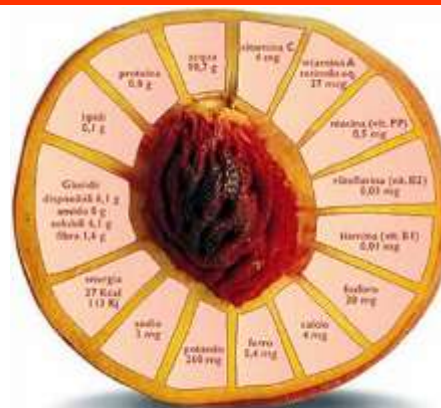
Qualità commerciale

- Pezzatura
- Colorazione
- Resistenza alle manipolazioni
- Attitudine alla conservazione



Qualità nutrizionale

- Vitamine: Vit. C, Vit. A, ...
- Antiossidanti: Vit. E, carotenoidi, flavonoidi, antociani
- Elementi minerali: K+, Mg++, Fe++
- Carboidrati
- Proteine
- Lipidi
- Fibre



- 90-95 % di acqua
- Basso potere calorico
- Basso contenuto di proteine e lipidi
- Elevata dotazione di elementi minerali
- Elevato contenuto vitaminico
- Equilibrato contenuto aminoacidico



Qualità sanitaria

- Assenza di composti tossici naturali
- Assenza di contaminanti (residui chimici, metalli pesanti)
- Assenza di contaminazione microbica
- Assenza di micotossine



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

11

Qualità sensoriale

Consistenza
Texture

Aspetto
Appearance

Aroma
Flavor



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

12

Qualità sensoriale

CONSISTENZA

- Durezza
- Modulo di elasticità

ASPETTO

- Colore:
 - intensità
 - uniformità
 - sovracoloro
- Forma
- Pezzatura:
 - dimensione
 - peso
 - uniformità
- Difetti dell'epidermide
- Lucentezza
- Cerosità

AROMA

- Dolcezza (zuccheri)
- Acidità
- Astringenza (tannini)
- Amaro (isocumarico)
- Aroma (composti volatili)
- Assenza di sapori
- Assenza di odori (composti solforici)



L'aspetto nutrizionale dipende dalla composizione del frutto, dal suo potere calorico, dalla dotazione di elementi minerali e di vitamine.

Le preferenze dei consumatori variano principalmente in base alle caratteristiche organolettiche, di consistenza, sapore, colore e aroma.

Per classificare le produzioni si sfruttano le proprietà commerciali: forma, pezzatura, uniformità della pezzatura e colore.



Caratteri qualitativi

ESTRINSECI:

caratteri visibili o comunque facilmente determinabili

- Diametro
- Peso
- Colore (intensità ed uniformità)
- Consistenza della polpa
- Danni esterni

INTRINSECI:

caratteri non visibili e non determinabili immediatamente

- Concentrazione zuccherina
- Concentrazione dei componenti responsabili dell'acidità
- Livello dei composti volatili che concorrono a definirne l'aroma
- Danni interni
- Tecniche di produzione



Strumenti per la misura della qualità

Distruttivi:

- Penetrometro
- Rifrattometro
- Idrolisi dell'amido
- Acidità titolabile

Non distruttivi :

- Pezzatura e Colore
- Tecnologie elettromagnetiche
 - Spettroscopia vis/NIR
 - Fluorescenza
 - Raggi X e γ
 - Risonanza Magnetica Nucleare
- Tecnologie meccaniche
 - Impatto
 - vibrazioni bassa frequenza
 - vibrazioni acustiche
 - ultrasuoni
- Tecnologie elettrochimiche
 - Naso elettronico
- Densità dei frutti



Penetrometro

Dinamometro che misura la durezza della polpa dei frutti (kg, N, lb)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

17

Rifrattometro

Misura il residuo secco rifrattometrico (tenore zuccherino) [°Brix]



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

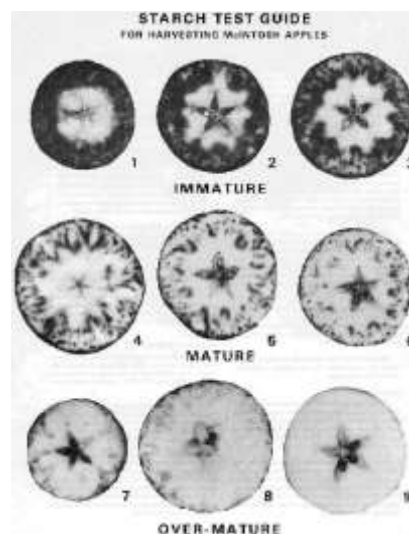
18

Idrolisi dell'amido

Il metodo consiste nel valutare la quantità e la distribuzione dell'amido nella polpa in base alla colorazione violetta che si ottiene immergendo i frutti (pomacee) tagliati trasversalmente nella soluzione di Lugol (iodio in ioduro di potassio)



Source: COPA-TECNOLOGIE S.A.



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

19

Acidità titolabile

Titolazione (fino a pH 8.1) con una soluzione basica (NaOH) degli acidi organici presenti nel frutto



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

20

		Raccolta		Consumo	
Specie		kg	°Brix	Idrolisi amido (colorazione bianca)	°Brix
Mele	Delicious rosse	7-8		Limitata al cuore	12
	Golden Delicious	7-7.5		Estesa fino alla periferia	13-14
	Granny Smith	6-6.5		Estesa oltre il cuore	12-13
	Stayman	4.5-6		Estesa verso la periferia	13-14
Pere	Abate Fetel	5		Limitata al cuore	13
	Conference	5.5-6		Oltre il cuore	12-13
	Decana del Comizio	4-5.5		Oltre il cuore	12
	Kaiser	6-7		Limitata al cuore	12
	Max Red Bartlett	6.5-7		Limitata al cuore	11
	William	7-8		Verso la periferia	11
Kiwi		8-10	7-9		14-15
Pesche		3-5	10-13		11-13
Ciliegie	dolci	0.1-0.2	12-17		16-18
	acide	0.09-0.18	12-14		
Susine	cino-giapponesi	1.7-2.6	10-12		10-15
	europee	0.8-3	13 (26)		16-18
Albicocche		1.5-3.6	9-11		15-16
Arance			10-12		10-12
Uva da tavola			12-18		16-18

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

21

Fruit	Minimum SSC%	Maximum TA%
Apple	10.5-12.5 (depending on cultivar)	
Apricot	10	0.8
Blueberry	10	-
Cherry	14-16 (depending on cultivar)	
Grape	14-17.5 (depending on cultivar) or SSC/TA ratio of 20+	
Grapefruit	SSC/TA ratio of 6+	
Kiwifruit	14	-
Mandarin	SSC/TA ratio of 8+	
Mango	12-14 (depending on cultivar)	
Muskmelon	10	-
Nectarine	10	0.6
Orange	SSC/TA ratio of 8+	
Papaya	11.5	-
Peach	10	0.6
Pear	13	-
Persimmon	18	-
Pineapple	12	1.0
Plum	12	0.8
Pomegranate	17	1.4
Raspberry	8	0.8
Strawberry	7	0.8
Watermelon	10	-

Postharvest Handling (Second Edition)_2009_W.J. Florkowski, R.L. Shewfelt, B. Brueckner and S. E. Prussia

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

22

Table 9.2. Examples of specifications for using quality attributes, as recommended in the scientific literature. Attributes of dry matter (DM), juice content, total soluble solids (TSS), total acidity (TA), seedling content and firmness are measured. DM, TA, TSS and TSS are minimum specifications, TA and firmness are maximum specifications. Units of DM, juice content, TSS, TA and firmness are % (w/w), % (w/w), % (w/w), mg/L, and N/m², respectively, and kg/L with an 8 mm diameter plunger, respectively, except when otherwise stated.

Fruit	Characteristic	Attribute	Level	Reference
Apple	Yes	DM	21	Miyagi, No. 150
			20-20	
Banana	No	TSS	12.5-12	Saha (2002)
			12.0-12.5	
Citrus	No	TSS	10.0-10	Saha (2002)
			10.0-10	
Grape (table)	No	TSS	16	Saha (2002)
			16	
Pear	No	DM	18	Saha (2002)
			18	
Peach	No	TSS	12	Saha (2002)
			12	
Plum	No	DM	18	Saha (2002)
			18	
Strawberry	No	TSS	10.0-10	Saha (2002)
			10.0-10	
Tangerine	No	DM	18	Saha (2002)
			18	
Watermelon	No	TSS	10.0-10	Saha (2002)
			10.0-10	

Table 9.2. Continued

Apple

Chen, L.H., Wang, D.S. (1997). Effects of Postharvest physiology and storage of ripened and unripened fruit. K.S. Min (ed.), *Cold International*, New York.

Chen, L.C., Chen, C.C. (1972). Comparative evaluation of some quality aspects of banana. *Malaya Science Journal*, 1, 39-40.

Chen, C.C. (1984). *Shave Fruit Ripening Indicator: A description review*. *Foodnet News and Information*, 5, 55-60.

Davis, J.S. (1986). The ripening stages. *Horticultural Review*, 3, 128-183.

Ellis, N.C. (1981). *Effect of Postharvest Physiology*. C.R. Stevens, S.A. Tucker (eds), Chapman and Hall, London.

Goodridge, P.H., Hill, R.A. (1981). Quality in stored and processed vegetables and fruits. Academic Press, New York.

Gov, N. (1988). *Managing Freshness in Fresh Queensland*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane.

Harker, S.R. et al. (1987). Texture of fruit. *Horticultural Review*, 31, 111-125.

Holmes, G.E., Zaiter, J.M. (1971). The texture in The Biochemistry of Fruits and their Products. R.C. Hillis (ed.), Vol. 2. Academic Press, London, pp. 347-402.

Kader, A.A. (2002). Harvest maturity and ripening of fresh fruits and vegetables. In *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, A.A. Kader (ed.), University of California, Oakland, pp. 387-396.

Kader, A.A., Meyer, L.S. (1987). Tomato firmness as a quality attribute. *Proceedings of the second domain quality workshop*. University of California, Davis, CA.

Kay, P. et al. (1988). *Global post-harvest conditions and fruit characteristics*. *Plant Science*, 50, 989-995.

McGowan, S. (2000). *Edible Fruit Ripening Indicator: A description review*. *Foodnet News and Information*, 3, 2.

Michell, P.E. et al. (1991). Effect of harvest maturity on storage performance of 'Honeycrisp' Red Delicious. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Quality*, J.J. Sheehy et al. (eds), pp. 207-212.

Murphy, L.J. et al. (1981). The objective definition of ripening quality in tomatoes (Grosswiler). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32, 589-600.

Saha, P.B. (1981). In: *Quality Control*, S.A. Williams (ed.), New Zealand Government Printer, Wellington, N.Z.

Sarantis, J.A. (1986). *Storage of Fruits*. Longman Scientific and Technical, Singapore.

Sarker, C.A., Mahong, S., Papan, In: *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, K.S. Min (ed.), CAB International, New York, pp. 127-138.

Sepati, S.H., Chaffin, A. (1984). An assessment of fruit quality of apple mango cultivars. *Proceedings of the First Australian Mango Research Workshop*, Cairns, Queensland, pp. 114-120.

Stevens, C.R., Tucker, S.A. (1980). *Postharvest Physiology of Fruit Ripening*. C.J. Stevens et al. (eds), Chapman and Hall, London, pp. 21-80.

Stroh, L.C. (1984). Ripening of apple: genetic and environmental effects on ripening quality. *Tree Agric. (Horticult)*, 61, 196-199.

Stroh, L.C. (1988). Indices of physiological maturity and ripening quality in sweet-tasting apple. *Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 45, 217-226.

Yano, A.B., Hamblin, A.T. (1986). Non-destructive measurement of ripening maturity of 'Starking' 'Royal' and 'Delicious' apples. *Scientia Horticulturae*, 30, 26-28.

Zaiter, J.M., Wang, L.S. (1971). A maturity standard for apples (Zaiter, Chaffin, Stone). *Proceedings of the Symposium on Tropical Fruit in International Trade*, K.S. Min (ed.), pp. 349-357.

Zaiter, J.M., Wilson-Carter, S. (1987). *Managing to meet buyers from several backgrounds in plants - program 1970-2000*. Horticulture Australia Limited, Sydney.

Zaiter, J.M. (1995). *Grape growing*. John Wiley & Sons, New York.

Zaiter, J.M. (1998). *Mango production in Japan*. Acta Horticulturae, 500, 79-85.

Banana

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader (2002)

Stroh (1992)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Citrus

McGowan (2000)

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Grape (table)

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Peach

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Pear

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Plum

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Strawberry

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Tangerine

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Watermelon

Govens (1984)

Ward (1991)

McGowan (2000)

Kader (2002)

Govens (1984)

Ward and Miller-Carter (2007)

Kader (2002)

Kader (2002)

Kader and Davis (1977)

Kader and Meyer (1988)

Postharvest Handling (Second Edition)_2009_W.J. Florkowski, R.L. Shewfelt, B. Brueckner and S. E. Prussia

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

Strumenti per la misura della qualità

Distruttivi:

- Penetrometro
- Rifrattometro
- Idrolisi dell'amido
- Acidità titolabile

Non distruttivi :

- Pezzatura e Colore
- Tecnologie elettromagnetiche
 - Spettroscopia vis/NIR
 - Fluorescenza
 - Raggi X e γ
 - Risonanza Magnetica Nucleare
- Tecnologie meccaniche
 - Impatto
 - vibrazioni bassa frequenza
 - vibrazioni acustiche
 - ultrasuoni
- Tecnologie elettrochimiche
 - Naso elettronico
- Densità dei frutti

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

Strumenti non distruttivi

L'IMPIEGO DELLE METODOLOGIE NON DISTRUTTIVE PERMETTE DI:

- AUMENTARE IL NUMERO DI CAMPIONI ANALIZZATI E QUINDI LA RAPPRESENTATIVITÀ DELLA POPOLAZIONE IN ESAME
- SOTTOPORRE AD ANALISI RIPETUTE NEL TEMPO LO STESSO CAMPIONE, SEGUENDONE QUINDI L'EVOLUZIONE FISIOLGICA
- SELEZIONARE I CAMPIONI CHE MEGLIO ESPRIMONO LA VARIABILITÀ DELLA POPOLAZIONE INDAGATA
- DETERMINARE PARAMETRI DIVERSI CON LA STESSA MISURAZIONE
- FORNIRE INFORMAZIONI SU ALTRI ASPETTI DELLA QUALITÀ DEL FRUTTO QUALI:
 - ZUCCHERI SEMPLICI
 - ACIDI ORGANICI
 - ANTIOSSIDANTI
 - COMPOSTI AROMATICI



Pezzatura



Peso e diametro dei frutti



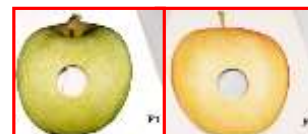
Colore

•Carte colorimetriche

•Colorimetri

•Spettrofotometri

Colore di fondo



Sovraccalore

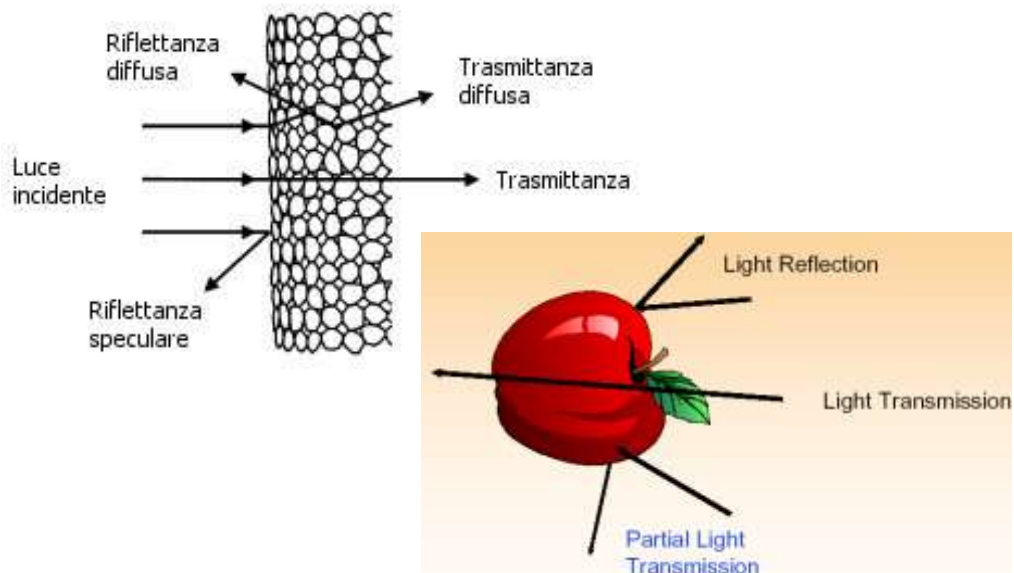


Tecnologie elettromagnetiche

- Spettroscopia Vis-NIR
- Fluorescenza
- Raggi X e gamma
- Risonanza magnetica nucleare

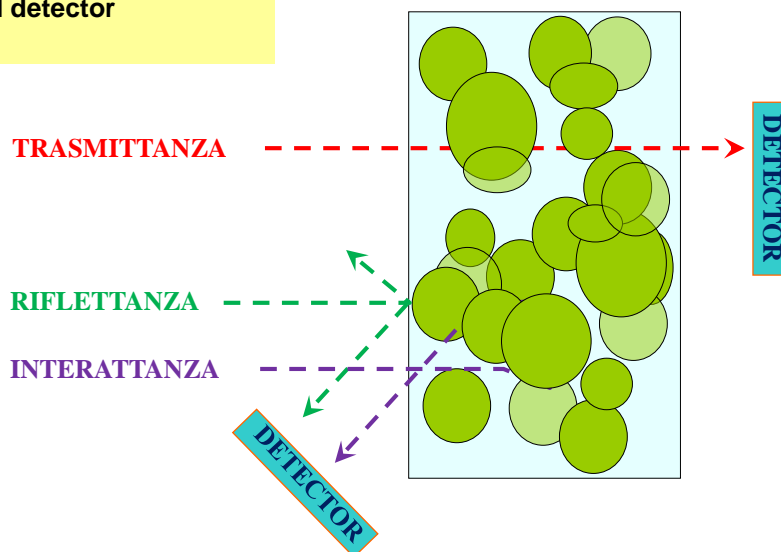


Spettroscopia Vis-NIR



Spettroscopia Vis-NIR

La spettroscopia NIR misura l'energia che interagisce con le molecole del campione prima di raggiungere il detector



Spettroscopia Vis-NIR

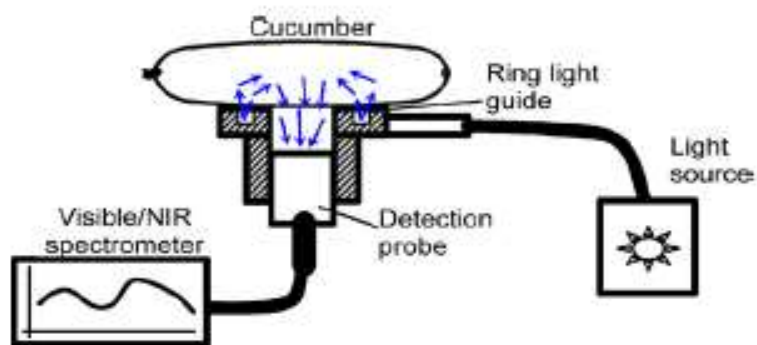
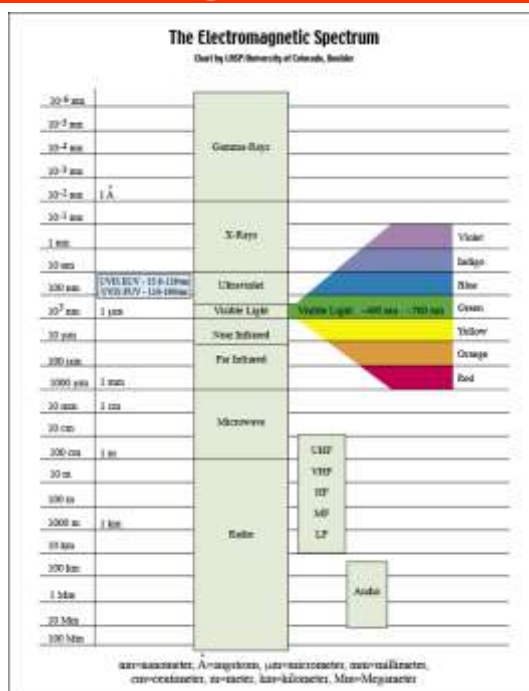


Fig. 1. Spectral measurement of cucumber fruit in interactance mode.



Electromagnetic Spectrum



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

31

Spettroscopia Vis-NIR

Cosa è possibile misurare con la tecnica del VIS-NIR?

- molecole contenenti atomi di idrogeno
- molecole contenenti gruppi C-H, N-H e O-H

PIGMENTI (Clorofilla, Carotenoidi, Antociani, ...)

VISIBILE (400-700 nm)

(es: Clorofilla assorbe a 670 nm)

Gruppi C-H, O-H e N-H (Acqua, Proteine, Grassi, Zuccheri, Amido, ...)

VICINO INFRAROSSO (700-2500 nm)

(es: Acqua assorbe a 970, 1200, 1450 e 1940 nm)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

32

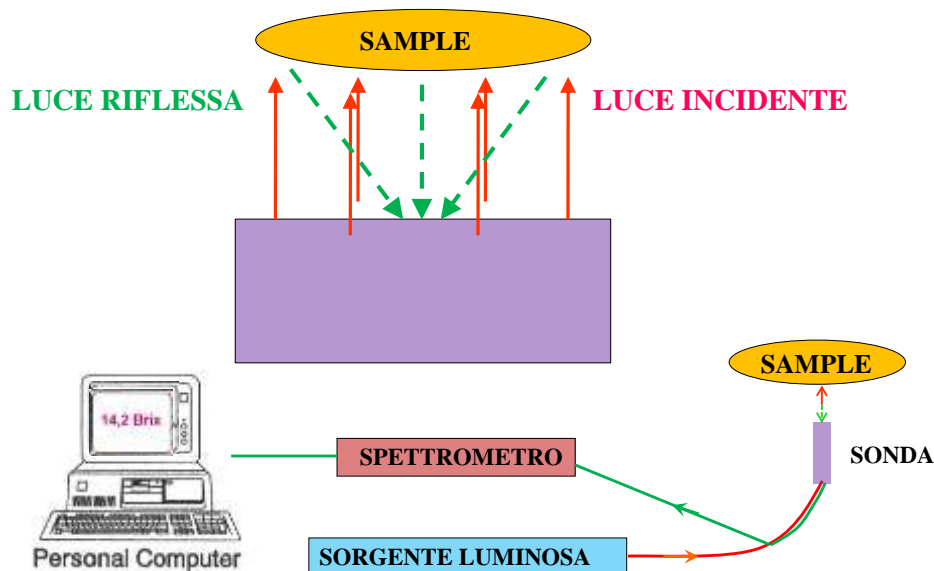
Spettroscopia Vis-NIR

VANTAGGI DELLA TECNICA NIR RISPETTO AI METODI ANALITICI CONVENZIONALI

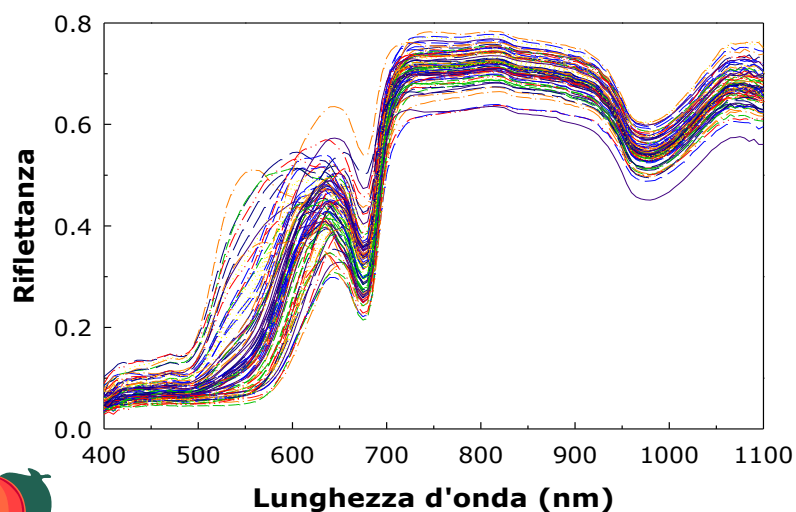
1. TEMPI DI ANALISI INFERIORI A 1 SECONDO
2. NON È NECESSARIA LA PREPARAZIONE DEL CAMPIONE
3. COSTI CONTENUTI (NON SONO NECESSARI REAGENTI)
4. CONSENTE DI OTTENERE INFORMAZIONI SULLA STRUTTURA MOLECOLARE DEL CAMPIONE
5. CONSENTE DI DETERMINARE DIFFERENTI PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE DEL CAMPIONE
6. CORREZIONE AUTOMATICA DEL BACKGROUND
7. ELEVATA SENSIBILITÀ



NIRs OPERANTE in RIFLETTANZA



Spettroscopia Vis-NIR



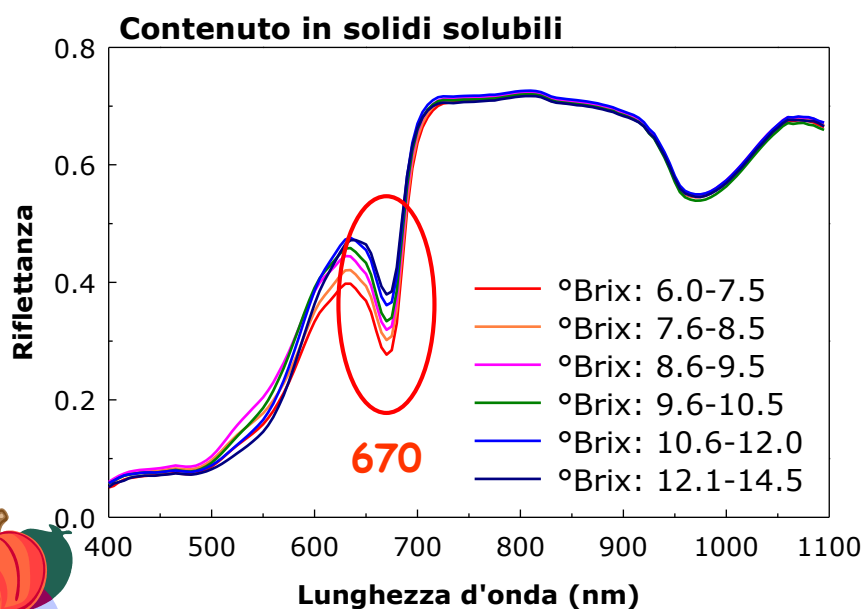
Remorini D., Loreti F., Massai R. 2006



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

35

Spettroscopia Vis-NIR

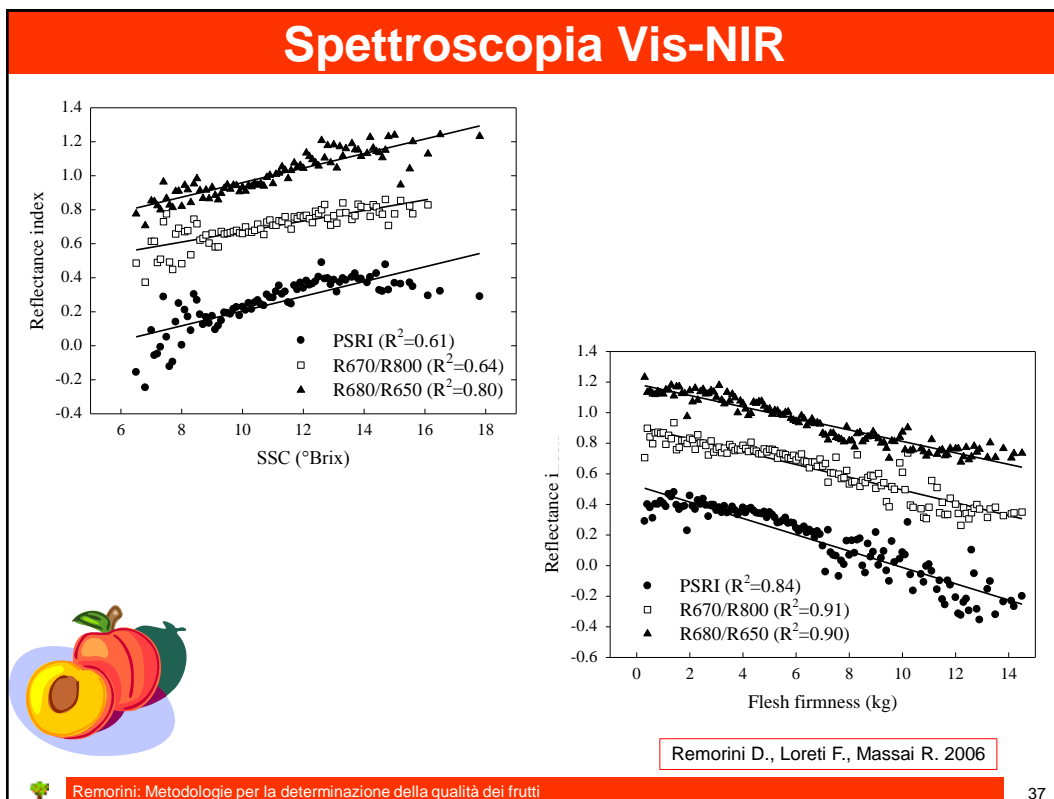


Remorini D., Loreti F., Massai R. 2006



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

36



Spettroscopia Vis-NIR

Predizione di parametri di qualità

Melo (Golden delicious)	Carattere	N° frutti	Min	Max	Media	R ²	SD	SEC
	Durezza	84	3.5	10	7	0.78	1.1	0.56
	Brix	87	10.7	17.1	13.6	0.93	1.53	0.4
	Amido	87	1	8.43	5.20	0.85	1.94	0.9

PESCO	Cultivar	Carattere	R ²	SEC
	Redhaven	°Brix	0.94	0.67
		Durezza	0.91	1.7
		Acidità	0.89	0.63
	Stark Red Gold	°Brix	0.95	0.61
Acidità		0.84	0.75	

KIWIFRUIT	Carattere	N° frutti	Min	Max	SEC	R ²
	°Brix	65	6.66	8.14	0.25	0.85
	Durezza	65	4.07	9.56	0.77	0.87
	Acidità	65	9.84	20.43	1.25	0.92
pH	65	2.81	3.65	0.12	0.76	

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti 38

Spettroscopia Vis-NIR

Cv. Laura	min	max	SD	media	SD/media	campioni	r2	Sec	Sep
Peso	109	254	34	159	0.22	20			
Brix	9.70	18.90	2.30	13.25	0.17	20	0.90	0.90	1.0
Durezza	0.50	7.10	2.13	3.95	0.54	20	0.60	0.0	1.1
Acidità	4.61	12.10	1.84	8.68	0.21	17	0.90	0.4	1.3
Saccarosio	48.81	97.17	11.75	67.50	0.17	19	0.93	2.9	3.0
Glucosio	14.45	25.72	3.22	18.10	0.18	20	0.70	1.7	3.1
Fruttosio	12.40	19.75	1.91	15.07	0.13	19	0.84	0.7	1.2
Mannitolo	14.65	15.19	0.16	14.82	0.01	20	0.38	0.1	0.1
Sorbitolo	3.08	8.28	1.51	4.94	0.31	19	0.65	0.9	1.6
Citrico	2.15	8.22	1.44	4.77	0.30	19	0.95	0.3	1.1
Malico	5.25	10.22	1.39	7.04	0.20	20	0.65	0.8	1.6
Quinico	2.57	4.43	0.45	3.35	0.14	20	0.60	0.2	0.3
Succinico	1.12	2.70	0.52	1.72	0.30	20	0.95	0.1	0.4



Spettroscopia Vis-NIR

- Parametri qualitativi: acidità, SSC, consistenza della polpa, colore, difetti sull'epidermide



- Presenza di marciumi interne nelle mele



- Contenuto in olio in noce ed avocado



- Danni meccanici:

- R440/R600



- R520/820

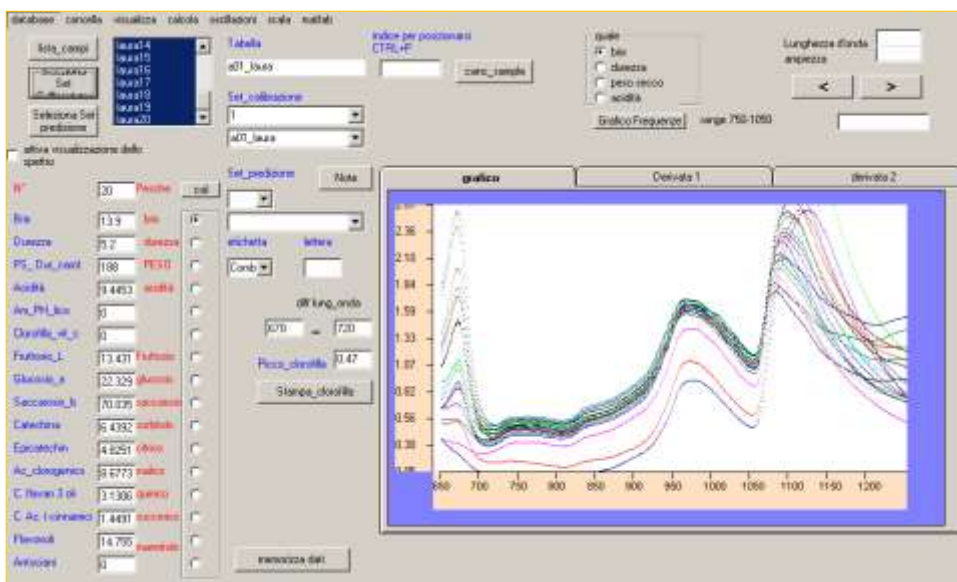


- R440



Spettroscopia Vis-NIR

CARTA D' IDENTITA' DEL FRUTTO



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

41

Spettroscopia Vis-NIR

1. La costruzione di curve di calibrazione richiede 100-200 frutti differenti per:

- TEMPERATURA
- CALIBRO
- MATURAZIONE
- PROVENIENZA

2. La calibrazione deve essere verificata ed aggiornata



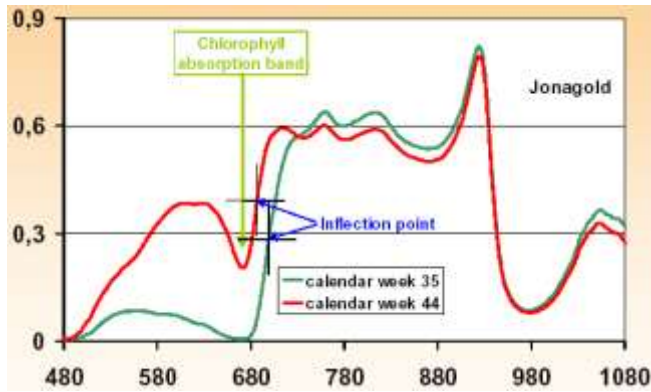
Calibrare lo strumento su parametri che descrivono la maturazione richiede tempi lunghi.



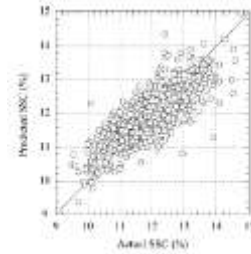
Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

42

Spettroscopia Vis-NIR



Week 35: ultima settimana di agosto
Week 44: prima settimana di novembre

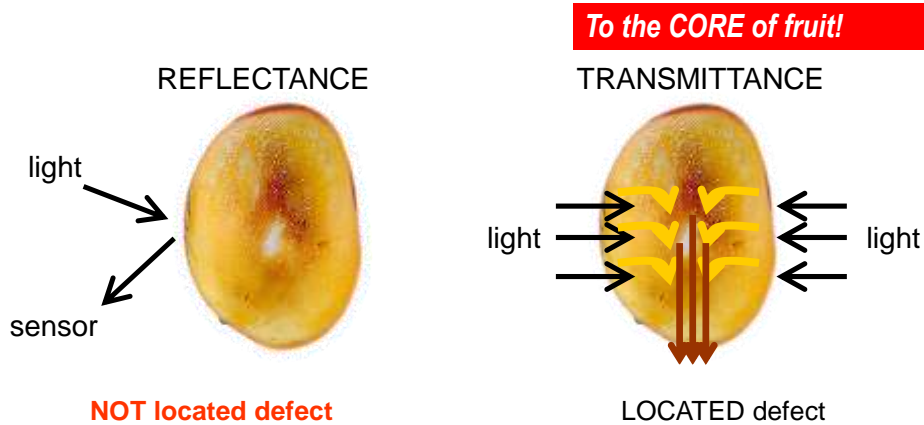


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

43

Spettroscopia Vis-NIR

Reflectance vs Transmittance

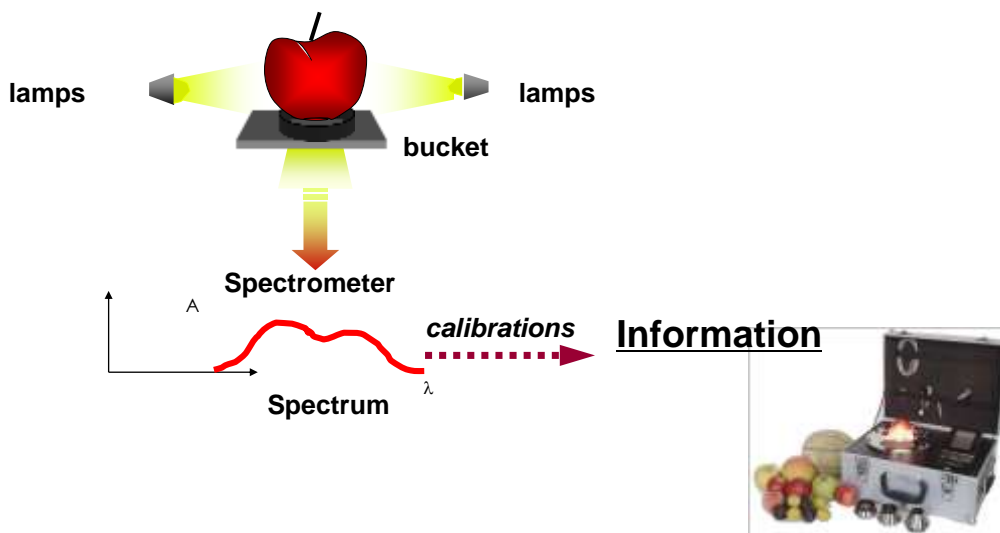


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

44

<http://www.sacmi.it>

NIR Case: SISTEMA A TRASMITTANZA



45

<http://www.sacmi.it>

NIR Case: SISTEMA A TRASMITTANZA

ONCE CALIBRATED IT WILL ALLOW ANALYZING FRUIT IN ONE SECOND!



46

Spettroscopia Vis-NIR



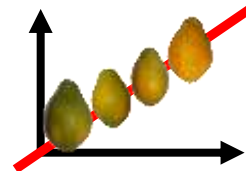
Stage 1

Stage 2

Stage 3

Stage 4

Stage 5



Es: mango e papaia



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

47

Spettroscopia Vis-NIR

NIR CASE

Caratteristiche principali:

- Strumenti portatili
- Strumenti di facile gestione
- Buona precisione
- Flessibilità
- Possibilità di misura di più parametri

Settori di impiego:

- Supermercati
- Importatori specializzati
- Magazzini di produzione, selezione e conservazione
- Mercati generali

Parametri di analisi:

- Grado zuccherino in °Brix
- Grado di maturazione / durezza
- Acidità
- Residuo secco
- Difetti interni
- Amido
- Altro

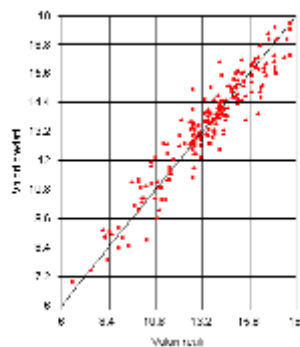


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

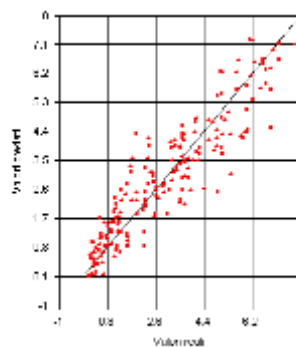
48

Spettroscopia Vis-NIR

Pesca Gialla ('Flavorcrest' + 'Suncrest')



SSC (°Brix)



Consistenza (kg)

	SSC (°Brix)	Consistenza (kg)
# sample	200	200
SEP	0.73	0.80
MR	0.94	0.92



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

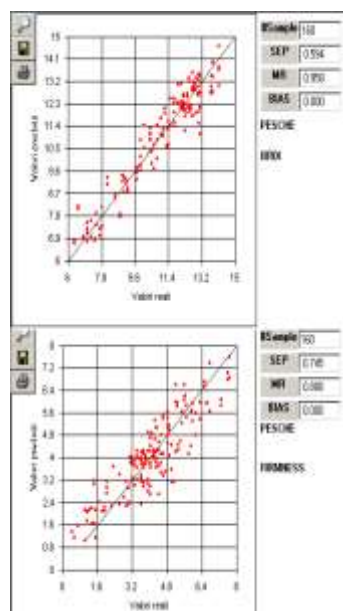
49

Spettroscopia Vis-NIR

Species: Yellow Peaches

Cultivar: Yellow Peaches
Provenience: Italy, Spain, France
Instrument: NIR CASE
Customer:
N° fruit in calibration: 90
Parameter: Brix
Calibration result (MR/SEC): 0.95/0.59

Cultivar: Yellow Peaches
Provenience: Italy, Spain, France
Instrument: NIR CASE
Customer:
N° fruit in calibration: 90
Parameter: Firmness
Calibration result (MR/SEC): 0.88/0.74



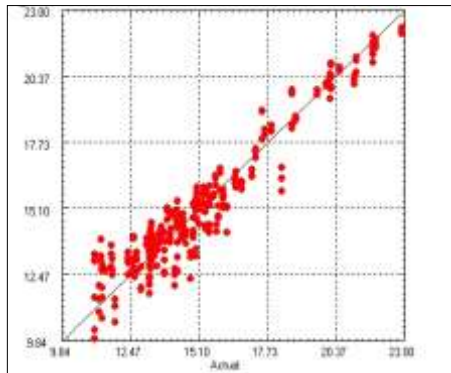
Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

50

Spettroscopia Vis-NIR

Specie: Black Type plums

Provenience: Spagna
 Instrument: F5
 N° fruit in calibration: 100
 Parameter: Brix
 Calibration result (MR/SEC): 0.96/0.72



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

51

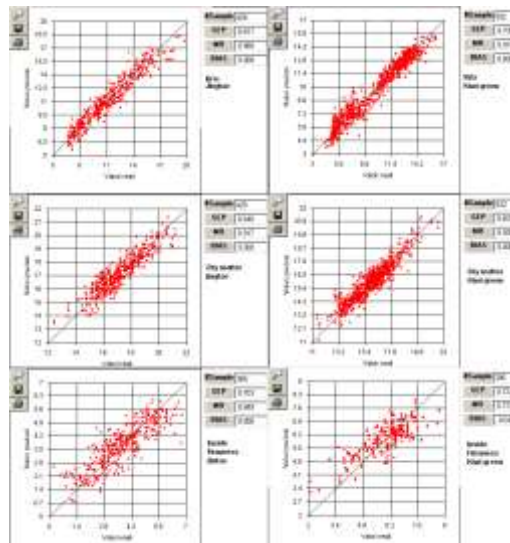
Spettroscopia Vis-NIR

Species: KIWI GOLD Vs KIWI GREEN

Cultivar: Gold Kiwi Vs Green Kiwi
 Provenience: Italy
 Instrument: NIR CASE
 Customer:
 N° fruit in calibration: 350
 Parameter: Internal Firmness
 Calibration result (MR/SEC):

Cultivar: Gold Kiwi Vs Green Kiwi
 Provenience: Italy
 Instrument: NIR CASE
 Customer:
 N° fruit in calibration: 350
 Parameter: Dry Matter Content
 Calibration result (MR/SEC):

Cultivar: Gold Kiwi Vs Green Kiwi
 Provenience: Italy
 Instrument: NIR CASE
 Customer:
 N° fruit in calibration: 350
 Parameter: Brix
 Calibration result (MR/SEC):



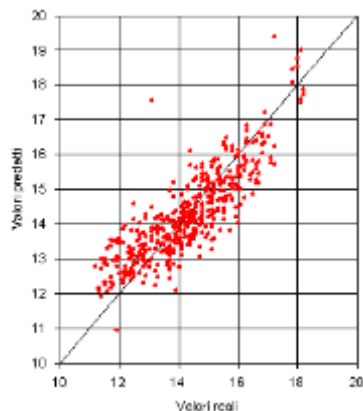
Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

52

Spettroscopia Vis-NIR

Species: PINEAPPLES

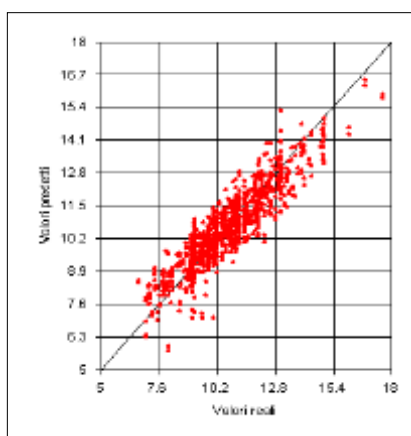
Cultivar: Gold
Provenience: Costa Rica
Instrument: NIR CASE
Customer: JP Fruit
N° fruit in calibration: 200
Parameter: Brix
Calibration result (MR/SEC): 0.85/0.80



Spettroscopia Vis-NIR

Species: CLEMENTINE

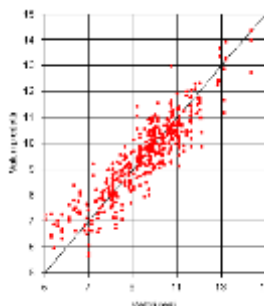
Cultivar: Clemenore, Clemengold, Esbal, Clemenules, Finca.
Provenience: Sud Africa, Spain, Morocco
Instrument: NIR CASE
Customer: Chingford
N° fruit in calibration: 270
Parameter: Brix
Calibration result (MR/SEC): 0.90/0.75



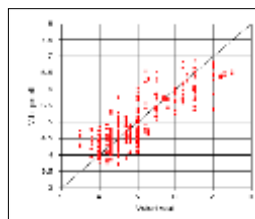
Spettroscopia Vis-NIR

Species: MELON

Cultivar: Cantaloupe
Provenience: Mexico
Instrument: S5
Customer: Guadalupe de Guaymas
N° fruit in calibration: 160
Parameter: Brix
Calibration result (MR/SEC): 0.89/0.75



Cultivar: Cantaloupe
Provenience: Mexico
Instrument: S5
Customer: Guadalupe de Guaymas
N° fruit in calibration: 160
Parameter: Ripeness
Calibration result (MR/SEC): 0.84/0.47

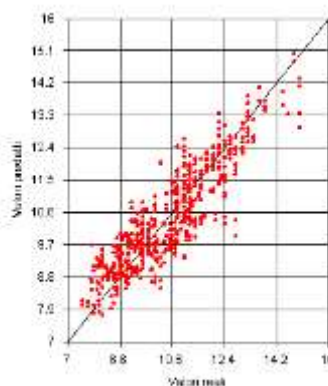


Spettroscopia Vis-NIR

NIR CASE

Species: Miniwatermelons

Cultivar:
Provenience: Italy
Instrument: F5
Customer:
N° fruit in calibration: 140
Parameter: Brix
Calibration result (MR/SEC): 0.90/0.71



Vis-NIR e Shelf life

	Controllo			Se foglie			Se frutti		
Raccolta	6.1 a	5.6 a	6.6 a	15.4 a	17.2 b	18.7 c	17.9 a	19.2 b	18.7 ab
45 giorni frigorifero	2.3 a	2.1 a	3.2 b	17.5 a	18.7 b	18.4 b	18.8 a	19.8 b	19.2 ab
+1 gg	2.1 a	1.9 a	2.8 b	18.4 a	19.5 b	19.2 ab	18.9 a	19.7 b	18.9 a
+3 gg	1.6 a	1.8 a	2.7 b	18.7 a	19.9 b	19.5 b			
+4 gg	1.4 a	1.5 a	2.1 b						
+7 gg	1.0 a	1.0 a	2.7 b						
+8 gg	1.0 a	0.9 a	2.5 b						

Shelf life della maturazione espressa come consistenza della polpa (sx) e contenuto in solidi solubili (dx) di frutti di pera 'Conference' trattati con selenato.



Controllo



Selenio frutti

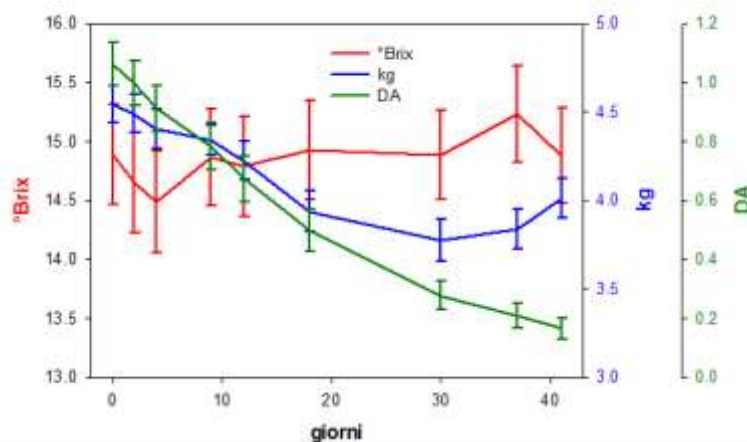


Pezzarossa B., Remorini D., Gentile M.L., Massai R. 2012.

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

57

Vis-NIR e Shelf life



Shelf life della maturazione espressa come contenuto in solidi solubili (°Brix), consistenza della polpa (kg) e indice DA-meter di frutti di mela 'Golden Delicious' conservati a temperatura ambiente dopo 90 giorni di frigoconservazione



Betemps D.L., Fachinello J.C., Agati G., Galarça S.P., Remorini D., Massai R. 2010.

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

58

Vis-NIR

Tabela 1 - Percentual de frutos pertencentes as diversas classes de firmeza da polpa (FF) (Kgf) e conteúdo de sólidos solúveis (SS)(°Brix) colhidos em três diferentes datas, nas seleções 'Claudia' e '10-90-1'.

	Data Colheita	Firmeza de polpa				Conteúdo de sólidos solúveis			
		0-1	0-1	1-2	2-3	<10	10-13	13-16	>16
Claudia	14/6	1.6	1.6	56.5	32.3	11.7	70.3	18.0	0.0
	16/6	2.3	2.3	63.9	27.7	20.0	61.9	18.1	0.0
	22/6	15.1	15.1	69.4	15.1	9.7	43.0	47.3	0
10-90-1	4/7	10.2	10.2	42.7	40.1	0.6	33.6	60.7	5.1
	7/7	11.7	11.7	40.5	44.5	0.0	14.6	55.2	30.1
	12/7	28.3	28.3	61.9	6.2	1.8	14.2	55.8	28.3



Betemps D.L., Remorini D., Guidi L., Agati G., Fachinello J.C., Massai R., 2012.



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

59

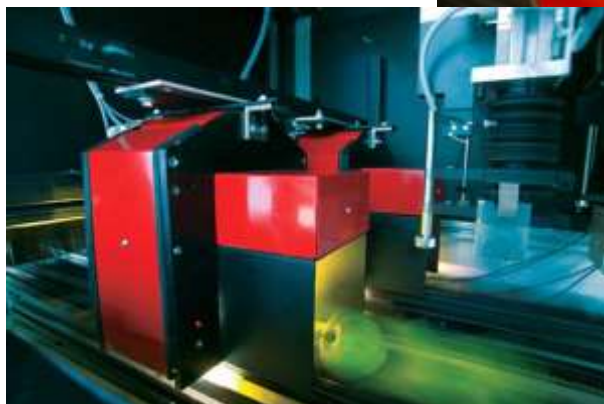
<http://www.sacmi.it>

F5 LSF

- Sistema on-line non distruttivo per il controllo della qualità della frutta di grandi e medie dimensioni
- Tipo di misurazione: trasmittanza-totale passaggio della luce attraverso il frutto
- Tipo di frutta misurata: Melone, Cocomero, Ananas, Pesca, Mela, Pera, Nettarina, Pomodoro, Agrumi, Kako, Ananas, Papaya, Susina, Kiwi, Mango
- Dimensioni del frutto: diametro compatibile con la larghezza della tazza (200 o 152 mm)
- Velocità del nastro trasportatore: 18 m/min ~ 45 m/min



<http://www.autolinesorters.com>



Aweta®



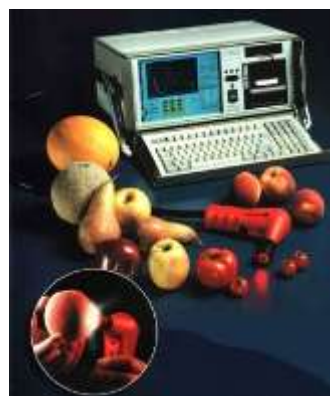
Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

61

<http://www.unitec-group.com/>

Quality station®

- Frutti misurabili: pesche, nettarine, mele, pere, kiwi, meloni, pomodori, agrumi, ecc.
- Caratteristiche misurate:
 - Contenuto zuccherini espresso in gradi Brix.
 - Consistenza della polpa espressa in Kg/cm².
 - Grado di maturazione espresso su scala da 0 a 100.
 - Acidità a richiesta.



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

62

<http://www.unitec-group.com/>

- ULTRAVISION® è l'innovativa soluzione UNITEC per la selezione ottica automatica dei difetti esterni della frutta.
- Si può installare congiuntamente ai sistemi elettronici di rilevazione del peso, calibro ottico e colore. Ampia gamma di prodotti lavorabili: mele, pere, limoni, arance, mandarini, ecc...
- Potenzialità: fino a 360.000 frutti/h per canale (10 frutti/sec.) (Max 8 canali)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

63

<http://www.unitec-group.com/>

- ✓ Uni-Brix® è la soluzione innovativa per la rilevazione del grado zuccherino in linea dei meloni attraverso un metodo non distruttivo ad alta precisione ed estrema delicatezza grazie allo speciale sistema di trasporto e di scarico.
- ✓ La rilevazione si ottiene in tempo reale tramite il passaggio dei frutti attraverso il gruppo di lettura del grado Brix con sensori N.I.R. Il frutto resta completamente integro.
- ✓ Caratteristiche tecniche:
 - Classi di grado zuccherino senza limiti.
 - Classi di calibro senza limiti.
 - Selezione del peso con innovativo sistema di pesatura ad alta precisione.
 - Capacità da 3600 a 10800 frutti/ora.
 - Numero canali 1.
 - Numero uscite senza limiti.





Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

64

<http://www.cp-info.de>

• Fruit Ripeness Prediction:

- Banana 
- Mela 

For Research and Inspection Purpose of Agro-Food Products

We sell cordless, hand-held spectrometer devices that are calibrated on your specific samples. Applications on fresh agro-food are available. Using our stand-alone systems it is possible to inspect **non-destructively** e.g. the fruit **ripeness stage**, **carotenoids**, **chlorophylls**, and **sweetness** of fruit. This can be carried out using a hand-held device to provide objective average data for quality monitoring. Furthermore, ripeness monitoring during postharvest handling and processing can be performed using a stationary micro-system adapted for this purpose. Calibrations can be built for different characteristic molecule groups of agro-food product as **vitamin E** in **olive oil** etc.



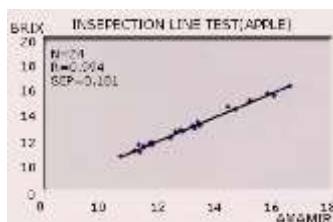
 Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

65

<http://www.towagp.co.jp/>

Optical Taster AMAMIR® for Sugar Content Determination

PRINCIPAL SPECIFICATIONS OF "AMAMIR"
INSEPECTION LINE TEST (APPLE)
[Model] TD-2000C
[Measuring method] Near infrared spectroscopic analysis
[Measuring object] Apple, peach, etc. For other fruit consult us.
[Dimensions] 240*120*80 (mm)
[Weight] 1.2kg(Excluding the optical fiber)
[Measuring range] 5-30 BRIX%(Possible to change)
[Measuring time] Approx.3sec.
[Ambient temperature]10-30(°C)
[Power supply]"AA"five cells
[Consumption]Max.2.5W



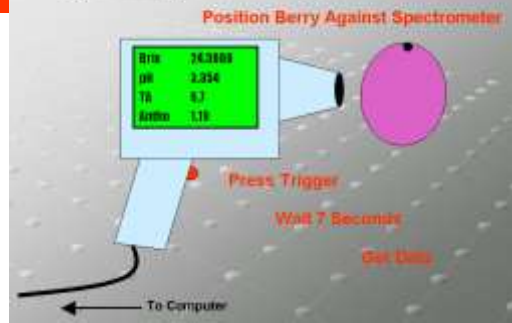
 Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

66

Near-Infrared Spectroscopy is being developed to measure the chemical composition of grapes and grape leaves.

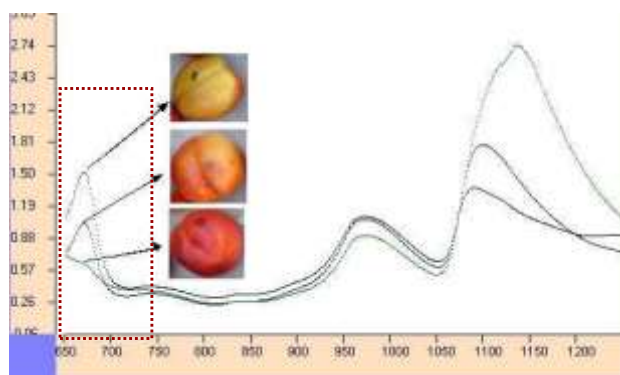
- Brix
- pH
- TA
- Anthocyanins
- Leaf Water Potential
- Tartaric Acid
- Malic Acid
- NH₃
- Amino Nitrogen
- Potassium

Operating the NIR Spectrometer



DA-meter

INDICE DA: Differenza di Assorbanza del frutto alle lunghezze d'onda di 670 nm (picco di assorbimento della clorofilla a) e 720 nm (background dello spettro)



Estrapolare dallo spettro una o più lunghezze d'onda che permettano di monitorare la maturazione del frutto



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

69

DA-meter

Consente di suddividere i frutti in classi omogenee di maturazione

Range <0.3 →

Range 0.3-0.6 →

Range 0.6-0.9 →

Range 1.2-0.9 →

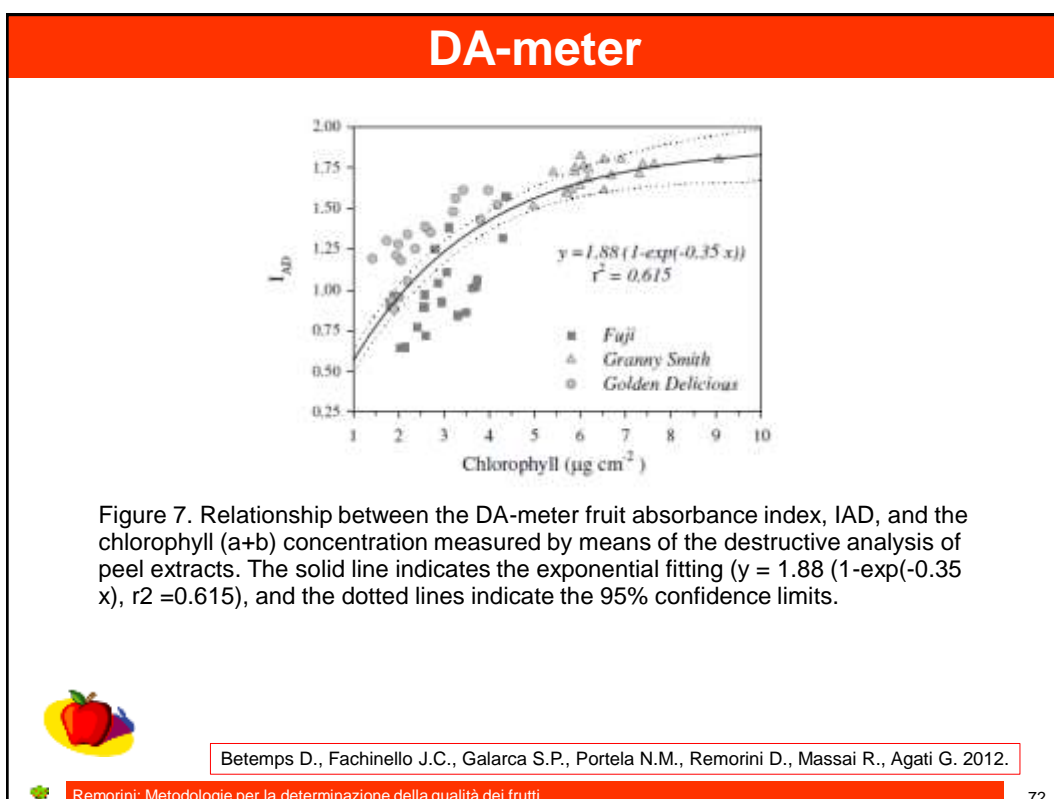
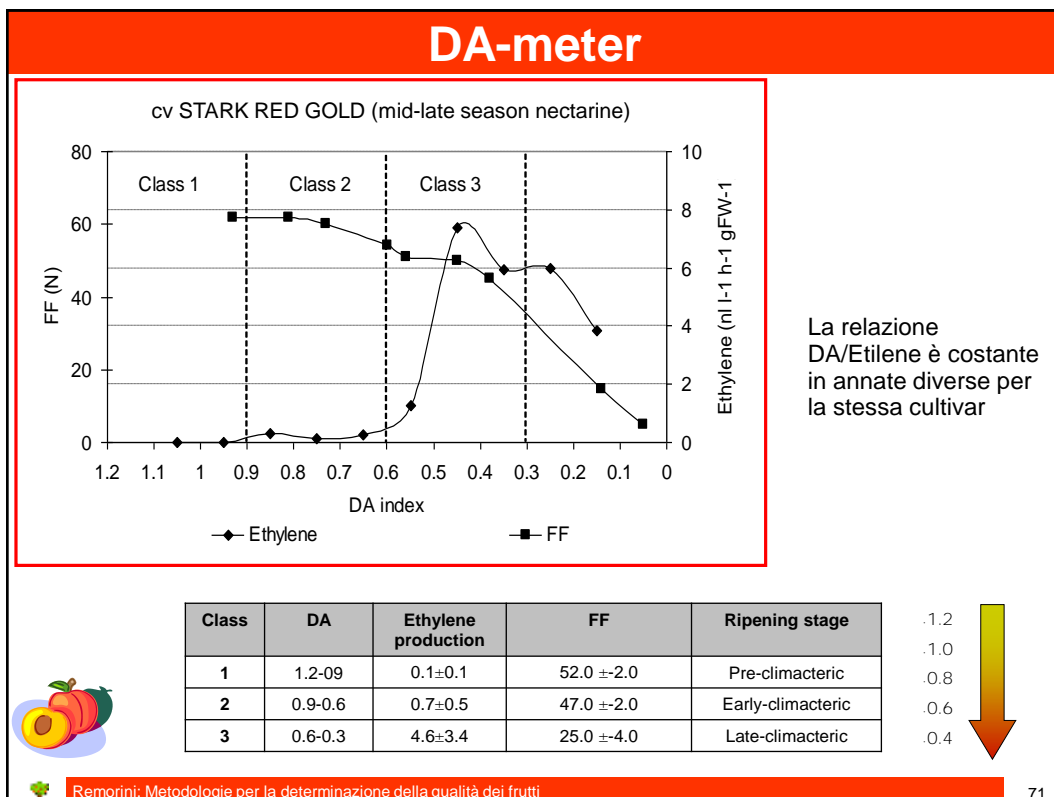


Nettarine 'Stark Red Gold'



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

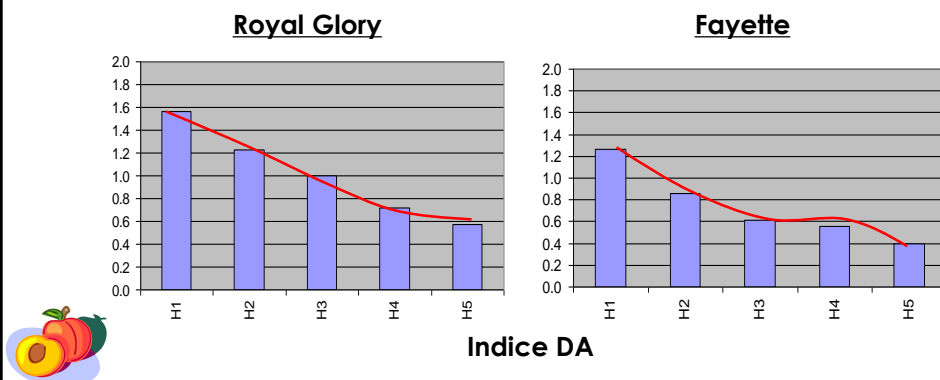
70



DA-meter

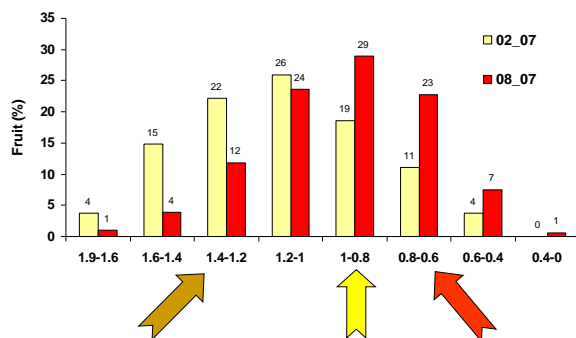
Il DA-meter è indicato come indice che permette di:

1. Stabilire la data ottimale di raccolta (anche per cultivar interamente colorate)



DA-meter

Distribuzione dell'indice DA nelle tre raccolte cv. Rich Lady

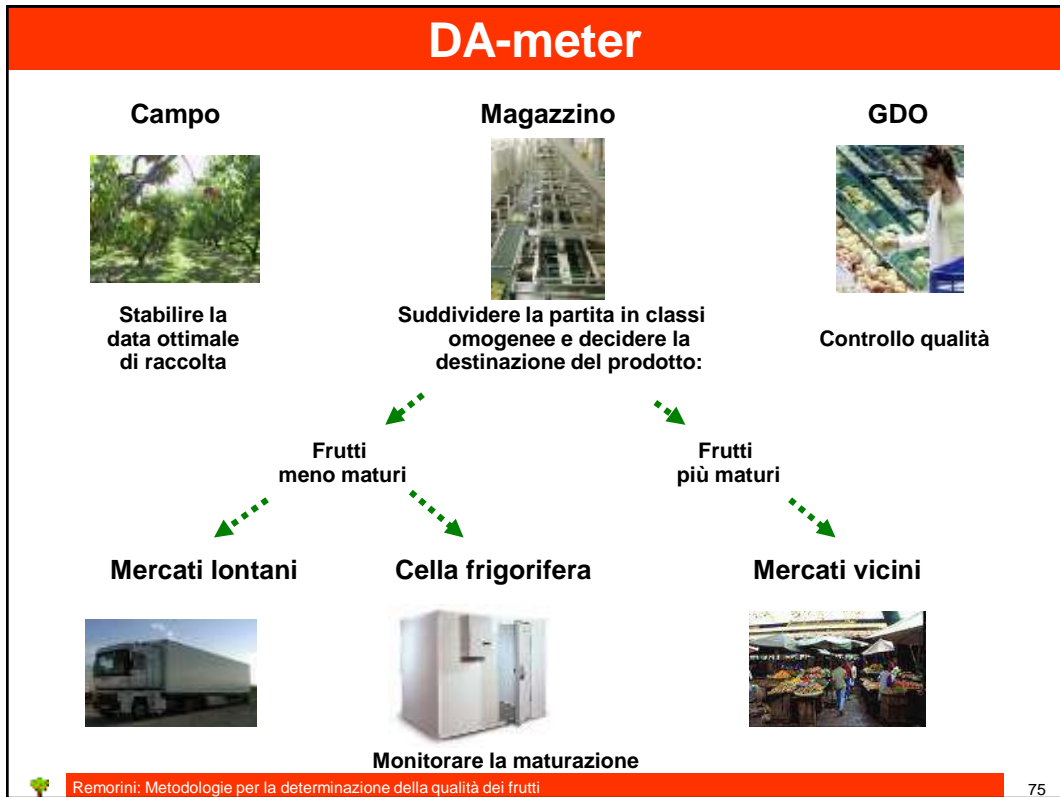


Classe 1 1.2-1.4 Classe 2 0.8-1 Classe 3 0.8-0.6

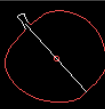
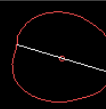
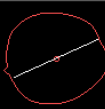
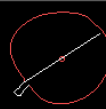
Acerbo


Maturo





Analizzatori ottici della forma

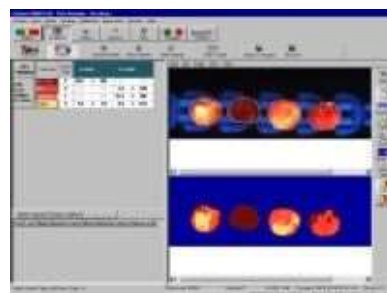
-1-	21\03\1997	-2-	21\03\1997
	Width 86.0 Length 79.8		Width 87.7 Length 85.0
line 1		line 1	
-3-	21\03\1997	-4-	21\03\1997
	Width 86.0 Length 85.8		Width 86.3 Length 81.5
line 1		line 1	



Aweta®

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti
76

Color Sorting

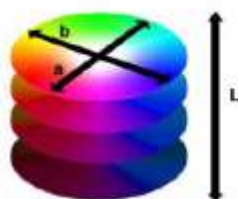


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

77

Colore

- Il colore dell'epidermide si misura con colorimetri in riflettanza che forniscono valori tristimolo corrispondenti alla sensibilità spettrale dell'occhio umano (Osservazione Standard CIE 1931).



Luminosità = (100=bianco, 0=nero) = L^*
 Componente da verde a rosso = a^*
 Componente da blu a giallo = b^*

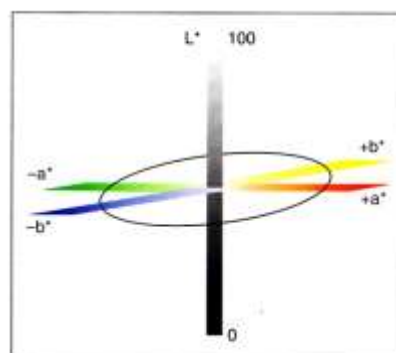


Fig. 9.4 - Lo spazio di colore $L^*a^*b^*$ permette di rappresentare la luminosità o chiarezza sulla dimensione L^* , e le componenti cromatiche nel piano costituito dalle coordinate di cromaticità $-a^*$ (rosso), $-a^*$ (verde), $+b^*$ (giallo) e $-b^*$ (blu).

Figura 1.15 - Rappresentazione dei limiti e degli intervalli cromatici delle coordinate del sistema Lab

Le coordinate L^* (luminosità, perpendicolare al piano della figura) va, per convenzione, da 0 (luminosità nulla) a 100 (luminosità massima, è un particolare bianco scelto come riferimento). Le coordinate a^* e b^* possono variare ognuna da meno a più infinito, ma per $L^* = 0$ e $L^* = 100$, a^* e b^* possono assumere solo il valore 0.

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

78

Colore

La distanza fra le coordinate cromatiche di due colori (ΔE) può essere calcolata con il teorema di Pitagora:

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

Questo elenco di vari valori di ΔE può servire come guida per interpretare le differenze di colore:

- $\Delta E < 0,2$ la differenza non è percepibile;
- $0,2 < \Delta E < 0,5$ la differenza è molto piccola;
- $0,5 < \Delta E < 1,5$ la differenza è piccola;
- $2 < \Delta E < 3$ esiste una variazione di colore distinguibile;
- $3 < \Delta E < 6$ la differenza è abbastanza distinguibile;
- $6 < \Delta E < 12$ significa una forte differenza di colore;
- $\Delta E > 12$ significa colori diversi

in un contratto di stampa, si può stabilire che la differenza tra il colore richiesto e quello stampato sia inferiore a $5 \Delta E$.



Colore



Colore

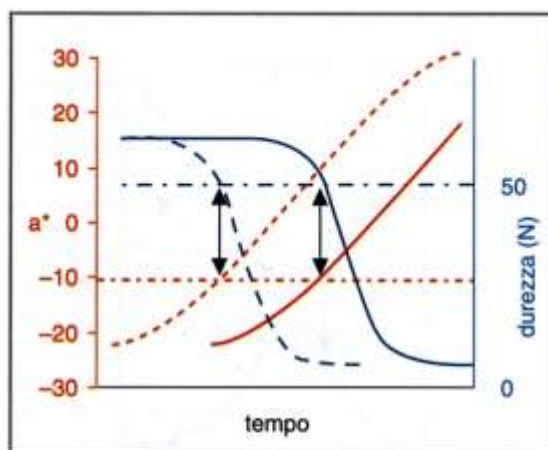


Fig. 9.8 - Schema della corrispondenza tra viraggio del colore di fondo (linee rosse) e intenerimento (linee blu) in un frutto precoce (a sinistra, linee tratteggiate) e in un frutto tardivo (a destra, linee continue) di una stessa cultivar. In ogni cultivar, un certo colore di fondo corrisponde abbastanza bene alla durezza adatta alla raccolta: nell'esempio in figura, ad $a^* = -10$ corrisponde (freccie) la durezza di 50 N.

- Il colore di fondo delle pesche vira abbastanza regolarmente in concomitanza con il progressivo intenerimento del frutto.
- Il colore ottimale per la raccolta va individuato singolarmente per ogni cv.



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

81

Colore

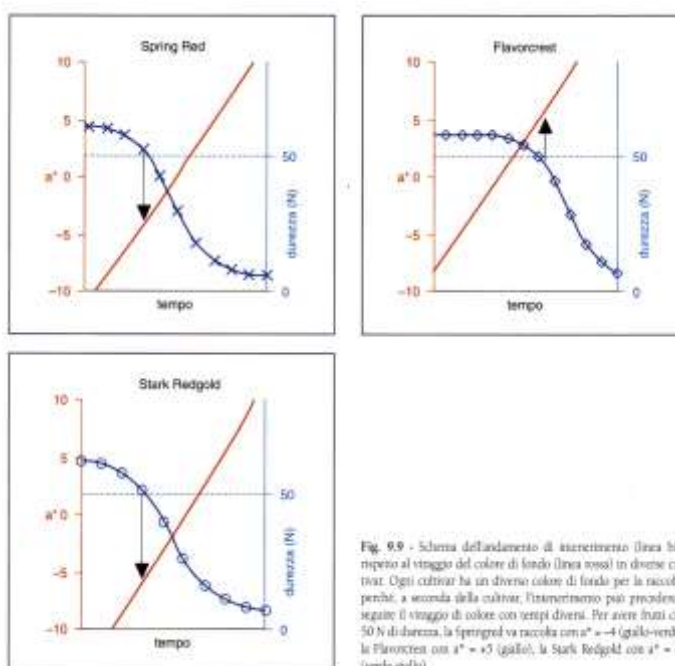


Fig. 9.9 - Schema dell'andamento di accrescimento (linea blu) rispetto al viraggio del colore di fondo (linea rossa) in diverse cultivar. Ogni cultivar ha un diverso colore di fondo per la raccolta, perché, a seconda della cultivar, l'intenerimento può precedere o seguire il viraggio di colore con tempi diversi. Per avere frutti con 50 N di durezza, la Springred va raccolta con $a^* = -4$ (giallo-verde), la Flavorcrest con $a^* = +5$ (giallo), la Stark Redgold con $a^* = -6$ (verde-giallo).

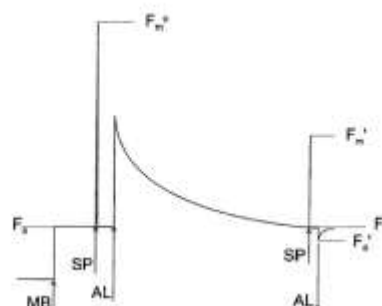
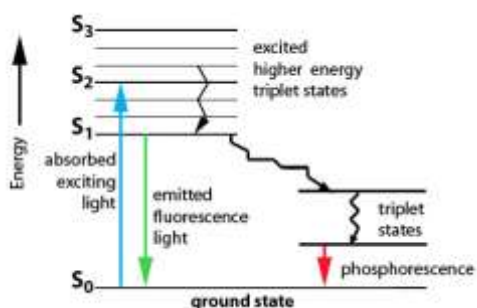


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

82

Florescenza

La **fluorescenza** è uno dei due processi radiativi, insieme alla fosforescenza, con cui si può verificare il rilassamento di una molecola eccitata.



F_m , F_v , F_v/F_m , F_v/F_o , and F_o/F_v showed a significant relationship with the quality parameters of firmness, TA, SS/TA



Florescenza




Courtesy of Key Technologies

FluoRaptor™ adds fluorescence-sensing ability to recognize the presence of varying levels of chlorophyll in products. This allows it not only to easily separate non-chlorophyll-containing defects and foreign material, but extraneous vegetable matter as well.



Fluorescenza

MULTIPLEX



Light sources:
 .375 nm (UV-A)
 .530 nm (Green)
 .630 nm (Red)

Detectors:
 .Blu-green
 .Red
 .Far-red

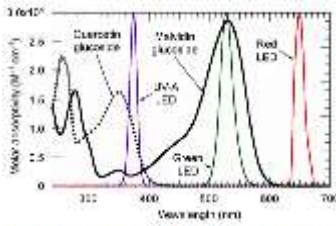
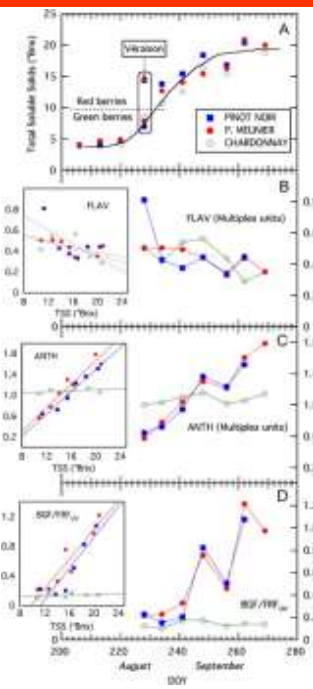



Fig. 1. Assorbimento spettrale di tre composti chiave (antociani, flavonoli e clorofilla) confrontato con le sorgenti di luce applicate (UV-A, verde e rosso) in tre varietà di uva: Pinot Nero, Pinot Meunier e Chardonnay. I dati sono espressi come rapporto tra l'assorbimento con la sorgente di luce applicata e l'assorbimento con la sorgente di luce verde. I dati sono espressi come rapporto tra l'assorbimento con la sorgente di luce applicata e l'assorbimento con la sorgente di luce UV-A.

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti
85

Sensore Ottico Multiparametrico di Fluorescenza (Multiplex® FORCE-A)



Irraggiamento del campione in sequenza con radiazione:
 ultravioletta (375nm), blue (450nm),
 verde (515nm), arancio (630nm)
 Misura della luce rossa riemessa
 (fluorescenza) dal campione

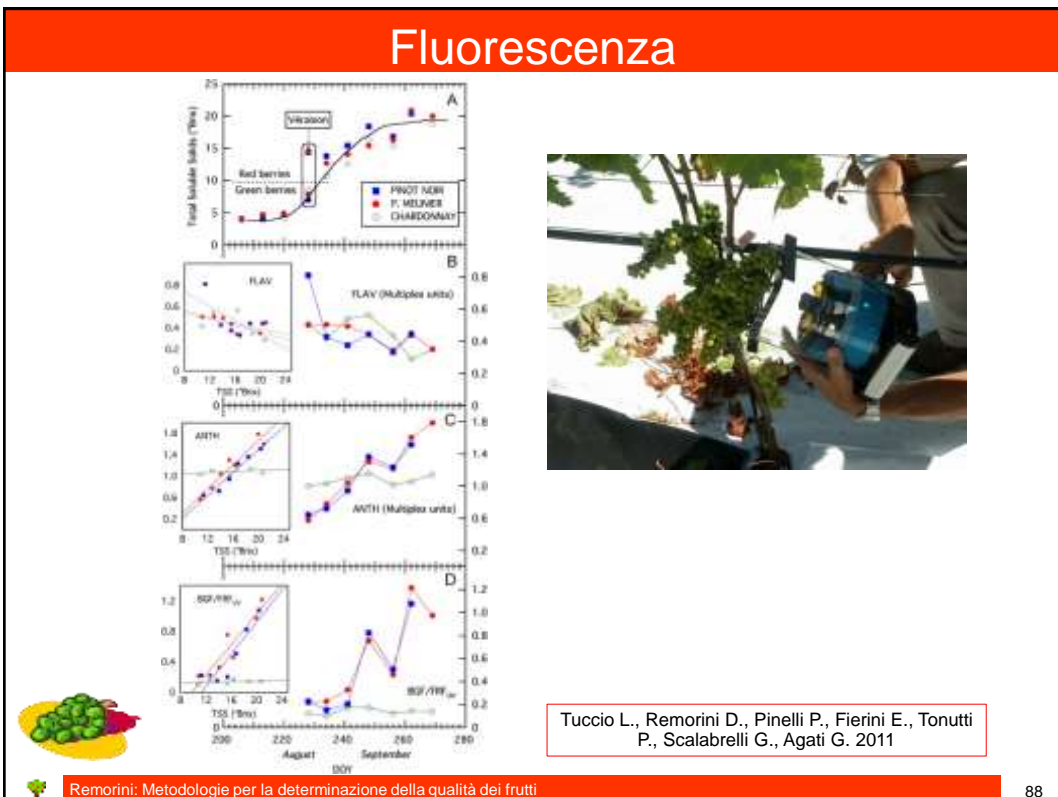
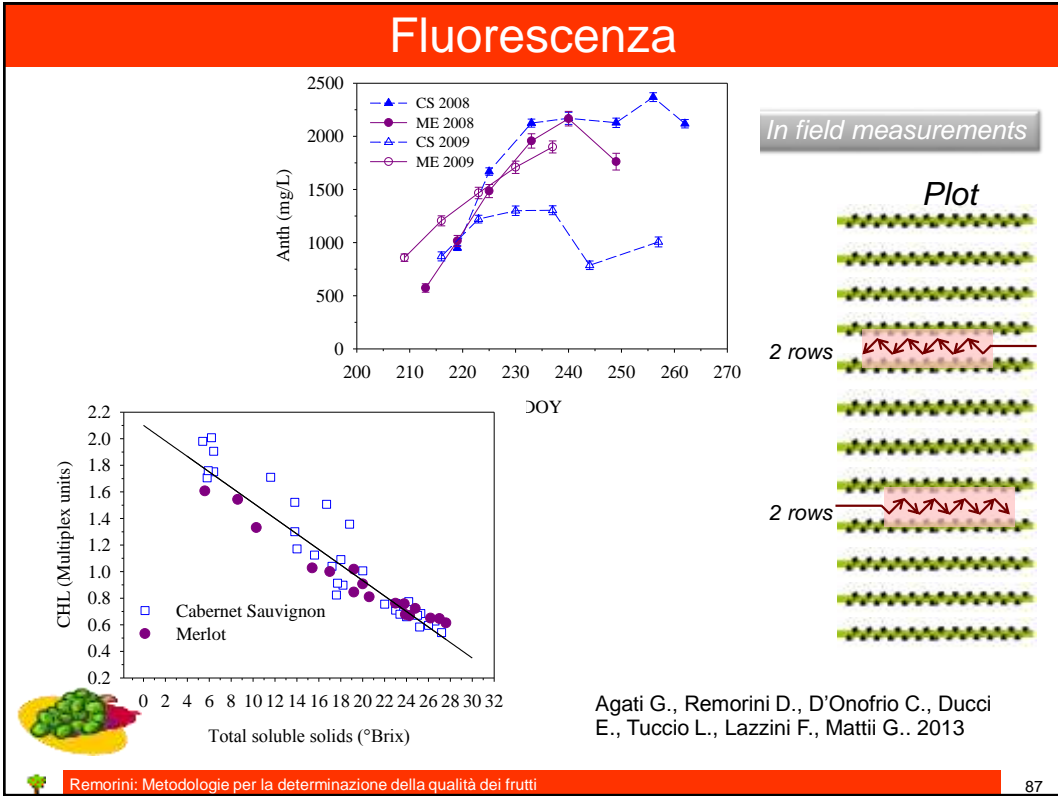
*Da una singola misura
 si ottengono informazioni su vari composti:*

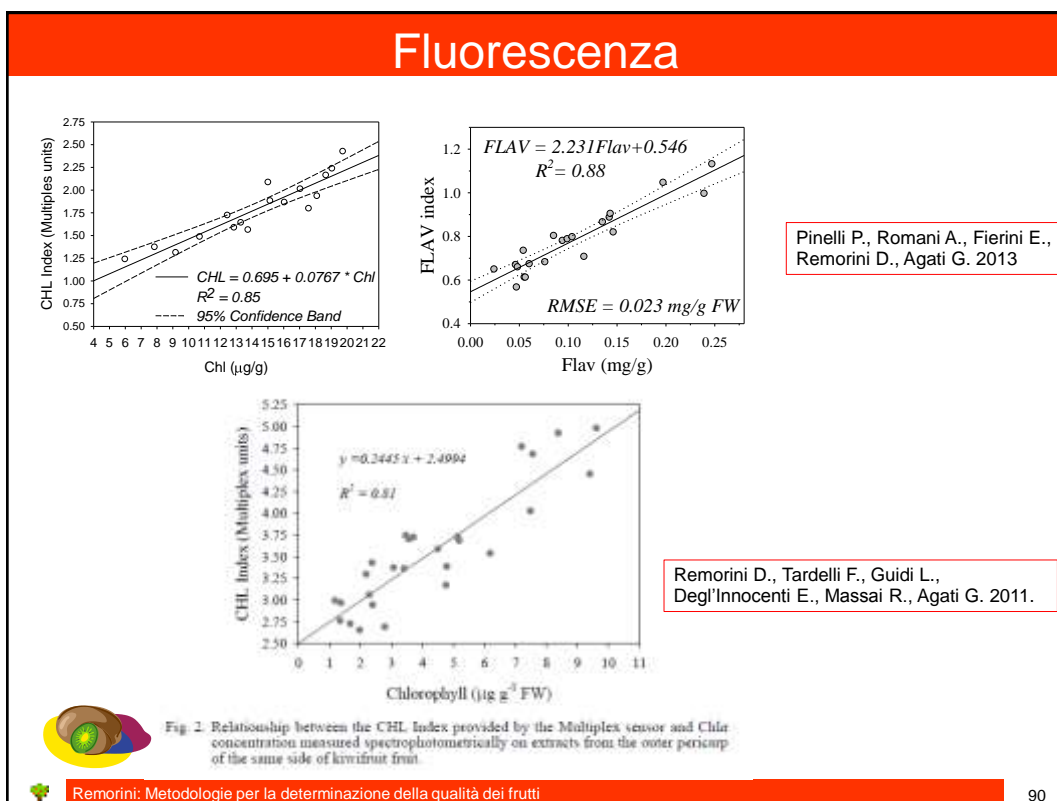
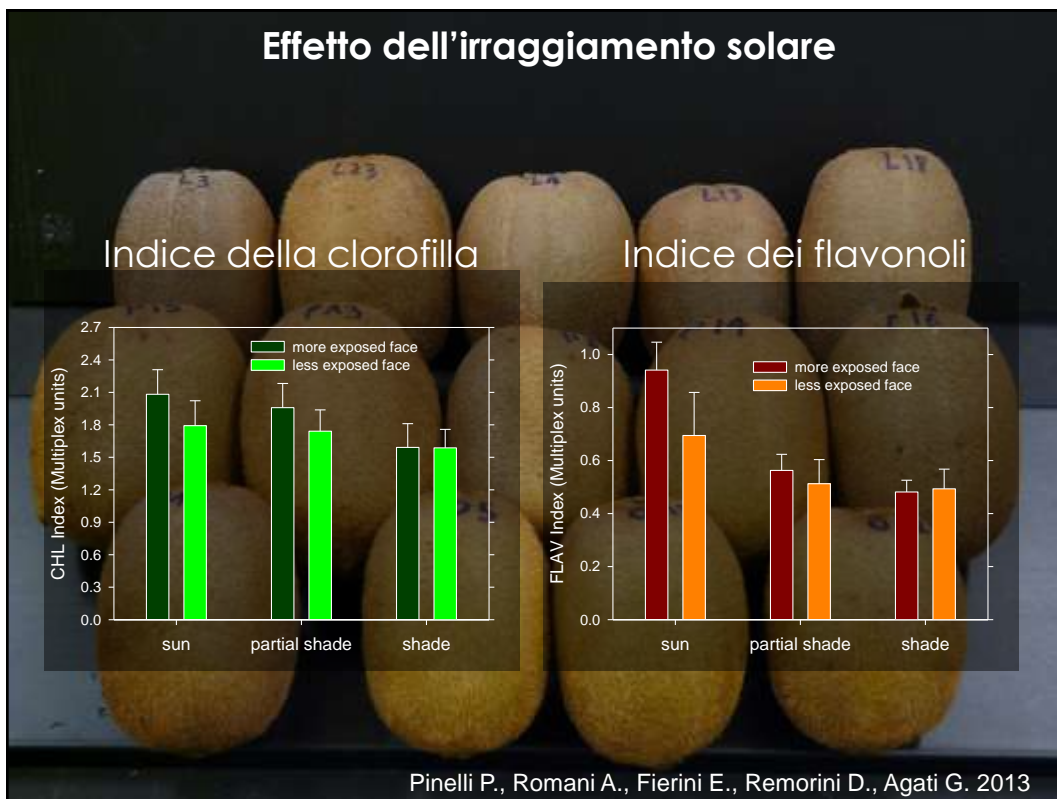
Antociani, indice ANT = $\log \frac{\text{Fluorescenza con LED arancio}}{\text{Fluorescenza con LED verde}}$

Flavonoli, indice FLAV = $\log \frac{\text{Fluorescenza con LED arancio}}{\text{Fluorescenza con LED UV}}$

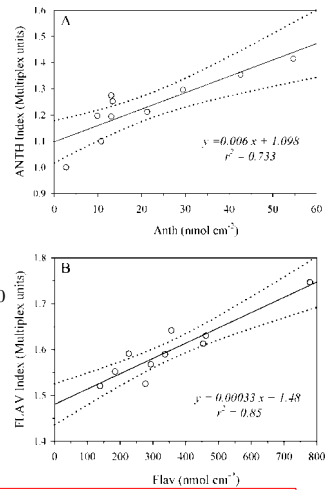
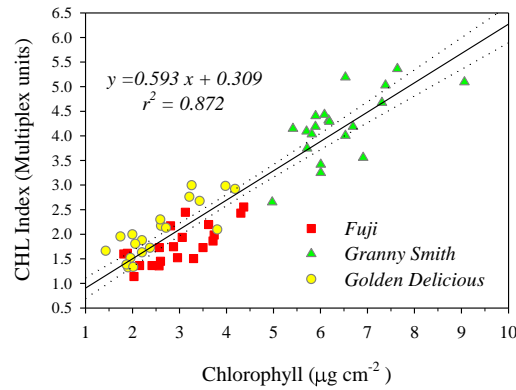
Clorofilla, indice CLO = $\frac{\text{Fluorescenza vicino infrarosso}}{\text{Fluorescenza rosso}}$ (con LED arancio)

Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti
86





Fluorescenza



Betemps D., Fachinello J.C., Galarca S.P., Portela N.M., Remorini D., Massai R., Agati G. 2012.

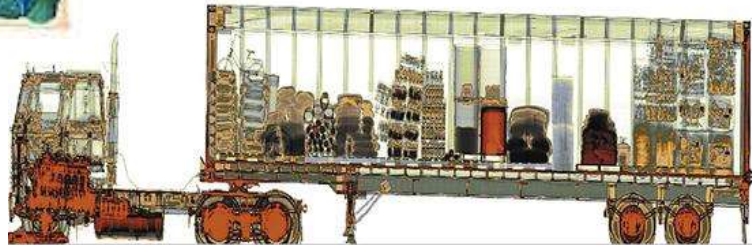
Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

91

Raggi X

radiografie bidimensionali (ispezione dei bagagli negli aeroporti)

tomografia assiale computerizzata (campo medico)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

92

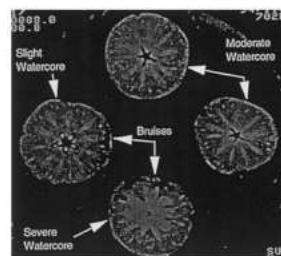
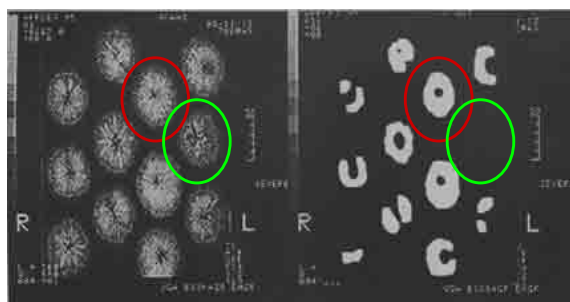
Raggi X

- presenza del marciume bruno in melo 
- scatolatura in pesco 
- presenza di noccioli in partite di olive o ciliegie  
- danni da freddo in agrumi 
- presenza di insetti in moltissime derrate alimentari  
- Translucenza dei frutti di ananas 
- applicazione commerciale: presenza di marciumi in patata 



Raggi X

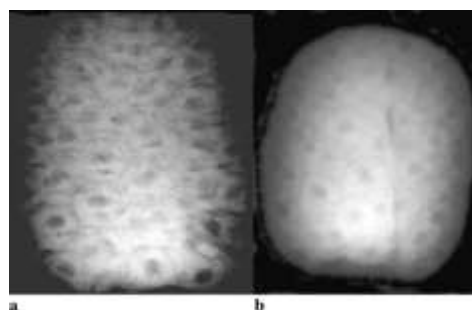
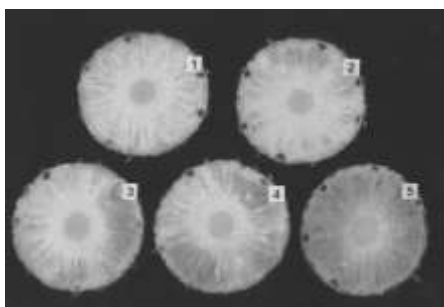
Marciume bruno



Raggi X

Traslucenza dei frutti di ananas

(Disordine fisiologico dovuto alla presenza di acqua negli spazi intercellulari)



Journal of Food Processing and Preservation
Volume 30, Issue 5, pages 527-533, 4 OCT 2006 DOI: 10.1111/j.1745-4549.2006.00086.x
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4549.2006.00086.x/full#fi>



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

95

Risonanza Magnetica Nucleare

- il flusso dell'acqua nelle piante
- la presenza di infezioni fungine
- la presenza di insetti
- l'umidità del suolo
- l'architettura radicale
- la discontinuità vascolare nel punto d'innesto
- stress termici e idrici



- alterazioni fisiologiche dei frutti, tessitura e maturazione
- individuazione della presenza di semi, di fisiopatie ed infezioni latenti



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

96

Risonanza Magnetica Nucleare



Frutto intatto



Frutto sezionato



Tecnologie meccaniche

- Tecniche distruttive
- Tecniche non distruttive che “comprendono” le risposte al contatto ad esse vibrazioni
 - CONTATTO: risposta FORZA-DEFORMAZIONE
 - VIBRAZIONE: sensori a vibrazioni meccaniche (accelerometri) o a impulsi sonici o ultrasonici

APPLICAZIONE: determinazione del grado di maturazione e rilevamento difetti interni



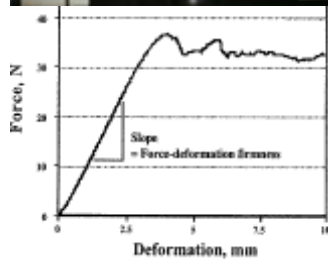
Quality Detection by Fruit Response to Force



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

99

Destructive Tests Magness-Taylor (MT)



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

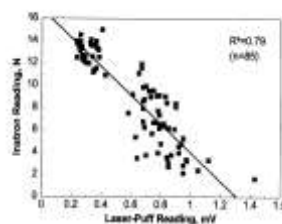
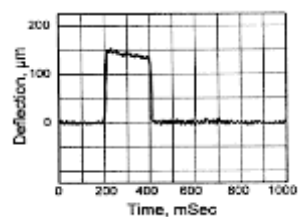
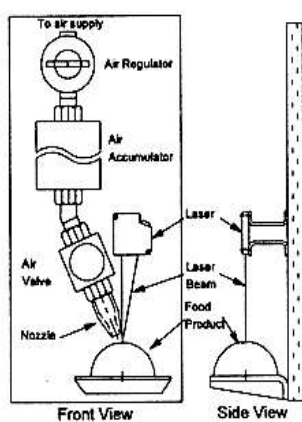
100



600 frutti / minuto



Laser-Puff Detector

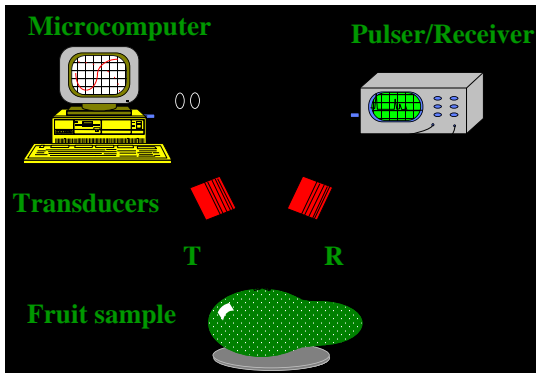


Source: Hung & Prussia 1995

Correlation between peach firmness and Laser-Puff readings



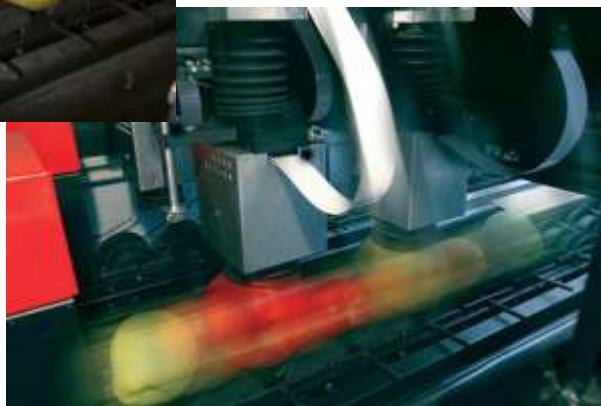
Determining Fruit Properties by Ultrasonic Techniques



Source: Mizrach & Flitsanov



Aweta Acoustic Firmness Sensor



<http://www.autolinesorters.com>

Aweta®



Tecnologie elettrochimiche

Le informazioni provenienti dai sistemi percettivi umani possono essere divise in:

Informazioni fisiche: provenienti dai 3 sensi "fisici" (acustico, visivo, tattile) possono essere elaborate, espresse verbalmente, memorizzate, e interamente trasmesse.

Informazioni chimiche (olfatto e gusto), provenienti dal naso e dalla lingua sono imprecise, e questo si riflette sulla scarsa capacità di descriverle e memorizzarle.



Sistemi olfattivi elettronici



Tecnologie elettrochimiche

"NASI ELETTRONICI" (*Electronic Nose*) riconoscono alcuni composti volatili (etilene, esteri etilici, acetaldeide, etanolo ed esteri acetati).

I rivelatori di gas sfruttano la diversa conducibilità elettrica di alcuni semiconduttori, basati su differenti polimeri ed ossidi metallici, in presenza di determinati composti volatili



Sistemi olfattivi elettronici

Applicazioni del naso elettronico

- Controllo qualità nell'industria alimentare
- Identificazione di microrganismi
- Diagnosi precoce delle malattie delle piante
- Maturazione e qualità della frutta

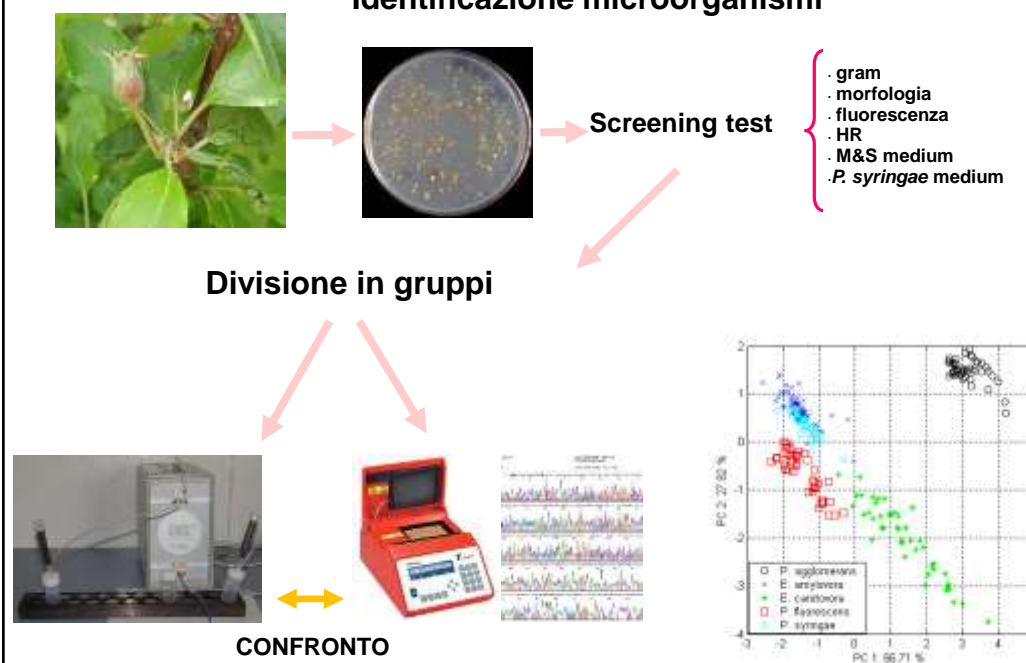


Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

107

Sistemi olfattivi elettronici

Identificazione microorganismi



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

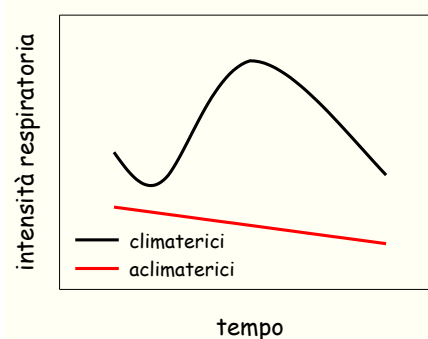
108

Densità dei frutti

La densità dei frutti diminuisce durante la maturazione (frutti climaterici) in seguito a modifiche nella struttura cellulare, nel SSC e nell'idratazione dei tessuti.

La densità dei frutti può variare in risposta a fisiopatie e danni meccanici.

Diversa capacità di galleggiamento in funzione della specie e della varietà



Frutti climaterici:



Frutti aclimaterici:



Analisi sensoriali

DESCRITTIVE (per descrivere le percezioni e la loro intensità)	EDONISTICHE (per esprimere il gradimento o la preferenza)
ASSAGGIATORI	
Selezionati	Consumatori
Addestrati	Con nessuna preparazione
Motivati	Rappresentativi
In numero di 10-20	Molto numerosi



Analisi sensoriali

Questionario: Analisi sensoriale per focalizzare il gradimento di varietà di Pesche nettarine

Età _____ Sesso _____ Professione _____ Titolo di studio _____ Data _____

Campione varietà X

Come valuti il colore di questo prodotto:

Mi piace molto Mi piace abbastanza Mi lascia indifferente Mi piace poco Mi lascia indifferente

Come valuti la consistenza di questo prodotto:

Mi piace molto Mi piace abbastanza Mi lascia indifferente Mi piace poco Mi lascia indifferente

Come valuti la dolcezza di questo prodotto:

Mi piace molto Mi piace abbastanza Mi lascia indifferente Mi piace poco Mi lascia indifferente

Come valuti il sapore di questo prodotto:

Mi piace molto Mi piace abbastanza Mi lascia indifferente Mi piace poco Mi lascia indifferente

Come valuti il gradimento complessivo di questo prodotto:

Mi piace molto Mi piace abbastanza Mi lascia indifferente Mi piace poco Mi lascia indifferente

Sei disposto a riutilizzare questo prodotto:

Certamente sì Probabilmente sì Forse sì forse no Probabilmente no Certamente no



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

111

Attività future – Un possibile nuovo approccio

Nel prossimo futuro è prevista, in collaborazione con il **Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa**, la valutazione dell'impiego di **metodologie avanzate di elaborazione del segnale iperspettrale** e **tecniche di analisi multivariata** tipicamente utilizzate per *elaborazione di immagini iperspettrali telerilevate*.

- Gestione efficace ed efficiente di dati ad elevata dimensione;
- Possibile impiego di tecniche di riduzione della dimensionalità a minima perdita di informazione;
- Elaborazione efficiente di dati ad elevata complessità;
- Analisi non circoscritta ad un numero esiguo di componenti/bande, ma estesa all'intero spettro:
 - si sfrutta appieno il ricco contenuto informativo racchiuso nella **firma spettrale** (*spectral signature / spectral fingerprint*)
- Possibilità di realizzazione di una *framework* basata sulla teoria della decisione statistica:
 - catena di *processing* automatica, che minimizza la necessità di supervisione o intervento da parte di un operatore.



Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti

112

Attività future – Un possibile nuovo approccio

Clustering e classificazione non-supervisionata

- Analisi di tracciabilità, raggruppamento dei frutti con caratteristiche simili in termini di contenuti, compattezza, livello di maturazione, ecc.

Classificazione supervisionata

- Classificazione dei frutti sulla base di proprietà specifiche (occorre eseguire preventivamente una caratterizzazione spettrale ad hoc della frutta).

Rivelazione di anomalie spettrali

- Rivelazione di anomalie non caratterizzate in precedenza (es. danni inconsueti).

Spectral Matching e correlazione spettrale

- Ricerca di una sostanza specifica nei frutti (occorre eseguire preventivamente una caratterizzazione spettrale ad hoc della frutta).

Risultati attesi: migliori prestazioni in termini di risposte più semplici e veloci, ampliamento della gamma di problematiche di frutta rivelabili, procedure più affidabili e automatiche, minimizzazione della necessità di intervento esterno e del rischio di fallimento.



Gruppo di lavoro:

DiSAAA-a: Damiano Remorini, Rossano Massai, Lucia Guidi, Giancarlo Scalabrelli, Claudio D'Onofrio.

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa: Giovanni Corsini e Stefania Matteoli

IFAC – CNR (Sesto F.no): Giovanni Agati

Dipartimento Scienze Farmaceutiche (Università di Firenze): Annalisa Romani, Patrizia Pinelli e Elisa Fierini

Universidade Federal de Pelotas (Brasile): José Carlos Fachinello e Débora Leitzke Betemps



<p>Tuccillo et al. Non-destructive detection of grape anthocyanins 181</p>	<p style="text-align: right;">Research Article BCI</p> <p style="font-size: small;"> Downloaded from ascelibrary.com by University of California, San Diego on 04/10/14 </p>
<p>Rapid and non-destructive method to assess in the vineyard grape berry anthocyanins under different seasonal and water conditions*</p>	<p>Non-destructive evaluation of ripening and quality traits in apples using a multiparametric fluorescence sensor</p>
<p>L. TUCCIO¹, D. REMORINI², F. PINELLI³, E. FERRINI⁴, F. TONUTTI⁵, G. SCALABRINI⁶ and G. AGATI⁷</p>	<p>Débora L. Betemps,¹ José Carlos Fachinello,² Simone P. Galarça,³ Nicéla M. Portela,⁴ Damiano Remorini,⁵ Rossano Massa⁶ and Giovanni Agati⁷*</p>
<p>Determination of Maturity Stage and Fruit Quality in Peach by Skin's Optical Properties.</p>	<p>Research Article BCI</p> <p style="font-size: small;"> Downloaded from ascelibrary.com by University of California, San Diego on 04/10/14 </p>
<p>Damiano Remorini, Filiberto Loreti and Rossano Massa</p>	<p>Effects of foliar and fruit addition of sodium selenate on selenium accumulation and fruit quality</p>
<p>Non destructive in vineyard monitoring of winegrape phenolic maturity using a portable fluorescence sensor</p> <p>G. Agati¹, G. Matti²*, L. Tuccio³*, D. Remorini⁴*, P. Tomati⁵*, G. Scalabrini⁶***</p>	<p>Beatrice Pezzarossa,^{1*} Damiano Remorini,² Marieluzia L. Gentile³ and Rossano Massa⁴</p>
<p style="text-align: center;">PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND BERRY COMPOSITION OF 'ALEATICO' GRAPEVINE SUBJECTED TO DIFFERENT WATER REGIMES.</p> <p>Lorena Tuccio¹, Damiano Remorini², Giovanni Agati³, Pietro Tonutti⁴, Giancarlo Scalabrini⁵</p>	<p>Effects of Different Water Regimes on Berry Metabolism and Composition of 'Aleatico' Grapevine</p> <p>L. Tuccio, D. Remorini and G. Scalabrini Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose Università di Pisa via del Borghetto, 10, 56124 Pisa Italy</p>
<p>Characterization of Kiwifruit (<i>Actinidia chinensis</i>) and optimization of non-invasive optical methods for quality control</p> <p>Elisa Fierini¹, Patrizia Piazzoli², Damiano Remorini³, Rossano Massa⁴, Giovanni Agati⁵ and Annalisa Rosani⁶</p>	<p>G. Agati Istituto di Fisica Applicata "Nello Carraro" - CNR Via Madonna dei Pini, 10, 56019 Sesto Fiorentino (Firenze) Italy</p>
<p>A Non-Destructive Fluorescence Method Applied to the Assessment of the Quality of Kiwifruit</p> <p>D. Remorini¹, F. Tardelli², R. Massa³, L. Guzzi⁴, E. Degl'Innocenti⁵ and G. Agati⁶</p>	<p>P. Tomati Scuola Superiore Sant'Anna Piazza Martiri della Libertà, 33, 56127 Pisa Italy</p>
<p> Remorini: Metodologie per la determinazione della qualità dei frutti 115</p>	