

Controllo fitosanitario e qualità degli oli di oliva in areale invaso da *Bactrocera oleae*

Lucia GIANANTE¹
Paolo DEL RE¹
Fabio PIETRANGELI²
Luciano POLLASTRI²
Luciana DI GIACINTO¹

¹ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA)
Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari
Pescara (Italy)

² REGIONE ABRUZZO
Villanova di Cepagatti (PE)

(*) AUTORE CORRISPONDENTE:

Lucia GIANANTE

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA)

Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari
Pescara (Italy)

Viale Lombardia Contrada Bucceri
65012 VILLANOVA DI CEPAGATTI (PE)

lucia.giansante@crea.gov.it

Received: September 9, 2020

Accepted: December 10, 2020

Olive growing plays a major role in the economy of Mediterranean countries, but fluctuations in the oil market are strongly influenced by a number of environmental factors, including the pathogens of the olive tree. In the present work, the aim was to evaluate the action of phytosanitary control as well as the quality of the oils produced, in an area with a strong attack of oil fly; to this end, during the 2018/2019 oil campaign, in Abruzzo 23 olive-growing companies in Abruzzo were monitored with regard to agronomic parameters and phytosanitary conditions, in order to reduce the attack of *Bactrocera oleae* with the aim of preserving the quality of the oils produced. In 83% of the farms monitored the damage from fly attack was contained within a range between 5 and 40%, and only in 17% of farms was found an attack between 50 and 80%. The harvested olives were sent to the oil mills in the area and milled during the day using the continuous system, except in two cases where the traditional system was adopted. An aliquot of the oils produced has been subjected to chemical, chemical-physical and organoleptic analysis, in accordance with the methods laid down in the Community standard: free acidity, number of peroxides, spectrophotometric indices, methyl and ethyl esters of fatty acids, waxes and panel tests. On the basis of the analyses carried out, two product categories were identified: eleven oils as extra virgin (EVO), twelve as virgin (VO) olive oil were classified. The interaction of all the parameters studied, by means of a chemometric approach, allowed us to find on the plane described by the first two principal components the groups of variables related to the two groups of samples EVO and VO.

The results obtained in this work unequivocally demonstrate how an adequate program of phytosanitary defence is essential to safeguard the economy of a territory allowing to obtain oils suitable for consumption even in a year with disastrous forecasts.

Keywords: olive oil, quality control, *Bactrocera oleae*, principal component analysis.

INTRODUZIONE

L'olivicultura rappresenta in termini assoluti uno dei maggiori comparti dell'agricoltura abruzzese, con una crescita costante della superficie investita pari a 41.303 ettari nel 2013, con 10.000 ettari in più rispetto al 1982. La coltivazione dell'olivo spicca, infatti, con una quota superiore alla media nazionale, 8.1% contro 3.9%, con un valore di produzione di olio e degli altri prodotti di 111 milioni di euro, pari al 7.6% del valore della produzione regionale e al 6.5% del valore dell'olivicultura italiana, indice di una forte specializzazione regionale nel settore. Tuttavia, negli ultimi anni, l'olivicultura ha mostrato segni positivi ma insufficienti a identificare un trend di produzione [1]; infatti, negli anni 2014 e 2016 vi è stato un crollo della produzione dovuta alle infestazioni record di *Bactrocera oleae*, la mosca dell'olivo (di seguito mosca). Poiché gli indici eco-

nomici sono saldamente connessi alla qualità e quantità delle produzioni e l'attacco della mosca comporta un decadimento delle proprietà sensoriali, salutistiche e nutraceutiche degli oli di oliva, si comprende come il controllo dell'attacco della mosca, realizzato possibilmente con un limitato uso dei pesticidi, sia di vitale importanza per l'economia aziendale e per la riduzione dei rischi dovuti ai residui potenzialmente dannosi per la salute dei consumatori e la salubrità dell'ambiente.

Sebbene in letteratura si riscontrino vari lavori che suggeriscano valide strategie nella gestione dell'azienda e per la realizzazione di nuovi impianti, sottolineando come la cultivar e la maturazione delle olive siano gli aspetti cruciali da tener conto nell'ottica della resistenza all'attacco della mosca [2], bisogna tener conto anche delle esigenze degli impianti preesistenti e per questi adottare delle strategie di difesa adeguate in quanto, sia i singoli attributi della qualità globale degli oli al momento della produzione [3], sia i parametri naturalmente affetti dalla conservazione, sono influenzati dal danno della mosca.

A tal proposito, vari autori hanno osservato, e con metodologie convenzionali e con metodologia FTIR, che l'attacco della mosca comporta: un incremento dell'acidità libera, del numero di perossidi e degli indici spettrofotometrici; l'alterazione dei parametri sensoriali, con l'aumento di sostanze volatili (n-ottano, acetato di etile, 3-pentanone, esanale, 1-esanolo, 3-esen-1-olo, trans-2-esen-1-olo) responsabili di molti attributi negativi [4-7]; la riduzione del contenuto di tocoferoli e delle sostanze fenoliche [8-12] che si traduce in una decrescente capacità antiossidante e attività antibatterica [13, 14]. La *green-economy* negli ultimi tempi ha ridisegnato nuovi scenari per l'olivicultura: da un lato richiede una gestione sostenibile delle aziende agricole con un utilizzo di prodotti fitosanitari [15] adeguato al Piano di Azione Nazionale [16], dall'altro lato propone la valorizzazione degli scarti di produzione, che in un'economia circolare diventano nuove risorse che assicurano quote di reddito e di occupazione anche in annate disastrose dal punto di vista della produzione olearia. La quantità di prodotti fitosanitari [17], nonché la loro tipologia, calibrata sulla base della normativa vigente [18, 19], può infatti essere modulata in deroga alla normativa comunitaria in situazioni di emergenza fitosanitaria, purché nel rispetto dei limiti massimi residuali stabiliti nella norma, secondo il Work-flow operativo previsto dal Ministero della Salute [20], su proposta dei Servizi Fitosanitari e dei tavoli tecnici istituiti ad hoc [21]; d'altro canto la trasformazione degli scarti di produzione olearia in fonti di principi bioattivi utili in campo nutraceutico e farmacologico trova un crescente interesse nel processo che utilizza la bioraffineria con estrattore in fase supercritica senza uso di solventi organici [22].

Lo scopo del lavoro è stato di valutare, mediante le

analisi chimiche, chimico-fisiche ed organolettiche, l'incidenza del danno da attacco della mosca dell'olivo sulla qualità degli oli prodotti dalle aziende che, con il supporto di personale specializzato, sono state indirizzate nell'adozione di specifiche misure di difesa fitosanitaria adeguate alla normativa vigente.

PARTE SPERIMENTALE

CONTROLLO FITOSANITARIO

Il presente lavoro è stato condotto nell'annata di produzione 2018/2019 caratterizzata da una forte presenza dell'insetto *Bactrocera oleae*, così come avvenuto nelle precedenti annate olearie 2014/2015 e 2016/2017, imprimendo alle infestazioni un andamento biennale, influenzato soprattutto dal favorevole andamento stagionale. Così come è spesso avvenuto in passato, l'insetto ha iniziato la sua proliferazione dalla fascia costiera, favorito dall'umidità della stessa, per poi lentamente passare nelle zone interne, caratterizzate da una crescente altitudine. Gli adulti della prima generazione sono comparsi tra la fine di giugno e gli inizi di luglio, monitorati dalle trappole cromotropiche sistemate all'interno degli impianti, con conseguente inizio delle ovideposizioni all'interno delle drupe. Campionate le drupe in laboratorio per la verifica della fertilità dell'ovideposizione e dello sviluppo delle larve, laddove è stata riscontrata una percentuale di infestazione vicina al 10%, considerata soglia di danno, è stato effettuato il primo trattamento con i prodotti ovo-larvicidi ammessi dal disciplinare di coltivazione integrata per abbassare l'infestazione. Oltre all'efficacia dei trattamenti antiparassitari, un ruolo fondamentale per il contenimento della mosca dell'olivo lo ha giocato il decorso climatico stagionale sfavorevole al dittero nel periodo compreso tra metà luglio e metà agosto in quanto il clima caldo e asciutto, con temperature rimaste a lungo sopra i 30°C e assenza o limitate piogge, ha determinato un'alta mortalità negli adulti. A partire da metà agosto, con l'abbassamento delle temperature massime e qualche precipitazione, è ripartita una nuova infestazione, cui ne è seguita una ulteriore a metà settembre. Le tre generazioni infestanti hanno determinato un danneggiamento significativo delle produzioni olivicole, con tempistiche e percentuali di danno diverse a seconda degli aerali: nelle zone costiere la mosca ha svolto un'azione dannosa a partire da luglio, mentre nelle zone sopra i 400 metri la soglia di danno, è stata superata, quasi ovunque, tra fine agosto ed i primi di settembre. Molte aziende hanno raccolto precocemente le olive (a metà ottobre), riuscendo così a raggiungere un soddisfacente compromesso tra quantità e sanità, laddove le cultivar lo hanno permesso per loro caratteristica intrinseca. Altre hanno dovuto attendere la fase di inoliazione del frutto, non sfuggendo

al secondo trattamento. È stato quindi determinante il corretto posizionamento degli interventi consentiti a seconda del tipo di difesa: in quella integrata, insieme all'utilizzo dei prodotti ovo-larvicidi ammessi da disciplinare quali dimetoato, fosmet e imidacloprid (concesso quest'ultimo esclusivamente per lo smaltimento delle scorte), è stato consigliato l'utilizzo dei prodotti ammessi anche nella difesa biologica, che hanno effetto dissuasivo sulle ovideposizioni quali caolino, zeolite e rame solfato. Nella difesa biologica, oltre ai suddetti prodotti, sono stati effettuati, con lo scopo di abbassare il numero potenziale di femmine che ovidepongono, interventi adulcificanti con prodotti quali piretrine e azadiractina.

La Tabella I mostra i descrittori agronomici e fitosanitari monitorati nelle aziende Abruzzesi durante la campagna olearia 2018/2019: la maggioranza delle aziende adotta il metodo di produzione convenzionale, quattro aziende il metodo biologico e due quello integrato; le varietà prevalentemente coltivate sono nell'ordine Dritta e Leccino, spesso presenti in miscela tra loro o con altre cultivar minori; solo in sette aziende sono stati prodotti oli monovarietali della cultivar Dritta. La sostanza attiva più impiegata è stato il dimetoato, seguita da fosmet, zeolite, rame solfato, caolino e imidacloprid; in tre aziende non è stato effettuato alcun trattamento. I primi trattamenti sono stati eseguiti nei primi giorni del mese di luglio in due aziende dell'areale costiero, mentre nelle altre aziende è stato eseguito prevalentemente nel mese di settembre; un secondo trattamento con dimetoato si è reso necessario per ben sei aziende, un terzo trattamento è stato effettuato soltanto in due aziende con fosmet e caolino. La raccolta è avvenuta in prevalenza tra la seconda e la terza decade di ottobre, rispettando i tempi di carenza dei prodotti fitosanitari; le olive sono state trasportate in casse aerate nei frantoi del territorio, dove è avvenuta la trasformazione entro ventiquattro/trentasei ore con il metodo continuo, tranne in due casi in cui le olive sono state molite con il sistema tradizionale; la resa percentuale, per la maggior parte delle aziende, è stata tra 12 e 13%, con un minimo dell'11% e un massimo del 18%. Al momento della raccolta è stata rilevata la percentuale di invaiatura: in sei aziende sono state mandate al frantoio olive con una invaiatura del 60%, mentre in una sola azienda sono state molite olive con invaiatura al 5% e in un'altra al 100%. Le pregiudicate condizioni fitosanitarie della campagna olearia non hanno permesso di acquisire oli da olive totalmente prive di attacco della mosca, il range della percentuale di attacco della mosca è stato piuttosto ampio, dal 5% all'80%. Oltre al danno da attacco della mosca dell'olivo, è stato riscontrato in 10 aziende il danno da antracnosi causato dal fungo *Gloeosporium olivarum*, con una percentuale di danno, piuttosto contenuta, entro il 15%.

CONTROLLO ANALITICO DEGLI OLI PRODOTTI

Presso i frantoi coinvolti è stato effettuato il prelievo di un'aliquota di olio rappresentativa della massa molita, gli oli prelevati sono stati messi in bottiglia chiusa, conservati in luogo fresco e al riparo da fonti di luce, fino al momento dell'analisi che è avvenuta entro pochi giorni dal campionamento.

METODI

Gli oli sono stati sottoposti alle analisi chimiche, chimico fisiche ed organolettiche previste dal regolamento comunitario Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.: [23]

- Determinazione dell'acidità libera (Allegato II del Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.): questo parametro è indice della percentuale di acidi grassi liberi che si formano per idrolisi dai trigliceridi a seguito dell'azione enzimatica della lipasi ed è quindi correlato alla qualità delle olive, alla tecnica di raccolta e ai tempi di stoccaggio.
- Determinazione del numero di perossidi (Allegato III del Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.): questo parametro esprime il grado di alterazione ossidativa primaria degli acidi grassi ad opera dell'ossigeno con formazione di idroperossidi, molecole decisamente instabili che si decompongono in prodotti di ossidazione secondari, quali aldeidi e chetoni, responsabili del difetto di rancido. La sua valutazione quindi fornisce un'indicazione sullo stato sanitario e di degrado delle olive prima della molitura e sulla stabilità dell'olio durante la sua conservazione.
- Determinazione dell'assorbimento nell'ultravioletto (Allegato IX del Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.), gli assorbimenti alle lunghezze d'onda previste nel metodo, dovuti alla presenza di sistemi dienici e trienici coniugati, hanno fornito indicazioni sulla qualità dell'olio analizzato, sul suo stato di conservazione e sulle modificazioni indotte dai processi tecnologici.
- Determinazione del contenuto di cere (Allegato XX del Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.): questo parametro è positivamente correlato allo stadio di maturazione delle olive essendo esse più facilmente asportabili dalle olive mature [24, 25]
- Determinazione del contenuto di esteri metilici ed etilici degli acidi grassi mediante gascromatografia (Allegato XX del Reg. n. 2568/91/CEE e s.m.i.): questo parametro è indice di errate pratiche agronomiche e tecnologiche, in quanto gli alchil esteri si formano nell'olio di oliva a causa della combinazione tra acidi grassi liberi con alcol etilico e metilico a seguito di fenomeni fermentativi e degradativi delle olive troppo mature, danneggiate o conservate in condizioni non ideali prima di essere lavorate. [26]
- Determinazione delle caratteristiche organolettiche (Allegato XII del Reg. n. 2568/91/CEE e

Tabella 1 - Descrittori agronomici e fitosanitari monitorati nelle aziende Abruzzesi durante la campagna olearia 2018/2019, per ciascun olio campionato.

CAMP.	COMUNE	ALTITUD. (m s.l.m.)	METODO PRODUZIONE	CULTIVAR	INTERVENTI FITOSANITARI						DATA RACC.	INVAIAT. (%)	DANNO MOSCA (%)	DANNO ANTRACNOSI (%)	DATA MOLITURA	FRANTOIO	RESA (%)
					I° INTERV.	PRODOTTO FITO	II° INTERV.	PRODOTTO FITO	III° INTERV.	PRODOTTO FITO							
1	NOCCIANO (PE)	301	CONVENZ.	LECCINO (95%) DRITTA (5%)							06-ott	60	10	0	07-ott	CONTINUO	11,5
2	MANOPPELLO (PE)	257	BIOLOGICO	DRITTA (50%)							06-ott	50	10	10	08-ott	CONTINUO	17,5
3	CIVITELLA CASANOVA (PE)	400	CONVENZ.	MISTE (100%)							13-ott	20	5	15	14-ott	CONTINUO	12,7
4	PIANELLA (PE)	236	CONVENZ.	LECCINO (70%) DRITTA (30%)							10-ott	80	20	0	11-ott	CONTINUO	13,0
5	ROSCIANO (PE)	253	INTEGRATO	LECCINO (50%) DRITTA (30%)							13-ott	50	50	0	13-ott	CONTINUO	12,0
6	ROSCIANO (PE)	253	CONVENZ.	LECCINO (80%) DRITTA (20%)							17-ott	85	70	0	17-ott	CONTINUO	12,5
7	BUCCIANICO (CH)	330	BIOLOGICO	LECCINO (95%) OLIVASTRO (5%)							12-ott	95	25	0	13-ott	TRADIZION.	16,0
8	PIANELLA (PE)	236	BIOLOGICO	DRITTA (100%)							17-ott	5	40	10	18-ott	CONTINUO	13,5
9	CITTA' SANT'ANGELO (PE)	320	CONVENZ.	DRITTA (95%) LECCINO (5%)							13-ott	30	8	0	15-ott	CONTINUO	14,5
10	ROSCIANO (PE)	253	CONVENZ.	DRITTA (100%)							19-ott	70	20	10	19-ott	CONTINUO	17,5
11	PIANELLA (PE)	236	CONVENZ.	DRITTA (90%) CUCCO (10%)							17-ott	60	80	10	18-ott	CONTINUO	14,2
12	CEPAGATTI (PE)	145	CONVENZ.	DRITTA (100%)							19-ott	15	35	10	21-ott	TRADIZION.	13,5
13	VICOLI (CH)	445	CONVENZ.	LECCINO (60%) DRITTA (10%)							18-ott	70	35	0	20-ott	CONTINUO	11,0
14	NOCCIANO (PE)	301	CONVENZ.	DRITTA (100%)							21-ott	30	10	0	21-ott	CONTINUO	13,0
15	PIANELLA (PE)	236	CONVENZ.	DRITTA (100%)							26-ott	35	5	0	27-ott	CONTINUO	16,0
16	MOSCUFO (PE)	246	BIOLOGICO	DRITTA (80%) LECCINO (10%)							26-ott	20	30	5	27-ott	CONTINUO	14,0
17	VICOLI (CH)	445	CONVENZ.	DRITTA (80%) CROGMALEGGNO (20%)							27-ott	60	25	5	28-ott	CONTINUO	12,5
18	NOCCIANO (PE)	301	CONVENZ.	CORATINA (95%) DRITTA (5%)							31-ott	10	15	0	31-ott	CONTINUO	13,0
19	SCERNI (CH)	281	INTEGRATO	GENTILE DI CHIETI (70%)							21-ott	60	20	5	23-ott	CONTINUO	12,0
20	PIANELLA (PE)	236	CONVENZ.	DRITTA (100%)							31-ott	40	30	0	31-ott	CONTINUO	14,0
21	CORVARA (PE)	625	CONVENZ.	LECCINO (60%) MISTE (40%)							07-nov	100	35	0	07-nov	CONTINUO	15,5
22	PIANELLA (PE)	236	CONVENZ.	DRITTA (100%)							05-nov	40	55	5	06-nov	CONTINUO	12,0
23	VASTO (CH)	144	CONVENZ.	NEBBIO (70%) MISTE (30%)							07-nov	60	10	0	08-nov	CONTINUO	18,0

s.m.i.): per la caratterizzazione della qualità organolettica sono state prese in considerazione le caratteristiche positive di fruttato, amaro e piccante e i difetti di riscaldamento/morchia, muffa, avvinato, rancido e verme per il descrittore "altri",

e ad analisi statistica:

- I dati relativi alla percentuale di invaiatura, percentuale di danno da mosca, acidità libera, numero di perossidi, indici spettrofotometrici, esteri metilici ed etilici degli acidi grassi, cere e variabili sensoriali, sono stati organizzati in una matrice. L'analisi descrittiva, il test t per il confronto delle medie e l'analisi delle componenti principali (PCA) sono stati effettuati con il software statistico PAST. [27]

RISULTATI E DISCUSSIONE

La Tabella II mostra i risultati delle analisi chimiche, chimico fisiche ed organolettiche degli oli prodotti dalle aziende della Tabella I. Per ciascuna variabile sono stati calcolati gli indici statistici: minimo, massimo, 1° quartile, mediana, 3° quartile, media, varianza, deviazione standard. Mediamente sono stati prodotti oli con acidità 0.49%, numero di perossidi 11.5 mEqO₂/kg, K₂₃₂ 1.702, K₂₆₈ 0.143, ΔK -0.002, Cere 44 mg/kg, FAEE 11 mg/kg, FAME 12 mg/kg, alchil esteri 23 mg/kg, fruttato 2.5, amaro 3.4, piccante 3.4, riscaldamento/morchia 0.7, avvinato 0.1, muffa 0.2, altri (verme) 0.5. L'ultima colonna della Tabella II riporta la classe merceologica di appartenenza di ciascun olio; sulla base delle analisi effettuate sono state individuate due categorie merceologiche: extravergine (EVO) e vergine (VO) di oliva. Undici oli sono stati classificati EVO perché privi di difetti e aventi tutte le altre caratteristiche ricomprese nella norma; dodici oli sono stati classificati VO per la presenza di difetti rilevati all'analisi sensoriale, tre oli sono stati declassati anche per l'acidità libera, solo in un caso l'olio è stato declassato per il solo valore di acidità libera superiore al limite di 0.80%. Le righe m_{EVO} e m_{VO} indicano per ciascuna variabile analitica le medie delle classi EVO e VO. Gli oli EVO hanno presentato un valore medio di acidità libera di 0.37% contro lo 0.59% degli oli VO con un valore massimo di 1.4% nel campione 16, un olio prodotto con metodo biologico, con sistema continuo da una miscela di cultivar Dritta e Leccino, con invaiatura del 20% e con danno da antracnosi e da mosca rispettivamente del 5 e del 30%. Direttamente proporzionale ai valori di acidità, il contenuto medio delle cere, è risultato più basso negli oli EVO (38 mg/kg) e più alto negli oli VO (49 mg/kg) in accordo a quanto riportato da alcuni autori che hanno affermato che l'incremento delle cere è positivamente correlato all'alta concentrazione di acidi grassi liberi che, nel processo biochimico della formazione delle cere, ne sono i precursori. [28]. Valori inferiori di esteri metilici ed etilici

sono stati riscontrati negli oli EVO, rispetto agli oli VO i quali hanno comunque riportato un valore inferiore al limite comunitario di 35 mg/kg (limite previsto per i soli esteri etilici), ad eccezione del campione 16 per il quale è stato riscontrato un massimo di 44 mg/kg confermando la correlazione positiva tra l'acidità libera e gli esteri metilici ed etilici degli acidi grassi evidenziata in letteratura [29]. Per quanto attiene i descrittori legati allo stato ossidativo in atto, i valori del numero dei perossidi e degli indici spettrofotometrici nell'UV (K₂₃₂, K₂₆₈, ΔK) sono risultati tutti nei limiti senza significative differenze tra le due classi merceologiche. Per quanto riguarda l'analisi sensoriale, sebbene vi siano differenze nette tra le due categorie, tutti i descrittori positivi hanno presentato intensità leggere e medio-leggere: fruttato EVO 3.1 contro 2.0 per i VO, amaro e piccante entrambi mediamente 3.9 negli EVO contro 2.9 e 3.0 nei VO Il difetto maggiormente riscontrato negli oli VO è stato quello di riscaldamento/morchia con una media di 1.4 e con un massimo di 2.5 nel campione 12; tale olio, prodotto con olive molite dopo due giorni dalla raccolta con sistema tradizionale, ha presentato anche i difetti di verme 2.6 e di avvinato 2.2. Il campione 16 si è distinto per aver presentato l'intensità più elevata del difetto di muffa 2.9 avvertito in concomitanza con i difetti di riscaldamento/morchia (1.9) e verme (2.5). Un massimo di intensità di rancido 2.3, insieme al difetto di verme 1.6, è stato osservato nel campione 20 ottenuto da olive al 40% di invaiatura con una percentuale di danno da mosca del 30%, molite in giornata con sistema continuo. Nella Tabella II la riga p_{cal} indica per ciascuna variabile analitica il livello di significatività del test t nel confronto tra le medie m_{EVO} e m_{VO} . Posto il livello di significatività $p < 0,05$, le variabili cere, fruttato, amaro, piccante, riscaldamento/morchia, altri (verme), presentano differenza statisticamente significativa mentre le variabili numero di perossidi, K₂₃₂, avvinato, muffa, FAEE, rancido, K₂₆₈, ΔK, alchil esteri, acidità libera, FAME, non presentano differenza statisticamente significativa tra EVO e VO. In definitiva la variabilità insita nelle differenti condizioni agronomiche, varietali, stadio di maturazione, trattamenti fitosanitari, modalità di trasformazione è stata riscontrata anche nei parametri chimici e chimico-fisici, i quali non hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra le classi merceologiche, a differenza del contenuto di cere e delle variabili organolettiche. Al fine di estrapolare l'informazione contenuta nell'interazione di tutti i dati, la matrice costituita dalle variabili analitiche chimiche, chimico-fisiche e sensoriali è stata elaborata mediante approccio multivariato. I dati espressi con differenti unità di misura sono stati standardizzati e sottoposti all'analisi delle componenti principali, una tecnica multivariata che consente di estrarre la massima informazione in termini di varianza rimossa dalle prime componenti principali. La Figura 1 mostra il bipiano degli scores e dei loadings sulle prime due

Tabella II - Risultati delle analisi chimiche, chimico-fisiche ed organolettiche con i relativi indici di posizione e dispersione, classificazione merceologica e test di significatività (test-t) tra le medie delle classi merceologiche extravergine e vergine di oliva.

CAMP.	ACIDITA' LIBERA (%)	NUMERO DI PEROSSIDI (meqO ₂ /kg)	K ₂₃₂	K ₂₆₈	Δ K	CERE (mg/kg)	FAEE (mg/kg)	FAME (mg/kg)	ALCHIL ESTERI (mg/kg)	FRUTTATO	AMARO	PICCANTE	RISCALDO/MORCHIA	MUFFA	AVVINATO	RANCIDO	ALTRI (VERME)	CLASSIFIC. MERCEOL.
1	0,15	11,3	1,69	0,13	0,00	74	2	6	8	2,7	2,4	2,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	VERGINE
2	0,32	8,1	1,70	0,13	0,00	49	6	13	19	2,0	2,9	2,6	1,6	0,0	0,0	0,0	1,5	VERGINE
3	0,16	6,8	1,66	0,14	0,00	29	1	3	4	2,8	3,9	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
4	0,63	12,5	1,78	0,16	0,00	40	8	15	24	2,2	4,0	4,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	VERGINE
5	0,23	16,8	1,68	0,14	0,00	39	6	10	16	2,6	2,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
6	0,45	11,8	1,64	0,12	0,00	33	9	15	24	3,3	2,7	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
7	0,53	15,3	1,66	0,14	0,00	44	16	28	44	1,1	1,5	1,5	2,3	1,7	0,9	2,1	0,0	VERGINE
8	0,37	10,3	1,70	0,16	0,00	27	7	5	12	3,5	3,6	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
9	0,43	11,4	1,85	0,20	0,00	35	9	11	20	3,3	4,2	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
10	0,28	11,1	1,88	0,20	0,00	38	5	7	12	3,6	4,5	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
11	0,85	11,2	1,78	0,15	0,00	47	15	16	31	2,8	3,5	3,6	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0	VERGINE
12	0,43	11,7	1,63	0,13	0,00	34	19	9	29	1,4	2,2	2,4	2,5	0,0	2,3	0,0	2,7	VERGINE
13	0,19	6,8	1,48	0,12	0,00	29	4	4	8	3,1	4,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
14	0,33	12,3	1,60	0,11	0,00	52	2	6	8	2,1	3,4	2,8	1,3	0,0	0,0	0,0	1,6	VERGINE
15	0,56	12,7	1,82	0,17	0,00	47	11	11	22	3,4	4,3	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
16	1,4	12,0	1,58	0,12	0,00	53	44	32	76	1,1	1,3	2,1	1,9	2,9	0,0	0,0	2,5	VERGINE
17	0,30	10,8	1,64	0,12	0,00	37	7	7	14	3,3	4,5	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
18	0,92	10,4	1,74	0,16	0,00	47	20	26	46	2,4	3,7	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	VERGINE
19	0,47	8,6	1,92	0,15	0,00	68	15	15	29	2,7	3,9	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
20	0,44	13,8	1,72	0,15	0,00	38	7	8	14	2,5	4,1	4,5	0,0	0,0	0,0	2,3	1,6	VERGINE
21	0,75	12,8	1,77	0,14	0,00	47	21	19	40	1,7	2,9	3,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,8	VERGINE
22	0,68	16,6	1,62	0,14	0,00	39	16	11	27	2,6	4,4	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	EXTRAVERGINE
23	0,36	10,3	1,58	0,10	0,00	63	2	4	6	2,3	3,6	3,3	1,4	0,0	0,0	0,0	1,6	VERGINE
Nr. osserv.	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Minimo	0,15	6,8	1,48	0,10	0,00	27	1	3	4	1,1	1,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Massimo	1,4	16,8	1,92	0,20	0,00	74	44	32	76	3,6	4,5	4,7	2,5	2,9	2,3	2,3	2,7	2,7
1° Quartile	0,31	10,4	1,63	0,12	0,00	36	6	7	12	2,1	2,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mediana	0,43	11,4	1,69	0,14	0,00	40	8	11	20	2,6	3,6	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3° Quartile	0,60	12,6	1,78	0,16	0,00	48	16	15	29	3,2	4,0	4,1	1,4	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
Media	0,49	11,5	1,70	0,14	0,00	44	11	12	23	2,5	3,4	3,4	0,7	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5
Varianza	0,08	6,74	0,01	0,00	0,00	150,78	88,05	62,08	272,73	0,53	0,83	0,92	0,77	0,45	0,24	0,39	0,76	0,76
Dev. Stand.	0,29	2,60	0,11	0,03	0,00	12,28	9,38	7,88	16,51	0,73	0,91	0,96	0,88	0,67	0,49	0,63	0,87	0,87
Media EVO	0,37	11,2	1,72	0,15	0,00	38	8	9	17	3,1	3,9	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Media VO	0,59	11,8	1,69	0,14	0,00	49	13	15	29	2,0	2,9	3,0	1,4	0,4	0,3	0,4	1,0	1,0
p-calc.	0,069	0,623	0,503	0,160	0,123	0,034	0,177	0,058	0,094	< 0,0001	0,011	0,016	< 0,0001	0,188	0,195	0,172	0,003	0,003

componenti principali da cui si riscontra la presenza dei due gruppi di campioni EVO e VO correlati a rispettivi gruppi di variabili. A partire dal II quadrante del bipiano si può osservare la correlazione tra il gruppo delle variabili fruttato, amaro, piccante, K_{232} e K_{268} e il gruppo degli oli EVO in prevalenza ottenuti da olive non trattate, con una bassa percentuale di attacco della mosca o trattate con dimetoato. Nei quadranti I e IV si collocano le restanti variabili che caratterizzano gli oli VO di qualità inferiore provenienti da olive trattate con rame solfato, caolino o dimetoato tardivo o combinato con imidacloprid, rame solfato o fosmet.

CONCLUSIONI

L'indagine eseguita sulla qualità degli oli ottenuti da aziende monitorate dal servizio fitopatologico della regione Abruzzo, svolta mediante le analisi chimiche, chimico fisiche e sensoriali, ha evidenziato che: a) nell'83% delle aziende monitorate il danno da attacco della mosca è stato contenuto all'interno di un intervallo compreso tra il 5 e il 40%, solo il 17% delle aziende ha avuto un attacco compreso tra il 50 e l'80%, b) il 100% degli oli sono risultati commestibili, il 48% appartenenti alla classe merceologica EVO e il 52% VO.

Di conseguenza una corretta esecuzione della lotta antiparassitaria permette di ottenere oli adatti al consumo anche in un'annata dalle previsioni disastrose. Le evidenze sperimentali, tuttavia, non hanno mostra-

to una relazione lineare, come ci si poteva attendere, tra la percentuale di danno da attacco della mosca e gli attributi chimici, chimico fisici e sensoriali, poiché altri fattori hanno inciso sulle caratteristiche degli oli: lo stadio di maturazione delle olive al momento della raccolta, i tempi di stoccaggio che hanno preceduto la molitura, oltre ad altri parametri tecnologici adottati nei diversi frantoi del territorio ovvero il sistema continuo piuttosto che il sistema tradizionale, i tempi di gramolazione nonché la temperatura della gramola, utilizzati dai singoli operatori che hanno fornito il prodotto finale.

Per concludere, il presente lavoro individua un pacchetto analitico che rafforza la "potenza" del metodo sensoriale nella classificazione degli oli commestibili inoltre pone le basi per ulteriori indagini che potrebbero includere uno studio sui livelli dei residui negli oli a seguito dei trattamenti effettuati nelle aziende. Il disegno sperimentale per le future campagne olearie potrà prevedere quindi: a) un adeguato programma di difesa fitosanitaria riducendo il più possibile l'uso dei pesticidi, b) un'adeguata selezione e supervisione delle linee di trasformazione, c) un monitoraggio dei residui negli oli dei trattamenti fitosanitari eseguiti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Gaito, Il quadro strutturale dell'agricoltura abruzzese, in *Rapporto sul sistema agro-alimentare in Abruzzo 2018*, eds. F. Angeli, 45-59 (2019)

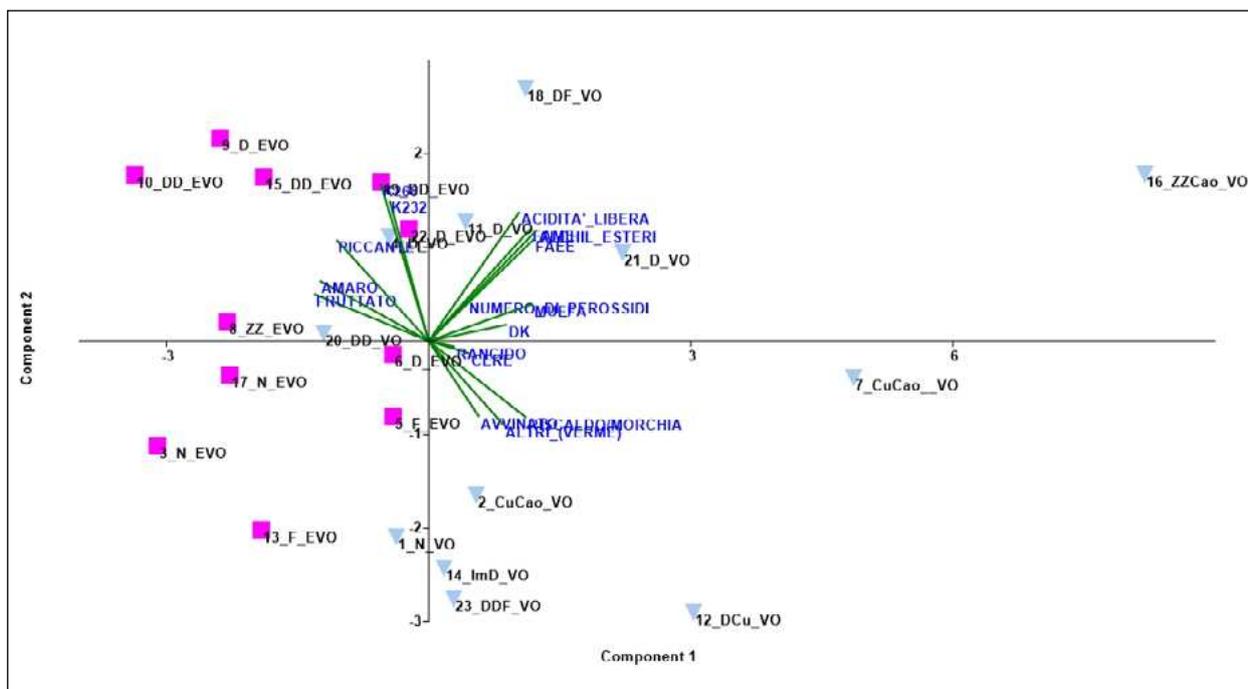


Figura 1 – Analisi delle componenti principali: *biplot* oli analizzati e variabili analitiche, varianza rimossa prime due componenti principali 58.35%. Legenda: *olio analizzato* (da 1 a 23); *trattamento fitosanitario* (1°-2°-3°) Cao-caolino, Cu-rame solfato, D-dimetoato, F-fosmet, Im-imidacloprid, Z-zeolite, N-nessuno; *classificazione merceologica* extravergine EVO (■), vergine VO (▼)

- [2] R. Malheiro, S. Casal, L. Pinheiro, P. Baptista, J. Pereira, Olive cultivar and maturation process on the oviposition preference of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research* 109 (1), 43-53 (2019) <https://doi.org/10.1017/S0007485318000135>
- [3] L. Giansante, G. Di Loreto, M.G. Di Serio, R. Vito, L. Di Giacinto, Commercial extra virgin olive oils: global quality index computation and pattern recognition by chemometrics. *British Food Journal* 119(9), 2102-2116 (2017) <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2017-0093>
- [4] F. Angerosa, L. Di Giacinto, M. Solinas, Influence of *Dacus oleae* infestation on flavor of oils, extracted from attacked olive fruits, by HCPL and HRCG analyses of volatile compounds. *Grasas y Aceites* 43 (3), 134-142 (1992) <https://doi.org/10.3989/gya.1992.v43.i3.1165>
- [5] A. Biasone, G. Di Loreto, S.M. Preziuso, A. Serraiocco, L. Di Giacinto, Changes in the volatile and sensory profile of virgin olive oil as a function of olive fruits mould process. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 89(2), 117-125 (2012)
- [6] N.S. Al-Ameiri, M.R. Karajeh, S.Y. Qaraleh, Molds associated with olive fruits infested with olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) and their effects on oil quality. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 8(3), 217-220 (2015)
- [7] A.M. Gomez-Caravaca, R.M. Maggio, V. Verardo, A. Cichelli, L. Cerretani, Fourier transform infrared spectroscopy - Partial Least Squares (FTIR-PLS) coupled procedure application for the evaluation of fly attack on olive oil quality. *LWT- Food Science and Technology* 50(1), 153-159 (2013)
- [8] L. Medjkouh, A. Tamendjary, R. Alves, R. Laribi, M. Oliveira, Phenolic profiles of eight olive cultivars from Algeria: effect of *Bactrocera oleae* attack. *Food & Function* 9(2), 890-897 (2018) DOI: 10.1039/c7fo01654a
- [9] L. Cecchi, M. Migliorini, C. Cherubini, S. Trapani, B. Zanoni, The case of the 2014 crop season in Tuscany: a survey of the effect of the olive fruit fly attack. *Italian Journal Food Science* 28(2), 352-361 (2016)
- [10] G. Delrio, V. Vacca, G. Serra, A. Lentini, Effects of *Bactrocera Oleae* (Gmel.) infestation on the production and quality of olive oil. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 72, 5-9 (1995)
- [11] R. Gucci, G. Caruso, A. Canale, A. Loni, A. Raspi, S. Urbani, A. Taticchi, S. Esposto, M. Servili, Qualitative changes of olive oils obtained from fruits damaged by *Bactrocera oleae* (Rossi). *HortScience* 47(2), 301-306 (2012)
- [12] M.E. Noce, E. Perri, S. Scalercio, N. Iannotta, Phenolic compounds and susceptibility of olive cultivars to *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) infestations and complementary aspects: A review. *Acta Horticulturae* 1057, 177-183 (2014) DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1057.21
- [13] L. Medjkouh, A. Tamendjari, S. Keciri, J. Santos, M. A. Nunes, M. Oliveira, The effect of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) on quality parameters, and antioxidant and antibacterial activities of olive oil. *Food & Function* 7, 2780-2788 (2016) DOI: 10.1039/C6FO00295A
- [14] L. Medjkouh, A. Costa, A. Tamendjari, F. Bekdouche, K. Bouarroudj, M. Oliveira, Susceptibility of eight Algerian olive cultivars to *Bactrocera oleae* infestation - a pomological and nutritional quality perspective. *Phytoparasitica* 46(5), 595-605 (2018) DOI: 10.1007/s12600-018-0697-z
- [15] Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE (2009)
- [16] Attuazione della direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi. Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n. 150 (2012)
- [17] Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 febbraio 2005, concernente i livelli massimi di residui di antiparassitari nei o sui prodotti alimentari e mangimi di origine vegetale e animale e che modifica la direttiva 91/414/CEE del Consiglio
- [18] Regolamento di esecuzione (UE) 2019/1090 della Commissione, del 26 giugno 2019, relativo al mancato rinnovo dell'approvazione della sostanza attiva dimetoato, in conformità al regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari, e che modifica l'allegato del regolamento di esecuzione (UE) n. 540/2011 della Commissione (1) *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 173 Legislazione 62° anno 27 giugno 2019 (2019)
- [19] Comunicato Ministero della Salute Direzione Generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione ufficio 7 Sicurezza e regolamentazione dei prodotti fitosanitari 10 ottobre 2019. Rettifica al regolamento di esecuzione (UE) 2019/1090 della Commissione, del 26 giugno 2019, relativo al mancato rinnovo dell'approvazione della sostanza attiva dimetoato, in conformità al regolamento (CE) n. 1107/2009 (2019)
- [20] Procedura per la gestione delle istanze di autorizzazione di prodotti fitosanitari per situazioni di emergenza fitosanitaria in attuazione

- dell'art.53 del Regolamento (CE) 1107/2009 Ministero della Salute Direzione Generale per l'igiene e la sicurezza degli alimenti e la nutrizione. Ultimo aggiornamento 22 gennaio (2016)
- [21] M. Ricciolini, P. Braccini, E. Gargani, A. Belcari, P. Sacchetti, A. Canale, R. Petacchi, B. Bagnoli, P. Granchi, A. Bo, Indicazioni di massima per il controllo della mosca delle olive, *Bactroce-
ra oleae* nel rispetto della normativa vigente e nell'ottica di una difesa sostenibile dell'oliveto in Toscana, nota tecnica, 3-10 (2020)
- [22] A. Romani, F. Ieri, S. Urciuoli, A. Noce, G. Mar-
rone, C. Nediani, R. Bernini, Health Effects of
Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Oli-
ve Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea*
L. *Nutrients* 11(8), 1776-1208 (2019)
DOI:10.3390/nu11081776
- [23] Regolamento (CEE) n. 2568/91 (e s.m.i.) della
Commissione dell'11 luglio 1991 relativo alle
caratteristiche degli oli d'oliva e degli oli di san-
sa d'oliva nonché ai metodi ad essi attinenti
(1991)
- [24] C. Mariani, S. Venturini, Increase of waxes in
olive oils during storage. *Riv. Ital. Sostanze
Grasse* 83(3), 105-114 (2006)
- [25] G. Di Loreto, L. Giansante, B. Alfei, L. Di Gia-
cinto, Alkyl esters and other indicators for the
protection of quality and authenticity of Italian
extra virgin oils. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 97(1),
35-45 (2014)
- [26] L. Di Giacinto, G. Di Loreto, M. G. Di Serio, L.
Giansante, A. Faberi, R. M. Marianella, L. Ricchet-
ti, E. Perri, A. Serraiocco, R. Vito, Monitoraggio
degli alchil esteri (AE) nell'olio extra vergine di oli-
va. "MONITORALCHIL" Risultati dell'attività speri-
mentale 2012-2014, pp. 1-109 (2014)
- [27] Ø. Hammer, D.A.T. Harper, P. D. Ryan, PAST:
Paleontological Statistics Software Package for
Education and Data Analysis. *Palaeontologia
Electronica* 4(1), 1-9 (2001)
- [28] M.G. Di Serio, L. Giansante, G. Di Loreto, A.
Faberi, L. Ricchetti, L. Di Giacinto, Ethyl esters
versus fermentative organoleptic defects in vir-
gin olive oil. *Food Chemistry* 219, 33-39 (2017)
[https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.
109](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.109)