

CORSO
per
TECNICO di FRANTOIO

CAMPUS UNIVERSITARIO di FISCIANO
SALERNO, 12 Settembre 2023

L'OLEIFICIO MODERNO ITALIANO

operante con gli impianti continui di

CENTRIFUGAZIONE

a 2 e a 3 fasi

Luciano Di Giovacchino, già ricercatore dell' ISE-CRA - Pescara

e-mail: lucianodigiovacchino@gmail.com

L'EVOLUZIONE TECNOLOGICA dei **FRANTOI**
negli ultimi **trenta ANNI**

LIBERA DOCENZA
sulle
PROBLEMATICHE del **SETTORE**

Luciano Di Giovacchino, già ricercatore dell'**ISE-CRA** di Pescara
e-mail: lucianodigiovacchino@gmail.com

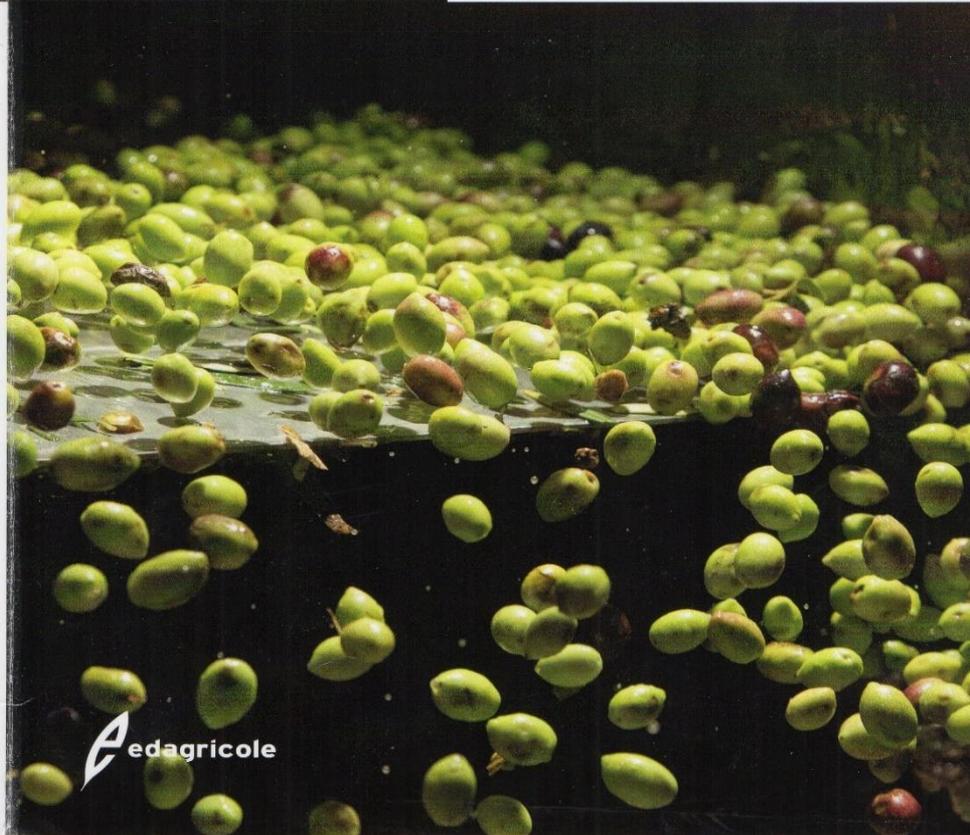
Seconda Edizione del Libro sulla Tecnologia di Estrazione dell'Olio Vergine di Oliva

Luciano Di Giovacchino

Tecnologie di lavorazione delle olive in frantoio

Rese di estrazione e qualità dell'olio

Tecnologie agroalimentari





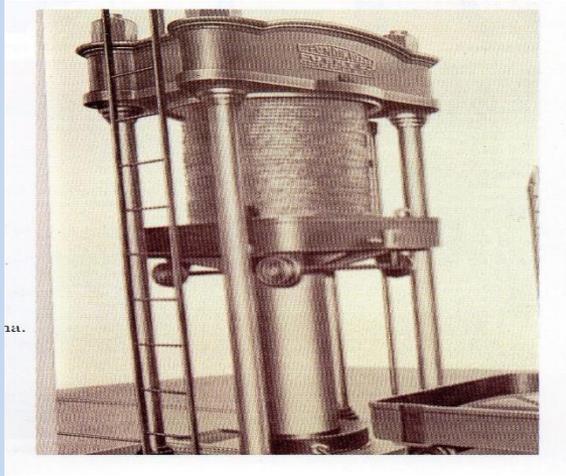
Rappresentazione della lavorazione delle olive in un frantoio. Incisione del XIV-XV secolo d.C.



Questa pressa (**Museo di Mora** - Toledo, Spagna) ha lavorato fino ai primi anni del secolo scorso.

Fin dai primi anni del '900, tuttavia, l'industria costruttrice di macchine olearie si impegnò a migliorare le macchine e gli impianti a pressione, unico sistema allora conosciuto.

Nel corso del 1900, il sistema della Pressione migliorò notevolmente gli impianti di spremitura della pasta di olive sparsa sui fiscoli sino ad arrivare alle Superpresse da 16'' (diametro del pistone 40 cm) che permettevano di caricare sulla pressa kg 300-320 di pasta di olive.



La ricerca, insieme all'industria, lavorava ad altre soluzioni come quella di estrarre l'olio dalle paste di olive mediante il sistema del **Percolamento** e come quella di rendere continuo il processo di estrazione dell'olio mediante il sistema della **Centrifugazione**.

Dall'originale macchina «**ALFIN**», costruita da Francisco Buendià (1951), deriva l'impianto **SINOLEA**, della ditta Rapanelli, che operava l'estrazione dell'olio dalle paste di olive con il sistema del Percolamento, cioè lo sgocciolamento dell'olio attraverso piccole fessure nelle quali molte lamine d'acciaio (n° 5120) entravano, lasciando sgocciolare l'olio, di cui erano preferibilmente bagnate, rispetto all'acqua di vegetazione, per effetto della diversa **tensione superficiale**.

Negli anni '50-60, dopo l'operazione di percolamento, la pasta di olive veniva esaurita con la pressa, operando, così una doppia estrazione Sinolea-Pressa. Negli anni '70, la Pressa fu sostituita con il decanter centrifugo, complesso **NOVOIL**, che effettuava la doppia estrazione dell'olio con il sistema Percolamento-Centrifugazione.



Nei primi anni '60, la società Alfa-Laval costruì il primo impianto che operava la separazione dell'olio dalle paste di olive, in modo continuo, mediante la forza CENTRIFUGA generata da un tamburo rotante ad alta velocità (3000-3500 rpm). Dal decanter, alimentato con pasta di olive e acqua, si separavano, allo stesso tempo, l'olio, la sansa e l'acqua di vegetazione e, pertanto, la macchina viene chiamata Decanter a 3 fasi.

Le prime esperienze, sulla centrifugazione continua delle paste di olive, furono effettuate da Valleggi.

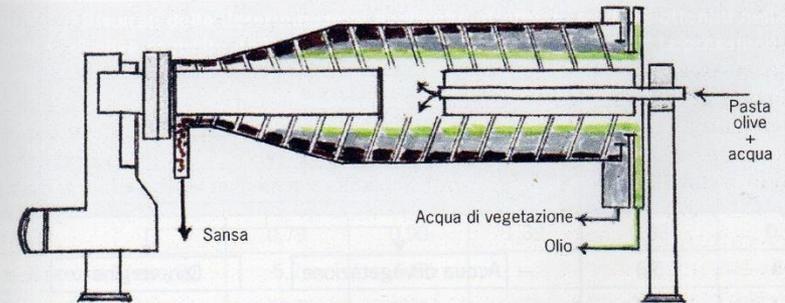
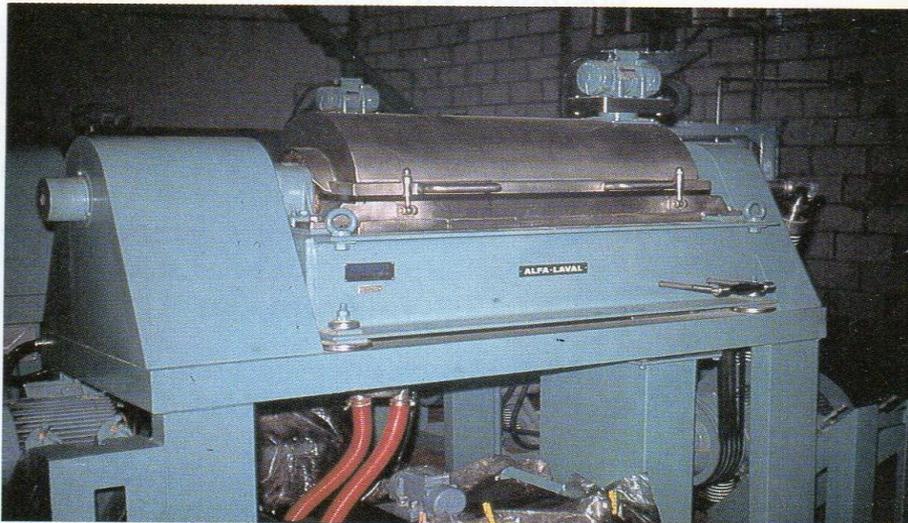


Figura 9.1 – Schema di funzionamento del decanter centrifugo a 3 fasi (3 uscite).

Il sistema continuo della Centrifugazione si diffuse rapidamente in tutti i paesi del Mediterraneo, dapprima in Italia, specie nelle regioni del Sud, anche se nel nostro paese la sostituzione del sistema della Pressione fu molto lenta, mentre fu rapida in Spagna dove, già verso la fine degli anni '80, gli oleifici avevano sostituito completamente le presse con il decanter a 3 fasi.

L'introduzione del sistema della Centrifugazione rese necessario l'impegno di altre macchine, come i frangitori metallici, le gramole e nuovi separatori centrifughi verticali.

A fronte di tali importanti investimenti, con i nuovi impianti l'oleificio veniva a ridurre i costi di manodopera e, in molti casi, a migliorare anche la qualità dell'olio, specie nelle regioni dove spesso le olive in lavorazione erano di qualità mediocre, o cattiva. (olive raccolte da terra o deteriorate da parassiti).

In Spagna, tuttavia, sorse il problema dello smaltimento delle acque di vegetazione, prodotte dai **decanter a 3 fasi**, che venivano stoccate in grosse lagune, nei campi prossimi agli oleifici, con l'intento di ottenere la loro essiccazione per effetto del calore solare nei mesi primavera-estate.

Questa soluzione creò degli inconvenienti dovuti alla formazione di sostanze volatili, **dall'odore sgradevole**, che si formavano per effetto della fermentazione anaerobica delle sostanze organiche presenti nelle AV. L'odore, che arrivava anche nei centri abitati più o meno vicini alle lagune, determinò **la protesta** delle popolazioni interessate, per cui l'industria fu costretta a trovare la soluzione del problema con la costruzione dei **decanter a 2 fasi**, che non scaricano l'acqua di vegetazione che confluisce, invece, nella sansa.

Le industrie di costruzione di macchine olearie che si impegnarono per prime a risolvere il problema furono le ditte:

Westfalia e Fuentes Cardona

che con il supporto dell'Instituto de la Grasa di Siviglia e, in particolare, del Dr. José Alba Mendoza,

proposero il decanter che operava senza acqua aggiunta alla pasta di olive e che separava solo l'olio e la sansa, per cui il decanter si continua a chiamare a 2 fasi. Naturalmente la sansa risultava più umida e ciò creava qualche altra difficoltà per la sua utilizzazione tradizionale, ma per la Spagna era importante non produrre più l'acqua di vegetazione.



Alla fine degli anni '90, tutti gli oleifici spagnoli si dotarono di decanter a 2 fasi. In Italia, invece, è molto più diffuso il decanter a 3 fasi.

Cosa è accaduto in Italia negli ultimi anni:

- diminuzione significativa della produzione di olive e di olio
- diminuzione del numero dei frantoi oleari
- diminuzione significativa del sistema della Pressione
- aumento del numero di oleifici operanti con il sistema della Centrifugazione continua (a 3 e a 2 fasi) delle paste di olive
- crisi del settore industriale dell'olio di sansa, poiché questo olio è meno richiesto dai consumatori ed è sempre più oneroso produrlo
- i frantoi hanno il problema di collocare la sansa vergine di oliva, specie quella ottenuta con la Centrifugazione e, pertanto, hanno dovuto variare il ciclo di lavorazione delle olive introducendo l'operazione di recupero del nocciolino dalla sansa
- qualche grande oleificio effettua anche la doppia estrazione dell'olio
- la Spagna non ha nessuno dei problemi suddetti, ma ne ha uno, in particolare, che influenza il commercio oleario mondiale (e italiano).

Cosa è accaduto in Italia negli ultimi anni:

- diminuzione significativa della produzione di olive e di olio

Produzione di Olio vergine di oliva (t x 1000) nei paesi dell'Europa Unita.

(Fonte: elaborazione di dati del COI; documenti COI degli anni 2009 et 2018)

PAESI	Produzione media 2002-2008	Anno 2013-14	Anno 2014-15	Anno 2015-16	Anno 2016-17	Anno 2017-18	Anno 2018-19
Spagna	1066.2	1781.5	842.2	1403.3	1290.6	1260.1	1598.9
Italia	632.4	450.0	222.0	474.6	182.3	428.9	177.0
Grecia	376.3	132.0	300.0	320.0	195.0	348.0	225.0
Portogallo	35.5	91.6	61.0	109.1	69.4	134.8	115.0

Mercato italiano dell'olio da olive tra gli anni 2011 e 2021

(Fonte: Documento COI, Novembre 2021)

MERCATO Italiano Olio da Olive	A N N I					
	Media 2011-13	Media 2014-17	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22
Produzione	430	463.7	222.0	474.6	182.3	428.9
Import (extra EU)	60	26.8	96.0	40.6	35.9	64.1
Consumo	615	641.1	571.7	598.1	438.9	566.1
Export (extra EU)	227	233.3	199.6	208.1	199.5	186.4

Italian import (t x 1000) of total olive oil (virgin and refined) from the different countries during the years 2008-2010.

COUNTRY	Year 2008 (t)	Year 2009 (t)	Year 2010 (t)
Spain	313.9	315.4	439.9
Greece	76.6	92.2	101.3
France	3.1	2.7	1.8
Portugal	1.8	1.9	3.1
Total United Europe	396.5	413.3	547.0
Extra-Europe countries			
Tunisia	101.9	72.2	51.6
Syria	7.6	1.2	---
Turkey	1.2	3.6	1.2
Total extra-Europe	112.7	79.7	59.6
Total import	509.3	492.9	606.7

Il mercato dell'olio di oliva in Italia

(tonn. x 10³)

	Anno 2008 - 09	Anno 2009 - 10	Anno 2010 - 11
Produzione	606.8	517.7	513.1
Importazione	509.3	493.0	606.7
Esportazione	331.5	325.1	380.8
Consumo	784.6	685.6	739.0

Consumo (kg pro-capite/anno) di olio da olive di alcuni paesi produttori e non

(Fonte: ISMEA, 2004; OLIVAE, n. 126, 2019-COI)

PAESE	Anno 2000	Anno 2001	Sul totale Oli vegetali	Anni 2016-2018 (media)
	Kg pro-capite/anno	Kg pro-capite/anno	%	Kg pro-capite/anno
Grecia	18.7	18.5	66.33	11.4
Italia	13.0	13.1	47.6	8.3
Spagna	11.7	12.1	43.1	10.2
Tunisia	6.6	8.7	42.9	2.6
Siria	6.4	6.6	34.0	5.4
Portogallo	4.5	4.4	26.2	7.1
Marocco	1.5	1.5	13.8	3.4
Turchia	1,5	1.0	5.5	1.9
Algeria	1.1	1.5	9.3	1.8
Francia	1.4	1.5	8.5	1.5
Svizzera	1.1	1.1	6.4	1.8
U.S.A	0.8	0.7	2.8	0.9

Produzione mondiale (t x 10⁶) di oli vegetali commestibili dall'anno 1999 al 2017

(Fonte: Inform, Febbraio 2013, vol. 24, 2; Inform 2018)

OLI VEGETALI	Media 1999-2003	Anno 2011-12	Anno 2013-14	Anno 2017
Olio di Palma	-----	51.5	57.5	62.9
Olio di Soia	28.8	42.1	45.2	55.9
Olio di Colza	13.6	25.0	26.1	29.3
Olio di Girasole	8.7	15.1	14.0	16.7
Olio di Palmisto, di Cocco, di Arachidi	---	9.0	15.4	16.3
Olio da Olive	2.8	3.3	2.9	3.3
Totale Mondo	64.7	146.0	161.1	183.7

Le OPERAZIONI TECNOLOGICHE

adottate nei

FRANTOI ITALIANI

RACCOLTA delle **OLIVE**

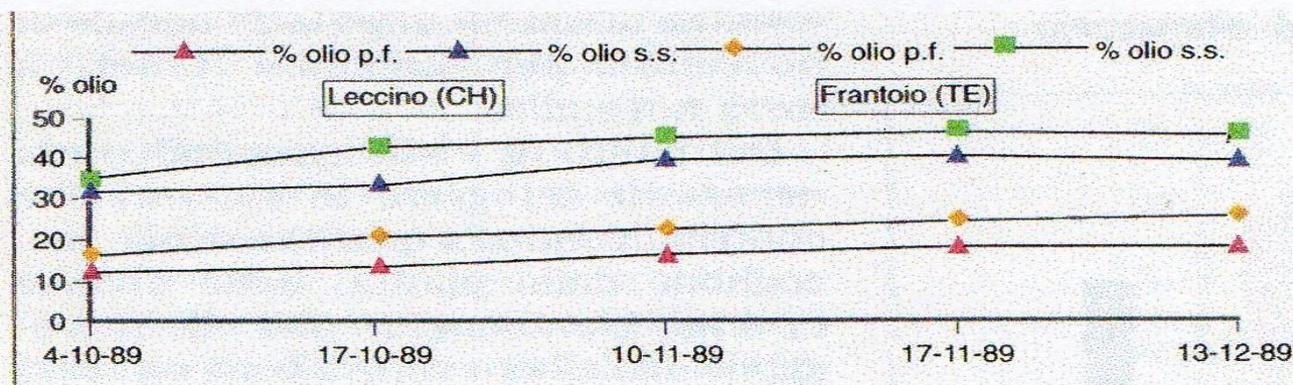
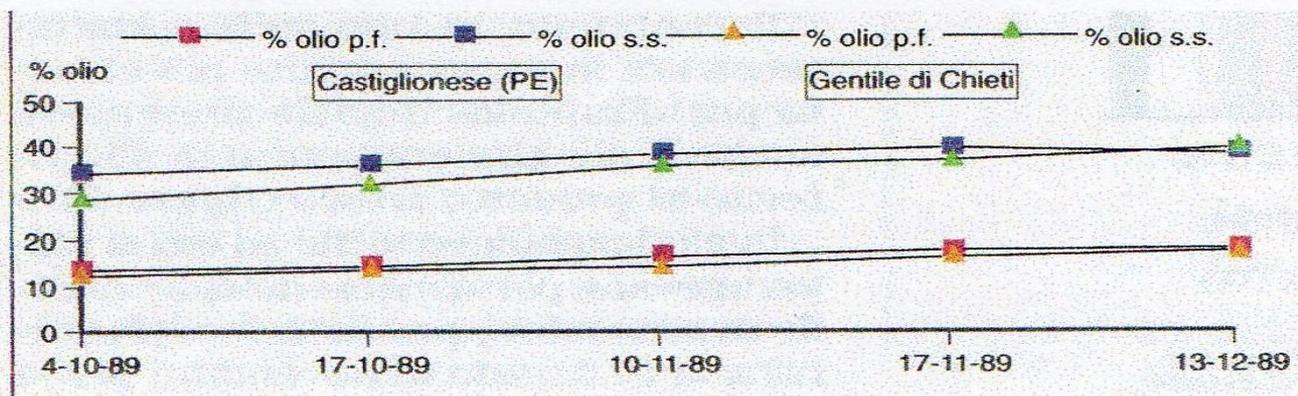
A mio avviso, la qualità dell'olio vergine di oliva, che si produce nei frantoi oleari, dipende essenzialmente dalla qualità, dalla sanità e dal grado di maturazione delle **OLIVE**, e, pertanto, mi sembra opportuno dedicare un breve cenno all'operazione di **RACCOLTA** delle **OLIVE**.

In Italia, l'olivicoltore, che ha una limitata produzione di olive e deve innanzitutto provvedere ai bisogni familiari, raccoglie le olive alla semi-invaiatura, o poco oltre, per ottenere una buona resa in olio, da usare soprattutto in cucina. Nel passato, la tradizione suggeriva di raccogliere le olive quando erano ben mature, di colore viola-nere, al fine di avere una alta resa in olio e per soddisfare le esigenze dei consumatori (familiari e non) abituati a consumare un olio vergine di oliva dal gusto maturo, ottimo in cucina.

(mostrare grafico: % olio - maturazione)

Variazione del contenuto di olio (% sul fresco e sul secco) delle olive di alcune varietà d'Abruzzo nel corso della maturazione

(Fonte: L. Di Giovacchino et al., L'Informatore Agrario, 45, 1992)



Variazione del contenuto di olio (% sul fresco e su sostanza secca) delle olive di alcune varietà abruzzesi nel corso della maturazione.

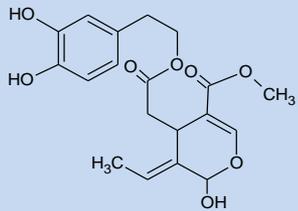
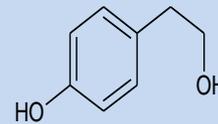
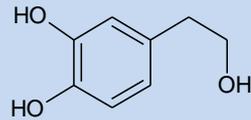
DATA	Cv. Leccino		Cv. Frantoio		Cv. Castiglione		Cv. Gentile di Chieti	
	Olio %		Olio %		Olio %		Olio %	
	sul fresco	sul secco	sul fresco	sul secco	sul fresco	sul secco	sul fresco	sul secco
4-10-1989	11.0	30.0	15.5	33.5	12.5	33.7	11.5	28.7
17-10-1989	12.5	31.2	20.5	40.0	13.6	35.0	13.5	30.7
10-11-1989	15.5	32.2	21.5	42.5	15.5	37.5	13.7	35.0
17-11-1989	17.5	38.0	23.0	43.7	17.5	39.2	15.0	36.2
13-12-1989	17.5	37.5	24.5	43.7	17.8	39.2	17.5	39.2

L'olivicoltore che, invece, ha la possibilità di vendere l'olio vergine di oliva in piccole confezioni, e a un prezzo elevato, raccoglie le olive quando sono di colore verde, o giallo-verde, al fine di ottenere un olio di colore tendente al verde e dal fruttato verde-erbaceo, particolarmente apprezzato quando lo si usa a crudo. L'olio, inoltre, risulta amaro e piccante a causa di un più alto contenuto di sostanze fenoliche (secoiridoidi) che, avendo anche proprietà antiossidanti, proteggono l'olio dall'autossidazione.

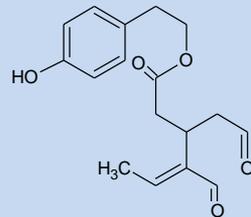
I grandi produttori di olive, in Italia e, soprattutto, in Spagna, destinano solo una piccola parte delle olive prodotte per ottenere un olio di particolare qualità, mentre la restante parte è destinata a produrre olio dal gusto maturo, ottimo per la cucina.

(mostrare figura: contenuto fenoli – maturazione)

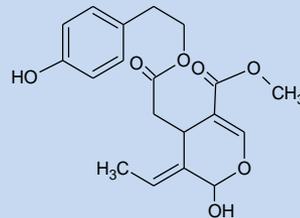
I più importanti fenoli presenti nell'olio vergine di oliva



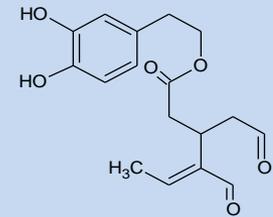
I



IV



II



III

Legenda:

I: aglicone dell'oleuropeina (3,4-DHPEA)

II: aglicone del ligstroside (p-HPEA-EA) o (3-HPEA-EA)

III: forma dialdeidica dell'aglicone della deacetossimetil-oleuropeina (3,4-DHPEA-EDA)

IV: forma dialdeidica dell'aglicone del deacetossimetil-ligstroside (p-HPEA-EDA) o (3-HPEA-EDA)

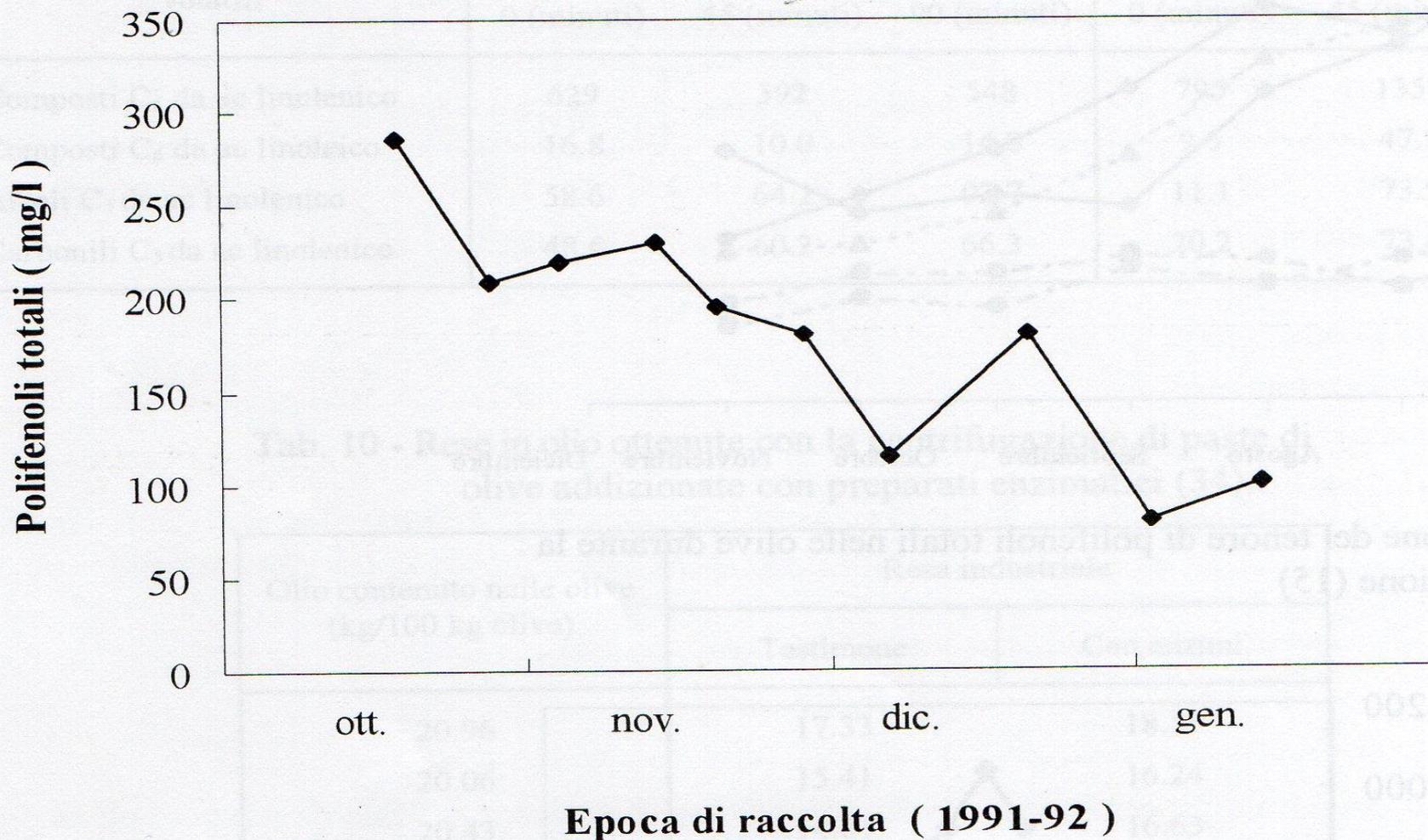
Risultati ottenuti nella determinazione della composizione delle sostanze fenoliche (mg/kg) di oli vergini estratti da paste di olive (cv. **Coratina**) lavorate con i decanter centrifughi a 2 ed a 3 fasi.

(Fonte: G. De Stefano et al., Fett / Lipid, 1999)

Determinazioni	Decanter centrifugo operante a	
	2 fasi	3 fasi
3,4-DHPEA	0.87	0.58
p-HPEA	3.7	2.3
3,4-DHPEA-EDA	522	427
p-HPEA-EDA	78.2	67.3
3,4-DHPEA-EA	352	245
Fenoli totali (mg/kg, come 3,4-DHPEA) *	673	585
Tempo di induzione (ore)	17.8	15.5

* Metodo colorimetrico.

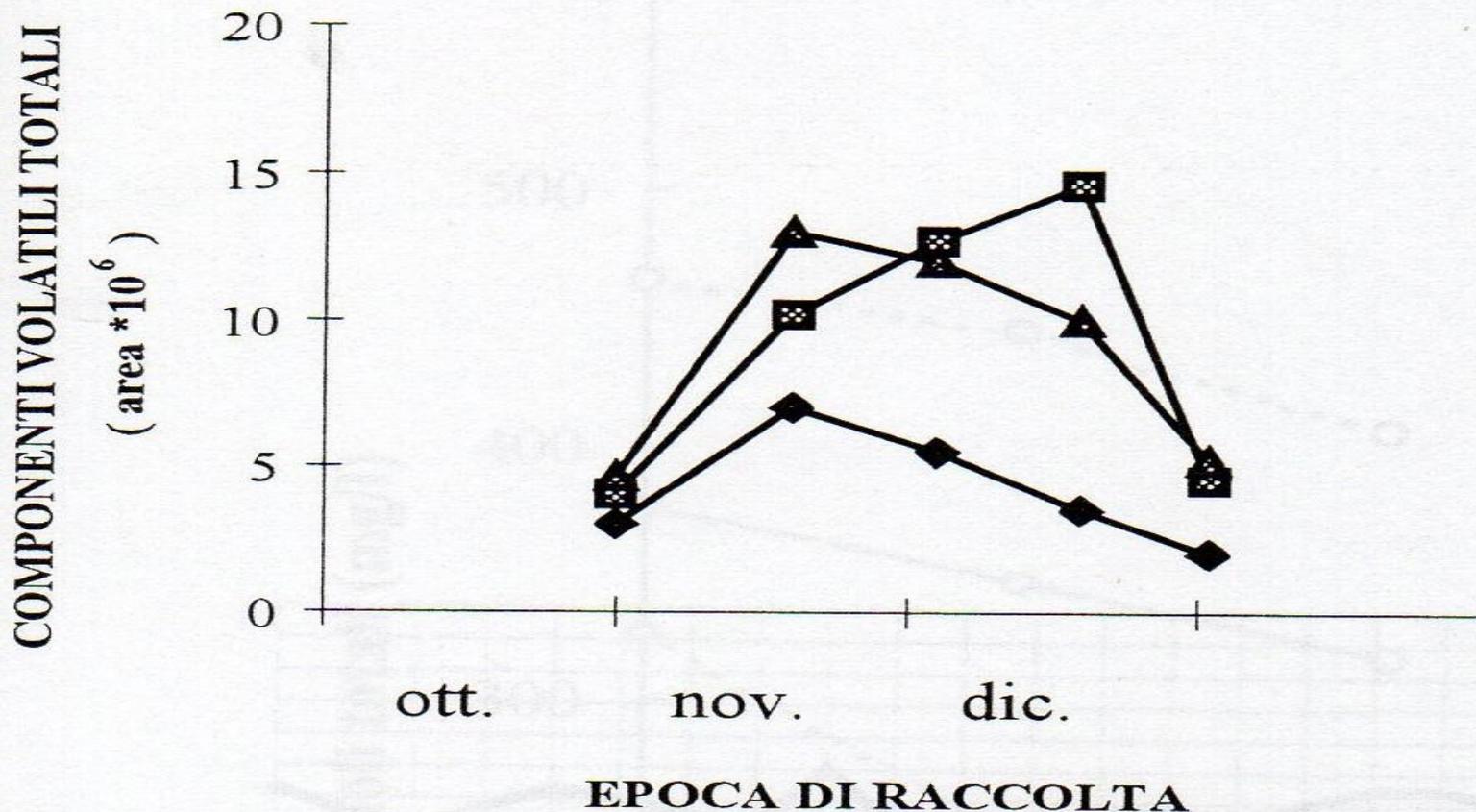
Variazione del contenuto di fenoli totali di olio vergine di oliva (cv. Cima di Bitonto) durante la maturazione



Variazione del contenuto di sostanze volatili totali di alcune varietà di olive dell'Umbria nel corso della maturazione

(forse Leccino, Moraiolo, Frantoio)

(Fonte: G. Montedoro et al., RISG, 61, 1984)



STOCCAGGIO delle OLIVE

Lo stoccaggio delle olive è una operazione necessaria ma da effettuare in modo razionale e per un tempo ridotto. A tal fine, in tutti i paesi del bacino del Mediterraneo (tranne in Spagna) lo stoccaggio delle olive si realizza mediante i grossi cassoni di plastica (bins) con fori, dalla capacità di circa 300 kg, che occupano una superficie di 1 m² circa. Se sovrapposti, è possibile stoccare fino a 1.5-1.8 t di olive e sono molto utili quando il frantoio adotta la lavorazione partitaria, come avviene in Italia. E' opportuno effettuare lo stoccaggio delle olive in ambiente aperto ma coperto.







Anche in Italia, i grandi oleifici cominciano ad adottare le grosse tramogge per lo stoccaggio delle olive, evitando, tuttavia, lo stoccaggio prolungato.



DEFOGLIAZIONE e LAVAGGIO delle OLIVE

Queste due operazioni hanno la finalità di sottoporre alla lavorazione solo le olive eliminando ogni materiale estraneo, sia vegetale che minerale.

L'operazione di defogliazione delle olive viene sempre effettuata per eliminare, insieme alle foglie, le parti vegetali leggere che vengono allontanate mediante una forte aspirazione. La presenza di foglie, se si impiegano i frangitori metallici per la preparazione della pasta di olive, può determinare un incremento eccessivo del fruttato verde-erbaceo dell'olio dovuto all'aumento delle sostanze volatili responsabili della sensazione, in particolare dell'aldeide insatura *trans-2-Esenale*, dal tipico odore di erba tagliata di fresco (azione della lipossigenasi sull'acido linolenico). Sebbene la sensazione di verde-erbaceo sia gradevole e segno di freschezza dell'olio, molti consumatori non la gradiscono poiché abituati a consumare olio dal fruttato maturo.

Contrariamente a quanto si crede, la presenza di foglie, in miscela con le olive all'atto della frangitura, non determina l'incremento delle sostanze fenoliche, pur esse presenti nelle foglie come glucosidi. Ciò perché la loro concentrazione è circa uguale a quella delle stesse sostanze fenoliche della polpa delle olive e, quindi, nell'impasto la loro concentrazione non varia, come si mostra nella successiva tabella.

Determinazioni	Quantità di foglie aggiunte alle olive (%)				
	0	1	2	3	5
Acidità libera (%)	0.54	0.63	0.61	0.58	0.56
Numero di perossidi (meq/kg)	4.2	4.8	4.6	4.9	5.2
K ₂₃₂	1.43	1.51	1.53	1.57	1.66
K ₂₇₀	0.07	0.09	0.09	0.10	0.12
Valutazione organolettica (punteggio) *	6.3	6.6	6.7	7.2	6.8
Fenoli totali (mg/l, come ac. caffeico)	69	66	68	68	71
Tempo di induzione (ore)	8.0	8.2	8.2	8.7	8.2
Pigmenti clorofillici (mg/kg)	3.4	5.5	6.6	8.4	12.1
trans-2-Esenale (mg/kg)	130	203	242	288	287
Esanale (mg/kg)	23.2	22.4	25.3	26.9	34.4
1-Esanolo (mg/kg)	9.9	11.0	11.7	10.8	13.0
trans-2-Esenolo (mg/kg)	9.5	13.6	13.8	14.1	18.9
Fruttato verde (intensità) **	---	0.8	1.3	1.6	1.6
Amaro (intensità) **	---	0.3	0.5	0.8	0.8

* Scala di punteggio: 1-9; olio extra vergine di oliva: punteggio ≥ 6.5; ** Scala di intensità: 0-5

Effetto dell'aggiunta (%) di foglie ad olive mature su alcuni parametri di qualità dell'olio vergine di oliva ottenuto con decanter centrifugo a 3 fasi

(Fonte: L. Di Giovacchino et al., J. Am. Oil Chem. Soc., 73, 1996)

Determinazioni	Quantità di foglie aggiunte alle olive (%)				
	0	1	2	3	5
Acidità libera (%)	0.54	0.63	0.61	0.58	0.56
Numero di perossidi (meq/kg)	4.2	4.8	4.6	4.9	5.2
K₂₃₂	1.43	1.51	1.53	1.57	1.66
K₂₇₀	0.07	0.09	0.09	0.10	0.12
Valutazione organolettica (punteggio) *	6.3	6.6	6.7	7.2	6.8
Fenoli totali (mg/l, come ac. caffeico)	69	66	68	68	71
Tempo di induzione (ore)	8.0	8.2	8.2	8.7	8.2
Pigmenti clorofillici (mg/kg)	3.4	5.5	6.6	8.4	12.1
trans-2-Esenale (mg/kg)	130	203	242	288	287
Esanale (mg/kg)	23.2	22.4	25.3	26.9	34.4
1-Esanolo (mg/kg)	9.9	11.0	11.7	10.8	13.0
trans-2-Esenolo (mg/kg)	9.5	13.6	13.8	14.1	18.9
Fruttato verde (intensità) **	---	0.8	1.3	1.6	1.6
Amaro (intensità) **	---	0.3	0.5	0.8	0.8

* Scala di punteggio: 1-9; olio extra vergine di oliva: punteggio ≥ 6.5 ; ** Scala di intensità: 0-5

OPERAZIONE

di

PREPARAZIONE della **PASTA** di **OLIVE**

PREPARAZIONE della PASTA di OLIVE

La preparazione della pasta di olive, da sottoporre alla estrazione dell'olio, si realizza mediante le operazioni di:

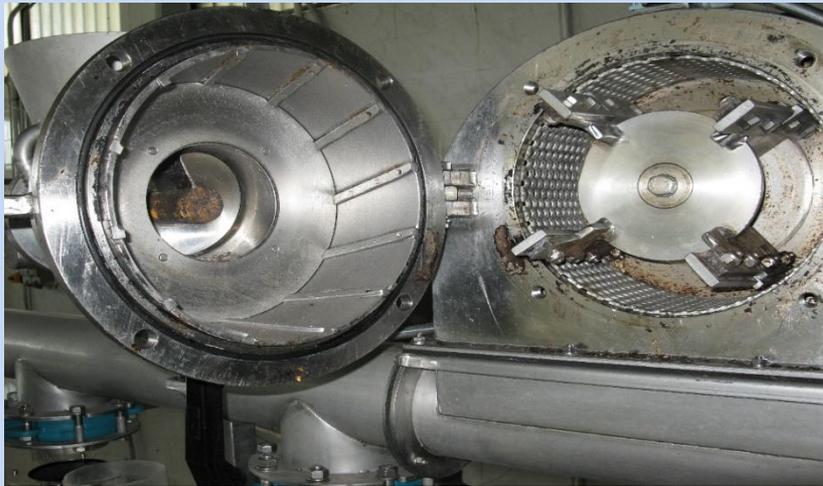
- **FRANGITURA** o **MOLITURA** delle olive
- **GRAMOLAZIONE** della pasta di olive ottenuta

La **MOLITURA** delle olive, mediante macine (o molazze) di granito, si effettua (si effettuava) quando il frantoio opera (operava) la separazione dell'olio con il sistema della pressione. L'uso delle macine assicura una molitura morbida, non violenta.



L'oleificio che adotta il sistema della Centrifugazione, sia a 3 che a 2 fasi, effettua la preparazione della pasta di olive mediante i frangitori metallici, più o meno violenti

Frangitore metallico a martelli fissi



Frangitore metallico a dischi (o a denti)



Frangitore a Martelli
mobili



FRANGITURA delle **OLIVE**

La frangitura delle olive mediante i frangitori metallici influisce significativamente sia sulla resa di estrazione in olio sia sulla qualità organolettica dell'olio. Naturalmente non incide sulla sua qualità merceologica, che dipende essenzialmente dalla qualità delle olive.

I frangitori metallici più diffusi sono quelli a:

- martelli fissi (i più violenti)
- coltelli (o a lame) fissi (violenti, ma meno dei martelli)
- dischi (o denti) (violenti)
- martelli o coltelli mobili (meno violenti)

Di particolare importanza, tuttavia, sono i seguenti parametri:

- velocità di rotazione dell'organo rotante
- dimensione dei fori della griglia, o distanza tra i dischi

Risultati tecnologici ottenuti nella centrifugazione (decanter a 3 fasi) di paste di olive preparate con il frangitore metallico a martelli fissi, a differente velocità di rotazione, e con il frantoio a macine (**).

(Fonte: Angerosa, Solinas. Atti Seminario Intern. - Città S. Angelo, Aprile 1990)

OLIVE		Tipo di molitura	Resa in olio * (kg/100 kg)	SANSA			ACQUA DI VEGETAZIONE	
Varietà	Olio (%)			H ₂ O (%)	Olio (%)	Olio * (kg/100 kg)	Quantità * (l/100 kg)	Olio (g/l)
MISTE	25.3	Fr 2900 rpm	21.6	54.3	3.6	1.9	88	15.0
		Fr 2400 rpm	21.4	51.3	5.0	2.4	86	12.8
		Fr 2200 rpm	20.8	50.5	5.1	2.6	89	17.0
		Macine	20.5	49.8	5.1	2.4	87	20.9
CORATINA	22.7	Fr 2900 rpm	19.2	53.3	3.6	1.9	101	13.9
		Fr 2400 rpm	18.9	48.9	3.9	2.1	105	13.3
		Fr 2200 rpm	18.6	48.4	4.2	2.2	105	15.2
		Macine	18.2	46.5	4.4	2.1	105	18.1

(*) Dato espresso in litri o kg/100 kg olive; (**) Dati non pubblicati, ottenuti nelle prove di cui al riferimento bibliografico (5).

Valori medi di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti, in un oleificio industriale, con la centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive (cv Provenzale e Rotondella) preparate con il frantoio a macine e con il frangitore metallico a dischi.

(Fonte: F. Angerosa, et al., RISG (1995))

DETERMINAZIONI	Frantoio a macine	Frangitore a dischi
Acidità (%)	0.23	0.23
Numero dei perossidi (meq/kg)	11.5	11.7
K ₂₃₂	1.87	1.90
Valutazione organolettica *	7.4	7.2
Fenoli totali (mg/kg)	133	247
Tempo di induzione (ore)	7.8	10.6
Clorofilla (mg/kg)	8.5	14.9
Tocoferoli (ppm)	268	255
Intensità di amaro **	1.8	2.4

Valori medi di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti dalla centrifugazione di paste di olive della varietà Ogliarola Salentina preparate con il frantoio a macine e con il frangitore metallico a martelli fissi.

(Fonte: V. Alloggio, et al. RISG 1996)

DETERMINAZIONI	Frantoio a macine (oleificio industriale)	Frangitore a martelli fissi (scala di laboratorio)
Acidità (%)	0.40	0.37
Numero dei perossidi (meq/kg)	6.5	5.4
K ₂₃₂	1.18	1.20
Fenoli totali (mg/kg)	228	411
Tempo di induzione (ore)	9.2	11.9

Valori medi di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti, in un oleificio industriale, con la centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive (cv **Provenzale** e **Rotondella**) preparate con il frantoio a macine e con il frangitore metallico a dischi.

(Fonte: F. Angerosa, et al., RISG (1995))

DETERMINAZIONI	Frantoio a macine	Frangitore a dischi
Acidità (%)	0.23	0.23
Numero dei perossidi (meq/kg)	11.5	11.7
K₂₃₂	1.87	1.90
Valutazione organolettica *	7.4	7.2
Fenoli totali (mg/kg)	133	247
Tempo di induzione (ore)	7.8	10.6
Clorofilla (mg/kg)	8.5	14.9
Tocoferoli (ppm)	268	255
Intensità di amaro **	1.8	2.4

Valori medi di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti dalla centrifugazione di paste di olive della varietà Ogliarola Salentina preparate con il frantoio a macine e con il frangitore metallico a martelli fissi.

(Fonte: V. Alloggio, et al. RISG, 73, 1996)

DETERMINAZIONI	Frantoio a macine (oleificio industriale)	Frangitore a martelli fissi (scala di laboratorio)
Acidità (%)	0.40	0.37
Numero dei perossidi (meq/kg)	6.5	5.4
K₂₃₂	1.18	1.20
Fenoli totali (mg/kg)	228	411
Tempo di induzione (ore)	9.2	11.9

Risultati quantitativi ottenuti nella centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive di differenti varietà e preparate con differenti metodi di frangitura (frangitore metallico a martelli mobili e frantoio a macine di granito)

(Fonte: S.M. Preziuso, et al., E.J.L.S.T., 2010)

Determinazioni	Olive cv. Oliarola (30%) + cv. Leccino (70%)			Olive cv. Peranzana (80%) + cv. Leccino (20%)		
	H₂O (%)		Olio (%)	H₂O (%)		Olio (%)
	52.6		17.5	50.5		20.9
	Frangitura con			Frangitura con		
Frang. a martelli + macine	Frangitore a martelli	Frantoio a macine	Frang. a martelli + macine	Frangitore a martelli	Frantoio a macine	
Rendimento (%)	82.2	80.4	80.1	85.2	84.2	83.6
<u>Sansa</u>						
Quantità (kg/100 kg)	64.1	62.1	62.8	62.5	59.3	59.9
Olio (%)	3.6	4.1	4.4	3.6	3.8	4.0
H₂O (%)	61.1	57.9	57.0	60.2	58.8	57.7
Olio (kg/100 kg)	2.31	2.55	2.76	2.25	2.25	2.40
<u>Acqua di vegetazione</u>						
Quantità (l/100 kg)	55.0	58.0	56.0	42.0	40.0	41.0
Olio (g/l)	13.3	14.6	13.0	16.7	18.3	17.0
Residuo secco (%)	12.8	11.6	10.4	15.2	18.0	14.9
Olio (kg/100 kg)	0.73	0.85	0.73	0.70	0.73	0.70

Contenuto di sostanze fenoliche e volatili degli oli ottenuti nella centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive di differenti varietà, preparate con diversi metodi di frangitura.
(frangitore metallico a martelli mobili e frantoio a macine di granito)

(Fonte: S.M. Preziuso, et al., E.J.L.S.T., 2010)

Determinazioni	Olive cv. Oliarola (30%) + cv. Leccino (70%)			Olive cv. Peranzana (80%) + cv. Leccino (20%)		
	Frangitura con			Frangitura con		
	Frang. a martelli + Macine	Frang. a martelli	Frantoio a macine	Frang. a martelli + Macine	Frang. a martelli	Frantoio a macine
<i><u>Sostanze fenoliche</u></i>						
Fenoli totali (mg/litro) *	92	86	72	224	212	160
3,4-DHPEA-EDA (mg/kg)	18.0	21.0	15.8	85.8	70.5	88.5
3,4-DPEA-EA (mg/kg)	2.1	3.6	6.3	26.7	18.4	20.1
p-HPEA-EDA (mg/kg)	108.1	107.5	80.2	140.5	114.4	130.5
<i><u>Sostanze volatili</u></i> (mg/kg)						
trans-2-Esenale	677.0	608.0	676.0	923.0	924.0	798.0
1-Esanolo	33.5	23.9	31.6	42.5	47.1	40.7
trans-2-Esenolo	43.0	29.1	45.6	45.9	58.2	56.3
Totali C ₆ -Ac. Linolenico	741.0	656.0	743.0	983.0	996.0	868.0
Totali C ₆ -Ac. Linoleico	58.1	41.4	56.4	89.3	88.6	81.8
Penten dimeri	32.1	26.5	17.2	32.7	34.2	14.7

Caratteristiche qualitative degli oli ottenuti mediante centrifuga a 3 fasi da paste di olive delle varietà Coratina e Oliarola preparate con differenti frangitori metallici, a martelli e a coltelli mobili.

(Fonte: M. Servili, et al., E.J.L.S.T., 2002)

Determinazioni	Olive cv. CORATINA		Olive cv. OLIAROLA	
	Fr. metallico a martelli	Fr. metallico a coltelli	Fr. metallico a martelli	Fr. metallico a coltelli
<u>Composti fenolici</u> (mg/kg)				
Fenoli totali *	328.5 a	303.0 a	174.7 b	186.7 b
3,4-DHPEA-EDA	301.6	366.6	58.3	54.6
p-HPEA-EDA	52.6	67.0	43.0	40.6
3,4-DPEA-EA	257.0	269.4	97.2	124.6
<u>Sostanze volatili</u> (µg/kg)				
trans-2-Esenale	6606.5 a	8475.8 b	5359.5 c	7149.7 d
1-Esanolo	205.7 a	97.7 b	234.7 c	115.1 d
trans-2-Esenolo	1061.5 a	520.4 b	1065.4 c	566.4 d

* Metodo colorimetrico

Controllare eventuali altri lavori sulla frangitura

Vedere lavoro di Guerini, et al. (bibl. N. 17 su libro, cap. Frangitura)

Eventuale cenno alla tecnica della denocciolatura

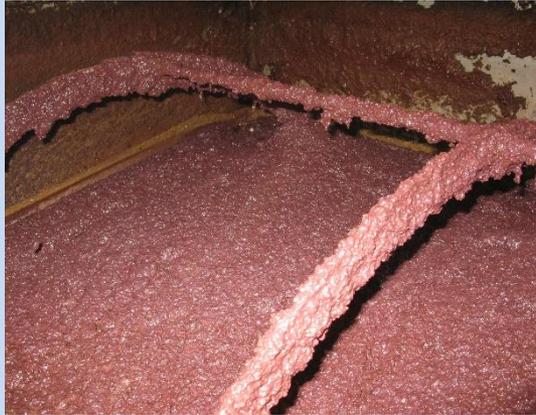
GRAMOLAZIONE della **PASTA** di **OLIVE**

La gramolazione (lento movimento meccanico della pasta di olive) è una operazione tecnologica necessaria a favorire la riunione delle micro goccioline di olio (circondate da una membrana lipoproteica), liberate dalle cellule con la frangitura, per formare gocce sempre più grandi fino alla separazione dell'olio in una fase continua, fenomeno chiamato coalescenza (studi di J.M. Martinez Moreno, 1957).

Questa operazione ha molta influenza sulla resa di estrazione in olio, mentre non incide significativamente sulla sua qualità.







Risultati tecnologici medi ottenuti nella estrazione dell'olio da paste di olive gramolate per tempi differenti.

(Fonte: L. Di Giovacchino, et al., Grasas y Aceites, 2, 2002)

Determinazioni	Tempo di gramolazione (min.)		
	15	45	90
<u>Olive</u>			
Olio (%)	20.4	20.4	20.4
Acqua (%)	49.1	49,1	49,1
Resa in olio (kg/100 kg olive)	16.1	16.9	17.5
Rendimento di estrazione (%) *	78.5	82.7	85.7
<u>Sansa</u>			
Quantità (kg/100 kg olive)	71.7	71.9	71.5
Acqua (%)	57.7	58.2	58.9
Olio (%)	4.42	3.66	3.12
Olio (kg/100 kg olive)	3.14	2.62	2.24
<u>Acqua di vegetazione</u>			
Quantità (l/100 kg olive)	25	20	20
Residuo secco (% a 105 °C)	13.8	14.4	14.5
Olio (g/l)	27.6	21.5	16.2
Olio (kg/100 k olive)	0.70	0.50	0.32
Olio totale perduto nei sottoprodotti (kg/100 kg olive)	3.84	3.12	2.56

*Rapporto percentuale tra l'olio prodotto (kg/100 kg olive) e il contenuto (%) di olio delle olive determinato con l'apparecchio Soxhlet.

Risultati tecnologici ottenuti nella centrifugazione con decanter a 2 fasi (2 uscite) di paste di olive (cv Cornicabra) gramolate per tempi differenti.

(Fonte: A.M. Inarejos-Garcia, et al., E. J. L. S. T., 228, 2009)

Determinazioni	Tempo di gramolazione (min.)		
	30	60	90
Resa di estrazione (kg/100 kg olive)	20.3	20.6	21.0
Quantità <u>Sansa</u> (kg/100 kg olive)	80.1	79.4	79.5
Acqua (%)	52.1	50.5	50.6
Olio (% su sansa fresca)	5.8	6.7	4.8

Valori medi di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti con un decanter centrifugo a 3 fasi (3 uscite) con poca acqua aggiunta alle paste di olive gramolate per tempi differenti (gramola coperta da grata metallica con fori di ridotte dimensioni).

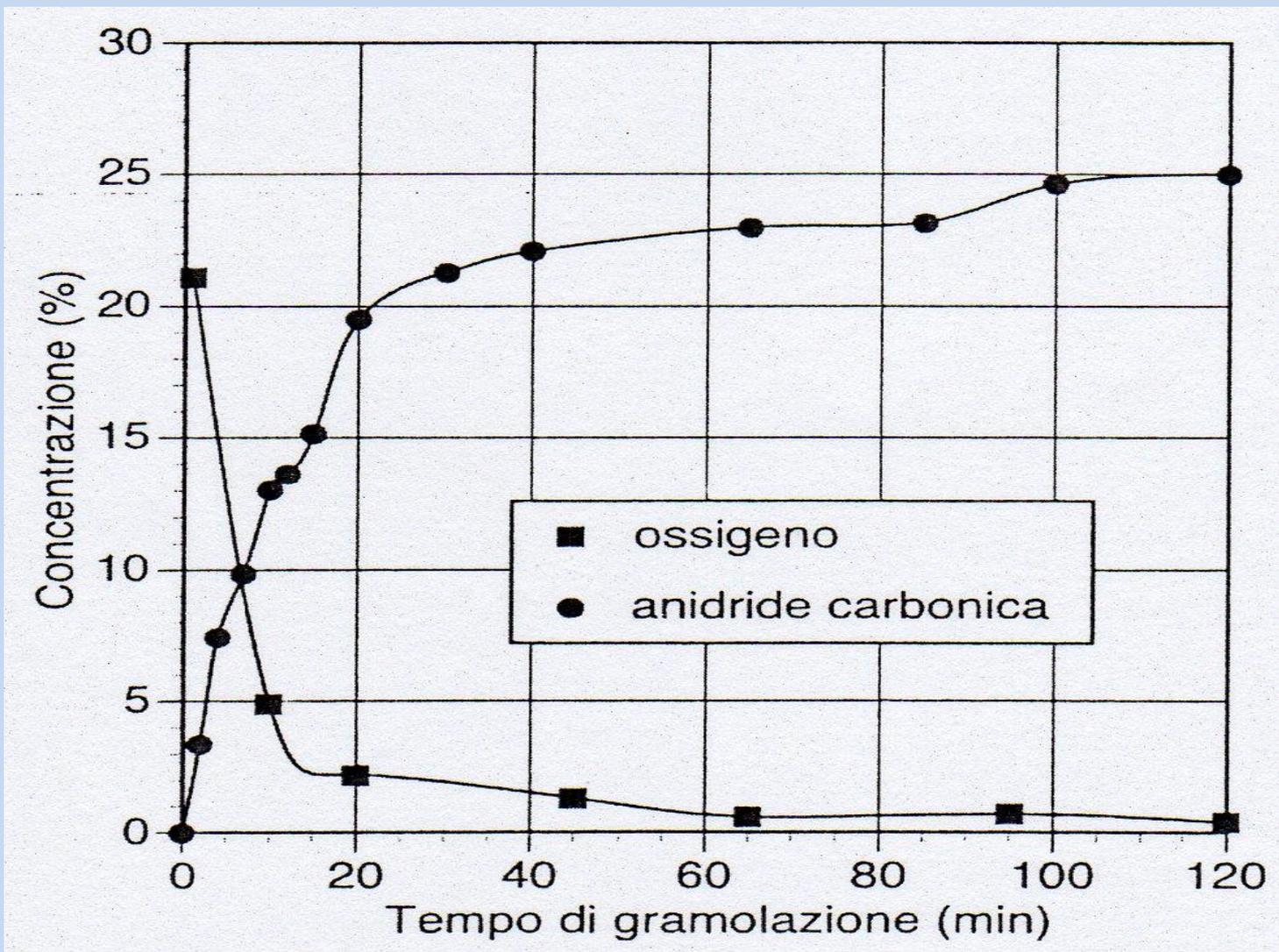
(Fonte: L. Di Giovacchino, et al., *Grasas y Aceites*, 2, 2002)

Determinazioni	Durata della gramolazione (minuti)		
	15	45	90
Acidità libera (%)	0.42	0.43	0.41
Numero dei perossidi (meq/kg)	5.4	5.3	5.3
K ₂₃₂	1.50	1.51	1.51
K ₂₇₀	0.11	0.11	0.11
Valutazione organolettica (punteggio) *	7.2	7.2	7.2
Fenoli totali (mg/l, come ac. gallico)	269	267	225
Tempo di induzione (Rancimat) (ore)	12.9	12.5	11.5
Pigmenti clorofillici (mg/kg)	5.9	5.9	5.8

Risultati conseguiti nella determinazione di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti con un decanter centrifugo a 2 fasi (2 uscite) da paste di olive (cv Cornicabra) gramolate per tempi differenti a 28 °C.

(Fonte: A.M. Inarejos-Garcia, et al., *E. J. L. S. T.*, 228, 2009)

Determinazioni	Durata della gramolazione (minuti)		
	30	60	90
Acidità libera (%)	0.21	0.21	0.22
Numero dei perossidi (meq/kg)	6.3	6.2	7.4
K ₂₃₂	1.75	1.67	1.70
K ₂₇₀	0.15	0.15	0.15
Fenoli totali (mg/kg)	427	409	418
o-Difenoli (mg/kg)	213	184	181
Stabilità ossidativa (Rancimat) (ore)	20.5	18.3	16.7
K ₂₂₅	0.48	0.47	0.41



Variation of the composition of the atmosphere above the olive paste during grinding.

(Fonte: A. Parenti, et al., RISG, 82, 2005)

Risultati tecnologici ottenuti nella centrifugazione con decanter a 2 fasi (2 uscite) di paste di olive (cv Cornicabra) gramolate (per 60 minuti) a differenti temperature.

(Fonte: A.M. Inarejos-Garcia, et al., E. J. L. S. T., 228, 2009)

Determinazioni	Temperatura di gramolazione (°C)		
	20	28	40
Resa di estrazione (kg/100 kg olive)	18.3	20.6	20.9
Sansa			
Quantità (kg/100 kg olive)	81.7	79.4	79.1
Acqua (%)	48.3	50.5	51.9
Olio (% su sansa fresca)	9.0	6.7	6.0

Variazione di alcuni parametri di qualità degli oli ottenuti con decanter a 2 uscite da paste di olive (cv. Cornicabra) gramolate per 60 minuti a differenti temperature.

(Fonte: A.M. Inarejos-Garcia, et al., E. J. L. S. T., 228, 2009)

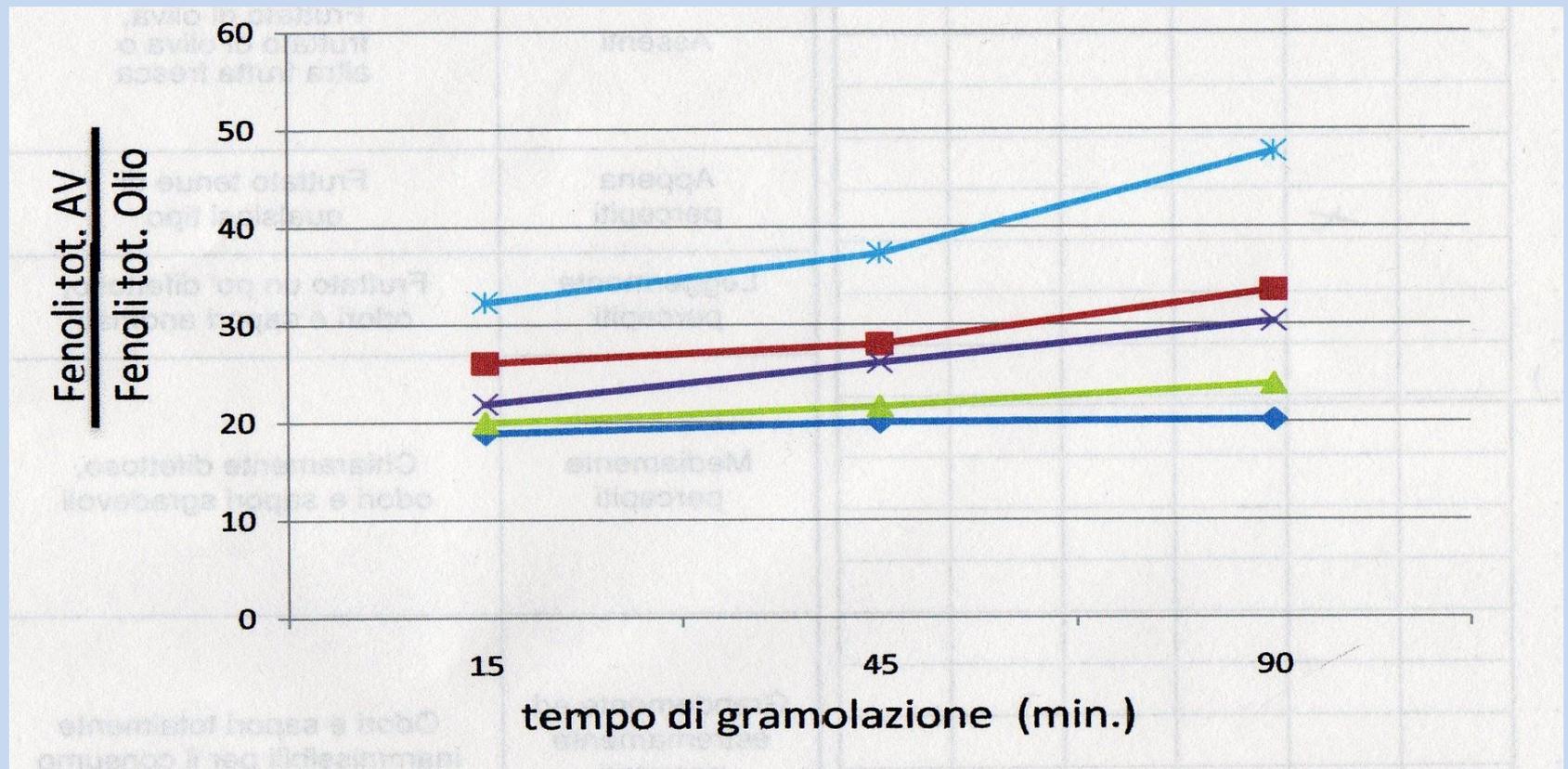
Determinazioni	Temperatura di gramolazione (°C)		
	20	28	40
Acidità libera (%)	0.21	0.21	0.25
Numero di perossidi (meq/kg)	5.9	6.2	6.8
K₂₃₂	1.60	1.67	1.70
K₂₇₀	0.14	0.15	0.16
Fenoli totali (mg/kg)	450	650	788
o-Difenoli (mg/kg)	205	326	390
Stabilità ossidativa Rancimat (ore)	14.7	21.8	24.7
α-Tocoferolo (mg/kg)	205	219	221
β-Carotene (mg/kg)	0.63	0.87	1.56
K₂₂₅	0.46	0.52	0.56

Variazione di alcuni parametri di qualità e del contenuto delle più importanti sostanze fenoliche degli oli ottenuti con decanter a 2 fasi (2 uscite) da paste di olive gramolate per 45 minuti a differenti temperature.

(Fonte: E. Boselli, et al., Food Sc. and Technol, 42, 2009)

Determinazioni	Temperatura di gramolazione (°C)		
	25	35	45
<u>cv Frantoio/Leccino</u>			
Acidità libera (%)	0.30	0.30	0.40
Fenoli totali (mg/kg, come ac. gallico)	84.7	133	143
Tempo di induzione (Rancimat a 110 °C) (ore)	21.4	28.9	29.4
3,4-DHPEA-EDA (mg/kg) (a)	16.0	40.6	49.9
p-HPEA-EDA (mg/kg) (b)	73.5	94.0	95.9
3,4-DHPEA-EA (mg/kg) (c)	15.1	22.7	25.5
Somma fenoli (mg/kg)	111	171	186
<u>cv Coratina</u>			
Acidità libera (%)	0.20	0.20	0.30
Fenoli totali (mg/kg, come c. gallico)	172	201	241
Tempo di induzione (Rancimat a 110 °C) (ore)	43.7	47.8	53.9
3,4-DHPEA (mg/kg) (d)	14.9	17.8	17.0
p-HPEA (mg/kg) (e)	18.7	27.1	17.3
3,4-DHPEA-EDA (mg/kg)	39.5	67.5	118
p-HPEA-EDA (mg/kg)	101	132	152
3,4-DHPEA-EA (mg/kg)	95.9	87.3	62.4
Ligstroside aglicone (mg/kg)	62.3	56.5	35.5
Somma fenoli (mg/kg)	335	390	405

(a): forma dialdeidica dell'acido decarbossimetil-elenolico legato all'alcool 3,4-diidrossifenilettilico; (b): forma dialdeidica dell'acido decarbossimetil-elenolico legato all'alcool p-idrossifenilettilico; (c): aglicone dell'oleuropeina; (d): alcool 3,4-diidrossifenilettilico; (e): alcool p-idrossifenilettilico.



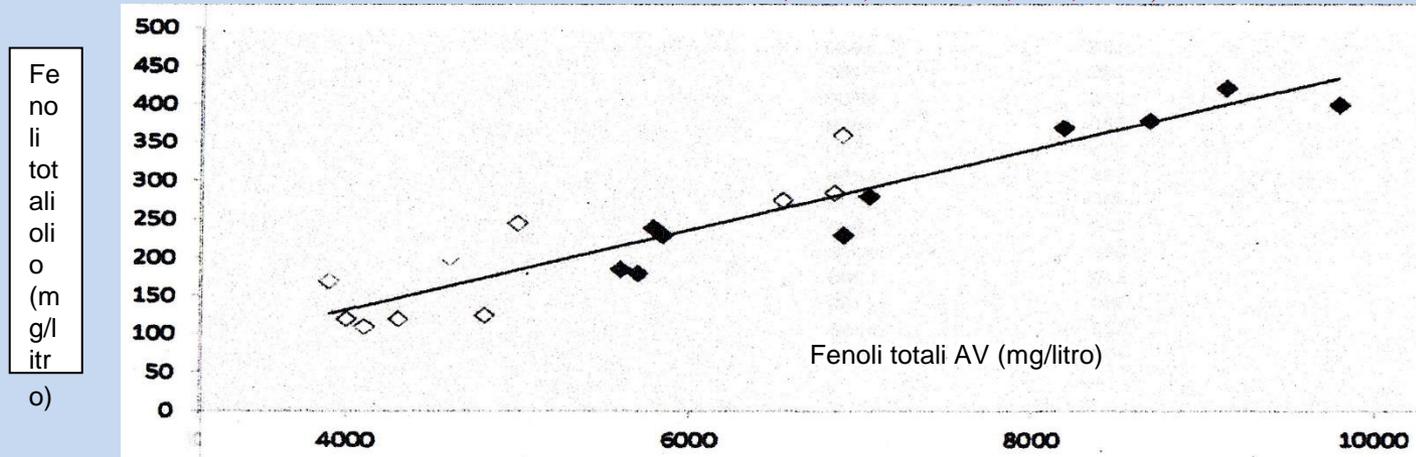
Variation of the value of the ratio of the concentrations of total phenols of the vegetable water and of the oil obtained from pastes of olives of different varieties ground for different times.

(Olive varieties: x Miste 2; ■ Miste 1; x Dritta 2; ▲ Leccino; ◇ Dritta 1)

(Source: L. Di Giovacchino et al., *Grasas y Aceites*, 2, (2002))

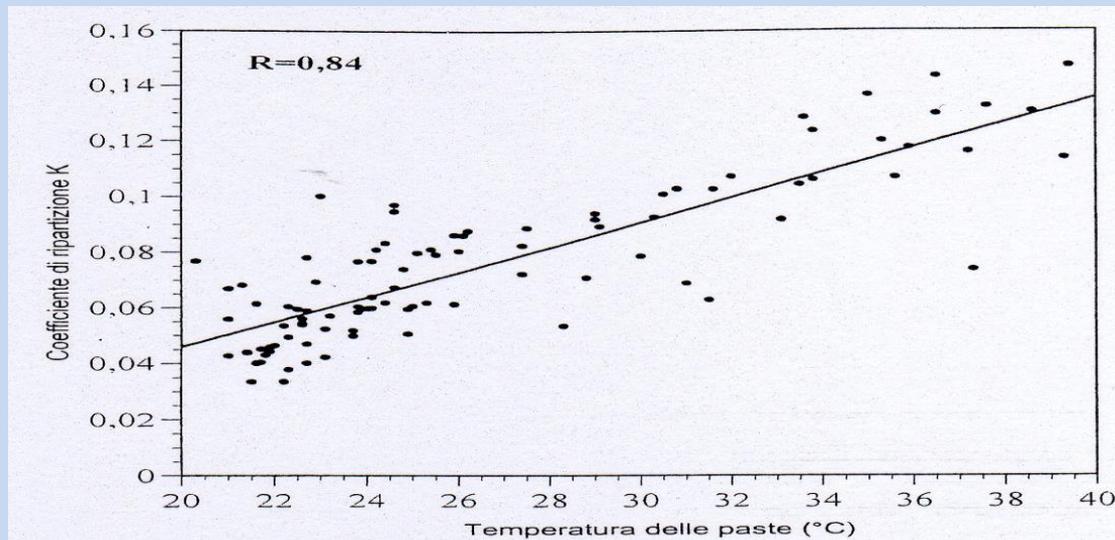
Correlazione tra il contenuto di fenoli totali degli oli e delle corrispondenti acque di vegetazione (AV) ottenuti da paste di olive di 10 varietà lavorate con decanter a 3 fasi (□) e a 3 fasi con poca acqua aggiunta (◆).

Fonte: L. Di Giovacchino, et al., E.J.L.S.T., 103, 2001)



Variazione del coefficiente di partizione K, tra le concentrazioni di fenoli totali nell'olio e nell'acqua di vegetazione, in funzione della temperatura di gramolazione della pasta di olive.

(Fonte: A. Parenti, et al., RISG 77, 2000)



Valori medi del contenuto (mg/kg) di alcune sostanze volatili degli oli ottenuti con decanter centrifugo a 3 uscite con poca acqua aggiunta alle paste di olive gramolate per tempi differenti.

(Fonte: L. Di Giovacchino, et al., *Grasas y Aceites*, 2, 2002)

Determinazioni	Tempo di Gramolazione (minuti)		
	15	45	90
<i>n</i> -Ottano	5.8	8.0	8.8
Acetato di etile	4.8	7.0	5.4
Alcool etilico	34.8	35.0	35.6
3-Pentanone	15.2	20.4	19.6
1-Penten-3-one	16.0	18.4	21.8
Esanale	22.8	21.6	26.2
Alcool 2-metil-propilico	7.2	8.6	9.0
<i>trans</i> -2-Pentenale	2.0	2.6	2.4
1-Penten-3-olo	18.8	22.6	24.2
Alcool 2-metil-butilico	16.0	17.2	18.8
<i>trans</i> -2-Esenale	301.8	298.4	309.2
Alcool <i>n</i> -amilico	1.2	1.2	1.4
2-Pentenolo	9.2	10.6	11.8
1-Esanolo	10.6	13.8	16.2
<i>cis</i> -3-Esenolo	3.8	4.4	5.0
<i>trans</i> -2-Esenolo	18.8	23.2	31.6
Acido acetico	1.6	2.2	2.0
Sostanze volatili totali	502.4	530.6	567.2

Inserire eventualmente risultati di più recenti pubblicazioni

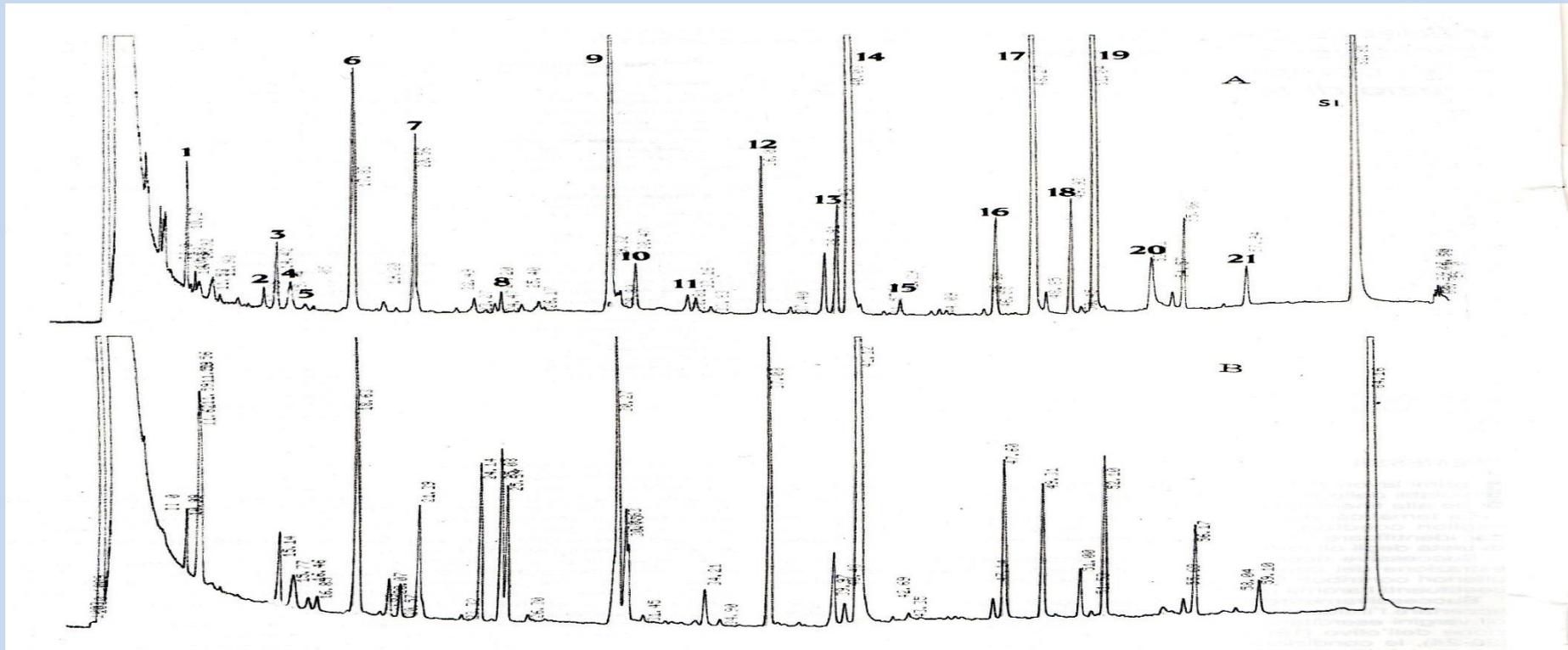
SEPARAZIONE dell' **OLIO** dalla **PASTA** di **OLIVE**

Sono ormai pochi, in Italia, i frantoi oleari che operano con i sistemi discontinui della Pressione e del Percolamento, mentre la gran parte degli oleifici adotta il sistema continuo della Centrifugazione a 3 fasi e, in minor misura, quello a 2 fasi.

Tra i diversi motivi che hanno favorito la diffusione dei decanter centrifughi, in sostituzione totale, o parziale, degli altri impianti, i più importanti sono:

- minor impiego di **manodopera**
- maggiore **capacità oraria** di lavoro
- riduzione dei **tempi di stoccaggio** delle olive
- riduzione del rischio di **inquinamento** dell'olio (fiscoli)
- miglioramento della **qualità dell'olio** da olive non sane

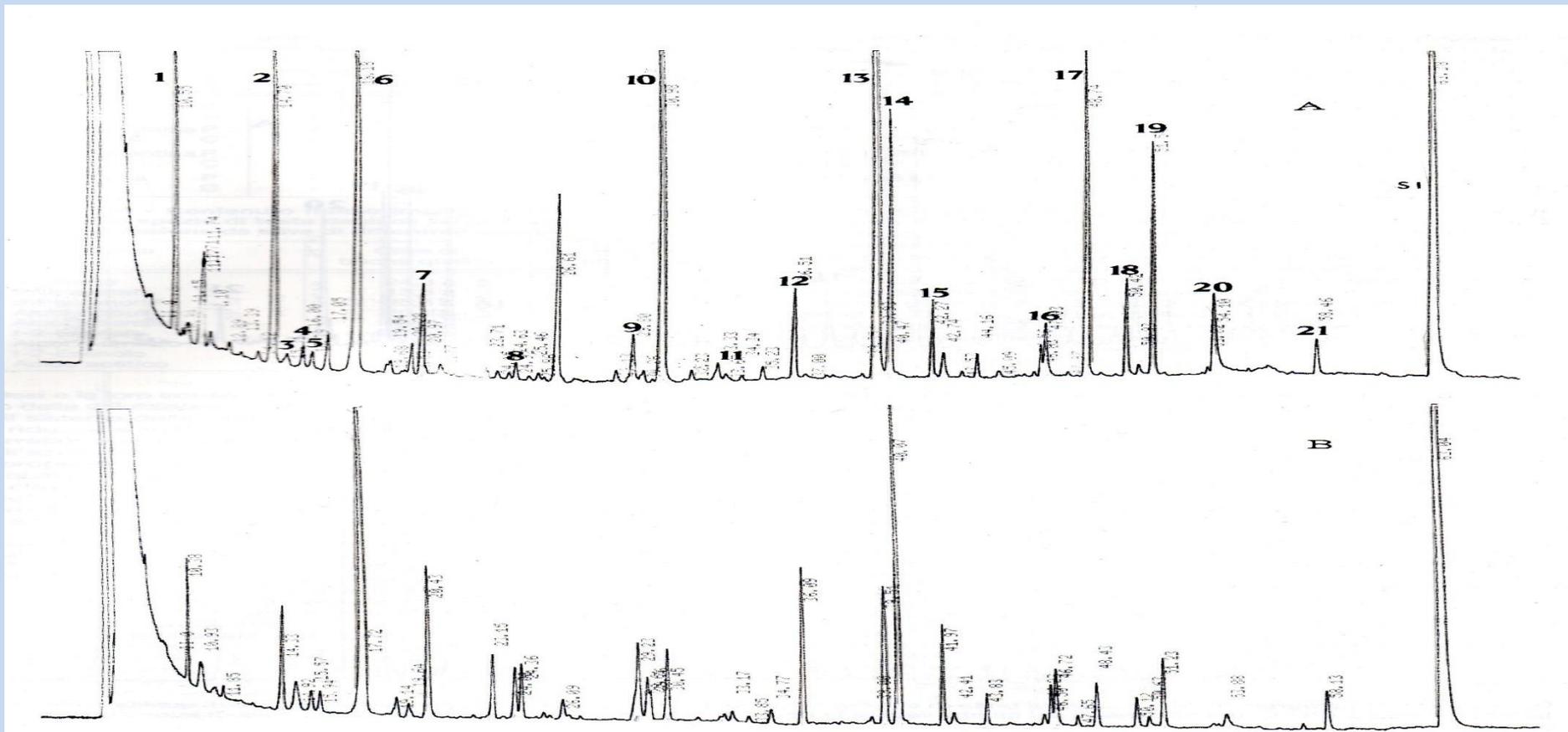
Senza entrare nel merito di ciascuno dei motivi indicati, in quanto a voi già noto, desidero accennare ai problemi, indicati negli ultimi 2 punti, mostrando la composizione delle sostanze volatili dell'olio vergine di oliva ottenuto con i due sistemi a confronto (Pr. e Cent.):



Gas-cromatogrammi dello spazio di testa di oli vergini ottenuti, da olive di buona qualità con il sistema della pressione (A) e con quello della centrifugazione a 3 fasi (B).

(Fonte: L. Di Giovacchino, A. Serraiocco, RISG.72, 1995)

Legenda: 1: *n*-ottano; 2: acetato di etile; 3: 2-butanone; 4: 2-metil-butanale; 5: 3-metil-butanale; 6: alcool etilico; 7: 3-pentanone; 8: 1-penten-3-one; 9: esanale; 10: 2-metil-1-propanolo; 11: *trans*-2-pentenale; 12: 1-penten-3-olo; 13: 3-metil-1-butanolo; 14: *trans*-2-esenale; 15: alcool *n*-amilico; 16: 2-penten-1-olo; 17: 1-esanolo; 18: 3-esenolo; 19: *trans*-2-esenolo; 20: acido acetico; 21: 1-ottanolo; SI (standard interno): 1-nonanolo.



Gas-cromatogrammi dello spazio di testa di oli vergini ottenuti da olive di qualità mediocre con il sistema della pressione (A) e con quello della centrifugazione a 3 fasi (B).

Fonte: L. Di Giovacchino, A. Serraiocco. RISG, 72, 1995)

Legenda: 1: *n*-ottano; 2: acetato di etile; 3: 2-butanone; 4: 2-metil-butanale; 5: 3-metil-butanale; 6: alcool etilico; 7: 3-pentanone; 8: 1-penten-3-one; 9: esanale; 10: 2-metil-1-propanolo; 11: *trans*-2-pentenale; 12: 1-penten-3-olo; 13: 3-metil-1-butanolo; 14: *trans*-2-esenale; 15: alcool *n*-amilico; 16: 2-penten-1-olo; 17: 1-esanolo; 18: 3-esenolo; 19: *trans*-2-esenolo; 20: acido acetico; 21: 1-ottanolo; SI (standard interno): 1-nonanolo.

$$t_s = \frac{18 \mu \ln \left(\frac{2 (R_2)^2}{(R_1)^2 + (R_2)^2} \right)}{2 (D_p)^2 (\rho_s - \rho_l) K_c \omega^2}$$

dove:

- μ : viscosità del liquido
- R_2 : raggio del tamburo rotante
- R_1 : raggio minimo del volume del liquido (bocca di stramazzo dell'olio)
- D_p : diametro medio delle particelle solide
- ρ_s : peso specifico della particella solida
- ρ_l : peso specifico del liquido
- K_c : fattore di correzione che dipende dalla concentrazione delle particelle solide
- ω : velocità angolare del rotore

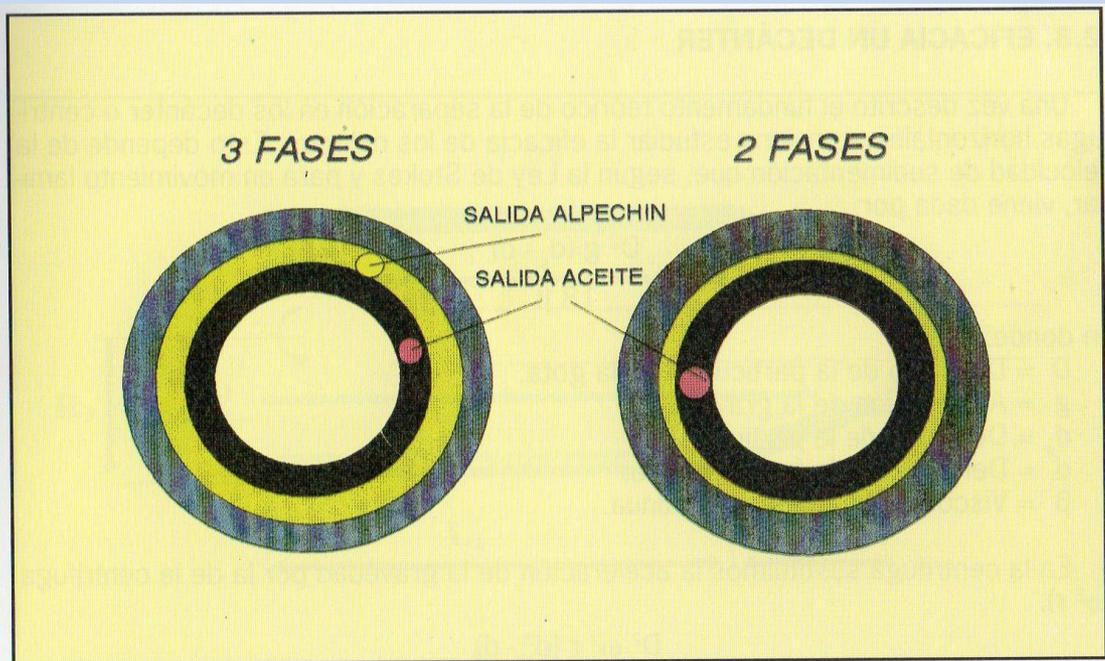


Gráfico 5.- Esquema sección transversal decánter.

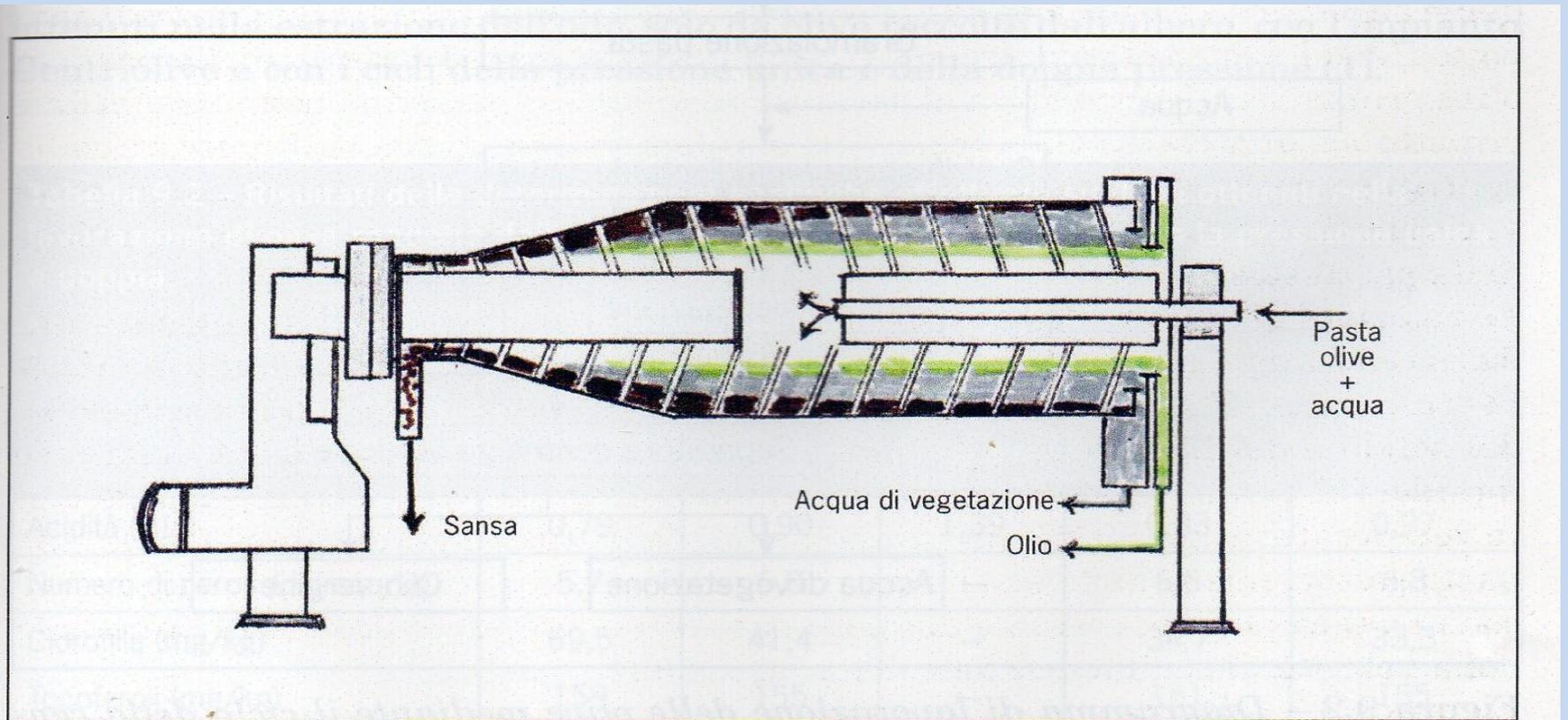


Figura 9.1 – *Schema di funzionamento del decanter centrifugo a 3 fasi (3 uscite).*



Decanter centrifugo a 2 fasi che separa solo l'olio e la sansa, che risulta molto umida





Valori medi dei rendimenti di estrazione in olio e delle caratteristiche dei sottoprodotti ottenuti nella lavorazione delle olive con i differenti sistemi in frantoi industriali.

(Fonte: L. Di Giovacchino et al., RISG, 71, 1994)

Determinazioni	Sistemi di lavorazione delle olive	
	Centrifugazione	Pressione unica
Rendimento in olio (%) *	85.6	85.1
<u>Sansa</u>		
Acqua (%)	51.2	27.9
Olio (% sul fresco)	4.0	7.7
Olio (% sul secco)	8.7	10.7
<u>Acqua di vegetazione</u>		
Residuo secco (%)	9.0	16.4
Olio (g/l)	12.5	6.7
Olio (% sul secco)	14.1	4.1

* Rapporto percentuale tra l'olio ottenuto con l'estrazione meccanica e l'olio contenuto nelle olive e determinato con l'apparecchio Soxhlet.

Valori medi dei rendimenti in olio e delle caratteristiche dei sottoprodotti ottenuti dalla lavorazione delle olive con il decanter centrifugo operante a 3 fasi ed a 2 fasi convenzionale (*)

(Fonte: L. Di Giovachino, et al., RISG, 71, 1994)

Determinazioni	Decanter a "2 fasi" (*)	Decanter a 3 fasi
Rendimento in olio (%)	86.1	85.1
<u>Sansa</u>		
Quantità (kg/100 kg di olive)	72.5	50.7
Acqua (%)	57.5	52.7
Olio (% sul fresco)	3.16	3.18
Olio (% sul secco)	7.44	6.68
Olio (kg/100 kg di olive)	2.28	1.60
Residuo secco (kg/100 kg di olive)	30.7	23.9
<u>Acqua di vegetazione</u>		
Quantità (l/100 kg di olive)	8.3	97.2
Olio (g/l)	13.4	12.6
Olio (kg/100 kg di olive)	0.14	1.20
Residuo secco (kg/100 kg di olive)	1.2	8.3
Olio nei sottoprodotti (kg/100 kg di olive)	2.42	2.80

(*) Senza aggiunta di acqua alla pasta di olive e con l'ugello, per l'uscita dell'acqua, aperto.

Resa industriale in olio e caratteristiche dei sottoprodotti ottenuti in Spagna nella lavorazione delle olive con il decanter centrifugo operante a 3 fasi ed a 2 fasi integrale.

(Fonte: J. Alba Mendoza. Semin. Inter. Oliviv. e Elaiotec., Firenze, 1999)

Determinazioni	Decanter a 2 fasi	Decanter a 3 fasi
Resa industriale in olio (%)	24.2	24.1
<u>Sansa</u>		
Quantità (kg/100 kg di olive)	74.9	49.6
Acqua (%)	69.1	53.6
Olio (% sul fresco)	2.4	3.6
<u>Acqua di vegetazione</u>		
Quantità (l/t di olive)	---	900
Olio (g/l)	---	0.96

Risultati medi ottenuti nella determinazione delle caratteristiche di qualità degli oli vergini estratti da paste di olive lavorate con lo stesso decanter centrifugo disposto a 3 ed a 2 uscite (a 3 e a 2 fasi).

(Fonte: L. Di Giovacchino, et al., RISG, 71 1994)

Determinazioni	Decanter centrifugo operante a	
	2 fasi *	3 fasi
Acidità libera (%)	0.35	0.34
Numero di perossidi (meq./kg)	3.8	4.3
K₂₃₂	1.55	1.44
K₂₇₀	0.10	0.09
Valutazione organolettica **	7.1	7.2
Fenoli totali (mg/l, come ac. Gallico)	333	220
Tempo di induzione (ore, al Rancimat)	15.3	11.6
Pigmenti clorofillici (mg/kg)	6.3	6.6

Decanter centrifugo operante a 3 fasi, con l'ugello dell'acqua aperto, senza aggiunta di acqua alla pasta di olive.

** Valori ottenuti su una scala di punteggio da 1 a 9.

Risultati ottenuti nella determinazione della composizione delle sostanze fenoliche (mg/kg) di oli vergini estratti da paste di olive (cv. **Coratina**) lavorate con i decanter centrifughi a 2 ed a 3 fasi.

(Fonte: G. De Stefano, et al., Fett/Lipid, 9 1999)

Determinazioni	Decanter centrifugo operante a	
	2 fasi	3 fasi
3,4-DHPEA	0.87	0.58
p-HPEA	3.7	2.3
3,4-DHPEA-EDA	522	427
p-HPEA-EDA	78.2	67.3
3,4-DHPEA-EA	352	245
Fenoli totali (mg/kg, come 3,4-DHPEA) *	673	585
Tempo di induzione (ore)	17.8	15.5

* Metodo colorimetrico.

Caratteristiche medie degli oli vergini ottenuti con i differenti sistemi di lavorazione delle olive in oleifici operanti in Spagna.

(Fonte: J. Alba Mendoza. Semin. Internaz. Oliviv. e Elaiotec., Firenze, 1999)

Determinazioni	Sistemi di lavorazione delle olive		
	Pressione	Centrifugazione a 3 fasi	Centrifugazione a 2 fasi
Acidità libera (%)	0.86	0.48	0.54
Numero di perossidi (meq./kg)	12.4	11.2	11.7
K₂₃₂	1.83	1.64	1.70
K₂₇₀	0.16	0.15	0.14
Valutazione organolettica (punteggio) *	5.9	6.8	6.9
Fenoli totali (mg/kg, ac. caffeico)	169	185	232
Tempo di induzione (ore)	22.3	35.3	42.6
Amaro (intensità) **	0.5	0.5	0.9

Scala di valori: da 1 a 9. ** Scala di valori: da 0 a 5. Determinazioni effettuate con la vecchia scheda.

Uno degli ultimi frantoi a Pressione in Abruzzo
(dal 2021 non più operante)





OFF. MECC. TOSCANI
DIREZIONE  ING. CAPECCHI
VIA ARNOLFO 51 FIRENZE ITALIA

OFF. MECC. TOSCANI
DIREZIONE  ING. CAPECCHI
VIA ARNOLFO 51 FIRENZE ITALIA

OFF. MECC. TOSCANI
DIREZIONE  ING. CAPECCHI
VIA ARNOLFO 51 FIRENZE ITALIA

1

U
DE S

In tutto il mondo, ormai, gli oleifici operano l'estrazione dell'olio dalle olive con il sistema continuo della CENTRIFUGAZIONE, a 3 o a 2 fasi







Decanter centrifughi a 2 fasi (Puglia)

(capacità teorica 4 t/h)



Il più grande oleificio italiano operante in Puglia

(n° 16 decanter con capacità teorica di 15 t/h)



Il più grande oleificio di Spagna (e del mondo) operante in Andalusia

(n° 14 decanter con capacità teorica di 15 t/h)



Il più grande oleificio di Spagna (e del mondo) operante in Andalusia
(n° 14 decanter con capacità teorica di 15 t/h)



Intorno al 2010, e negli anni a seguire, diversi ricercatori, soprattutto italiani, ma anche spagnoli, hanno indirizzato il loro lavoro alla ricerca di nuove tecnologie in grado di sostituire la tradizionale operazione di gramolazione che, secondo le loro esperienze, presentava (e presenta) diversi aspetti negativi, tra cui i seguenti:

- è una operazione **discontinua**;
- può determinare l'**ossidazione** dell'olio vergine di oliva;
- non assicura **rese** in olio soddisfacenti;
- determina la **riduzione** delle sostanze fenoliche dell'olio.

INNOVAZIONI TECNOLOGICHE proposte

- Impiego di uno **SCAMBIATORE** di calore tubolare per riscaldare la pasta di olive in minor tempo e in modo omogeneo;
- impiego delle **MICROONDE** per riscaldare la pasta di olive in modo veloce, più omogeneo, mediante una operazione continua;
- impiego degli **ULTRA-SUONI** in sostituzione della gramolazione:
- impiego del **CAMPO ELETTRICO PULSANTE** in sostituzione della gramolazione;
- impiego del **VUOTO** da applicare in fase di gramolazione.

Caratteristiche delle **SANSE** ottenute dalla centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive (cv. Peranzana) sottoposte a differenti condizioni di gramolazione.

(Fonte: S. Esposto, et al., J of Agric. and Food Chemistry, 61, 2013)

Parametri	Controllo	Flash termico (0 minuti)	Flash termico (5 minuti)	Flash termico (10 minuti)
H₂ O (%)	51.2	53.0	53.5	53.2
Olio (% s.s.s.)	8.9	11.3	10.9	10.3
Olio (% sul fresco)	4.34	5.30	5.07	4.82

Caratteristiche delle sanse ottenute dalla centrifugazione (a 3 fasi) di paste di olive (cv. Gentile) sottoposte a differenti condizioni di gramolazione.

Parametri	Controllo (25 °C)	Flash termico (25 °C)	Controllo (30 °C)	Flash termico (30 °C)
H₂ O (%)	52.6	54.0	53.8	53.2
Olio (% s.s.s.)	10.6	12.1	11.5	11.8
Olio (% sul fresco)	5.02	5.57	5.31	5.52

Risultati ottenuti nella centrifugazione (decanter a 3 fasi) di paste di olive riscaldate mediante gramolazione tradizionale e con l'impiego di microonde.

(Fonte: A. Leone, et al., J. of Food Engineering, 146, 2015)

Preparazione della pasta di olive con	Resa in olio (kg/100 kg olive)	Caratteristiche della SANSA		
		H ₂ O (%)	Olio (% sul fresco)	Olio (% sul secco)
Gramolazione tradizionale	14.4	55.5	5.4	9.7
Impiego di Microonde	14.2	54.5	5.5	10.0
Gramolazione tradizionale + Microonde	14.3	55.3	5.5	10.0

Efficienza di estrazione e caratteristiche delle sanse ottenute dalla centrifugazione, mediante un decanter centrifugo a 2 fasi, di paste di olive sottoposte a gramolazione tradizionale o all'azione di microonde e di ultrasuoni.

(Fonte: A. Leone, et al., *Inn. Food Sc. and Emerging Technol.*, 42, 2017)

Table 2
Paste and pomace properties, average oil yield and extractability.

Processing ^{a,b}	Pomace properties			Extractability %
	Water content %	Oil content (% w.m.)	Oil content (% d.m.)	
Control	67.49 ± 3.09 <i>a</i>	3.09 ± 0.19 <i>a</i>	9.52 ± 0.88 <i>a</i>	84.65 ± 0.98 <i>bB</i>
Control + MS	66.51 ± 2.71 <i>a</i>	2.71 ± 0.16 <i>b</i>	8.10 ± 0.64 <i>b</i>	86.79 ± 0.85 <i>abA</i>
MW	65.79 ± 1.04 <i>a</i>	3.01 ± 0.28 <i>ab</i>	8.79 ± 0.58 <i>ab</i>	84.69 ± 0.85 <i>abB</i>
MW + MS	66.28 ± 1.21 <i>a</i>	2.70 ± 0.24 <i>b</i>	8.01 ± 0.78 <i>b</i>	86.95 ± 1.24 <i>aA</i>

Different letters indicate significant differences between means (lowercase letters: $p < 0.05$; capital letters: $p < 0.01$).

^a Control - malaxation conditioning; Control + MS -malaxation conditioning followed by megasonic treatment; MW - microwave conditioning; MW + MS - microwave conditioning followed by megasonic treatment.

^b Average of 7 replicates ± standard deviation.

Risultati ottenuti nella centrifugazione (decanter a 2 fasi) di paste di olive diversamente trattate (gramolazione tradizionale, microonde, ultrasuoni)

(ipotesi: olio nelle olive 20.0%)

(Fonte: A. Leone, et al., Inn. Food Sc. and Emerging Technol., 42, 2017)

Tecniche di gramolazione	Rendimento %	Resa olio (kg/q olive)	Pasta disoleata (kg/q olive)	Pasta disoleata umida		Olio perduto (kg/q olive)
				H ₂ O (%)	Olio (%)	
Controllo	84.65	16.93	83.07	67.49	3.09	2.57
Controllo + Ultrasuoni	86.79	17.36	82.64	66.51	2.71	2.24
Microonde	84.69	16.94	83.06	65.79	3.01	2.50
Microonde + Ultrasuoni	86.95	17.39	82,61	66.28	2.70	2.23

Risultati ottenuti nella centrifugazione (decanter a 3 fasi) di paste di olive gramolate in modo tradizionale o trattate con tecniche differenti.

(Fonte: A. Leone, et al., Innovative Food Sc. and Emerging Technol., 50, 2018)

Determinazioni	Gramolazione tradizionale	Scambiatore	Scambiatore Gramol. trad.	Scambiatore Microonde	Scambiatore Micr. + U.S.
<u>Acqua di Vegetazione</u>					
Sost. secca (%)	3.58	7.53	3.64	3.67	3.62
<u>Sansa</u>					
H₂O (%)	59.12	59.09	59.35	59.38	60.39
Olio (% sul fresco)	5.31	9.44	5.24	5.18	4.48
Olio (% s.s.s.)	12.98	23.07	12.91	12.76	11.33
Efficienza estrattiva (%)	85.91	74.03	85.78	85.76	87.16

Osservazioni: non è stato determinato il contenuto di olio delle AV. Non sono significative le differenze tra i valori dell'Efficienza estrattiva.

Caratteristiche delle sanse e rendimento in olio ottenuti nella centrifugazione (decanter a 2 fasi) di paste di olive gramolate in maniera tradizionale e trattate con campi elettrici pulsanti (PEF).

(Fonte: A. Tamborrino, et al., Innovative Food Sc. and Emerging Technol., 82, 2022)

Determinazioni	Controllo	Campo Elettrico Pulsante (3.2 KJ/kg)	Campo Elettrico Pulsante (5.1 KJ/kg)
H₂O (%)	64.89	64.17	64.24
Olio (% s.s.s.)	9.71	9.04	7.85
Olio (% sul fresco)	3.41	3.24	2.89
Efficienza estrattiva (%)	84.34	84.55	89.98
Olio in olive: 20.0%			
Resa %	16.87	16.91	18.00
Olio perduto (/q olive)	2.83	2.69	2.37

Recentemente, sono stati pubblicati i risultati di alcune ricerche tese ad accertare l'influenza che l'introduzione della tecnica del vuoto, nella fase di gramolazione della pasta di olive, esercita sulla resa e sulla qualità dell'olio.

Per un certo periodo si è parlato di una differenza significativa sul contenuto di olio di circa 10 t di sansa secca, consistente in un meno 10% di olio sulla sansa ottenuta con la tecnica del vuoto.

Successivamente, un lavoro specifico ha mostrato i risultati delle analisi chimiche effettuate sugli oli vergini di oliva ottenuti con la gramolazione tradizionale e con quella che adotta la tecnica del vuoto. I risultati hanno evidenziato che gli oli ottenuti nella gramolazione sotto vuoto presentavano differenze significative nella composizione delle sostanze volatili, in particolare contenevano minori quantità di alcune sostanze responsabili dei difetti organolettici di avvinato e riscaldamento.

Lo scorso anno, è stato pubblicato un lavoro in cui si confrontavano i risultati qualitativi e quantitativi conseguiti in un oleificio industriale nell'estrazione dell'olio da 4 diverse varietà di olive mediante la centrifugazione (decanter a 2 fasi) delle relative paste gramolate in modo tradizionale e sotto vuoto. Dal punto di vista quantitativo si enfatizzava la differenza di olio contenuto in 1 t di sansa secca, risultata inferiore di 9 kg e 22 kg, quando si era operato sotto vuoto, rispettivamente per la sansa ottenuta dalla varietà Arbequina e dalla varietà Koroneiki, come si mostra nella tabella successiva.

Caratteristiche delle **SANSE** ottenute nella estrazione dell'olio (decanter a 2 fasi) da paste di olive di diverse varietà con la tecnica tradizionale e con l'impiego del vuoto nella gramolazione (t = 16 °C)
 (ipotesi: resa in olio: A: 20.0 kg/100 kg olive; B: 15 kg/100 kg olive)
 (Fonte: G. Veneziani, et al., Innov, Food Science and Emerging Technol., 79, 2022)

A	Arbequina		Arbosana		Koroneiki		Picual	
	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto
H₂O (%)	66.4	64.4	66.9	66.0	67.6	65.5	70.0	64.9
Olio (% s.s. s.)	12.1	11.2	13.1	12.0	14.2	12.0	9.4	7.5
Olio (% t. q.)	4.06	3.98	4.33	4.08	4.60	4.14	2.82	2.63
Sansa secca (kg/t olive)	269	285	265	272	259	276	240	281
Olio (kg/t sansa s.)	121	112	131	120	142	120	94	75
Olio perduto (kg/q olive)	3.25	3.19	3.47	3.26	3.68	3.31	2.25	2.11
Differenza (kg olio)	0.06		0.21		0.37		0.14	

B	Arbequina		Arbosana		Koroneiki		Picual	
	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto
H₂O (%)	66.4	64.4	66.9	66.0	67.6	65.5	70.0	64.9
Olio (% s.s. s.)	12.1	11.2	13.1	12.0	14.2	12.0	9.4	7.5
Olio (% t. q.)	4.06	3.98	4.33	4.08	4.60	4.14	2.82	2.63
Sansa secca (kg/t olive)	286	303	281	289	275	293	255	298
Olio (kg/t sansa s.)	121	112	131	120	142	120	94	75
Olio perduto (kg/q olive)	3.46	3.39	3.68	3.47	3.90	3.52	2.40	2.23
Differenza (kg olio)	0.07		0.21		0.38		0.17	

Caratteristiche delle **SANSE** ottenute nella estrazione dell'olio (decanter a 2 fasi) da paste di olive di diverse varietà con la tecnica tradizionale e con l'impiego del vuoto nella gramolazione ($t = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$) (ipotesi: resa in olio: A: 20.0 kg/100 kg olive)

(Fonte: G. Veneziani, et al., Innov, Food Science and Emerging Technol., 79, 2022)

A	Arbequina		Arbosana		Koroneiki		Picual	
	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto
H₂O (%)	66.4	64.4	66.9	66.0	67.6	65.5	70.0	64.9
Olio (% s.s. s.)	12.1	11.2	13.1	12.0	14.2	12.0	9.4	7.5
Olio (% t. q.)	4.06	3.98	4.33	4.08	4.60	4.14	2.82	2.63
Sansa secca (kg/t olive)	269	285	265	272	259	276	240	281
Olio (kg/t sansa s.)	121	112	131	120	142	120	94	75
Olive (t/t sansa secca)	3.72	3.51	3.77	3.68	3.86	3.62	4.17	3.56
Olio perduto (kg/t olive)	32.5	31.9	34.7	32.6	36.8	33.1	22.5	21.1
Differenza (kg olio/q olive)	0.06		0.21		0.37		0.14	

Caratteristiche delle **SANSE** ottenute nella estrazione dell'olio (decanter a 2 fasi) da paste di olive di diverse varietà con la tecnica tradizionale e con l'impiego del vuoto nella gramolazione (t = 16 °C) (ipotesi: resa in olio: 15 kg/100 kg olive)

(Fonte: G. Veneziani, et al., Innov, Food Science and Emerging Technol., 79, 2022)

B	Arbequina		Arbosana		Koroneiki		Pical	
	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto	Controllo	Vuoto
H₂O (%)	66.4	64.4	66.9	66.0	67.6	65.5	70.0	64.9
Olio (% s.s. s.)	12.1	11.2	13.1	12.0	14.2	12.0	9.4	7.5
Olio (% t. q.)	4.06	3.98	4.33	4.08	4.60	4.14	2.82	2.63
Sansa secca (kg/t olive)	286	303	281	289	275	293	255	298
Olio (kg/t sansa s.)	121	112	131	120	142	120	94	75
Olive (t/t sansa secca)	3.50	3.30	3.56	3.46	3.64	3.41	3.92	3.36
Olio perduto (kg/t olive)	34.6	33.9	36.8	34.7	39.0	35.2	24.0	22.3
Differenza (kg olio/q olive)	0.07		0.21		0.38		0.17	

CRISI del settore industriale dell'olio di SANSA

Negli ultimi anni il settore industriale di estrazione dell'olio dalle sanse di oliva mediante solvente è entrato in crisi per diversi motivi, tra cui:

- **riduzione** del consumo dell'olio di sansa di oliva;
- problemi connessi con **regole più severe**, tese a ridurre le emissioni di vapori e particolato a protezione dell'ambiente, che hanno reso difficile l'attività dell'industria specifica;
- **aumento dei costi di produzione** a causa delle caratteristiche della materia prima, cioè le sanse ottenute dai decanter centrifughi, che hanno un basso contenuto di olio e un alto contenuto di acqua;
- qualche **problema** sulla presenza di alcune **sostanze di neoformazione** che potrebbero risultare dannose per la salute.

Risultati ottenuti nella doppia estrazione dell'olio da paste di olive
(cv. **Coratina**) con il decanter centrifugo a **3** fasi in un oleificio
industriale della Puglia.

(Olio 2^a Estraz.: Eritrodiolo + Uvaolo = 4.7%)

(Source: L. Di Giovacchino et al., RISG, 68, 519-527, 1991)

H ₂ O %	OLIO %	RESA %		SANSA		Acqua di vegetazione		OLIO*
		1 ^a Estraz.	2 ^a Estraz.	H ₂ O %	OLIO %	Sost. secca %	OLIO g/L	
45.2	23.2	85.3	2.2	47.6	2.29	9.6	12.2	2.62

* Valore calcolato ed espresso in kg/100 kg olive

Risultati ottenuti nella doppia estrazione dell'olio da paste di olive (cv. **Coratina**) con il decanter centrifugo a **2** fasi in un oleificio industriale della Puglia.

(Olio 2^a Estraz.: Eritrodiolo + Uvaolo = 9.8%)

(Fonte: L. Di Giovacchino et al., RISG, 79, 351-355,2002)

H₂O %	OLIO %	RESA %		SANSA 1^a Estraz.		SANSA 2^a Estraz.		OLIO perduto *
		1^a Estraz.	2^a Estraz.	H₂O %	OLIO %	H₂O %	OLIO %	
48.4	24.0	83.7	3.4	62.8	4.00	68.7	2.8	2.50

*Valore calcolato ed espresso in kg/100 kg olive

Risultati ottenuti nella doppia estrazione dell'olio da paste di olive (cv. **Coratina**) con il decanter centrifugo a **2** fasi (prima estraz.) e a **3** fasi (seconda estraz.) in un oleificio industriale della Puglia.

(Olio 2^a Estraz.: Eritrodiolo + Uvaolo = 8.5%)

(Fonte: L. Di Giovacchino et al., E.J.L.S.T, 119, 1600161, 2017)

H ₂ O %	OLIO %	R E S A %		S A N S A		Acqua di vegetazione		Olio perduto *	Recupero Nocc. *
		1 ^a Estraz.	2 ^a Estraz.	H ₂ O %	OLIO %	SOST. secca %	OLIO g/l		
50.5	21.2	85.6	1.4	59.5	3.00	10.4	18.5	2.40	12.6

*Valore calcolato ed espresso in kg/100 kg olive

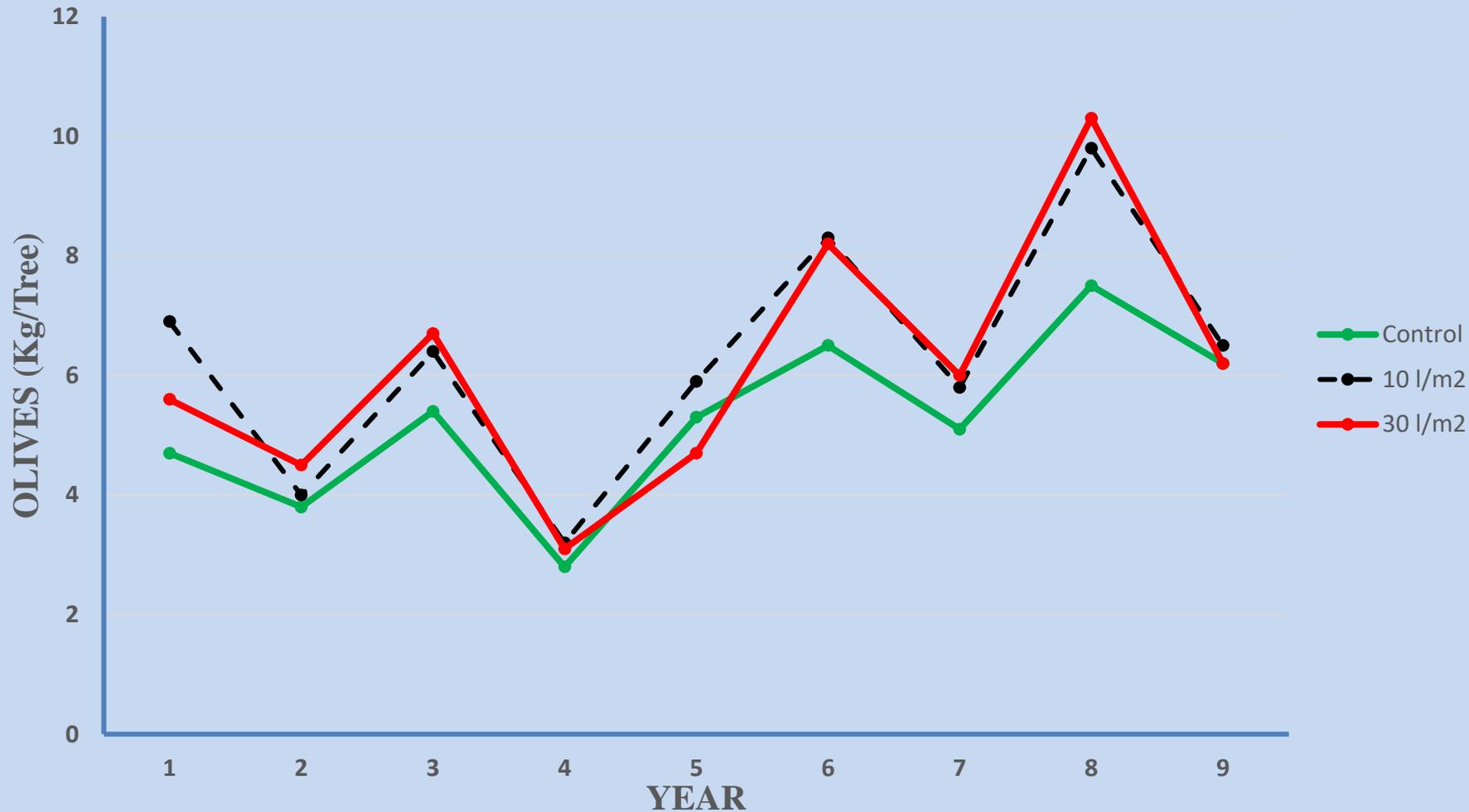
Caratteristiche medie di qualità degli oli ottenuti dalla prima e dalla seconda centrifugazione delle paste di olive (cv. **CORATINA**) e quelle dell'olio ottenuto dalla loro miscela, preparata in proporzione alle quantità accertate industrialmente.

(Fonte: L. Di Giovacchino. Tecnol. Lavoraz Olive in Frantoio. Edagricole, 2021)

Determinazioni	Olio di 1 ^a estrazione	Olio di 2 ^a estrazione	Miscela oli di 1 ^a e 2 ^a estrazione
	(18.2 kg/100 kg olive)	(0.3 kg/100 kg olive)	(18.5 kg/100 kg olive)
Acidità libera (%)	0.18	0.26	0.20
Numero di perossidi (meq/kg)	5.4	6.5	5.4
K ₂₃₂	1.60	1.78	1.60
K ₂₇₀	0.14	0.18	0.14
Fenoli totali (mg/kg)	306	366	307
Pigmenti clorofillici (mg/kg)	39	217	41
Steroli totali (mg/kg)	1060	1590	1065
Eritrodiolo + Uvaolo (%)	3.1	8.5	3.2
Cere (mg/kg)	31.6	53.4	32.0

Risultati quantitativi ottenuti (kg olive/albero) nella coltivazione dell'**OLIVO** (9 anni consecutivi) in un **OLIVETO** trattato con differenti quantità di **ACQUA di VEGETAZIONE**

(Fonte: B. Lanza et al., *Comm. in Soil Science and Plant Anal.*, 48, 20, 2420-2433, 2017)



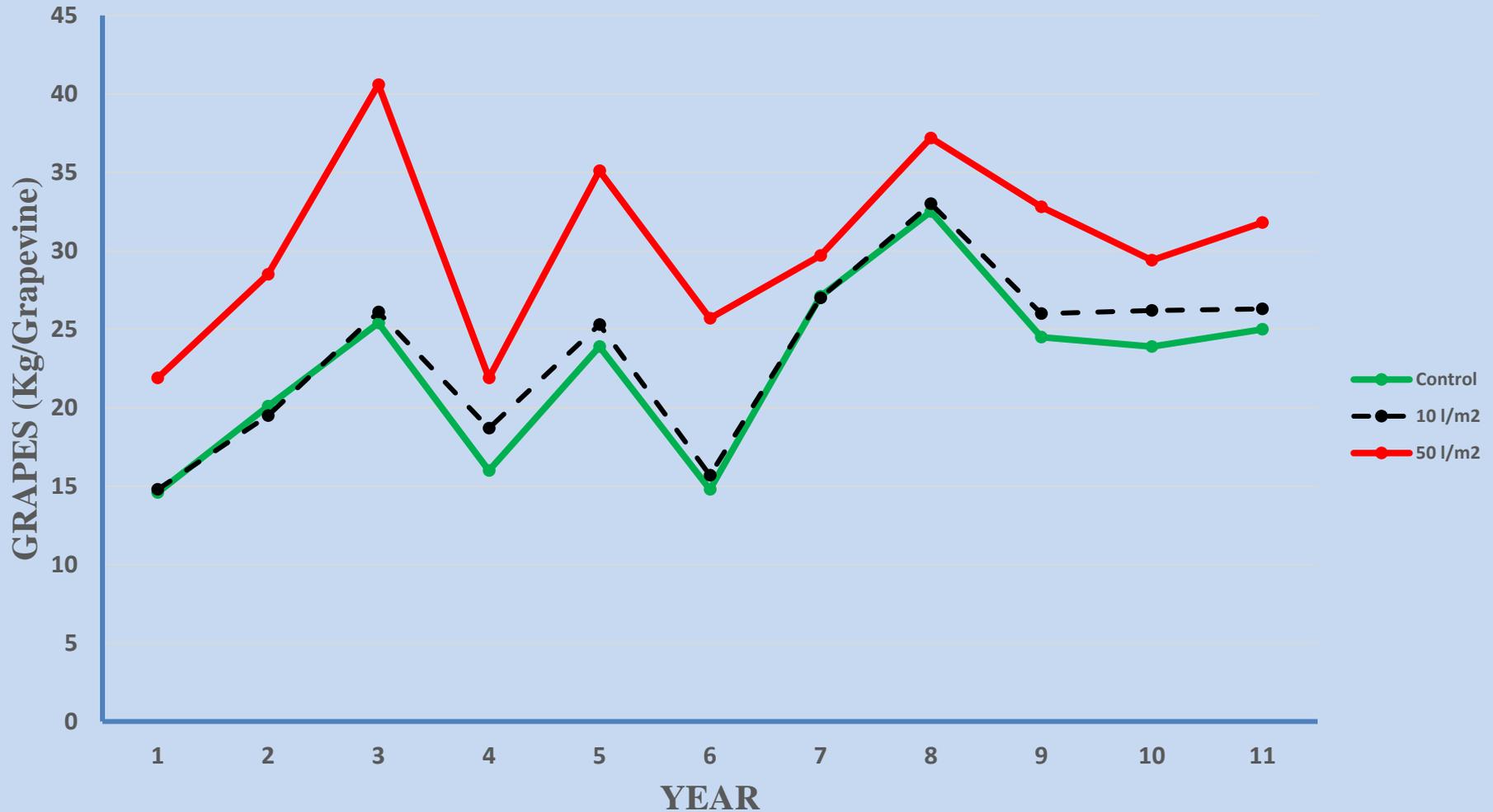
Apporto di sostanza organica secca e di elementi fertilizzanti sul suolo coltivato con la **VITE** e trattato con differenti quantità di **ACQUA di VEGETAZIONE**

(Fonte: B. Lanza et al., *Water Air Soil Pollut.*, 231:86, 2020)

Elementi Fertilizzanti	Controllo	Acqua di vegetazione sparsa sul suolo	
		10 L/m ² (100 m ³ /ha)	50 L/m ² (500 m ³ /ha)
Sostanza Organica secca (kg/ha)	---	4880	24400
Azoto (kg/ha)	46 + 25	23 + 12 + 40	200
Fosforo (kg/ha)	50	25 + 20	100
Potassio (kg/ha)	100	50 + 140	700

Risultati ottenuti nella coltivazione della **VITE** (11 anni consecutivi) su suolo trattato con differenti quantità di **ACQUA di VEGETAZIONE**

(Fonte: B. Lanza et al., *Water Air Soil Pollut.*, 231, 86, 2020)



Lo spargimento controllato delle acque di vegetazione e della sansa umida sul terreno agricolo apporta al suolo sostanze minerali, con proprietà fertilizzanti, e sostanza organica, utile per i microrganismi e che in parte si trasforma in **Sostanze Umiche**.

Questa pratica dà origine a un riciclo virtuoso, sul terreno, di materiale vegetale che proviene dallo stesso terreno, e costituisce un efficace esempio di **Agricoltura Sostenibile** e di **Economia Circolare**.

