

NELL'AREA GARDA BRESCIANA SU LECCINO E CASALIVA

# Andamento meteorologico e qualità dell'olio extravergine di oliva

**Gli oli delle due varietà tipiche del Garda bresciano sono risultati diversi per i contenuti in polifenoli, tocoferoli e composti volatili. Per quelli di Leccino, insensibili al decorso termico stagionale in maturazione, le variazioni sono state determinate soprattutto dall'indice di maturazione alla raccolta; al contrario, gli oli di Casaliva sono stati influenzati dal decorso termico nella maturazione delle olive: a parità di maturazione sono migliori negli anni più caldi**

D. Tura, O. Failla, S. Pedò, C. Gigliotti, A. Serraiocco, D. Bassi

Le caratteristiche qualitative dell'olio di oliva sono influenzate sia da fattori agro-ambientali (varietà, condizioni climatiche e pedologiche e stato sanitario dei frutti) che tecnologici (lavorazione e conservazione). Le differenze climatiche ambientali e le oscillazioni meteorologiche stagionali influiscono sul comportamento fisiologico delle piante e conseguentemente sul processo di maturazione dei frutti, modificando sia la quantità che le ca-

ratteristiche qualitative dell'olio nelle olive (Cimato *et al.*, 1999; Montedoro *et al.*, 2003).

Nel Sud dell'Italia, per esempio, la maturazione delle olive è più veloce che al Nord (Montedoro e Garofolo, 1984), e in Sardegna, comparando diversi siti, il grado di maturazione delle olive risulta positivamente correlato alla sommatoria termica durante la maturazione (Bandino *et al.*, 1995).

Panelli *et al.* (1994), comparando al-

cuni oli dell'Italia centrale durante sei campagne olivicole, trovarono che le condizioni climatiche, soprattutto la piovosità, influenzano la qualità dell'olio di oliva principalmente modificando alcuni costituenti degli alcoli alifatici, delle sostanze volatili e dei fenoli.

Williams e Harwood (1997) hanno chiaramente mostrato che, a Creta, i regimi di siccità riducono l'attività degli enzimi della «via delle lipossigenasi» e, di conseguenza, i composti volatili diminuiscono.



Aparicio *et al.* (1994), analizzando oli di oliva spagnoli, trovarono che alcuni acidi grassi, steroli, alcoli e idrocarburi cambiano sistematicamente con l'altitudine, e quindi con le condizioni termiche dell'ambiente.

Angerosa *et al.* (1996) trovarono delle significative correlazioni tra alcuni composti dell'olio (steroli, squalene, esteri dell'acido oleico e a lunga catena, alcuni trigliceridi, acido oleico e linoleico e fitolo) e le condizioni meteorologiche stagionali (temperature au-

**Tabella 1 - Influenza dei fattori agro-ambientali sulla qualità dell'olio di oliva in base alla bibliografia**

Fattore agronomico	Effetto sulla qualità dell'olio
Cultivar e ambiente	La differenza tra i trigliceridi determinati per HPLC e quelli determinati sulla base della composizione acidica dipende dalla cultivar, dal clima e dai differenti suoli (Cortesi <i>et al.</i> , 1990). Le cultivar tardive sono maggiormente influenzate dal clima (Panelli <i>et al.</i> , 1990).
Altitudine	$\beta$ -sitosterolo, cicloartenolo, 24-metilencicloartenolo, copaene, acidi palmitoleico e linoleico risultano essere i composti maggiormente dipendenti dall'altitudine (Aparicio <i>et al.</i> , 1994).
Condizioni climatiche	Il contenuto in acido linoleico aumenta quando la temperatura diminuisce, al contrario dell'acido oleico (Ivanov, 1927 e 1929). Nei climi più freddi: la resa in olio diminuisce, l'acido oleico aumenta, e gli acidi linoleico, palmitico, palmitoleico e stearico diminuiscono leggermente (Lotti <i>et al.</i> , 1982). Alcoli alifatici, composti volatili e fenoli sono modificati principalmente dall'andamento della piovosità durante la crescita e la maturazione delle olive (Panelli <i>et al.</i> , 1994). Steroli totali, squalene, esteri oleici, esteri a lunga catena, alcuni trigliceridi, rapporto acido oleico su linoleico e fitolo sono positivamente correlati alle temperature autunnali, all'umidità relativa estiva e alla piovosità totale (Angerosa <i>et al.</i> , 1996). Molti composti volatili nell'olio diminuiscono perché l'attività degli enzimi della lipossigenasi nei frutti è alterata dalla siccità (Williams e Harwood, 1997). L'acido oleico è più alto dove il clima è piuttosto fresco, mentre gli acidi grassi polinsaturi aumentano quando la temperatura è più calda (Sadeghi e Talaii, 2002).
Maturazione olive	I polifenoli totali e i composti volatili, in oli di differenti cultivar e aree, aumentano con la maturazione delle olive fino all'invasatura superficiale, poi diminuiscono. Polifenoli e composti volatili diminuiscono negli oli ottenuti da olive conservate prima della lavorazione rispetto a quelle lavorate subito dopo la raccolta, inoltre la frangitura e la gramolazione interferiscono sull'estrazione dei composti quindi sul trasferimento dalle olive all'olio (Montedoro e Garofolo, 1984). Polifenoli e tocoferoli sono più alti durante il primo periodo di raccolta e gradualmente diminuiscono con la maturazione dei frutti, indipendentemente dall'ambiente e dalla cultivar (Cimato <i>et al.</i> , 1990). I polifenoli totali e i punteggi del panel test di oli di differenti cultivar diminuiscono con la maturazione, mentre la sommatoria termica delle temperature massime e medie risulta positivamente e significativamente correlata alla maturazione delle olive (Bandino <i>et al.</i> , 1995). I polifenoli totali e i tocoferoli aumentano con la maturazione delle olive (Failla <i>et al.</i> , 2002).

**Figura 1 - Caratteristiche delle cultivar di olivo del «Garda bresciano»**

 <p><b>CASALIVA</b>  <b>Proprietà agronomiche:</b> buona produttività e bassa resistenza al freddo.  <b>Caratteristiche dell'olio:</b> contenuto medio in polifenoli e composti volatili, basso in tocoferoli; alti valori sensoriali di note verdi e fruttato, medio in amaro e piccante.</p>	 <p><b>LECCINO</b>  <b>Proprietà agronomiche:</b> buona produttività e resistenza al freddo.  <b>Caratteristiche dell'olio:</b> alto contenuto in tocoferoli, medio in polifenoli e composti volatili; elevata sensazione odorosa di fieno fresco e sapore dolce, media in note verdi.</p>
---	---

**Figura 2 - Clima insubrico del Garda bresciano**



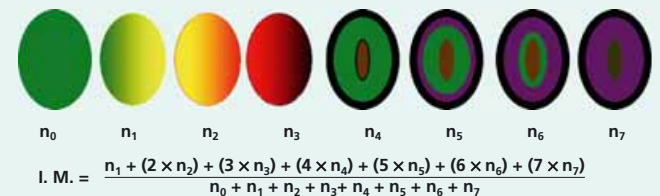
Mesoclima di transizione tra i climi padano e alpino, caratterizzato da piovosità abbondante e temperatura mite.

Le stagioni intermedie (primavera e autunno) sono le più piovose mentre le due stagioni termicamente estreme (estate e inverno) sono mitigate dalla presenza del lago che innesca attivi circuiti di brezza collegati alla circolazione di monti e valli. I caratteri climatici possono essere riassunti nel concetto di mediterraneità smorzata, in quanto la piovosità estiva appare superiore a quella attesa per un vero clima mediterraneo.

Temperatura annuale media: 13,6 °C  
 Temperatura di gennaio media: 3,4 °C  
 Temperatura minima assoluta: -10,5 °C  
 Piovosità totale annuale media: 815 mm.

Fonte: Mariani L. (2003).

**Riquadro 1 - Indice di maturazione stimato mediante il metodo di Uceda (1983)**



Le figure schematizzano le fasi di maturazione delle olive:  $n_i$  indica il numero di drupe appartenenti alle seguenti classi (i):  
 0 = olive con epicarpo verde intenso e/o scuro;  
 1 = olive con epicarpo verde giallognolo o giallo;  
 2 = olive con epicarpo giallognolo a macchie o zone rossastre;  
 3 = olive con epicarpo rossastro o violetto chiaro;  
 4 = olive con epicarpo nero e mesocarpo totalmente verde;  
 5 = olive con epicarpo nero e mesocarpo invaiato per un terzo;  
 6 = olive con epicarpo nero e mesocarpo invaiato per due terzi;  
 7 = olive con epicarpo nero e mesocarpo totalmente invaiato.  
 L'indice di maturazione è determinato dalla sommatoria del numero di olive per ogni classe ( $n_i$ ) moltiplicato per il coefficiente della classe a cui appartiene (i) diviso il numero totale di olive.  
 Indicativamente il periodo ottimale di raccolta corrisponde a un indice di maturazione tra 2-3 (invaiaura), ma questo valore deve essere ottimizzato in funzione della zona di produzione, della varietà e dei parametri qualitativi dell'olio ottenuto in coincidenza con l'indice prescelto.



tunnali, umidità relativa dei mesi estivi e piovosità annuale).

Cimato *et al.* (1990) e Failla *et al.* (2002), inoltre, trovarono significative correlazioni tra i polifenoli, i tocoferoli e gli indici di maturazione delle olive (tabella 1).

La relazione tra le condizioni termiche e la composizione acidica dell'olio è definita dalla regola di Ivanov (Ivanov, 1927 e 1929), la quale afferma che «la quantità di acido linoleico aumenta quando la temperatura diminuisce, al contrario dell'acido oleico».

Questa relazione è stata confermata da alcune ricerche e negata da altre (Lotti *et al.*, 1982; Sadeghi e Talaii, 2002).

Con questo lavoro si è indagato sull'effetto delle condizioni meteorologiche stagionali sulla qualità dell'olio di oliva in un'area olivicola relativamente ristretta nelle vicinanze del lago di Garda, la quale rappresenta il limite più settentrionale dell'Europa per la coltivazione dell'olivo (Bassi, 2003).

## Materiali e metodi

### Campioni di olio

Sono stati estratti 67 campioni di olio dalle cultivar Casaliva e Leccino (figura 1) in 17 oliveti nell'area «Garda bresciano» (figura 2), durante quattro anni d'indagine (1998-2001). I campioni di olio sono stati ottenuti lavorando circa 10 kg di olive entro un giorno dalla raccolta usando un microoleificio con una procedura di lavorazione standard e discontinua.

La raccolta delle olive, in relazione alla varietà, è stata fatta tenendo conto dello stadio di maturazione cui erano giunte, stimato mediante il metodo di Uceda (1983) (vedi riquadro 1). In particolare per la cultivar Leccino l'obiettivo era di raccogliere le olive allo stadio dell'invaiaura (indice di maturazione tra 2 e 3). La cultivar Casaliva, più tardiva di Leccino, nelle condizioni del Garda bresciano stenta invece a invaiare; pertanto la raccolta è stata fatta, in relazione al decorso termico stagiona-

le, quando le temperature divenivano limitanti per il progredire della maturazione. I frutti, dopo aver determinato su di un campione rappresentativo l'indice di maturazione, sono stati franti con un mulino a martello in acciaio, la pasta è stata gramolata per 30 min a 28 °C e l'olio è stato estratto con una pressa idraulica (200 bar) e separato dall'acqua di vegetazione per centrifugazione a 2000 giri/min.

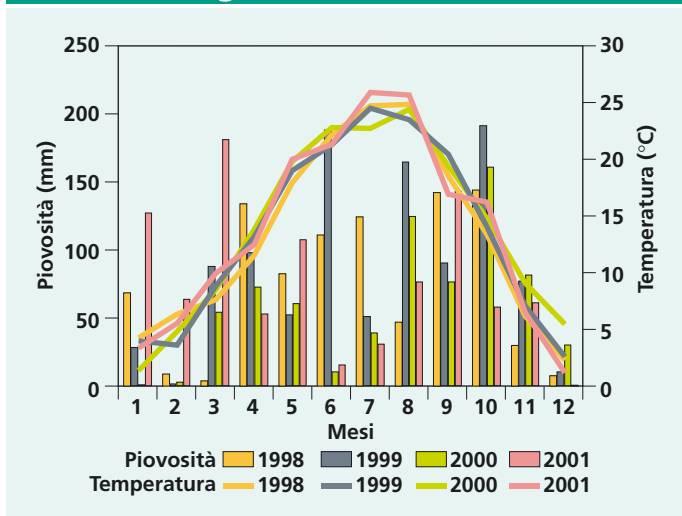
### Dati meteorologici

I dati giornalieri delle temperature (massimi e minimi) e delle piovosità sono stati registrati dalla stazione di Sirmione (Brescia) della rete agro-meteorologica dell'Amministrazione provinciale di Brescia.

### Determinazioni sull'olio

Gli oli in esame sono stati classificati come «extravergini» in quanto i valori dell'acidità, del numero di perossidi e dei coefficienti spettrofotometrici ( $K_{232}$ ,  $K_{270}$  e  $\Delta K$ ) sono risulta-

**Grafico 1 - Decorso termopluviometrico dei quattro anni d'indagine**



**Riquadro 2 - Andamento termico calcolato in base alla formula della sommatoria termica**

Formula della sommatoria delle temperature attive in base 10 °C (GDD<sub>10°C</sub>) durante la maturazione delle olive da agosto a ottobre (T<sub>max</sub> e T<sub>min</sub> sono le temperature massime e minime giornaliere):

$$GDD_{10^{\circ}C} = \sum_{31 \text{ ott.}}^{1 \text{ ago.}} \{[(T_{max} + T_{min.})/2] - 10\} \quad \text{se } [(T_{max} + T_{min.})/2] - 10 > 0$$

**Tabella 2 - Condizioni meteorologiche da agosto a ottobre nei 4 anni d'indagine**

	1998	1999	2000	2001
Sommatoria termica ago.-ott. (GDD <sub>10°C</sub> )	822	865	879	886
Piovosità ago.-ott. (mm)	333	448	364	279

**Tabella 3 - Caratteristiche degli oli delle 2 cv nei 4 anni d'indagine**

	Casaliva				Leccino			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Indice di maturazione	2,10 b (*)	0,96 a	1,95 b	0,85 a	3,43 c	2,86 cd	2,52 bc	2,0 b
Polifenoli totali (mg/kg)	171 b	197 b	381 c	335 c	140 a	128 a	185 b	193 b
Tocoferoli totali (mg/kg)	104 a	119 ab	144 bc	157 c	232 d	296 e	298 e	319 f
Composti volatili totali (mg/kg)	460 a	1.425 c	1.438 c	1.992 d	314 a	1.169 b	1.371 c	1.622 c

(\*) Le medie seguite dalla medesima lettera non sono diverse statisticamente per p = 0,05.

ti inferiori ai limiti del regolamento Ce n. 1989/2003.

La composizione in polifenoli è stata determinata per cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC) modificando e aggiustando la procedura descritta da Cortesi e Fedeli (1983), quella dei tocoferoli tramite HPLC modificando e aggiustando la procedura descritta da Micali e Currò (1984) e quella aromatica per gascromatografia (GC) seguendo la procedura descritta da Angerosa *et al.* (1997).

### Analisi statistica

Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi statistica usando il programma SPSS (versione 11.5 per Window - SPSS Inc. Chicago, Illinois, 2003). Il modello lineare generalizzato è stato applicato per comparare gli oli delle due cultivar nei diversi anni.

Per studiare la composizione degli oli in relazione ai decorsi meteorologici stagionali sono stati usati modelli di regressione e correlazione.

## Risultati

### Condizioni meteorologiche stagionali

Le condizioni meteorologiche stagionali, piovosità e temperatura nel caso specifico, hanno caratterizzato diversamente i quattro anni d'indagine. Il 1998 ha avuto un'alta piovosità in estate e temperature fresche in primavera e autunno; il 1999, un'alta piovosità in primavera e autunno; il 2000, una bassa piovosità in inverno, primavera ed estate, e una primavera calda; il 2001, una piovosità alta in inverno e bassa in autunno e un periodo estivo-autunnale caldo (*grafico 1*).

Durante la maturazione delle olive, da agosto a ottobre, la piovosità è risultata sempre piuttosto alta, mentre è stata osservata un'ampia variazione nelle condizioni termiche. In termini di sommatoria termica (*riquadro 2*), il 1998 è stato un anno piuttosto fresco, il 2000 e il 2001 sono stati i più caldi, mentre il 1999 è risultato intermedio (*tabella 2*).

### Caratteristiche degli oli, indice di maturazione e decorso meteorologico

Alla raccolta, il grado di maturazione delle olive è stato sempre più basso in Casaliva che in Leccino. Gli oli di Casaliva, inoltre, sono risultati più ricchi in polifenoli e composti volatili, mentre quelli di Leccino più abbondanti in tocoferoli (circa il doppio) in tutti gli anni (*tabella 3*).

Mettendo in relazione le sostanze determinate nell'olio e le condizioni meteorologiche stagionali, non è stato possibile far emergere alcuna relazione con la piovosità, mentre, seppure in modo diverso nelle due cultivar, i costituenti analizzati sono risultati significativamente correlati all'indice di maturazione e alla sommatoria termica tra agosto e ottobre (periodo di maturazione delle olive).

In Leccino la correlazione con l'indice di maturazione delle olive ha spiegato significativamente e in modo rilevante la variabilità riscontrata nei livelli di polifenoli totali, tocoferoli totali e sostanze volatili (*grafico 2*). Con il progredire della maturità dei frutti si sono ridotti, negli oli, i livelli delle tre classi di sostanze.

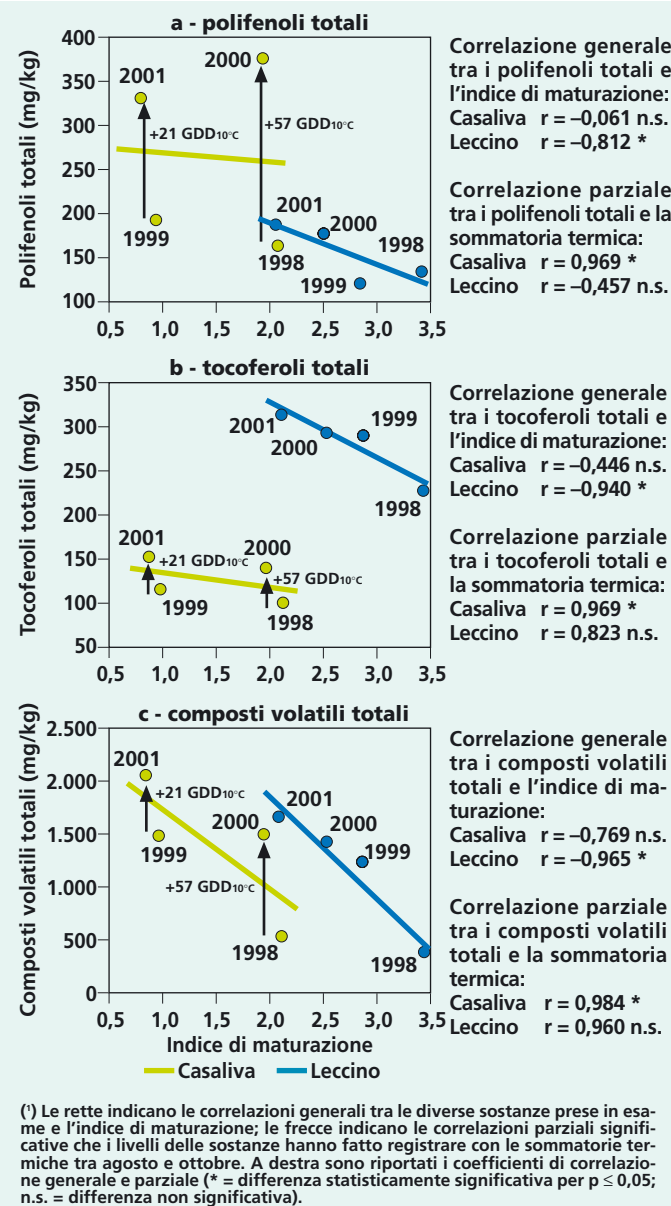
In Casaliva si è verificato un quadro diverso. La correlazione generale tra indice di maturazione e livelli di molecole analizzate non è mai risultata si-

gnificativa, seppure le rette di regressione calcolate a tale proposito hanno indicato una tendenza analoga a quella riscontrata per gli oli di Leccino. Confrontando però la composizione degli oli prodotti con olive al medesimo stadio di maturazione, secondo un modello di correlazione parziale, è risultato un effetto significativo della sommatoria delle temperature attive del periodo della maturazione dei frutti. Il metodo delle correlazioni parziali consente di calcolare le correlazioni tra due variabili al netto della correlazione tra una di queste con una terza variabile. Nel caso specifico, la composizione degli oli in polifenoli, tocoferoli e sostanze volatili è stata correlata alla sommatoria delle temperature attive di agosto e settembre al netto dell'effetto della correlazione tra i componenti dell'olio e l'indice di maturazione delle olive. Quindi, per ciascun anno considerato, la differenza nella composizione degli oli, rispetto al valore atteso sulla base del loro livello di maturazione, è stato correlato alla sommatoria termica registrata in quello specifico anno. Ciò in pratica ha consentito di verificare se le differenze in composizione degli oli di Casaliva registrate quando le olive sono state raccolte con un indice di maturazione di circa 0,9 (1999 e 2001) o di circa 2 (1998 e 2000) si potessero considerare statisticamente significative. E infatti allo stesso stadio di maturazione, il contenuto in polifenoli totali, di tocoferoli totali e di sostanze volatili è stato significativamente superiore negli anni più caldi; l'ampiezza della differenza rilevata tra le sostanze è risultata correlata all'ampiezza della differenza termica (grafico 2).

### Conclusioni

Questa indagine ha considerato l'influenza delle condizioni meteorologiche stagionali sulla qualità degli oli vergini di oliva di due cultivar tipiche gardesane (Casaliva e Leccino), in 17 siti rappresentativi dell'area «Garda bresciano», durante quattro anni d'indagine (1998-2001). I decorsi meteorologici stagionali registrati nei singoli anni so-

**Grafico 2 - Correlazioni tra polifenoli totali (a), tocoferoli totali (b) e composti volatili totali (c) negli oli e l'indice di maturazione delle olive (\*)**



no risultati differenti in termini di temperatura dell'aria e di piovosità, anche se i valori sono rientrati nell'intervallo di fluttuazione nella norma per il clima regionale.

In particolare, la temperatura è scesa sotto la soglia dei 10 °C in novembre e, durante la maturazione delle olive (agosto-ottobre), la sommatoria termica si è mantenuta sempre sotto i 900 GDD<sub>10 °C</sub> con un ampio intervallo tra gli anni (822-886 GDD<sub>10 °C</sub>). La piovosità, invece, è risultata sempre abbondante (279-448 mm).

La raccolta delle olive è stata effettuata nei primi 15 giorni di novembre, tenendo conto della consuetudine locale, dal decorso meteorologico, e in base agli indici di maturazione durante gli

anni di sperimentazione. In questa condizione, gli oli di entrambe le cultivar sono risultati significativamente differenti per i contenuti in polifenoli, tocoferoli e composti volatili.

In Leccino le variazioni sono state influenzate principalmente e significativamente dal differente indice di maturazione delle olive alla raccolta: oli ottenuti da drupe a uno stadio di maturazione meno avanzato sono stati più ricchi in tutti i costituenti. Gli oli di Leccino, inoltre, sono sembrati insensibili al decorso termico stagionale durante la maturazione dei frutti.

Al contrario gli oli di Casaliva risultano influenzati in modo significativo dal decorso termico durante la maturazione delle olive (agosto-ottobre): oli ottenuti da olive con indice di maturazione simile sono più ricchi in polifenoli, tocoferoli e composti volatili negli anni con più alti valori di sommatoria termica. Lo stadio di maturazione dei frutti di Casaliva è sembrato influire solo parzialmente sul contenuto totale dei costituenti nell'olio.

I nostri dati confermano i risultati di Panelli *et al.* (1990), i quali sottolineano che le varietà tardive, come la cultivar Casaliva, sono maggiormente influenzate dalle condizioni meteo-climatiche rispetto a quelle precoci, come la cultivar Leccino.

**Debora Tura  
Osvaldo Failla  
Stefano Pedò  
Carmen Gigliotti  
Daniele Bassi**

Università di Milano  
Diprove Coltivazioni arboree  
Debora.tura@unimi.it

**Arnaldo Serraiocco**  
Istituto sperimentale  
per l'elaiotecnica  
Città S. Angelo (Pescara)

La ricerca è stata finanziata dalla Commissione europea, regolamento Ce n. 528/99, in cooperazione con la Direzione generale agricoltura della Regione Lombardia. Gli autori ringraziano gli olivicoltori dell'area «Garda bresciano» per aver fornito i campioni di olive.

La bibliografia verrà pubblicata negli estratti.

## BIBLIOGRAFIA

- Angerosa F., Di Giacinto L., D'Alessandro N. (1997) - *Quantitation of some flavor components responsible for the «green» attributes in virgin olive oils*. J. High Resol. Chromatogr. 20: 507-510.
- Angerosa F., Di Giacinto L., Basti C., Serraiocco A. (1996) - *Influenza della variabile «ambiente» sulla composizione degli oli vergini di oliva*. Riv. Ital. Sostanze Grasse 73: 461-467.
- Aparicio R., Ferreiro L., Alonso V. (1994) - *Effect of climate on the chemical composition of virgin olive oil*. Anal. Chim. Acta 292: 235-241.
- Bandino G., Deidda P., Nieddu G., Spano D., Chessa I. (1995) - *Maturazione delle olive e qualità dell'olio in relazione alle condizioni ambientali*. In Atti del Convegno «Olivicoltura mediterranea: stato e prospettive della coltura e della ricerca», Rende (Cosenza) 26-28 gennaio: 649-656.
- Bassi D. (2003) - *Il germoplasma dell'olivo in Lombardia - Descrizione varietale e caratteristiche degli oli*. Regione Lombardia. Quaderni della ricerca n. 25.
- Cimato A., Baldini A., Moretti R. (1999) - *L'olio di oliva - Cultivar, ambiente e tecniche agronomiche*. Parte 2ª. Arsia, Regione Toscana.
- Cimato A., Sani G., Mattei A., Osti M. (1990) - *Cultivars and environmental as regulating factors in polyphenol and tocopherol contents of the Tuscan oil*. Acta Hort. 286: 457-460.
- Regolamento Ce n. 1989/2003 del 6 novembre (2003) - *Modifica del regolamento (Cee) n. 2568/91 relativo alle caratteristiche degli oli di oliva e degli oli di sansa di oliva nonché ai metodi di analisi ad essi attinenti*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L295: 57-77.
- Cortesi N., Fedeli E. (1983) - *I componenti polari di oli di oliva vergine*. Nota I, Riv. Ital. Sostanze Grasse 60: 341-345.
- Cortesi N., Fedeli E., Rovellini P. (1990) - *I trigliceridi degli oli di oliva*. Nota II. Riv. Ital. Sostanze Grasse 67: 127-129.
- Failla O., Tura D., Bassi D. (2002) - *Genotype-environment-year interaction on oil antioxidants in an olive district of northern Italy*. Acta Hort. 586: 171-174.
- Ivanov S. (1927) - *Dependence of the chemical composition of oil containing plants on the climate*. Oil & Fat Ind. 5: 29.
- Ivanov S. (1929) - *The factors in the process of oil formation in plants*. Osterr. Chem. Ztg. 32: 89.
- Lotti G., Izzo R., Riu R. (1982) - *Influenza del clima sulla composizione acidica e sterolica degli oli di oliva*. Riv. Soc. Ital. Sci. Alimentazione 2: 115-126.
- Mariani L. (2003) - *Il clima insubrico e la coltura dell'olivo*. In (D. Bassi, a cura di) «Il germoplasma dell'olivo in Lombardia. Descrizione varietale e caratteristiche degli oli». Regione Lombardia. Quaderni della ricerca n. 25: 6-14.
- Micali G., Currò P. (1984) - *Determinazione dei tocoferoli negli oli vegetali mediante HPLC*. Riv. Ital. Sostanze Grasse 61: 95-98.
- Montedoro G.F., Garofolo L. (1984) - *Caratteristiche qualitative degli oli vergini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietà, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito*. Riv. Ital. Sostanze Grasse 61: 157-168.
- Montedoro G.F., Servili M., Panelli G. (2003) - *Le caratteristiche del prodotto e le relazioni con le variabili agronomiche*. In P. Fiorino (a cura di), «Olea - Trattato di olivicoltura», Edagricole, Bologna: 263-289.
- Panelli G., Famiani F., Servili M., Montedoro G.F. (1990) - *Agro-climatic factors and characteristics of the composition of virgin olive oils*. Acta Hort. 286: 477-480.
- Panelli G., Servili M., Selvaggini R., Baldioli M., Montedoro G.F. (1994) - *Effect of agronomic and seasonal factors on olive (Olea europea L.) production and on the qualitative characteristics of the oil*. Acta Hort. 356: 239-244.
- Sadeghi H., Talaii A.R. (2002) - *Impact of environmental conditions on fatty acids combination of olive oil in an Iranian olive, cv. Zard*. Acta Hort. 586: 579-581.
- Uceda M. (1983) - *Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva*. In Atti del Simposio «Expoliva 83», Jaen (Spagna).
- Williams M., Harwood J.L. (1997) - *Effect of drought on volatile production by the lipoxygenase pathway in olive fruit*. Biochemical Society Transactions 25: 499S.