

ISSN 1128-7969

Numero 3

Luglio - Settembre 2008

Anno 37

pubblicazione trimestrale

Sped. in abb. post. 70%
Filiale di Roma

LA RIVISTA DI
SCIENZA

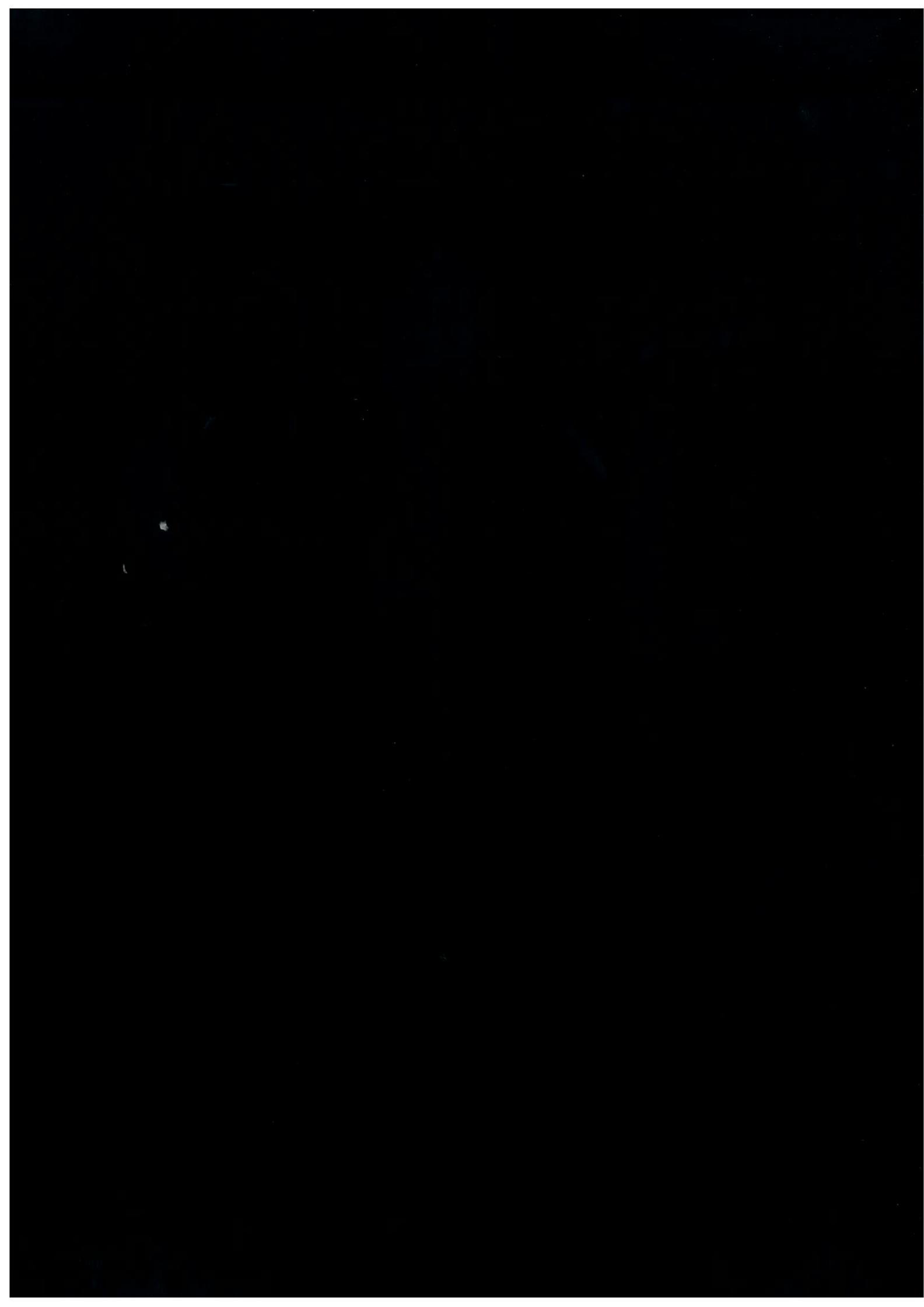
DELL'

ALIMENTAZIONE

Journal of Food Science and Nutrition

FOSAN 

Fondazione per lo Studio
degli Alimenti e della Nutrizione



LA RIVISTA DI SCIENZA DELL'ALIMENTAZIONE
Journal of Food Science and Nutrition

Direttore Responsabile: Prof. Amleto D'Amicis

Direttore Scientifico

Editor in chief

G. Tomassi

Comitato Scientifico

Scientific board

Aureli P. (Roma)
Ballerini G. (Parma)
Battistini N. (Modena)
Bonomi A. (Parma)
Brighenti F. (Parma)
Bucarelli F.M. (Roma)
Cannella C. (Roma)
Cialfa E. (Roma)
D'Amicis A. (Roma)
Ghiselli A. (Roma)
Marabelli R. (Roma)
Mariani Costantini A.
(Roma)
Migliaccio P.A. (Roma)
Montedoro G.
(Perugia)
Nicastro F. (Bari)
Pizzoferrato L. (Roma)
Quaglia G. B. (Roma)
Raimondi A. (Trieste)
Rotilio G. (Roma)
Salvatori C. (Parma)
Ticca M. (Roma)
Turrini A. (Roma)

Periodico trimestrale pubblicato da:



Fo.S.A.N. Fondazione per lo Studio degli Alimenti e della Nutrizione
Piazza dell'Esquilino, 29 - 00185 Roma, Tel. 064880635 - Fax 064880635
E-mail: redazione.fosan@yahoo.it



Associata all'USPI - Unione stampa periodica Italiana
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 14418 del 10 marzo 1972. Iscrizione al n.1364/84 del Registro Stampa

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

Gli autori devono inviare per posta elettronica il file contenente l'articolo a redazione.fozan@yahoo.it. Tutti gli articoli saranno valutati e quelli ritenuti idonei per la Rivista, saranno sottoposti all'esame dei referees. Se necessario gli autori dovranno dare risposte e chiarimenti ai quesiti posti dai referees e completare le informazioni mancanti. L'articolo deve essere accompagnato da una dichiarazione, nella quale sia riportato che il materiale sottoposto per la pubblicazione non è stato presentato o pubblicato altrove e che lo stesso non è sottoposto per la pubblicazione su altre riviste scientifiche italiane o internazionali.

Il file contenente l'articolo deve includere al suo interno tutte le eventuali tabelle, figure e grafici: ogni tabella, figura, grafico deve essere identificato mediante un numero e un titolo esplicativo. Le tabelle, figure, grafici devono essere realizzate in modo da consentire una chiara lettura in stampa bianco e nero; qualora sia necessario, ai fini della comprensibilità dell'articolo, l'uso di tabelle o figure a colori, gli autori dovranno specificarlo al momento della richiesta di pubblicazione. Tutte le pagine devono essere numerate. Gli autori devono curare la battitura del testo, l'ortografia e la grammatica.

L'articolo deve essere strutturato come segue:

1. Titolo dell'articolo (max 40 caratteri).
2. Cognome degli autori e iniziale del nome.
3. Affiliazione di ogni autore.
4. Indicazione dell'autore al quale deve essere inviata la corrispondenza i con indirizzo, telefono, fax, e-mail.
5. Riassunto in italiano e *Abstract* in inglese (max 250 parole ciascuno); riportare lo scopo dello studio, la metodologia utilizzata, i principali risultati con le osservazioni, e le conclusioni del lavoro. Poiché il riassunto deve essere esplicativo al massimo, le abbreviazioni debbono essere ridotte al minimo e spiegate. Nel riassunto non devono comparire citazioni biografiche.
6. Parole chiave in italiano e in inglese (max 4).
7. Il testo esteso degli articoli o deve contenere: una *introduzione* che descriva brevemente la materia in oggetto e fornisca al lettore una rassegna dei più recenti lavori sull'argomento; i *metodi* devono dare una chiara e concisa descrizione del materiale e/o dei soggetti utilizzati nello studio, indicare gli strumenti e i metodi usati e descrivere l'eventuale analisi statistica impiegata; i *risultati* devono descrivere ciò che lo studio ha prodotto e possono essere esposti in tabelle o in grafici o in figure, si deve evitare di riportare gli stessi risultati in più modi di presentazione. Tabelle, grafici e figure devono potersi spiegare in modo autonomo con leggende e spiegazione dei simboli; la *discussione* dei risultati deve riportare anche le *conclusioni* dedotte dallo studio e deve essere corredata con le citazioni bibliografiche della letteratura più rilevante.
8. I ringraziamenti possono essere riportati solo a fine testo e devono essere brevi. Possono essere ringraziati le Istituzioni e le Organizzazioni che hanno fornito i sostegni finanziari. I nomi devono essere scritti per esteso e le eventuali sigle in parentesi.
9. La bibliografia deve includere soltanto i lavori citati nel testo e che siano stati pubblicati o in corso di stampa (*in press*) citando la rivista sulla quale saranno pubblicati. La citazione nel testo va posta con il nome del primo autore e anno di pubblicazione. La bibliografia va elencata a fine testo in ordine alfabetico. Per i lavori con più di sette autori verranno riportati soltanto i nomi dei primi tre autori seguiti da "et al". I titoli delle riviste scientifiche dovranno essere abbreviati secondo l'Index Medicus.

La bibliografia va elencata come segue:

- per gli articoli delle riviste

Bryan F.L., Doyle MP. - Health risk and consequences of Salmonella and Campylobacter jejuni raw poultry. J. Food Protect. 1995, 58: 326-344

- per i libri

Kleinbaum D.G., Kupper L.L. Applied regression analysis and other multivariable methods. Duxbury Press Boston USA, 1985

- per i capitoli dei libri

Olson J.A. Molecular action of carotenoids. In: Caufield L.M. Olson J.A. (Eds) Carotenoids in human health, annals of the New York Academy of Science 1993, vol 691, 156-166.

La risonanza magnetica caratterizzazione e alla cultivar

Mannina L.^{1,2} Gobbin

¹ Dipartimento S.T.A.A.M. Univ.
² Istituto di Metodologie Chimiche

Autore corrispondente

Luisa Mannina

Dipartimento S.T.A.A.M. Univ.
telefono: +390874404648; fax:

Riassunto. La spettroscopia NMR è la tecnica più utilizzata nell'analisi di oli d'oliva analizzando con la tecnica NMR i componenti minoritari di oli di diverse cultivari. L'analisi NMR al carbonio-13 del glicerolo. La spettroscopia NMR è in base alla loro provenienza e ai diversi fattori agronomici quali i terreni e i casi studio specifici che m

Abstract: The Nuclear Magnetic Resonance (NMR) is the most significant results regarding the analysis of olive oil components both on minor components. ¹³C NMR spectroscopy gives information on the cultivar and the origin and the cultivar and to some specific case studies on oil characterization.

Parole chiave: NMR, olio di oliva
Key words: NMR, Olive oil, Oil

Introduzione

L'olio di oliva è uno dei "superfood" della dieta mediterranea. La sua composizione di vista chimico può essere considerata una sostanza grassa di origine naturale, prodotta esclusivamente con i processi di estrazione e consumata senza raffinazione. Gli oli di oliva che possono modificare le caratteristiche hanno un ruolo importante nel campo genetico (ovvero la coltivazione e la selezione) e agronomico (pratiche di coltivazione ecc.) ed il fatto che le caratteristiche del suolo e del clima influenzano le caratteristiche del suolo.

L'olio di oliva viene analizzato tramite metodologie

La risonanza magnetica nucleare e l'olio di oliva: caratterizzazione degli oli in base all'origine geografica e alla cultivar

Mannina L.^{1,2} Gobbino M.², Alessandri V.², Capitani, D.²

¹ Dipartimento S.T.A.A.M. Università degli Studi del Molise, 86100 Campobasso, Italy.

² Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, Area Ricerca Roma 1, 00015 Monterotondo (Roma), Italy.

Autore corrispondente

Luisa Mannina

Dipartimento S.T.A.A.M. Università degli Studi del Molise, 86100 Campobasso, Italy
telefono: +390874404648; fax +390690672477; e-mail mannina@unimol.it

Riassunto. La spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) è uno strumento molto efficace ed ormai sempre più utilizzato nell'analisi degli alimenti. In questo articolo verranno mostrati i risultati più significativi ottenuti analizzando con la tecnica NMR gli oli di oliva. L'analisi NMR al protone consente di avere informazioni sia sui componenti minoritari di un olio (aldeidi, terpeni, steroli) che sui suoi componenti maggioritari (acidi grassi); l'analisi NMR al carbonio-13 consente invece di avere informazioni sulle catene grasse e sulla loro distribuzione sul glicerolo. La spettroscopia NMR insieme ad una appropriata analisi statistica ha consentito di caratterizzare gli oli in base alla loro provenienza geografica ed in base alla cultivar ed ha inoltre permesso di studiare l'influenza di alcuni fattori agronomici quali l'altitudine e l'irrigazione sulla loro composizione chimica. Verranno quindi discussi dei casi studio specifici che mostreranno la potenzialità del protocollo NMR-statistico nell'analisi degli oli.

Abstract: The Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy is a powerful tool in the food analysis. Here, the most significant results regarding the NMR olive oils characterization will be shown. The ¹H NMR spectroscopy gives information both on minor components (aldehydes, terpenes, sterols) and major components (fatty acids); on the other hand, the ¹³C NMR spectroscopy gives information on the fatty chains and their distribution on the glycerol moiety. The NMR spectroscopy together with a suitable statistical analysis allow olive oils to be characterized according to their geographical origin and the cultivar and to study the effect of some agronomical factor on the olive oil chemical composition. In this paper, some specific case studies will be discussed to show the potentiality of the NMR-statistical methodology in the olive oil characterization.

Parole chiave: NMR, olio di oliva, Origine geografica, cultivar.
Key words: NMR, Olive oil, Geographical origin, cultivar.

Introduzione

L'olio di oliva è uno degli alimenti "chiave" della dieta mediterranea. Da un punto di vista chimico può essere considerato una sostanza grassa di origine vegetale ottenuta esclusivamente con mezzi meccanici e consumata senza raffinazione. Tra i fattori che possono modificare la composizione di un olio di oliva e quindi anche le sue caratteristiche hanno un ruolo rilevante il fattore genetico (ovvero la cultivar), il fattore agronomico (pratiche di irrigazione, concimazione ecc.) ed il fattore pedoclimatico (caratteristiche del suolo e del clima).

L'olio di oliva viene usualmente analizzato tramite metodologie analitiche che

permettono di rilevare la qualità e la genuinità del prodotto: queste analisi sono spesso riportate come analisi convenzionali in quanto definite da precise normative comunitarie. Oltre a queste analisi convenzionali, si è visto che la spettroscopia NMR (¹H e ¹³C NMR), insieme ad un'appropriata analisi statistica multivariata, ha permesso di studiare approfonditamente gli oli di oliva ed in particolare di caratterizzare gli oli in relazione alla provenienza geografica (Emanuele M.C, 1998), (Mannina L, 2001), (D'Imperio M, 2007) focalizzando l'attenzione sui componenti minori, come aldeidi, steroli e terpeni ed in relazione alla cultivar esaminando la composizione acidica e la distribuzione degli acidi grassi

sul glicerolo (Mannina L, 1999), (Mannina L, 2000), (Mannina L, 2003). È stato possibile infine anche svelare adulterazioni di olio di oliva con oli di differente origine (Emanuele M.C, 1998), (Mannina L, 1999). In questa review viene descritto il protocollo NMR-statistico applicato ad oli di oliva ed i risultati di studi riguardanti la loro caratterizzazione tramite Risonanza Magnetica Nucleare.

Materiali e metodi

Preparazione del campione

L'analisi ^1H NMR viene effettuata ponendo, nel tubo NMR da 5 mm, 20 μL del campione di olio di oliva e aggiungendo 700 μL di CDCl_3 e 20 μL di DMSO-d_6 .

L'analisi ^{13}C NMR viene effettuata ponendo 100 μL del campione di olio di oliva nel tubo NMR e aggiungendo 600 μL di CDCl_3 .

Gli spettri devono essere acquisiti immediatamente dopo la preparazione del campione per evitare fenomeni degradativi.

Spettri NMR

Gli spettri sono stati registrati su uno spettrometro Bruker AVANCE AQS600 che opera alla frequenza di risonanza protonica di 600.13 MHz e alla frequenza di risonanza del carbonio-13 di 150.9 MHz.

Per gli spettri protonici sono state utilizzate le seguenti condizioni sperimentali: numero di scansioni 1024, impulso $\pi/2$ di circa 8 μs ; time domain (TD) 64 K data points, finestra spettrale di 18.5 ppm

Per gli spettri al ^{13}C vengono invece utilizzate le seguenti condizioni: numero di scansioni 512; impulso $\pi/2$ di circa 8.3 μs , time domain (TD) 256 K data points, finestra spettrale 200 ppm, dummy scans (DS) 80. Per il disaccoppiamento del protone viene utilizzata la sequenza WALZ16. In entrambi gli spettri la temperatura del campione nel probe è di 300 K.

Una trattazione più dettagliata delle condizioni sperimentali è riportata in letteratura

(Mannina L, 2000 e Mannina L. 2001).

L'analisi dello spettro ^1H NMR prevede:

- la misura dell'intensità di alcuni segnali selezionati. Per ottenere una corretta ed omogenea misura delle intensità dei segnali, è richiesta la correzione della linea di base degli spettri. Questa può essere ottenuta tramite software matematici disponibili in ogni spettrometro in commercio.

- la normalizzazione degli spettri. La normalizzazione viene effettuata rispetto ad un segnale di riferimento scelto nello spettro. Nel caso degli spettri protonici il segnale di riferimento, normalizzato a 1000, è la risonanza a 2.25 ppm dovuta ai CH_2 metilenici in α rispetto al carbonile). I segnali degli spettri di carbonio vengono invece normalizzati separatamente, ed in particolare:

- i gruppi carbonilici sono normalizzati rispetto alla somma delle intensità dei segnali carbonilici in ogni singolo campione. Questo valore viene posto pari a 100;
- i gruppi metilici sono normalizzati rispetto alla somma delle intensità dei segnali dei metili terminali. Questo valore è posto pari a 100.

In Figura 1 sono riportati gli spettri ^1H (a) e ^{13}C (b) di un olio extra vergine di oliva.

In Tabella I sono riportati i chemical shift dei segnali che vengono utilizzati per l'analisi statistica e la loro assegnazione.

Le risonanze scelte per la statistica hanno le seguenti caratteristiche:

- a) si trovano in un range spettrale accessibile
- b) sono relativi a composti che non vengono coinvolti in processi ossidativi o di decomposizione
- c) i segnali mostrano un largo intervallo di variazione nei diversi campioni

È importante notare che i 28 segnali scelti hanno differente potere discriminante a seconda dello specifico problema che si vuole studiare.

Figura 1. Spettri ^1H (a) frequenza di risonanza protonica

a

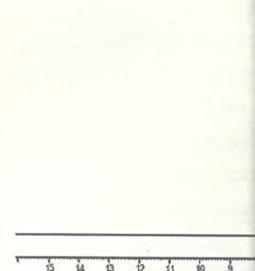


Tabella I. Segnali NMR statistica: (1-10) segnali ^{13}C assegnazione chimica.

N	Segnali NMR (ppm)
1	173.50
2	173.48
3	173.46
4	173.45
5	173.06
6	173.05
7	14.36
8	14.35
9	14.34
10	14.31
11	9.704
12	9.454
13	8.001
14	4.887
15	4.655
16	4.602
17	4.531
18	3.999
19	3.645
20	2.746
21	2.710
R	2.251
22	1.620
23	1.245
24	1.198
25	0.978
26	0.917
27	0.844
28	0.640

L. 2001).
 l'MR prevede:
 alcuni segnali
 na corretta ed
 tensità dei se-
 zione della li-
 Questa può es-
 vare matemati-
 spettrometro in

spettri. La nor-
 mata rispetto ad
 to scelto nello
 pettri protonici
 normalizzato a
 25 ppm dovuta
 rispetto al car-
 pettri di carbo-
 alizzati separa-
 :

normalizzati ri-
 intensità dei se-
 singolo campio-
 osto pari a 100;
 normalizzati ri-
 intensità dei se-
 li. Questo valore

gli spettri ^1H (a)
 ergine di oliva.
 ortati i chemical
 ono utilizzati per
 assegnazione.
 : la statistica han-
 che:

e spettrale acces-
 osti che non ven-
 ccessi ossidativi o

in largo intervallo
 ersi campioni
 i 28 segnali scelti
 discriminate a se-
 blema che si vuo-

Figura 1. Spettri ^1H (a) e ^{13}C (b) di un olio di oliva effettuati su uno spettrometro che lavora alla frequenza di risonanza protonica di 600.13 MHz.

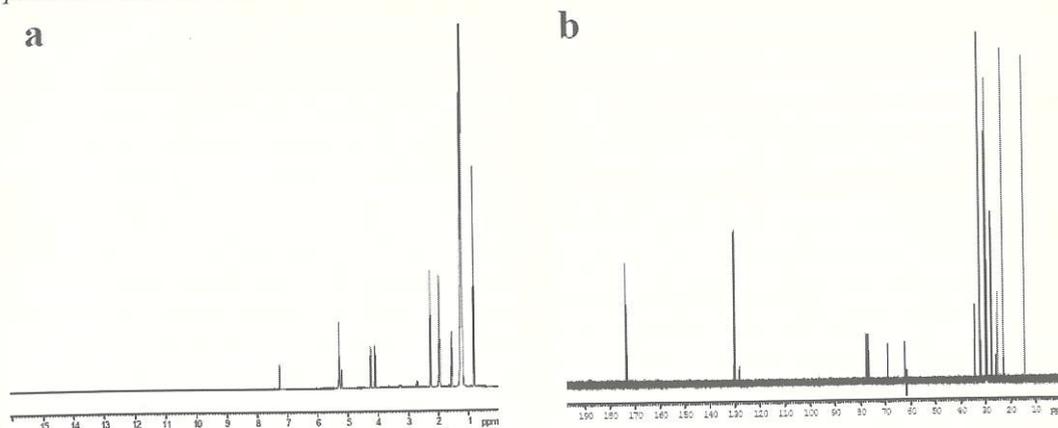


Tabella I. Segnali NMR ^1H e ^{13}C di un campione di olio di oliva che vengono utilizzati per l'analisi statistica: (1-10) segnali ^{13}C , (11-28) segnali ^1H . Viene riportato per ogni segnale il chemical shift e l'assegnazione chimica.

N	Segnali NMR (ppm)	Assegnazione Chimica
1	173.50	Carbonile degli acidi grassi saturi sn 1,3
2	173.48	Carbonile degli acidi eicosenoico e vaccenico sn 1,3
3	173.46	Carbonile dell'acido oleico sn 1,3
4	173.45	Carbonile dell'acido linoleico sn 1,3
5	173.06	Carbonile dell'acido oleico sn 2
6	173.05	Carbonile dell'acido linoleico sn 2
7	14.36	Metile degli acidi grassi palmitico e stearico
8	14.35	Metile dell'acido oleico
9	14.34	Metile dell'acido eicosenoico e vaccenico
10	14.31	Metile dell'acido linoleico
11	9.704	Esanale
12	9.454	Trans 2-esenale
13	8.001	Formaldeide
14	4.887	Terpene 4
15	4.655	Terpene 3
16	4.602	Terpene 2
17	4.531	Terpene 1
18	3.999	Protoni metilenici in α al glicerolo nei digliceridi sn 1,3
19	3.645	Protoni metilenici in α al glicerolo nei digliceridi sn 2
20	2.746	Protoni diallilici dell'acido linolenico
21	2.710	Protoni diallilici dell'acido linoleico
R	2.251	Picco di riferimento dovuto ai protoni metilenici in α rispetto al carbonile
22	1.620	Squalene
23	1.245	Protoni metilenici di tutte le catene sature
24	1.198	Protoni metilenici degli acidi palmitico e stearico
25	0.978	Cere
26	0.917	Metile dell'acido linolenico
27	0.844	Metile dell'acido linoleico
28	0.640	Metile in posizione 18 del β -sitosterolo

Analisi statistica

I dati vengono inizialmente organizzati in matrici "brute" nelle quali le righe corrispondono ai vari campioni e le colonne corrispondono alle variabili.

Il protocollo statistico che si applica sulle intensità dei segnali NMR selezionati prevede:

1. Un'Analisi esplorativa (Box Plot) per rilevare l'eventuale presenza di dati anomali (outliers).

Nel box plot i dati che hanno un valore compreso tra il primo e terzo quartile (Q_1 e Q_3), vengono collocati in un rettangolo. Si calcola la differenza $Q_3 - Q_1$ e si indica con H . A una distanza $Q_3 + 1,5H$ e $Q_1 - 1,5H$ vengono tracciati i limiti, detti baffi. I dati che cadono al di fuori dei baffi sono outliers. Si definiscono estremi i dati che cadono oltre i limiti $Q_3 + 3H$ e $Q_1 - 3H$.

2. L'Analisi della Varianza (ANOVA) sull'intensità di tutte le variabili per selezionare le variabili con il maggiore potere discriminante; variabili con p level (diminuzione dell'indice di ripetibilità di un risultato) maggiore di 0.05 e con basso valore di rapporto F (rapporto tra la variabilità nel gruppo e la variabilità tra i gruppi) vengono infatti scartate perché poco discriminanti.

3. Analisi delle Componenti Principali (PCA) e/o l'Analisi di agglomerazione ad Albero (TCA) entrambe effettuate, senza alcuna ipotesi a priori, sulle variabili selezionate grazie all'ANOVA. La PCA si propone di identificare delle "direzioni" privilegiate lungo le quali si concentra la massima informazione. Il campione può essere pensato come un punto a n dimensioni nell'iperspazio delle variabili. Una rappresentazione completa del problema richiederebbe quindi una visualizzazione in uno spazio con un numero di dimensioni pari

al numero di variabili, ma se si hanno più di tre variabili tale rappresentazione risulterebbe impossibile. La PCA permette di ottenere nuove variabili astratte, combinazioni lineari delle variabili originarie, dette componenti principali (PC) che sono significativamente minori del numero di determinazioni iniziali, riducendo perciò le dimensioni del problema. Si costruisce così una matrice di dati dalla quale si ottiene il grafico degli *scores*, relativi ad ogni campione o dei *loadings*, relativi a ogni variabile. Ogni campione si troverà posizionato nel grafico in relazione al peso delle variabili discriminanti che lo caratterizzano.

La TCA invece si propone di verificare la presenza di raggruppamenti, sempre senza ipotesi a priori, utilizzando il concetto di *similarità* tra i campioni utilizzando una misura di distanza. Il grafico che si ottiene prende il nome di dendrogramma.

4. Analisi Discriminante Lineare (LDA) con le ipotesi a priori suggerite dalla TCA e/o PCA.

È un'analisi di classificazione e come tale ha quindi l'obiettivo di costruire un modello in grado di individuare la classe di appartenenza di ciascun campione sulla base di un certo numero di variabili indipendenti. I metodi di classificazione richiedono che le classi siano note a priori. L'LDA fa uso di combinazioni lineari delle variabili originarie. L'LDA è un metodo statistico multivariato che permette di determinare quali variabili discriminano tra due o più gruppi definiti a priori. Il potere discriminante delle variabili viene misurato con il valore *Lambda di Wilk* che può assumere valori da 0.00 (massimo potere discriminante) a 1.00 (nessun potere discriminante).

Caratterizzazio oliva

La Denominazione di Origine Protetta (DOP) è un marchio che garantisce la denominazione di origine e la qualità del prodotto. La legge a quegli oli caratteristiche qualitativa, principalmente o esclusivamente, per i quali sono prodotti e che comprende fatti caratteristiche umane (tecniche di coltivazione nel tempo, artigianato, insieme consentendo un'imitazione inimitabile al di fuori della zona produttiva. La DOP, le fasi di produzione ed elaborazione della materia prima geografica. Per gli oli di oliva le DOP, si deve garantire alcuni oli delle aree geografiche sottoposte a certificazione. Gli oli italiani, greci

Figura 2. TCA di oli di oliva (A=Lucca; Ar=Arezzo) con diversi raggruppamenti



ma se si hanno rappresentazioni lineari delle varie componenti principali, cioè le dimensioni trisce così una quale si ottiene il relativi ad ogni *ngs*, relativi a ompione si troverà o in relazione al discriminanti che

pone di verificare ppamenti, sempre ori, utilizzando il tra i campioni ura di distanza. Il prende il nome di

te Lineare (LDA) ori suggerite dalla

sificazione e come iettivo di costruire o di individuare la iza di ciascun cam- un certo numero di ti. I metodi di clas- no che le classi sia- LDA fa uso di com- lle variabili origina- etodo statistico mul- ette di determinare criminano tra due o a priori. Il potere di- riabili viene misura- *Lambda di Wilk* che ori da 0.00 (massimo nte) a 1.00 (nessun nte).

Caratterizzazione Geografica degli oli di oliva

La Denominazione di Origine Protetta (DOP) è un marchio di tutela giuridica della denominazione che viene attribuito per legge a quegli alimenti le cui peculiari caratteristiche qualitative dipendono essenzialmente o esclusivamente dal territorio in cui sono prodotti. L'ambiente geografico comprende fattori naturali (clima, suolo, caratteristiche ambientali, ecc.) e fattori umani (tecniche di produzione tramandate nel tempo, artigianalità, ecc.) che nel loro insieme consentono di ottenere un prodotto inimitabile al di fuori di una determinata zona produttiva. Affinché un prodotto sia DOP, le fasi di produzione, trasformazione ed elaborazione devono avvenire in un'area geografica delimitata. Nel caso degli oli di oliva le DOP permettono di identificare alcuni oli extra vergine con i nomi delle aree geografiche di produzione. Questa certificazione aumenta il valore degli oli italiani, greci e spagnoli e del resto del

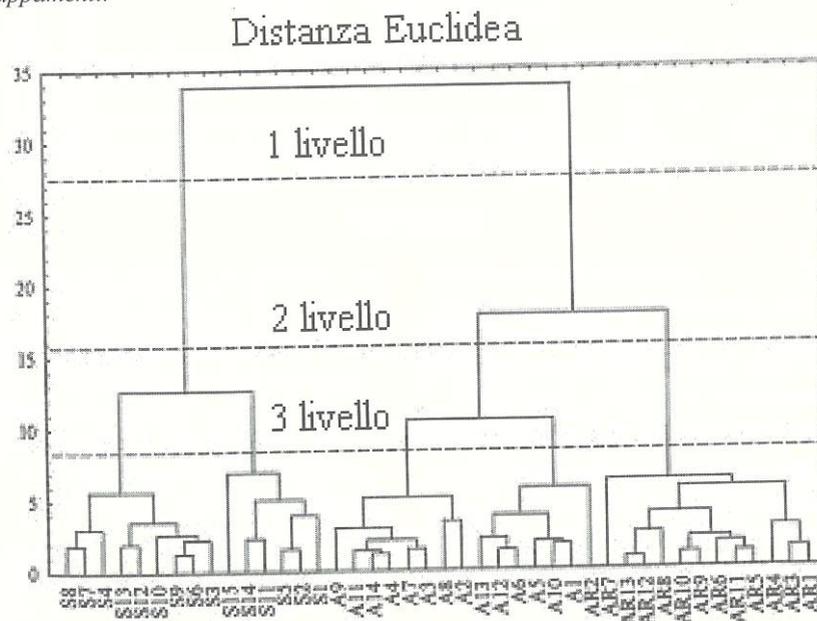
bacino del Mediterraneo, assicurandone alta qualità e origine definita.

Per valutare le potenzialità della tecnica NMR nella caratterizzazione geografica degli oli di oliva, sono stati effettuati diversi studi. In questo conteso vengono riportati i risultati più significativi.

Effetti dell'area geografica e delle cultivar: il caso degli oli Toscani

Per poter distinguere l'effetto della cultivar da quello dell'area geografica di provenienza, è stato effettuato uno studio sistematico su oli di oliva della Toscana: sono stati analizzati seguendo il protocollo NMR-statistico campioni provenienti da tre Comuni (Lucca, Arezzo e Seggiano). Gli oli di oliva provenienti da Arezzo e Lucca provenivano alle stesse cultivar, mentre i campioni di Seggiano erano monovarietali della cultivar Seggianese. I risultati della TCA sono riportati in Figura 2 in forma di dendrogramma che può essere tagliato a diversi livelli.

Figura 2. TCA di oli di oliva toscani provenienti da diverse aree geografiche: S=Area di Seggiano; A=Lucca; Ar=Arezzo. Sono riportati i livelli in cui il dendrogramma può essere tagliato per ottenere i diversi raggruppamenti.

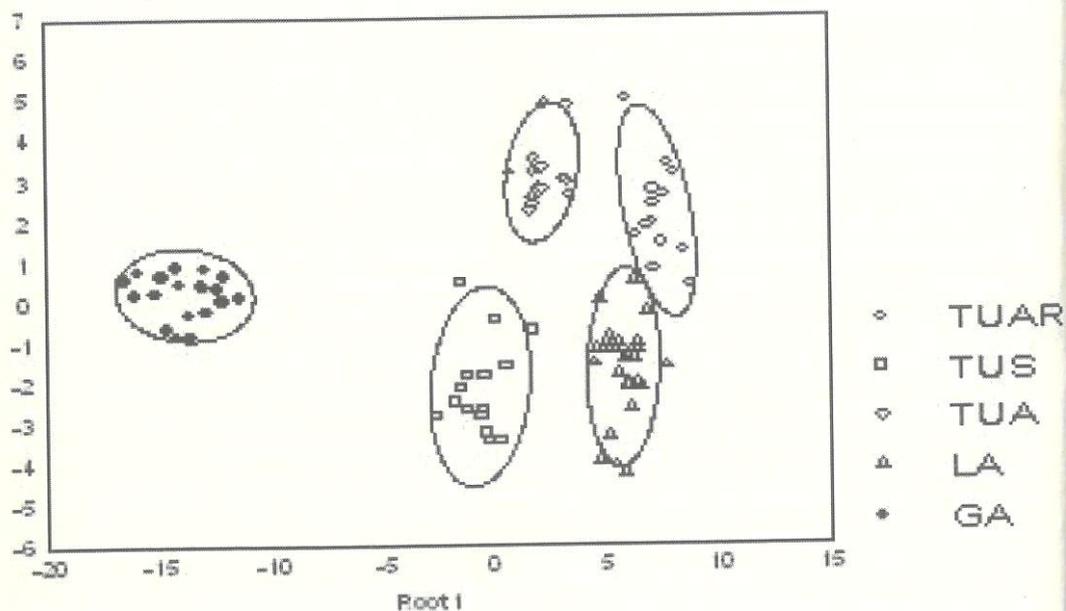


Si vede molto chiaramente che tagliando il dendrogramma ad un alto livello, i campioni di Seggiano, diversi da tutti gli altri sia per cultivar che per area geografica, sono ben raggruppati tra di loro e separati dagli altri. Comunque, tagliando il dendrogramma ad un secondo livello, anche i due gruppi di Arezzo e Lucca che differiscono solo per area geografica sono distinti completamente. Si può quindi concludere che entrambi gli effetti (cultivar e area geografica) sono presenti e sono additivi. L'effetto della cultivar è molto forte e porta quin-

di ad una netta separazione di oli provenienti da cultivar diverse ma anche l'effetto pedoclimatico è importante e campioni provenienti da aree geografiche molto vicine possono essere distinti.

Un ulteriore studio ha riguardato oli di oliva dell'annata 1998 provenienti da Toscana, Lazio e una zona del lago di Garda. Applicando tutto il protocollo statistico, il risultato finale espresso dalla LDA (Figura 3) mostra un completo raggruppamento dei campioni in base all'area geografica di provenienza.

Figura 3. LDA di oli di oliva toscani, laziali e della zona del Lago di Garda.



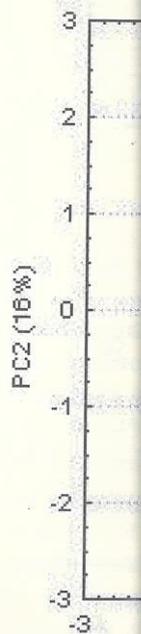
Il caso degli oli di oliva della regione Lazio
Il Lazio può essere diviso in tre aree geografiche ben definite. La zona nord si può individuare con la provincia di Viterbo, la zona centrale con le province di Roma e Rieti, mentre la zona sud con quelle di Latina e Frosinone. Queste aree sono caratterizzate da condizioni pedoclimatiche differenti; ad esempio la zona sud del Lazio presenta un clima molto più umido delle altre. Questo studio (D'Imperio M., 2007)

ha previsto lo studio di 72 campioni (11 della zona nord, 41 della zona centro e 20 della zona sud). I risultati della PCA, con i campioni etichettati secondo le tre aree geografiche, sono mostrati in Figura 4.

Le componenti PC1 e PC2 consentono una buona separazione delle tre aree geografiche. La PC1 contribuisce maggiormente a discriminare i campioni del centro da quelli del sud, e le variabili più discriminanti in questo caso sono l'acido linole-

nico, il β sitostero, il squalene. Infatti i campioni del Lazio hanno un contenuto di acido linolenico e β sitostero più alto rispetto ai campioni della zona sud. I valori di acido linolenico e β sitostero sono correlati con la PC2 contribuendo alla separazione tra la zona nord del Lazio e la zona centro. Le variabili più discriminanti in questo caso sono

Figura 4. PCA di oli di oliva della regione Lazio.



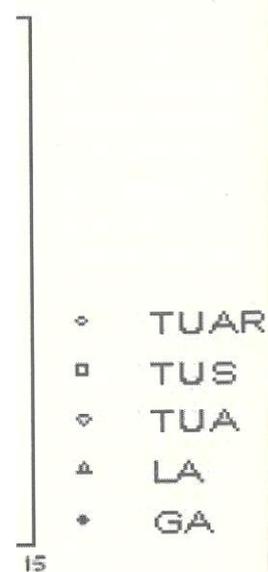
Caratterizzazione dell'altitudine

Un interessante aspetto pedoclimatico è il possibile effetto dell'altitudine sulla composizione chimica degli oli. Per questo tipo di studio è stato creato un database contenente i dati di 100 oli della regione Lazio di cui sono state analizzate le piante di provenienza

zione di oli prove-
ma anche l'effetto
ate e campioni pro-
fiche molto vicine

na riguardato oli di
provenienti da To-
del lago di Garda.
tocollo statistico, il
dalla LDA (Figu-
raggruppamento
l'area geografica di

li Garda.



di 72 campioni (11
la zona centro e 20
ati della PCA, con i
ondo le tre aree ge-
i in Figura 4.

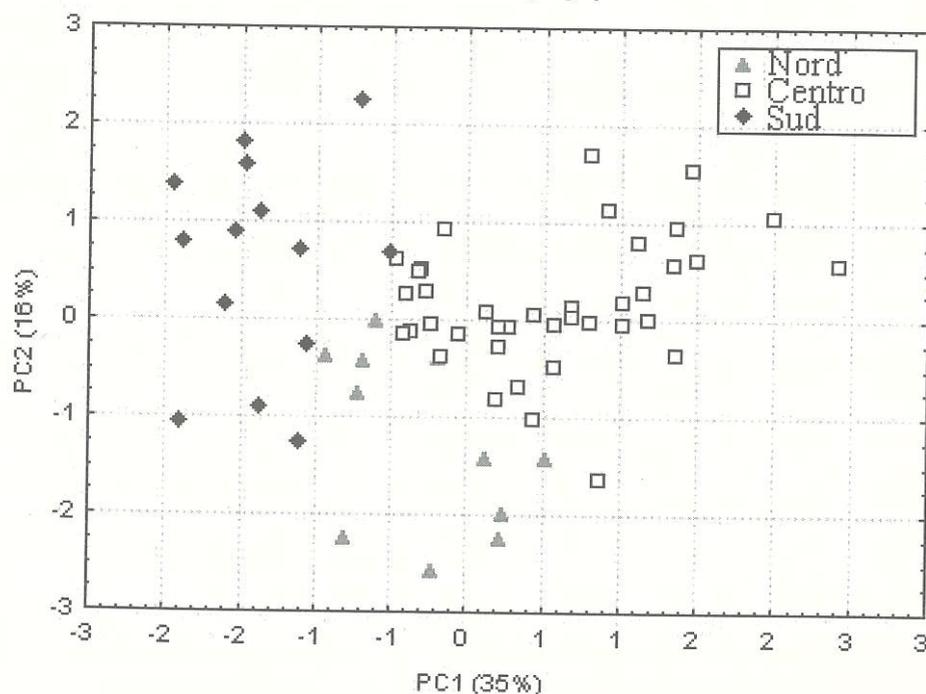
... e PC2 consentono
... delle tre aree geo-
... tribuisce maggior-
... campioni del centro
... variabili più discris-
... sono l'acido linole-

nico, il β sitosterolo, l'acido oleico e lo squalene. Infatti i campioni del centro del Lazio hanno un contenuto più alto di acido linolenico e β sitosterolo, mentre i campioni della zona sud sono caratterizzati da alti valori di acido oleico e squalene. La PC2 contribuisce invece maggiormente alla separazione tra i campioni provenienti dal nord del Lazio e quelli provenienti dal centro. Le variabili più discriminanti in questo caso sono i terpeni e le cere, che

sono presenti in valori alti nei campioni del centro, e l'acido linolenico più alto nei campioni del nord.

Si può notare inoltre come il contenuto di acido oleico diminuisca salendo da sud verso nord; questo andamento può essere dovuto a differenti fattori come la presenza di differenti cultivar, l'utilizzo di pratiche agronomiche diverse o la frequenza di precipitazioni che irrigano i terreni.

Figura 4. PCA di oli di oliva del Lazio: caratterizzazione geografica.



Caratterizzazione degli oli di oliva in base all'altitudine

Un interessante aspetto del fattore pedoclimatico è il possibile effetto dell'altitudine sulla composizione dell'olio di oliva. Per questo tipo di studio è stato utilizzato un database contenente campioni della regione Lazio di cui era nota l'altitudine delle piante di provenienza. È stata scelta come

altitudine caratterizzante i 400 metri s.l.m. (s.l.m. = sopra il livello del mare). I risultati della PCA mostrano chiaramente che i campioni sono distribuiti in due zone ben separate, vedi Figura 5.

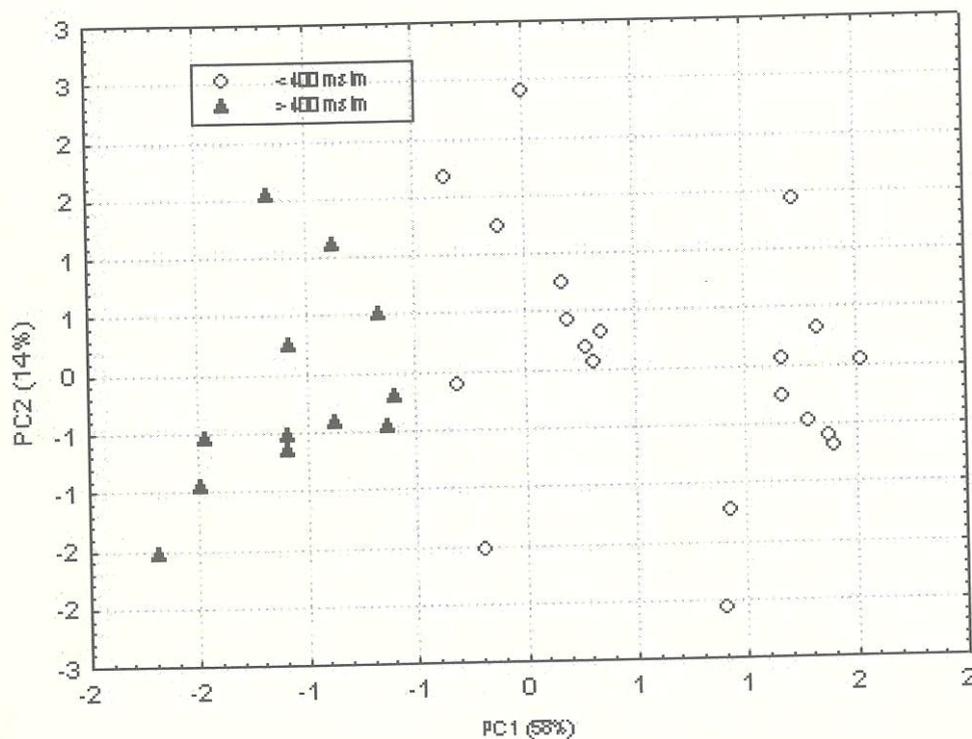
Sul lato sinistro sono presenti tutti i campioni provenienti da coltivazioni poste ad altitudini superiori ai 400 metri e caratteristici quindi dei paesaggi collinari, men-

tre sul lato destro del grafico PCA sono presenti solamente i campioni provenienti da più basse altitudini. La separazione è presente solo lungo la PC1. I terpeni e le cere, con alti valori nei campioni relativi alle basse altitudini, e lo squalene, con un alto valore negli oli di oliva provenienti da coltivazioni a più alte quote, sono le varia-

bile che contribuiscono maggiormente alla separazione dei due gruppi.

Questi risultati sono in accordo con i precedenti studi sulla capacità di conservazione degli oli di oliva provenienti da coltivazioni poste a quote collinari, contenenti un alto tasso di squalene che è un buon antiossidante.

Figura 5. PCA di oli di oliva del Lazio: caratterizzazione altimetrica.

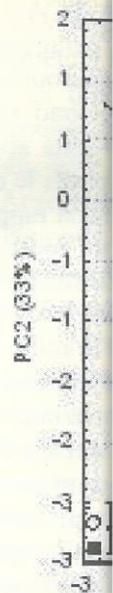


Caratterizzazione agronomica: il fattore irrigazione

È noto come l'irrigazione possa influenzare sia la produzione che la qualità di un olio di oliva. Gli effetti della presenza e dei differenti metodi di irrigazione dell'olivo, sono stati argomento di molti studi che hanno spesso portato a risultati controversi.

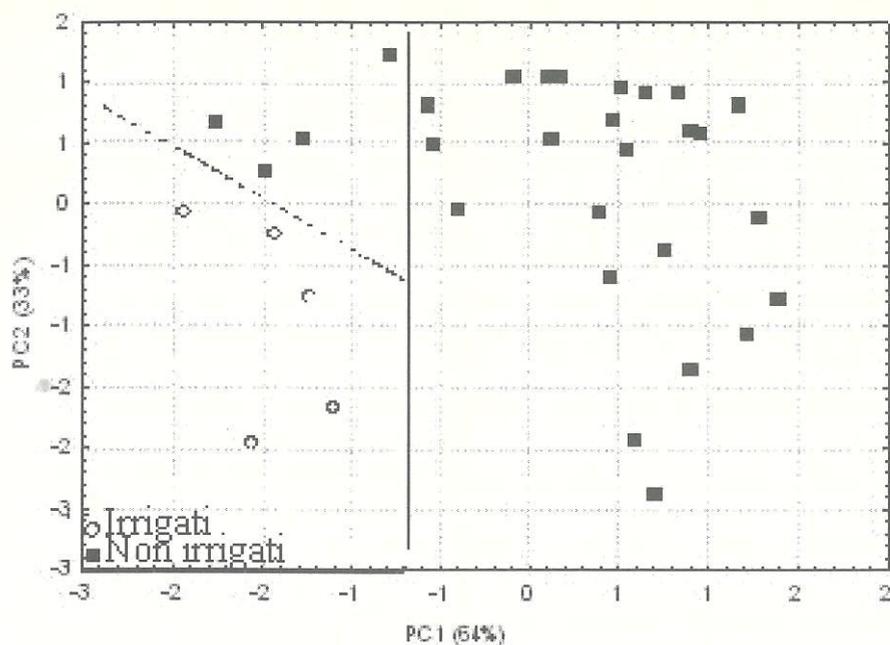
Per analizzare questo effetto il protocollo statistico descritto è stato anche utilizzato su campioni provenienti da coltivazioni irrigate e non irrigate. L'effetto maggiore dell'irrigazione riguarda l'incremento nel contenuto di acido oleico e la diminuzione degli acidi grassi saturi. In Figura 6 è rappresentata la PCA relativa questo studio.

Figura 6. PCA di oli di oliva del Lazio: caratterizzazione agronomica.



Si nota la netta separazione tra gli oli di oliva ottenuti da coltivazioni a quote collinari e quelli provenienti da coltivazioni a quote basse. La separazione si osserva lungo la PC1, che spiega il 64% della varianza. I campioni provenienti da quote collinari sono caratterizzati da un alto contenuto di acido oleico e di acidi grassi saturi. Un'analisi dell'origine dei campioni evidenzia una netta separazione tra la linea intermedia delle coltivazioni da quote collinari e quelle che ricadono entro quote basse (campioni della zona di collina) caratterizzate da un alto contenuto di acido oleico che risulta in un olio che ha la caratteristica di rilasciarla molto facilmente. I campioni provenienti da quote basse possono essere derivanti da coltivazioni a quote collinari nella mappa PC1-PC2.

Figura 6. PCA di oli di oliva del Lazio provenienti da olivi irrigati (○) e non irrigati (■):



Si nota la netta separazione tra gli oli di oliva ottenuti da coltivazioni irrigate da quelli provenienti da coltivazioni in cui il suolo non è stato irrigato. Questa separazione si osserva principalmente sulla PC1 che spiega il 64% della varianza totale. I campioni provenienti da coltivazioni irrigate sono caratterizzati da più alti valori di acido oleico e da più bassi valori di acidi grassi saturi. Una più attenta analisi dell'origine dei campioni ci ha suggerito di evidenziare una zona nel grafico compresa tra la linea intera e la linea tratteggiata. Le coltivazioni da cui si ottengono i campioni che ricadono entro questa zona del grafico (campioni della zona di Neroli) sono caratterizzate da una particolare condizione del suolo che risulta infatti argilloso. L'argilla ha la caratteristica di assorbire l'acqua e di rilasciarla molto lentamente ed il suolo si comporta come se fosse irrigato. Questi campioni possono essere considerati come derivanti da coltivazioni irrigate ed infatti nella mappa PCA si trovano dalla stessa parte.

Caratterizzazione in base alla cultivar

Come è stato spiegato nei paragrafi precedenti, sia l'effetto geografico che quello dovuto alle cultivar sono presenti e additivi nella classificazione degli oli di oliva. La spettroscopia ^{13}C NMR ha consentito di ottenere importanti risultati riguardanti la classificazione degli oli di oliva di diversa cultivar derivanti dalla stessa area geografica.

Caratteristiche dello spettro ^{13}C NMR

Lo spettro ^{13}C NMR di un olio di oliva è mostrato nella figura 1b, mentre le assegnazioni sono riportate nella Tabella I. Lo spettro ^{13}C di un campione di olio di oliva permette di avere informazioni sulla quantità complessiva degli acidi grassi presenti e soprattutto sulla distribuzione degli acidi grassi nelle posizioni *sn*1,3 o *sn*2 del glicerolo. L'analisi della distribuzione della catene grasse sul glicerolo mostra (Mannina L., 1999) che negli oli di oliva gli acidi grassi saturi sono presenti solo in posizione *sn* 1,3 mentre le catene insature sono più abbon-

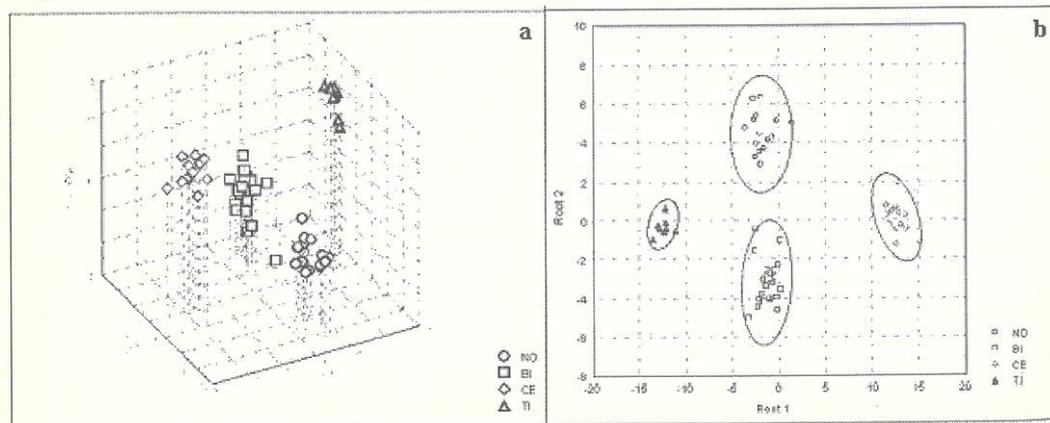
danti in posizione *sn* 2, con l'eccezione dell'acido eicosenoico e vaccenico che si trovano prevalentemente in posizione *sn* 1,3. Va ricordato che le tecniche di analisi cromatografiche forniscono la totale composizione delle catene grasse, ma senza dare alcun tipo di informazione sulla loro posizione sulla catena del glicerolo. Perciò la gas-cromatografia e la spettroscopia ^{13}C NMR possono essere considerati due metodi analitici complementari e non alternativi.

Il caso degli oli monovarietali della regione Sicilia

Per studiare l'effetto delle cultivar sulla composizione chimica degli oli di oliva, sono state scelte piante di quattro cultivar monovarietali (Nocellara, Biancolilla, Cerasuola e Tonda Iblea) cresciute nella stessa limitata area geografica ovvero la Sicilia sud occidentale, l'area intorno a Trapani. Questa zona è caratterizzata da condizioni microclimatiche molto omogenee: in questo modo l'effetto pedoclimatico e geografico sulla composizione degli acidi grassi può considerarsi trascurabile. Sono stati analizzati, tramite ^{13}C NMR al carbonio-13, 60 oli di oliva extra vergine prodotti da queste coltivazioni. Sono stati considerati tutti i 77 segnali presenti nello spettro ^{13}C NMR. Queste risonanze, opportunamente

normalizzate, sono state sottoposte ad analisi statistiche (ANOVA, TCA, PCA e LDA). I risultati sono stati anche paragonati con le analisi convenzionali gas-cromatografiche. I risultati della LDA sono mostrati nella Figura 7. La LDA è stata applicata ipotizzando come gruppi a priori le quattro cultivar. La figura 7a mostra la rappresentazione tridimensionale su tre roots, è evidente che la separazione risulta completa senza alcuna sovrapposizione tra i gruppi. Scegliendo opportunamente le roots, è possibile ottenere anche in due dimensioni un grafico con le stesse informazioni (figura 7b). Per testare la validità del modello, il metodo è stato applicato a campioni di cui si conosceva la cultivar, ma che sono stati inseriti nella statistica come incogniti. In particolare tre diversi campioni, scelti in maniera casuale, per ogni cultivar sono stati tolti dal database e inseriti successivamente, dopo aver ricalcolato il modello, come incogniti. Ognuno di questi campioni è ricaduto all'interno del gruppo di appartenenza. I risultati combinati di spettroscopia NMR e gas-cromatografia sono risultati in grande accordo e provano come la composizione in acidi grassi sia molto utile per raggruppare, tramite analisi statistica, gli oli di oliva in base alla cultivar.

Figura 7. LDA di oli di oliva siciliani: a) rappresentazione in 3 roots. b) rappresentazione in 2 roots.



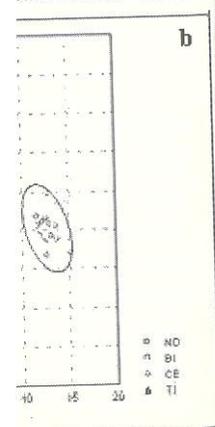
Il caso dell'Argentina
Recentemente l'industria di olive vergine di oliva per il Mediterraneo, grazie a varietà trizionali, si è estesa anche come Argentina, Uruguay e Giappone. Il problema è che in questi casi la scelta di cultivar da poter essere differenti dal Mediterraneo è un problema che viene posto al momento di selezionare la migliore varietà che potesse produrre una qualità nella regione. Questa regione ha condizioni climatiche e una temperatura che può andare da molto calda con forti escursioni di temperatura la notte. Il terreno è molto fertile e lo stesso, vi persiste molto tempo. L'area consistente in Argentina recentemente è stata formata da sostituire queste varietà con l'olivo. Sono stati quindi utilizzati il collo NMR-statistico per distinguere i prodotti finali di alcune cultivar provenienti da coltivazioni diverse, sia in Italia che in Argentina, per monitorare gli effetti del clima sulle caratteristiche dei prodotti finali.

sono state le seguenti:

- Arbequina, molto diffusa, è considerata esotica, è una varietà che proviene dalla Spagna.
- Frantoio e Leccino, sono varietà tipiche dell'Italia.

poste ad analisi, PCA e LDA). I dati sono paragonati con i dati cromatografici e sono mostrati i risultati. È stata applicata la discriminazione a posteriori le quattro componenti principali, è evidente una completa separazione tra i gruppi. Le componenti principali, è possibile determinare le dimensioni unidimensionali (figura del modello, il campione di cui a che sono stati determinati incogniti. In campioni, scelti in cui i cultivar sono stati successivamente analizzati nel modello, come i campioni è riprodotto di appartenenza di spettroscopia sono risultati in come la composizione molto utile per l'analisi statistica, gli cultivar.

Separazione in 2 roots.



Il caso dell'Argentina

Recentemente l'interesse per l'olio extra vergine di oliva prodotto nel bacino del Mediterraneo, grazie alle sue proprietà nutrizionali, si è esteso anche in altri paesi come Argentina, USA, Messico, Sud Africa e Giappone. Il problema che spesso si pone in questi casi è la scelta della giusta cultivar da poter coltivare in aree così differenti dal Mediterraneo. Lo scopo dello studio che viene presentato di seguito era selezionare la migliore cultivar mediterranea che potesse portare ad un olio di buona qualità nella regione argentina della Catamarca. Questa regione è caratterizzata da condizioni climatiche secche e alta temperatura che può anche raggiungere i 45°C, con forti escursioni termiche tra il giorno e la notte. Il terreno è di tipo arenoso e argilloso, vi persiste molta vegetazione spontanea consistente in arbusti e boscaglie. Recentemente è stato fatto un tentativo di sostituire queste vegetazioni con piante di olivo. Sono stati quindi sottoposti al protocollo NMR-statistico oli di oliva monovarietali di alcune cultivar mediterranee provenienti da coltivazioni sperimentali cresciute sia in Italia che in Catamarca per monitorare gli effetti delle condizioni pedoclimatiche sulla composizione chimica dei prodotti finali. Le cultivar utilizzate sono state le seguenti:

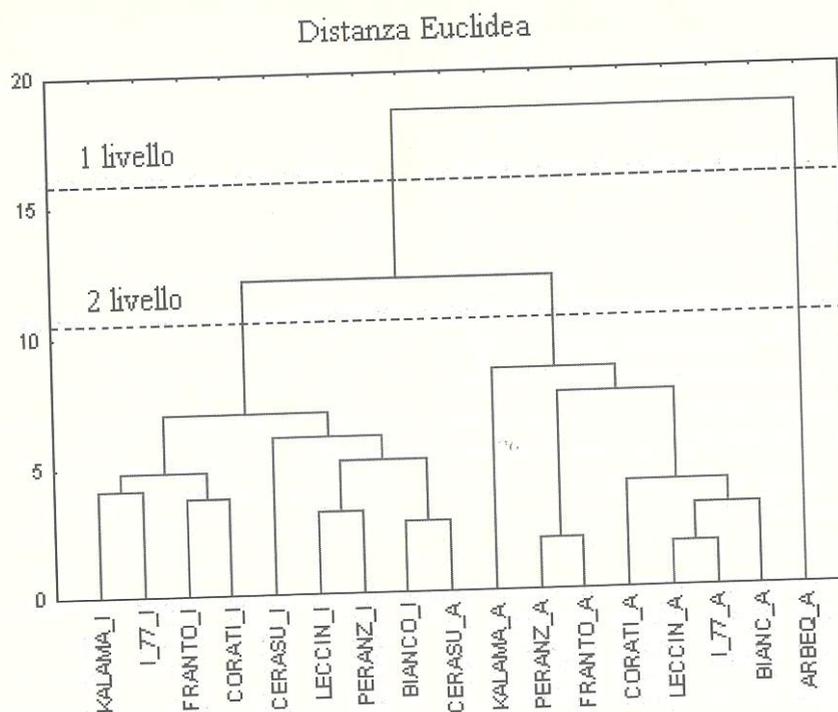
- Arbequina, molto diffusa in Argentina, è considerata essere identica all'omonima varietà che cresce in Catalogna (Spagna).
- Frantoio e Leccino, tipiche del centro Italia.

- Biancolilla, Cerasuola, Coratina e Peranzana, tipiche del sud Italia.
- Kalamata, tipica della Grecia e molto nota per le sue caratteristiche di adattabilità tanto da essere coltivata anche in Sud Africa.

Gli oli in esame sono dunque della stessa cultivar cresciute in differenti condizioni climatiche. Sono stati effettuati spettri NMR ¹H e ¹³C NMR. Dalla semplice analisi delle intensità dei segnali nella zona metilica, è risultato subito evidente che gli oli di oliva provenienti da coltivazioni con cultivar mediterranee cresciute in Italia e in Catamarca avevano differente composizione in acidi grassi. Gli oli di oliva argentini presentano, rispetto a quelli italiani, un maggior contenuto di acidi grassi saturi (in particolare palmitico e stearico) e di acido linoleico, ma hanno un minor contenuto di acido oleico. D'altro canto l'olio della cultivar Arbequina è di bassa qualità in quanto ha un valore estremamente alto di acidi grassi saturi (linoleico e linolenico) e un basso contenuto di acido oleico. Per queste ragioni la cultivar Arbequina non può essere proposta come specie colonizzatrice nella regione di Catamarca.

Osservando la zona dello spettro di carbonio dove risuonano i carbonili, si ottengono informazioni sulla distribuzione di questi acidi grassi sulla catena del glicerolo. La TCA applicata alle sole sei risonanze relative ai carbonili nello spettro di carbonio e alle risonanze protoniche dovute all'acido linolenico, mostra una buona separazione tra gli oli italiani e quelli argentini (Figura 8).

Figura 8. TCA di oli di oliva prodotti in Italia e in Argentina.



Tagliando il grafico al più alto livello si ottengono due gruppi: il primo contiene l'olio della cultivar Arbequina e l'altro i rimanenti campioni. Tagliando il dendrogramma a un secondo livello, si identificano tre gruppi: uno con il solo olio della cultivar Arbequina, il secondo con gli oli argentini e l'ultimo con gli oli italiani più un unico campione argentino della cultivar Cerasuola. Questo risultato quindi ha suggerito che la cultivar Cerasuola cresciuta in Catamarca ha prodotto un olio con la composizione in acidi grassi simile agli oli italiani. La cultivar Cerasuola può essere quindi proposta come pianta colonizzatrice di questa area geografica.

Conclusioni

L'olio di oliva come ogni alimento è una matrice complessa le cui caratteristiche dipendono da molti fattori quali l'area geografica di provenienza, la cultivar, i metodi

di produzione, i fattori agronomici ecc. Per caratterizzare e conoscere una matrice così complessa è necessario utilizzare diverse analisi sia quelle definite convenzionali (gas-cromatografiche, spettroscopiche e sensoriali) sia quelle non convenzionali come la Risonanza Magnetica Nucleare; infatti nel loro insieme le diverse metodologie servono a fornire l'impronta digitale del prodotto. Si tratta quindi di analisi importanti, utili e soprattutto complementari.

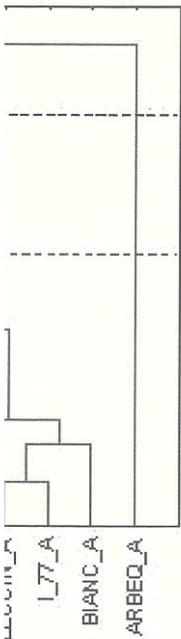
In questa review sono stati riportati i risultati più significativi che abbiamo ottenuto analizzando gli oli di oliva con la spettroscopia NMR. Da un punto di vista analitico questa tecnica ha il vantaggio di non richiedere alcun trattamento del campione, che potrebbe comunque portare ad alterazioni dell'alimento, e di permettere in un unico esperimento di ottenere informazioni sulle diverse classi di composti (acidi grassi, terpeni, aldeidi, steroli ecc).

I dati
analisi st
oli della
di una ris
della cert
statistico
di caratt
permette
varietali
lutistiche
riposte i
dell'irrig
teristiche

Bibliogr

D'Imperi
NMR
from
agron
mistry
Emanuel
gre A
Magr
po. O
Emanuel
gre A
l'olio
VO &

gentina.



attori agronomici ecc. Per conoscere una matrice così necessario utilizzare diverse e definite convenzionali che, spettroscopiche e quelle non convenzionali iza Magnetica Nucleare; sieme le diverse metododornire l'impronta digitale tratta quindi di analisi imprattutto complementari.. w sono stati riportati i ricativi che abbiamo ottegli oli di oliva con la R. Da un punto di vista ecnica ha il vantaggio di un trattamento del cambbe comunque portare ad imento, e di permettere inento di ottenere informa: classi di composti (acidi leide, steroli ecc).

I dati NMR trattati con una appropriata analisi statistica permettono di raggruppare oli della stessa area geografica dando quindi una risposta al problema molto dibattuto della certificazione delle DOP. Il protocollo NMR-statistico permette inoltre di raggruppare e di caratterizzare oli della stessa cultivar permettendo così di valorizzare oli monovarietal con particolari caratteristiche salutistiche. Il protocollo ha dato anche delle risposte interessanti riguardanti l'influenza dell'irrigazione e dell'altitudine sulle caratteristiche chimiche del prodotto.

Bibliografia

- D'Imperio M., Mannina L., Capitani D. et al. NMR and Statistical Study of Olive Oils from Lazio: a geographical, ecological and agronomic characterization. *Food Chemistry*. 2007, 105: 1256-1267.
- Emanuele M.C., Mannina L., Patumi M., Segre A.L. - L'Olio di Oliva e la Risonanza Magnetica Nucleare protonica ad alto campo. *OLIVO & OLIO*. 1998, 2/3: 53-57.
- Emanuele M.C., Mannina L., Patumi M., Segre A.L. Studio sulla sofisticazione dell'olio di oliva con olio di nocciola. *OLIVO & OLIO*. 1999, 11: 48-55.
- Mannina L., Barone P., Patumi M., Fiordiponti P., Emanuele M.C., Segre A.L. Cultivar and pedoclimatic effects in the discrimination of olive oils: A high-field NMR study. *Recent Research Developments in Oil Chemistry*. 1999, 3: 85-92.
- Mannina L., Dugo G., Salvo F., Cicero L., Ansanelli G., Calcagni C., Segre A.L. Study of the Cultivar-Composition Relationship in Sicilian olive Oils by GC, NMR, and Statistical Methods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2003, 51: 126-127.
- Mannina L., Luchinat C., Patumi M., Emanuele M.C., Rossi E., Segre A.L. Concentration dependence of ^{13}C NMR spectra of triglycerides: implications for the NMR analysis of olive oils. *Magnetic Resonance in Chemistry*. 2000, 38: 886-890.
- Mannina L., Patumi M., Fiordiponti P., Emanuele M.C., Segre A.L. Olive and Hazelnut Oils: a Study by High-Field ^1H NMR and Gas Chromatography. *Italian Journal of Food Science*. 1999, 11: 139-149.
- Mannina L., Patumi M., Proietti N., Bassi D., Segre A.L. Geographical characterization of Italian extra virgin olive oils using high field ^1H -NMR spectroscopy. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2001, 49: 2687-2696.

Condizioni e contenuto

Romani S., Bacchi

Dipartimento di Scienza

Autore per la corrispondenza:
Santina Romani,
Dipartimento di Scienza
telefono: +3905476361

Riassunto. L'obiettivo è stato quello di studiare le condizioni di cottura che portano a minimizzare il contenuto di acrilammide (AA) in stoncini di patate fritte. A tal scopo è stato investigato l'effetto di diverse caratteristiche qualitative delle patate e delle condizioni di cottura (temperatura di frittura e rapporto olio/patate) su diversi tipi di stoncini di patate fritte (catering, domestico) e su diverse coppie di stoncini di patate fritte.

Sulle patate fritte, l'incremento della temperatura di frittura e il tipo domestico che, per i migliori risultati in termini di contenuto di AA, sono stati ottenuti con stoncini di patate fritte. Il minor livello di AA è stato osservato con un rapporto definito non elevato. I risultati dimostrano che, aumentando la loro reale efficienza, è possibile ottenere stoncini di patate fritte al pari della quantità di

Abstract. The main objective was to study the cooking conditions that lead to obtain fried potatoes with the lowest acrylamide (AA) content. To this purpose, the effect of different potato characteristics and cooking conditions (frying temperature and oil/potato ratio) on different types of fried potatoes (catering, domestic) and on different pairs of fried potatoes was investigated.

The increase of oil temperature and the domestic type, for the best results in terms of AA content, were obtained with french fries. The lowest AA content was observed with a defined oil/potato ratio. Our findings evidence that, by increasing their real efficiency, it is possible to obtain french fries with the same quantity of

Parole chiave: Acrilammide
Keywords: Acrylamide, potatoes

Introduzione

Gli alimenti cotti in padella, come le *French fries*, *chips* e le *patate fritte*, rappresentano una parte importante della dieta e incidono maggiormente sulla salute. L'acrilammide (AA) è un

Condizioni di frittura e contenuto di acrilammide in *French fries*

Romani S., Bacchiocca M., Rocculi P., Dalla Rosa M.

Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47023 Cesena (FC), Italia

Autore per la corrispondenza:

Santina Romani,

Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47023 Cesena (FC), Italia
telefono: +390547636120; fax +390547382348; e-mail santina.romani2@unibo.it

Riassunto. L'obiettivo principale di questo lavoro è stato quello di studiare le migliori condizioni di frittura finalizzate a minimizzare il contenuto in acrilammide (AA) e ad ottenere patate fritte con buone caratteristiche qualitative. A tal scopo è stato investigato l'effetto di alcune condizioni di processo sul contenuto in AA ed al contempo su alcune caratteristiche qualitative di bastoncini di patate pre-fritte surgelate (*French fries*). I bastoncini di patate sono stati fritti ad una temperatura iniziale dell'olio fissata a 180°C, utilizzando due differenti friggitorici, una di tipo domestico ed una da *catering*, e due diversi rapporti prodotto/olio. Sono stati effettuati differenti cicli di frittura per tempi diversi, durante i quali le temperature dell'olio e della superficie delle patate sono state registrate a mezzo di termocoppie. Sulle patate fritte sono state effettuate le analisi del contenuto in acqua e olio, colore, consistenza e AA.

L'incremento delle temperature dell'olio e della superficie delle patate è risultato più veloce nella friggitorice di tipo domestico che, per le sue peculiari caratteristiche costruttive, induceva un più efficiente trasferimento di calore. I migliori risultati in termini di minor contenuto in AA e migliore qualità dopo cottura sono stati ottenuti per i bastoncini di patate fritti nella friggitorice con la minore potenza termica per entrambi i rapporti prodotto/olio utilizzati. Il minor livello di AA registrato è risultato pari a 250 µg/kg, valore che per questo tipo di prodotto può essere definito non elevato. I risultati di tale lavoro evidenziano che le caratteristiche costruttive delle friggitorici, influenzando la loro reale efficienza termica, costituiscono un fattore chiave nel controllo del contenuto in AA nel prodotto al pari della quantità di patate utilizzata.

Abstract. The main object of this work was to study the best frying conditions to minimize the amount of acrylamide (AA) and to obtain fried potatoes with a good culinary quality of. The effect of processing conditions on the AA content was investigated together with some quality characteristics of commercially frozen pre-fried French fries, fried at fixed initial frying temperature (180°C), using two different equipments, a domestic and a catering fryer, and two different potato to oil ratios. Several batches were fried at different fixed times and for each batch oil and sticks surface temperatures were acquired by thermocouples. Analysis of water and oil content, color, texture and AA level were carried out on the final product.

The increase of oil and potato surface temperature was faster in fryer that lead to more efficient heat transfer do to its peculiar manufacturing characteristics. Despite the potato quantity used, the best results in terms of the lowest AA content and good culinary quality of French fries for both potato to oil ratios were obtained using the fryer with the lowest heating power. The lowest AA content detected was around 250 µg/kg, that for this type of product could be defined not an extreme degree. Our findings evidenced that the manufacturing characteristics of the fryer influencing its real heating power is a key factor in order to control the AA content of the product like as the potato quantity used.

Parole chiave: Acrilammide, Patate, Frittura, Qualità.
Keywords: Acrylamide, Potatoes, Frying, Quality.

Introduzione

Gli alimenti cotti a base di patate come *French fries*, *chips*, patate arrosto o grigliate rappresentano le categorie di cibi che incidono maggiormente sul livello di acrilammide (AA) assunto. Le *French fries*

possono contenere fino a più di 2000 µg/kg di questo composto tossico (Gökmen et al., 2006; Pedreschi et al., 2006).

È generalmente riconosciuto che l'AA si forma durante la reazione di Maillard a partire dai suoi principali precursori, aspa-

ragina e zuccheri riduttori (Mottram et al., 2002; Stadler et al., 2002; Becalski et al., 2003; Rydberg et al., 2003; Yaylayan et al., 2003).

In particolare, le patate contengono elevate quantità di zuccheri riduttori ed amminoacidi liberi (Williams, 2005), che costituiscono i precursori responsabili, nel corso della reazione di Maillard, della produzione di aroma, di composti colorati ma anche di AA (Whitfield, 1992). Le concentrazioni di asparagina e zuccheri riduttori presenti nelle patate crude risultano, infatti, strettamente correlate con le quantità di AA che si formano nel prodotto dopo cottura (Matthäus et al., 2004; De Wilde et al., 2005; Takada et al., 2005). In particolare l'asparagina, rispetto agli zuccheri riduttori è presente nelle patate in quantità molto più elevate e per questo viene considerata il fattore limitante (Amrein et al., 2003).

È piuttosto verosimile che la totale eliminazione di AA dai prodotti fritti non può essere ottenuta, dovrebbe dunque essere adottato il criterio ALARA ("as low as reasonably or technically achievable"), ovvero cercare di ottenere un livello di tale composto il più basso possibile, limitatamente alle possibilità (Morales et al., 2008).

Al fine di contenere la formazione di AA durante la frittura dovrebbero essere adottate alcune misure precauzionali, come ad esempio la selezione di varietà di patate adeguate. Risulta tuttavia altrettanto importante tenere in considerazione fattori chiave come tempi e temperature di frittura, tipologia di friggitrice utilizzata, rapporto tra quantità di prodotto e olio e utilizzo di patate fresche o bastoncini pre-fritti (Friedman, 2003; Grob, 2007).

In particolare tempi e temperature di frittura risultano fattori chiave nell'influenzare il contenuto di AA nelle patate fritte (Pedreschi et al., 2006; Romani et al., 2008) così come lo sviluppo di composti

aromatici desiderati. L'utilizzo di basse temperature in frittura (inferiori a 160°C) riduce la concentrazione di AA (Pedreschi et al., 2006), ma le caratteristiche culinarie del prodotto come consistenza, colore e contenuto in olio risultano negativamente influenzate e di conseguenza ne risente l'accettabilità da parte dei consumatori. È necessario dunque, durante il processo di cottura, tenere in considerazione allo stesso tempo la riduzione di AA ed il mantenimento di buoni attributi qualitativi e sensoriali nel prodotto finito (Zhang and Zhang 2007; Pedreschi, 2007).

Risulta inoltre molto importante considerare non solo la temperatura cui la friggitrice è impostata all'inizio del processo ma anche la reale temperatura raggiunta dall'olio caldo dopo l'immersione delle patate e durante tutta la durata del processo. Infatti, nella maggior parte delle friggitrici la temperatura iniziale dell'olio diminuisce, a volte considerevolmente, quando bastoncini di patate vengono immersi nel bagno. Tale diminuzione può essere dell'ordine di 70-90°C se si utilizzano patate pre-fritte congelate. Sono spesso necessari alcuni minuti prima che il bagno d'olio ritorni alla temperatura iniziale; la lunghezza di tale periodo è strettamente dipendente dalla quantità di prodotto immersa nell'olio e dall'efficienza termica della friggitrice (Fiselier et al., 2006). L'AA si forma quando la temperatura dell'olio e della superficie delle patate raggiungono 120°C circa; ciò dimostra che il punto critico del processo di frittura non è solo rappresentato dalla temperatura iniziale dell'olio ma anche e soprattutto dalle reali temperature dell'olio e della superficie del prodotto durante l'intera durata del processo (Gökmeler et al., 2006; Fiselier et al., 2006).

L'effetto dell'input termico (ad es. l'effetto combinato di tempo e temperature di frittura) sulle cinetiche di formazione di AA è stato studiato da diversi ricercatori (Amrein et al., 2006); i risultati dimostrano

che l'effetto d' anche da altre kmen et al., 20 bert et al., 200 Diversi sono c ridurre e/o mi AA nelle patat delle nostre co cerche in cui v confronto al m tivo a paramet AA in questa ti Scopo del r di studiare le m finalizzate a m acrilammide (A qualità in cottu dunque investig dizioni di proc al contempo su tative di baston gelate (*French* temperatura ini verse friggitrici dotto/olio.

Materiali e met

Materiali e cond
Per le prove so pre-fritte surgela (cm) acquistate i (Fiselier et al., 2006). L'AA si formi aventi un conte pari a 0.70±1.5 g (ta effettuata usa differenti friggit (friggitrice A) "to dalla temperatura iniziale dell'olio m F989 (DeLongh anche e soprattutto dalle reali temperatur 50/60 Hz, equipa dutico, un termome la temperatura chiuso durante friggitrice utiliz

friggitrice utiliz striale, da ristoraz ELT4+4B (Bolog frittura) sulle cinetiche di formazione di AA è stato studiato da diversi ricercatori 50/60 Hz, equipa antico, senza coper

L'utilizzo di basse temperature (inferiori a 160°C) riduce il contenuto di AA (Pedreschi et al., 2006). Le caratteristiche culinarie (consistenza, colore e contenuto di acrilammide) si alterano negativamente durante il processo di frittura. È importante considerare allo stesso tempo il mantenimento di parametri qualitativi e sensoriali (Zhang and Zhang, 2007). Un altro importante considerazione è la temperatura cui la friggitrice raggiunge all'inizio del processo e la temperatura raggiunta durante l'immersione delle patate nel bagno d'olio. La durata del processo di cottura dipende in parte dalle caratteristiche delle friggitrici. L'efficienza e l'evoluzione della temperatura dell'olio diminuiscono rapidamente, quando vengono immersi nel bagno d'olio. La temperatura può essere determinata se si utilizzano patate congelate. Sono spesso necessari cicli di riscaldamento che il bagno d'olio raggiunga la temperatura iniziale; la lunghezza del ciclo è prettamente dipendente dal prodotto immerso nella friggitrice. La cinetica termica della friggitura (Gökmen et al., 2006). L'AA si forma durante la cottura in presenza di olio e della superficie del prodotto durante il processo (Gökmen et al., 2006). Il punto critico del processo non è solo rappresentato dalla temperatura iniziale dell'olio ma anche dalle reali temperature della superficie del prodotto durante il processo (Gökmen et al., 2006). Il punto critico del processo non è solo rappresentato dalla temperatura iniziale dell'olio ma anche dalle reali temperature della superficie del prodotto durante il processo (Gökmen et al., 2006). Il punto critico del processo non è solo rappresentato dalla temperatura iniziale dell'olio ma anche dalle reali temperature della superficie del prodotto durante il processo (Gökmen et al., 2006).

che l'effetto di tali parametri è dipendente anche da altre condizioni di processo (Gökmen et al., 2006; Grob et al., 2003; Taubert et al., 2004; Fiselier and Grob, 2005). Diversi sono dunque gli studi finalizzati a ridurre e/o minimizzare la formazione di AA nelle patate fritte. Tuttavia, sulla base delle nostre conoscenze, non esistono ricerche in cui vengono considerati e messi a confronto al medesimo tempo risultati relativi a parametri qualitativi e contenuto in AA in questa tipologia di prodotto.

Scopo del nostro lavoro è stato quello di studiare le migliori condizioni di frittura finalizzate a minimizzare il contenuto in acrilammide (AA) e ad ottenere una buona qualità in cottura di patate fritte. È stato dunque investigato l'effetto di alcune condizioni di processo sul contenuto in AA e al contempo su alcune caratteristiche qualitative di bastoncini di patate pre-fritte surgelate (*French fries*), fritte ad una stessa temperatura iniziale dell'olio, con due diverse friggitrici e due diversi rapporti prodotto/olio.

Materiali e metodi

Materiali e condizioni di frittura

Per le prove sono state utilizzate patate pre-fritte surgelate in sticks (0,7 x 0,7 x 6/8 cm) acquistate in un supermercato locale, aventi un contenuto in zuccheri riduttori pari a $0.70 \pm 1.5 \text{ g kg}^{-1}$ p.f. La frittura è stata effettuata usando olio di arachidi e due differenti friggitrici: una di tipo domestico (friggitrice A) "Easy clean system" Mod. F989 (DeLonghi, Italy) 1800 W, 230 V, 50/60 Hz, equipaggiata con un cestello standard, un termometro per la regolazione della temperatura ed un coperchio sempre chiuso durante il processo. La seconda friggitrice utilizzata era di tipo semi-industriale, da ristorazione (friggitrice B), Mod. ELT4+4B (Bologna, Italy) 1800 W, 230 V, 50/60 Hz, equipaggiata con un cestello standard, senza coperchio. La quantità di olio

inserito all'interno delle friggitrici era di 2 L per la friggitrice A e di 3 L per la friggitrice B. In entrambe le friggitrici è stata impostata una temperatura iniziale dell'olio di 180°C e sono stati utilizzati due diversi rapporti di prodotto rispetto al volume dell'olio (1/4 e 1/8 p/v). Sono stati effettuati diversi cicli di frittura per tempi differenti in funzione del rapporto prodotto/olio utilizzato. Rispettivamente: 4, 7, 10, 13, 16 minuti per il rapporto 1/4 e 3, 4, 7, 10, 11 minuti per il rapporto 1/8. Tali tempi sono stati scelti riducendo e prolungando il tempo di cottura ottimale determinato sulla base di prove preliminari.

Misura della temperatura

La temperatura dell'olio e della superficie dei bastoncini di patate è stata misurata e costantemente monitorata nel corso di ogni ciclo a mezzo di un multimetro digitale (mod. 2700, Keithley, Cleveland, USA) e termocoppie (GG-30-KK, Tersid, Milano, Italy) immerse nel bagno d'olio e inserite nei bastoncini di patata (circa 0,1 cm sotto la superficie).

Analisi

Dopo ogni ciclo di frittura sui campioni di patate sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche:

Umidità. Determinata in triplo per via gravimetrica secondo la metodica AOAC-925.10 (AOAC, 1990).

Contenuto in olio. Determinato in triplo mediante metodo Soxhlet (AACC, 1986) utilizzando per l'estrazione etere di petrolio.

Colore. Le misure di colore sono state effettuate su dieci bastoncini per ogni ciclo di frittura mediante analisi di immagine. Le immagini delle *French fries* sono state ottenute utilizzando un sistema di acquisizione dell'immagine come descritto da Mendoza and Aguilera (2004) cui sono state apportate alcune modificazioni. Le immagini dei bastoncini sono state salvate in formato JPG in un PC. Per il pre-proces-

samento delle immagini, la loro segmentazione e la quantificazione del colore è stato utilizzato un algoritmo specifico (MATLAB 6.5, The MathWorks, Inc, USA). Il colore dei campioni di *French fries* è stato espresso in termini di luminosità (L^*), indice di rosso (a^*) e tinta (h°). I valori di a^* e b^* dello spazio di colore CIE $L^*a^*b^*$ sono stati convertiti in tinta utilizzando il seguente formalismo: $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ (McGuire, 1992).

Consistenza. Misurata a temperatura ambiente a mezzo di dinamometro Texture Analyser (TA HDi 500, Stable Micro Systems, Surrey, UK) ed espressa come sforzo massimo (Fmax in N) di taglio (velocità di taglio di 10 mm/s; cella di carico da 50 Kg). Per ogni ciclo di frittura sono state analizzate 21 *French fries*.

Contenuto in acrilammide. L'AA è stata determinata seguendo le metodiche riportate da Ahn et al. (2002) e Castle (1993), che prevedono derivatizzazione del composto prima dell'analisi al GC/MS.

La quantificazione dell'AA è stata effettuata utilizzando un GC/MS Agilent (GC6900 - MS5378) (Milano, Italy) equipaggiato con una colonna capillare DB17 (50% phenil; 50% methylsilicone) Agilent (length 30 m x I.D. 0,25 mm x D.F. 0,25 μ m).

Analisi statistica

La significatività statistica dei risultati di AA è stata testata applicando l'analisi della varianza (ANOVA) ed il test di confronto tra le medie (least significant difference - LSD) di Fisher ad un livello di significatività di 0,05. È stato utilizzato il programma Statistica per Windows, versione 6.0 (Statsoft Inc., Tulsa, UK).

Risultati

Effetto della frittura sui profili termici e sulla formazione di AA

In figura 1 e 2 sono riportati i profili termici della superficie delle patate e del bagno

d'olio registrati durante i cicli di frittura effettuati rispettivamente nelle friggitrici A e B utilizzando un rapporto prodotto/olio pari a 1/4. All'inizio del processo la temperatura dell'olio è diminuita rapidamente in entrambe le friggitrici a seguito dell'immersione dei bastoncini di patate congelate nell'olio caldo. Col procedere della frittura la temperatura della superficie delle patate tendeva ad avvicinarsi a quella dell'olio. Ciò è risultato più evidente nella friggitrice A (fig. 1) in cui il profilo termico della superficie delle patate ha superato il punto di ebollizione dell'acqua più velocemente di quanto avvenuto nella B. In definitiva nelle friggitrici di tipo domestico (A) sono state raggiunte maggiori temperature dell'olio e della superficie delle patate più velocemente che nella B, in cui le temperature, dopo un'iniziale diminuzione, hanno necessitato di più tempo per ritornare a valori più elevati.

Valori significativamente più elevati di AA (tabella 1) sono stati ottenuti agli stessi tempi di cottura, (fatta eccezione che a 10 minuti) nelle patate fritte nella friggitrice A probabilmente come conseguenza delle diverse velocità di aumento delle temperature di olio e superficie delle patate raggiunte nelle due friggitrici testate.

Nelle figure 3 e 4 sono mostrati i profili termici di olio e superficie delle patate ottenuti durante la frittura del prodotto in entrambe le friggitrici (rispettivamente A e B), ma con un rapporto patate/olio pari a 1/8. Come ci si aspettava, utilizzando una minor quantità di prodotto, sono state raggiunte in minor tempo in entrambe le friggitrici temperature dell'olio e valori di AA (tabella 2) più elevati. Anche in questo caso l'incremento delle temperature, sia dell'olio che della superficie delle patate, è risultato più veloce nella friggitrice A. Per ciò che riguarda i valori di AA, riportati in tabella 2, a parità di tempo di frittura non sono mai state registrate differenze significative tra le patate fritte nelle due friggitrici

Figura 1. Profili termici registrati con la friggitrice di tipo domestico (A).

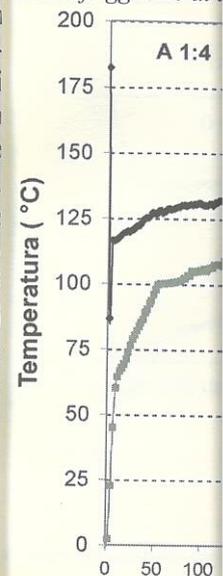
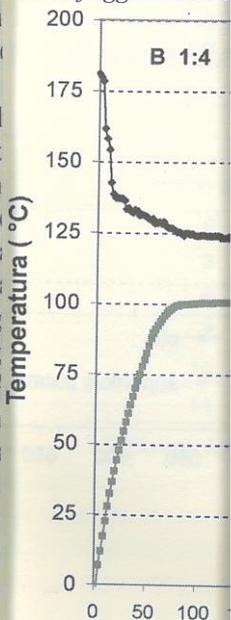


Figura 2. Profili termici registrati con la friggitrice da laboratorio (B).



i cicli di frittura nelle friggitrici A. Il prodotto/olio nel processo la temperatura rapidamente in seguito dell'immediato congelamento della superficie delle patate a quella dell'olio. Il tempo termico della superficie è superato il punto di cottura più velocemente di quanto si pensi. In definitiva, nelle friggitrici (A) sono state raggiunte temperature dell'olio e della superficie delle patate più velocemente di quanto si pensasse, e la temperatura di frittura, dopo un periodo di stabilizzazione, hanno necessitato di ritornare a valori

più elevati di AA, ottenuti agli stessi tempi, con l'eccezione che a 16 minuti nella friggitrice A, a causa delle differenze delle temperature delle patate raggiunte, sono mostrati i profili termici della superficie delle patate ottenuti sia nel prodotto in entrata che nel prodotto in uscita (rispettivamente A e B), con un rapporto patate/olio pari a 1/4. Tuttavia, utilizzando un rapporto patate/olio pari a 1/4, sono state raggiunte le stesse temperature in entrambe le friggitrici. Anche in questo caso, le temperature della superficie delle patate, sia nella friggitrice A che nella friggitrice B, sono state raggiunte più velocemente di quanto si pensasse. Per i valori di AA, riportati in tabella, si è osservato che i tempi di frittura non presentano differenze significative nelle due friggitrici.

Figura 1. Profili termici dell'olio e della superficie delle patate rilevati durante la frittura effettuata con la friggitrice di tipo domestico (A) e con un rapporto prodotto/olio pari a 1/4.

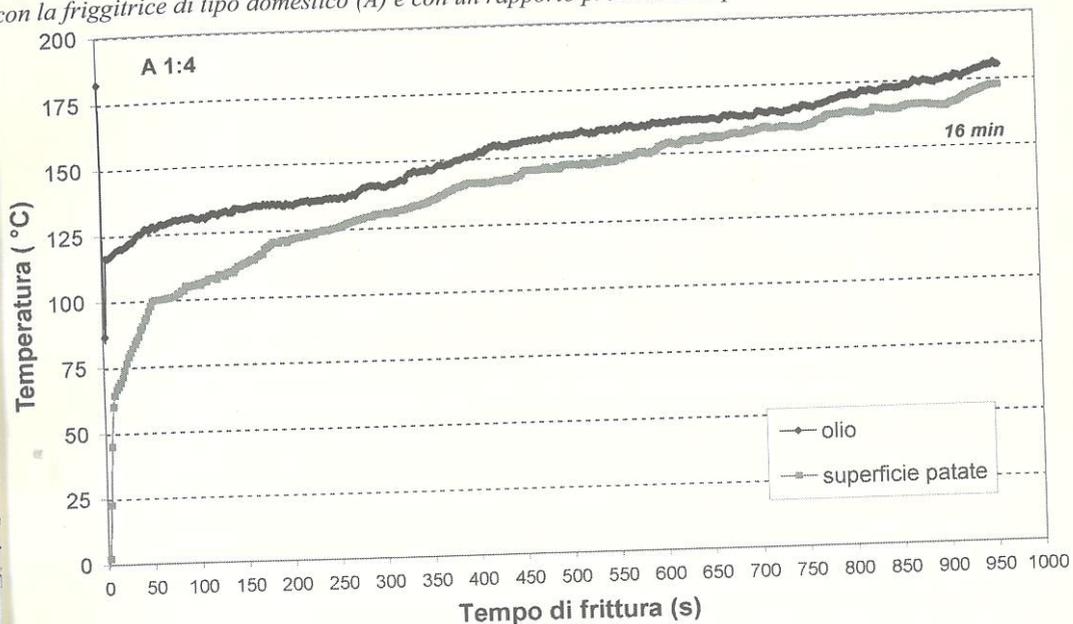


Figura 2. Profili termici dell'olio e della superficie delle patate rilevati durante la frittura effettuata con la friggitrice da catering (B) e con un rapporto prodotto/olio pari a 1/4.

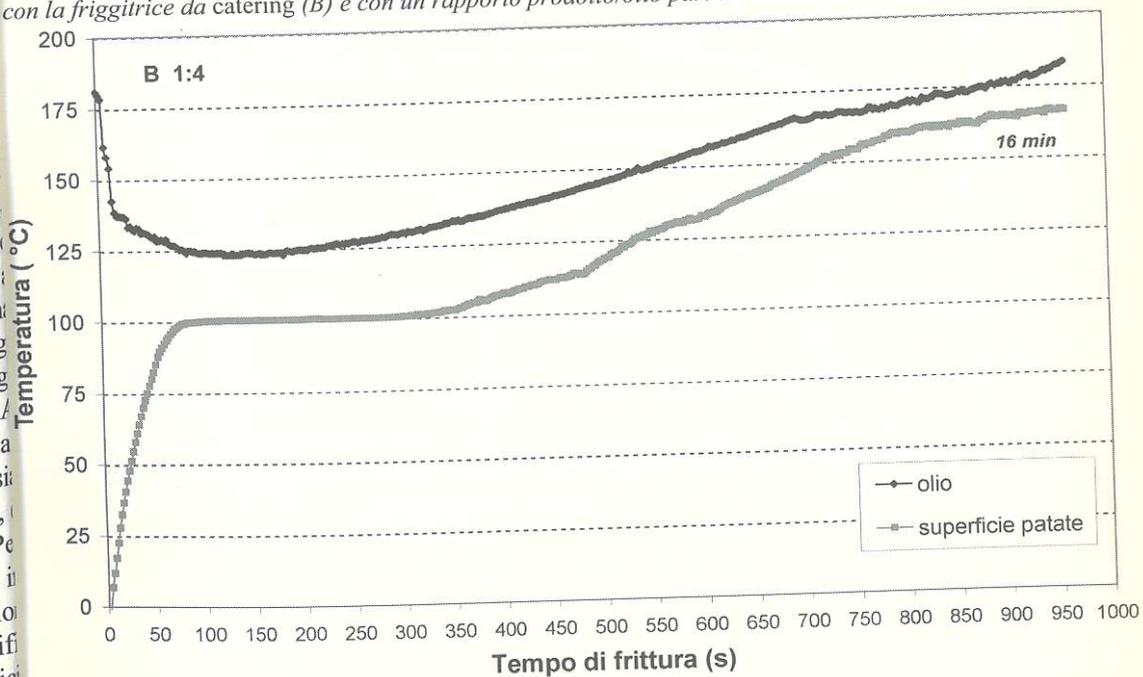


Tabella 1. Valori di AA ($\mu\text{g}/\text{kg}$) di French fries fritte nelle due friggitrici (A - B) con un rapporto prodotto/olio pari a 1/4 p/v e a diversi tempi di frittura (min)^a.

Tempo (min)	Acrilammide ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
	Friggitrice A	Friggitrice B
0	9 a	9 a
4	51 b	21 a
7	250 b	104 a
10	370 b	172 a
13	448 b	313 a
16	640 a	597 a

^a Differenti lettere nella stessa riga indicano differenze significative tra i dati ($P \leq 0,05$).

Figura 3. Profili termici dell'olio e della superficie delle patate rilevati durante la frittura effettuata con la friggitrice di tipo domestico (A) e con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8.

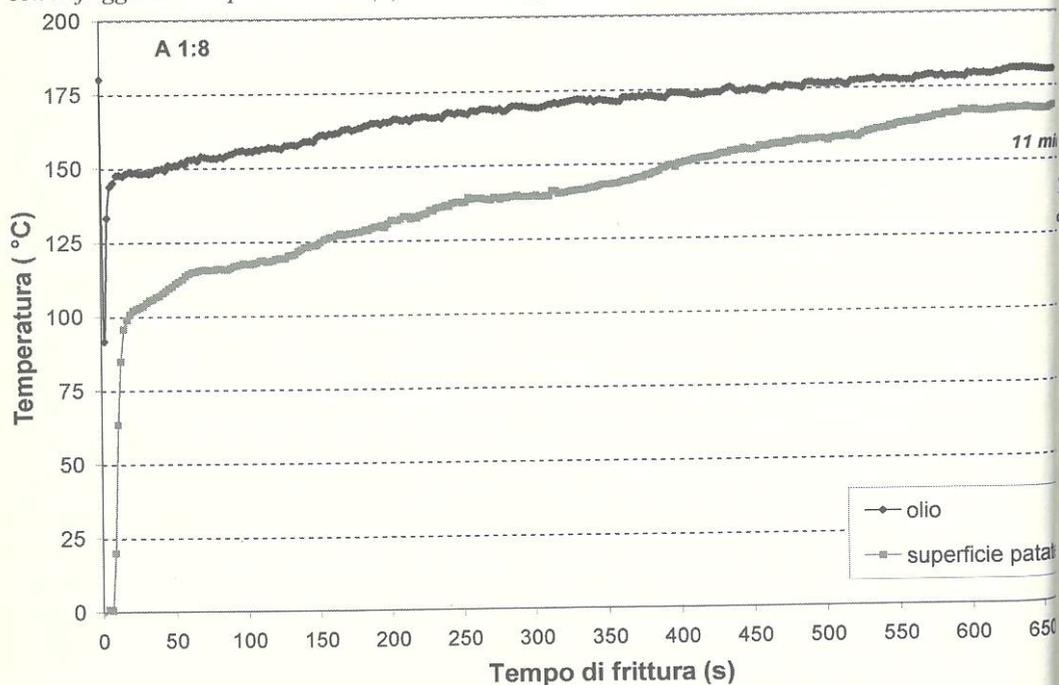


Figura 4. Profili termici dell'olio e della superficie delle patate rilevati durante la frittura effettuata con la friggitrice da catering (B) e con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8.

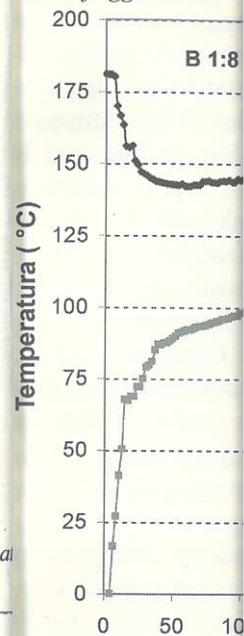


Tabella 2. Valori di AA ($\mu\text{g}/\text{kg}$) di French fries fritte nelle due friggitrici (A - B) con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8 p/v e a diversi tempi di frittura (min)^a.

Tempo (min)	Friggitrice A	Friggitrice B
0	9 a	9 a
3	51 b	21 a
4	250 b	104 a
7	370 b	172 a
10	448 b	313 a
11	640 a	597 a

^a Differenti lettere nella stessa riga indicano differenze significative tra i dati ($P \leq 0,05$).

Figura 4. Profili termici dell'olio e della superficie delle patate rilevati durante la frittura effettuata con la friggitrice da catering (B) e con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8.

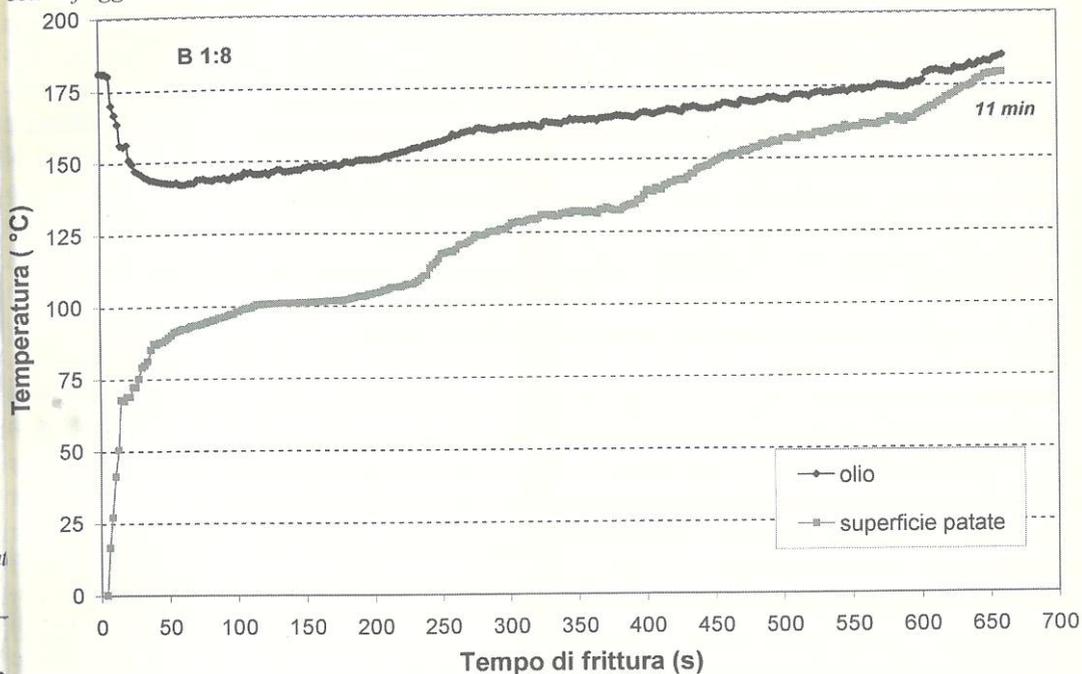


Tabella 2. Valori di AA ($\mu\text{g}/\text{kg}$) di French fries fritte nelle due friggitrici (A - B) con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8 p/v e a diversi tempi di frittura (min)^a.

Tempo (min)	Acrilammide ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
	Friggitrice A	Friggitrice B
0	9 a	9 a
3	80 a	78 a
4	152 a	129 a
7	300 a	260 a
10	508 a	458 a
11	662 a	582 a

^a Differenti lettere nella stessa riga indicano differenze significative tra i dati ($P \leq 0,05$)

In particolare, le temperature dell'olio e della superficie delle patate sono risultate sempre più elevate, a parità di tempo, nella friggitrice A che nella B, in particolare fino ad 11 minuti (660 s) quando si utilizzava più prodotto (1/4) e fino a 7 (420 s) minuti quando se ne utilizzava meno (1/8). Alla fine del processo, quando il prodotto risultava sovracotto, non sono state riscontrate sostanziali differenze tra i profili termici registrati nelle due diverse friggitrici. Tali risultati sono probabilmente da imputare alle diverse caratteristiche costruttive e modalità di utilizzo dei due apparecchi, nonostante essi avessero una simile potenza termica. Infatti, la presenza di un coperchio durante il processo di cottura nella friggitrice A ha sicuramente provocato un più efficiente trasferimento di calore ed un più veloce incremento delle temperature dell'olio e delle patate. Tali differenze, tuttavia, sono risultate meno evidenti tra le due friggitrici quando è stato utilizzato un minor quantitativo di prodotto (1/8); conseguentemente sono state registrate minori e non significative differenze anche tra i livelli di AA delle patate fritte nelle due friggitrici agli stessi tempi di cottura.

Sembra, dunque, che minore è il quantitativo di prodotto utilizzato rispetto al volume di olio minore è l'incidenza delle caratteristiche costruttive e di conseguenza della reale velocità di trasferimento di calore delle friggitrici che si ripercuote sulle temperature di olio e prodotto e sulla formazione di AA.

Effetto della frittura sulle caratteristiche qualitative delle French fries

Per ciascun ciclo di frittura e condizioni tecnologiche adottate si è cercato di identificare i tempi di frittura ottimali per un prodotto tipo *French fries* ben cotto. Sulla base di quanto riportato in letteratura e della nostra esperienza sono stati considerati i range di valori ottimali relativi alle principali caratteristiche qualitative che identifi-

cano tale tipologia di prodotto: colore, consistenza, contenuto in acqua e assorbimento di olio. Secondo Grob e collaboratori (2003) *French fries* ben cotte dovrebbero avere un contenuto in acqua compreso tra il 38 ed il 45% ed un contenuto in olio inferiore al 20-23%. Valutando la consistenza del prodotto in termini di F_{max} , ottenuta con test di taglio, un valore intorno a 13 è stato definito adeguato per il consumo (Lisinska and Golubowska 2005). Tale valore, come riportato da Golubowska (2003), si ottiene quando è presente una superficie croccante sul prodotto a fine cottura.

Inoltre, per quel che riguarda il colore sulla base di prove preliminari, sono stati considerati buoni per un prodotto fritto un colore accettabile e presi come riferimento valori di L^* superiori a 60, di a^* intorno a 0 e di h° al di sopra di 85.

In generale, sulla base di tutti i valori ottenuti (dati non mostrati) per ciascun parametro di qualità considerato nel corso di tutti i test di frittura effettuati in entrambe le friggitrici e con quantità di prodotto diverse, si può sintetizzare che in generale *French fries* raggiungevano il contenuto in acqua e i valori di consistenza considerati ottimali dopo la prima metà di ciascun ciclo di frittura. L'assorbimento di olio da parte del prodotto iniziava dopo i primi minuti di frittura contemporaneamente alla disidratazione dello stesso; prolungando il tempo di frittura i bastoncini di patate aumentavano il loro stato di disidratazione e iniziavano a diventare oleosi. L'assorbimento di olio è risultato sempre intorno al 19-20% a partire da 7 minuti fino alla fine del processo. Per quel che riguarda il colore, come ci si aspettava, le *French fries* diventavano via via più scure e rosse all'aumentare del tempo di frittura, mostrando una diminuzione nei valori di luminosità (L^*) e tinta (h°) ed un aumento in quello di rosso (a^*).

Valori analoghi nei parametri di qualità considerati sono stati raggiunti in tempi

minori quando v
quantitativo di p
a parità di quan
ottenneva un prod
tenuto in acqua,
ilore più scuro) u
in cui, come p
l'aumento di ten
il processo di co
che nella friggitr
Per ciò che ri
frittura è evident
analoghi utilizza
prodotto e/o dive
Considerando
rametri di qualità
qualità in cottur
circa 10 min di
nella friggitrice
to/olio pari a 1/4
tra 10 e 13 min d
con la friggitrice
to/olio pari a 1/4
AA) e a circa 7
fritte in entrambe
un rapporto pro
spettivamente 30
di AA).
Riassumendo,
zionati per un pro
ità i minori live
strati nelle *Frenc
gitrice B, a pres
prodotto utilizzat
i a 250 μ g/kg, cl
prodotto può esse
vo non elevato.*

Discussione e con

In accordo con a
al., 2006), è possi
quantitativi di pat
del mezzo e diffe
no le temperature
ie delle patate
conseguenza i ten

li prodotto: colore, contenuto in acqua e assorbimento di olio. Grob e collaboratori (2005) hanno ben cotte dovrebbero essere in acqua compreso il contenuto in olio. Valutando la consistenza, i parametri di F_{max} , ottenuti un valore intorno a 13, eguato per il consumo (Golubowska 2005). Tale valore da Golubowska (2005) presenta una superficie di cottura a fine cottura. che riguarda il colore: preliminari, sono stati per un prodotto fritto colorile e presi come riferenziali superiori a 60, di area di sopra di 85. la base di tutti i valori (nostrati) per ciascun prodotto considerato nel corso di esperimenti effettuati in entrambe le quantità di prodotto da utilizzare che in generale ingegnavano il contenuto di consistenza considerata prima metà di ciascun prodotto e l'assorbimento di olio iniziava dopo i primi 30 secondi e contemporaneamente allo stesso; prolungando i bastoncini di patate al punto di disidratazione e di diventare oleosi. L'assorbimento di olio è aumentato sempre intorno ai 7 minuti fino alla fine di quel che riguarda il colore, tuttavia, le *French fries* di colore più scure e rosse all'uscita dalla frittura, mostrano nei valori di luminosità un aumento in quelli relativi ai parametri di qualità stati raggiunti in tempi

minori quando veniva utilizzato un minor quantitativo di prodotto (1/8). D'altra parte, a parità di quantità di patate utilizzate si otteneva un prodotto più cotto (minor contenuto in acqua, maggiore consistenza, colore più scuro) utilizzando la friggitrice A, in cui, come precedentemente riportato, l'aumento di temperatura dell'olio durante il processo di cottura risultava più veloce che nella friggitrice B.

Per ciò che riguarda i tempi ottimali di frittura è evidente che non possono essere analizzati utilizzando differenti quantità di prodotto e/o diverse friggitrici.

Considerando i valori ottimali dei parametri di qualità sopra riportati, la miglior qualità in cottura è stata raggiunta dopo circa 10 min di frittura nelle patate fritte nella friggitrice A con un rapporto prodotto/olio pari a 1/4 ($370 \pm 25 \mu\text{g/kg}$ di AA); tra 10 e 13 min di frittura nelle patate fritte con la friggitrice B con un rapporto prodotto/olio pari a 1/4 (circa $250 \pm 20 \mu\text{g/kg}$ di AA) e a circa 7 min di frittura in patate fritte in entrambe le friggitrici (A e B) con un rapporto prodotto/olio pari a 1/8 (rispettivamente 300 ± 31 e $260 \pm 50 \mu\text{g/kg}$ di AA).

Riassumendo, ai tempi di frittura selezionati per un prodotto finito di buona qualità i minori livelli di AA sono stati registrati nelle *French fries* ottenute dalla friggitrice B, a prescindere dalla quantità di prodotto utilizzata, ma a livelli non inferiori a $250 \mu\text{g/kg}$, che, per questa tipologia di prodotto può essere definito un quantitativo non elevato.

Discussione e conclusioni

In accordo con altri ricercatori (Fiselier et al., 2006), è possibile affermare che diversi quantitativi di patate in rapporto al volume del mezzo e differenti friggitrici influenzano le temperature dell'olio e della superficie delle patate durante il processo, e di conseguenza i tempi di cottura ottimali per

ottenere un prodotto finito con buone caratteristiche qualitative.

L'aumento delle temperature dell'olio e della superficie delle patate è risultato maggiore durante il processo di frittura nella friggitrice A come conseguenza delle sue peculiari caratteristiche costruttive che inducevano un più efficiente trasferimento di calore. I migliori risultati in termini di più bassi livelli di AA e migliore qualità in cottura delle *French fries* sono stati ottenuti in ogni caso utilizzando la friggitrice con il minor potere riscaldante (B).

Infatti, anche se è noto che i migliori risultati si ottengono utilizzando poco prodotto in frittura, da tale lavoro si evince che le caratteristiche costruttive delle friggitrici e le modalità di utilizzo delle stesse, influenzando il loro reale potere riscaldante, risultano un fattore chiave, al pari della quantità di patate utilizzate, per controllare il contenuto di AA e al contempo ottenere buone caratteristiche qualitative del prodotto finito.

Per ottenere un buon prodotto fritto con elevate qualità culinarie in termini di colore, consistenza e contenuto in olio e bassi livelli di AA, si deve dunque, considerare sia durante la cottura a livello domestico che nel settore del *catering*, non solo la temperatura iniziale impostata nella friggitrice ma le variazioni che questa subisce dopo l'immersione delle patate nell'olio e nel corso della cottura. Durante tutto il processo di frittura la temperatura dell'olio dovrebbe essere compresa nell'intervallo tra $140-170^\circ\text{C}$. Al di sotto di questo intervallo di temperature si otterrebbe un prodotto finito con un contenuto in olio molto elevato e caratteristiche organolettiche non soddisfacenti, al di sopra si favorirebbe la formazione di elevate quantità di acrilammide. Il profilo termico dell'intero processo deve essere tenuto in considerazione poiché è noto (Romani et al., 2008) che elevati livelli di AA si formano durante la fase finale della frittura e che le temperatu-

re dell'olio e della superficie delle patate raggiunte durante la seconda metà della frittura e la durata di questa fase del processo risultano cruciali per la qualità del prodotto finito. La risalita della temperatura del bagno d'olio dipende dalle caratteristiche della friggitrice (dal suo potere riscaldante) e dal rapporto olio/prodotto oltre che dalla temperatura iniziale dell'olio. Questi parametri sono correlati tra loro e dunque le condizioni ottimali di frittura non possono essere determinate considerando ogni singolo parametro in maniera indipendente. Nel caso di patate pre-fritte, il consumatore o chi le cuoce deve prestare attenzione alle indicazioni sull'etichetta riferite al tempo ed al metodo di cottura. Spesso il miglior rapporto olio/prodotto da utilizzare in relazione alla temperatura della friggitrice ed i tempi di cottura da adottare non sono specificati. Tali indicazioni sarebbero molto utili se riportate sulla confezione dei prodotti pre-fritti al fine di ridurre i potenziali livelli di acrilammide.

La regola pratica che dovrebbe sempre essere applicata durante la frittura è quella di cercare sempre di evitare un prodotto sovra-cotto, di colore bruno anziché solo biondo e appena croccante. In questa maniera si può essere certi che il contenuto di acrilammide dei prodotti si manterrà basso. Le autorità nazionali e locali dovrebbero assumersi la responsabilità di fornire indicazioni precise ai cittadini. In maniera molto semplice queste indicazioni potrebbero essere riassunte con il suggerimento: "cercare di avere un prodotto che a fine cottura sia ancora giallo-dorato e non bruno!" Le parti che raggiungono una colorazione molto scura andrebbero scartate in quanto sicuramente con alti livelli di acrilammide.

Ringraziamenti

Lavoro realizzato nell'ambito del Progetto europeo HEATOX, STREP Project VI FWP.

"Heat-generated foods toxicants - Identification, characterisation and risk minimisation". Partner 5: UNIBO, Contract no. 506820. Responsabile: Prof. M. Dalla Rosa

Bibliografia

- AACC. Approved methods of the AACC American Association of Cereal Chemists St Paul, MN. 1986.
- Ahn J.S., Castle L., Clarke D.B., Lloyd A.S., Philo M.R., Speck D.R. - Verification of the findings of acrylamide in heated foods. *Food Add. Contam.* 2002, 19: 1116-1124.
- Amrein T.M., Bachmann S., Noti A., Biedermann M., Ferraz Barbosa M., Biedermann-Brem S., Grob K., Keiser A., Reinalini P., Escher F., Amadò R. - Potential of acrylamide formation, sugar and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming system. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 5556-5560
- Amrein T.M., Limacher A., Conde-Petit B., Amadò R., Escher F. - Influence of thermal processing conditions on acrylamide generation and browning in potato model system. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54: 5910-5916.
- AOAC. Official methods of analyses 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1990.
- Becalski A., Lau B.P.Y., Lewis D., Seaman S.W. - Acrylamide in foods: occurrence, sources, and modeling. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 802-808.
- Castle L. - Determination of acrylamide monomer in mushrooms grown on polyacrylamide gel. *J. Agric. Food Chem.* 1993, 41: 1261-1263.
- De Wilde T., De Meulenaer B., Mestdagh F., Govaert Y., Vandeburie S., Ooghe W., Fraselle S., Demeulemeester K., Verbeke P., Peteghem C., Calus A., Degroodt J.M., Verhé R. - Influence of storage practice on acrylamide formation during potato frying. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53: 6550-6557.

- Fiselier K., Bazzocchini F., Grob K. - Browning temperature and acrylamide in French fries. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 222: 414-418.
- Fiselier K., Grob K. - Acrylamide and reducing sugars in French fries. *J. Agric. Food Res. Technol.* 2006, 222: 414-418.
- Friedman M. - Chemical safety of acrylamide. *J. Food Chem.* 2002, 19: 1116-1124.
- Gökmen V., Palazoglu A. - Relation between cooking time and histamine in French fries. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 77: 972-976.
- Golubowska G. - Chloride content and texture of French fries production. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 847-851.
- Grob K., Biedermann M., Noti A., Imhof S., Ferraz Barbosa M., Biedermann-Brem S., Keiser A., Reinalini P., Escher F., Amadò R. - Acrylamide formation in French fries: less than 100 µg/kg. *J. Agric. Food Res. Technol.* 2006, 54: 5910-5916.
- Grob K. - Option for reducing acrylamide in French fries. *J. Agric. Food Chem.* 2007, Supplement 1: 1254-1255.
- Lisinska G., Golubowska G. - Change of potato texture during fries production. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 681-687.
- Mathäus B., Haase N. - Acrylamide formation affecting the color of French fries during deep-fat frying. *J. Lipid Sci. Technol.* 2006, 108: 471-477.
- McGuire R.G. - Report of acrylamide measurements. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 1254-1255.
- Mendoza F., Aguilera M. - Images analysis for determining browning in bananas. *J. Food Res. Technol.* 2006, 108: 471-477.
- Morales F., Capuano E. - Acrylamide formation strategies in French fries. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53: 6550-6557.

- oxicans - Identification and risk minimization. BO, Contract no. of M. Dalla Rosa.
- Fiselier K., Bazzocco D., Gama-Baumgartner F., Grob K. - Influence of the frying temperature on acrylamide formation in French fries. *Eur. Food Res. Technol.* 2006, 222: 414-419.
- Fiselier K., Grob K. - Legal limit for reducing sugars in prefabricates targeting 50 µg/kg acrylamide in French fries. *Eur. Food Res. Technol.* 2005, 220: 451-458.
- Friedman M. - Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 4504-4526.
- Gökmen V., Palazoğlu T.K., Şenyuva H.Z. - Relation between the acrylamide formation and time history of surface and core regions of French fries. *J. Food Engin.* 2006, 77: 972-976.
- Golubowska G. - Changes of polysaccharide content and texture of potato during French fries production. *Food Chem.* 2005, 90: 847-851.
- Grob K., Biedermann M., Biedermann-Brem S., Noti A., Imhof D., Amrein T.M., Pfefferle A., Bazzocco D. - French fries with less than 100 µg/kg acrylamide. A collaboration between cooks and analysts. *Eur. Food Res. Technol.* 2003, 217: 185-194.
- Grob K. - Option for legal measures to reduce acrylamide contents in the most relevant foods. *Food Add. Contam.* 2007, Supplement 1, 24(S1): 71-81.
- Lisinska G., Golubowska G. - Structural change of potato tissue during French fries production. *Food Chem.* 2005, 93: 681-687.
- Matthäus B., Haase N.U., Vosman K. - Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2004, 106: 793-801.
- McGuire R.G. - Reporting of objective color measurements. *Hortic. Sci.* 1992, 27: 1254-1255.
- Mendoza F., Aguilera J.M. - Application of images analysis for classification of ripening bananas. *J. Food Sci.* 2004, 69: 471-477.
- Morales F., Capuano E., Fogliano V. - Mitigation strategies to reduce acrylamide formation in fried potato products. *Ann. New York Acad. Sci.* 2008, 1126: 89-100.
- Mottram D.S., Wedzicha B.L., Dodson A.T. - Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 2002, 419: 448-449.
- Pedreschi F., Kaack K., Granby K. - Acrylamide content and color development in fried potato strips. *Food Res. Inter.* 2006, 39, 40-46.
- Pedreschi F. - The canon of potato science: 49. Acrylamide. *Potato Res.* 2007, 50: 411-413.
- Romani S., Bacchiocca M., Rocculi P., Dalla Rosa M. - Effect of frying time on acrylamide content and quality aspects of French fries. *Eur. Food Res. Technol.* 2008, 226: 555-560.
- Rydberg P., Eriksson S., Tareke E., Karlsson P., Ehrenberg L., Tornqvist M. - Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51: 7012-7018.
- Stadler R.H., Blank I., Varga N., Robert F., Hau J., Guy P.A., Robert M-C. Riediker S. - Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature* 2002, 419: 449-450.
- Takada A.O., Matsuura-Endo C., Chuda Y., Ono H., Yada H., Yoshida M., Kobayashi A., Tsuda S., Takigawa S., Noda T., Yamauchi H., Mori M. Changes in content of sugar and free amino acids in potato tubers under short-term storage at low temperature and effect on acrylamide level after frying. *Bios. Biotechnol. Biochem.* 2005, 69: 1232-1238.
- Taubert D., Harlfinger S., Henkes L., Berkels R., Schomig E. - Influence of processing parameters on acrylamide formation during frying of potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52: 2735-2739.
- Whitfield F.B. - Volatiles by interaction of Maillard reactions and lipids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1992, 31: 1-58.
- Williams J.S.E. Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisp. *Food Chem.* 2005, 90: 875-881.

Yaylayan V.A., Wnorowski A., Locas C.P. -
Why asparagines needs carbohydrates to
generate acrylamide? J. Agric. Food
Chem. 2003, 51: 1753-1757.

Zhang Y., Zhang Y. - Formation and reduc-
tion of acrylamide in Maillard reaction:
review based on the current state of
knowledge. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.
2007, 47: 521-542.

Probiotici Evoluzione

Lorenzo Moretti

Istituto di Microbiologia
Via Emilia Parmense 84
telefono: +390523

Riassunto: Gli alimenti
sumatore, costituito
apportare al consumatore
modulare alcune
co”, definito a livello
tendersi come sin-
trizzionali e sulla
tà di comunicare
studi scientifici e

*Abstract. Foods as
tional-foods” mar-
specific “active in-
FAO/WHO guidel-
onymous of “lact-
health claims made
but these claims have
dences.*

Parole chiave: pro-
Key words: probi-

Introduzione

La possibilità di
popolazione
sto modo, ricorrendo
togeni o commensali
benessere fu
Metchnikoff
lo di un libro
tradotti in ing
riamente scri
Pasteur, il p
dove operava

Il microb
stituito la ve
croflora”) de
stema forma
ecologiche c
popolazione
1000 specie
di ceppi. Il

Probiotici I

Evoluzione della ricerca e della normativa

Lorenzo Morelli

Istituto di Microbiologia Facoltà di Agraria Università Cattolica del Sacro Cuore
Via Emilia Parmense 84, 29100 Piacenza, Italy
telefono: +390523509248;; e-mail: lorenzo.morelli@unicatt.it

Riassunto: Gli alimenti e gli integratori alimentari contenenti batteri vivi con effetto benefico sul benessere del consumatore, costituiscono un settore rilevante del mercato degli alimenti così detti "funzionali", alimenti cioè capaci di apportare al consumatore benefici non legati al contenuto in macro-nutrienti ma a specifici ingredienti "attivi" nel modulare alcune funzioni fisiologiche. Per i batteri con dimostrata attività benefica si utilizza il termine "probiotico", definito a livello regolatorio da linee guida FAO/WHO nonché del Ministero della Salute italiano e da non intendersi come sinonimo di "fermento lattico". La recente introduzione della possibilità di utilizzare "indicazioni nutrizionali e sulla salute" (nutrition and health claims) da parte del Regolamento CE 1924/2006 comporta la possibilità di comunicare al consumatore i reali benefici di questi prodotti, che però dovranno essere sostenuti da rigorosi studi scientifici e clinici per poter ottenere l'approvazione a livello comunitario.

Abstract. Foods and food supplements used to deliver viable beneficial bacteria, are a relevant part of the so-called "functional-foods" market, foods supposed to exert positive effects on the consumers not related to macro-nutrients but due to specific "active ingredients". Bacteria with a proven beneficial traits are named "probiotics", a term well defined by FAO/WHO guidelines as well as by the Italian Department of Health; it is to note that this term is not to be used as synonymous of "lactic acid bacteria". The recently approved European Union Regulation CE 1924/2006 on nutrition and health claims made on food allows food companies to communicate to consumers the beneficial effects of these products, but these claims have to be approved at the European level and, moreover, to be supported by scientific and clinical evidences.

Parole chiave: probiotici, claims salutistici, normativa europea.
Key words: probiotics, health claims, european rules.

Introduzione

La possibilità di mantenere in equilibrio la popolazione batterica intestinale e in questo modo, ridurre la presenza di batteri patogeni o comunque non favorevoli per il benessere fu originalmente suggerita da E. Metchnikoff ai primi del '900 in un capitolo di un libro (1) in cui venivano raccolti e tradotti in inglese alcuni suoi saggi originariamente scritti in francese per l'Istituto Pasteur, il prestigioso istituto di ricerca dove operava.

Il microbiota (termine che oggi ha sostituito la vecchia e denominazione "microflora") dell'intestino umano è un ecosistema formato da una pluralità di nicchie ecologiche che a loro volta ospitano una popolazione batterica formata da oltre 1000 specie e da un innumerevole quantità di ceppi. Il mantenimento degli equilibri,

fra le varie componenti batteriche di questo ecosistema, riveste una estrema rilevanza per il mantenimento dello stato di salute dell'uomo, ad esempio per mantenere attivo il meccanismo della resistenza alla colonizzazione di batteri patogeni. Risulta pertanto essenziale poter mantenere in buona efficienza il microbiota intestinale, vero e proprio organo aggiuntivo del corpo da nutrire e mantenere efficiente.

Da notare come non esista un consenso scientifico sulla composizione di un microbiota che si possa definire "sano"; si hanno invece molte indicazioni sul ruolo negativo svolto da un'eccessiva presenza di alcuni gruppi batterici, a cui corrisponde una ridotta presenza di altri gruppi batterici.

I risultati clinici ottenuti da Metchnikoff furono di forte stimolo all'allora nascente industria lattiero casearia, per inizia-

re la produzione industriale dello yogurt.

In realtà i ceppi batterici utilizzati per la produzione industriale dello yogurt non erano quelli utilizzati da Metchnikoff, efficaci ma incapaci di produrre un alimento organoletticamente gradevole, tanto che l'industria fondata dal Metchnikoff stesso fallì in poco tempo, perché non aveva tenuto conto che un alimento deve essere prima di tutto ben accettato dal gusto del consumatore.

È interessante notare, però, come già negli anni '20 del secolo scorso la ricerca microbiologica avesse dimostrato come i batteri lattici presenti nell'intestino umano non fossero gli stessi utilizzati per le produzioni di latte fermentato e che quindi fosse più razionale aggiungere batteri di origine intestinale (ad es. *L.acidophilus*) ai lattici fermentati con batteri per produrre un alimento gradevole ma anche dotato di proprietà benefiche sul microbiota intestinale.

Il concetto di Metchnikoff si è, nel corso degli anni, evoluto in quello di "probioti", cioè di quell'insieme di azioni positive per la salute svolte da colture batteriche vive e vitali, generalmente appartenenti ai generi *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, ingerite in quantità sufficiente a superare la barriera gastrica e a insediarsi nel tratto intestinale. Qui giunti questi batteri possono o meno riprodursi, aderire ai tessuti intestinali, interagire con i tessuti stessi, con gli alimenti ingeriti e con le altre componenti della microflora intestinale.

È passato esattamente un secolo dalla pubblicazione del lavoro di Metchnikoff ma solo negli ultimi venti anni, dopo molto scetticismo e molti risultati dubbi o di scarsa qualità, si sono ottenuti dati scientificamente rilevanti e metodologicamente ineccepibili, tanto da portare alla produzione di circa venti meta-analisi e alla pubblicazione di una media di circa due articoli/ giorno sull'argomento.

I probiotici inoltre rappresentano un business molto importante con un giro di affari che, comprendendo i lattici fermentati e gli integratori, ha raggiunto in Europa nel 2006 i 45,4 miliardi di Euro ed è tuttora in continua ascesa. L'agenzia di marketing Frost & Sullivan ritiene che la possibilità di utilizzare indicazioni salutistiche circostanziate nell'etichetta dei prodotti alimentari contenenti probiotici, dopo l'entrata in vigore del Regolamento CE 1924/2006, aiuti ad incrementare ulteriormente l'interesse dei consumatori. Le previsioni ritengono che il fatturato complessivo del settore possa attestarsi nel 2013 a circa 120 miliardi di Euro.

Sembra interessante quindi proporre i seguenti tre punti di riflessione sui probiotici:

- come definirli
- come valutarne l'efficacia
- la nuova regolamentazione europea

Definizioni

Il termine *probiotico* nacque circa 50 anni fa ad indicare "sostanze che favoriscono lo sviluppo batterico", all'opposto degli antibiotici (2).

Ben presto al termine "sostanze" si sostituiscono "i microrganismi capaci di favorire la salute riequilibrando i rapporti fra i vari gruppi batterici presenti nell'intestino" e quindi si arriva ad una "stabilizzazione" della definizione, in cui i punti chiave sono la quantità dei batteri da somministrare, la loro vitalità (non si possono chiamare probiotici dei batteri morti) e la capacità di conferire un misurabile effetto benefico.

Da sottolineare come, a differenza di quanto comunemente si crede e si scrive nella definizione FAO/WHO di "probiotico" non si fa cenno all'origine umana del ceppo batterico; anzi si precisa che è l'origine svolta che è importante e non l'origine (2).

In Italia il Ministero ha definito i probiotici "microorganismi vivi e vitali che dimostrano in grado adeguato di sopravvivere e di esercitare benefiche per l'organismo". È quindi implicita la necessità di dimostrare che il prodotto stesso è in grado di sopravvivere al consumatore, come termine per determinare la dose utile e il beneficio.

Tabella 1 Schema per la Valutazione

ALLEGATO 1.

Processo per la valutazione dei probiotici, alimenti

1. Probiotici: identificazione della specie e del ceppo. Deposito in una Coltura. 1. Prebiotici: identificazione dei componenti

2. Caratterizzazione del probiotico in un modello animale.

4. Dimostrazione dell'efficacia (preferibilmente in doppio cieco e con