

OLI EXTRAVERGINI PIÙ PICCANTI AUMENTANDO LA VELOCITÀ DEL FRANGITORE MECCANICO

Claudio Cantini, Graziano Sani

IVALSA-CNR Azienda Agraria Sperimentale “Santa Paolina” Follonica (Grosseto)

Negli ultimi anni si è assistito ad un aumento dell’attenzione rivolta, sia da parte degli addetti ai lavori che dei consumatori, verso la qualità organolettica degli extravergini d’oliva, anche grazie ai numerosi corsi di assaggio, organizzati in analogia a quanto fatto per il vino da vari enti ed associazioni. Come conseguenza di questo maggiore interesse verso le caratteristiche sensoriali i produttori hanno cercato di migliorare il proprio lavoro, indirizzando le loro forze al raggiungimento di un’elevata qualità organolettica, spesso associabile anche ad un alto valore nutrizionale del prodotto^(1,2). Le proprietà sensoriali dell’olio extravergine di oliva infatti dipendono da alcune sostanze volatili ma soprattutto dal contenuto in polifenoli o composti minori polari, che svolgono diversi ed importanti ruoli sia sull’olio che sull’organismo umano⁽³⁾. Essi sono dei potenti antiossidanti e garantiscono all’olio resistenza all’autoossidazione ed alla termoossidazione^(4,5), ma sembrano avere effetti positivi anche sull’uomo, con azioni farmacologiche cardioprotettive ^(6,7). I polifenoli sono stati quindi oggetto di numerose ricerche, rivolte a chiarire il ruolo svolto, sul loro contenuto, da parte di alcune variabili agronomiche e tecnologiche ⁽⁸⁾. E’ stata visto ad esempio che hanno un’azione sul contenuto in polifenoli la cultivar utilizzata⁽⁹⁾, lo stadio di maturazione dei frutti ⁽¹⁰⁻¹²⁾, le condizioni pedoclimatiche e l’irrigazione ⁽¹³⁾. Anche le condizioni di estrazione agiscono sul contenuto in polifenoli e quindi sulle caratteristiche organolettiche in particolare le modalità di frangitura, la gramolazione e la centrifugazione⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. Si è scoperto tra l’altro che l’aggiunta di acqua alle paste durante le fasi di lavorazione modifica la distribuzione delle sostanze polifenoliche, idrosolubili, nelle diverse fasi aumentando la loro concentrazione nelle acque di vegetazione e riducendone il contenuto finale nell’olio. Per ovviare a questo l’industria ha sviluppato una nuova classe di separatori centrifughi che possono operare la separazione delle fasi nelle paste con l’aggiunta di modeste quantità di acqua (10-30 Litri ogni 100 Kg di pasta) o senza aggiunta alcuna di acqua.

Per capire come possa essere ottenuta la qualità organolettica desiderata è quindi fondamentale per i produttori conoscere l’effetto sortito da ogni variabile della filiera e questo non è sempre facile in quanto i passi sono numerosi, a partire dal campo per arrivare in frantoio, ed ognuno in realtà può pesare sul risultato finale. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare l’effetto della velocità del frangitore meccanico a coltelli sulle caratteristiche chimiche ed organolettiche degli oli extravergini

ottenuti. Con il lavoro abbiamo anche cercato di chiarire alcuni aspetti riguardanti il contenuto in sostanze polifenoliche ed il loro effetto sulle caratteristiche organolettiche, che sembra talvolta discordante in funzione delle condizioni di lavoro⁽⁸⁾. A questo scopo abbiamo deciso di eseguire un esperimento dove le possibili variabili che agiscono sulla qualità dell'olio extravergine ottenuto fossero il più possibile stabilizzate, al fine di evidenziare il solo possibile effetto della variabile che ci interessava, ovvero la velocità del frangitore, che talvolta è indicata come capace di aumentare il contenuto polifenolico⁽¹⁷⁾, altre di diminuirlo⁽¹⁸⁾. Il lavoro è stato svolto, in modo pratico ed applicativo, in collaborazione con la ditta Toscana Enologica Mori (TEM) di Tavarnelle val di Pesa (Firenze) che in qualità di produttrice di frantoi è particolarmente interessata a conoscere gli effetti di alcune variabili tecnologiche impiegate sul prodotto ottenibile in modo da indirizzare il lavoro dei clienti e migliorare i propri macchinari.

Materiali e metodi

Olive delle varietà “Frantoio”, Mignolo” e “Moraiolo” sono state raccolte a mano negli anni di produzione 2004 e 2005 da piante geneticamente controllate e mantenute con le normali pratiche colturali sulle colline fiorentine. La produzione é stata accuratamente controllata, durante le due stagioni, al fine soprattutto di evitare attacchi di mosca olearia che potessero compromettere in modo importante la qualità. La raccolta è stata fatta, in entrambi gli anni, in un periodo di 2 settimane agli inizi del mese di Novembre. Ogni anno una tonnellata di olive, per ciascuna delle tre varietà, è stata raccolta in due diverse date in modo da avere due ripetizioni di ogni tesi dell'esperimento. Dopo la raccolta ogni carico di olive è stato trasportato in casse di plastica, conservato per non più di 8 ore, mescolato ed infine suddiviso in 2 sottocampioni dei quali sono stati determinati lo stadio di maturazione dei frutti con una scala basata sul colore dell'epidermide come illustrato nel **riquadro 1**. L'estrazione dell'olio è stata effettuata con un impianto commerciale “Oliomio 250” che lavora in continuo a due fasi (olio e sansa umida) prodotto dalla **Toscana Enologica Mori (Fotografia 1)**. Le olive sono state accuratamente lavate e poi passate nel frangitore a coltelli dotato di un inverter. In ogni giornata di prove sono stati lavorati i due sottocampioni appartenenti ad una cultivar utilizzando due diverse velocità periferiche (2800 e 3360 rpm) del rotore mostrato in particolare nella **Fotografia 2**. Tutto il macchinario è stato perfettamente lavato tra una frangitura e quella successiva. La pasta ottenuta da ciascuna frangitura è stata tenuta nella gramola per 30 minuti e la temperatura delle paste durante la gramolazione è stata mantenuta a 20 ± 0.3 °C. Al termine della gramolazione la pasta è stata infine passata al separatore centrifugo orizzontale aggiungendo una piccola quantità di acqua (50 litri per tonnellata) durante il trasporto verso il decanter al fine di permettere una migliore separazione delle fasi.

Tutte le condizioni di lavorazione sono state mantenute stabili durante le prove sperimentali, effettuando tutte le prove in frantoio con un solo operatore. L'olio destinato alle analisi è stato raccolto direttamente all'uscita del decanter, immediatamente filtrato con un filtro a cotone e suddiviso in sottocampioni da 100 ml destinati sia alle analisi chimiche che alle valutazioni organolettiche. Gli oli prodotti con questo sistema sono stati 24 in totale come risultato delle seguenti interazioni tra variabili: 3 cultivar x 2 velocità x 2 date x 2 anni. L'analisi sensoriale degli oli è stata effettuata seguendo il metodo ufficiale COI⁽¹⁹⁾. Ad ogni assaggio sono stati valutati al massimo 6 oli, selezionati a caso tra i 12 ottenuti in ciascun anno, ed ogni campione è stato valutato due volte in due differenti sessioni. Al termine tutti i dati ottenuti sono stati elaborati ottenendo il valore della mediana di ciascun attributo positivo (Fruttato, Amaro, Piccante) che è stato poi utilizzato per l'analisi statistica. Le analisi chimiche sulle componenti polifenoliche sono state eseguite presso il Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università di Firenze mediante strumentazione a cromatografia liquida (HPLC-DAD e HPLC-MS) con metodologie ormai collaudate ed utilizzate da anni all'interno del laboratorio. Tutti i dati ottenuti dalla analisi organolettiche e dalle analisi chimiche sono stati successivamente elaborati statisticamente con un programma (SYSTAT11) applicando l'analisi della varianza, in grado di evidenziare l'effetto delle diverse variabili inserite nella sperimentazione.

Risultati e discussione

Come prima cosa era importante sapere se l'effetto meccanico della velocità avesse comportato qualche differenza reale nella frangitura delle olive. A questo scopo abbiamo prelevato dalle paste i residui di nocciolo ed in seguito a setacciatura abbiamo misurato la percentuale in peso delle diverse frazioni distinte da diverso diametro dei frammenti. Come può essere visto nella **Figura 1** la maggiore velocità ha provocato una maggiore frantumazione dei noccioli, che si sono suddivisi in particelle di diametro inferiore rispetto a quelle prodotte a velocità più bassa.

Dal punto di vista chimico i valori ottenuti per ogni componente minore polare sono esposti in **Tabella 1** dove è possibile trovare il contenuto di ogni singolo componente in relazione alla variabile presente nella sperimentazione. Se una delle variabili (Cultivar, Anno e Velocità) ha avuto effetto sul contenuto della sostanza chimica il numero riportato sulla riga contrassegnata dalla lettera *p* deve essere uguale o inferiore al valore 0,05 (95% di probabilità di non essere una differenza casuale). Come si vede quindi la velocità ha comportato una differenza significativa soltanto sul contenuto in lignani, che rappresentano un'importante classe di antiossidanti dell'olio extravergine di oliva⁽²⁰⁾. Gli effetti maggiori sul contenuto delle sostanze polifenoliche sono stati svolti quindi soprattutto dalla cultivar utilizzata e dall'annualità (assieme di variabili che fanno sì che un anno di produzione possa essere

diverso da un altro). E' interessante notare come, sebbene il contenuto in polifenoli totale sia stato più alto nel 2004 rispetto al 2005, la differenza tra i due anni non sia significativa. I 24 oli prodotti con il sistema utilizzato hanno raggiunto un elevato livello qualitativo, in termine di contenuto polifenolico, garantendo un'elevata capacità antiossidante e quindi possibile lunga stabilità nel tempo⁽²¹⁾. I voti ottenuti dagli oli alla valutazione organolettica sono riportati nella successiva **Tabella 2** dove si trova ancora una volta l'indice statistico in grado di evidenziare quando le differenze tra i punteggi siano significative (con valori di $p \leq 0,05$). Il maggior interesse della ricerca era quello di evidenziare gli eventuali effetti della velocità del frangitore e come si può vedere questo ha avuto azione solo sul voto dato dagli assaggiatori all'attributo del "Piccante". Gli oli prodotti a maggiore velocità sono risultati più fruttati e più amari di quelli prodotti a velocità inferiore ma queste differenze non erano statisticamente significative. E' risaputo che sia la cultivar che la stagionalità hanno effetto sulle caratteristiche organolettiche degli oli, nonostante i valori mediamente inferiori ottenuti dagli oli prodotto nel 2004 la differenze esistenti tra i due anni non sono però risultate significative. La variabile "Cultivar" ha avuto effetto sia sull'attributo "Amaro" che sul "Piccante" mentre i valori dati al "Fruttato" sono stati elevati per tutti gli oli senza alcuna differenza tra le variabili cultivar, anno e velocità. Probabilmente le condizioni di estrazione utilizzate, specialmente il decanter a due fasi e la poca acqua aggiunta, hanno contribuito a smorzare gli effetti della stagionalità con il raggiungimento di elevati valori di fruttato. Un alto voto di "Fruttato" è stato dato anche agli oli della cultivar "Moraiolo" che in entrambe gli anni erano stati ottenuti da olive con alto indice di maturazione rispetto a quello del "Frantoio" e del "Mignolo" (**Tabella 3**). E' interessante notare come gli oli di "Mignolo" siano stati sempre più amari di quelli del "Frantoio" nonostante questo fosse stato raccolto in uno stadio di maturazione meno avanzata sia nel 2004 che nel 2005. D'altra parte lo stesso livello di "Amaro" è stato raggiunto dagli oli di "Moraiolo" e di "Frantoio" raccolti ad uno stadio di maturazione completamente diverso: 3,99 (buccia ormai completamente nera) del "Moraiolo" contro 1,24 (buccia verde-giallognolo) del "Frantoio" nel 2004 ed ancora 3,29 contro 0,65 nel 2005. E' risaputo che gli attributi di amaro e di piccante tendono ad abbassarsi durante il periodo della frangitura, dal punto di vista pratico è quindi importante sapere che con i macchinari utilizzati lo stesso livello di amaro dell'olio extravergine è stato ottenuto sia con olive completamente verdi o già nere in relazione alla cultivar utilizzata per la produzione. Dalla Tabella 2 inoltre è possibile vedere come nell'anno 2004 siano stati ottenuti oli con lo stesso contenuto totale di sostanze polifenoliche con indici di maturazioni che variavano da 1,24 a 3,99. E molto interessante notare come l'oscillazione del contenuto dei polifenoli negli oli prodotti nel 2004 sia stata pari a soli 12 ppm e che nonostante questo contenuto quasi identico in polifenoli totali gli oli erano stati valutati però in modo molto diverso al gusto, con notevole variazione nella votazione degli attributi di "Amaro" e di

“Piccante”. Nel nostro esperimento l’attributo di amaro è stato fortemente correlabile sia al contenuto di oleuropeina aglicone che a quello della forma dialdeidica dell’acido elenoico legato all’idrossitirosolo, contrassegnato dalla sigla internazionale 3,4-DHPEA-EDA. Dalla **Figura 2,a** è possibile vedere come questo ultimo composto abbia avuto una correlazione con il punteggio assegnato di amaro maggiore rispetto all’altro (**Figura 2,b**). Il coefficiente R^2 uguale a 0,607 significa che il 60% della variazione nel valore di amaro è spiegato dal contenuto in parti per milione di questo composto mentre l’altro ha un R^2 pari a 0,553. I due composti chimici sono naturalmente altamente correlati al contenuto in polifenoli totali (**Figura 2,c,d**) e questo spiega perché di solito si dice che l’amaro è legato al contenuto in polifenoli, senza specificare quale sia la frazione del totale di questi che effettivamente gioca il maggior ruolo attivo sull’attributo sensoriale. Dal punto di vista pratico quindi è importante sapere che a parità di polifenoli totali emersi dalle analisi, se si vuole realmente stabilire quale olio sia più amaro, secondo quanto emerge da questo lavoro, si deve analizzare il contenuto in 3,4-DHPEA-EDA ovvero la forma dialdeidica dell’acido elenoico legato all’idrossitirosolo più che l’oleuropeina aglicone recentemente segnalata da altri autori⁽²²⁾.

Per quanto riguarda l’attributo di piccante invece non è stato possibile trovare elevate correlazioni con un singolo composto come segnalato da altri autori⁽²³⁾ ma l’unica spiegazione della variazione esistente all’interno dei campioni analizzati, anche se capace di spiegare soltanto il 43% di essa, è stata con la sommatoria di acido elenoico e dei suoi derivati come può essere visto nella **Figura 3** dove appunto il contenuto totale di questi composti è mostrato in relazione al punteggio assegnato per l’attributo.

Per concludere quindi può essere affermato sulla base delle ricerche svolte che l’aumento della velocità del frangitore porta ad un aumento della piccantezza degli oli, attributo considerato positivamente ma talvolta ritenuto svantaggioso. Per alcuni consumatori il piccante eccessivo può infatti rappresentare un attributo negativo e talvolta vengono preferiti oli poco aggressivi al palato. Si deve tenere conto che questo attributo tende naturalmente a decadere come intensità nel corso del tempo e quindi ad attenuarsi con l’invecchiamento dell’olio. Il produttore ha quindi a propria disposizione la possibilità di aumentare la velocità di frangitura nel caso in cui voglia innalzare l’intensità delle note organolettiche come nel caso di maturazione avanzata dei frutti. La lavorazione di olive monovarietalì, effettuata per ridurre la variabilità del campione da sottoporre a frangitura, ha mostrato come in realtà da ogni cultivar si possano ottenere oli con elevato contenuto di sostanze polifenoliche ma diverso gusto anche se i frutti si trovano in condizioni molto diverse di maturazione. Per il produttore attento quindi sarebbe davvero necessario capire, varietà per varietà, il tipo di prodotto che può essere ottenuto in funzione della curva di maturazione dei frutti. Mentre per alcune varietà, il “Leccino” ad esempio, attendere l’invaiaitura totale dei frutti significa produrre oli delicati nel sapore con caratteristiche organolettiche attenuate,

questo non è vero per il “Moraiolo” che almeno con il sistema adottato nelle prove è stato in grado di fornire oli particolarmente fruttati ed amari anche ad avanzato stadio di colorazione. Dalla cultivar “Mignolo” invece è stato possibile produrre oli con intensità di amaro talmente accentuate da renderlo difficilmente accettabile per alcuni tipi di consumatori che potrebbero prenderlo in considerazione soltanto a distanza di tempo dalla frangitura, una volta diminuiti i livelli degli attributi di amaro e di piccante.

Il raggiungimento di un livello elevato di polifenoli negli oli è quindi auspicabile e possibile operando con i macchinari operanti a due fasi quali quelli utilizzati ma non deve essere fine a se stesso. Un eccessivo carico polifenolico potrebbe portare infatti alla produzione di oli giudicati ottimi dagli assaggiatori professionisti ma immediatamente non molto appetibili per una parte dei consumatori meno educati. Occorre quindi scegliere le modalità di lavorazione tenendo conto delle variabili varietà/maturazione/velocità in funzione del mercato di riferimento e dell’uso che vuol essere fatto del prodotto. Oli dalle caratteristiche organolettiche particolarmente intense possono essere ottimi per il consumo immediato oppure possono essere utilizzati per il taglio con oli di minore intensità in epoche successive a quelle di frangitura. Nel caso di varietà già in grado di fornire oli intensi invece la velocità potrebbe essere ridotta allo scopo di attenuare alcune note sensoriali. Il livello polifenolico ottenuto con i macchinari utilizzati è comunque tale da assicurare all’olio, se conservato in modo corretto, il mantenimento della categoria extravergine per un periodo superiore rispetto agli oli standard come dimostrato anche da un lavoro recentemente pubblicato⁽²⁴⁾ dove oli di caratteristiche simili hanno mantenuto l’attività antiossidante e antiradicale in vitro anche dopo la conservazione per 18 mesi.

Bibliografia

1. Visioli F., Poli A., Galli C. (2002). Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal Research Reviews* 22, 1:65-75.
2. Tsimidou M. (1998) Polyphenols and quality of virgin olive oil in retrospect. *Ital. J. Food Sci.* 10:99-116
3. Montedoro G.F., Baldioli M., Servili M. (1992). I composti fenolici dell'olio di oliva e la loro importanza sensoriale, nutrizionale e merceologica *Giornale Ital. Di Nutriz. Clin. e Prev.*, 1, 19-32
4. Aparicio R., Roda L., Albi M.A., Gutierrez F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by rancimat. *J. Agric. Food Chem.* 47:4150-4155.
5. Velasco J., Dobarganes C. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 104:661-676.
6. Tuck K., Hayball J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil, metabolism and health effects. *J. Nutrit. Biochem.* 13:636-644.
7. Papadopoulos G., Boskou D. (1991) Antioxidant effect of natural phenols on olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 68:669-671.
8. Servili M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Montedoro G., Morozzi G. (2004). Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols, agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *J. Chromatogr. A.* 1054:113-127.
9. Skevin D., Rade D., Strucelj D., Mokrovcak Z., Nederal S., Bencic D. (2003). The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. *Eur. J. Food Res. Tech.* 105:536-541.
10. Caponio F., Gomes T. (2001) Phenolic compounds in virgin olive oils, influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf life. *Eur. J. Food Res. Tech.* 212:329-333.
11. Koutsaftakis F., Kotsifaki E., Stefanoudaki A., Cert A. (2000). A three year study on the variations of several chemical characteristics and other minor components of virgin olive oils extracted from olives harvested at different ripening stages. *Olivae*, 80, 22-27
12. Gimeno E., Castellote A. I., Lamuela-Raventos R.M., De la Torre M.C., Lopez-Sabater M.C. (2002) The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chem.* 78:207-211

13. Jesus Tovar M., Jose Moltiva M., Paz Romero M.(2001) Changes in the phenolic composition of virgin olive oil from young trees (*Olea europaea* L.cv. Arbequina) grown under linear irrigation strategies. *J. Agric. Food Chem.* 49:5502-5508.
14. Cert A., Alba J., Perez-Camino M.C., Ruiz-Gomez A., Hidalgo F., Moreda W., Moyano M., Martinez F., Tubaileh R., Olias J. (1999) Influence of extraction methods on the characteristics and minor components of extra virgin olive oil." *Olivae* 79:41-50.
15. Di Giovacchino L., Sestili S., Di Vincenzo D. (2002) Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *E. J. Lipid. Sci Technol.* 104(9-10):587-601.
16. Salvador M.D., Aranda F., Gomez-Alonso S., Fregapane G. (2003) Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil, a study of five crop seasons. *Food Chem.*, 80:359–366.
17. Koutsaftakis A., Kotsifaki F., Papamanolioudaki A., Stefanoudaki E.(2002) Effect of olive crushing parameters on the qualitative characteristics of virgin olive oil. *Acta Hort.* 2002, 586, 645-648.
18. Cabras P., Martelli A. (2004) *Chimica degli alimenti*. Piccin, Padova pag. 414.
19. Giomo: Organoleptic assessment of virgin olive oil. COI/T.20Doc. N.15/Rev, 1, (2000) A new robust statistical approach to classify the oils. European Conference “Food Industry and Statistic” 19-21 Jan..
20. Mulinacci N., Giaccherini C., Ieri F., Romani A., Vincieri F.F. (2006) Evaluation of lignans and free and linked hydroxy-tyrosol and tyrosol in extra virgin olive oil after hydrolysis processes. *J. Sci. Food Agric.* 86:757-764
21. Cinquanta L., Esti M., La Notte E. (1997). Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(10):1259–1264.
22. Siliani S., Mattei A., Benevieri Innocenti L., Zanoni B. (2006) Bitter taste and phenolic compounds in extra virgin olive oil, an empirical relationship. *J. Food Qual.*, 29(4):431-441.
23. Andrewes P., Busch J.L.H.C., deJoode T., Groenewegen A., Alexandre H. (2003) Sensory properties of virgin olive oil polyphenols: identification of deacetoxy-ligstroside aglycon as a key contributor to pungency. *J. Agric. Food Chem.*, 5:1415-20.
24. Romani A., Lapucci C., Cantini C., Ieri F., Mulinacci N. Visioli F. (2007). Evolution of minor polar compounds and antioxidant capacity durino storage of bottled extra virgin olive oil. *J.Agric.Food.Chem.* 55,4:1315–1320.

Didascalie Fotografie

Foto 1. Il frantoio commerciale modello aziendale con il quale sono state eseguite le prove



Foto 2. Particolare del frangitore a coltelli con in primo piano la griglia di fuoriuscita della pasta



Riquadro 1

Esempio di calcolo dell'indice di maturazione di un campione di 100 olive			
Stadio Colorazione Epidermide	Valore	Num. Olive	Prodotto
Completamente verde	0	10	0
Verde-giallognolo	1	50	50
Meno del 50% della superficie invariata	2	20	40
Più del 50% della superficie invariata	3	15	45
Completamente nera	4	5	20
Sommatoria		100	115
Media ponderata corrispondente all'Indice di Maturazione			1,15

Figura 1.

Distribuzione del peso dei frammenti di nocciolo estratti dalle paste ottenute con due diverse velocità del frangitore in quattro classi di diametro

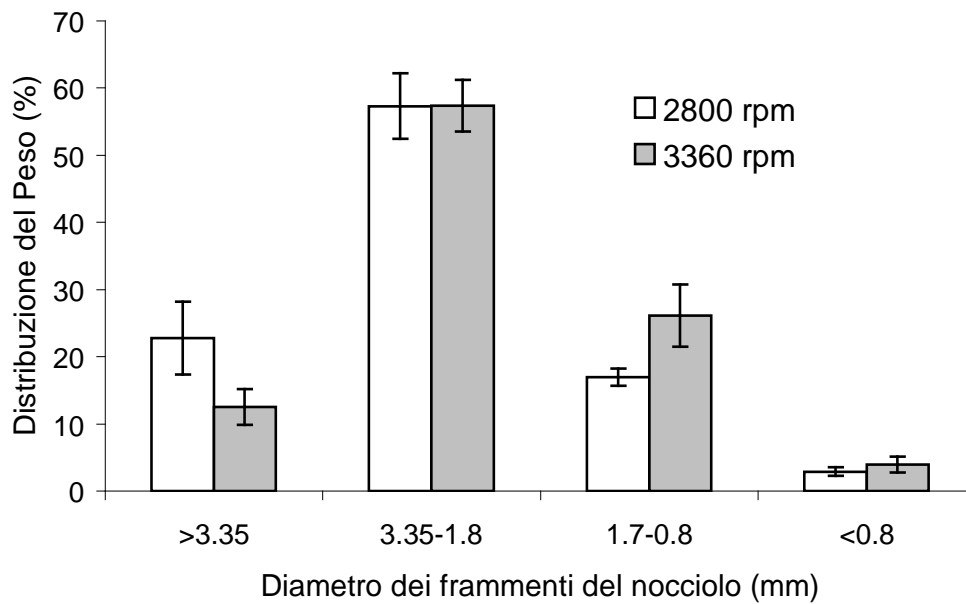


Tabella 1. Contenuto di polifenoli totali e delle diverse frazioni fenoliche (in parti per milione) degli oli ottenuti con la sperimentazione. I dati rappresentano la media di tre misurazioni. Il livello di probabilità (*p*) indica il livello di significatività di ciascuna variabile determinato mediante analisi della varianza. Nelle ultime quattro righe sono riportati gli indici di significatività delle interazioni tra le variabili.

Variabile	Polifenoli Totali	Idrossitirosolo	Tirosolo	Derivati Acido Elenoico	Acido Elenoico	3,4 DHPEA-EDA	Derivati Secoroidi	Oleuropeina Aglicone	Lignani	Luteolina	Apigenina
Cultivar											
Frantoio	532	5,68	4,45	136,40	60,35	80,45	57,98	57,5	127,4	1,94	0,38
Mignolo	662	12,89	3,53	116,77	75,64	193,89	75,96	121	61,47	0,39	0,00
Moraiolo	495	8,40	2,95	66,34	49,00	136,09	46,28	96,46	72,11	4,27	0,22
	<i>p</i>	0,005	0,015	0,020	0,001	0,004	0,108	0,000	0,000	0,001	0,000
Anno											
2004	594	3,68	2,26	119,4	65,67	151,07	41,85	100,32	99,56	1,89	0,40
2005	531	14,29	5,03	93,62	57,66	122,55	78,29	82,97	74,45	2,51	0,00
	<i>p</i>	0,098	0,000	0,000	0,040	0,142	0,061	0,005	0,044	0,000	0,306
Velocità											
2800 rpm	545	8,89	3,51	103,18	57,93	133,22	62,78	90,08	83,55	2,29	0,19
3360 rpm	580	9,09	3,78	109,86	65,40	140,40	57,37	93,21	90,46	2,11	0,21
	<i>p</i>	0,342	0,900	0,490	0,563	0,168	0,612	0,616	0,692	0,050	0,770
Interazioni											
Cultivar * Anno	<i>p</i>	0,008	0,012	0,034	0,692	0,020	0,162	0,084	0,000	0,018	0,126
Cultivar * Velocità	<i>p</i>	0,728	0,666	0,099	0,056	0,634	0,697	0,907	0,916	0,612	0,862
Anno * Velocità	<i>p</i>	0,406	0,973	0,714	0,538	0,478	0,378	0,881	0,242	0,190	0,594
Cultivar * Anno * Velocità	<i>p</i>	0,594	0,692	0,519	0,059	0,179	0,751	0,982	0,511	0,308	0,745

3,4 DHPEA-EDA= forma dialdeidica dell'acido elenoico legato all'idrossitirosolo

Tabella 2. Voto assegnato ai diversi attributi sensoriali in seguito a valutazione organolettica degli oli prodotti in relazione alle variabili presenti nella sperimentazione e risultati dell'analisi della varianza. L'indice di probabilità (*p*) indica il livello di significatività di ciascuna variabile. Nelle ultime quattro righe sono riportati gli indici di significatività delle interazioni tra le variabili.

Variabile	Fruttato	Amaro	Piccante
Cultivar			
Frantoio	7,6	6,0	7,0
Mignolo	7,2	7,8	7,2
Moraiolo	7,2	5,8	5,8
	<i>p</i> 0,506	0,014	0,010
Anno			
2004	7,6	7,0	6,8
2005	7,2	6,0	6,4
	<i>p</i> 0,229	0,067	0,180
Velocità			
2800 rpm	7,2	6,2	6,1
3360 rpm	7,6	6,6	7,2
	<i>p</i> 0,198	0,362	0,013
Interazioni			
Cultivar * Anno	<i>p</i> 0,426	0,280	0,337
Cultivar * Velocità	<i>p</i> 0,678	0,078	0,918
Anno * Velocità	<i>p</i> 0,683	0,420	0,310
Cultivar * Anno * Velocità	<i>p</i> 0,832	0,203	0,683

Tabella 3. Indice di maturazione, contenuto totale in polifenoli e voto degli attributi sensoriali degli oli delle tre cultivar in ciascuno dei due anni di sperimentazione. I numeri con lettera diversa differiscono tra loro al 95% di probabilità (confronto delle medie con test di Bonferroni dopo analisi della varianza).

Cultivar	Indice di maturazione		di Polifenoli totali (ppm)		Futtato		Amaro		Piccante	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Frantoio	1,24 a	0,65 a	596 a	469 a	8,1 a	7,6 a	7,0 a	5,3 a	7,8 b	6,0 ab
Mignolo	2,12 b	1,57 b	599 a	724 b	7,4 a	6,8 a	7,8 b	7,7 b	7,0 ab	7,6 b
Moraiolo	3,99 c	3,29 c	587 a	402 a	7,4 a	6,7 a	6,7 a	5,3 a	6,3 a	5,5 a

Figura 2

Correlazioni tra (a) contenuto della forma dialdeidica dell'acido elenoico legato all'idrossitirosolo (3,4-DHPEA-EDA) e (b) Oleuropeina aglicone degli oli prodotti ed il punteggio assegnato all'attributo di Amaro mediante analisi organolettica. Nei grafici (c) e (d) è mostrata la correlazione tra il contenuto di queste sostanze ed il contenuto in polifenoli totali degli oli.

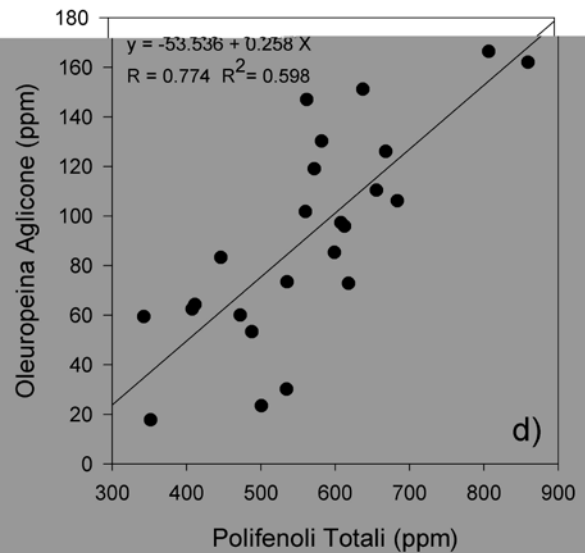
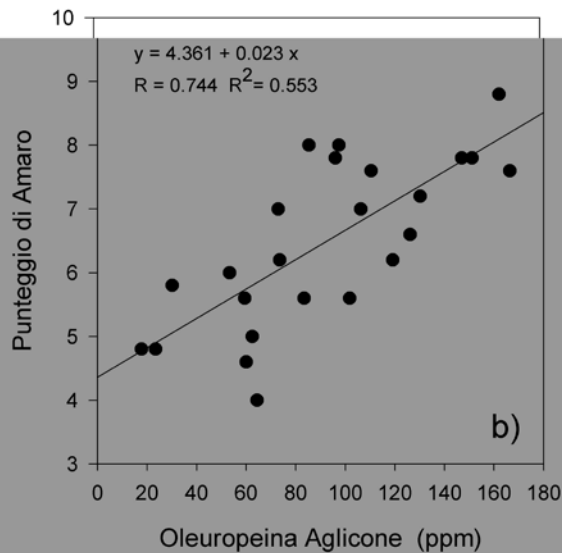
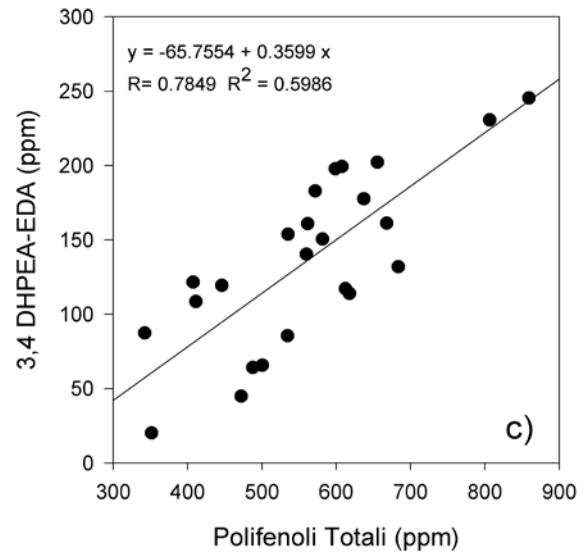
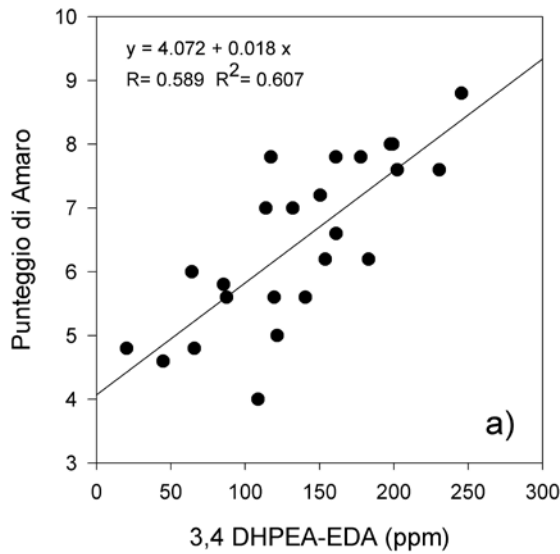


Figura 3.

Correlazione tra il valore della sommatoria del contenuto di acido elenoico e derivati dell'acido elenoico ed il punteggio assegnato all'attributo di piccante mediante analisi organolettica.

