



Convegno di Medio Termine dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria
Belgirate, 22-24 settembre 2011
memoria n.

OTTIMIZZAZIONE DELLA GESTIONE DEI MAGAZZINI FRIGORIFERI DELLA FILIERA MELE ATTRAVERSO SISTEMI INNOVATIVI

R. Beghi⁽¹⁾, G. Giovanelli⁽²⁾, V. Giovenzana⁽¹⁾, R. Guidetti⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Ingegneria Agraria (DIA), Università degli Studi di Milano

⁽²⁾ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari e Microbiologiche (DiSTAM), Università degli Studi di Milano

SOMMARIO

Il presente lavoro ha tentato di ampliare il campo di applicazione delle tecniche di analisi non distruttive, ormai in fase applicativa nella filiera della mela, non solo alla valutazione qualitativa del frutto ai fini commerciali, ma anche ai parametri volti alla definizione delle migliori condizioni di conservazione. Lo scopo dello studio è stato quello di valutare l'applicabilità della spettroscopia Vis/NIR per il monitoraggio e la gestione delle partite di mele durante i mesi di conservazione in cella frigorifera.

Un sistema Vis/NIR da banco (600-1200 nm) è stato utilizzato per classificare mele provenienti da due diverse cultivar, Golden Delicious and Stark Red Delicious prodotte in Valtellina (SO), sulla base del loro contenuto in solidi solubili (°Brix) e della durezza. È stato analizzato l'andamento durante la shelf-life in conservazione delle classi create originariamente e valutata l'accuratezza delle stime Vis/NIR.

I risultati sono stati molto buoni in quanto è stata evidenziata la possibilità di selezionare e classificare le mele alla raccolta in modo non distruttivo in base al contenuto zuccherino e alla durezza, in base quindi a parametri interni di qualità e non soltanto rifacendosi a caratteristiche di aspetto o pezzatura. Questo approccio risulta importante per gestire al meglio la sequenza di apertura delle celle di conservazione durante la stagione invernale, con l'obiettivo di immettere sul mercato in ogni momento dell'anno il miglior prodotto possibile.

Parole chiave: spettroscopia Vis/NIR, mele, conservazione, classificazione, analisi della qualità

1 INTRODUZIONE

L'utilizzo di sistemi non distruttivi di valutazione della qualità dei frutti che siano integrabili sulle linee di cernita esistenti e in grado di lavorare su grandi quantitativi di prodotto è indispensabile per ottimizzare la gestione dei magazzini. (Ventura et al., 1998; Peirs et al., 2000; Lu et al., 2000, Camps et al., 2007). La possibilità di selezionare e classificare le mele alla raccolta in modo non distruttivo in base al contenuto zuccherino e alla durezza, in base quindi a parametri oggettivi sulla qualità interna dei frutti e non soltanto rifacendosi alla valutazione del colore o della pezzatura, permette di valorizzare al meglio la qualità delle produzioni. Il lavoro ha avuto come

scopo la sperimentazione di tecniche innovative per la caratterizzazione delle mele al momento del conferimento presso i centri di lavorazione al fine di definire le condizioni ottimali per la loro conservazione. Questa opportunità apre una nuova frontiera nella gestione della conservazione, infatti i frutti più maturi classificati in questo modo possono essere gestiti durante la conservazione in cella in modo differenziato rispetto a quelli che lo sono meno.

2 MATERIALI E METODI

E' stato sperimentato uno strumento da banco (QS_200, UNITEC S.p.A, Lugo (RA), Italia) basato sulla tecnologia Vis/NIR da usare immediatamente dopo la raccolta, acquisendo informazioni inerenti lo stadio di maturazione delle mele (contenuto in solidi solubili e consistenza della polpa), in modo rapido e non distruttivo (figura 1). Questo strumento rappresenta la soluzione ottimale per la rilevazione non distruttiva della qualità interna dei frutti come la consistenza e il contenuto zuccherino; permette, infatti, l'intervento nel campionamento prima dello stoccaggio per stimare con precisione le potenzialità di conservazione. Un enorme vantaggio consiste nel fatto che le analisi vengono condotte in maniera non distruttiva e, poiché la velocità di risposta si aggira intorno a 0,1 secondi, è possibile applicarlo su larga scala. Il sistema inoltre è dotato di dispositivo per la compensazione automatica della temperatura in modo da garantire rilevazioni accurate. Lo spettro di assorbimento caratteristico di questo strumento va da 600 a 1200 nm ed è perciò considerato uno spettrofotometro Vis/NIR.



Figura 1. Sistema QS_200 di UNITEC SpA e particolare di acquisizione degli spettri Vis/NIR

Per l'acquisizione e la gestione dei dati, lo strumento è dotato di un personal

computer con software di gestione specifico; quest'ultimo permette di visualizzare in forma grafica lo spettro Vis/NIR del campione. I dati rilevati vengono visualizzati anche sotto forma numerica, memorizzati ed elaborati automaticamente per fornire analisi statistiche delle partite di prodotto.

Nel protocollo di analisi, l'utilizzo di questo strumento è sempre preceduto da una calibrazione; all'inizio ciò è avvenuto per permettere di costruire il modello da utilizzare per le stime sui campioni mentre una seconda calibrazione, con pochi campioni, deve essere effettuata ogni volta che lo strumento viene utilizzato.

2.1 Campionamento

Il campionamento è stato svolto presso la Cooperativa Ortofrutticola Melavi di Ponte in Valtellina (SO). Sono state analizzate le varietà più rappresentative della produzione valtellinese, "Golden Delicious" e "Stark Red Delicious".

In primo luogo, sono state scelte in modo casuale 100 mele, 50 Golden Delicious e 50 Stark Red Delicious, che sono state utilizzate per creare un modello di calibrazione dello spettrometro QS_200; i valori ottenuti con le metodologie di analisi tradizionale relative alla consistenza e ai solidi solubili sono stati infatti correlati agli spettri acquisiti con lo spettrofotometro Vis/NIR mediante l'utilizzo della tecnica PLS (Partial Least Square) e del software The Unscrambler (versione 9.8, CAMO ASA, Oslo, Norway). Una volta calibrati i modelli chemiometrici di regressione (un modello per ogni parametro analizzato per ogni cultivar) il sistema QS_200 è stato utilizzato per la classificazione non distruttiva, in base alla stima del contenuto in solidi solubili, di partite omogenee di mele (due classi di maturazione). In ognuno dei due anni di sperimentazione (2009-2010) sono stati classificati circa 1000 frutti che sono stati poi stoccati in atmosfera controllata per seguire la shelf-life nell'arco dell'anno. Mensilmente una parte dei campioni stoccati venivano prelevati ed analizzate sia con il sistema ottico QS_200 sia attraverso le classiche analisi di laboratorio (7 campionamenti ogni anno):

- determinazione dei parametri di consistenza (gradiente, forza al picco, energia di penetrazione della polpa e energia di penetrazione totale) attraverso l'utilizzo di un texture analyzer (TXT, Stable Micro System, Godalming, UK);
- determinazione del contenuto in solidi solubili (°Brix) utilizzando un rifrattometro (modello PR-32, Atago, Tokyo, Japan).

In questo modo è stato possibile analizzare l'andamento durante la shelf-life in conservazione delle classi create originariamente ed inoltre è stato possibile valutare l'accuratezza delle stime non distruttive effettuate col sistema Vis/NIR.

3 RISULTATI

3.1 Evoluzione dei parametri qualitativi nel corso della shelf-life

I dati analitici, ottenuti attraverso analisi distruttive di laboratorio, sono stati messi a confronto con le stime dei parametri chimici ottenute dal dispositivo sperimentale QS_200.

Le mele Golden meno mature (G. acerbe) presentano un minore contenuto zuccherino rispetto alla mature (figura 2) caratterizzate, in media, da 1,84 °Brix in più rispetto alla classe precedente. Inoltre non si nota una evoluzione significativa degli

zuccheri nel corso della conservazione. Per quanto riguarda le mele Stark è stato riscontrato un analogo andamento rispetto alle Golden. Infatti i frutti appartenenti alla classe meno matura (R. acerbe) possiedono un minore contenuto zuccherino rispetto alle mature (R. mature); queste ultime, nel corso della shelf-life, presentano in media 1,42 °Brix in più rispetto all'altra classe.

Passando ai parametri di consistenza, non è stata rilevata una differenza degna di nota tra le classi per entrambe le varietà.

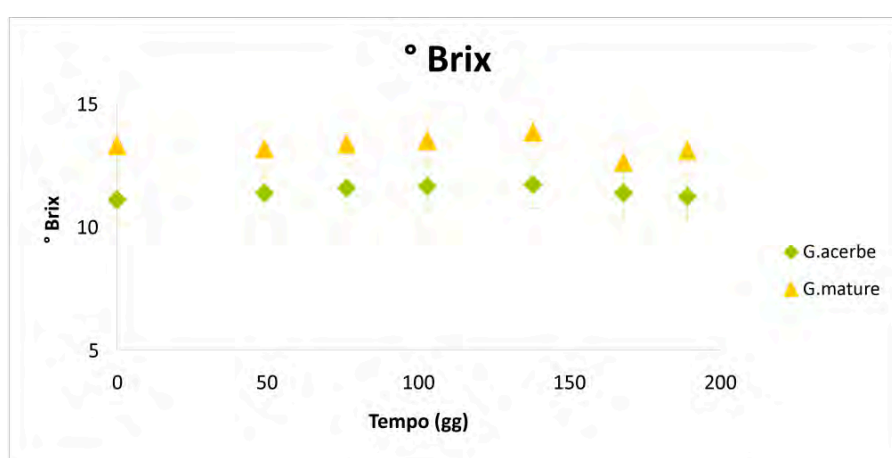


Figura 2. Variazione del contenuto zuccherino nel corso della shelf-life (mele Golden)

3.2 Confronto dei risultati ottenuti tramite QS_200 e i metodi tradizionali

3.2.1 Contenuto zuccherino

Le stime registrate dal sistema Vis/NIR sono state confrontate ad ogni tempo di campionamento con i risultati provenienti dalle tradizionali analisi di laboratorio effettuate con il rifrattometro digitale e il penetrometro.

Sono stati calcolati per ogni campione gli scarti tra il dato stimato dal sistema e il dato distruttivo di riferimento.

Il grafico (figura 3) evidenzia risultati accurati per la stima del residuo secco rifrattometrico della cultivar 'Golden Delicious'. L'83% delle determinazioni ha uno scarto inferiore ad 1°Brix, preso come limite di accettabilità.

Per quanto riguarda la cultivar Stark Red Delicious (figura 4), la stima è peggiore rispetto alle Golden Delicious ma comunque il 56% degli scarti calcolati tra il dato stimato dal sistema e il dato di riferimento ha un valore inferiore a 1°Brix. In particolare 1/3 dei campioni differiscono per meno di 0,5 °Brix.

3.2.2 Durezza

Golden. Buoni risultati sono stati ottenuti per la stima del gradiente per quanto riguarda le mele Golden, con il 62% delle valutazioni effettuate che mettono in evidenza uno scarto dal valore di riferimento inferiore a 0,5 N/mm. In particolare si nota che gli scarti calcolati tra il dato stimato dal sistema e il dato di riferimento hanno un valore inferiore a 0,25 N/mm per il 39% dei campioni.

Per quanto riguarda la forza al picco, i risultati della stima con QS_200 sono abbastanza soddisfacenti ma meno accurati rispetto al gradiente, con il 52% delle valutazioni effettuate che mettono in evidenza uno scarto dal valore di riferimento inferiore a 1N. L'energia di penetrazione della polpa, con il 68% delle valutazioni effettuate che si allontanano dal valore stimato per un massimo di 2 N*mm, risulta il parametro di durezza con i migliori risultati di stima (figura 5).

Stark. Per quanto riguarda la durezza, i risultati ottenuti non sono del tutto soddisfacenti per la stima del gradiente, con il 47% delle valutazioni effettuate con uno scarto dal valore di riferimento inferiore a 0,5 N/mm. Per quanto riguarda invece la stima della forza al picco (figura 6) i risultati sono migliori rispetto a quelli ottenuti per il gradiente, con il 63% delle stime aventi uno scarto dal valore di riferimento inferiore a 1N. Infine, per quanto riguarda le mele Stark i risultati ottenuti per l'energia di penetrazione della polpa risultano i meno accurati; infatti solo il 27% delle valutazioni effettuate ha un valore inferiore al limite di accettabilità, pari a 2,5 N*mm.

Riassumendo, risultati positivi sono stati ottenuti per il contenuto in solidi solubili, mentre risultati nel complesso discreti ma migliorabili sono stati raggiunti per la stima attraverso il sistema QS_200 dei diversi parametri di durezza.

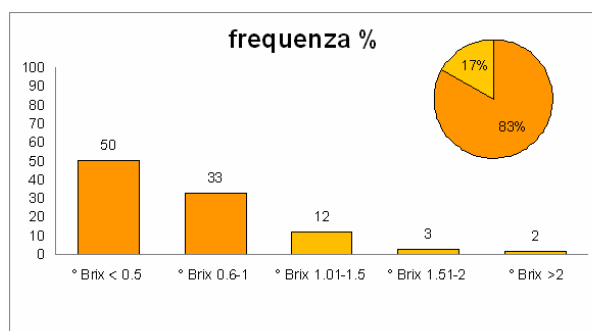


Figura 3. Frequenza degli errori assoluti dei dati medi stimati per il contenuto di solidi solubili da QS_200 rispetto ai distruttivi medi di laboratorio (mele Golden)

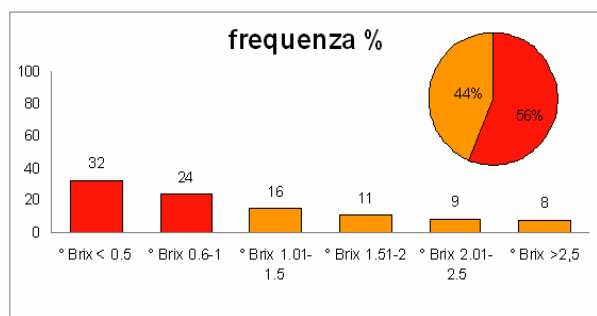


Figura 4. Frequenza degli errori assoluti dei dati medi stimati per il contenuto di solidi solubili da QS_200 rispetto ai distruttivi medi di laboratorio (mele Stark)

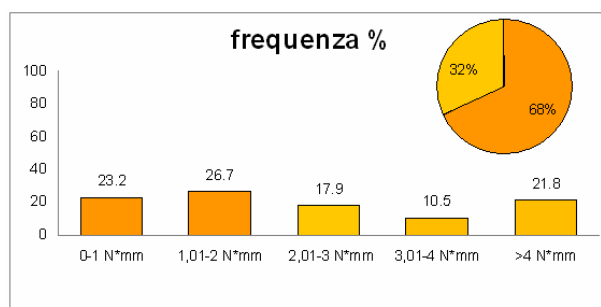


Figura 5. Frequenza degli errori assoluti dei dati medi stimati per l'energia di penetrazione della polpa da QS_200 rispetto ai distruttivi medi di laboratorio (mele Golden)

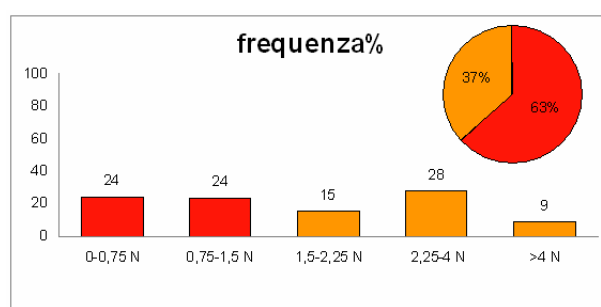


Figura 6. Frequenza degli errori assoluti dei dati medi stimati per la forza al picco da QS_200 rispetto ai distruttivi medi di laboratorio (mele Stark)

4 CONCLUSIONI

La spettroscopia Vis/NIR si è rivelata capace di classificare partite omogenee di mele in funzione del livello di maturazione e quantificare gli indici di maturazione delle mele. Questo risulta importante per l'ottimizzazione della gestione delle celle e la pianificazione della loro sequenza di apertura in base alle diverse caratteristiche dei frutti. Inoltre l'utilizzo di strumenti di questo tipo fornisce la possibilità agli operatori del settore di monitorare in modo rapido i livelli di maturazione raggiunti dai frutti al momento della raccolta e durante tutte le successive fasi della conservazione.

BIBLIOGRAFIA

- Camps, C., Guillermin, P., Mauget, J. C. , & Bertrand, D. 2007. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **15**: 169-177 .
- Lu, R., Guyer, D. E., & Beaudry, R. M. 2000. *Journal of Texture Studies* **31**(6): 615-630.
- Peirs, A., Lammertyn, J., Ooms, K., & Nicolai, B. M. 2001. *Postharvest Biology and Technology* **21**(2): 189-199.
- Ventura, M., Jager, A., De Putter, H., & Roelofs, F. P. M. M. 1998. *Postharvest Biology and Technology* **14**(1): 21- 27