



La Qualità dell'olio
extravergine di oliva dei colli riminesi:
la cultivar Correggiolo

a cura di

Graziella Cristoferi



ISTEA - Istituto di Ecofisiologia delle piante arboree da frutto - C.N.R.
Area della Ricerca di Bologna, via Gobetti 101 - 40129 Bologna

Editrice La Mandragora
Via Selice 92 - 40026 Imola (BO)
Tel. 0542642747 Fax 0542647314

In copertina: Norberto, *Raccoglitori di olive*, olio su tavola.

Si ringraziano vivamente:

Il dott. Simeone Piccari Ricci, dirigente capo del Servizio Provinciale Agricoltura di Rimini, il dott. Maurizio Temeroli, dirigente del Servizio Provinciale Agricoltura di Rimini, il dott. Stefano Cerni, il dott. Angelo Casali, il dott. Graziano Gregorini, la dott.ssa Gigliola Casadei, funzionari del Servizio Provinciale Agricoltura di Rimini.

I Signori Pietro Allevi e Italo Zaghini per la messa a disposizione degli oliveti.

Il dott. Antonio Ricci e sua moglie Sandra per la speciale ospitalità che ci hanno offerto nella loro dimora a Tavullia durante la frangitura.

Il dott. Luigino Mengucci – ARPO Rimini.

Il dott. Franco De Panfilis e la dott.ssa Tullia Gallina Toschi per gli utili consigli durante le analisi degli oli svolte presso l'Istituto di Industrie Agrarie dell'Università di Bologna.

Il prof. Natale Frega per i suoi consigli.

Il dott. Sergio Marini, Rita Pellegrini e Giulio Demarchi per l'aiuto durante l'analisi delle drupe svolte presso l'ARPA di Rimini.

Gli assaggiatori del Panel Regionale dell'ASSAM (Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche) e di OLEA (Organizzazione Laboratorio Esperti Assaggiatori).

Un grato riconoscimento ai periti agrari Mafalda Govoni, Antonio Mazza e Matteo Mari per l'assistenza tecnica durante la raccolta e la delicata fase di estrazione dell'olio.

Un ringraziamento particolare è rivolto al prof. Giovanni Lercker, docente presso l'Istituto di Industrie Agrarie dell'Università di Bologna, per la revisione e gli utili consigli durante la stesura.

PREFAZIONE

Che dire dell'olio che non sia già stato detto nel tempo e nel contesto di numerose pubblicazioni sul tema?

Potrei dire, esprimendo un mio sentimento interiore, che assaggiare, odorare, l'olio di oliva, il "liquor d'ulivi" (Dante – Paradiso, XXI Canto), è come *tornare a casa dopo un lungo viaggio, è il riconciliarsi con se stessi, ritrovare il senso della propria appartenenza ed il gusto della vita di ogni giorno.*

Ma certamente l'olio non rappresenta solo un valore affettivo o culturale, può e deve essere fonte di una ricchezza basata sull'impegno degli operatori e sulla qualità del prodotto ottenuto.

La pubblicazione "La qualità dell'olio extravergine di oliva dei colli riminesi: la cultivar *Correggiolo*" aggiunge un prezioso tassello al programma varato dall'Amministrazione Provinciale, volto a tutelare la bellezza, la salute, il piacere naturale che, dal cibo, ci conduce all'ambiente, alle nostre tradizioni, indicandoci anche il senso di una nuova prospettiva economica.

Produrre bene non basta più. Occorre *comunicare* la cultura, la storia, l'atmosfera, gli stili di vita del mondo agricolo, far sapere cosa si mangia e cosa si compra, come nascono i prodotti di qualità.

Il rapporto tra il cibo e la cultura si esprime attraverso l'informazione alimentare e, soprattutto, *nell'educazione al gusto, specialmente, delle giovani generazioni.*

Nella valorizzazione e nella riscoperta dei saperi e dei sapori della nostra terra, delle nostre tradizioni sta anche la formazione della propria personalità individuale, l'educazione al senso critico, il rifiuto della passività e dell'appiattimento consumistico.

Di qui il progetto di Educazione Alimentare e Orientamento ai Consumi, ove si annovera la presente pubblicazione, di qui il sostegno della Provincia all'impresa oleica e all'olivicoltura.

Nel maggio scorso, nella Sala Esposizioni del Palazzo Comunale di Montegridolfo, si è tenuto a cura della Commissione nominata del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, la pubblica audizione per il riconoscimento della DOP riminese.

Vero è, infatti, che se la *Denominazione di Origine Protetta* abbraccia un arco

geografico più ampio, tanto da arrivare ai comuni collinari di Forlì, nell'intera Romagna, l'olivicoltura trova il proprio habitat naturale prevalentemente nella provincia di Rimini con il 67% della superficie totale.

Su 300.000 piante complessive, il patrimonio olivicolo è suddiviso in 200.000 olivi a Rimini, 50.000 a Forlì-Cesena e 50.000 a Ravenna. Stessa considerazione vale per i frantoi: il numero infatti, sempre riferito al livello regionale, è di 27 impianti, 20 dei quali nella provincia di Rimini.

Gli impianti secolari del riminese sono costituiti prevalentemente dalla varietà *Correggiolo*, perfettamente adattati alle condizioni pedoclimatiche locali e l'olio che se ne ottiene risulta di ottima qualità. Altre varietà costituenti il patrimonio locale sono: la *Capolga*, il *Carbunciòn*, il *Moraiolo* e la *Rossina*.

Il riconoscimento, dunque, arriva a premiare l'impegno della Provincia e dei produttori ma trova il suo fondamento nelle qualità intrinseche del nostro olio. Dopo i vini *Felliniani* e la DOC riminese, il progetto "La strada del vino e dei sapori dei Colli di Rimini", il marchio IC (ovvero Igiene Controllata riferita alla manipolazione dei cibi), gli Insediamenti Malatestiani, il concorso regionale dell'Olio Novello di Montegrolfo, ecco in arrivo la DOP dell'olio riminese.

Oggi, infatti, nella miriade di prodotti tipici che si vanno promuovendo nel nostro paese, la differenza, ovvero la *selezione* è fatta dalla *qualità*.

Omologarsi sì, ma all'eccellenza! E sì alla globalizzazione purché intesa come partecipazione ad un progetto complessivo, globale, di sviluppo economico-sociale e non come appiattimento o annullamento delle specifiche peculiarità.

Non casualmente, quindi, la pubblicazione verte sui fattori che determinano la qualità dell'olio prodotto dalla cultivar più diffusa nel territorio riminese, il *Correggiolo*. Il disciplinare, infatti, stilato per l'ottenimento della DOP "Costa Romagna", prevede che l'olio extravergine di oliva tipico contenga almeno il 60% del citato *Correggiolo*.

Un'occasione ulteriore, dunque per conoscere, apprezzare, l'entroterra collinare, depositario di giacimenti naturali e culturali, parte insostituibile del sistema mare-terra che caratterizza, peculiarmente, la provincia di Rimini.

Una realtà dove l'economia e la comunità sociale si legano sempre più a processi legati alla qualità dei prodotti, al valore dei contenuti, alla riscoperta delle vocazioni.

Massimo Foschi
Assessore alle Attività Produttive e all'Agricoltura
Provincia di Rimini

PRESENTAZIONE

Introduzione

Il tema di questa pubblicazione rientra nel progetto di Educazione Alimentare e Orientamento ai Consumi “L’Olio extravergine di oliva: un importante elemento della dieta bilanciata”, finanziato dalla Regione Emilia-Romagna.

Tale studio si è sviluppato secondo due direttrici.

Il primo filone è stato svolto dal Servizio Agricoltura dell’Assessorato Attività Produttive della Provincia di Rimini, in collaborazione con l’Associazione AMIRA ed ha riguardato un’indagine sull’uso dei grassi culinari, in particolare dell’olio extravergine di oliva, nelle strutture ristorative della stessa provincia. Il questionario predisposto richiedeva informazioni sui tipi di oli utilizzati, le relative modalità d’uso e le conoscenze sulle caratteristiche merceologiche dell’olio locale. Dalla elaborazione delle risposte, svolta dall’ISTEA, sono emersi, da un lato, la scarsa conoscenza del prodotto olio extravergine di oliva e dall’altro l’interesse degli operatori turistici ad approfondire le informazioni sulle caratteristiche merceologiche e dietetiche dell’olio extravergine, in particolare di quello locale.

Il lavoro si è concluso con la pubblicazione di un opuscolo dal titolo “Un filo d’olio... l’olio extravergine di oliva, tra produzione e consumo nella provincia di Rimini”, rivolto ai consumatori ed in particolare ai ristoratori, non solo per ribadire i criteri da seguire all’atto dell’acquisto e dell’offerta dell’olio di oliva, ma anche per sostenere il loro ruolo nella valorizzazione di un prodotto tipico di pregio come l’olio extravergine riminese.

Il secondo filone, curato dall’ISTEA, sponsorizzato oltre che dalla Regione, dagli Assessorati dell’Agricoltura provinciali di Rimini, Forlì-Cesena e con il coinvolgimento delle Associazioni dei produttori e dei singoli olivicoltori, è stato avviato, fin dagli anni ’80, con il proposito di catalogare e caratterizzare il patrimonio olivicolo esistente nel Riminese e di selezionare le cultivar locali più interessanti per la produzione di oli di qualità. Lo studio ha portato alla pubblicazione di una monografia dal titolo “Il germoplasma di olivo in Emilia-Romagna”.

Il progetto è proseguito con la qualificazione e la tipizzazione dell’olio prodotto dalla cultivar più diffusa nel Riminese, il *Correggiolo*. Accanto a tale biotipo si trovano altre cultivar come *Capolga*, *Moraiolo*, *Rossina* e *Selvatico*, ma in quan-

tità molto limitate, mentre le varietà *Leccino* e *Frantoio* sono state introdotte in quantità più estese nei giovani oliveti. È importante, comunque, ricordare che il disciplinare per l'ottenimento della DOP "Costa Romagnola" prevede che l'olio extravergine di oliva tipico contenga almeno il 60% del citato *Correggiolo*.

La qualità del prodotto olio extravergine di oliva, come è noto, dipende da diversi fattori in particolare dalla cultivar di appartenenza, dall'ambiente di coltivazione, dalle tecniche agronomiche, dalle condizioni fitosanitarie delle olive, dai loro tempi di conservazione e dal loro stadio di maturazione. Ovviamente anche il sistema di trasformazione delle olive in olio condiziona enormemente la sua qualità finale, sia nelle sue caratteristiche chimiche che organolettiche.

Nel settore alimentare il concetto di qualità è sempre più ricorrente. Per gli oli di oliva si considerano di particolare importanza, non solo gli aspetti merceologici, ma anche quelli nutrizionali, organolettici ed edonistici. L'ottenimento di un buon prodotto al frantoio è indubbiamente la premessa e, si può dire, la carta vincente per assicurarsi la qualità e la stabilità di tali caratteristiche anche durante la cosiddetta "vita commerciale" di un olio di oliva.

Lo studio dei parametri fisico-chimici delle olive della cv. *Correggiolo*, raccolte a diversi stadi di maturazione e dei relativi oli, costituisce il tema di questa pubblicazione.

Il lavoro si compone di più contributi, comprensivi di una sintesi bibliografica che introduce il lettore nell'argomento, quindi di una rassegna e discussione dei risultati ottenuti.

Le ricerche sono state eseguite su materiale proveniente da due aree vocate del Riminese.

Negli ultimi anni la coltura dell'olivo è andata progressivamente estendendosi nella provincia di Rimini. Dal 1996 al 1999, la superficie olivetata riminese, che rappresenta più del 67% della superficie regionale ad olivo, ha subito un incremento del 21% in termini di superficie investita e di oltre il 37% per numero di piante (tabella 1).

Per quanto riguarda la distribuzione della coltura sul territorio riminese, oltre il 60% delle piante è concentrato nei territori della Valconca (Coriano, Monte Colombo, Montefiore, Montescudo, Montegridolfo, S. Clemente, ecc.), mentre il 20% circa, è ubicato lungo la valle del Marecchia, nei comuni di Poggio Berni, Santarcangelo, Torriana e Verucchio.

Tabella 1. Superficie investita ad olivo, numero di piante e produzione di olive nella provincia di Rimini dal 1996 al 1999.

Anno	Superficie degli impianti (ha)	Numero totale di piante	Produzione olive (q)
1996	950	261787	27880
1997	1000	250441	13200
1998	1020	359073	20593
1999	1155	359478	33730

In Emilia-Romagna, tra il 1982 e il 1999, la produzione di olio di oliva ha registrato valori medi annui per azienda olivicola, variabili e compresi tra i 93 kg del 1986-'87 e i 280 kg del 1994-'95; dalla media complessiva si ricava che la quantità di olio ottenuto per singolo olivicoltore è di circa 203 kg di olio per anno. Ne deriva una estrema polverizzazione dell'offerta di mercato dell'olio che è ancor più accentuata, se consideriamo che dietro ad ogni azienda c'è una famiglia che, per consolidata tradizione alimentare, fa un largo uso di olio di oliva. L'autoconsumo, quindi, ne assorbe gran parte e solo una modesta quantità della produzione aziendale è realmente commercializzata. Inoltre, di tutto l'olio estratto da olive locali, solo una minima parte (che possiamo stimare inferiore al 10%) è venduta in confezioni sigillate ed etichettate (Bertuccioli, 1997).

Obiettivi del progetto

L'obiettivo primario dello studio è stato quello di valutare l'influenza del pedoclima e l'incidenza dello stadio di maturazione sulla qualità delle olive e degli oli ottenuti, mantenendo costanti la varietà, le tecniche agronomiche, le tecnologie di trasformazione e i tempi di conservazione delle olive in olivaio. In una realtà olivicola, quale è quella Riminese, che si propone di valorizzare il proprio prodotto olio, si comprende quanto sia importante cercare di individuare l'epoca migliore di raccolta in relazione alle variabili climatiche, tale da creare un equilibrio perfetto tra sostanze volatili aromatiche responsabili del *flavor* di un olio e sostanze antiossidanti capaci di mantenere tali caratteristiche durante la conservazione.

Studi sui caratteri chimici di oli prodotti in questa zona risalgono al 1990 e precisamente su oli provenienti dalla Valconca (Marini e Lazzarini, 1990). I più recenti studi relativi ad alcuni caratteri chimici degli oli di oliva prodotti in provincia di Rimini sono stati pubblicati da Conte *et al.* nel 1993.

Non sono ancora stati effettuati studi sul patrimonio di antiossidanti naturali e sulla stabilità di tali oli durante la conservazione.

Anche per quel che riguarda le peculiarità organolettiche e i contenuti di sostanze volatili aromatiche degli oli riminesi non esiste bibliografia in merito.

La determinazione delle peculiari caratteristiche chimiche e sensoriali dell'olio della cv. *Correggiolo* mette in risalto le sue pregevoli qualità, giustificando anche il più elevato prezzo di mercato rispetto agli oli concorrenti.

Graziella Cristoferi

DISEGNO SPERIMENTALE

Annalisa Rotondi

1.1 Collocazione geografica delle aree di coltivazione dei colli di Rimini

Sono state scelte due zone nella provincia di Rimini, ritenute tra le più vocate alla coltura dell'olivo, diverse sotto il profilo geomorfologico, climatico e pedologico. Le ricerche sono state focalizzate in due aziende rispettivamente in località Villa Verucchio e Croce di Monte Colombo (figure 1, 2 e 3). La definizione microclimatica, all'interno di ogni azienda è stata svolta installando, all'inizio del 1997, due stazioni meteorologiche (MINI MET Sky Instruments Ltd, UK) in grado di monitorare in continuo temperature minime e massime e precipitazioni (figure 4 e 5).

Per la caratterizzazione pedologica sono stati campionati i terreni dei due oliveti per le analisi fisico-chimiche specifiche.

In entrambe le aziende si è cercato di uniformare al massimo le pratiche colturali, quali potatura, lavorazioni al terreno, concimazioni e trattamenti antiparassitari.

1.2 Modalità dei rilievi fenologici e del campionamento delle olive

All'interno di ciascuna azienda sono state scelte 5 piante coetanee di oltre 25 anni e in ottimo stato fitosanitario, come detto, appartenenti alla cultivar *Correggiolo*. Per ogni pianta sono stati cartellinati 10 rami sui quali sono stati rilevati il numero di nodi, il numero di mignole, il numero di fiori per mignola, l'aborto ovarico e la cascola fino alla prima raccolta.

Sono state rilevate le produzioni per pianta durante le campagne 1997 e 1998, effettuando cinque raccolte dal 20 ottobre al 15 dicembre, in entrambe le annate. Ad ogni data sono stati prelevati circa 5 kg di olive dalla parte alta, bassa, interna ed esterna di ogni punto cardinale di ciascuna pianta. Da questo campione sono state asportate 100 olive, destinate all'analisi chimico-fisica, ed altre 100 per la valutazione e il calcolo dell'indice d'invaiaitura. Successivamente i campioni raccolti da ciascuna pianta sono stati uniti ottenendo un campione totale di 25 kg di olive per ogni data, da sottoporre in giornata, alla frangitura.



Figura 1. Localizzazione geografica delle aree olivicole in studio. Figura 2. Oliveto a Villa Verucchio (Rimini). Figura 3. Oliveto a Croce di Monte Colombo (Rimini).



Figura 4. Stazione meteorologica installata nell'oliveto di Villa Verucchio.



Figura 5. Particolare dei sensori per le rilevazioni microclimatiche.

1.3 Sistema di estrazione

È stato utilizzato un frantoio della portata massima di 50 Kg di olive (Eno-rossi COMPACT 50) con frangitore a martelli, gramolatrice, estrazione mediante pressione con fiscoli in nylon e separazione per affioramento (figure 6, 7 e 8). Per ogni fase sono stati standardizzati tutti i parametri: tempo di gramolatura 20 minuti, pressione a 400 atmosfere, con aumenti gradualmente ogni 5 minuti fino ad un tempo totale di estrazione di circa 50 minuti, tempo di affioramento circa 60 minuti e quindi imbottigliamento. La temperatura dell'ambiente è stata mantenuta sempre intorno ai 20-22 °C.

Il giorno successivo gli oli sono stati filtrati con cotone idrofilo e quindi destinati alle analisi chimiche e organolettiche.

1.4 Conservazione degli oli

Gli oli sono stati conservati ponendoli all'interno di bottiglie di vetro ambrato in ambiente buio alla temperatura di 15-20 °C. Su di essi sono state effettuate le analisi chimiche ed organolettiche immediatamente dopo la frangitura e dopo 6, 9 e 12 mesi di stoccaggio.



Figura 6. Processo di trasformazione: frangitura e gramolatura delle olive.



Figura 7. Processo di trasformazione: distribuzione della pasta di olive sui fiscoli.



Figura 8. Processo di trasformazione: estrazione dell'olio per pressione.

OLIVO E AMBIENTE IN ROMAGNA

Massimiliano Magli

2.1 Caratterizzazione climatica degli ambienti olivicoli riminesi

L'indagine è stata svolta per acquisire importanti elementi conoscitivi sulla struttura e sui fattori ambientali che influenzano l'olivicoltura riminese. La variabilità dei valori delle temperature e la frequenza e l'intensità delle precipitazioni possono determinare microclimi particolari che condizionano quantità e qualità della produzione.

La provincia di Rimini si trova nel settore sud-orientale del bacino padano-adriatico e costituisce la parte più meridionale della regione Emilia-Romagna (Pedulli e Tibaldi, 1995). Da un punto di vista geomorfologico la sua definizione è complessa: è, infatti, costituita da una stretta pianura densamente urbanizzata che, prospiciente il mare, si estende senza soluzione di continuità da nord a sud e da una fascia pianeggiante destinata ad agricoltura intensiva. Quest'area, larga pochi chilometri, separa il mare dalla collina dove è diffusa la coltura dell'olivo. Questo territorio mostra una spiccata eterogeneità strutturale, con una notevole varietà di forme, quote e di orientamento delle valli minori più interne. A nord comprende la valle del Marecchia, più a sud include, invece, la valle del Conca e una serie di altre valli che presentano orientamenti e quote sensibilmente diverse (figure 9, 10 e 11). Questa eterogeneità di forme influenza il comportamento delle masse di aria che vi affluiscono, determinando condizioni meteorologiche varie, spesso su piccola scala (Simonini, 1992).

Il profilo climatico del territorio è stato tracciato fruendo dei dati delle dieci stazioni della rete di monitoraggio ambientale del Servizio Meteorologico Regionale e della Provincia stessa; si sono elaborate le serie storiche di-



Figura 9. Oliveto a S. Aquilina (Rimini).

sponibili dal 1989 al 1997 dei dati delle temperature (minime, medie e massime giornaliere) e delle precipitazioni.

Solo di alcune di queste esiste un repertorio storico completo del periodo scelto; le stazioni di Saludecio Pulzona, Bellaria, Canonica di Santarcangelo, infatti, sono state attivate dopo il 1992. I dati delle stazioni che presentavano, nelle serie storiche disponibili lacune di brevi periodi, sono stati ricreati ricorrendo ad interpolazioni lineari temporali o spaziali, sulla base dei dati rilevati dalle stazioni limitrofe. Per lacune più consistenti le stazioni sono state escluse dall'elaborazione.

a - Le temperature

È noto che lo sviluppo dell'olivicoltura è in stretta relazione con le caratteristiche climatiche e soprattutto termiche, in particolare modo con le temperature minime autunno-invernali a volte, nel riminese, molto rigide. A tal proposito si sono verificati, nell'ultimo decennio, tre eventi significativi dal punto di vista dei valori termici critici per la coltura dell'olivo negli anni 1989, 1991 e 1996.

Nel dicembre del 1996, per citare l'ultimo in ordine cronologico, tra il 27 ed il 31 dicembre si sono registrate temperature minime di $-11,5$ °C, accompagnate da un vento sempre superiore a $0,4$ m/s, e che nei primi giorni di detto periodo si sono mantenute inferiori a -1 °C. Questi fenomeni, sette nell'ultimo secolo, di cui gli ultimi quattro sempre più ravvicinati nel tempo, hanno limitato e continuano a condizionare lo sviluppo dell'olivicoltura di questa area (Rotondi e Magli, 1998).

Gli andamenti annuali delle temperature minime giornaliere delle stazioni di Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano hanno rivelato notevoli differenze tra le stazioni indagate ed in particolare una elevata variabilità tra gli anni 1995 e 1996 (figure 12 e 13).



Figura 10. Oliveto a Montegridolfo (Rimini). (Foto L. Riccioni)



Figura 11. Oliveto specializzato (campo sperimentale) a S. Giovanni in Marignano (Rimini). (Foto L. Riccioni)

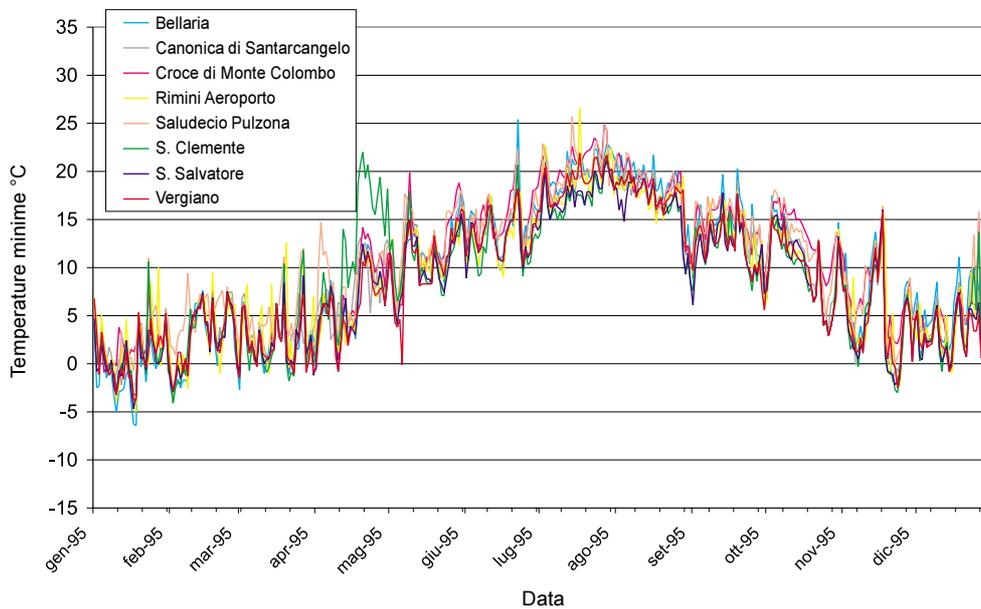


Figura 12. Temperature minime giornaliere rilevate nel 1995 dalle stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale di Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano.

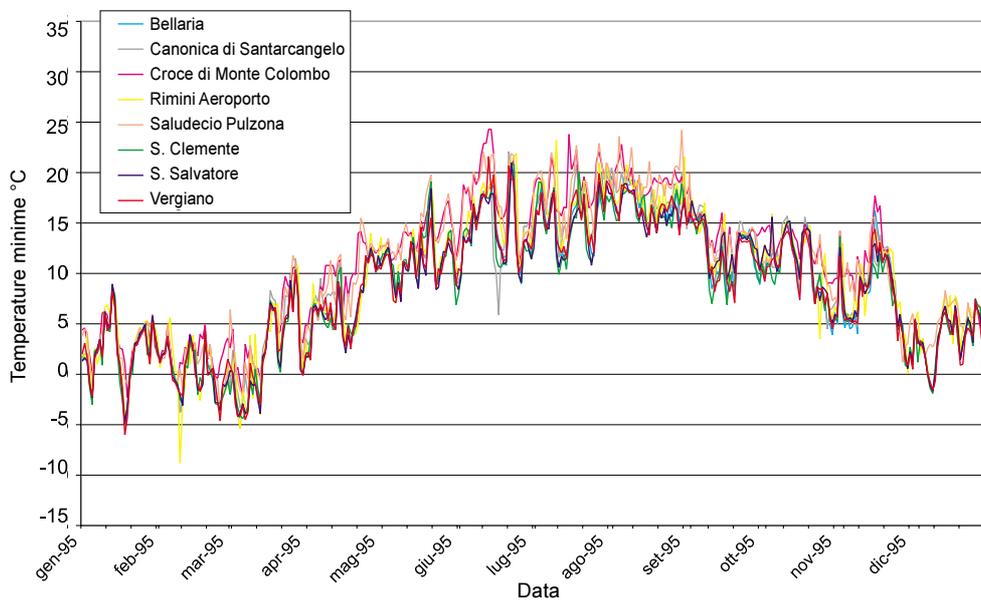


Figura 13. Temperature minime giornaliere rilevate nel 1996 dalle stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale di Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano.

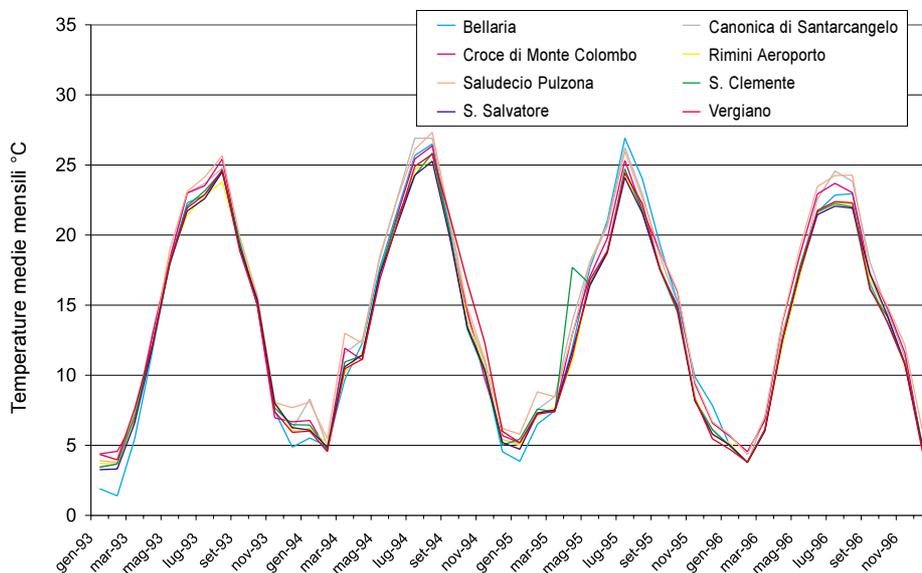


Figura 14. Temperature medie mensili (calcolate come medie delle temperature medie giornaliere) dal 1993 al 1996 di otto stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale (Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano).

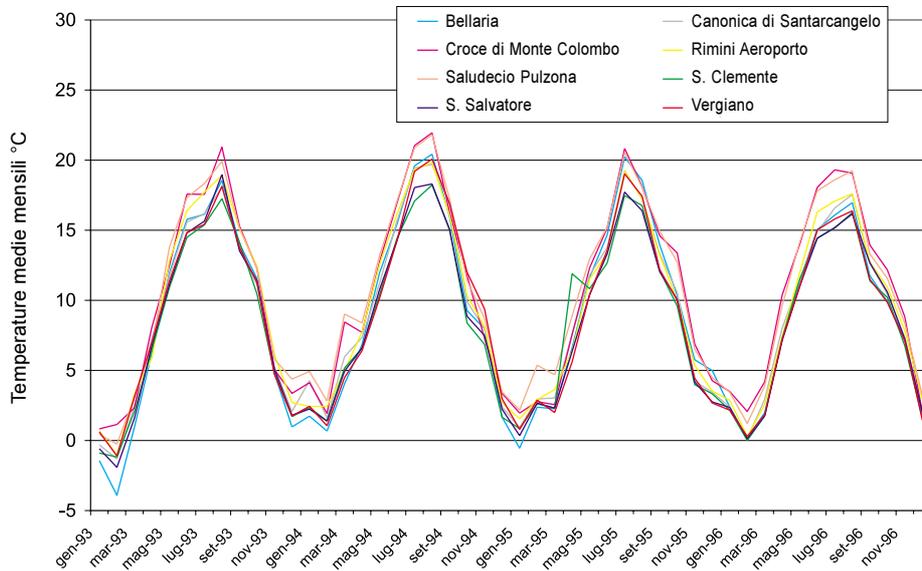


Figura 15. Temperature minime mensili (calcolate come medie delle temperature minime giornaliere) dal 1993 al 1996 di otto stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale (Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano).

Calcolando le temperature medie mensili dal 1993 al 1996 si sono osservate differenze prevalentemente in corrispondenza dei mesi estivi ed invernali (figura 14), dovute in particolare agli scarti tra le temperature minime mensili delle diverse stazioni (figura 15). Data la necessità di peculiari informazioni sulle variabili condizioni termiche che incidono sul sistema olivicolo del Riminese, si sarebbe dovuto disporre delle serie complete sul lungo periodo di tutta la rete delle stazioni (Pedulli e Tibaldi, 1995). Lo studio è comunque partito dalla valutazione di tale variabilità termica in base ai dati delle serie storiche delle stazioni di Rimini Aeroporto (RA), S. Clemente (SC), S. Salvatore (SS) e Vergiano (VE). La scelta di queste quattro stazioni del Servizio Meteorologico Regionale è motivata, oltre che dalla completezza delle loro serie storiche, anche dal fatto che la loro collocazione copre gran parte degli ambienti olivicoli oggetto d'indagine. Si sono calcolate ed elaborate statisticamente le sommatorie termiche annuali (come sommatoria delle temperature medie giornaliere), relative al periodo 1990-1997 (tabella 2).

Le medie delle sommatorie termiche annuali, relative alle quattro stazioni esaminate, non hanno rivelato differenze statisticamente significative. Tenendo conto della loro uniformità di comportamento, queste quattro stazioni sono state prese come riferimento per comparare gli andamenti delle temperature medie giornaliere cumulate delle stazioni di Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo e Saludecio Pulzona durante gli anni 1993, 1994, 1995 e 1996.

In tabella 3 vengono presentati i valori delle sommatorie termiche annuali. In questi quattro anni, le sommatorie termiche delle stazioni di Saludecio Pulzona e di Canonica di Santarcangelo sono state più elevate di quelle delle stazioni meteorologiche prese come riferimento.

Solamente nel 1993 la seconda stazione, pur evidenziando valori sempre maggiori, non ha raggiunto livelli al di fuori dei limiti di confidenza delle quattro stazioni di riferimento.

Tabella 2. Misure di posizione (media, minimo e massimo) e di dispersione (Deviazione Standard e Coefficiente di Variazione) delle sommatorie termiche annuali (1990-1997) e matrice dei coefficienti di correlazione tra i valori delle temperature delle stazioni prese in esame.

	Rimini Aeroporto	S. Clemente	S. Salvatore	Vergiano
Media	4923,15	4979,30	4976,36	4965,60
Deviazione Standard	165,96	185,29	132,64	231,38
C.V.	3,37	3,72	2,66	4,65
Minimo	4662,60	4635,25	4803,70	4615,30
Massimo	5230,20	5220,20	5173,50	5401,70
Correlazioni	RA	SC	SS	VE
RA	1,0000	0,8475	0,8166	0,9848
SC	0,8475	1,0000	0,6435	0,8939
SS	0,8166	0,6435	1,0000	0,8199
VE	0,9848	0,8939	0,8199	1,0000

Per la stazione di Bellaria, invece, la situazione è apparsa variabile; nel 1993 si sono rilevati valori inferiori a quelli delle stazioni di riferimento, mentre nel 1995, valori superiori. Nei restanti due anni la temperatura si è mantenuta simile a quella delle stazioni di Rimini Aeroporto, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano.

In tutti i casi, comunque, differenze significative nelle temperature medie giornaliere cumulate si sono manifestate nei mesi di giugno e luglio, ad eccezione del 1996, in cui scostamenti significativi sono emersi già durante i primi mesi dell'anno.

Se si considerano le temperature minime e le escursioni termiche giornaliere durante il processo di invaiatura e di maturazione delle olive, fasi in cui la temperatura gioca un ruolo importante nella genesi e nei processi di degradazione dei componenti minori polari della frazione lipidica dell'oliva, si nota una discreta omogeneità tra le stazioni di S. Clemente e S. Salvatore, ma che comunque registrano valori più bassi rispetto a quelli delle altre stazioni. Valori simili tra loro si sono rilevati nelle stazioni di Croce di Monte Colombo e Saludecio Pulzona, caratterizzate, però, da valori sensibilmente più alti.

La stazione di Vergiano registra invece valori intermedi, con maggiore variabilità tra gli anni in esame (tabella 4).

Anche per quanto riguarda i valori delle escursioni termiche giornaliere del periodo settembre-novembre si nota una notevole variabilità tra le stazioni (tabella 5). La stazione di Croce di Monte Colombo ha registrato valori nettamente più bassi rispetto a quelli delle stazioni di S. Clemente, Canonica di Santarcangelo e Bellaria; le restanti stazioni mostrano andamenti intermedi e abbastanza omogenei.

Tabella 3. Sommatorie termiche annuali delle medie giornaliere (calcolate come somma delle temperature medie giornaliere) delle stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale. Su sfondo grigio vengono identificati i valori al di fuori dei limiti di confidenza (95%) rispetto alle stazioni di riferimento (Rimini Aeroporto, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano).

Stazione	Anno			
	1993	1994	1995	1996
Bellaria	4736,20	5272,48	5241,53	4829,73
Canonica di Santarcangelo	5063,64	5610,28	5221,70	5070,55
Croce di Monte Colombo	5093,08	5341,45	5114,82	5117,20
Rimini Aeroporto	4944,20	5230,20	4841,30	4802,07
Saludecio Pulzona	5205,51	5705,25	5313,52	5271,20
S. Clemente	4972,05	5220,20	5066,40	4807,27
S. Salvatore	4913,03	5173,50	4834,80	4803,70
Vergiano	4980,78	5401,70	4870,27	4778,00

Tabella 4. Temperature minime giornaliere (calcolate come media delle temperature minime giornaliere del periodo settembre - novembre) delle stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale.

Stazione	Anno				Media 1993-1996
	1993	1994	1995	1996	
Bellaria	10,14	11,07	10,02	9,66	10,22
Canonica di Santarcangelo	9,98	11,60	9,37	10,14	10,27
Croce di Monte Colombo	10,88	11,77	11,62	11,65	11,48
Rimini Aeroporto	11,22	11,51	9,53	10,51	10,69
Saludecio Pulzona	11,08	12,45	11,39	11,08	11,50
S. Clemente	9,80	10,10	8,56	9,45	9,48
S. Salvatore	10,00	10,46	8,76	10,17	9,85
Vergiano	9,92	12,76	8,88	9,49	10,26
Media	10,38	11,47	9,77	10,27	10,47

Tabella 5. Escursioni termiche giornaliere (calcolate come media delle escursioni termiche giornaliere del periodo settembre-novembre) delle stazioni della rete provinciale riminese di monitoraggio ambientale.

Stazione	Anno				Media 1993-1996
	1993	1994	1995	1996	
Bellaria	8,37	8,71	11,00	9,22	9,33
Canonica di Santarcangelo	9,91	8,47	11,61	10,36	10,09
Croce di Monte Colombo	6,80	7,16	7,42	7,24	7,16
Rimini Aeroporto	7,39	7,74	9,53	7,80	8,12
Saludecio Pulzona	7,97	8,33	8,80	8,56	8,42
S. Clemente	8,99	9,93	11,18	9,34	9,86
S. Salvatore	8,49	8,71	10,44	8,40	9,01
Vergiano	7,96	8,45	10,28	8,91	8,90
Media	8,24	8,44	10,03	8,73	8,86

b- Le precipitazioni

I regimi pluviometrici degli ambienti riminesi, definiti attraverso lo studio delle serie storiche ventennali dei dati delle precipitazioni, misurate in tutte le stazioni meteorologiche del territorio delle provincie di Forlì e Rimini, mostrano la tendenza ad un incremento delle piogge, procedendo dalla costa verso il retroterra collinare e montano dell'Appennino. Su tali trend influiscono fattori diversi, fra i quali principalmente l'assetto geomorfologico del territorio, l'orientamento dei declivi collinari e montani rispetto alle correnti aeree prevalenti, gli effetti del sopravvento e del sottovento. Tutti elementi che hanno ripercussioni significative sulla consistenza dei corpi nuvolosi, connessi alle perturbazioni in movimento e quindi sulla possibilità o meno che le precipitazioni assumano localmente carattere di rovescio (Simonini, 1992).

Dall'esame degli andamenti delle precipitazioni medie mensili dal 1993 al 1996 delle stazioni in esame (figure 16, 17, 18 e 19) emergono notevoli differenze tra i volumi annuali delle precipitazioni ed una forte variabilità nella loro distribuzione durante ciascun anno. Nei grafici relativi all'intero periodo 1993-1996 compaiono situazioni marcatamente diverse tra periodi omologhi. Nel 1993, ad esempio, il primo periodo dell'anno, da gennaio a giugno compresi, risulta meno piovoso rispetto a quello dell'anno successivo: si constata, così, una specie di inversione tra questi due anni nella distribuzione temporale delle precipitazioni. Il 1995 è invece caratterizzato dalla maggiore concentrazione di piogge nel periodo primaverile-estivo; al contrario il 1996 si è distinto per la più alta frequenza di piogge tra agosto e ottobre. Nonostante tale elevata variabilità, si può comunque notare come, nel quadriennio considerato il maggior apporto meteorico è stato, in genere, registrato nel-

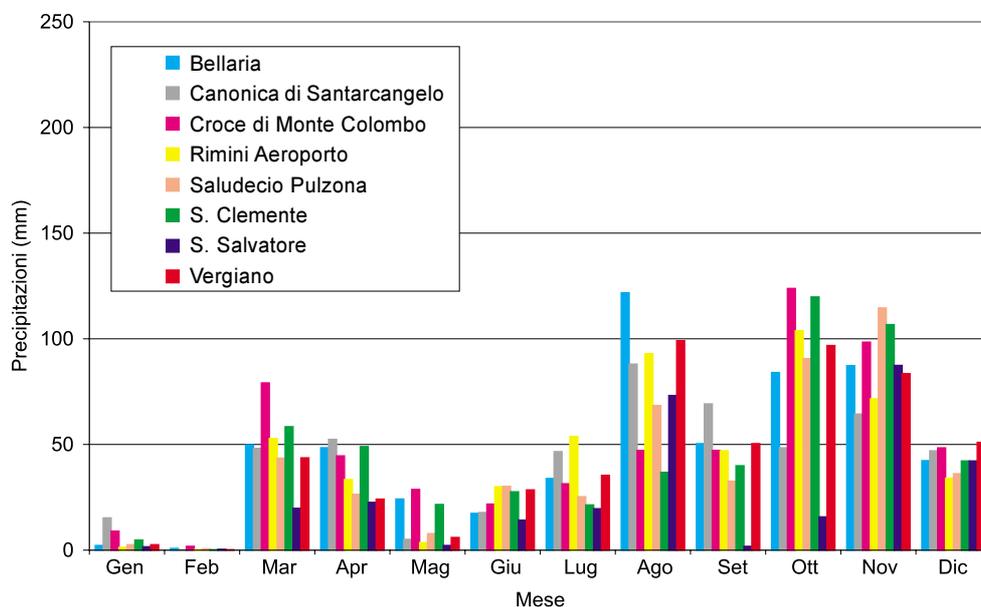


Figura 16. Valore mensile delle precipitazioni (mm di pioggia complessivamente caduti nel mese) misurate da otto stazioni di monitoraggio ambientale della provincia di Rimini durante il 1993.

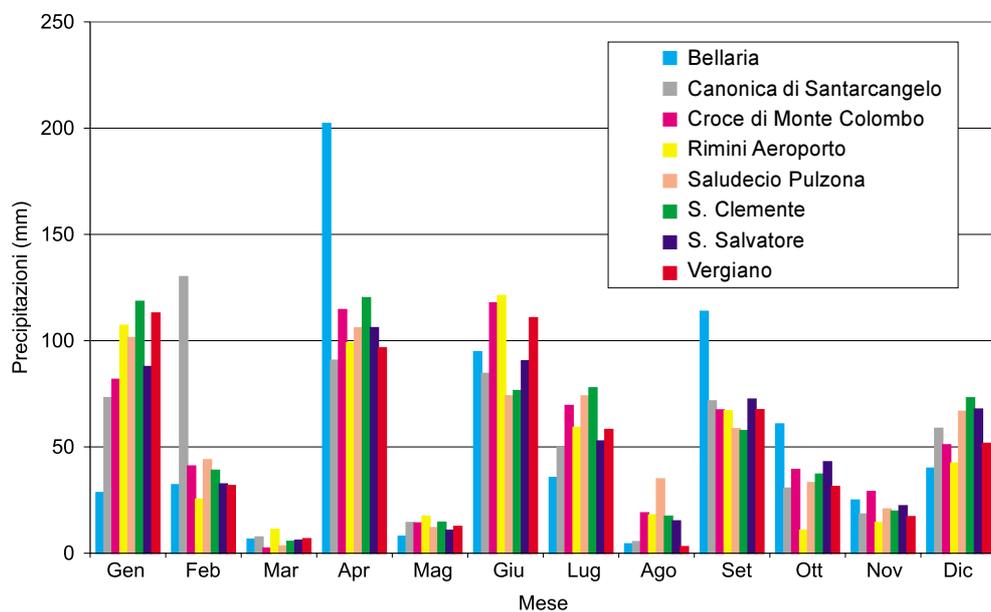


Figura 17. Valore mensile delle precipitazioni (mm di pioggia complessivamente caduti nel mese) misurate da otto stazioni di monitoraggio ambientale della provincia di Rimini durante il 1994.

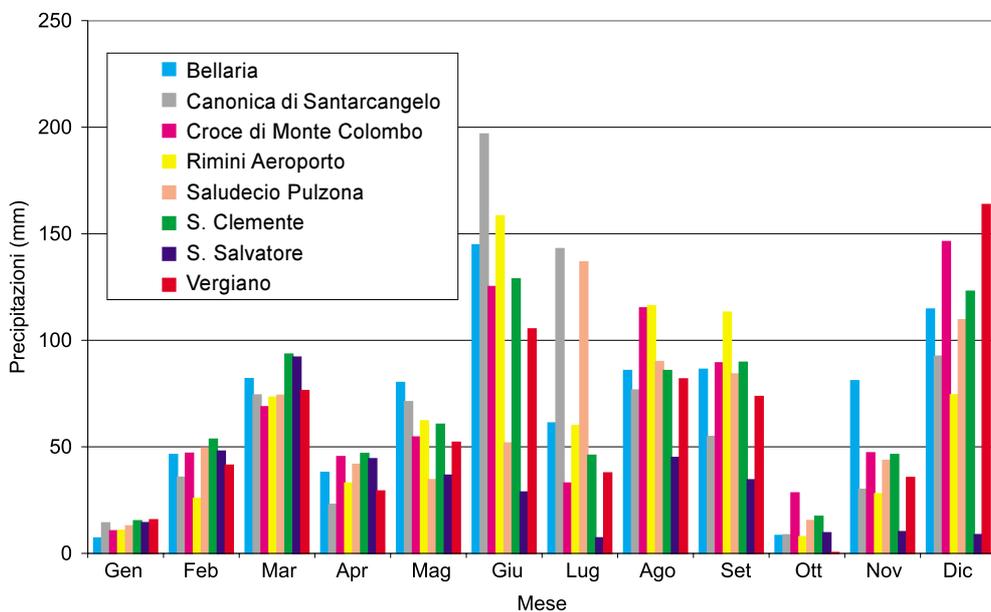


Figura 18. Valore mensile delle precipitazioni (mm di pioggia complessivamente caduti nel mese) misurate da otto stazioni di monitoraggio ambientale della provincia di Rimini durante il 1995.

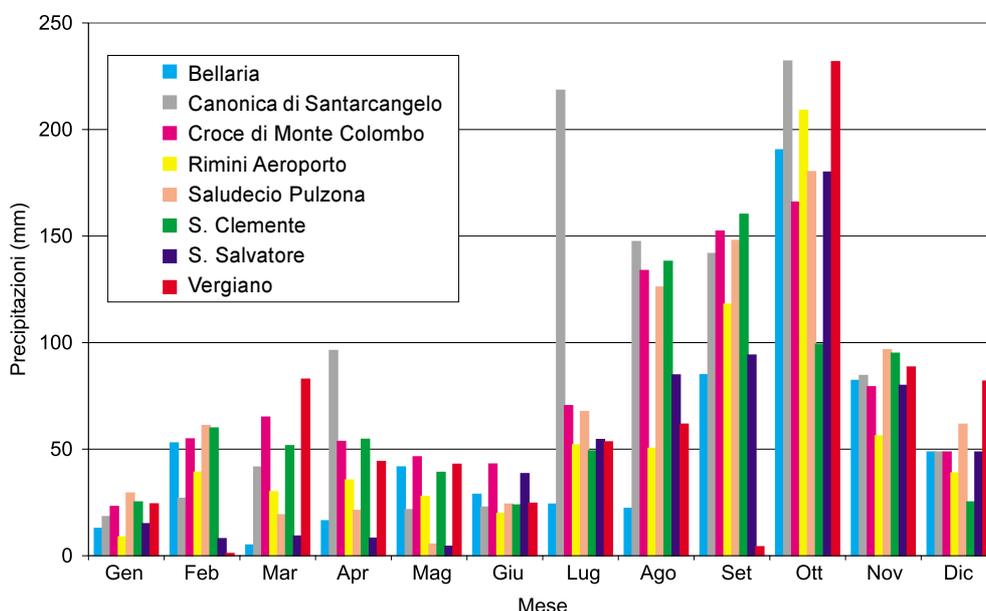


Figura 19. Valore mensile delle precipitazioni (mm di pioggia complessivamente caduti nel mese) misurate da otto stazioni di monitoraggio ambientale della provincia di Rimini durante il 1996.

l'estate e nei mesi di ottobre e novembre. Il periodo giugno-ottobre ha mostrato anche la più alta variabilità di precipitazioni (figura 20).

Il calcolo della piovosità complessiva, all'interno del territorio riminese, rileva una notevole variabilità sia tra le varie stazioni della rete di monitoraggio, sia tra i diversi anni analizzati.

Come evidenziato nella tabella 6, per le precipitazioni complessive dei quattro anni considerati, si va da un valore minimo di 301 mm di pioggia/anno del 1993 nella stazione di S. Salvatore, ad un massimo di 1100 mm di pioggia/anno del 1995 nella stazione di Canonica di Santarcangelo. La stazione di Croce di Monte Colombo, nel quadriennio, presenta mediamente valori più alti di precipitazioni, rispetto a quelli della stazione di Vergiano e di S. Salvatore, dove le piogge sono state sempre più scarse (fino a quasi il 50% durante il 1995).

A prescindere dalla netta differenza degli apporti meteorici della stazione di S. Salvatore, si nota una certa analogia tra quelli delle stazioni di Vergiano e Rimini Aeroporto, nonché tra l'ammontare delle precipitazioni delle stazioni di Saludecio Pulzona, S. Clemente, Croce di Monte Colombo e Canonica di Santarcangelo. Questo quadro non sembra casuale; se valutiamo la loro posizione altimetrica, rileviamo, infatti, come le stazioni del primo gruppo di Rimini Aeroporto e Vergiano siano dislocate a 12 e 26 m slm rispettivamente, mentre quelle del secondo gruppo, Saludecio Pulzona, S. Clemente, Croce di Monte Colombo e Canonica di Santarcangelo, siano posti ad altimetrie di 160, 63, 170 e 40 m slm rispettivamente. Tutto questo è in accordo con quanto è emerso relativamente alla variabilità della quantità totale di precipitazioni in funzione dell'altimetria e della struttura geomorfologica del territorio.

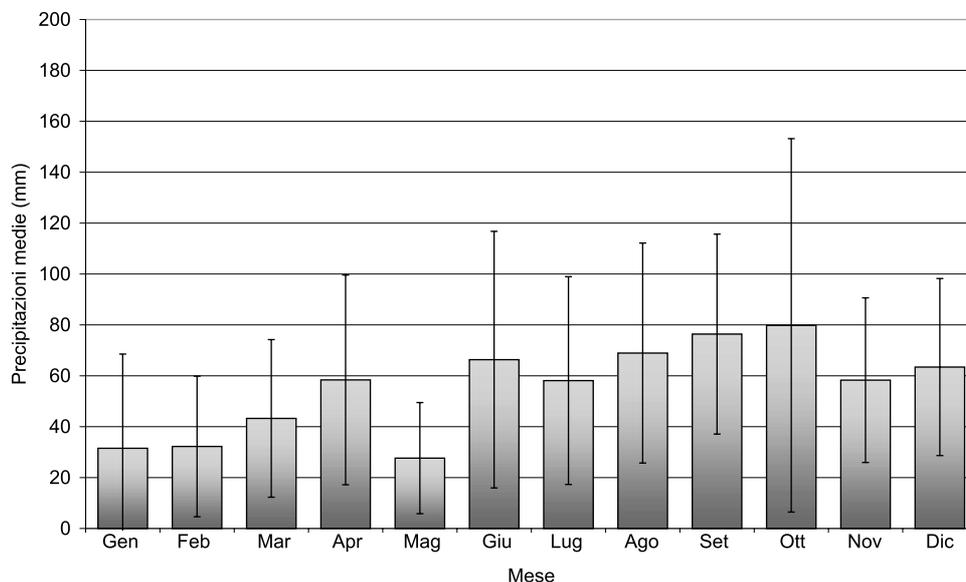


Figura 20. Precipitazioni medie mensili (media dei mm di pioggia complessivamente caduti nel mese) calcolate dai dati rilevati negli anni dal 1993 al 1996 dalle stazioni di Bellaria, Canonica di Santarcangelo, Croce di Monte Colombo, Rimini Aeroporto, Saludecio Pulzona, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano.

Tabella 6. Precipitazioni totali (mm di pioggia complessivamente caduti nell'anno) rilevate presso le stazioni di monitoraggio ambientale.

Stazione	Anno				Prec. medie 1993-1996
	1993	1994	1995	1996	
Bellaria	563	652	836	610	665
Canonica di Santarcangelo	502	635	821	1100	764
Croce di Monte Colombo	581	647	811	936	743
Rimini Aeroporto	524	593	763	685	641
Saludecio Pulzona	479	629	744	840	673
S. Clemente	528	657	807	821	703
S. Salvatore	301	607	380	625	478
Vergiano	521	601	713	741	644
Media annuale	500	628	734	795	664

Per una più dettagliata descrizione del profilo pluviometrico del territorio riminese, si sono analizzate anche le frequenze delle precipitazioni per ogni stazione e per singolo anno (tabella 7).

Tabella 7. Frequenze degli eventi meteorici (numero di giorni con eventi meteorici di pioggia o neve) rilevate presso le stazioni di monitoraggio ambientale.

Stazione	Anno				Freq. medie 1993-1996
	1993	1994	1995	1996	
Bellaria	140	135	160	179	153
Canonica di Santarcangelo	134	158	164	199	164
Croce di Monte Colombo	112	111	124	153	125
Rimini Aeroporto	97	90	103	108	99
Saludecio Pulzona	134	122	137	149	135
S. Clemente	124	138	146	152	140
S. Salvatore	99	135	129	164	132
Vergiano	114	121	125	113	118
Media annuale	119	126	136	152	133

I risultati di questa analisi climatologica, finalizzata alla definizione dei microclimi che condizionano la qualità e la tipicità dell'olio extravergine di oliva prodotto nei vari ambienti riminesi, diversificano le aree olivicole in termini di temperatura e di precipitazioni ed evidenziano come nel territorio riminese esistano condizioni termiche e pluviometriche piuttosto varie anche tra i diversi anni in esame. Andamenti termici differenti si sono evidenziati infatti a Canonica di Santarcangelo, Saludecio Pulzona e, in misura minore, a Croce di Monte Colombo. Questo fenomeno è probabilmente legato alla loro differente altimetria, specie per le ultime due. Mentre le stazioni di Rimini Aeroporto, S. Clemente, S. Salvatore e Vergiano sono poste a pochi metri sopra il livello del mare, quelle di Canonica di Santarcangelo, Saludecio Pulzona e Croce di Monte Colombo si trovano ad altezze superiori. Questo parametro geomorfologico influisce ovviamente anche sulle temperature minime e sulle escursioni termiche giornaliere. Constatiamo, infatti, che in situazioni come quelle registrate dalle stazioni di S. Clemente, S. Salvatore, Bellaria, Canonica di Santarcangelo e in qualche misura anche Vergiano, le temperature minime giornaliere, durante il periodo di invaiatura e maturazione delle drupe, sono marcatamente più basse rispetto a quelle di Saludecio Pulzona e Croce di Monte Colombo. Al contrario l'escursione termica, sempre in questo periodo, è risultata più elevata nelle stazioni di Canonica di Santarcangelo e di S. Clemente rispetto alle stazioni con un'altimetria più elevata.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le frequenze di tali eventi e la loro con-

sistenza rivelano una forte variabilità all'interno del territorio provinciale: le stazioni di Rimini Aeroporto e Vergiano hanno registrato la più bassa frequenza di precipitazioni e conseguentemente una piovosità annuale inferiore rispetto a quelle di tutte le altre stazioni. Nelle stazioni di Bellaria e Canonica di Santarcangelo si sono avute frequenti piogge, mentre presso la stazione di Croce di Monte Colombo i fenomeni pluviometrici sono stati rari, ma di forte intensità.

2.2 Caratterizzazione pedoclimatica delle zone di produzione delle olive della cv. *Correggiolo*

Gli oliveti scelti per lo studio si trovano nelle località di Croce di Monte Colombo e Villa Verucchio che fanno parte, rispettivamente, della Valle del Conca e della Valle del Marecchia. Grazie alla loro posizione geografica e soprattutto alla struttura orografica delle valli in cui si trovano, sono caratterizzate da microclimi sensibilmente diversi. L'oliveto di Croce di Monte Colombo si trova in una posizione altimetrica di 170 m slm, mentre quello di Villa Verucchio di soli 40 m slm.

a - Le temperature

Sono state analizzate le temperature minime, medie e massime giornaliere e le precipitazioni rilevate dalle stazioni meteorologiche, appositamente installate in ogni azienda, nei due anni di studio (1997 e 1998).

A partire dall'epoca di fioritura fino alla maturazione delle olive, è stato calcolato l'accumulo dei gradi giorno dal 1 giugno fino all'ultima data di raccolta (tabella 8). Si è osservato che nel 1997 a Croce di Monte Colombo l'accumulo dei gradi giorno è stato di 271 °C al 20 di ottobre, raggiungendo i 300 °C al 15 di dicembre; a Villa Verucchio le temperature sono state superiori, registrando valori di 358 °C al 20 di ottobre fino a 362 °C al 15 di dicembre.

Nell'annata successiva le differenze tra le due aziende per tale parametro si sono notevolmente ridotte. Rispetto all'anno 1997 si è invece verificato un costan-

Tabella 8. Accumulo dei gradi giorno durante lo sviluppo e la maturazione delle olive (dal 1 giugno) espressa come sommatoria della differenza tra la soglia termica di sviluppo e la temperatura media giornaliera, necessarie per il completamento di questa fase (15 °C dalla fioritura all'allegagione, 20 °C dall'allegagione all'invaiaitura, 15 °C dall'invaiaitura alla maturazione e 5 °C dalla maturazione alla raccolta) (Morettini, 1950). I valori sono espressi in gradi centigradi.

Data di raccolta delle olive	Anno 1997		Anno 1998	
	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio
20 ottobre	271	358	429	410
30 ottobre	296	359	444	426
12 novembre	300	362	444	426
25 novembre	300	362	444	426
15 dicembre	300	362	444	426

te sensibile spiccato aumento delle temperature nel corso del 1998, che ha fatto registrare valori sempre superiori a 400 °C (in termini di accumulo di gradi giorno) in entrambe le aziende già dal 20 ottobre, quando è iniziata la raccolta delle olive.

b - Le precipitazioni

Le precipitazioni cumulate, calcolate dal primo di gennaio fino alle diverse epoche di raccolta, mostrano sensibili differenze tra i due anni (tabella 9). Nel 1997 le piogge hanno raggiunto a Croce di Monte Colombo e a Villa Verucchio i 900 e i 616 mm rispettivamente.

Tabella 9. Precipitazioni cumulate (dal 1° gennaio) espresse in mm di pioggia.

Data di raccolta delle olive	1997		1998	
	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio
20 ottobre	588	503	395	299
30 ottobre	636	544	397	300
12 novembre	663	552	416	325
25 novembre	709	602	437	402
15 dicembre	900	616	437	431

Il 1998 è stato caratterizzato da precipitazioni marcatamente più scarse rispetto all'anno precedente, infatti, al 15 di dicembre le piogge hanno appena superato, in entrambe le aziende, 430 mm.

Nel 1998 le piogge sono state più abbondanti presso l'azienda di Croce di Monte Colombo, specialmente durante le prime fasi del processo di maturazione. Durante il mese di novembre si è poi assistito al livellamento dei quantitativi di precipitazioni.

Considerando i valori climatici delle serie storiche relative alla provincia di Rimini è importante mettere in evidenza l'eccezionalità dell'annata 1998 caratterizzata da temperature elevate e piogge particolarmente scarse (inferiori di oltre il 40% rispetto ai valori medi ventennali corrispondenti).

c - I suoli

Nella provincia di Rimini, i suoli interessati alla coltura dell'olivo fanno parte principalmente del basso Appennino e sono caratterizzati da una fascia discontinua interrotta da terrazzi intrappenninici e dai relativi alvei fluviali. La conformazione del territorio è caratterizzata da dislivelli moderatamente elevati tra i clinali e gli impluvi adiacenti; forme dolci e arrotondate sono associate a sistemi di versanti, in cui è molto intensa l'erosione.

I suoli di questa zona sono di solito moderatamente ripidi o ripidi, con pendenza che varia tipicamente dal 10 al 35%. Hanno normalmente buona disponibilità di ossigeno, sono calcarei e moderatamente alcalini. Presentano un'elevata variabi-

lità, soprattutto per quanto concerne la profondità (da superficiali a profondi) e la tessitura (media o fine).

In alcune aree, inoltre, esiste una elevata variabilità in particolare per la pietrosità (rilevazione della regione Emilia-Romagna, 1994). In diverse zone della valle del Marecchia (in particolare lungo la fascia collinare posta a destra del corso del fiume Marecchia) i suoli sono molto pietrosi.

Nelle aziende oggetto del presente studio sono state eseguite le analisi chimico-fisiche dei terreni secondo i metodi ufficiali (S.O. alla G.U. n. 121 del 25 maggio 1992) ed in conformità all'art. 3 Reg. CEE 2078/92, della regione Emilia-Romagna (tabelle 10 e 11).

Entrambi i terreni hanno pH alcalino. Il terreno dell'azienda di Villa Verucchio è stato classificato, in base alla tessitura, franco-argilloso, mentre quello dell'azienda di Croce di Monte Colombo è stato definito argilloso-limoso. Questa differente classificazione è da imputare al maggior tenore sia di limo che di argilla ed al conseguente più basso livello di sabbia del terreno proveniente da Croce di Monte Colombo.

Tabella 10. Analisi chimico-fisiche del terreno prelevato presso l'azienda posta nel comune di Monte Colombo.

DETERMINAZIONE	VALORE	VALUTAZIONE	DETERMINAZIONE	VALORE	VALUTAZIONE
PH in H ₂ O	8,11	Alcalino	Ind. di salinità a 25 °C (1:2,5)	0,189 mS/cm	Normale
Carbonati tot. (CaCO ₃)	20%	Alti	Cloro idrosolubile (Cl)	9 ppm	Normale
Calcare attivo (CaCO ₃)	9,4%	Alto	Rapporto Ca/Mg sc. (in meq)	3,49	Basso
Sostanza organica	1,65	Medio/bassa	Rapporto Mg/K sc. (in meq)	4,14	Normale
Azoto totale (N)	1,07%	Medio/basso	Rapporto Ca/K sc. (in meq)	14,46	Medio/basso
Fosforo assimilabile (P)	64 ppm	Molto alto	Rapp. C/N	8,94	Normale
Fosforo assimilabile (P ₂ O ₆)	147 ppm	Molto alto	Indice del Potere Clorosante	946	Alto
Potassio scambiabile (K)	457 ppm	Molto alto	Indice S.A.R.	0,31	Normale
Potassio scambiabile (K ₂ O)	548 ppm	Molto alto	C.S.C.	23,06 meq/100g	Medio/alta
Sodio scambiabile (Na)	30 ppm	Normale	Acidità di scambio	0,00 meq/100g	Normale
Calcio scambiabile (Ca)	3386 ppm	Normale	Percentuali sulla C.S.C.		
Magnesio scambiabile (Mg)	588 ppm	Molto alto	Potassio scambiabile (K)	5,07%	Medio/alto
Ferro assimilabile (Fe)	9,97 ppm	Normale	Sodio scambiabile (Na)	0,68%	Normale
Manganese assimilabile (Mn)	2,31 ppm	Normale	Calcio scambiabile (Ca)	73,27%	Normale
Zinco assimilabile (Zn)	1,63 ppm	Normale	Magnesio scambiabile (Mg)	20,98%	Molto alto
Rame assimilabile (Cu)	3,51 ppm	Normale	Acidità di scambio	0,00%	Normale
Boro assimilabile (B)	0,71 ppm	Normale	Saturazione basica	100,00%	Normale
Zolfo assimilabile (S)	14 ppm	Medio/basso	Tessitura		
Potassio idrosolubile (K)	29,8 ppm	Alto	Sabbia (2,000-0,050 mm)	17%	Argilloso-limoso
Sodio idrosolubile (Na)	9,0 ppm	Normale	Limo (0,050-0,002 mm)	42%	
Calcio idrosolubile (Ca)	46,3 ppm	Medio/basso	Argilla (<0,002 mm)	41%	
Magnesio idrosolubile (Mg)	9,8 ppm	Medio/alto			

Tabella 11. Analisi chimico-fisiche del terreno prelevato presso l'azienda posta nel comune di Villa Verucchio.

DETERMINAZIONE	VALORE	VALUTA-ZIONE	DETERMINAZIONE	VALORE	VALUTA-ZIONE
PH in H ₂ O	8,13	Alcalino	Ind. di salinità a 25 °C (1:2,5)	0,169 mS/cm	Normale
Carbonati tot. (CaCO ₃)	21%	Alti	Cloro idrosolubile (Cl)	9 ppm	Normale
Calcare attivo (CaCO ₃)	7,4%	Medio/alto	Rapporto Ca/Mg sc.(in meq)	7,54	Normale
Sostanza organica	2,42	Medio/alta	Rapporto Mg/K sc. (in meq)	2,45	Normale
Azoto totale (N)	1,53%	Medio/alto	Rapporto Ca/K sc. (in meq)	18,51	Normale
Fosforo assimilabile (P)	11 ppm	Normale	Rapp. C/N	9,17	Normale
Fosforo assimilabile (P ₂ O ₆)	25 ppm	Normale	Indice del Potere Clorosante	872	Alto
Potassio scambiab. (K)	489 ppm	Molto alto	Indice S.A.R.	0,34	Normale
Potassio scambiab. (K ₂ O)	587 ppm	Molto alto	C.S.C.	27,65 meq/100g	Alta
Sodio scambiabile (Na)	42 ppm	Normale	Acidità di scambio	0,00 meq/100g	Normale
Calcio scambiabile (Ca)	4638 ppm	Normale	Percentuali sulla C.S.C.		
Magnesio scambiabile (Mg)	373 ppm	Medio/alto	Potassio scambiabile (K)	4,52%	Molto alto
Ferro assimilabile (Fe)	9,21 ppm	Normale	Sodio scambiabile (Na)	0,66%	Normale
Manganese assimilabile (Mn)	3,51 ppm	Normale	Calcio scambiabile (Ca)	83,71%	Normale
Zinco assimilabile (Zn)	1,16 ppm	Normale	Magnesio scambiabile (Mg)	11,10%	Medio/alto
Rame assimilabile (Cu)	10,53 ppm	Alto	Acidità di scambio	0,00%	Normale
Boro assimilabile (B)	0,53 ppm	Normale	Saturazione basica	100,00%	Normale
Zolfo assimilabile (S)	2 ppm	Molto basso	Tessitura		
Potassio idrosolubile (K)	15,4 ppm	Medio/alto	Sabbia (2,000-0,050 mm)	21%	Franco-argilloso
Sodio idrosolubile (Na)	9,5 ppm	Normale	Limo (0,050-0,002 mm)	39%	
Calcio idrosolubile (Ca)	49,0 ppm	Medio/basso	Argilla (<0,002 mm)	40%	
Magnesio idrosolubile (Mg)	5,4 ppm	Normale			

Queste differenze portano a qualche considerazione, alcune delle quali intuitive, come ad esempio la maggior capacità di ritenzione idrica del terreno di Croce di Monte Colombo ed al contrario la maggior lisciviazione di quello di Villa Verucchio che può portare a scarsa disponibilità di acqua nel terreno.

Altre piccole differenze riguardano il contenuto di sostanza organica (leggermente più alto nel terreno prelevato a Villa Verucchio) e di alcuni microelementi quali, ad esempio, magnesio e zolfo, i cui valori sono risultati maggiori nel terreno di Croce di Monte Colombo.

IL FRUTTO DELL'OLIVO

Annalisa Rotondi

3.1 Caratteri fenologici e produttività

I rilievi fenologici, svolti sugli olivi in osservazione, non hanno mostrato differenze significative tra i parametri riproduttivi delle piante delle due aziende in entrambe le annate (tabella 12). Il numero di fiori per mignola si è mantenuto di 19,2 a Croce di Monte Colombo e di 20,2 a Villa Verucchio, confermando che tale parametro è un carattere varietale; generalmente le mignole appartenenti alla cultivar *Correggiolo* sono formate da racemi ascellari formati da un primo e un secondo palco portanti rispettivamente 5 fiori e 3 fiori ad ogni apice, due palchi successivi con un fiore ciascuno all'apice ed infine un fiore apicale che a volte può essere sostituito da un gruppo di 3 fiori (figura 21). La percentuale di allegazione è risultata pari al 2% nella campagna 1997, mentre nell'annata successiva è leggermente aumentata, raggiungendo il 3,5%. La cascola è stata sensibilmente influenzata dalle fluttuazioni stagionali, registrando una percentuale molto bassa nel 1997 in entrambe le aree in studio e valori sempre inferiori nell'azienda di Villa Verucchio.

È stata anche verificata l'omogeneità del campionamento, rilevando sui rami di ogni pianta il numero di mignole, il numero di fiori allegati e il numero di olive in rapporto al numero di nodi (figure 22, 23, 24, 25 e 26).

Nelle due campagne di studio la produttività media per pianta si è mantenuta costante e si è aggirata intorno ai 25 kg in entrambe le aziende (figura 27).

Tabella 12. Parametri fenologici rilevati nelle due aziende in studio.

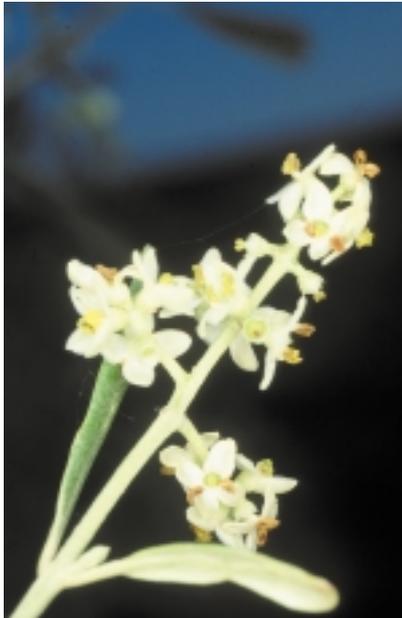
	Anno 1997		Anno 1998	
	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio	Croce di Monte Colombo	Villa Verucchio
Allegazione (%)	2.6	2.3	3.4	3.5
Cascola (%)	12.5	6.5	38.8	30.8
N. fiori per mignola	19.2	21.4	19.2	20.2
N. mignole/N. nodi	1.2	1.4	1.4	1.5
N. fiori allegati/N. nodi	0.6	0.6	0.8	0.9
N. olive /N. nodi	0.5	0.6	0.5	0.7
Produttività media per pianta (Kg)	24.8	23.5	25.6	26.4



*Figura 21. Mignola della cv. Correggiolo.
(Foto L. Riccioni)*



*Figura 22. Distribuzione delle
mignole sul ramo. (Foto L. Riccioni)*



*Figura 23. Mignola in piena fioritura.
(Foto L. Riccioni)*



Figura 25. Particolare di un ovario dopo la fecondazione. (Foto L. Riccioni)



Figura 26. Particolare di aborto ovarico. (Foto L. Riccioni)

Figura 24. Mignola dopo la caduta dei petali. (Foto L. Riccioni)



Figura 27. Produzione della cv. Correggiolo. (Foto L. Riccioni)

3.2 Maturazione delle olive

L'oliva è una drupa più o meno allungata, rotondeggiante e di peso variabile a seconda della cultivar. La drupa è costituita dall'epicarpo all'esterno, dal mesocarpo o polpa e dall'endocarpo o nocciolo comprendente l'embrione.

L'olio è contenuto quasi totalmente nella polpa e una minima quantità nel seme, la resa più alta è data dalle olive mesocarpiche per il loro più alto rapporto polpa/nocciolo. La resa è influenzata dalla varietà e dal grado di maturazione (Curci, 1999).

Durante il processo di maturazione la drupa subisce variazioni del colore della buccia e della polpa, della consistenza della polpa, del peso in sostanza secca, del contenuto in olio e zuccheri solubili (glucosio, fruttosio, saccarosio e mannitolo), della composizione acidica, dell'attività fotosintetica, dell'attività respiratoria, dei componenti minori (polifenoli, tocoferoli, steroli, alcol e sostanze volatili).

Valutando il graduale cambiamento di colore della drupa (processo di invaiatura), il ciclo di maturazione viene convenzionalmente distinto nei seguenti stadi:

a - Erbaceo

Il frutto ancora verde e consistente inizia a sviluppare il seme con accumulo di sostanza secca. In questa fase è presente la clorofilla, avviene ancora infatti attività fotosintetica; gli zuccheri solubili raggiungono la massima concentrazione. I contenuti di polifenoli, tocoferoli e squalene sono ancora elevati. Durante questa fase inizia l'accumulo dei grassi sotto forma di trigliceridi, seguendo una dinamica specifica in relazione alla cultivar di appartenenza e alle condizioni climatiche. Comunque i livelli di tutti i lipidi variano in misura più o meno accentuata non solo nei loro reciproci rapporti percentuali, ma anche nelle rispettive composizioni acidiche. Gli acidi linoleico, palmitico, laurico e miristico rappresentano i lipidi più importanti nella drupa allo stadio erbaceo (Petruccioli, 1985; Marzouk e Cherif, 1981).

b - Invaiatura

L'oliva inizia a cambiare colore perché la clorofilla si degrada in feofitina e fitina. L'oliva assume una colorazione giallognola per la comparsa dei carotenoidi. Da questo momento, a partire dal mucrone (apice del frutto), compaiono delle macchiette violacee che si vanno estendendo su tutto il frutto. Tale colorazione è dovuta alla formazione di pigmenti antocianici (sostanze polifenoliche idrosolubili). Con l'attenuarsi della fotosintesi, i frutti accumulano abbondanti lipidi, sintetizzando prevalentemente acido oleico (Marzouk e Cherif, 1981).

c - Maturazione

La drupa ha completato il suo sviluppo e l'olio, espresso come valore percentuale sulla sostanza secca, raggiunge il livello più alto. In seguito, la biosintesi dei grassi diventa più lenta o comunque meno importante. Il processo di inoilazione provoca variazioni apprezzabili sui contenuti dei diversi acidi grassi; ad eccezione dell'acido oleico che, dopo aver raggiunto il suo massimo livello, tende a diminuire durante la sovrasmaturazione. Altri composti invece subiscono forti variazioni: gli

acidi organici come l'ossalico ed il citrico aumentano nel tempo (Patumi *et al.*, 1990, 1992). Per quanto riguarda i pigmenti cloroplastici (clorofille *a* e *b*), carotenoidi (β -carotene) e xantofille (luteina, violaxantina e neoxantina), secondo Mosquera e Fernandez-Garrido, 1989, non è semplice legare l'evoluzione di tali pigmenti al processo di maturazione; questi composti, infatti, sono sempre presenti nel frutto anche se, durante la maturazione, le concentrazioni di clorofille e carotenoidi diminuiscono e le percentuali di xantofille, spesso esterificate, aumentano.

d - Sovramaturazione

Rappresenta l'insieme dei processi fisiologici che avvengono nel frutto che viene lasciato attaccato alla pianta anche dopo la maturazione. Durante tale fase si registra: la riduzione dell'attività respiratoria, la perdita di acqua con apparente aumento di olio nel frutto, un aumento dell'attività degli enzimi pectolitici responsabili della degradazione della parete cellulare, con conseguente incremento dell'acidità e relativa perdita di antiossidanti naturali (Montedoro, 1981; Mosquera, 1982). I trigliceridi iniziano un processo di degradazione penalizzando drasticamente le caratteristiche organolettiche dell'olio. Parallelamente, nella polpa continua la diminuzione dei livelli di clorofille, aldeidi, antociani, tocoferoli e polifenoli (Vasquez Roncero *et al.*, 1970).

3.3 Epoca di raccolta delle olive

La scelta ottimale dell'epoca di raccolta è prioritaria al fine di migliorare la produzione dal punto di vista quantitativo e qualitativo. L'obiettivo dell'agricoltore, infatti, è quello di avere una buona produzione dalla quale ottenere un olio con caratteristiche organolettiche e nutrizionali di pregio. È quindi importante scegliere il momento di massima inolizione nel frutto accompagnato, sia da un giusto equilibrio tra sostanze antiossidanti, tali da garantire un prodotto stabile nel tempo, sia da una frazione di sostanze volatili in grado di conferire un determinato *flavor* all'olio estratto. Questo stadio è sempre molto difficile da determinare per la mancanza di parametri di riferimento; numerosi sono stati i tentativi condotti in Italia e in Spagna per stabilire degli indici di maturazione semplici e ripetibili nel tempo (Vasquez Roncero *et al.*, 1970; Fiorino, 1977; Lombardo, 1977; Di Matteo, 1992; Boschelle *et al.*, 1994). Tale problema è stato affrontato studiando l'andamento di numerosi parametri: accrescimento della drupa, respirazione del frutto (Ranalli *et al.*, 1977), evoluzione dei livelli di acidi grassi e dei loro reciproci rapporti, rapporti antociani totali/polifenoli tannici, rapporto acido ossalico/acido citrico nella drupa, genesi ed evoluzione dei polifenoli, degli antociani e degli steroli, acidità libera e assorbanza a 447 nm (Boschelle *et al.*, 1994), colore della drupa.

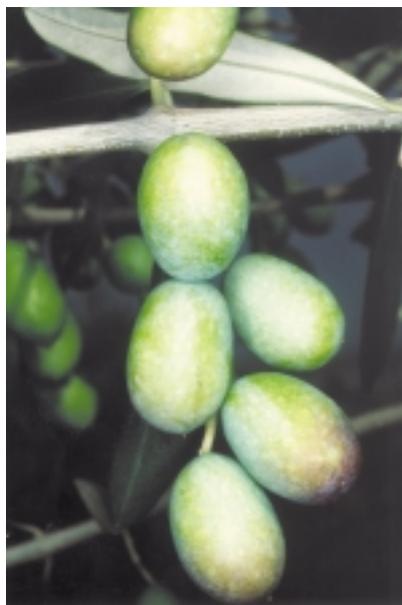
Sicuramente il colore della drupa rappresenta un indice immediato, facilmente rilevabile senza l'utilizzo di particolari strumentazioni. A tale proposito alcuni ricercatori spagnoli (Uceda *et al.*, 1983) hanno proposto la variazione di colore della drupa, come indice di maturazione ripetibile. Questo indice, che dipende in primo luogo dalla cultivar, varia nelle diverse aree di coltivazione e deve quindi essere verificato e ottimizzato, analizzando i parametri qualitativi dell'olio che si ottiene in corrispondenza dell'indice prescelto.

3.4 Parametri fisici e indice di invaiatura delle drupe della cv. *Correggiolo*

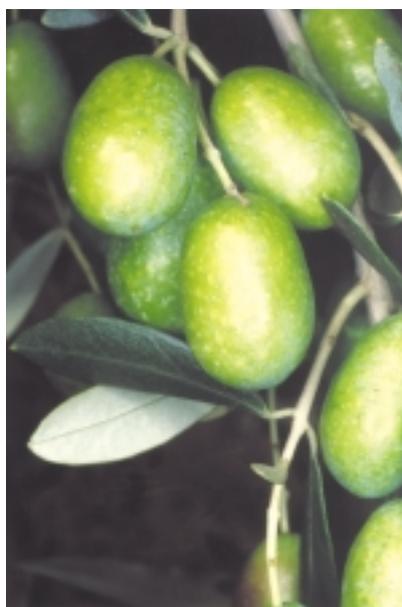
Le 100 olive di ogni campione, raccolte da ciascuna delle 5 piante nelle 5 epoche di raccolta, sono state misurate per la determinazione del peso fresco e del volume. Considerando il processo d'invasatura delle olive della cv. *Correggiolo* (figura 28) e applicando la formula dell'Istituto Nazionale di Ricerche Agronomiche di Jaèn, è stato calcolato l'indice d'invasatura sul campione di 100 olive.

I grafici che raffigurano i processi di maturazione degli anni 1997 e 1998, (figura 29), evidenziano come le olive di Croce di Monte Colombo iniziano ad invaiare più tardi e con un andamento più lento e scalare rispetto alle olive di Villa Verucchio. In quest'ultima località al 25 novembre 1997, il 75% delle drupe ha completato la colorazione violacea. Nel 1998 la precocità di maturazione delle olive di Villa Verucchio è stata registrata prima, sin dal 20 ottobre, quando le olive avevano un indice di invaiatura di ben 3,2. In quest'anno si sono verificate temperature nettamente superiori a quelle dell'anno precedente: a Croce di Monte Colombo l'accumulo di gradi giorno durante la maturazione ha raggiunto 429 °C rispetto ai 271 °C rilevati nel corso del 1997, mentre a Villa Verucchio si sono registrati 410 °C nel 1998 e 358 °C nel 1997.

Il 1998 è stato anche caratterizzato da precipitazioni molto scarse e inferiori rispetto a quelle del 1997. Comparando gli indici di maturazione delle due aziende, nel 1998 le olive prelevate a Villa Verucchio a tutte le epoche di raccolta, presentavano un indice di maturazione superiore e costante rispetto a quello misurato sulle olive di Croce di Monte Colombo. Nel 1997, invece, tale scarto va crescendo nel corso della maturazione, registrando all'ultima raccolta (15 dicembre) una differenza, nell'indice di maturazione, di quasi due unità. Il 1997, in effetti, è l'anno in cui si sono registrate le maggiori differenze nelle condizioni climatiche fra i due areali in studio: accumulo di gradi giorno e precipitazioni. Nel 1998, le olive prelevate a Villa Veruc-



a)



b)



c)



d)

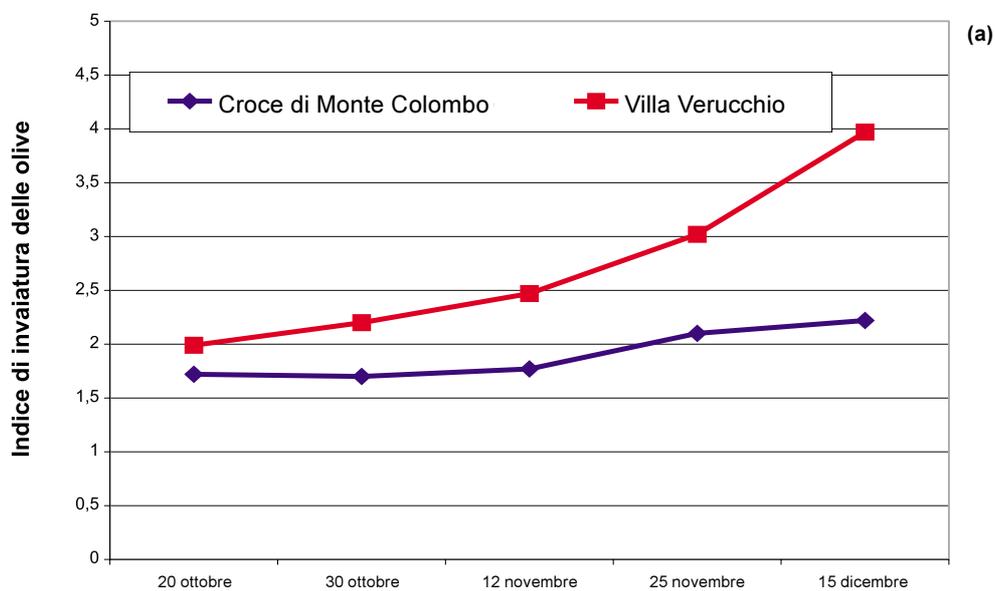
Figura 28. Processo di invaiatura della cultivar Correggiolo. (L. Riccioni)

chio sono maturate in condizioni di temperatura superiori a quelle del 1997 fino alle ultime raccolte, quando si sono registrati invece 300 mm di pioggia in più rispetto all'azienda di Croce di Monte Colombo.

Il peso e il volume delle olive (figure 30 e 31) sono risultati simili e con lo stesso andamento in entrambe le annate, registrando una diminuzione in peso e in volume solo all'ultima raccolta, imputabile alla diminuzione di acqua, legata alle fasi troppo avanzate del processo di maturazione. Le olive di Croce di Monte Colombo, in entrambe le annate, hanno raggiunto un maggior peso e volume, probabilmente correlabile allo stato fisiologico delle piante coltivate in un areale, come quello di Croce di Monte Colombo, soggetto a temperature mediamente più basse, con maggiore disponibilità di acqua e terreni più freschi. È noto, infatti, che in un oliveto dotato di maggiore disponibilità di acqua, il processo di inolizione si svolge regolarmente senza periodi di stasi, favorendo così la formazione di drupe di pezzatura più grande e uniforme (Sole Reira, 1990; Mickelakis, 1990).

In Romagna la raccolta si svolge nell'arco di un mese e mezzo circa, con una data di inizio leggermente variabile a seconda delle annate e delle zone. Malgrado l'avanzato sviluppo tecnologico, essa è però ancora condizionata dalla disponibilità di manodopera, dalla data di apertura degli impianti di trasformazione e dalla tradizionale resistenza degli agricoltori ad iniziare precocemente. Sono stati però studiati degli indici di maturazione, in relazione soprattutto al contenuto in polifenoli e alla resa in olio, cercando di conciliare la resa con le caratteristiche organolettiche. Tali indici di maturazione sono molto importanti e dovrebbero essere sperimentati, al fine di identificare l'epoca di raccolta più idonea per ciascuna area di coltivazione. Ad esempio studi condotti in Spagna (Uceda *et al.*, 1983) hanno evidenziato che il periodo ottimale di raccolta corrisponde ad un indice di maturazione pari a 3,5 che, nel caso della cultivar *Correggiolo*, nelle zone in-

Anno 1997



Anno 1998

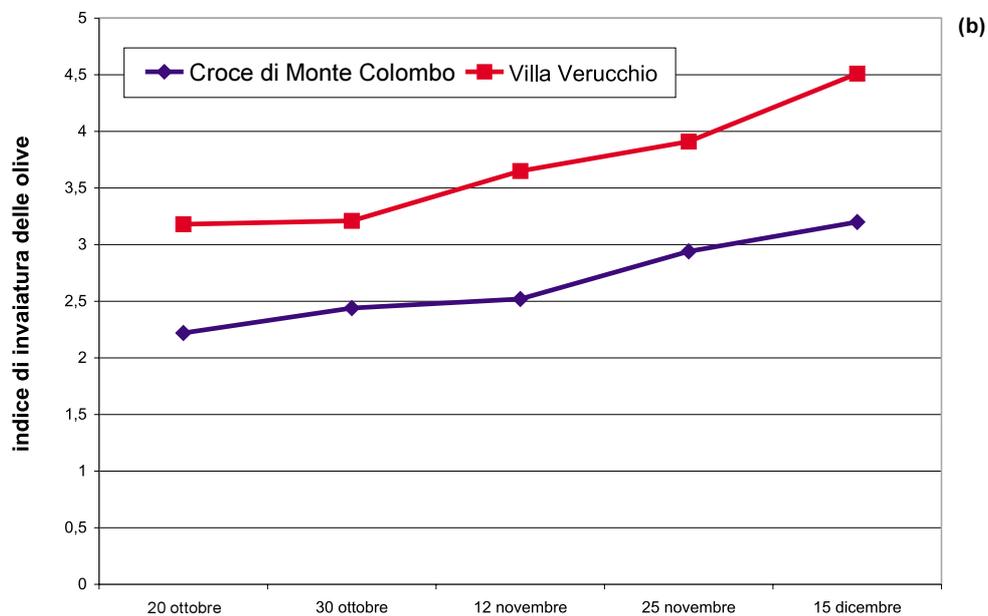
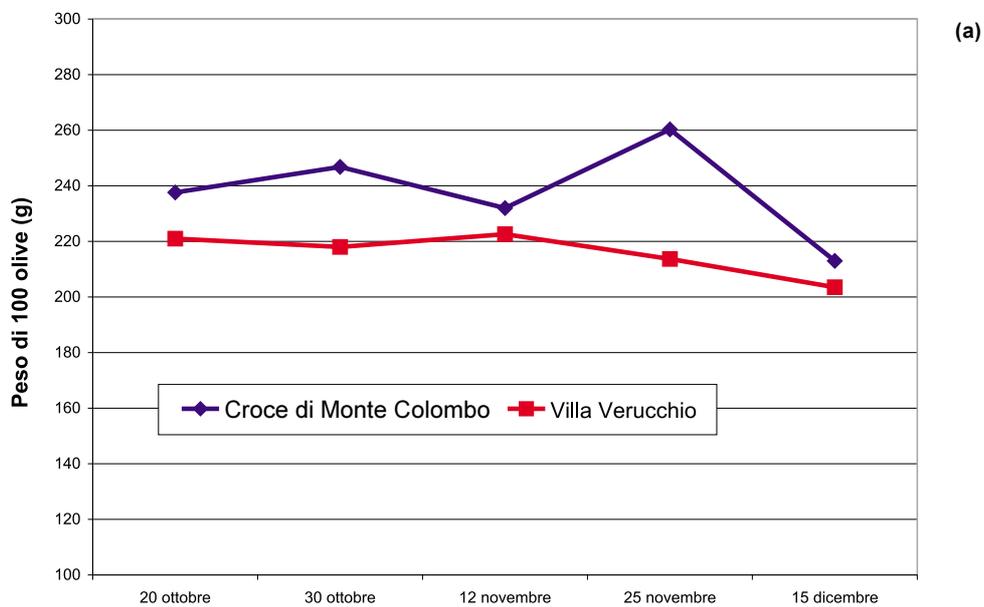


Figura 29. Andamento del processo di invecchiatura delle olive nell'anno 1997 (a) e 1998 (b)

Anno 1997



Anno 1998

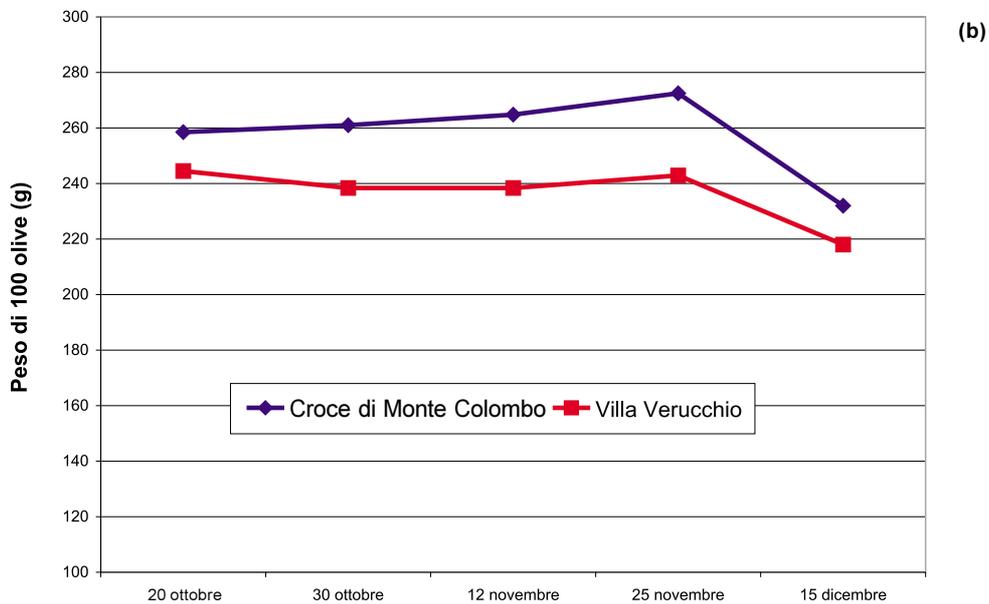


Figura 30. Crescita del frutto (peso) durante la maturazione nell'anno 1997 (a) e 1998 (b).

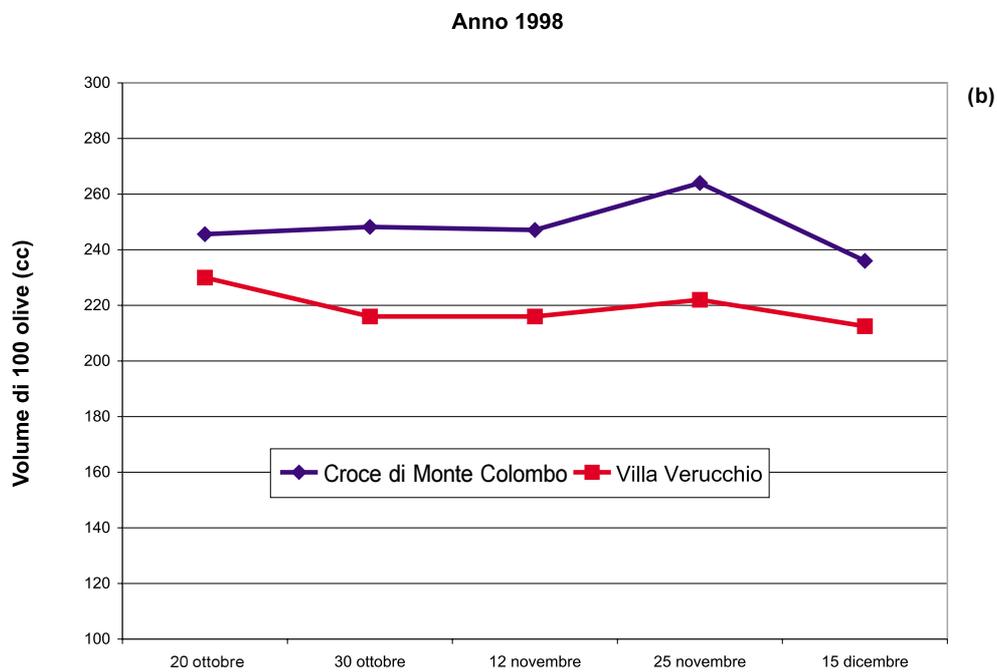
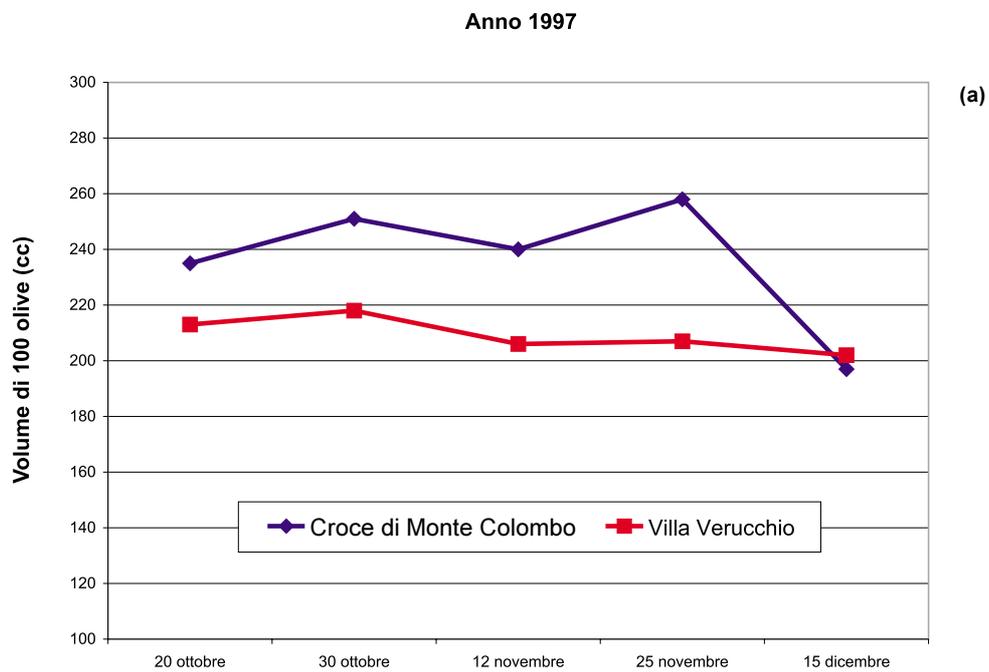


Figura 31. Crescita del frutto (volume) durante la maturazione nell'anno 1997(a) e 1998 (b).

dagate, corrisponde ad una fase di maturazione troppo avanzata per ottenere un olio di pregevole qualità.

3.5 Caratteri chimici e resa in olio delle drupe della cv. *Correggiolo*

Su 100 drupe prelevate da ciascuna delle 5 piante sono stati misurati la percentuale di acqua e il contenuto in olio. Quest'ultimo, determinato mediante estrattore Soxhlet, è stato espresso come estratto etereo sulla sostanza secca denocciolata.

Il contenuto in polifenoli totali è stato misurato per via spettrofotometrica ed espresso in acido caffeico.

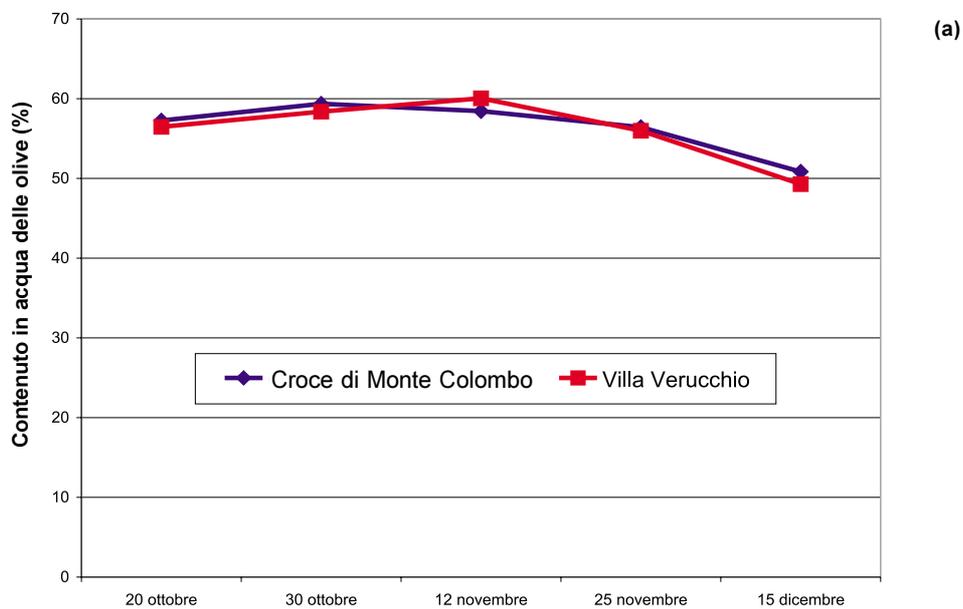
La resa al frantoio è stata valutata durante la trasformazione delle olive.

La percentuale di acqua nelle olive maturate nel 1997, raccolte in entrambe le aziende, si è mantenuta pressoché uguale durante il processo di maturazione, seguendo un andamento a campana e registrando il massimo livello pari al 60% al 12 novembre per poi decrescere fino al 50% all'ultima raccolta (figura 32). Il quantitativo in acqua pari al 50%, registrato nelle olive prodotte in entrambe le aziende nel 1998, sin dal 12 novembre, dimostra che si è verificato un netto anticipo di maturazione rispetto al 1997. Effettuando un confronto tra le due annate è evidente che durante il 1998 i contenuti di acqua all'interno della drupa sono stati inferiori in tutte le rispettive fasi del campionamento. La minor idratazione, misurata nelle drupe del 1998 si ritiene sia dovuta al minore volume di piogge cadute in tale anno.

Il processo di inolizione delle drupe avviene in entrambe le annate con un accumulo progressivo di olio nel frutto fino al 15 dicembre, ultima data di raccolta (figura 33).

Anche nel 1998, benché si sia verificato un netto anticipo di maturazione, non si è mai raggiunta la fase di sovramaturazione. Durante il processo di maturazione all'interno della drupa avvengono numerosi processi biochimici quali traspirazione, respirazione, fotosintesi, attività enzimatica, produzione e degradazione di numerosi composti, presenti nel frutto, divisione e distensione cellulare. Tutti questi fenomeni vengono profondamente influenzati dal clima, in modo particolare dalla disponibilità di acqua e dalla temperatura. Le differenze del contenuto in olio tra le due annate sono osservabili principalmente in corrispondenza delle raccolte del 30 ottobre e del 25 novembre, infatti, nel 1997 si è ottenuto un quantitativo in olio pari al 26 e 28%, valori inferiori rispetto a quelli del 1998 che hanno raggiunto quasi il 30% durante le prime quattro raccolte. Tali differenze, osservate nel processo di inolizione, sono legate allo stadio di maturazione che è molto anticipato nel 1998 rispetto al 1997. L'influenza del clima sulla maturazione del frutto è il risultato dell'interazione di numerosi fattori, ad esempio la disponibilità di acqua è correlata alla quantità di olio. Carenze idriche si traducono, infatti, in fenomeni di avvizzimento ed imbrunimento dei frutti che vanno incontro ad una riduzione dell'assimilazione del potassio il cui contenuto è strettamente correlato all'accumulo di olio nella drupa (Inglese *et al.*, 1995). È importante sottolineare che negli areali oggetto di questa indagine non si sono riscontrati fenomeni di carenze idriche vere e proprie, ma bensì di minor disponibilità di acqua; è quindi ipotizzabile che la maggior percentuale di olio estratta dalla drupa nel 1998 rispetto al 1997 sia imputabile principalmente alle differenze trovate tra le sommatorie delle tem-

Anno 1997



Anno 1998

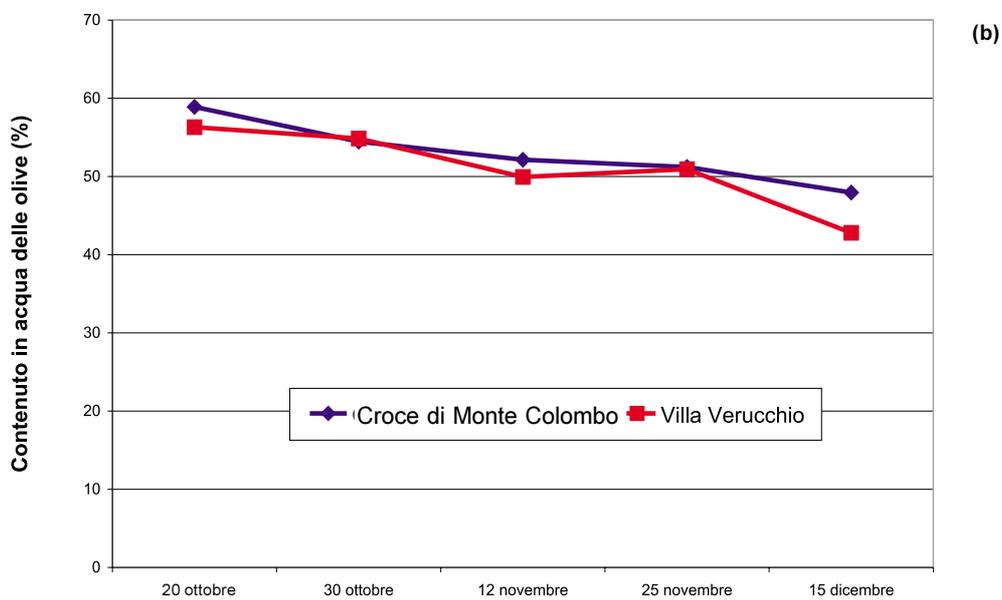
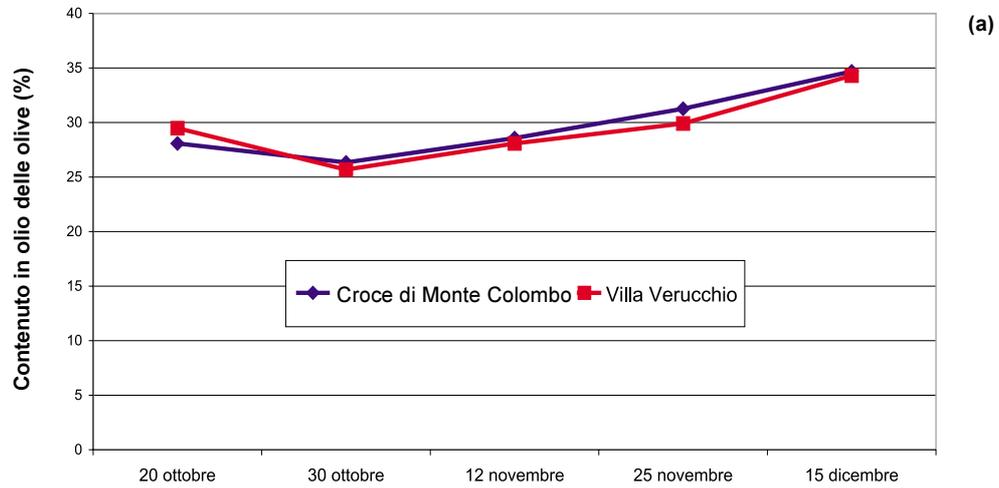


Figura 32. Variazione del contenuto in acqua nelle olive durante la maturazione nell'anno 1997 (a) e 1998 (b).

Anno 1997



Anno 1998

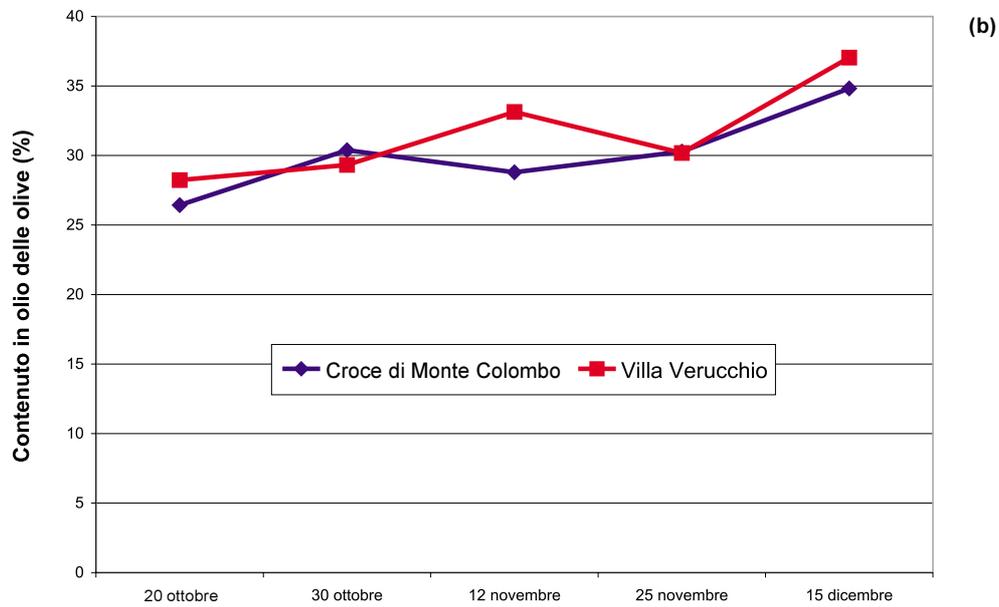


Figura 33. Evoluzione del contenuto in olio nelle olive durante la maturazione nell'anno 1997 (a) e 1998 (b).

perature massime giornaliere dei due anni. Nel 1998, alle prime tre epoche di raccolta, tali temperature hanno totalizzato un ammontare superiore di circa 200 °C rispetto al 1997.

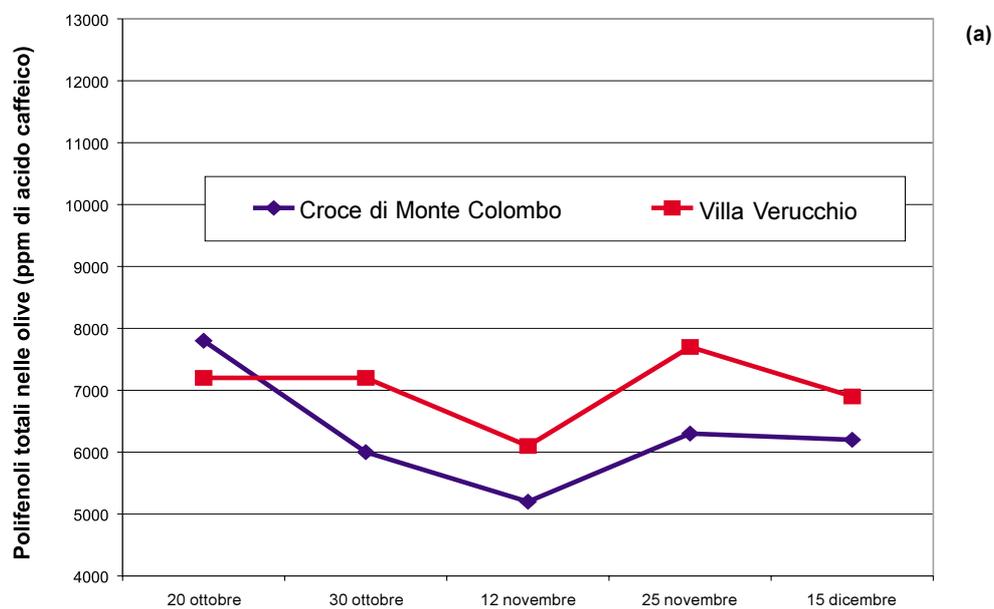
Per quel che riguarda la resa in olio al frantoio precisiamo che, trattandosi di piccoli quantitativi di olive da trasformare (25-30 kg), tali rese non sono paragonabili a quelle ottenute con sistemi di estrazione industriali. Comunque è importante mettere in evidenza che le rese sono risultate sempre più elevate a Croce di Monte Colombo in entrambe le annate.

Sul contenuto in polifenoli totali della drupa non esistono opinioni concordi relative alla dinamica che seguono tali composti con il progredire della maturazione.

Secondo la maggior parte degli autori i polifenoli diminuiscono con la maturazione, secondo altri, potrebbero oscillare, aumentando ancora nel corso di tale processo.

Nel nostro studio i contenuti in polifenoli totali all'interno delle drupe nell'annata 1997 sono aumentati fino alla seconda metà di novembre in entrambe le aziende, mentre nella prima decade di dicembre sono diminuiti. Osservando l'andamento dei polifenoli totali durante l'annata 1998 si nota che tali sostanze già dalla fine di ottobre subiscono un decremento che si mantiene fino alla fine di novembre per poi crescere di nuovo a dicembre (figura 34). Tale evoluzione conferma lo spiccato anticipo di maturazione del 1998. Non si è mai raggiunta la fase di sovramaturazione durante la quale le sostanze antiossidanti iniziano a diminuire in accordo con quanto osservato da Montedoro *et al.*, 1981 e Mosquera, 1982. È comunque molto importante rilevare che i contenuti in polifenoli totali nel 1998 sono stati più elevati rispetto a quelli del 1997 a tutti gli stadi di maturazione. Tali differenze si possono sicuramente attribuire alle condizioni climatiche e in particolare ai differenti volumi di piogge, verificatesi nei due anni a confronto. Molti autori, infatti, ritengono che il contenuto in polifenoli sia maggiore negli oliveti coltivati con scarsi apporti irrigui (Patumi *et al.*, 1998; Pannelli e Montedoro, 1989; Salas *et al.*, 1997). Segnaliamo però che altri autori, invece, hanno riscontrato un aumento del 16% dei polifenoli totali in olive prodotte in oliveti irrigati (Inglese *et al.*, 1995; Dettori e Russo, 1993).

Anno 1997



Anno 1998

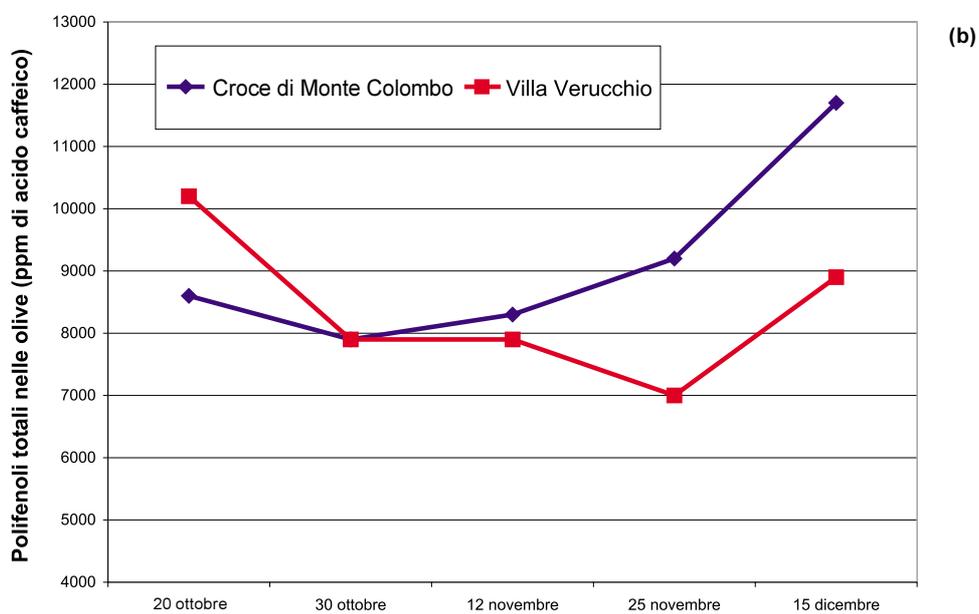


Figura 34. Evoluzione del contenuto in polifenoli totali nelle olive durante il processo di maturazione nell'anno 1997 (a) e 1998 (b).

FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITÀ DI UN OLIO DI OLIVA

Annalisa Rotondi

4.1 Sistemi di estrazione

I riflessi della tecnologia di estrazione sulla qualità degli oli vergini si estrinsecano soprattutto a livello di alcuni costituenti minori: polifenoli e sostanze aromatiche. Alcuni ricercatori hanno valutato i costituenti di oli toscani, ottenuti con due sistemi diversi di estrazione: discontinuo e continuo, (Cimato *et al.*, 1993) giungendo ai seguenti risultati: l'acidità in relazione al sistema di frangitura non è variata in misura tale da pregiudicare la classe merceologica di appartenenza dell'olio, anche se hanno constatato una costante, seppur lieve, maggior acidità negli oli ottenuti con il sistema discontinuo.

Altri riscontri analitici sulla composizione acidica hanno evidenziato variazioni a carico dell'acido palmitico e dell'acido oleico: il primo era maggiormente presente negli oli provenienti dai frantoi discontinui, mentre il secondo raggiungeva valori superiori negli oli estratti con frantoi continui.

Proseguendo la comparazione tra sistema discontinuo e continuo, è stato ritrovato che i contenuti in clorofilla erano maggiori in oli prodotti con sistemi continui, soprattutto quando le olive erano più mature. Per quanto riguarda la frazione antiossidante, gli oli estratti da frantoi continui hanno fatto registrare contenuti superiori e con diverso profilo polifenolico rispetto a quelli ottenuti con i frantoi discontinui.

Alcuni autori però sostengono esattamente il contrario: Di Giovacchino (1996), infatti, ha riscontrato in oli monovarietali, estratti con frantoi discontinui, che il livello di polifenoli totali era più alto. Prove di ossidazione forzata hanno dimostrato che il tempo d'induzione risulta maggiore per gli oli ottenuti con il sistema discontinuo (9 ore contro 7) ottenendo, inoltre, oli dotati di un livello di tocoferoli lievemente superiore. Considerando quest'ultima classe di composti, sembra che né il sistema continuo e né quello discontinuo siano in grado di estrarre tutti i tocoferoli presenti nella pasta di olive; mentre il sistema Sinolea, abbinato ad una seconda estrazione, migliora l'efficienza estrattiva, producendo oli con un contenuto in tocoferoli doppio rispetto a quelli ottenuti dalla prima estrazione (Cimato, 1993).

Il sistema di estrazione influenza notevolmente anche la componente organolettica. Spesso gli oli ottenuti con sistemi discontinui, caratterizzati da tempi

prolungati di contatto della pasta con l'aria e con i fischoli, vengono penalizzati, per la presenza di difetti, totalizzando spesso un punteggio inferiore a 6,5. In genere i profili sensoriali degli oli ottenuti con il sistema continuo mostrano più elevati attributi di *fruttato*, *piccante* e *amaro* rispetto agli oli estratti con il sistema discontinuo che favorisce la perdita dei detti attributi, esaltandone quindi la tipica sensazione di *dolce*.

Analizzando per via gascromatografica le sostanze volatili dello spazio di testa di oli ottenuti con sistemi discontinui e continui è stata rilevata una loro riduzione negli oli ottenuti con il sistema continuo e in particolare di alcune sostanze quali gli alcoli 2-metil-1-propanolo (Di Giovacchino, 1996); questo fenomeno è da ritenere di grande importanza poiché tali alcoli, prodotti dagli aminoacidi che si formano dal metabolismo delle proteine nel corso della fermentazione alcolica degli zuccheri, sono responsabili, insieme all'acido lattico, del caratteristico difetto di riscaldamento (Angerosa *et al.*, 1996). Gli oli estratti con sistemi continui, anche se sono dotati di un minor contenuto di componenti volatili totali, mostrano rispetto a quelli prodotti con sistema continuo, lo stesso contenuto di *trans*-2-esenale, aldeide che fornisce il tipico aroma di erba tagliata che caratterizza gli oli di qualità dalla tipica sensazione di "fruttato verde" (Di Giovacchino, 1996).

Considerando le diverse fasi di trasformazione delle olive (frangitura, gramolatura, estrazione e filtrazione; figure 35, 36 e 37), è stato riscontrato che il frangitore a martelli, rispetto alla molazza, svolge un'azione più incisiva sull'estrazione delle sostanze fenoliche con incrementi che però tendono ad attenuarsi durante la maturazione (Alloggio e Caponio, 1997). Durante la delicata fase di gramolatura della



Figura 35. Fase di frangitura.



Figura 36. Fase di gramolatura.



Figura 37. Fase di centrifugazione.

pasta di oliva, ottenuta per frantumazione dell'intera drupa, si sviluppano dei componenti responsabili dell'aroma degli oli vergini di oliva. Essi si liberano dal contatto dell'olio con la polpa attraverso reazioni enzimatiche, anche di tipo ossidativo; queste reazioni possono essere poi la causa dell'instabilità futura dell'olio, per cui vanno ricercati tempi e modalità di esecuzione tali da raggiungere un compromesso fra intensità dell'aroma e conservabilità dell'olio.

La stabilità degli oli diminuisce con l'aumentare del tempo di gramolatura (Lercker *et al.*, 1999). Il processo di filtrazione influenza la qualità di un olio di oliva ed in particolare la sua shelf-life: oli "velati" cioè non filtrati hanno dimostrato una maggior stabilità all'ossidazione forzata perché le particelle in sospensione contenevano alcuni gruppi chimici, capaci di agire come antiossidanti (Lercker *et al.*, 1994).

4.2 Grado di maturazione delle olive

Va sottolineato che una raccolta posticipata, solo apparentemente aumenta la resa delle olive in olio, infatti ritardando l'asportazione delle olive, si verifica un abbassamento del loro peso, dovuto alla naturale perdita di acqua.

La qualità dell'olio varia in funzione dell'epoca di raccolta delle olive. Di solito una raccolta posticipata porta ad un aumento di acidità dell'olio e quindi ad un abbattimento della qualità. Numerosi autori hanno messo in evidenza che lo stadio di maturazione delle olive ha effetto principalmente sulla qualità sensoriale dell'olio che tende a diminuire con il progredire della maturazione. Con l'avanzare di tale stadio diminuiscono drasticamente il contenuto di polifenoli, la sensazione di amaro dell'olio e si riducono i tempi di induzione all'ossidazione forzata (Garcia *et al.*, 1996). Per altri importanti composti antiossidanti, quali i tocoferoli, sembra invece che il loro contenuto non venga influenzato dallo stadio di maturazione (Evangelisti *et al.*, 1995).

Per quel che riguarda i profili sensoriali, si è visto che con il procedere della maturazione delle olive si verifica una progressiva attenuazione dell'intensità del *verde*, del *fruttato* e dell'*amaro* e un incremento del *dolce* (Frega *et al.*, 1994). Studi sull'evoluzione di alcuni componenti dell'aroma degli oli di oliva in rapporto al grado di maturazione delle olive hanno messo in evidenza come sia molto difficile trovare una correlazione tra lo stato di pigmentazione delle olive e l'andamento dei contenuti della *trans-2-esenale*, della *esanale*, della *eptanale*, di alcuni alcoli volatili e dei composti insaturi coniugati (Solinas *et al.*, 1987).

4.3 Varietà

L'olio, essendo un prodotto del metabolismo della pianta, è fortemente influenzato dalla cultivar. Montedoro nel 1986, infatti, gli attribuisce ben il 20% della variabilità riscontrabile nella qualità finale. Quella che viene definita come matrice genetica è infatti responsabile dell'ottenimento di un olio dotato di particolari caratteristiche chimiche, ma soprattutto organolettiche. I fattori che conferiscono all'olio di oliva le caratteristiche tipiche delle diverse aree di produzione sono la cultivar e

l'evoluzione della maturazione delle olive che è decisamente influenzata dall'ambiente. Risulta sempre molto difficile separare l'azione del genotipo dai condizionamenti ambientali.

Nell'ottica della richiesta del riconoscimento della DOP e soprattutto nel tentativo di tipicizzare un olio di oliva, molti studiosi hanno tentato di chiarire il ruolo che svolge la cultivar sul prodotto finale, utilizzando cultivar negli stessi ambienti e standardizzando le tecniche colturali e il metodo di trasformazione delle olive in olio. Ricerche analitiche su oli monovarietali hanno fornito alcuni risultati interessanti: l'influenza varietale sulla composizione acidica si manifesta soprattutto a carico dell'acido oleico e linoleico. I contenuti di acido oleico sono oscillati dal 76,6% all'81% a seconda della cultivar, mentre l'acido linoleico ha registrato oscillazioni dal 7,3% al 3,76% (Cimato *et al.*, 1997).

Anche i contenuti in polifenoli totali nell'olio rivelano variazioni legate alla cultivar e i contenuti dei singoli composti fenolici conferiscono al prodotto proprietà differenti e peculiari. Una accentuata diversità del profilo polifenolico è stata evidenziata in oli ottenuti da genotipi con le stesse dotazioni di polifenoli totali, in quanto sono risultati diversi i rapporti tra i singoli componenti (Mattei *et al.*, 1989; Modi *et al.*, 1991; Montedoro, 1994). Anche le note olfatto-gustative possono assumere un'intensità diversa in funzione della matrice genetica, determinando specifici profili sensoriali (Cimato *et al.*, 1996). Per ogni diverso profilo sensoriale, si è tentata la caratterizzazione analitica dell'aroma in relazione al genotipo, analizzando l'evoluzione di aldeidi come la *trans*-2-esenale la quale ha mostrato un forte potere selettore della varietà originaria dell'olio (Solinas *et al.*, 1988).

4.4 Fattori ambientali

Essendo l'olio vergine di oliva un prodotto naturale, ottenuto direttamente dalla spremitura delle olive, si comprende come l'ambiente in cui la pianta è coltivata e l'oliva si sviluppa, sia importante nella caratterizzazione di un olio tipico. La pianta, infatti, risponde ai vari fattori del clima (temperatura, luce, vento, precipitazioni, etc.) con adattamenti morfologici e fisiologici che condizionano la produzione.

La temperatura riveste particolare importanza per l'olivo, in quanto le basse temperature limitano la diffusione della specie. Numerosi lavori evidenziano l'azione di controllo della temperatura sulla produzione e sulle caratteristiche organolettiche dell'olio.

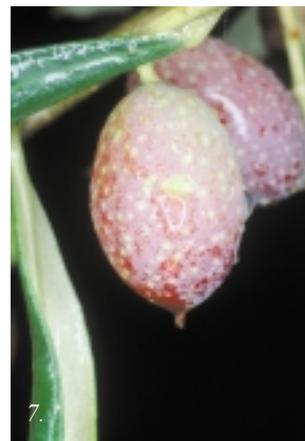
I livelli degli acidi grassi più rappresentativi sono strettamente correlati con la latitudine: gli oli di oliva, provenienti dalle zone meridionali, hanno una maggior percentuale di acidi grassi saturi rispetto a quelli settentrionali. In ambienti freddi, i frutti, oltre a risultare meno ricchi di olio, forniscono un prodotto diverso per la maggior percentuale di acidi grassi insaturi (oleico, linoleico, linolenico) (Lotti *et al.*, 1975); in quanto tali composti, facendo parte della frazione liquida dei lipidi di membrana, conferiscono alle cellule una maggior resistenza alle basse temperature (Lotti *et al.*, 1982).

Anche l'altitudine ha un sensibile effetto sulle caratteristiche compositive di un olio di oliva: il contenuto in acido oleico in genere è risultato più elevato all'au-

Altre varietà di olivo
presenti
in Emilia-Romagna *



- 1. *Carbunción*
- 2. *Grappuda*
- 3. *Leccino*
- 4. *Frantoio di Montegridolfo*
- 5. *Rossina*
- 6. *Moraiolo*
- 7. *Selvatico*



* Per ragioni tipografiche non sono state rispettate le dimensioni naturali delle olive.

mentare dell'altitudine (Lazzarini, 1990), mentre il contenuto di polifenoli totali è risultato maggiore a basse altitudini (Mousa *et al.*, 1996).

La luce è un importante fattore in quanto la sua azione si esplica attraverso la fotosintesi, sull'approvvigionamento energetico, sulla biosintesi dei carboidrati, sulla formazione delle clorofille e antociani, inoltre controlla l'apertura stomatica, la traspirazione e indirettamente anche la disponibilità di elementi nutritivi. I venti e lo stato igrometrico dell'aria possono agire da fattori limitanti la produttività dell'olivo: brezze moderate durante la fioritura favoriscono l'impollinazione anemofila con ripercussioni sui fenomeni di alternanza.

L'umidità atmosferica condiziona l'intensità di traspirazione ma, se prolungata, può favorire l'insorgenza di malattie fungine con gravi danni alla produzione.

Per quanto riguarda le caratteristiche pedologiche sono state individuate buone correlazioni tra i livelli di steroli, squalene, esteri dell'acido oleico ed esteri a lunga catena, alcuni trigliceridi, rapporto oleico/linoleico e fitolo con i contenuti di fosforo e azoto dei terreni di coltivazione (Angerosa *et al.*, 1996).

4.5 Pratiche agronomiche

Mentre le condizioni ambientali agiscono direttamente sullo stadio di maturazione del frutto, le pratiche agronomiche (potatura, concimazione, irrigazione e difesa fitosanitaria) agiscono in maniera indiretta, influenzando la risposta fisiologica della pianta (figura 38). È stato osservato che ricche concimazioni azotate ritardano la maturazione dei frutti e determinano contenuti di acido oleico e stearico più elevati (Uceda *et al.*, 1989). Per quel che riguarda la disponibilità idrica, recenti studi (Salas *et al.*, 1997), che hanno messo a confronto oli ottenuti da aziende irrigue e non irrigue, hanno evidenziato che il contenuto



Figura 38. Potatura dell'olivo.

di acidi grassi monoinsaturi e polinsaturi è maggiore negli oli prodotti dalle aziende non irrigate, mentre il contenuto relativo di acidi grassi saturi è più alto negli oli ottenuti dalle aziende irrigate. Anche il contenuto in polifenoli totali, e quindi il sapore amaro conferito all'olio e la sua stabilità all'ossidazione forzata, diminuiscono all'aumentare della quantità di acqua distribuita con l'irrigazione. Il peso esercitato da ciascuna pratica può essere più o meno marcato ed è comunque molto difficile riuscire a quantificarlo a causa dei fenomeni di sinergia o competizione che s'instaurano.



Figura 39. Raccolta delle olive.

4.6 Raccolta e trasporto delle olive

L'oliva va raccolta integra, al momento dell'invasatura. Gli olivicoltori devono cercare di mantenere lo standard qualitativo iniziale raccogliendo olive sane dall'albero anche con l'ausilio di agevolatori o meccanicamente, comunque senza danneggiarle durante l'operazione di raccolta (figura 39). È importante evitare di raccogliere le olive cascolate naturalmente, soprattutto se infestate da mosca olearia e rimaste a contatto col terreno. È buona pratica ridurre il più possibile l'intervallo di tempo tra la raccolta e la frangitura delle olive per evitare l'insorgere di processi fermentativi nelle olive ammassate in olivaio. Tali fenomeni potrebbero avere delle ripercussioni molto gravi sulla qualità dell'olio, conferendogli un difetto di "riscaldamento" oppure di "muffa". La corretta conservazione delle olive risulta indispensabile per il mantenimento dei composti minori polari. Questi composti sono presenti in quantità estremamente bassa rispetto ad altri, ma influenzano notevolmente le caratteristiche organolettiche e la stabilità dell'olio. Se, ad esempio, si conservano le olive per 10 giorni in olivaio, si verifica un aumento della temperatura e dell'umidità, si ha la comparsa delle muffe, iniziano i processi fermentativi, pectolitici e lipolitici che accompagnano la degradazione del frutto: i componenti minori polari, presenti in milligrammi o frazioni di milligrammo, vengono per primi sostanzialmente distrutti (Montedoro, 1994).

CARATTERI CHIMICI DELL'OLIO DI OLIVA

Annalisa Rotondi e Gianpaolo Bertazza

L'olio di oliva contiene circa il 99% di trigliceridi (frazione saponificabile) e il restante 1,5-2% di "componenti minori dell'insaponificabile" (frazione insaponificabile). Quest'ultima, anche se presente in piccola quantità, riveste un ruolo molto importante nella qualità dell'olio. Essa, infatti, è costituita da idrocarburi saturi, insaturi, polinsaturi, tocoferoli e tocotrienoli, alcoli alifatici superiori, steroli, metilsteroli alcoli di e triterpenici, componenti minori polari, vitamine liposolubili, pigmenti (clorofille e carotenoidi) e polifenoli.

5.1 Caratteri chimici dell'olio della cv. *Correggiolo*

Per la descrizione degli oli ottenuti nelle due zone vocate in studio sono state svolte le seguenti analisi: acidità libera secondo il metodo NGD (Norme Grassi e Derivati) C10, 1976; numero di perossidi (metodo NGD C35, 1976), composizione in acidi grassi per via gascromatografica.

Precisiamo che nell'annata 1998, per problemi tecnici, non è stato possibile estrarre l'olio dalle olive della prima raccolta.

a - Acidità libera

Nel biennio d'indagine gli oli prodotti da entrambe le aree in studio hanno registrato valori di acidità libera inferiore ai limiti massimi permessi dalla legge, rientrando per tale parametro, nella categoria degli oli extravergini, oli caratterizzati dalla miglior qualità (tabelle 13, 14, 15 e 16). I valori di acidità sono risultati sempre inferiori o uguali allo 0,6 ad eccezione degli oli di Croce di Monte Colombo prodotti da olive raccolte il 20 ottobre 1997 (in cui le olive presentavano un'invasatura ancora scarsa) aventi un'acidità dello 0,7. Tale valore di acidità, che poi si è attenuato durante le raccolte successive, è imputabile all'avvio della sintesi di lipidi nella drupa sotto forma di trigliceridi a partire da alcuni acidi grassi durante i primi stadi di maturazione. Questa sintesi, che segue, in genere, una dinamica diversa in relazione al genotipo (Marzouck e Cherif, 1981), tende a diminuire con il progredire della maturazione. I valori più elevati di acidità libera riscontrati invece negli oli ottenuti dalle olive raccolte in dicembre in entrambe le aziende, sono sicuramente imputabili

Tabella 13. Parametri chimici degli oli prodotti a Croce di Monte Colombo nella campagna 1997.

Data di raccolta delle olive	Mesi di Stoccaggio degli oli	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di Perossidi (meq O /Kg)	OSI	Polifenoli totali (ppm acido caffeico)
20 ottobre	0	0.7	6	21.5	195
20 ottobre	6	0.7	10	18.0	174
20 ottobre	9	0.7	17	20.1	147
20 ottobre	12	0.7	18	21.0	176
30 ottobre	0	0.3	8	20.8	178
30 ottobre	6	0.4	9	17.5	171
30 ottobre	9	0.5	10	19.9	155
30 ottobre	12	0.6	12	17.5	171
12 novembre	0	0.3	7	19.0	154
12 novembre	6	0.3	8	17.0	145
12 novembre	9	0.5	10	21.2	130
12 novembre	12	0.4	12	18.7	171
25 novembre	0	0.5	9	19.0	120
25 novembre	6	0.5	10	16.0	116
25 novembre	9	0.5	11	14.0	121
25 novembre	12	0.5	14	12.1	118
15 dicembre	0	0.4	12	13.7	100
15 dicembre	6	0.4	12	14.0	59
15 dicembre	9	0.5	16	11.6	61
15 dicembre	12	0.6	22	10.2	81

Tabella 14. Parametri chimici degli oli prodotti a Villa Verucchio nella campagna 1997.

Data di raccolta delle olive	Mesi di stoccaggio degli oli	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di Perossidi (meq O /Kg)	OSI	Polifenoli totali (ppm acido caffeico)
20 ottobre	0	0.1	6	24.1	230
20 ottobre	6	0.5	7	25.2	164
20 ottobre	9	0.5	16	23.0	194
20 ottobre	12	0.6	16	21.2	200
30 ottobre	0	0.4	5	19.8	176
30 ottobre	6	0.4	12	16.4	156
30 ottobre	9	0.5	18	12.3	148
30 ottobre	12	0.5	19	14.6	161
12 novembre	0	0.3	8	21.5	161
12 novembre	6	0.3	8	21.4	163
12 novembre	9	0.4	10	21.2	164
12 novembre	12	0.4	13	17.2	149
25 novembre	0	0.4	8	18.3	136
25 novembre	6	0.3	9	17.4	131
25 novembre	9	0.5	13	15.9	120
25 novembre	12	0.6	17	11.4	111
15 dicembre	0	0.6	13	11.0	66
15 dicembre	6	0.6	14	9.5	64
15 dicembre	9	0.6	15	9.5	63
15 dicembre	12	0.6	22	10.7	68

Tabella 15. Parametri chimici degli oli prodotti a Croce di Monte Colombo nella campagna 1998.

Data di raccolta delle olive	Mesi di stoccaggio degli oli	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di Perossidi (meq O /Kg)	OSI	Polifenoli totali (ppm acido caffeico)
30 ottobre	0	0.4	7	37.8	383
30 ottobre	6	0.3	9	32.2	282
30 ottobre	9	0.4	11	27.8	229
30 ottobre	12	0.4	10	25.1	261
12 novembre	0	0.3	7	32.7	222
12 novembre	6	0.3	7	30.2	123
12 novembre	9	0.3	9	24.4	156
12 novembre	12	0.4	12	25.9	154
25 novembre	0	0.3	9	29.7	230
25 novembre	6	0.3	11	23.7	160
25 novembre	9	0.4	11	25.4	161
25 novembre	12	0.4	15	19.0	180
15 dicembre	0	0.4	10	31.8	279
15 dicembre	6	0.4	11	27.6	164
15 dicembre	9	0.4	10	28.5	169
15 dicembre	12	0.4	12	23.5	163

Tabella 16. Parametri chimici degli oli prodotti a Villa Verucchio nella campagna 1998.

Data di raccolta delle olive	Mesi di stoccaggio degli oli	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di Perossidi (meq O /Kg)	OSI	Polifenoli totali (ppm acido caffeico)
30 ottobre	0	0.4	5	36.1	279
30 ottobre	6	0.4	10	32.4	280
30 ottobre	9	0.4	10	27.8	230
30 ottobre	12	0.5	10	28.5	186
12 novembre	0	0.3	12	21.4	187
12 novembre	6	0.2	11	15.8	183
12 novembre	9	0.4	12	17.5	177
12 novembre	12	0.4	15	17.0	113
25 novembre	0	0.3	10	21.7	187
25 novembre	6	0.3	11	15.9	183
25 novembre	9	0.4	12	13.2	123
25 novembre	12	0.4	13	14.9	159
15 dicembre	0	0.3	13	18.9	162
15 dicembre	6	0.3	13	12.2	153
15 dicembre	9	0.3	15	11.2	100
15 dicembre	12	0.4	15	12.0	149

ad attività lipolitiche, dovute alla perdita di compartimentazione cellulare, con il conseguente contatto degli enzimi con le particelle di olio. Tale andamento è stato più evidente nell'annata 1997 durante la quale la maturazione è stata più scalare rispetto al 1998, quando le temperature più elevate e le scarse precipitazioni hanno favorito una maturazione anticipata e relativamente contemporanea delle olive.

b - Numero di perossidi

Il numero di perossidi, come l'acidità, dopo la metà di novembre è lievemente aumentato col progredire della maturazione e, successivamente, con la conservazione.

Durante lo stoccaggio di un olio si osserva, in genere, un aumento graduale del numero di perossidi in seguito alla formazione più o meno rapida, nella sostanza grassa, di composti a carattere perossidico. È interessante notare che negli oli prodotti, nella campagna 1997, tali incrementi sono più evidenti rispetto al 1998. Si sono infatti registrati valori del numero di perossidi molto vicini a 20 negli oli prodotti a Villa Verucchio, franti ai primi di novembre e dopo un anno di stoccaggio, mentre negli oli di Croce di Monte Colombo tali livelli simili si sono registrati solo dai primi di dicembre. Gli oli prodotti nel 1998 hanno invece mostrato valori del numero di perossidi molto bassi anche dopo un anno di conservazione; questo è probabilmente da attribuire al fatto che, nonostante questi oli provengano da olive molto più mature rispetto al 1997, le particolari condizioni climatiche del 1998 hanno favorito l'accumulo di maggior quantitativi di sostanze antiossidanti, capaci di proteggere l'olio dall'attacco dell'ossigeno dell'aria, rendendolo quindi più stabile durante la conservazione.

c - Acidi grassi

La composizione in acidi grassi ha evidenziato, negli oli della campagna 1997, con il progredire della maturazione delle olive, un regolare aumento dei livelli di acido oleico e una graduale diminuzione dei contenuti di acido palmitico (tabelle 17 e 18). Il valore del rapporto insaturi/saturi ha dimostrato una tendenza ad aumentare nel corso della maturazione. Negli oli prodotti nel 1998 gli andamenti dei contenuti di tali acidi grassi si sono lievemente differenziati da quelli del 1997, dimostrando uno sfasamento del processo di maturazione e in particolare un anticipo nel 1998 (tabelle 19 e 20). Il

Tabella 17. Composizione acidica degli oli prodotti a Croce di Monte Colombo nella campagna 1997. Analisi effettuate alla frangitura.

Composizione acidica degli oli (%)	Data di raccolta delle olive				
	20 ottobre	30 ottobre	12 novembre	25 novembre	15 dicembre
<i>Acido palmitico C16:0</i>	14.4	14.2	13.9	13.2	13.1
<i>Acido palmitoleico C16:1</i>	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8
<i>Acido stearico C18:0</i>	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8
<i>Acido oleico C18:1</i>	71.9	72.1	72.9	73.6	75.3
<i>Acido linoleico C18:2</i>	9.2	9.1	8.7	8.8	7.3
<i>Acido linolenico C18:3</i>	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
<i>Acido arachico C20:0</i>	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3
<i>Acido gadoleico C20:1</i>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
<i>Acido beenico C22:0</i>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Insaturi/Saturi</i>	4.8	5.2	5.0	5.2	5.3

Tabella 18. Composizione acidica degli oli prodotti a Villa Verucchio nella campagna 1997. Analisi effettuate alla frangitura.

Composizione acidica degli oli (%)	Data di raccolta delle olive				
	20 ottobre	30 ottobre	12 novembre	25 novembre	15 dicembre
Acido palmitico C16:0	14.1	13.9	13.3	13.1	12.6
Acido palmitoleico C16:1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8
Acido stearico C18:0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9
Acido oleico C18:1	72.2	72.7	73.8	74.4	75.1
Acido linoleico C18:2	9.0	8.8	8.3	8.0	7.9
Acido linolenico C18:3	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
Acido arachico C20:0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Acido gadoleico C20:1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Acido beenico C22:0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Insaturi/Saturi	4.8	5.0	5.1	5.2	5.4

Tabella 19. Composizione acidica degli oli prodotti a Croce di Monte Colombo nella campagna 1998. Analisi effettuate alla frangitura.

Composizione acidica degli oli (%)	Data di raccolta delle olive			
	30 ottobre	12 novembre	25 novembre	15 dicembre
Acido palmitico C16:0	13.1	12.5	12.5	12.1
Acido palmitoleico C16:1	0.9	0.9	1.0	0.8
Acido stearico C18:0	2.5	2.5	2.6	2.4
Acido oleico C18:1	73.6	73.6	73.3	74.3
Acido linoleico C18:2	7.9	7.9	8.7	8.1
Acido linolenico C18:3	0.6	0.6	0.6	0.6
Acido arachico C20:0	0.2	0.4	0.4	0.4
Acido gadoleico C20:1	0.3	0.3	0.3	0.3
Acido beenico C22:0	0.1	0.1	0.1	0.1
Insaturi/Saturi	5.2	5.4	5.4	5.6

Tabella 20. Composizione acidica degli oli prodotti a Villa Verucchio nella campagna 1998. Analisi effettuate alla frangitura.

Composizione acidica degli oli (%)	Data di raccolta delle olive			
	30 ottobre	12 novembre	25 novembre	15 dicembre
Acido palmitico C16:0	13.1	12.7	12.6	12.1
Acido palmitoleico C16:1	1.0	1.1	1.0	1.0
Acido stearico C18:0	2.7	2.8	2.5	2.7
Acido oleico C18:1	73.0	72.5	73.6	72.0
Acido linoleico C18:2	8.8	9.0	8.6	9.1
Acido linolenico C18:3	0.7	0.6	0.6	0.6
Acido arachico C20:0	0.4	0.4	0.4	0.4
Acido gadoleico C20:1	0.3	0.3	0.3	0.3
Acido beenico C22:0	0.1	0.1	0.1	0.1
Insaturi/Saturi	5.1	5.2	5.4	5.4

rapporto insaturi/saturi è risultato, infatti, pressoché costante in entrambe le aziende. Questo dimostra che nel 1997 non si è verificata, a nessuna epoca di raccolta, lo stadio di sovraturazione che in genere si manifesta con un decremento dell'acido oleico (Marzouk *et al.*, 1981). È interessante, invece, notare che negli oli prodotti a Villa Verucchio nel 1998, ottenuti da olive più invaiate, la percentuale di acido oleico è andata diminuendo e quella di acido palmitico è rimasta costante sul valore circa del 12%, rivelando quindi un inizio della fase di sovraturazione.

Nel 1998, in entrambe le aziende, il contenuto in acido linoleico è stato più alto rispetto al 1997; tale incremento, dovuto all'attività dell'enzima desaturasi che trasforma l'acido oleico in acido linoleico (Gutiérrez *et al.*, 1999), conferma lo sfasamento di maturazione tra un anno e l'altro.

5.2 Polifenoli e stabilità dell'olio di oliva

L'olio extravergine di oliva ha una delle composizioni meno insature fra gli oli alimentari, condizione che lo pone fra i sistemi più stabili all'ossidazione. Inoltre come tutte le sostanze grasse non elaborate chimico-fisicamente, gli oli vergini di oliva sono dotati di un patrimonio di componenti antiossidanti naturali particolarmente attivi. Infatti, accanto ai tocoferoli, gli oli vergini di oliva, a differenza degli altri oli alimentari (ad eccezione dell'olio di vinacciolo) posseggono un gruppo di sostanze efficaci nella stabilizzazione antiossidante: i polifenoli. Questi componenti appartengono alla categoria degli antiossidanti del primo tipo e sono attivi nella prima fase dell'ossidazione: fase d'induzione. Durante questa fase si registra l'accumulo di idroperossidi per formazione di radicali perossidi i quali, in presenza di sostanze fenoliche (polifenoli in particolare), vengono neutralizzati e bloccati dalla radicalizzazione più stabile dei fenoli, promuovendo un prolungamento della conservazione dell'olio.

In un olio, oltre alla frazione lipidica e alla frazione insaponificabile, sono presenti sostanze (enzimi, pigmenti, radicali liberi, etc.) che, insieme all'energia trasportata dalle radiazioni luminose e all'ossigeno atmosferico, sono in grado di innescare e propagare reazioni chimiche responsabili della lenta, ma progressiva degradazione dell'olio. I segnali più evidenti delle conseguenti modifiche chimiche ed organolettiche dell'olio sono l'irrancidimento all'aria e l'eccessivo ingiallimento, causato dalla degradazione della clorofilla per un contatto prolungato con la luce. L'olio di oliva per legge può essere conservato fino a 18 mesi dal confezionamento, ma deve essere accuratamente protetto dalla luce, dall'aria e da innalzamenti e sbalzi di temperatura (la temperatura ottimale di conservazione è di 10-15 °C). Un olio vecchio non è, entro certi limiti, dannoso alla salute, tuttavia manifesta caratteristiche organolettiche e nutrizionali decisamente inferiori.

La misura del grado di ossidazione di una sostanza grassa è un parametro fondamentale per la valutazione della qualità e la previsione della sua shelf-life (vita di scaffale). Il numero di perossidi è un'ottima misura nelle prime fasi del processo di ossidazione, mentre non è utile se un prodotto è già fondamentalmente alterato. Per queste ragioni la ricerca di metodi di controllo della qualità ossidativa si sta dirigendo verso misure più specifiche: determinazione cromatografica di "marcato-

ri”, ossia di prodotti caratteristici che aumentano durante tutto il processo ossidativo e facilmente quantificabili.

Misure dinamiche come l’ossidazione forzata, se valutate correttamente, riproducono in breve tempo il naturale processo di ossidazione, fornendo informazioni relative alla shelf-life del prodotto. L’OSI (Oxidative Stability Index) determina la stabilità di un olio tramite la misura dell’aumento della conducibilità del liquido in seguito alla formazione di acidi volatili, raccolti all’interno di acqua deionizzata (figura 40). Questi acidi organici sono i prodotti stabili della reazione secondaria che avviene quando l’olio riscaldato a 110 °C è ossidato da un flusso di aria (Jabe *et al.*, 1993).



Figura 40. Strumento utilizzato per la determinazione della stabilità di un olio di oliva.

5.3 Polifenoli e stabilità nell’olio della cv. *Correggiolo*

Nel corso della maturazione è stato registrato, negli oli prodotti nel 1997 ed in entrambe le aziende, un buon indice di resistenza all’irrancidimento (OSI) che ha oscillato dalle 24 alle 18 ore, decrescendo gradualmente negli oli estratti dalle olive raccolte dal 20 ottobre al 25 novembre (tabelle 13 e 14). La drastica riduzione dell’OSI pari a circa 13 ore si è osservata solo negli oli dell’ultima raccolta (15 dicembre) ed è stata più accentuata nell’olio prodotto a Villa Verucchio, dove oli appena franti hanno registrato un tempo di resistenza all’ossidazione forzata di sole 11 ore. Ovviamente durante la conservazione degli oli i valori di OSI tendono a diminuire nel tempo in quanto l’olio, come tutti gli alimenti, subisce delle modificazioni nel

suo patrimonio antiossidante e quindi è maggiormente soggetto ad ossidazione della sua componente lipidica.

Gli oli prodotti nel 1998 hanno invece registrato valori di resistenza all'ossidazione forzata nettamente superiori a quelli del 1997, che oscillavano dalle 37 ore alle 29 ore col procedere della maturazione negli oli di Croce di Monte Colombo e da 36 a 18 ore in quelli di Villa Verucchio (tabelle 15 e 16). Contrariamente a quanto si è osservato negli oli del 1997, tali valori si sono mantenuti elevati anche negli oli dell'ultima raccolta di Croce di Monte Colombo. È interessante notare che tali oli, anche dopo un anno di conservazione, hanno mantenuto un OSI molto elevato di ben 23 ore.

Le analisi e lo studio dei contenuti in polifenoli totali effettuate sui campioni di olio della cultivar *Correggiolo* hanno evidenziato un andamento decrescente col progredire della maturazione, ripetuto in entrambe le aziende e durante le due annate. È interessante comunque notare quanto siano influenti le fluttuazioni stagionali su tali composti: nel 1998 sono stati riscontrati livelli molto più elevati rispetto al 1997, in accordo con i risultati osservati nelle drupe. Considerando una possibile relazione tra il contenuto in polifenoli totali nell'olio e l'indice di maturazione delle olive, risulta molto difficile attribuire un trend al contenuto in polifenoli totali, sia nell'oliva che nell'olio. Tale andamento risulta decrescere col procedere della maturazione: non è detto, però, che ad indici di maturazione molto elevati, come quelli riscontrati nel 1998, corrisponda un decremento del contenuto in polifenoli totali, in quanto il loro accumulo risulta profondamente influenzato dalla componente "stagionalità" e quindi dalle caratteristiche climatiche. Nel nostro caso si osserva come il regime pluviometrico abbia influenzato l'accumulo di polifenoli nell'oliva durante la maturazione. Se esaminiamo due date corrispondenti (ultima raccolta di dicembre) in annate differenti, si osserva che nel 1997 presso l'azienda di Croce di Monte Colombo, dove si è registrata una sommatoria delle precipitazioni di 900 mm, le olive hanno raggiunto un indice di maturazione pari a 2,5 e l'olio ottenuto ha rivelato un contenuto in polifenoli totali pari a 100 ppm; all'ultima data di campionamento del 1998 nella stessa azienda è stato, invece, registrato un quantitativo annuo di piogge pari a 437 mm, con un indice di maturazione delle olive di 3,5 ed un relativo olio dotato di un contenuto in polifenoli totali di ben 279 ppm.

È ipotizzabile quindi che i fattori in grado di regolare l'accumulo di polifenoli siano numerosi. In particolare, nella cultivar *Correggiolo* e nelle specifiche condizioni pedoclimatiche della provincia di Rimini, il regime pluviometrico, in sinergismo con temperature elevate, pare abbia giocato un ruolo importante sull'accumulo dei polifenoli totali durante la maturazione delle olive.

Durante la conservazione degli oli, i polifenoli totali hanno seguito un andamento decrescente, poiché la delicata componente antiossidante polifenolica durante tale fase tende a modificare il proprio profilo. Anche la resistenza all'irrancidimento in condizioni di ossidazione forzata tende a diminuire.

L'importanza dei polifenoli è da considerare, sia in termini quantitativi, ma soprattutto qualitativi. Non tutti i polifenoli, infatti, svolgono intensa attività antiossidante, alcuni si ossidano, mentre altri sono responsabili dell'attributo *amaro*. Partire da olive con un patrimonio elevato di polifenoli totali aumenta la probabilità di ritrovare nell'olio polifenoli dotati di attività antiossidante, capaci di svolgere un'azio-

ne protettiva. Ricordiamo che durante il processo di trasformazione le drupe vengono schiacciate meccanicamente, ottenendo una pasta costituita da una parte liquida (acqua e olio) e una solida, nella quale grazie ad un processo di coalescenza, si separa, sotto forma di goccioline, l'olio dal resto della pasta. Si comprende, quindi, quante reazioni chimiche si possono scatenare durante la frangitura e quanti composti presenti nella drupa siano difficilmente recuperabili nell'olio e soprattutto come numerosi composti estremamente delicati, quali i polifenoli si ritrovino nell'olio profondamente modificati.

Alla luce dei nostri risultati e di tali considerazioni, emerge sempre più l'importanza di effettuare studi approfonditi sui profili polifenolici, sul loro contenuto, sulle loro attività, sulle loro trasformazioni durante il processo di maturazione della drupa e in particolar modo durante la conservazione dell'olio.

5.4 Vitamine e pigmenti nell'olio di oliva

a - Vitamine

Nell'olio d'oliva i composti dotati di attività vitaminica sono, essenzialmente, i tocoferoli ed il β -carotene.

Tocoferoli

I tocoferoli sono sostanze, note come vitamina E, dotate di importanti funzioni biologiche. L'attività vitaminica si manifesta con un'azione protettiva a carico dell'apparato genitale e muscolare in particolare del miocardio (Lotti, 1985). Questi composti hanno proprietà antiossidanti e come tali neutralizzano i radicali liberi, proteggendo così gli alimenti ed i tessuti biologici in vivo da alterazioni di tipo ossidativo (Pulcini, 1990). Nell'uomo l'azione antiossidante dei tocoferoli aumenta le capacità immunitarie dell'organismo e riduce il rischio di malattie coronariche, di alcune forme tumorali e della cataratta (Cooper, 1997). In natura esistono 4 tocoferoli l' α -, il β -, il γ - e il δ - tocoferolo, caratterizzati rispettivamente da un'attività vitaminica decrescente e da una capacità antiossidante in ordine crescente (Lotti, 1985). I tocoferoli naturali sono costituiti esclusivamente dalla forma isomerica D che è biologicamente più attiva della forma isomerica L presente nella vitamina E di sintesi. Nelle diete, quindi, è preferibile utilizzare alimenti ricchi di vitamina naturale piuttosto che integratori vitaminici sintetici in quanto questi sono meno efficaci (Cooper, 1997).

Nell'olio d'oliva il contenuto in tocoferoli può variare da 5 a 300 mg/Kg (Tiscornia *et al.*, 1982) ed è influenzato dalla cultivar di appartenenza delle olive, dal grado di maturazione delle drupe e dal sistema di estrazione dell'olio. In questi estratti tali composti sono principalmente allo stato libero, ossia non legati con altre sostanze (Mariani *et al.*, 1997), e la struttura chimica predominante è la forma α , cioè quella dotata di maggior attività vitaminica e di minor potere antiossidante (Vitagliano, 1983). Il γ -tocoferolo e il β -tocoferolo sono presenti in piccole quantità od in tracce e, generalmente, l'ammontare di queste due forme non supera il 10% del contenuto in α -tocoferolo con un rapporto strettamente legato alla cultivar e allo stadio di maturazione delle olive.

Negli oli di semi prevalgono le altre forme di tocoferoli, ossia quelle dotate di maggior potere antiossidante. Tuttavia gli oli d'oliva, rispetto a quelli di semi, sono caratterizzati da una maggior resistenza all'ossidazione per la presenza di numerose sostanze fenoliche, dotate di un elevato potere antiossidante e per la bassa concentrazione di acidi polinsaturi di facile irrancidimento (Vitagliano, 1983).

β-Carotene

Il β-carotene è un pigmento carotenoidale di color giallo arancio che viene trasformato a livello della mucosa intestinale in *trans* retinolo, ossia nella vitamina A (Lotti, 1985). Il composto, essendo un precursore di tale vitamina, svolge, sia pure indirettamente, un'azione stimolante sulla crescita, e un'attività protettiva sui lobi oculari e sui tessuti epiteliali (Lotti, 1985). Anche il β-carotene ha un'elevata attività antiossidante, mentre la vitamina da esso originata è scarsamente dotata di questo potere. Nelle diete, quindi, per combattere l'azione dei radicali liberi è preferibile utilizzare alimenti ricchi di tale precursore (prodotti di origine vegetale) anziché cibi abbondanti di vitamina A (prodotti di origine animale). Nell'uomo l'attività antiossidante del β-carotene fa diminuire il rischio della cataratta, di malattie cardiache e di alcuni tumori, quale il cancro ai polmoni e forse il cancro alla vescica, il cancro al retto e il melanoma. La sua assimilazione, come pure i suoi effetti biologici, sono favoriti dalla presenza di vitamina E (Cooper, 1997).

Il β-carotene è presente nei tessuti fotosintetici e, sovente, è accumulato nei fiori e nei frutti spesso legato con altri composti (Lotti, 1985). Negli oli vegetali il β-carotene è presente in diverse forme isomeriche e si trova sia allo stato libero che esterificato con acidi grassi (Schüep *et al.*, 1997). Gli estratti d'oliva contengono quantitativi del carotenoidale variabili da 0,3 a 4,2 mg/Kg in funzione della cultivar delle olive, del grado di maturazione delle drupe, del sistema di estrazione e dell'età dell'olio (Rahmani, 1991). Nell'olio svolge un'azione di protezione verso le reazioni di fotossidazione e perciò contribuisce alla stabilità chimica dell'estratto durante lo stoccaggio (Kiritsakis *et al.*, 1995).

b - Pigmenti

I principali pigmenti dell'olio d'oliva sono i carotenoidi che conferiscono la colorazione gialla dell'olio ed i pigmenti clorofillici, responsabili delle differenti tonalità di verde degli estratti d'oliva (Minguez-Mosquera *et al.*, 1991).

Pigmenti carotenoidi

Nell'olio sono presenti diversi pigmenti appartenenti alla classe dei carotenoidi, ma i composti maggiormente diffusi sono il β-carotene e la luteina o xantofilla. Si trovano anche piccole quantità di neoxantina, luteoxantina, anteraxantina e mutatoxantina che quindi incidono, generalmente poco, sulla dotazione complessiva dei carotenoidi nell'olio (Minguez-Mosquera *et al.*, 1992).

Il β-carotene e la luteina partecipano alla formazione dei fotosistemi 1 e 2 dei cloroplasti in rapporti ben definiti con la clorofilla. In queste strutture tali sostanze sono presenti allo stato libero ed hanno la funzione di proteggere i pigmenti clorofilliani da fenomeni fotossidativi (Lotti, 1985). Oltre che nei cloroplasti i pigmenti carotenoidi sono accumulati, frequentemente in forma esterificata,

anche nei tessuti non fotosintetici dei fiori e dei frutti, dove svolgono una funzione attrattiva (Lotti, 1985).

I carotenoidi sono degli antiossidanti la cui azione è imputabile alla presenza di una serie di 9-11 doppi legami in grado di neutralizzare l'ossigeno allo stato di singoletto che è particolarmente reattivo nel formare gli idroperossidi dagli acidi grassi insaturi (Lotti, 1985). Oltre all'azione deattivante sull'ossigeno singoletto, tali pigmenti sembrano essere in grado di ridurre la capacità della radiazione incidente a promuovere la formazione di questo particolare stato dell'ossigeno (Kirit-sakis *et al.*, 1995).

La luteina è il carotenoide predominante dell'olio (Minguez-Mosquera *et al.*, 1990) ed, in genere, è quello che incide maggiormente sulla colorazione dello stesso olio d'oliva (Minguez-Mosquera *et al.*, 1991). Essa svolge un'attività antiossidante più efficace del β -carotene nel bloccare gli idroperossidi per cui contribuisce alla stabilità ossidativa dell'olio (Southon, 1995).

Pigmenti clorofillici

I principali pigmenti clorofillici presenti nell'olio d'oliva sono la clorofilla *a* e *b* e i loro immediati prodotti di degradazione che si formano prevalentemente durante l'estrazione dell'olio le feofitine *a* e *b* (Vitagliano, 1983). L'olio può contenere fino a 10 mg/Kg di clorofille e fino a 24 mg/Kg di feofitine (Rahmani, 1989).

I pigmenti clorofillici in presenza di luce catalizzano la produzione di ossigeno allo stato di singoletto, il quale reagisce direttamente e rapidamente con gli acidi grassi insaturi, formando degli idroperossidi che innescano il processo dell'irrancimento (Rahmani, 1991). La clorofilla *a* e *b*, la feofitina *a* e *b* hanno un'attività fotossidante diverse fra loro in ordine crescente per cui per prevedere la stabilità fotossidativa dell'olio, occorre determinare il contenuto dei singoli pigmenti clorofillici (Interesse *et al.*, 1971).

Al buio l'attività prossidante di tali pigmenti non è chiara: nella maggior parte delle ricerche, in assenza di luce non sono comparse reazioni di fotossidazione, mentre in altri studi sono emerse, perfino, delle funzioni antiossidative (Rahmani, 1989).

L'azione ossidante dei pigmenti clorofillici è ostacolata dal β -carotene, per cui la stabilità fotossidativa degli oli dipende principalmente dal rapporto pigmenti clorofillici/carotenoidi e poco dal contenuto complessivo dei vari pigmenti clorofillici (Rahmani, 1991). Le sostanze fenoliche, ivi compreso i tocoferoli, ostacolano blandamente l'azione dell'ossigeno singoletto, e sono quindi poco efficaci contro le fotossidazioni, tuttavia queste sostanze proteggono i carotenoidi da alcune reazioni ossidative, preservandone così, l'attività nel tempo (Servili *et al.*, 1996).

La presenza nell'olio di clorofille e dei loro derivati aumenta con l'impiego di sistemi di frangitura molto energici, mentre diminuisce con il procedere della maturazione delle olive e con la durata dello stoccaggio dell'olio (Vitagliano, 1983). Dato il loro effetto fotossidante, in genere, è preferibile produrre oli con basso contenuto di pigmenti verdi (Rahmani, 1989), ma questo contrasta con i risultati di alcuni studi, i quali hanno evidenziato una correlazione positiva fra le caratteristiche organolettiche dell'olio e la presenza negli estratti di pigmenti clorofillici, anche se di origine fogliare (Di Giovacchino, 1996).

5.5 Vitamine e pigmenti nell'olio della cultivar *Correggiolo*

a - Vitamine

In questo studio le vitamine liposolubili sono state determinate tramite HPLC iniettando direttamente il campione di olio filtrato nel gascromatografo. Gli analiti sono stati eluiti utilizzando un gradiente di solventi, simile a quello impiegato da Yamauchi e Watada (1998). Il riconoscimento dei vari composti è stato effettuato, confrontando sia i tempi di ritenzione che gli spettri di assorbimento UV visibile, forniti dai picchi degli standard di riferimento con i picchi presenti nei tracciati cromatografici dei singoli oli.

Tocoferoli

Nel 1997 negli oli appena estratti sono stati determinati quantitativi di α -tocoferolo variabili da 92 a 117 mg/Kg (figura 41). Le due zone di produzione esaminate non hanno influito in misura significativa sui livelli di questo composto anche se il contenuto di tale vitamina è stato, leggermente superiore, negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo. Nonostante le diverse condizioni pedoclimatiche esistenti fra le due aziende di coltivazione, il contenuto in α -tocoferolo non ha manifestato grandi fluttuazioni, contrariamente a quanto evidenziato in altre ricerche svolte in diverse zone di produzione (Salvo *et al.*, 1995).

Indipendentemente dall'area di origine, gli oli estratti dalle olive dalla seconda metà di ottobre fino a tutto novembre presentavano una dotazione analoga in α -tocoferolo, mentre gli oli ottenuti dalle drupe dell'ultima metà di dicembre possedevano, rispetto ai precedenti oli, il 15% in meno di vitamina. Il calo del contenuto di questa sostanza in funzione del grado di maturazione delle olive è stato riportato in numerosi lavori e sembra essere una caratteristica legata alla fisiologia della drupa (Ranalli *et al.*, 1997; Koutsaftakis *et al.*, 2000).

Durante la conservazione, in tutti gli oli analizzati, il contenuto in α -tocoferolo è diminuito del 10-20% dopo un anno di stoccaggio.

Nel 1998 gli oli prodotti nei due areali microclimatici presentavano il 5-10% in più di α -tocoferolo rispetto l'annata precedente. Questa maggior dotazione vitaminica può essere dipesa dal più elevato contenuto di acidi polinsaturi degli oli di questa annata. Infatti, diversi studi hanno trovato una correlazione positiva fra la dotazione di tale molecola ed i quantitativi di polinsaturi (Koutsaftakis *et al.*, 2000).

Anche nel 1998 il contenuto in α -tocoferolo degli oli appena estratti è diminuito con il procedere dell'epoca di raccolta delle olive, ma con un calo, circa il 10%, meno evidente dell'anno precedente (figura 42). In quest'annata la riduzione della vitamina è stata riscontrata già nell'olio ottenuto dalle drupe della raccolta di fine novembre e tale anticipo può essere attribuito all'anticipo di maturazione delle olive del 1998 rispetto a quelle del 1997.

Nell'olio del 1998 il contenuto di α -tocoferolo è diminuito dopo un anno dall'estrazione del 5-10% evidenziando, rispetto a quello dell'annata precedente, una minor perdita di questa vitamina durante l'immagazzinamento. Questo fenomeno può essere una conseguenza della maggior stabilità ossidativa dell'olio del 1998 dovuta, molto probabilmente, alla più elevata dotazione di sostanze fenoliche nell'olio di quest'annata.

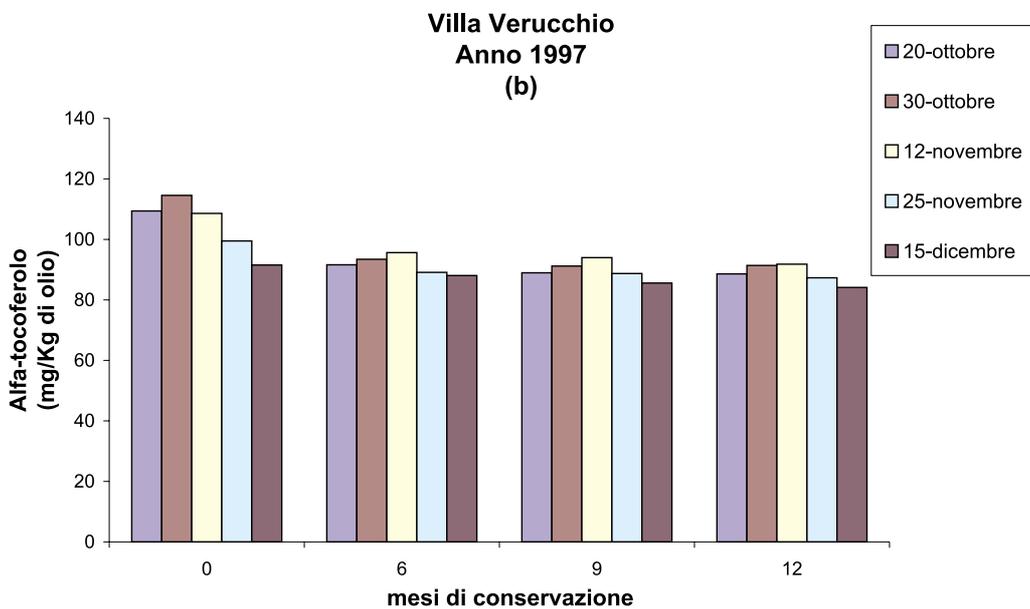
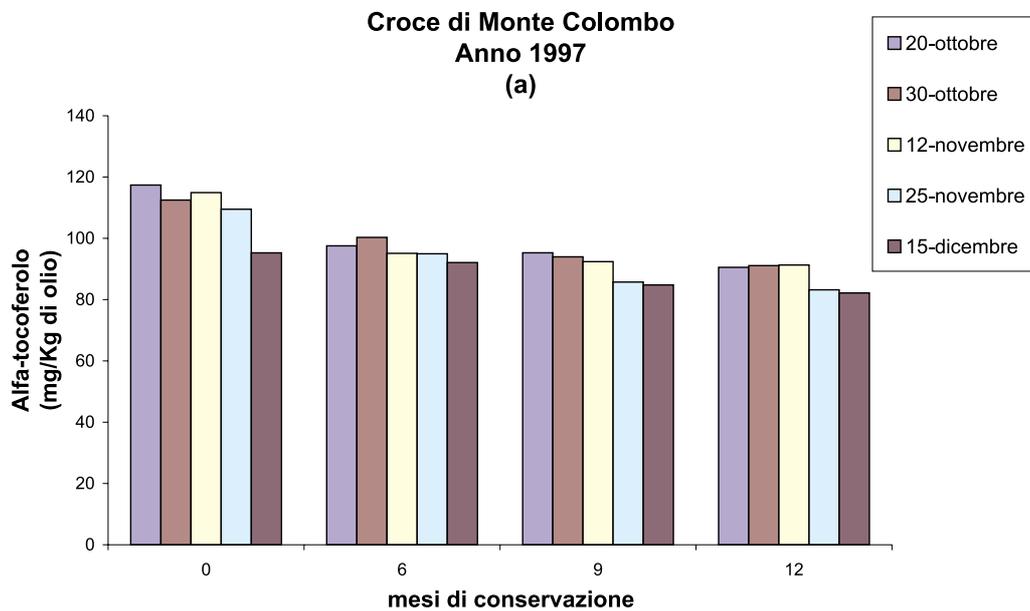


Figura 41. Evoluzione del contenuto di α -tocoferolo determinato negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b), ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

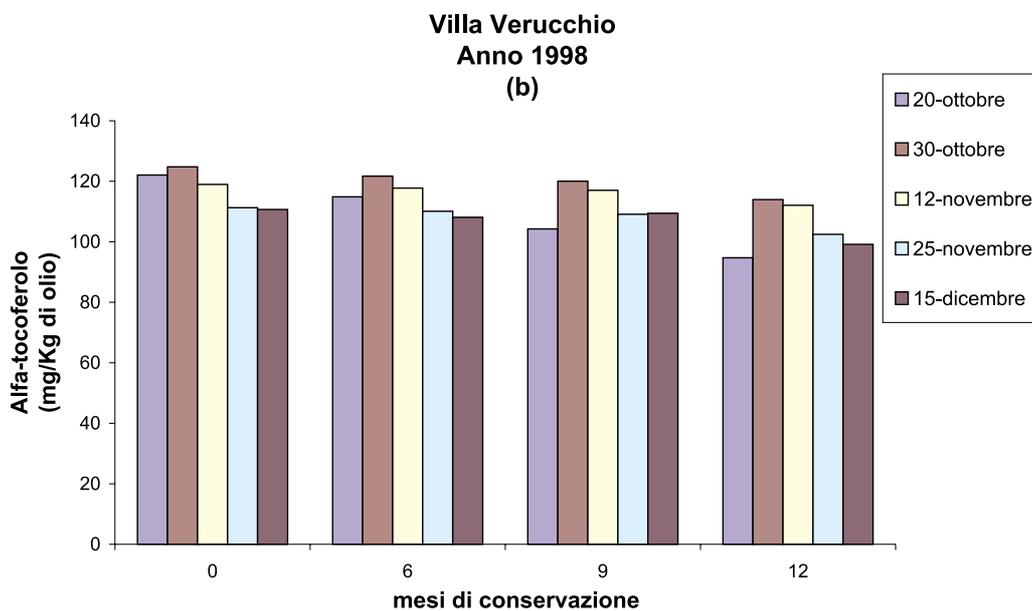
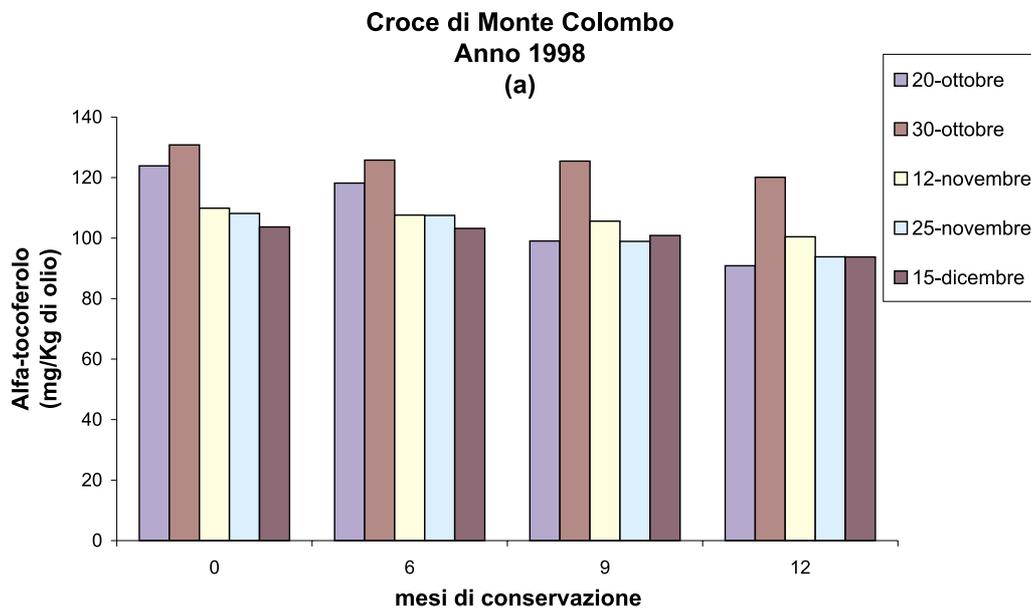


Figura 42. Evoluzione del contenuto di α -tocoferolo determinato negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

Negli oli del Riminese, subito dopo l'estrazione, i livelli di β - e γ - tocoferolo sono variati nel 1997 da 3,6 a 6,3 mg/Kg, mentre nel 1998 da 2,4 a 4,5 mg/Kg (figure 43 e 44). Fra le due zone di produzione non sono emerse differenze significative, anche se nell'olio prodotto a Villa Verucchio la dotazione è stata lievemente superiore a quella dell'olio prodotto a Croce di Monte Colombo. I quantitativi di questi tocoferoli hanno oscillato con le stesse fluttuazioni dell' α -tocoferolo, in funzione dello stadio di maturazione delle olive e della conservazione dell'olio.

β -Carotene

Nel 1997 gli oli della cv. *Correggiolo* appena estratti contenevano quantitativi di β -carotene variabili da 1,7 a 2,6 mg/kg (figura 45). I livelli di questo composto sono gradualmente diminuiti con il progredire dell'epoca di raccolta delle olive, confermando, così, le informazioni riportate in molti lavori (Rahmani *et al.*, 1991). Tuttavia gli oli ottenuti dalle olive dell'ultima raccolta avevano subito un incremento del contenuto di tale composto. Tale aumento forse può essere imputato alla liberazione di forme esterificate a seguito di particolari condizioni climatiche e fisiologiche.

I quantitativi di β -carotene, determinati nell'olio prodotto a Villa Verucchio, sono stati inferiori del 5-10% rispetto ai livelli misurati negli oli ottenuti a Croce di Monte Colombo. Questa minor dotazione può essere imputata al diverso stadio di maturazione delle olive che risultava molto più anticipato per le drupe raccolte a Villa Verucchio.

Il contenuto di questa provitamina è diminuito, dopo un anno di stoccaggio degli oli, con un calo del 10-20% indipendentemente dalle aziende di provenienza.

Nel 1998 i quantitativi di β -carotene rispetto al 1997 sono stati inferiori del 20-40% in funzione delle epoche di raccolta delle olive (figura 46). Probabilmente, anche in questo caso, la minor dotazione del pigmento è attribuibile allo stadio di maturazione anticipato delle olive del 1998. Anche in quest'annata, il contenuto del β -carotene nell'olio ha evidenziato un trend discendente con il procedere delle epoche di raccolta delle olive e, come nel 1997, ha mostrato un'inversione di tendenza di questo andamento negli estratti ottenuti dalle drupe dell'ultima raccolta a metà dicembre.

Durante la conservazione i quantitativi di β -carotene sono diminuiti dopo un anno di stoccaggio del 20% in termini relativi, ossia molto di più dell'anno precedente, ma in termini assoluti il calo è stato dello stesso ordine di grandezza.

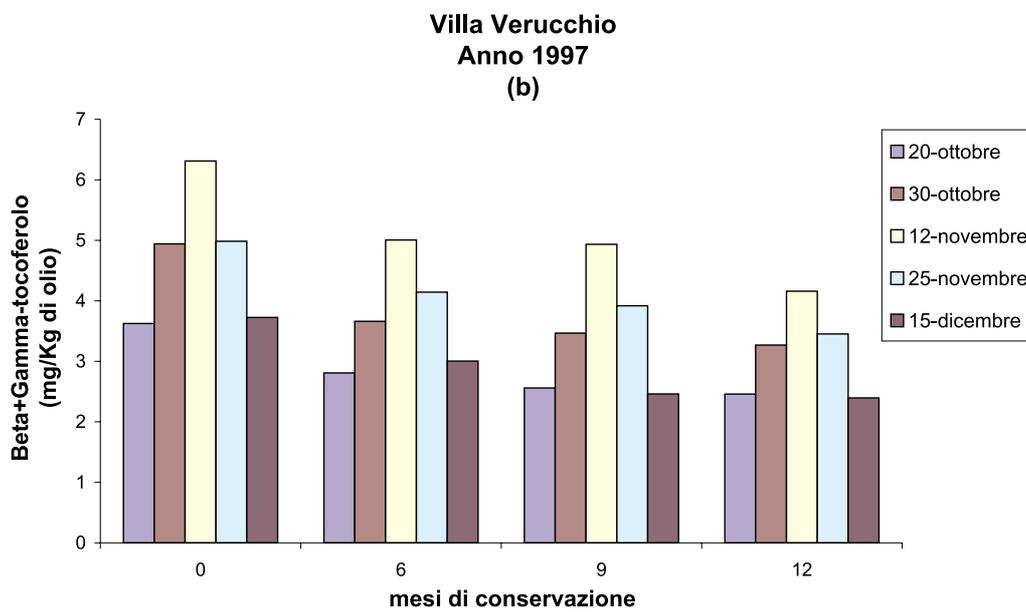
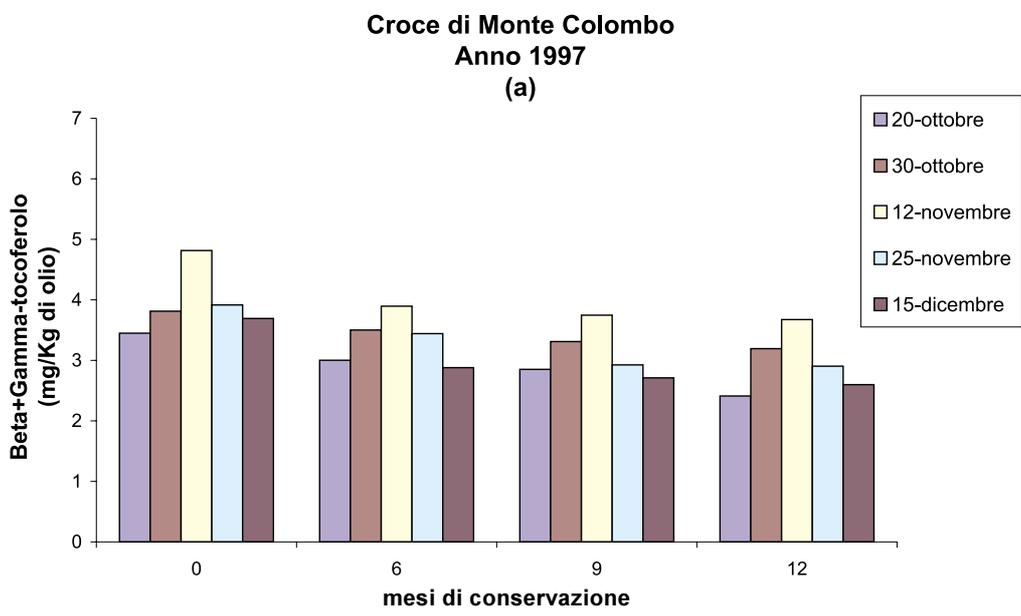


Figura 43. Evoluzione dei contenuti di β e γ -tocoferolo determinati negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

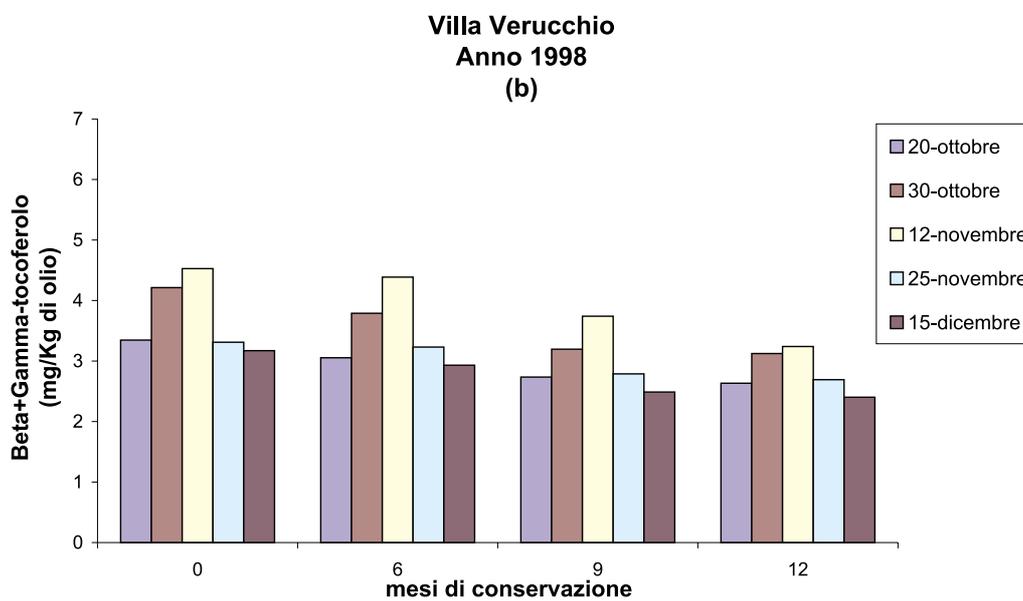
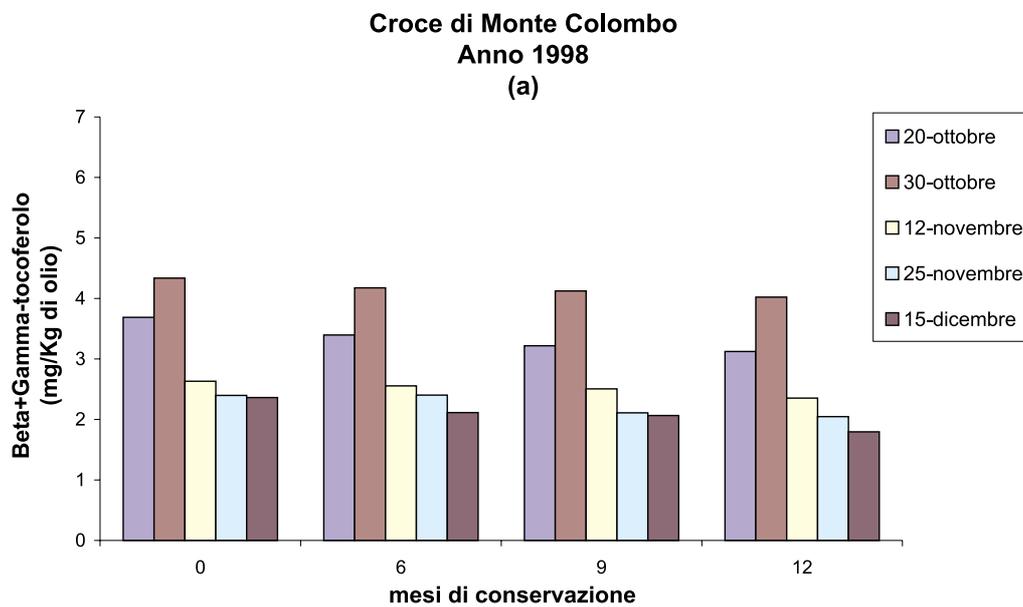


Figura 44. Evoluzione dei contenuti di β -e γ -tocoferolo determinati negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

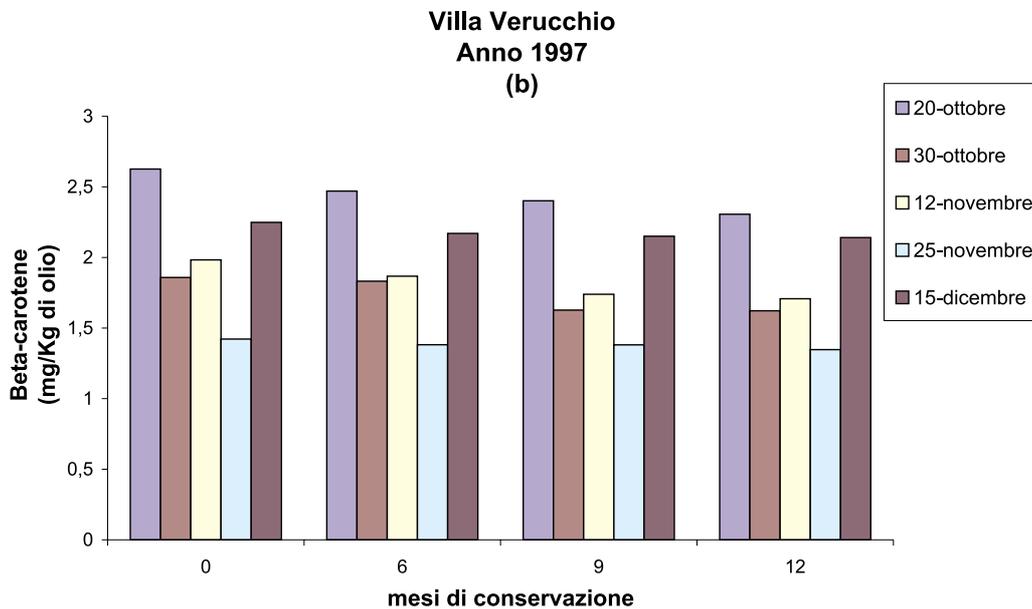
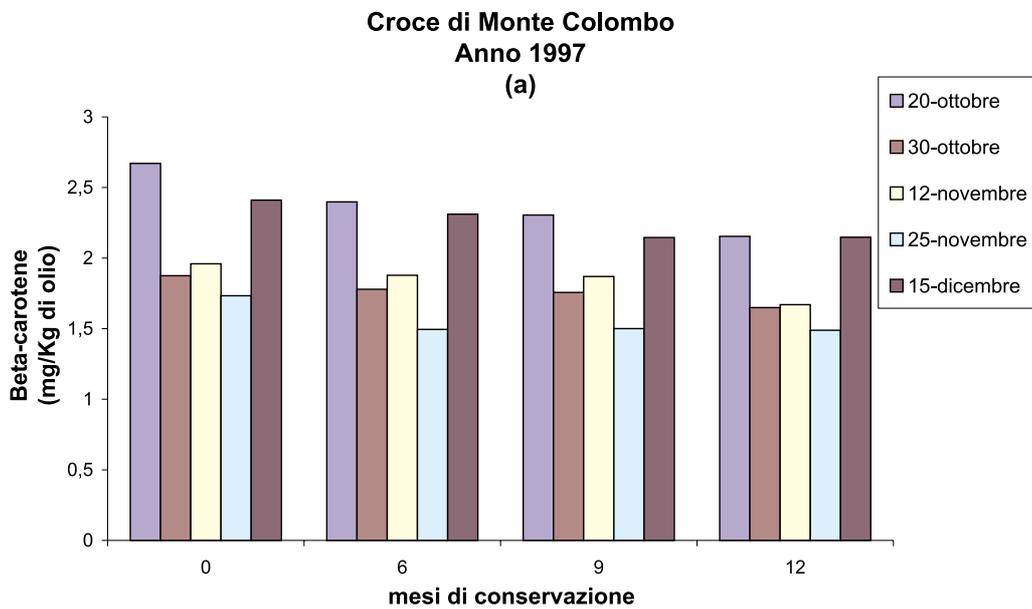
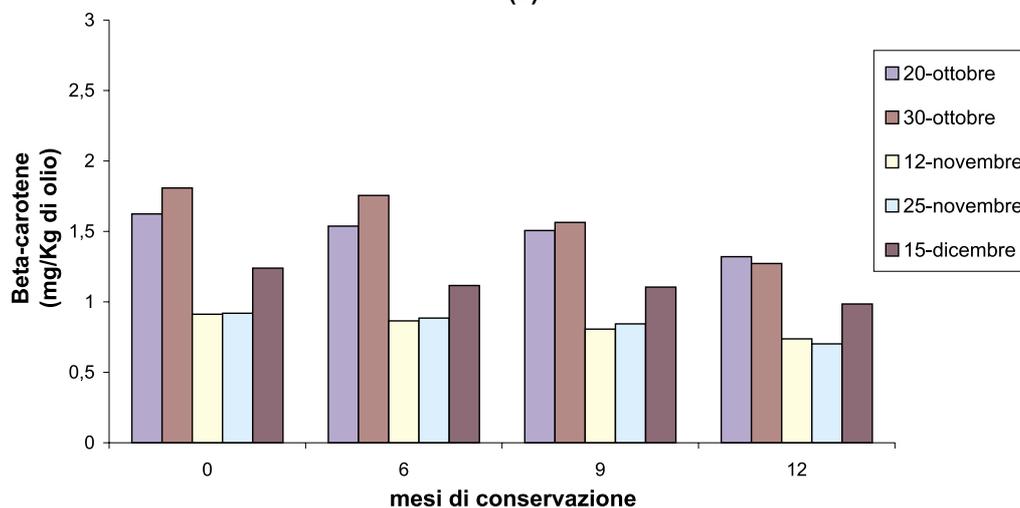


Figura 45. Evoluzione del contenuto di β -carotene determinato negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

**Croce di Monte Colombo
Anno 1998**

(a)



**Villa Verucchio
Anno 1998**

(b)

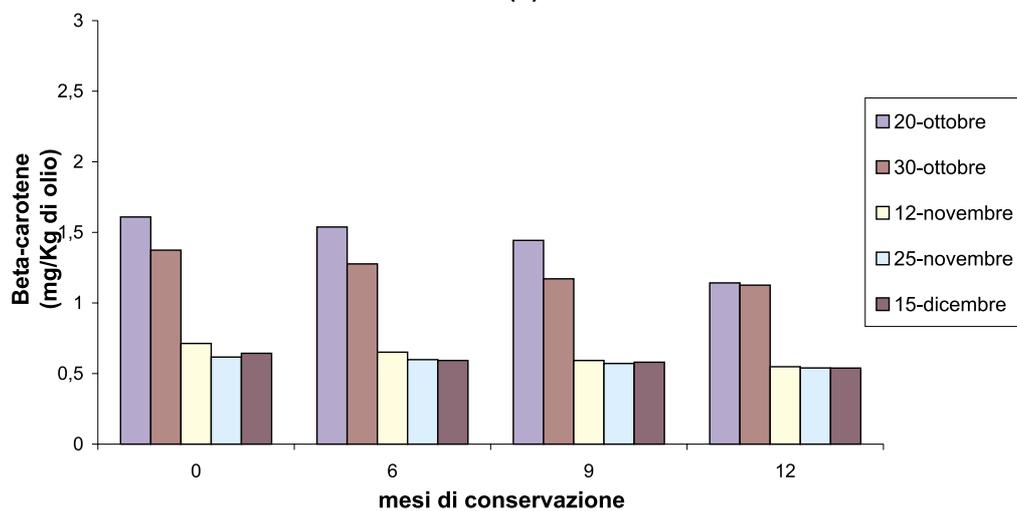


Figura 46. Evoluzione del contenuto di β -carotene determinato negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

b - Pigmenti

La determinazione dei pigmenti presenti nell'olio è stata eseguita con la stessa metodica impiegata per la quantificazione delle sostanze vitaminiche. Infatti nella medesima analisi cromatografica sono state separate ed identificate sia le vitamine liposolubili che i vari pigmenti.

Pigmenti carotenoidi

Del contenuto del β -carotene nell'olio della cv. *Correggiolo* del riminese è già stato precedentemente riportato.

Nel 1997 nell'olio proveniente da Croce di Monte Colombo sono stati determinati quantitativi di luteina variabili da 3,4 a 5,0 mg/Kg, mentre negli estratti ottenuti a Villa Verucchio i livelli misurati hanno oscillato da 2,8 a 4,0 mg/Kg (figura 47). Per entrambi gli areali di produzione i livelli del carotenoide si sono mantenuti pressoché costanti dall'inizio della raccolta di ottobre fino alla fine di novembre. Al contrario nell'olio prodotto dalle drupe di dicembre si è registrato un notevole incremento di tale pigmento, confermando così un trend già evidenziato in altre ricerche (Minguez-Mosquera *et al.*, 1990) e legato, probabilmente, ai fenomeni della maturazione. L'olio prodotto tardivamente, quindi, ha manifestato un aumento sia del β -carotene che della luteina. Forse per entrambi i pigmenti si tratta della liberazione delle forme esterificate, probabilmente influenzata da un meccanismo dipendente dagli stessi fattori ambientali-biochimici.

In tutti gli oli analizzati durante la conservazione il contenuto in luteina è progressivamente sceso, raggiungendo un calo del 5-10% dopo un anno di stoccaggio.

Nel 1998 sono stati riscontrati valori inferiori di luteina variabili da 2,2 a 3,2 mg/Kg, per le produzioni ottenute a Croce di Monte Colombo, e da 1,8 a 2,5 mg/Kg per gli estratti provenienti da Villa Verucchio (figura 48). In quest'annata il contenuto in luteina nell'olio appena estratto ha rivelato delle variazioni fra un'epoca di raccolta e l'altra.

Nel 1998 durante la conservazione degli oli i livelli di luteina sono scesi, con un andamento analogo a quello dell'annata precedente.

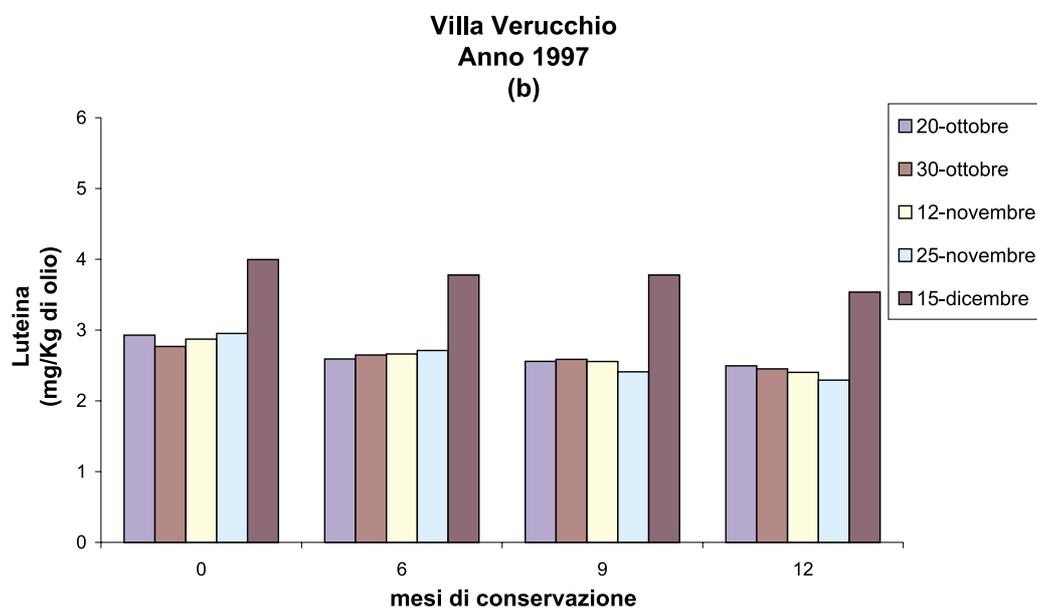
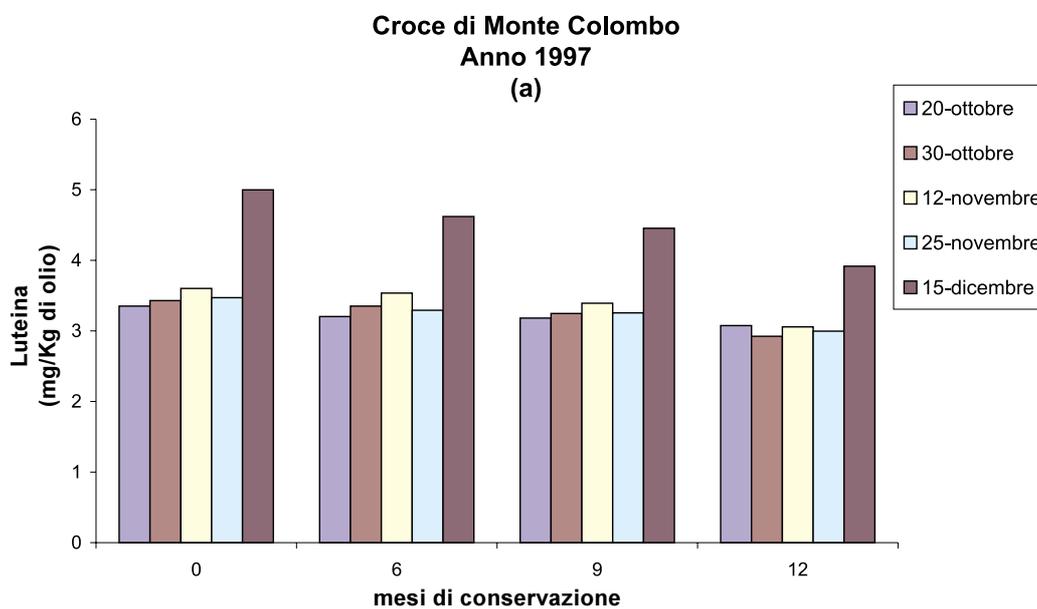


Figura 47. Evoluzione del contenuto di luteina negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

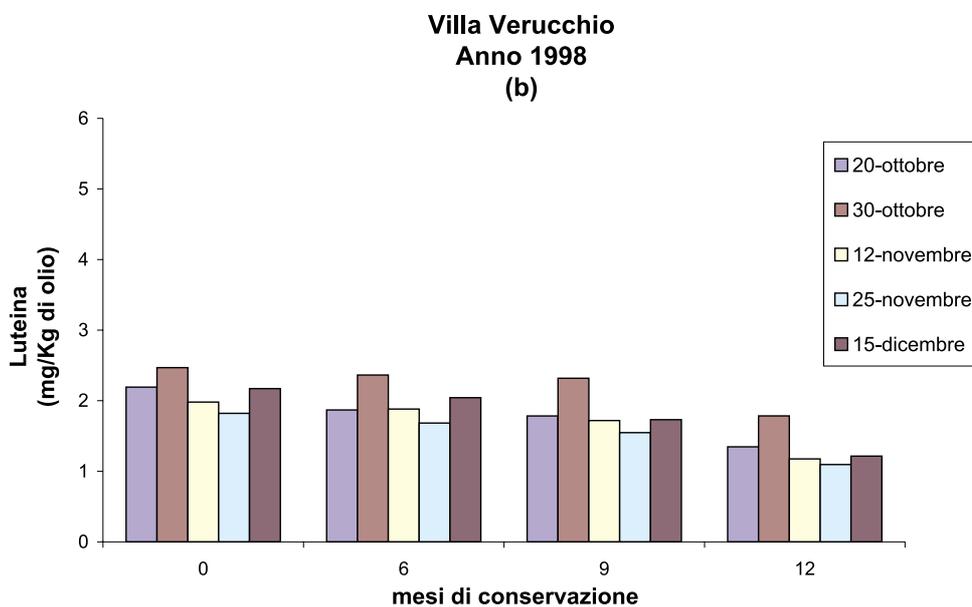
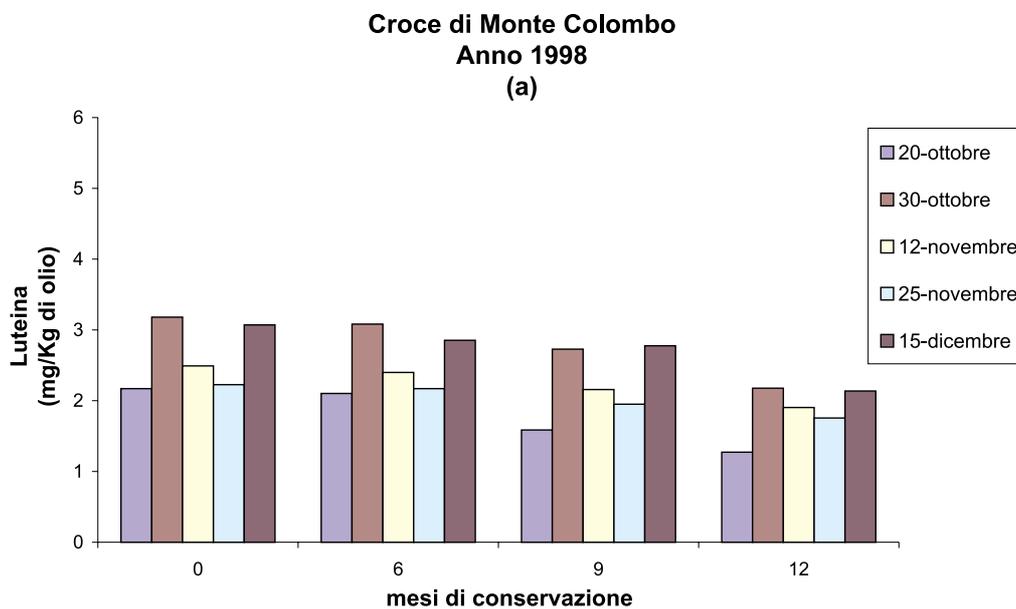


Figura 48. Evoluzione del contenuto di luteina negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

Pigmenti clorofillici

Nel 1997, subito dopo la frangitura, nell'olio della cv. *Coreggiolo* prodotto a Croce di Monte Colombo sono stati riscontrati contenuti di feofitina *a* variabili da 9,8 a 16,3 mg/Kg e di feofitina *b* oscillanti da 0,7 a 1,5 mg/Kg (figure 49 e 50). Gli oli ottenuti a Villa Verucchio, però, hanno rivelato una maggior dotazione di pigmenti che hanno oscillato da 11,0 a 19,4 mg/Kg per la feofitina *a* e da 1,3 a 1,6 mg/Kg per la feofitina *b*. Per entrambe le aree di produzione durante la maturazione delle olive i livelli delle feofitine dell'olio hanno evidenziato, come in altri lavori (Modi *et al.*, 1992), un trend discendente con delle marcate fluttuazioni fra un'epoca e l'altra.

Nel 1997 il contenuto di clorofille nell'olio è stato molto inferiore, rispetto alla dotazione di feofitine, con quantitativi oscillanti da 0,11 a 1,51 mg/Kg (figure 51 e 52).

Tali livelli di clorofille nell'olio sono diminuiti con l'avanzare dell'epoca di raccolta delle olive, come riscontrato in altri studi, con un notevole abbassamento a partire dagli estratti degli oli ottenuti dalla metà di novembre.

Negli oli del 1998, rispetto a quelli del 1997, è stato riscontrato un minor contenuto sia di feofitine, da un 30% ad un 70% in meno, (figure 53 e 54) che di clorofille, dal 50% all'80% in meno (figure 55 e 56). La minor dotazione di pigmenti clorofillici di quest'annata, rispetto alla precedente, può essere imputata al più avanzato stadio di maturazione delle olive del 1998, essendo la presenza di questi pigmenti correlata al processo di maturazione (Ranalli *et al.*, 1997).

In tutti gli oli esaminati il contenuto in pigmenti clorofilliani è sceso durante la conservazione con oscillazioni varianti dal 20 al 40%. Poiché il rapporto pigmenti clorofillici e carotenoidi è tendenzialmente più basso nel 1998, rispetto al 1997, ciò può avere contribuito alla maggior stabilità ossidativa degli oli di tale annata.

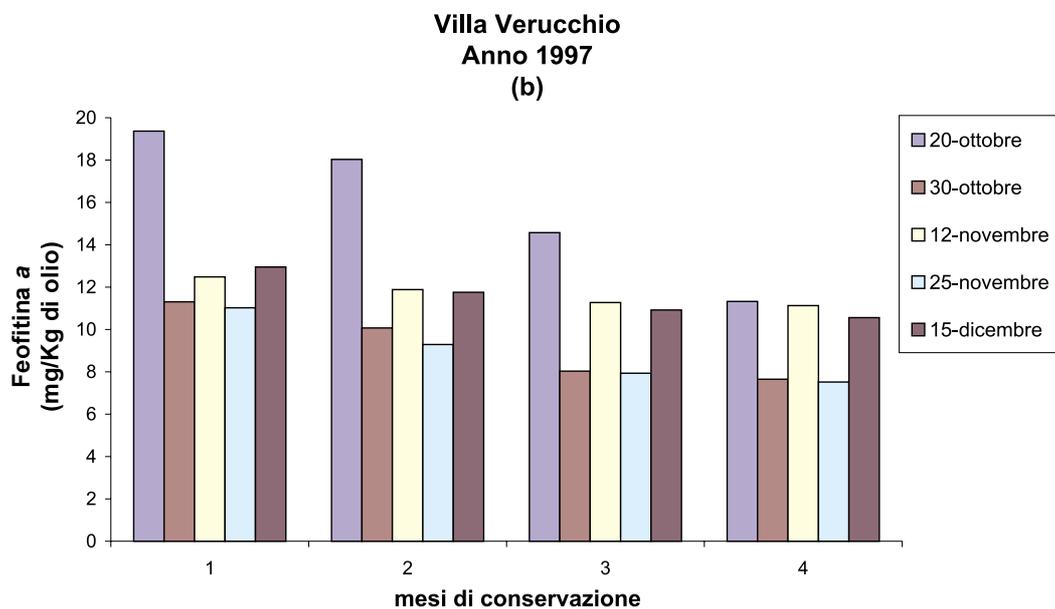
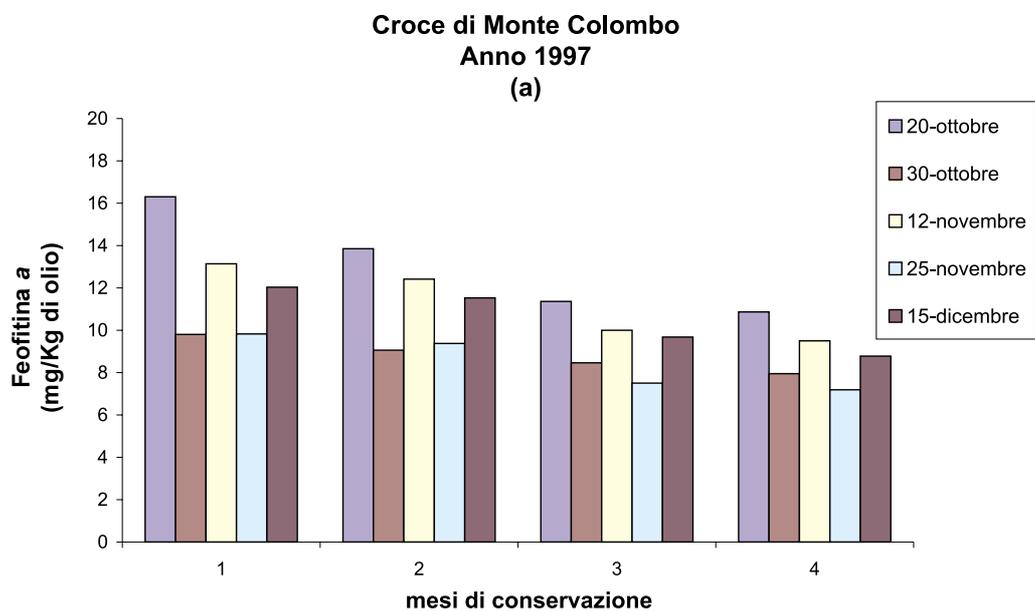


Figura 49. Evoluzione del contenuto di feofitina a negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

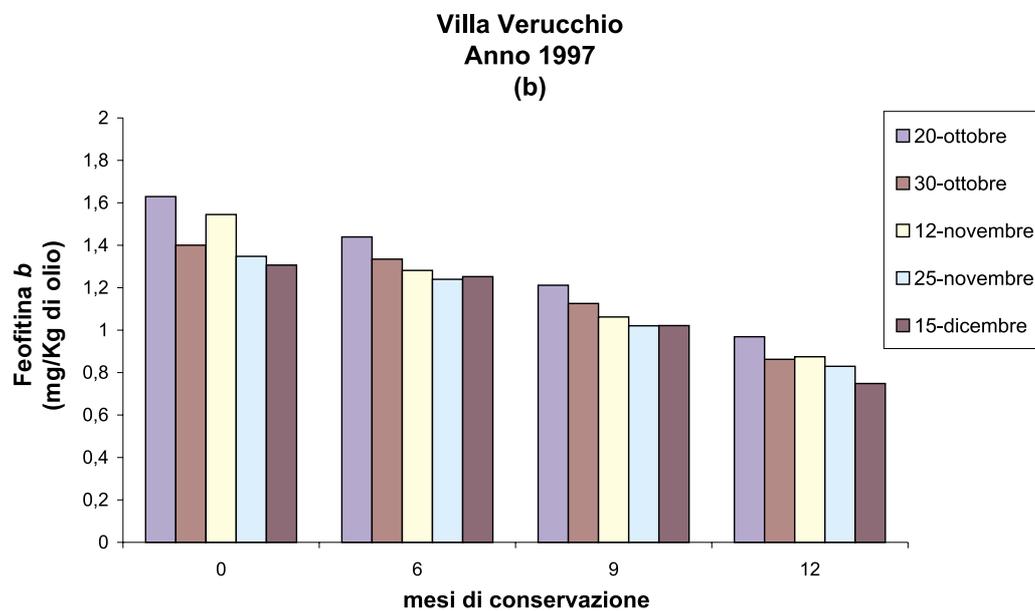
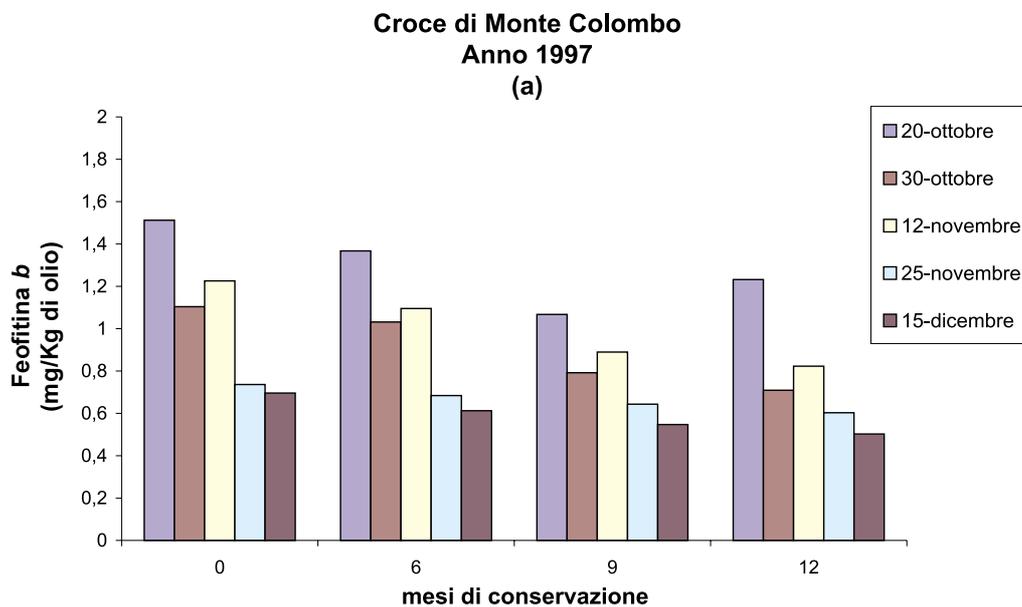
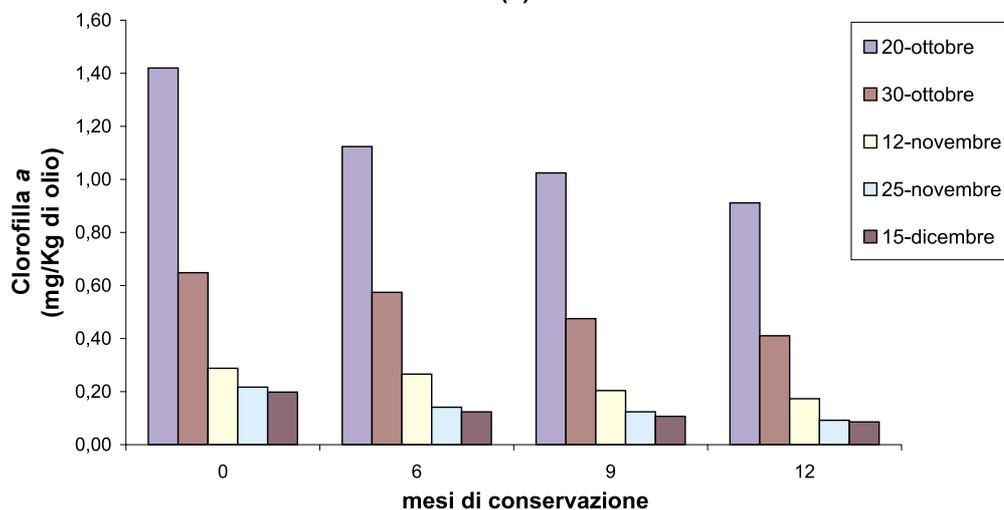


Figura 50. Evoluzione del contenuto di feofitina b negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

**Croce di Monte Colombo
Anno 1997**

(a)



**Villa Verucchio
Anno 1997**

(b)

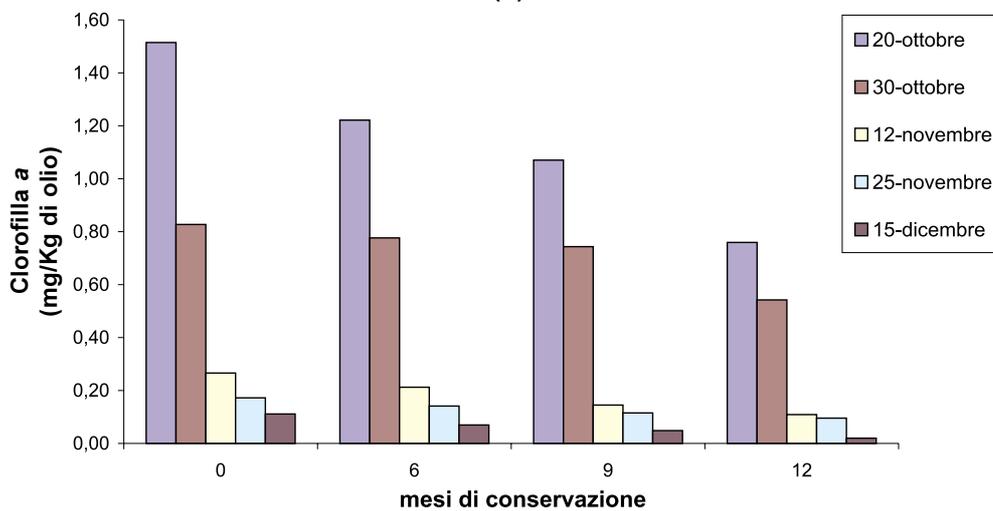
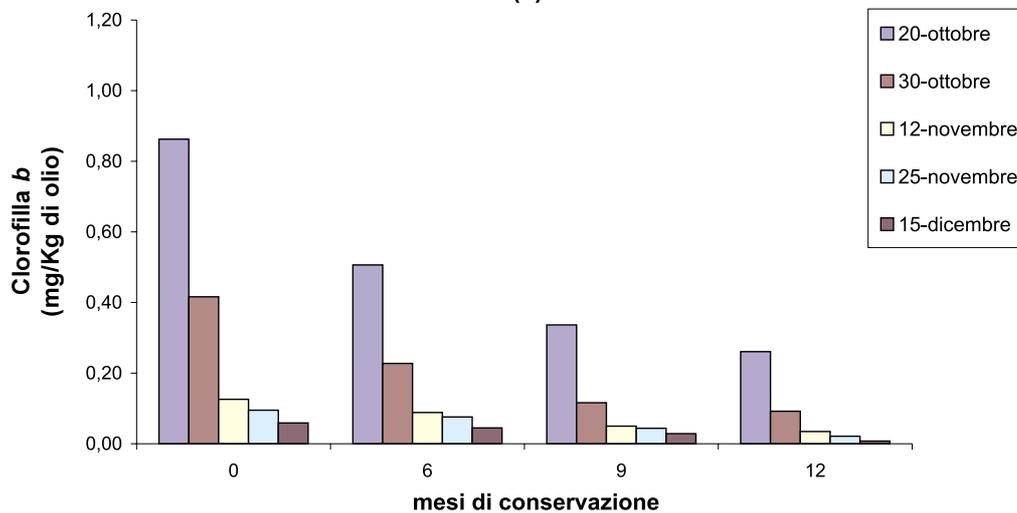


Figura 51. Evoluzione del contenuto di clorofilla a negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

**Croce di Monte Colombo
Anno 1997**

(a)



Villa Verucchio

Anno 1997

(b)

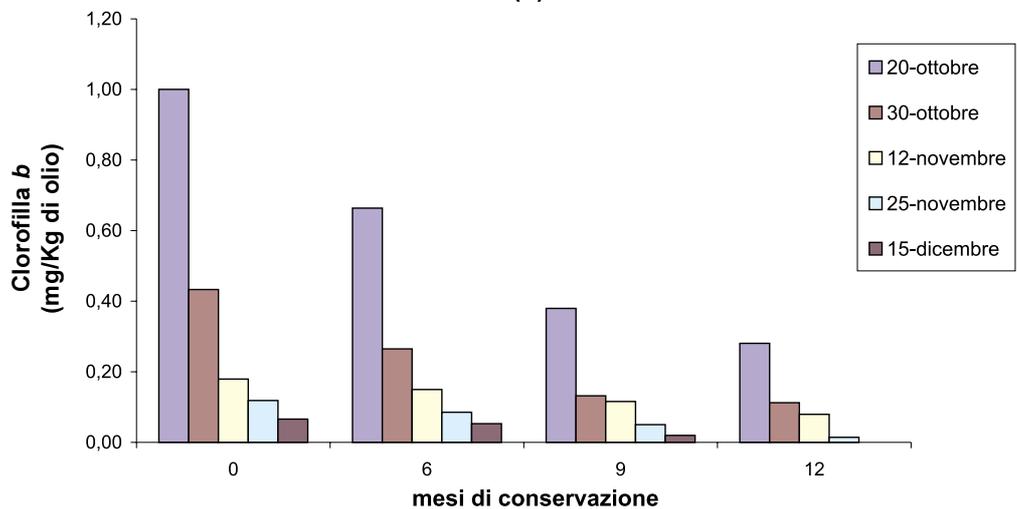


Figura 52. Evoluzione del contenuto di clorofilla b negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

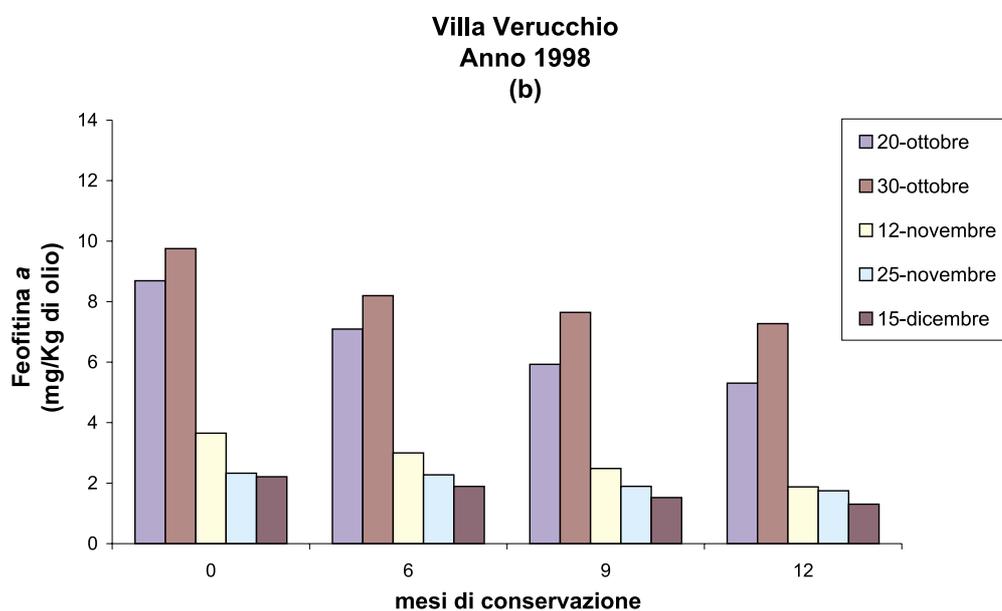
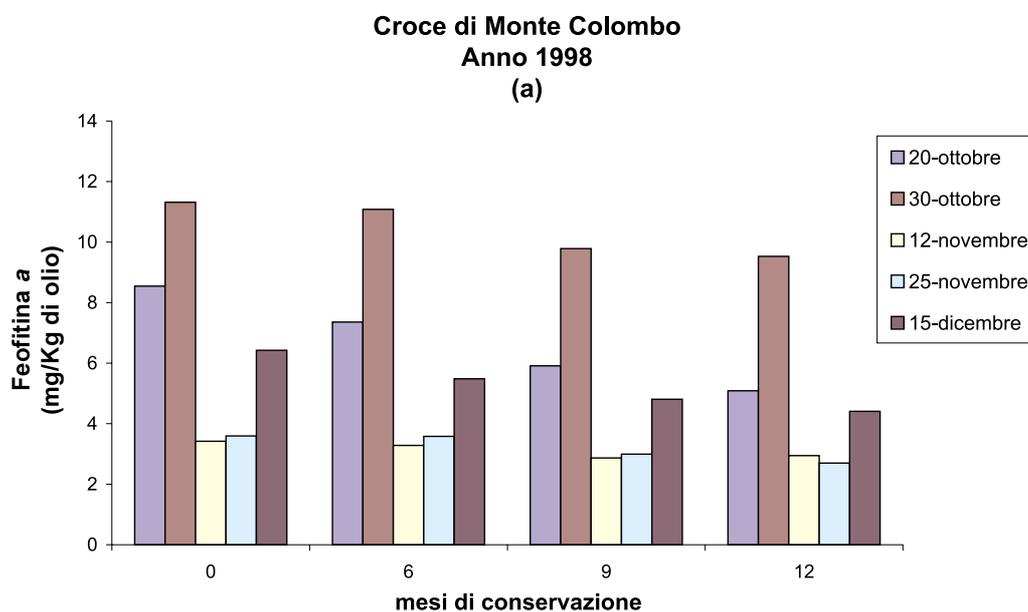


Figura 53. Evoluzione del contenuto di feofitina a negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

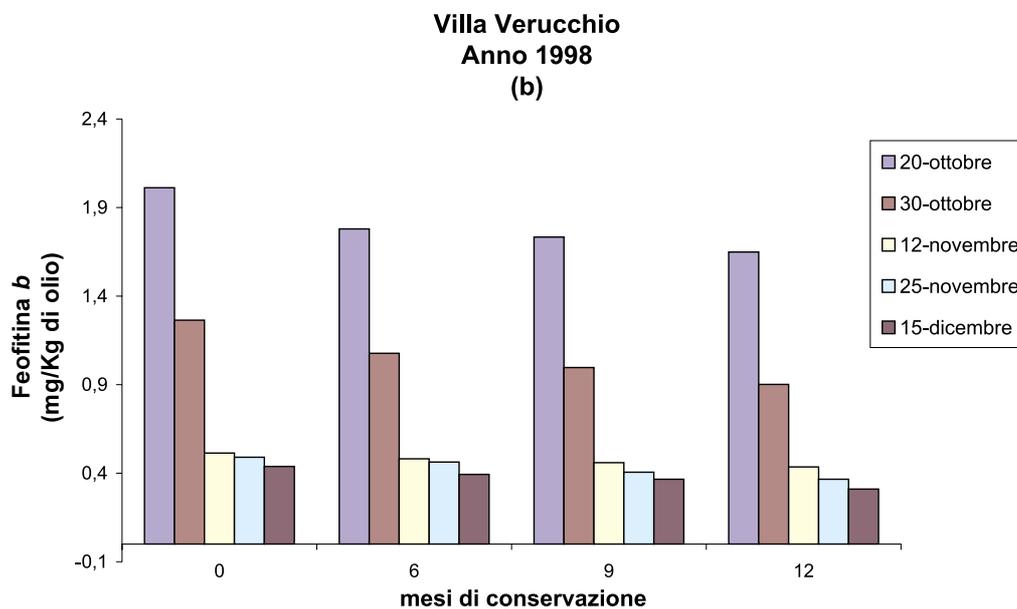
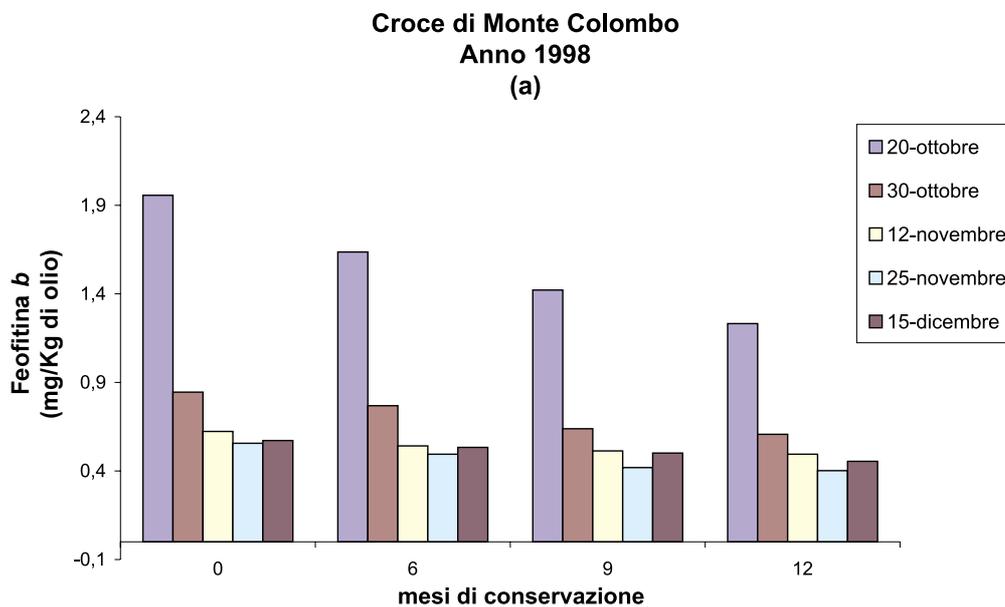
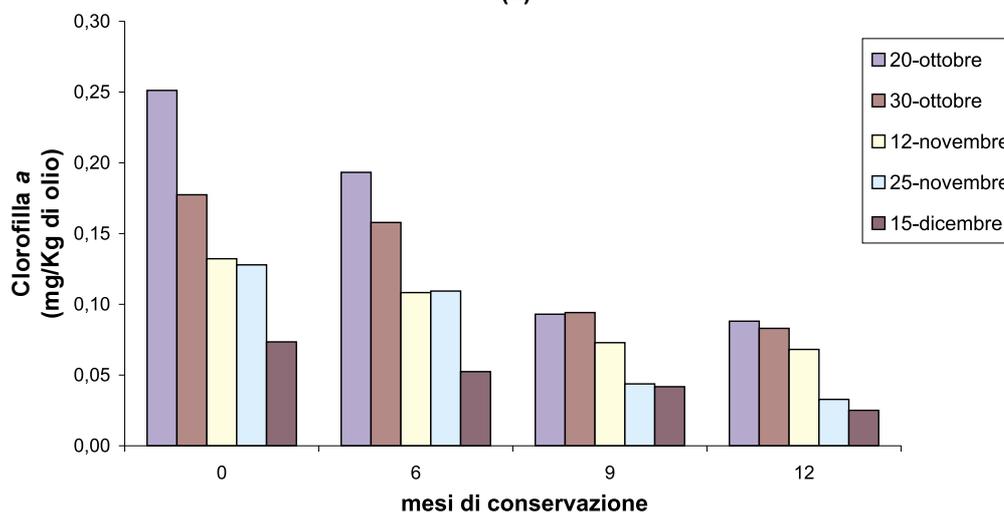


Figura 54. Evoluzione del contenuto di feofitina b negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

**Croce di Monte Colombo
Anno 1998**

(a)



**Villa Verucchio
Anno 1998**

(b)

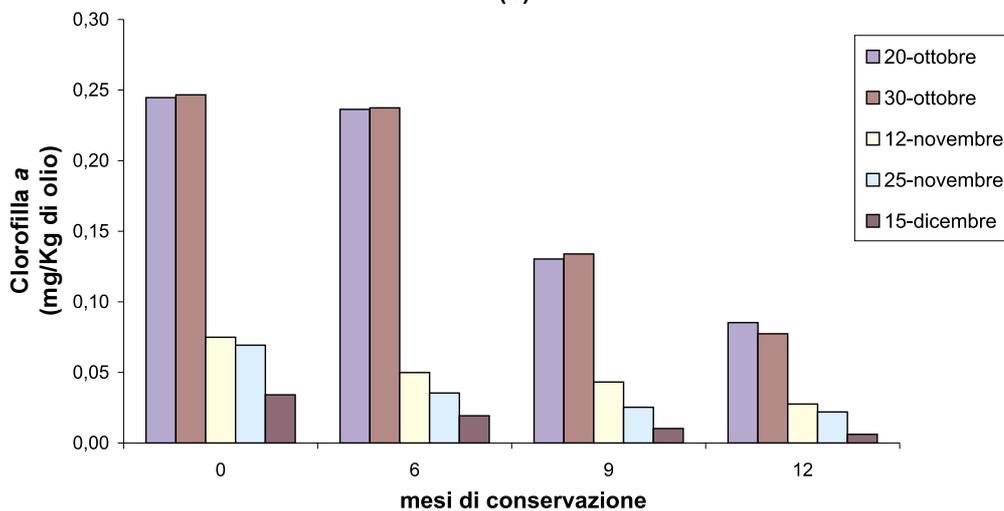
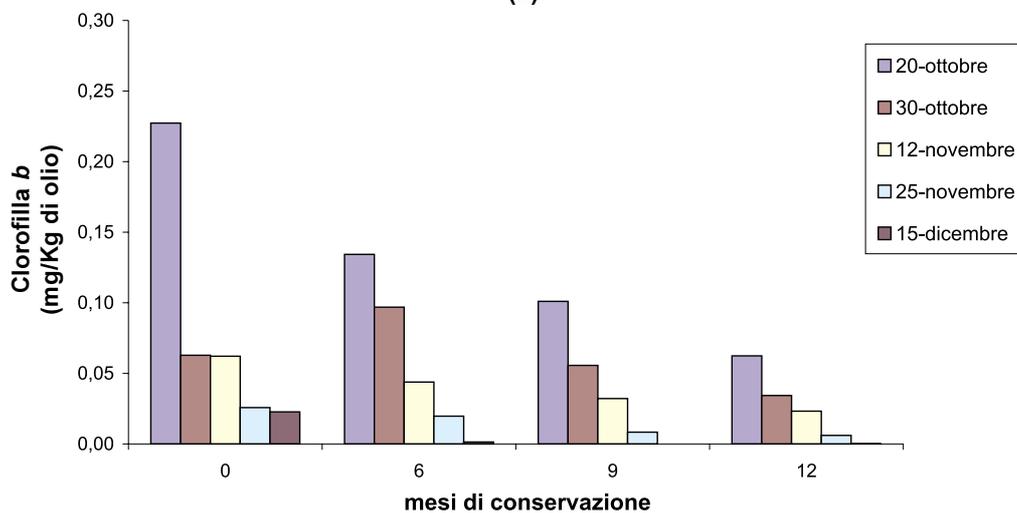


Figura 55. Evoluzione del contenuto di clorofilla a negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

**Croce di Monte Colombo
Anno 1998**

(a)



**Villa Verucchio
Anno 1998**

(b)

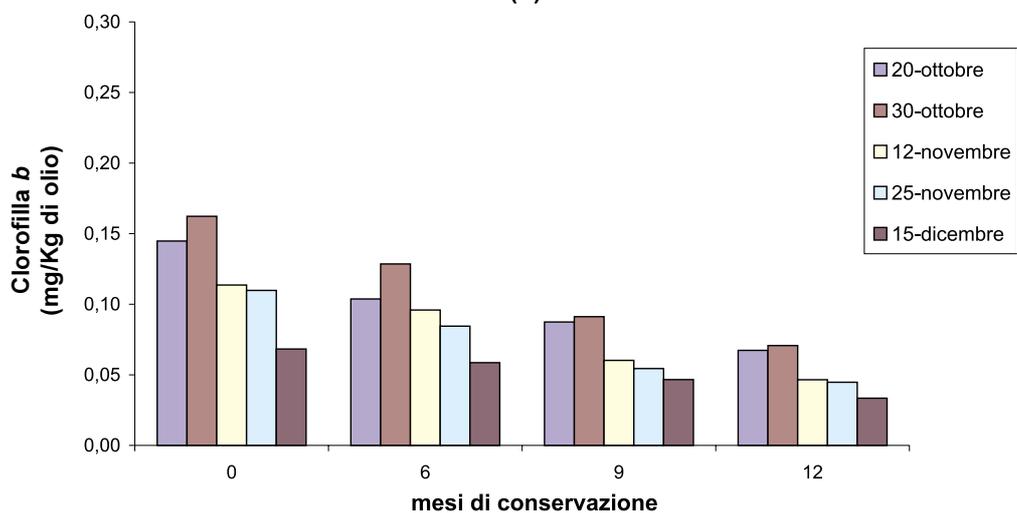


Figura 56. Evoluzione del contenuto di clorofilla b negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1998.

ANALISI SENSORIALE E AROMI NELL'OLIO DI OLIVA

Annalisa Rotondi e Francesca Rapparini

6.1 Importanza dell'analisi sensoriale nell'alimento olio di oliva

Quando parliamo di prodotti agroalimentari, ed in particolar modo dell'olio di oliva, il concetto di qualità è intimamente legato alle sue caratteristiche organolettiche. Per il consumatore queste caratteristiche sono forse le più importanti, oltre a quelle igieniche e a quelle nutrizionali, essendo le uniche che può controllare direttamente (Zerbini Eccher, 1996). In passato i problemi connessi con l'analisi sensoriale sono stati risolti con superficialità; infatti, mentre per la determinazione dei parametri fisici e chimici sono stati approntati strumenti sempre più sofisticati e tecniche più specifiche, per la valutazione delle proprietà sensoriali si è sempre ritenuto sufficiente esprimere un giudizio complessivo da parte di chi assaggiava quel prodotto. Oggi, nell'ambito della Gestione della Qualità, il *panel* (figure 57 e 58) che effettua l'analisi sensoriale affianca il laboratorio classico di analisi chimiche e microbiologiche per la formulazione delle specifiche relative a ogni prodotto agroalimentare (Porretta, 1992). Considerando che la qualità dell'olio di oliva è regolamentato sia da normative obbligatorie (regolamento CEE 2568/91), sia facoltative, relative al riconoscimento e alla tutela dei prodotti tipici (normative CEE 2081/92 e 2082/92), è importante sottolineare che tali regolamenti e normative hanno introdotto, accanto all'analisi strumentale, in via obbligatoria, anche quella sensoriale. All'interno della definizione di qualità stabilita dalla norma UNI-ISO 8402 che esprime "la qualità è l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite dei consumatori", la qualità sensoriale riveste un ruolo sempre più importante. Preme sottolineare che



Figura 57. Panel test di oli di oliva effettuato all'interno della sala di assaggio.



per l'olio vergine di oliva, in base alle numerose ricerche eseguite sia in Italia che all'estero, esiste una netta correlazione tra caratteristiche organolettiche positive e aspetti nutrizionali e merceologici. Dopo aver verificato la genuinità del prodotto olio di oliva, viene quindi definita la qualità e in primo luogo quella sensoriale. Tutto ciò comporta che un olio analiticamente perfetto deve anche essere organoletticamente ineccepibile, cioè gradevole al palato. In caso contrario, la sua perfezione chimica risulta del tutto inutile. È nata quindi l'esigenza di stabilire un linguaggio preciso e comune a tutti per definire il profilo organolettico di un olio. Il metodo per la valutazione organolettica messo a punto e adottato dal COI (Consiglio Oleicolo Internazionale) e recepito dall'UE (Allegato XII del Reg. CEE 2568/91), permette di definire in maniera univoca il carattere di "irreprensibilità", standardizzando i parametri discriminatori e rendendo quindi oggettivo il giudizio sulle caratteristiche sensoriali dell'olio (figure 59 e 60).

6.2 Valutazione organolettica dell'olio della cv. *Correggiolo*

Dall'esame complessivo del profilo sensoriale percepito dal Panel di assaggiatori esperti, è emerso che gli oli prodotti nella campagna 1997 erano caratterizzati da un buon livello di *fruttato di oliva* accompagnato da un sentore di *foglia* e di *erba* (verde), da un sapore *piccante* mediamente intenso e da un buon equilibrio tra *dolce* e *amaro* (tabelle 21 e 22). Esaminando le caratteristiche sensoriali in relazione agli stadi di maturazione, notiamo che gli oli di Croce di Monte Colombo estratti da olive raccolte dal 20 ottobre al 25 novembre hanno ottenuto un punteggio di 7,5 o al limite uguale a 6,5 (rientrando quindi nella categoria degli oli extravergini). Gli oli ottenuti dalle olive dell'ultima raccolta, appena franti, hanno dimostrato un netto calo del gradimento con un punteggio inferiore a 6,5 a

Figura 58. Sequenza di assaggio durante il Panel test.

causa della presenza di difetti intensi specialmente dopo 6, 9 e 12 mesi di stoccaggio. Gli oli di Villa Verucchio, invece, sin dalla raccolta del 25 novembre, hanno registrato un punteggio inferiore a 6,5 in seguito alla comparsa di difetti lievi dopo 6, 9 e 12 mesi di conservazione. Alla raccolta successiva in data 15 dicembre, la qualità sensoriale è ulteriormente peggiorata proporzionalmente all'avanzare del processo di conservazione che ha visto, al dodicesimo mese, oli difettati che hanno conseguito una valutazione di soli 5 punti.

È interessante notare come l'intensità dei *flavor* che compongono il profilo sensoriale subisca una variazione in rapporto all'avanzamento della maturazione e dei tempi di stoccaggio: in particolare negli oli di Croce di Monte Colombo gli attributi *fruttato di oliva* e *piccante*, hanno subito una sensibile diminuzione (figure 61 e 62). L'attributo *dolce*, è tendenzialmente aumentato negli oli ottenuti da olive raccolte posticipatamente e tale *flavor* si è intensificato nel corso della conservazione dell'olio. La diminuzione dell'intensità di *amaro* è risultata legata alle epoche di maturazione e in misura minore ai tempi di conservazione. Negli oli ottenuti dall'azienda di Villa Verucchio, gli attributi *amaro* e *piccante* sono diminuiti sia col procedere della maturazione, sia con il trascorrere dei mesi di stoccaggio. La percezione del *dolce*, di intensità elevata sin dalla prima raccolta, è rimasta pressoché costante in funzione dell'epoca di raccolta e dei mesi di stoccaggio.

Gli oli ottenuti dalla campagna 1998 (dati non riportati) sono risultati molto diversi da quelli della campagna precedente, in particolar modo per quel che riguarda l'intensità di *fruttato* che è risultata più bassa (non ha mai superato il punteggio di 2 neppure negli oli ottenuti dalle raccolte del 30 ottobre). Negli oli di Croce di Monte Colombo tale intensità di *fruttato* si è mantenuta costante durante la conservazione, mentre negli oli di Villa Verucchio è scesa al valore di 1 dopo soli 6 mesi. Gli oli del 1998 sono inoltre caratterizzati da una netta predominanza dell'*amaro* maggiormente percepibile negli oli prodotti a Croce di Monte Colombo.



Figura 59. Compilazione della scheda per la valutazione organolettica.

Questo *flavor*, a differenza del 1997, ha mantenuto la propria intensità anche durante la conservazione. Durante lo stoccaggio dell'olio questo *flavor* non ha subito una diminuzione come nel 1997, ma ha rivelato delle oscillazioni comprese tra 2 e 0,5.



Figura 60. Particolare della cabina d'assaggio.

Tabella 21. Valutazione organolettica degli oli ottenuti a Croce di Monte Colombo nella campagna 1997.

Data di raccolta delle olive	Mesi di stoccaggio degli oli	Fruttato	Verde	Amaro	Piccante	Dolce	Difetti	Punteggio finale
20 ottobre	0	3	3	2	3.5	0.5	0	7.5
20 ottobre	6	3	2	2	2.5	1	0	7
20 ottobre	9	2	1.5	1	1	2	0	6.5
20 ottobre	12	2	2	1	2	3	0	7.5
30 ottobre	0	3	2	2.5	3	1.5	0	7.5
30 ottobre	6	3	2	2	2	1	0	7
30 ottobre	9	2	1	0.5	1	2.75	0	6.75
30 ottobre	12	2	1.5	2	2	3	0	7
12 novembre	0	2.5	1	2	2	2	0	7
12 novembre	6	2	1	0	2	3	0	6.5
12 novembre	9	1.5	1	1.5	2.5	2	0	6.75
12 novembre	12	2	1	1	2	3	0	7
25 novembre	0	2	1.5	1	2	2	0	6.5
25 novembre	6	2	1	1	2	3	0	6.5
25 novembre	9	1	1	1	1	4	0	6.5
25 novembre	12	2	1	1	1	3	0	7
15 dicembre	0	1.5	1	0.5	1	3	1	6
15 dicembre	6	2	1	1	1	3	1	5.5
15 dicembre	9	1.5	1	1	1	3	1.5	5
15 dicembre	12	2	0	0	0	3	1.5	5

Tabella 22. Valutazione organolettica degli oli prodotti a Villa Verucchio nella campagna 1997.

Data di raccolta delle olive	Mesi di stoccaggio degli oli	Fruttato	Verde	Amaro	Piccante	Dolce	Difetti	Punteggio finale
20/10/97	0	3	2.5	2.5	3	0	0	7.5
20/10/97	6	3	2	2	3	3	0	7
20/10/97	9	2	2	2	2	2	0	7
20/10/97	12	2	2	2	2	2	0	7
30/10/97	0	2	1	1.5	2.5	2	0	7
30/10/97	6	2	2	1	2	3	0	6.5
30/10/97	9	2	1.5	1	1.5	2	0	7
30/10/97	12	2	1	1	2	2	0	7
12/11/97	0	2.5	1.5	1.5	2.5	2	0	7
12/11/97	6	2	1	1	2	2	0	6.5
12/11/97	9	2	0	0	1	3	1	6.5
12/11/97	12	2	1	1	1	2	0	7
25/11/97	0	2	1	1	2	2	0	7
25/11/97	6	2	1	1	2	3	1	6.25
25/11/97	9	2	1	1	1	2.5	1	6.25
25/11/97	12	2	0	0	1	2.5	0.75	6.25
15/12/97	0	2	1	1	1	3	1	6.25
15/12/97	6	1	1	1	1	3	1	6
15/12/97	9	1	1	0	0	3	1	5.5
15/12/97	12	1	0	0	0	3	2	5

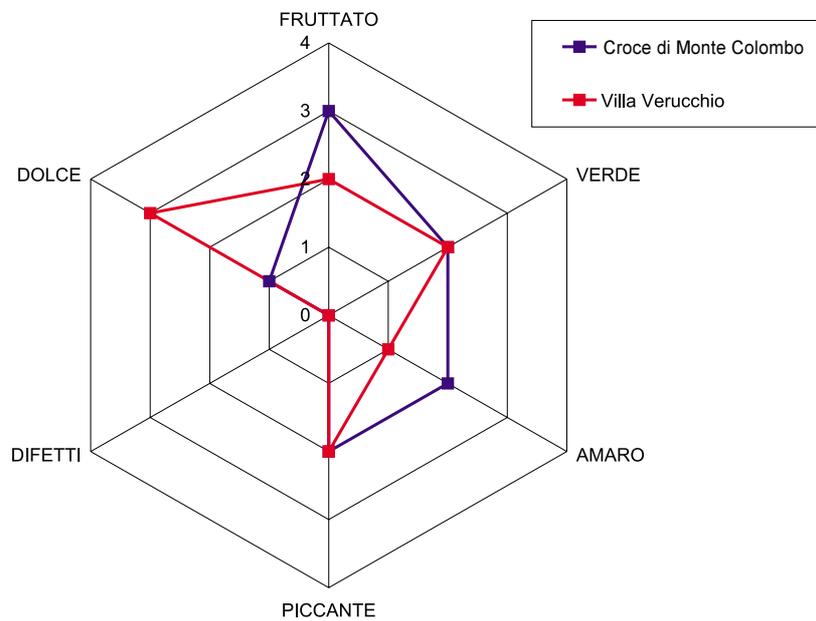


Figura 61. Profilo sensoriale, dopo 6 mesi di conservazione, di oli ottenuti da olive raccolte il 30 ottobre 1997 presso le aziende in studio.

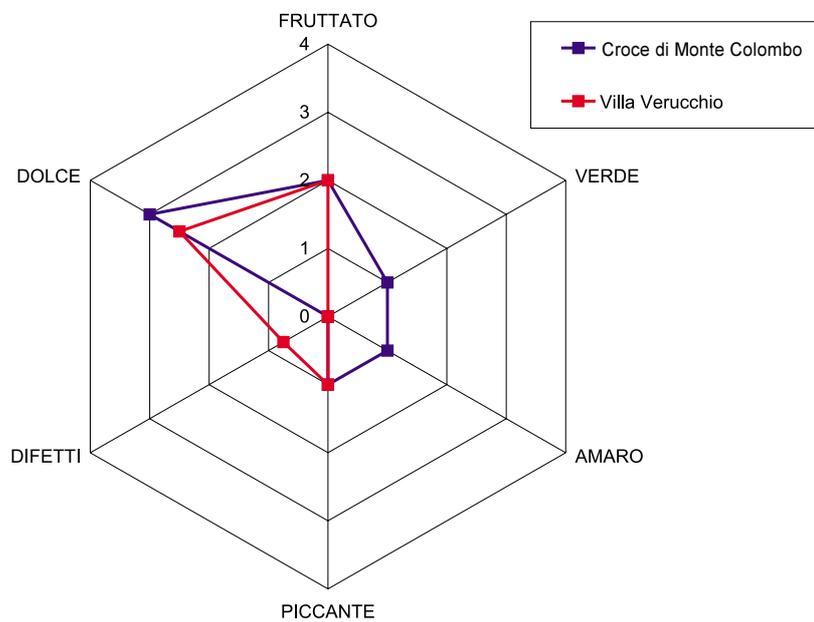


Figura 62. Profilo sensoriale, dopo 12 mesi di conservazione, di oli ottenuti da olive raccolte il 25 novembre 1997 presso le aziende in studio.

Considerando globalmente il profilo sensoriale, gli oli prodotti nel 1998 sono risultati più piatti, meno fruttati e più amari rispetto a quelli ottenuti nel 1997 e comunque più stabili nel tempo, dato che il loro profilo sensoriale non ha subito sensibili variazioni durante la loro conservazione. La percezione meno intensa di *fruttato di oliva* è sicuramente attribuibile all'avanzato grado di maturazione delle olive che nel 1998 è risultato particolarmente anticipato, mentre la netta predominanza dell'*amaro* è attribuibile ai contenuti elevati in polifenoli totali, composti strettamente correlati a tale percezione. L'alto livello di polifenoli totali degli oli del 1998 è sicuramente il responsabile principale dell'elevata stabilità di tali oli, i cui profili si sono mantenuti pressoché costanti anche dopo un anno di conservazione.

6.3 Determinazione delle sostanze volatili dell'olio della cv. *Correggiolo*

Nella valutazione delle caratteristiche organolettiche dell'olio di oliva e quindi di riflesso della caratterizzazione dell'olio, assume un ruolo importante e significativo l'aroma. Esso viene definito come sensazione soggettiva prodotta dalla stimolazione della mucosa olfattiva da parte di sostanze di natura volatile. In generale quindi, quando si parla di aroma si fa riferimento all'insieme delle sostanze volatili che lo costituiscono e che sono responsabili delle sensazioni organolettiche valutate mediante l'analisi sensoriale.

La conoscenza della composizione in sostanze volatili è pertanto importante e deve essere accompagnata dall'identificazione di quei composti responsabili di un particolare aroma in quanto la sensazione olfattiva allo stimolo dipende dal soggetto che associa i singoli costituenti dell'aroma all'accettabilità e al gradimento dell'alimento (Polesello, 1980).

Le sostanze aromatiche dell'olio in parte derivano dalla natura del frutto, in parte si formano in seguito alla rottura delle cellule delle drupe durante la frangitura delle olive e in particolare durante la gramolatura della pasta.

Numerosi fattori possono influenzare la composizione quali-quantitativa dei componenti volatili: tra di essi emergono quelli di natura genetica, l'epoca di raccolta e quindi lo stato di maturazione delle drupe, le modalità di conservazione delle olive prima della lavorazione e i processi tecnologici adottati nell'estrazione dell'olio.

In generale, le sostanze componenti l'aroma sono presenti nell'olio a livelli di concentrazione relativamente bassi da cui la necessità di concentrare tale frazione prima dell'analisi. È stata quindi utilizzata la tecnica dello spazio di testa dinamico in cui all'interno di un campione di olio, introdotto in un contenitore ermetico e mantenuto in condizioni standard di temperatura (37 °C), viene fatto convogliare un flusso di gas inerte che trasporta i vapori presenti nello spazio sovrastante l'olio, su un materiale adsorbente di carbone attivo, dove le sostanze volatili vengono trattene e concentrate. Quindi tali composti vengono "desorbiti" dal carbone e introdotti in uno strumento gas-cromatografico associato ad uno spettrometro di massa per la loro identificazione e quantificazione. Tale sistema di estrazione e campionamento riproduce con sufficiente approssimazione le condizioni operative del saggio organolettico, mediante analisi sensoriale, condizioni che consistono nel riscaldamen-

to dell'olio alla temperatura della bocca e vaporizzazione, mediante aspirazione (strip-paggio) da parte dell'assaggiatore, dei composti volatili che vengono portati a contatto con la membrana olfattiva del naso.

L'analisi gas-cromatografica spettrometrica ha permesso di individuare nell'olio della cultivar *Correggiolo* un elevato numero di composti appartenenti a varie classi chimiche (alcani, aldeidi, chetoni, alcoli, etc.).

Tra le 40 sostanze rilevate e identificate ne sono state quantificate una ventina, indicate dalla letteratura come i composti volatili caratterizzanti l'aroma tipico dell'olio di oliva e ritenuti importanti nel determinare le differenze riscontrate mediante valutazione sensoriale (tabella 23).

Gli oli provenienti dalla località Croce di Monte Colombo sono dotati di una composizione qualitativa e di un contenuto di sostanze volatili totali simile a quello rilevato negli oli di Villa Verucchio sia durante la maturazione sia durante la conservazione (figura 63).

Tabella 23. Profilo aromatico degli oli di oliva analizzati: principali composti identificati e quantificati.

Alcani
2,3-dimetilbutano 2-metilpentano 3-metilpentano eptano
Alcoli
2-metilpropanolo 1-penten-3-olo 2-pentanolo 3-metilbutanolo 2-metilbutanolo 2-penten-1-olo <i>cis</i> -3-esenolo <i>trans</i> -2-esenolo 1-esanolo
Chetoni
1-penten-3-one 2-pentanone 3-pentanone
Aldeidi
pentanale esanale <i>trans</i> -2-esenale
Esteri
Isoamil acetato

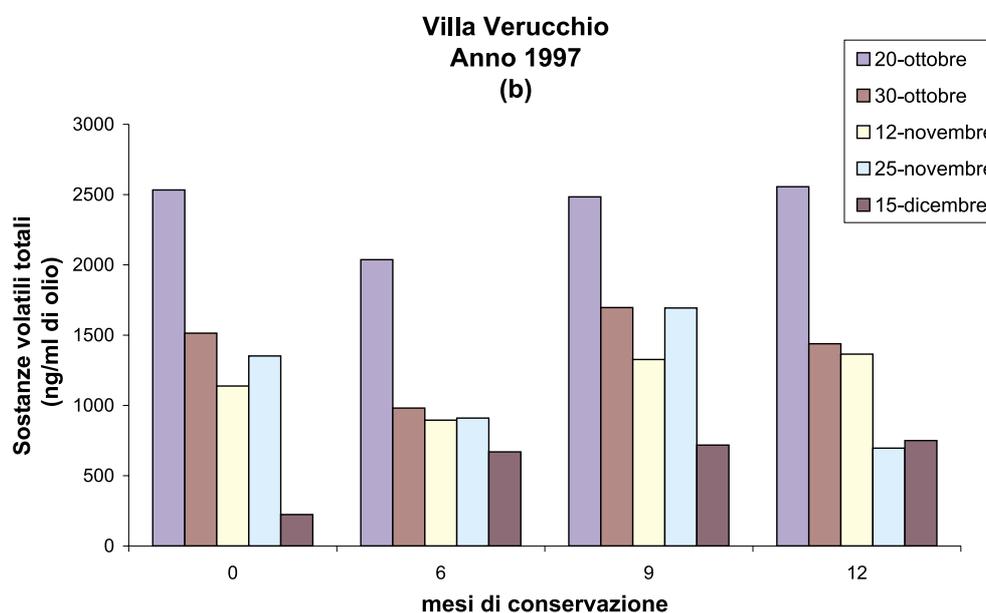
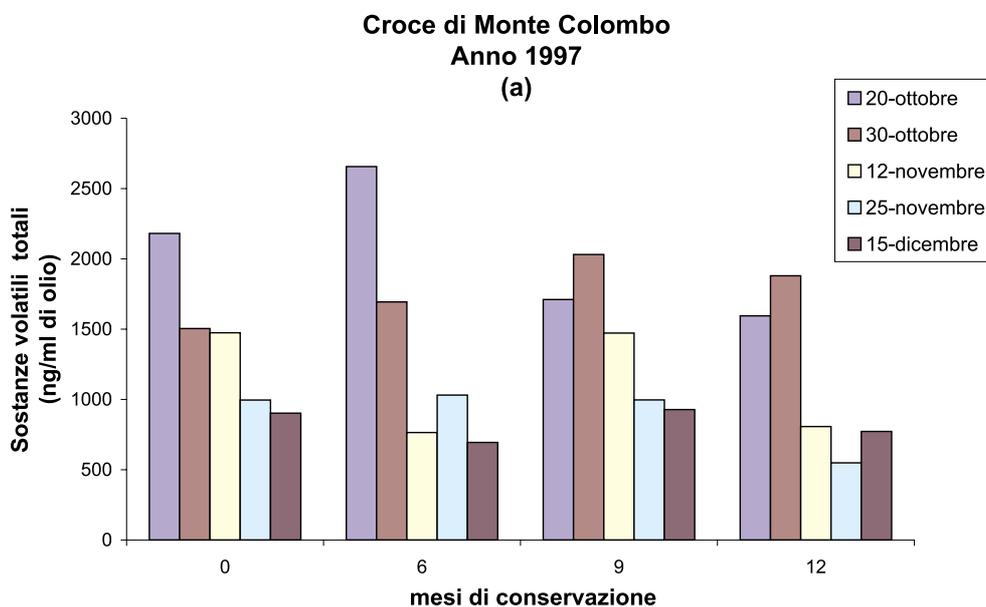


Figura 63. Evoluzione del contenuto totale di sostanze volatili determinate negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

Gli oli prodotti in entrambe le località e provenienti da raccolte anticipate (15 ottobre) hanno sviluppato la maggiore quantità di composti volatili totali rispetto a quelli provenienti da raccolte tardive; con la conservazione si assiste inoltre ad una diminuzione della produzione di tali sostanze.

I composti volatili maggiormente presenti appartengono alla classe delle aldeidi, in particolare la *trans*-2-esenale, che viene indicata quale sostanza caratteristica dell'olio di oliva responsabile del tipico aroma di erba tagliata di fresco, e ritenuta capace di conferire negli oli di qualità la sensazione di fruttato verde (Bocci *et al.*, 1992; Angerosa, 1998). La sua concentrazione nella frazione volatile degli oli provenienti da entrambe le località sembra essere correlata con la maturazione delle olive, in particolare il suo contenuto diminuisce con il ritardo della raccolta e quindi riduce il suo contributo alla sensazione di fruttato rilevata organoletticamente (figura 64). Tale decremento negli oli provenienti dalla località Croce di Monte Colombo è risultato notevole (40%) nell'olio della 3^a raccolta, mentre negli oli provenienti da Villa Verucchio si è verificato in misura minore (30%) negli oli della 2^a raccolta, confermando il più avanzato livello di maturazione delle drupe da cui sono stati prodotti gli oli provenienti da tale località. Altri componenti aromatici di natura alcolica, responsabili di sensazioni gradevoli, quali ad esempio 2-penten-1-olo, diminuiscono sensibilmente con l'avanzare della maturazione, mostrando un andamento simile a quello della *trans*-2-esenale (figura 65).

Con il procedere della maturazione e con il trascorrere dei tempi di invecchiamento, i contenuti dei composti, ritenuti responsabili delle note gradevoli, diminuiscono e contemporaneamente si sviluppano altre sostanze volatili di natura alcolica a sensazione sgradevole, quali 2-metilpropanolo, 2-metilbutanolo e 3-metilbutanolo (Morales *et al.*, 1995). Inoltre si assiste ad un incremento di altri composti alcolici quali 1-esanolo, *cis*-3-esenolo e *trans*-2-esenolo (figura 66), che, sebbene siano ritenuti contribuire alle "note verdi" dell'olio di oliva, sono comunque stati associati a sensazioni sgradevoli (Aparicio *et al.*, 1998). L'insorgenza di difetti negli oli di Villa Verucchio, valutata mediante l'analisi sensoriale e presente già alla 4^a raccolta dopo 9 e 12 mesi di invecchiamento, potrebbe quindi essere correlata allo sviluppo e ad un incremento del 70-80% degli alcoli sopracitati, il cui contenuto è risultato maggiore rispetto agli oli provenienti da Croce di Monte Colombo ancora privi di difetti. Tali sostanze si possono ritenere indicative non solo dello stato di maturazione, ma anche di conservazione dell'olio, essendo la formazione del 2-metilpropanolo, 2-metilbutanolo e 3-metilbutanolo favorita da fenomeni degradativi a carico di amminoacidi e lo sviluppo di 1-esanolo, *cis*-3-esenolo e *trans*-2-esenolo dovuta al metabolismo delle aldeidi, quali *trans*-2-esenale, tipicamente presenti in elevate concentrazioni negli oli di qualità (Angerosa *et al.*, 1998; Olias *et al.*, 1993).

A seguito di periodi più prolungati di conservazione, in particolare dopo 9 e 12 mesi, le differenze tra le due località sono diventate più marcate: mentre l'olio di Croce di Monte Colombo è risultato caratterizzato da un'aroma con un adeguato equilibrio tra sostanze volatili aventi odori gradevoli, quali quello di *fruttato*, e composti alcolici responsabili di odori più sgradevoli, la componente volatile dell'olio proveniente da Villa Verucchio durante la conservazione si arricchisce di composti aventi aromi sgradevoli che diventano predominanti sul totale dell'aroma.

Gli oli ottenuti durante la campagna del 1998 sono caratterizzati da quantita-

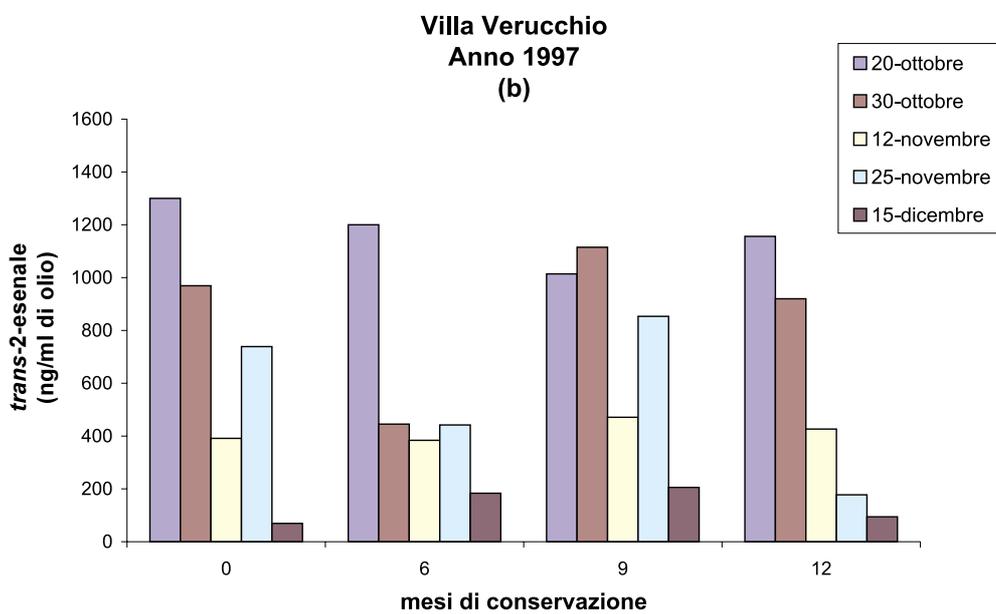
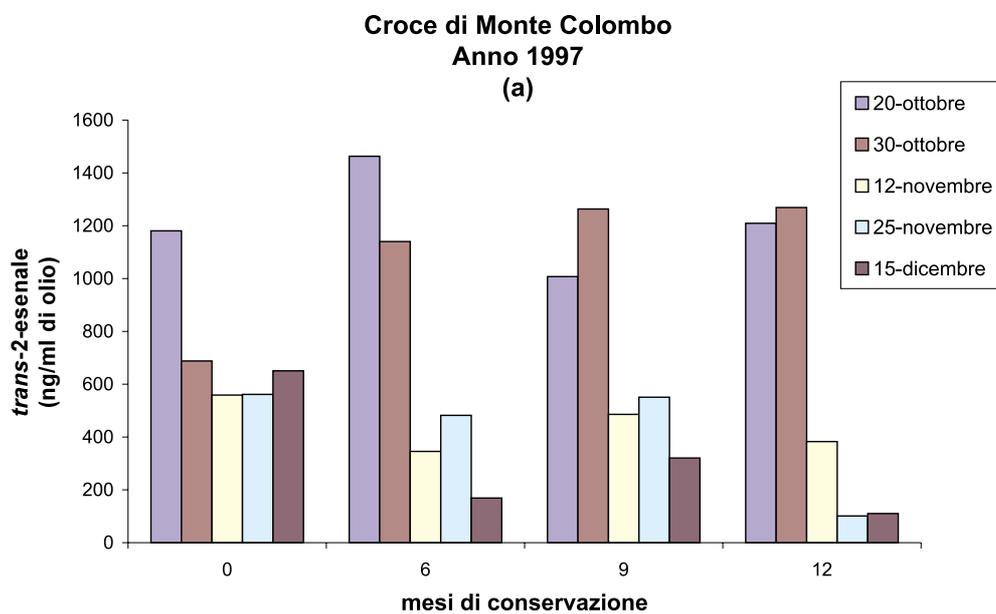


Figura 64. Evoluzione del contenuto dell'aldeide trans-2-esenale determinata negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

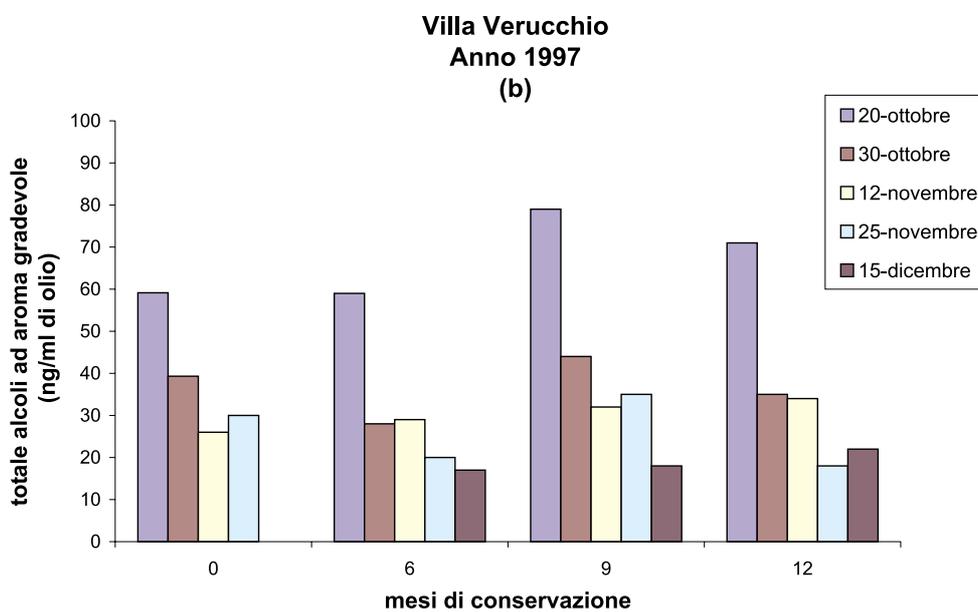
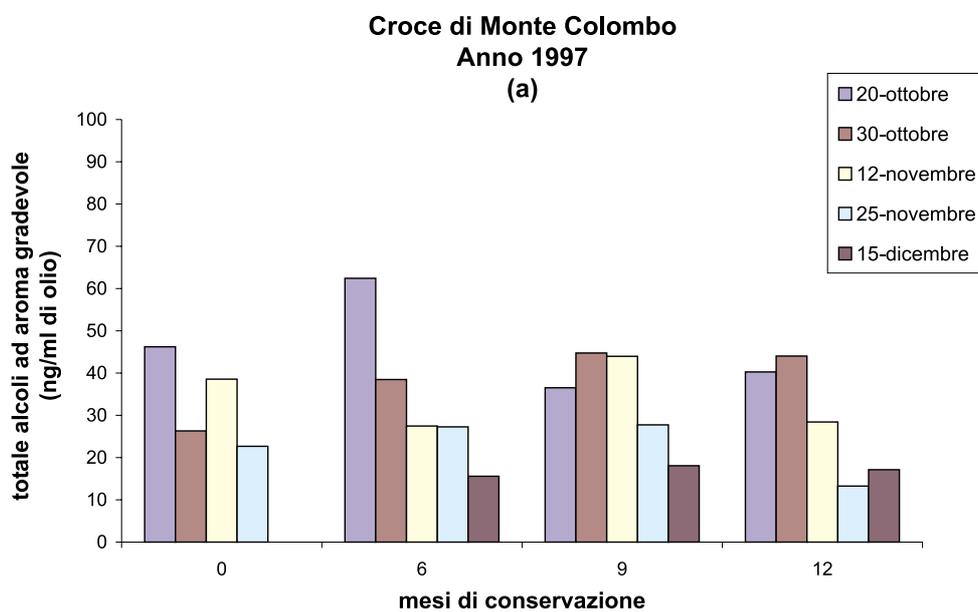


Figura 65. Evoluzione del contenuto totale di alcoli responsabili di aromi gradevoli determinati negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

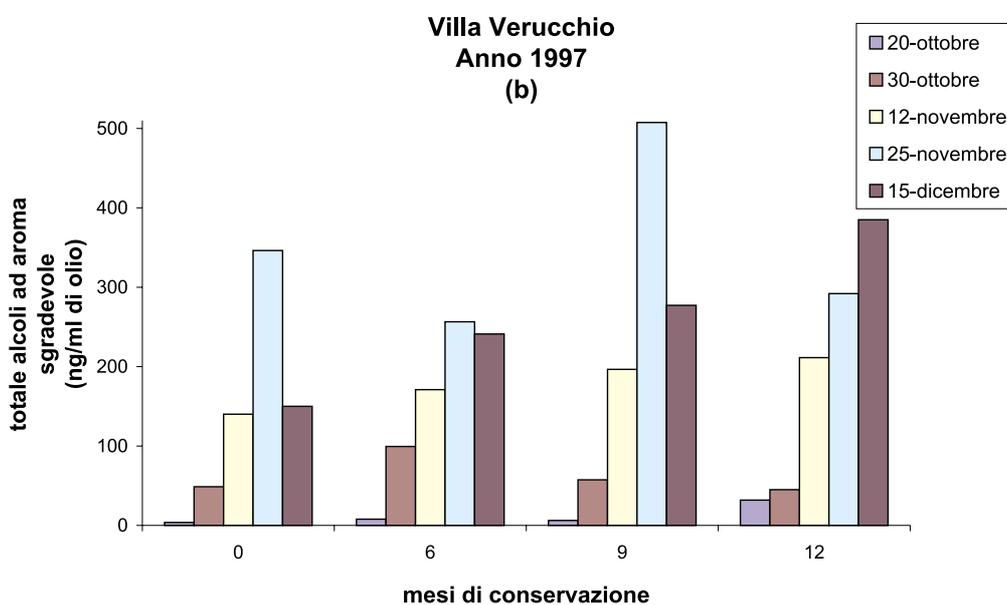
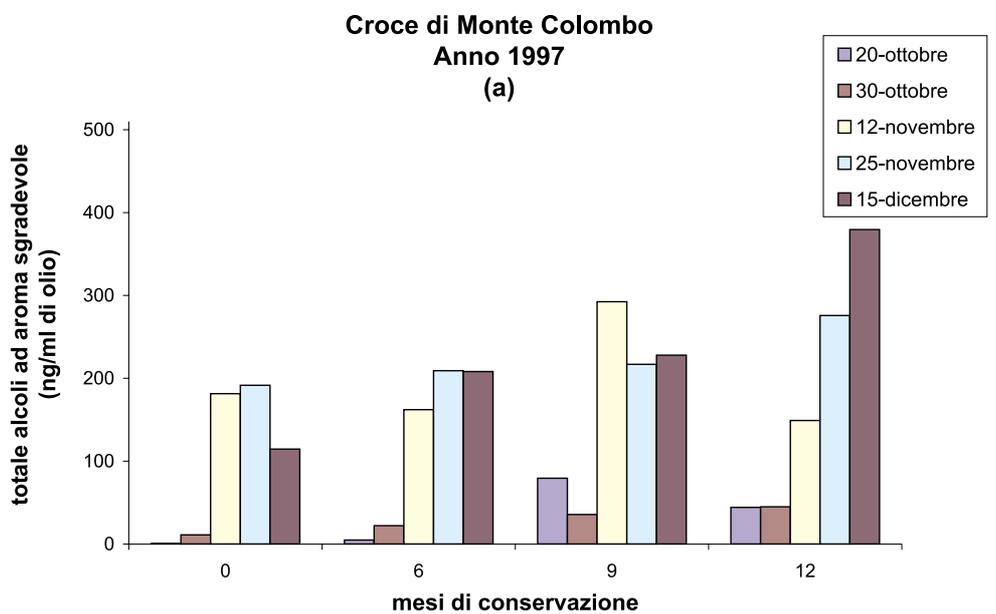


Figura 66. Evoluzione del contenuto totale di alcoli responsabili di aromi sgradevoli determinati negli oli provenienti da Croce di Monte Colombo (a) e da Villa Verucchio (b) ottenuti da olive a diverso grado di maturazione e durante un anno di conservazione degli stessi oli. Campagna 1997.

tivi totali di aromi molto minori (50%) rispetto agli oli ottenuti nella precedente annata (dati non riportati). Le differenze quantitative tra le due diverse annate sono risultate meno marcate in fase avanzata di maturazione, in particolare negli oli della 5^a epoca di raccolta.

Il calo degli aromi totali verificatosi a carico degli oli prodotti nel 1998 è da attribuirsi ad una minore produzione di sostanze responsabili delle note gradevoli, quali ad esempio le aldeidi, in particolare la *trans*-2-esenale, essendo il contenuto dei rimanenti composti volatili sostanzialmente simile agli oli ottenuti nel 1997. Tale diminuzione può contribuire alla minore percezione del *flavor* di *fruttato* rilevata mediante l'analisi sensoriale. Negli oli prodotti durante la campagna 1998, nonostante i minori quantitativi rilevati, l'evoluzione di tali sostanze nel corso della maturazione è apparsa molto simile a quella determinata negli oli ottenuti nel 1997.

Gli oli provenienti da entrambe le località e prodotti nel 1997 mantengono un contenuto di aldeidi elevato relativamente più a lungo anche quando raccolti in stadi avanzati di maturazione, mentre nel 1998 tali oli sviluppano già alla seconda raccolta (30 ottobre) quantità rilevanti di composti alcolici che rendono meno gradevole l'aroma dell'olio. Gli oli estratti dalle olive raccolte in quest'ultima data subiscono un sensibile calo dei composti aldeidici, nell'ordine del 60-70%, già dopo 6 mesi di conservazione, ma la composizione dell'aroma non varia con il trascorre dei tempi di invecchiamento. La composizione aromatica degli oli ottenuti nel 1998, dopo la seconda epoca di raccolta non rivela significative evoluzioni durante la maturazione, lasciando supporre una maggiore stabilità di tali oli rispetto a quelli prodotti nell'annata precedente.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Non si vogliono trarre conclusioni definitive, data la complessità dell'argomento, ma si desiderano evidenziare alcune tendenze.

Siamo consci di avere indagato su un numero limitato di campioni di olive e di oli, provenienti da due sole zone della collina riminese e per due soli anni, tenteremo comunque di dare una prima serie di valutazioni.

I diversi risultati ottenuti analiticamente descritti, in parte confermano conoscenze già riportate in bibliografia, in parte invece definiscono l'influenza del territorio e del microclima sulla tipicità degli oli. Tali risultati possono dare le prime risposte ad uno tra i principali obiettivi della ricerca e cioè una prima descrizione dell'olio riminese della cultivar più diffusa *Correggiolo*, in relazione all'areale di coltivazione e all'epoca di raccolta.

L'analisi delle condizioni climatiche, ed in particolare delle temperature e delle precipitazioni ha evidenziato l'eterogeneità ambientale che caratterizza le colline riminesi. Tra i limiti più importanti vanno considerate le basse temperature autunnali o di fine inverno e lo scarso apporto idrico nei mesi estivi.

L'accumulo dei gradi giorno durante il processo riproduttivo e il volume e la frequenza delle precipitazioni, condizionano l'evoluzione dei fenomeni fisiologici e biochimici responsabili della maturazione delle olive e di conseguenza, influenzano la composizione chimica degli oli.

Gli oli riminesi studiati rientrano per i parametri analitici nella classe degli oli extravergini. La composizione dell'olio, durante la maturazione finale della drupa, si modifica sia per quanto riguarda la composizione degli acidi grassi sia per quella dei costituenti minori: le modificazioni sono di tipo quantitativo per i primi e anche di tipo qualitativo per i secondi. L'acidità libera nell'olio varia con la maturazione della drupa mediamente da 0,2 a 0,5 espressa in percentuale di acido oleico, purché non venga troppo anticipata o procrastinata la raccolta rispetto alla maturazione ottimale: in queste condizioni il tenore in acidi liberi cresce in modo molto rapido, mostrando valori che superano lo 0,5%. I valori di acidità libera e di perossidi sono rientrati largamente al di sotto dei limiti previsti dal Regolamento CEE 2568/91. Le produzioni ottenute con le raccolte precoci (fine ottobre) sono apparse più ricche di polifenoli e tocoferoli. Gli oli prodotti nelle prime epoche risultano con caratteristiche organolettiche superiori, ritardando la raccolta si perde il caratteristico *fruttato* e gli oli diventano più *dolci*.

Lo studio ha permesso, inoltre, di evidenziare un altro importante fattore capace di incidere sul processo di maturazione: “l’annualità” le cui fluttuazioni hanno esercitato il loro effetto sia sui tempi che sul risultato finale dei vari processi fisiologici che hanno interessato la maturazione dell’oliva. Ci riferiamo, in quest’ultimo caso, alle particolarità climatiche del 1998 che hanno favorito, rispetto al 1997, da un lato un anticipo di maturazione di circa 3 settimane e dall’altro un accumulo molto elevato di antiossidanti naturali a livello della drupa. Ovviamente anche i parametri chimici e sensoriali degli oli estratti hanno risentito del fattore “annualità”: l’olio prodotto nel 1998 era già dalla prima raccolta di qualità organolettica inferiore, in seguito all’elevato grado di maturazione delle olive, accompagnato, però, da un’alta carica di sostanze antiossidanti responsabili di un’elevata stabilità.

I risultati concordano con quelli di numerosi Autori i quali, studiando per molti anni la produzione dello stesso territorio, hanno rilevato la variabilità dei parametri chimici in relazione alla “stagionalità” della produzione, (Alessandri *et al.*, 1993).

Emerge, quindi, l’importanza di monitorare con continuità e capillarità sul territorio i principali parametri climatici, quali temperature e piovosità. La possibilità futura di utilizzare i dati di un’estesa rete di monitoraggio agroclimatico, permetterà di fornire all’olivicoltore utili informazioni previsionali sull’andamento e sull’epoca ottimale della maturazione nell’areale di coltivazione.

Con questo studio si è voluto inizialmente valutare il peso del grado di maturazione delle olive sulla qualità chimica e sensoriale dell’olio prodotto e sulla sua stabilità durante la conservazione. Si è inteso fornire all’olivicoltore qualche parametro di riferimento atto ad identificare l’intervallo di tempo entro il quale è possibile effettuare una raccolta che consenta la migliore qualità globale dell’olio al momento della frangitura, ma anche durante il periodo di conservazione del prodotto.

In particolare possiamo affermare che per la cultivar *Correggiolo*, maturata negli areali in studio, l’indice di maturazione non deve superare il valore di 2,5, affinché l’olio garantisca buone caratteristiche chimiche e organolettiche anche durante la conservazione. Il raggiungimento di questo valore di maturazione viene influenzato dalle caratteristiche pedoclimatiche, infatti, in areali con climi più caldi e minor disponibilità di acqua, l’intervallo di tempo entro il quale effettuare una raccolta ottimale è più breve. Al contrario, in areali piovosi e con temperature inferiori la maturazione avviene più lentamente e quindi l’intervallo di tempo relativo alla raccolta ottimale può essere esteso, ma non oltre i primi di dicembre.

Queste valutazioni permettono di indicare, se pure per linee generali, quelle che potranno essere gli obiettivi di ricerca dei prossimi anni.

- Continuare ad ampliare l’indagine sugli oli prodotti nel riminese, per verificare il loro livello qualitativo e creare una banca dati dei valori analitici utili alla caratterizzazione, identificazione e tipicizzazione del prodotto.
- Verificare soprattutto le produzioni che si possono ottenere dalle cultivar romagnole di recente selezione. Ciò consentirebbe di identificare genotipi portatori di caratteristiche chimiche ed organolettiche tali da migliorare e differenziare lo standard dell’olio romagnolo.

Gli autori

BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRI S., CIMATO A., MATTEI A., MODI G., 1993. Harvesting period and variations in tuscan olive oil composition: a multivariate approach. II International Symposium on Olive Growing. Jerusalem, Israel, 6-10 sept. *Acta Horticulturae*, 356, pp. 233-238.
- ALLOGGIO V., CAPONIO F., 1997. Influenza delle tecniche di preparazione della pasta di olive sulla qualità dell'olio. Nota II. Evoluzione delle sostanze fenoliche e di alcuni parametri di qualità in funzione della maturazione delle drupe in olio di oliva vergine della cv. *Coratina*. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXXIV, pp. 443-447.
- ANGEROSA F., DI GIACINTO L., BASTI C., SERRAIOTTO A., 1996. Influenza della variabile "ambiente" sulla composizione degli oli vergini di oliva. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXXIII, pp. 461-467.
- ANGEROSA F., DI GIOVACCHINO L., 1996. Natural antioxidants of virgin olive oil obtained by two and tri-fase centrifugal decanters. *Grasas y Aceites*, 47, pp. 247-254.
- ANGEROSA F., D'ALESSANDRO N., BASTI C., VITO R., 1998. Biogeneration of volatile compounds in virgin olive oil: their evolution in relation to malaxation time. *J. Agric. Food Chem*, 46, pp. 2940-2944.
- ANGEROSA F., 1998. La qualità organolettica degli oli vergini di oliva. *Frutticoltura* n. 7/8 - 1998.
- APARICIO R. AND MORALES M.T., 1998. Characterization of olive ripeness by green aroma compounds of virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 46, pp. 1116-1122.
- BERTUCCIOLI C., 1997. L'olio extravergine di oliva di qualità. Produzione e consumo in Emilia-Romagna. Ed. C.A.R.O.L., pp. 21-24.
- BOCCI F., FREGA N., LERCKER G., 1992. Studio preliminare sui componenti volatili di oli di oliva extra vergini. *La Rivista delle Sostanze Grasse*, vol. LXIX - Dicembre.
- BOSHELLE O., GIOMO A., CONTE L., LERCKER G., 1994. Caratterizzazione delle cultivar di olivo del Golfo di Trieste mediante metodi chemiometrici applicati ai dati chimico-fisici. *Riv. It. Sost. Grasse*, 71, pp. 57-65.
- CIMATO A., MARRANCI M., 1993. Ricerca sulla caratterizzazione dell'olio extravergine di oliva tipico toscano. *Atti Ricerche I.V.O.T.*, pp. 13-20.

- CIMATO A., BALDINI A., CASELLI S., MARRANCI M., MARZI L., 1996. Osservazioni sul germoplasma olivicolo toscano. Caratteristiche analitiche e sensoriali di oli di oliva monovarietali. *Olivae*, 62, pp. 46-51.
- CIMATO A., 1996. L'olivicoltura toscana e la sua produzione. Atti VII International Course on Olive Growing, Scandicci, 6-11 maggio, pp. 295-302.
- CONTE L., CABONI M.F., LERCKER G., 1993. Gli oli di oliva della Romagna. Nota I. Gli oli della Valle del Lamone. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXX, pp. 157-160.
- CONTE L., CABONI M.F., LERCKER G., 1993. Gli oli di oliva della Romagna. Nota II. Gli oli del riminese. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXX, pp. 249-251.
- COOPER K.H., 1997. Il potere curativo degli antiossidanti. RED Edizioni, Como.
- CURCI V., 1999. L'olio di oliva di qualità. Edagricole - Ed. Agricole, pp. 17-27.
- DETTORI S., RUSSO G., 1993. Influenza della cultivar e del regime idrico su quantità e qualità dell'olio di oliva. *Olivae*, 49, pp. 36-43.
- DI GIOVACCHINO L., ANGEROSA F., DI GIACINTO L., 1996. Effect of mixing leaves with olives and organoleptic quality of oil obtained by centrifugation. *JAACS*, vol. 73, n. 3, pp. 371-374.
- DI GIOVACCHINO L., 1996. Influenza dei sistemi di estrazione sulla qualità dell'olio di oliva. *Olivae*, 63, pp. 52-63.
- DI MATTEO M., SPAGNA MUSSO S., GRASSO G., BUFALO G., 1992. Caratterizzazione agronomica e merceologica in relazione al grado di maturazione delle produzioni di alcune cultivar olearie della Provincia di Avellino. *Rivista Società Italiana Scienza della Alimentazione*, 21, pp. 35-36.
- EVANGELISTI F., ZUNIN P., TISCORNIA E., PETACCHI R., 1995. Influenza dei fattori ambientali e colturali sulla componente antiossidante dell'olio di oliva vergine. Atti del II Congresso Nazionale di Chimica degli Alimenti, 24-27 maggio, Giardini Naxos, pp. 519-523.
- FICARRA P., FICARRA R., DE PASQUALE A., MONFORTE M.T., CALABRÒ M.L., 1991. HPLC analysis of oleuropein and some flavonoids in leaf and bud of *Olea europaea* L. *Il Farmaco*, 46, pp. 803-815.
- FIORINO P., 1977. Atti Seminario Fitoregolatori Raccolta Olive, Firenze 25 gennaio.
- FREGA N., 1994. La composizione delle olive in funzione di cultivar, ambiente, maturazione e caratterizzazione dell'olio in Toscana. I.V.O.T., pp. 103-104.
- GARCIA J.M., SELLER S., CARMEN PEREZ-CAMINO M., 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.*, 44, pp. 3516-3520.
- GUTIÉRREZ F., JIMENEZ B., RUIZ A., ALBI M.A., 1999. Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties *Picual* and *Hojiblanca* and on the different components involved. *J. Agric. Food Chem.* 47, pp. 121-127.
- JEBE T.A., METLOCK M.G., SLEETER R.T., 1993. Collaborative study of the oil stability index analysis. *JAACS*, 70, pp. 1055-1061.

- KIRITSAKIS A., OSMAN M., 1995. Effetti del β -carotene e dell' α -tocoferolo sulla stabilità alla luce dell'olio d'oliva. *Olivae*, n. 56, pp. 25-28.
- KOUTSAFTAKIS A., KOTSIFAKI F., STEFANOUDAKI E., CERT A., 2000. Studio sulle variazioni di determinati parametri chimici e dei composti minori degli oli d'oliva vergini ottenuti da olive raccolte in distinte fasi della maturazione. *Olivae*, n. 80, pp. 22-27.
- INGLESE P., BARONE E., GULLO G., 1995. Influenza dell'irrigazione su sviluppo e maturazione delle drupe e sulle caratteristiche dell'olio di *Carolea* (*Olea europaea* L.). Atti del convegno internazionale "L'olivicoltura mediterranea", Rende (CS), 26-28 gennaio, pp. 333-342.
- INTERESSE F.S., RUGGIERO P., VITAGLIANO M., 1971. L'autossidazione dell'olio d'oliva: influenza dei pigmenti clorofillici. *Industrie Agrarie*, n. 9, pp. 318-324.
- LAZZARINI E., 1990. Parametri di qualità dell'olio. In: Indagine sulla coltura dell'olivo e l'olio extravergine d'oliva della Valconca. Regione Emilia-Romagna. Servizio Circondariale Agricoltura e Alimentazione di Rimini, pp. 62-88.
- LERCKER G., FREGA N., BOCCI F., 1994. Le problematiche chimico-analitiche degli oli extra vergini di oliva. Atti IVOT, pp. 79-87.
- LERCKER G., FREGA N., BOCCI F., SERVIDIO G., 1994. "Veiled" extra virgin olive oils: dispersion response related to oil quality. *JAACS*, 71(6), pp. 657-658.
- LERCKER G., FREGA N., BOCCI F., MOZZON M., 1999. Volatile constituents and oxidative stability of virgin olive oils: influence of the kneading of olive paste. *Grasas y Aceites* vol. 50, 1, pp. 26-29.
- LOMBARDO N., GILIBERTI A., 1977. Ann. Ist. Sper. Oliv., Cosenza, V, pp. 145-166.
- LOTTI G., BAZAN E., IZZO R., 1975. Influenza del portinnesto sulle caratteristiche dell'olio di oliva. *Tecnica Agricola*, 1-2, pp. 49-59.
- LOTTI G., IZZO R., RIU R., 1982. Influenza del clima sulla composizione acidica e sterolica degli oli di oliva. *Società Italiana di Scienza dell'Alimentazione*, 11, 2, pp. 115-126.
- LOTTI G., 1985. Principi di chimica e biochimica vegetale. ETS Editrice, Pisa.
- MARIANI C., BELLAN G., 1997. Sulla presenza di derivati dei tocoferoli negli oli vegetali. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, 74, pp. 545-552.
- MARINI S., 1990. Metodologie di campionamento, analisi degli oli ed elaborazione dati. In: Indagine sulla coltura dell'olivo e l'olio extravergine d'oliva della Valconca. Regione Emilia-Romagna. Servizio Circondariale Agricoltura e Alimentazione di Rimini, pp. 62-88.
- MARZOUK B., CHERIF A., 1981. *Oleagineux*, 36, pp. 77-82.
- MATTEI A., OSTI M., CIMATO A., SANI G., 1989. Cultivars and environmental as regulating factors in polyphenol and tocopherol contents of the tuscan oil. International Symposium on oil growing, Cordoba, 26-29 sept.
- MICKELAKIS N., 1990. Yield response of table and oil olive varieties to different water

use level under drip irrigation. International Symposium on Olive Growing, Cordoba, 26-29 sept, *Acta Horticulturae*, 286, pp. 271-274.

MINGUEZ-MOSQUERA M.I., Gandul-Rojas B., Garrido-Fernandez J., Gallardo-Guerrero M.L., 1990. Pigments presents in virgin olive oil. *JAACS*, vol. 67, n. 3, pp. 192-196.

MINGUEZ-MOSQUERA M.I., REJANO-NAVARRO L., GANDUL-ROJAS B., SANCHEZ-GOMEZ A.H., GARRIDO-FERNANDEZ J., 1991. Color-pigment correlation in virgin olive oil: *JAACS*, vol. 68, n. 5, pp. 332-336.

MINGUEZ-MOSQUERA M.I., GANDUL-ROJAS B., GALLARDO-GUERRERO M.L., 1992. Rapid method of quantification of chlorophylls and carotenoids in virgin olive oil by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 40, n. 1, pp. 60-63.

MODI G., FABBRINI A., SIMIANI G., TRACCHI S., MATTEI A., CIMATO A., 1991. Studio dei componenti della frazione insaponificabile di oli toscani ottenuti da varie cultivar. *Bollettino dei Chimici Igienisti*, 47, pp. 787-801.

MODI G., SIMIANI G., NIZZI-GRIFI G., 1992. Diminuzione di clorofilla *a* e di β -carotene in olive della cultivar frantoio durante la maturazione. *Boll. Chim. Igien.*, vol. 43, pp. 225-233.

MONTEDORO G.F., 1981. Meccanizzazione della raccolta delle olive. CNR Progetto Finalizzato, Roma.

MONTEDORO G.F., GAROFALO L., 1984. Caratteristiche qualitative degli oli vergini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietà, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXI, pp. 3-11.

MONTEDORO G.F., 1994. I componenti minori degli oli vergini di oliva e la loro importanza qualitativa. *Atti Ricerche I.V.O.T.*, pp. 41-55.

MORALES M.T., ALONSO M.V., RIOS J.J. AND APARICIO R., 1995. Virgin olive oil aroma: relationship between volatile compounds and sensory attributes by chemometrics. *J. Agric. Food Chem.*, 43, pp. 2925-2931.

MORETTINI A., 1950. Olivicoltura. Ramo Editoriale degli Agricoltori, Roma.

MOSQUERA M.I., 1982. *Grasas y Aceite*, 6, pp. 327-333.

MOSQUERA M.I., FERNANDEZ-GARRIDO J., 1989. Chlorophyll and carotenoid presence in oil fruit (*Olea europaea*). *J. of Agric. and food Chemistry*, 37(1), pp. 1-7.

MOUSA Y.M., GERASOPOULOS D., METZIDAKIS I., KIRITSAKIS A., 1996. Effect of Altitude on fruit and oil quality characteristics of "Mastoides" olives. *J. Sci. Agric*, 71, pp. 345-350.

OLIAS J.M., PÉREZ A.G., RIOS J.J. AND SANZ L.C., 1993. Aroma of virgin olive oil: biogenesis of the "Green" odor notes. *J. Agric. Food Chem.* 41, pp. 2368-2373.

PANNELLI G., MONTEDORO G.F., 1989. Scelte varietali, condizioni pedoclimatiche, maturazione del frutto e caratteristiche qualitative dell'olio di oliva.

PATUMI M., D'ANDRIA R., FONTANAZZA G., MORELLI G., VERGARI F., 1998. Effetto del-

l'irrigazione sulla produzione e sullo sviluppo vegetativo di un giovane oliveto. *Oli-vo e Olio*, 1.

PATUMI M., FONTANAZZA G., BALDONI L., BRAMBILLA I., 1990. Determination of some precursors of lipid biosynthesis in olive fruits during ripening. International Symposium on olive growing, Cordoba, 26-29 sept., *Acta Horticulturae*, 286, pp. 199-202.

PATUMI M., FONTANAZZA G., CAPPELLETTI M., BRAMBILLA I., 1992. La biosintesi degli acilgliceroli e il suo riflesso sulla composizione lipidica degli oli. International Symposium "Olive Oil Quality", Firenze 1-3 dicembre, pp. 353-360.

PETRUCCIOLI G., 1985. I.P.R.A., Progetto finalizzato, CNR, Roma, pp. 151-173.

PEDULLI L., TIBALDI S., 1995. Studio preliminare sulla caratterizzazione meteo-climatica della porzione di bacino padano adriatico centrato sulla provincia di Rimini. C.O.M.P.A. Consorzio per lo studio e il monitoraggio dell'ambiente padano-adriatico, Bologna.

POLESELLO A., 1980. L'aroma delle pere – Rassegna dei risultati sperimentali. Atti Incontro Frutticolo S.O.I. "Aggiornamento della coltura del pero", Ferrara, 19/12.

PORRETTA S., 1992. L'analisi sensoriale. Organizzazione dei test ed elaborazione dei risultati. Ed. Tecniche nuove.

PULCINI I., 1990. Alimentazione 2000 e più. Lucarini Editore s.r.l., Roma.

RAHMANI M., 1989. I pigmenti clorofillici nella fotossidazione dell'olio d'oliva vergine. *Olivae* Anno IV, n. 26, pp. 30-32.

RAHMANI M., SAARI CSALLANY A., 1991. Chlorophyll and β -carotene pigments in maroccan virgin olive oils measured by high-performance liquid chromatography. *JAACS*, vol. 68, n. 9, pp. 672-674.

RANALLI A., TOMBESI A., FERRANTE M.L., DE MATTIA G., 1997. A new olive ripening index and quality of product. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, 74, pp. 553-558.

RANALLI A., TOMBESI A., FERRANTE M.L., DE MATTIA G., 1997. A new olive ripening index and quality of product. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXXIV, pp. 553-558.

Reg. CEE 2568/91. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L. 248 del 5/09/1991.

Reg. CEE 2081/92. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L. 208 del 14/07/1992.

Reg. CEE 2082/92. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L. 208 del 14/07/1992.

ROTONDI A., MAGLI M., 1998. Valutazione comparativa della sensibilità a minime termiche critiche di cultivar di olivo della Romagna. *Olivo & Olio*, 2, pp. 48-54.

SALAS J., PASTOR M., CASTRO J., VEGA V., 1997. Influencia del riego sobre la composición y características organolepticas del aceite de oliva. *Grasas y Aceites*, 48, pp. 74-82.

SALVO F., ALFA M., LO CURTO S., MICALI G., LANUZZA F., 1995. Determinazione di tocoferoli in oli siciliani extra vergini di oliva proposti per la denominazione di origine controllata. Atti del 2° congresso nazionale di: "Chimica degli alimenti". Giardini Naxos, 24-27 maggio, pp. 401-405.

SCHUEP W., SCHIERLE J., 1997. Determination of β -carotene in commercial foods: interlaboratory study. *JAACS*, vol. 80, n. 5, pp. 1057-1063.

- SERVILI M., BALDIOLI M., MINIATI E., MONTEODORO G. F., 1995. Antioxidant activity of new phenolic compounds extracted from virgin olive oil and their interaction with a-tocopherol and β -carotene. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, 72, pp. 55-59.
- SIMONINI G., 1992. Provincia di Forlì: il clima del territorio. *AER*, gennaio 1992, pp. 10-23.
- SOLE REIRA M.A., 1990. The influence of auxillary drip irrigation, with low quantities of water in olive trees in Las Garrigas (cv. Arbequina). International Symposium on Olive Growing, Cordoba, 26-29 sept, *Acta Horticulturae*, 286, pp. 307-310.
- SOLINAS M., 1987. Analisi HRGC delle sostanze fenoliche di oli vergini di oliva in relazione al grado di maturazione e alla varietà delle olive. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXIV, pp. 255-262.
- SOLINAS M., MARSILIO V., ANGEROSA F., 1988. Evoluzione di alcuni componenti dell'aroma degli oli vergini di oliva in relazione al grado di maturazione delle olive. *Riv. It. Sost. Grasse*, LXIV, pp. 475-480.
- SOUTHON S., 1995. Increased vegetable and fruit consumption within the EU: potential health benefits. Project number AIR2-CT93-0888 (DG 12 SSMA). In: "Antiossidanti naturali negli alimenti Apetti tecnologici e qualitativi. Università degli studi di Udine – Dipartimento di Scienze degli Alimenti. Udine, 5-6 dicembre.
- TISCORNIA E, FORINA M., EVANGELISTI F., 1982. Composizione chimica dell'olio di oliva e sue variazioni indotte dal processo di rettificazione. *Riv. Ital. Sost. Grasse*, 59, pp. 519-555.
- UCEDA M., 1983. Factores que influyen en la calidad del aceite de oliva. Simposio Expoliva 1983, Jaén (Spagna).
- UCEDA M., FRIAS L., RUANO M.T., 1989. Olive cultivars differentiation by their oil fatty acid structure. *Olea*, 20, 38.
- VASQUEZ RONCERO A., MAESTRO DURAN R., DELLA VALLE M.L., 1970. Anthocyanin pigments in olive fruits. II. Variations during ripening. *Grasas y Aceite*, 6, pp. 337-341.
- VINCERI F.F., BALDI A., ROMANI A., MULINACCI N., BAMBAGIOTTI M., 1994. Composti polifenolici delle olive toscane e loro derivati. Edizioni I.V.O.T., Firenze, pp. 121-129.
- VITAGLIANO M., 1983: Industrie Agrarie. UTET, Torino.
- YAMAUCHI N., WATADA A.E., 1998. Chlorophyll and xanthophyll changes in broccoli florets stored under elevated CO₂ or ethylene-containing atmosphere. *Hort Science*, vol. 33(1), pp. 114-117.
- ZERBINI ECCHER, 1996. L'analisi sensoriale nella valutazione dei prodotti ortofrutticoli. Atti del workshop "La qualità dei prodotti ortofrutticoli: l'analisi sensoriale", Bologna, Editrice La Mandragora, Imola.

INDICE

pag.	5	Prefazione
”	7	Presentazione
”	11	Disegno sperimentale <i>Annalisa Rotondi</i>
”	15	Olivo e ambiente in Romagna <i>Massimiliano Magli</i>
”	31	Il frutto dell’olivo <i>Annalisa Rotondi</i>
”	47	Fattori che influenzano la qualità di un olio di oliva <i>Annalisa Rotondi</i>
”	55	Caratteri chimici dell’olio di oliva <i>Annalisa Rotondi e Gianpaolo Bertazza</i>
”	87	Analisi sensoriale e aromi nell’olio di oliva <i>Annalisa Rotondi e Francesca Rapparini</i>
”	101	Considerazioni conclusive
”	103	Bibliografia

Finito di stampare nel mese di febbraio 2001
presso la Tipografia Moderna di Ravenna
per conto della Editrice La Mandragora di Imola