



Ultrasuoni, l'innovazione tecnologica si fa concreta

Dopo alcuni anni di sperimentazioni su piccola e larga scala, la tecnologia che sfrutta le onde sonore per estrarre l'olio dalle paste di oliva sembra essere pronta per una traduzione effettiva nel processo di lavorazione delle olive

di Alessandro Leone¹ e Davide Nucciarelli²

¹ Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro,

² Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia

Di recente diverse nuove tecnologie sono approdate nel settore dell'olio extravergine di oliva con lo

scopo di rendere il processo più efficiente, tra queste gli ultrasuoni. Con il passare degli anni una forte attività di

ricerca è stata condotta in eliotecnica, al fine di ammodernare il processo per renderlo sempre più possibile guidato dalla conoscenza scientifica e dalle discipline che vigono comunemente nelle tecnologie alimentari. Non più pareri basati su conoscenza di natura empirica, ma un vero e proprio processo tecnologico di trasformazione di una materia prima in alimento.

Uno dei più importanti problemi industriali nella produzione di olio è il rendimento di estrazione dell'olio che, nelle attuali tecniche è tipicamente tra l'80 e l'85%. Questo significa che l'80 e l'85% dell'olio contenuto presente nel frutto è rilasciato facilmente ed in seguito estratto, mentre il restante 15-20% si perde nei sottoprodotti e reflui di lavorazione.

Diversi sono stati, nel corso

degli anni, i tentativi per incrementare il più possibile il rendimento di estrazione dell'olio, per esempio aumentando il tempo e/o la temperatura di granulazione. Questa pratica però, seppur vantaggiosa per gli aspetti prettamente quantitativi, comporta alla fine una evidente perdita di qualità finale del prodotto.

Sempre nell'intento di migliorare il rendimento di estrazione dell'olio di oliva, l'aggiunta di enzimi alla pasta di olive (pratica vietata dall'Unione Europea) può avere effetti positivi nella degradazione delle membrane cellulari; anche l'aggiunta di coadiuvanti chimici può avere effetti positivi nel rompere le emulsioni olio/acqua (es. carbonato di calcio, talco naturale), portando un incremento dell'efficienza del processo.





▲ 1 - Impianto di sonicazione Hielscher.

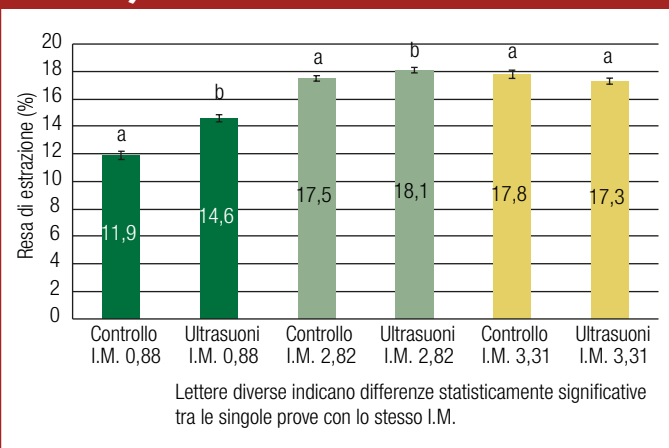
Ultrasuoni: principi e applicazioni

Recentemente molte tecnologie fisiche innovative sono state studiate come ausilio per migliorare l'estrazione dell'olio preservando o migliorando la qualità finale, tra cui la tecnologia ad ultrasuoni. Gli ultrasuoni sono onde sonore ad alta potenza e bassa frequenza che generano in acqua cicli alternati di alta pressione/bassa pressione con formazione e successiva rottura di bolle di vapore. L'implosione delle

bolle di vapore genera il fenomeno della cavitazione. Le bolle di vapore, implodendo a contatto con la superficie di solidi, possono generare fenomeni di erosione, rottura delle particelle, rotture delle membrane cellulari. L'utilizzo degli ultrasuoni è già presente da decenni in molti settori produttivi, in modo particolare nel settore industriale, farmaceutico e agroalimentare.

Ogni volta in cui si ha la necessità di disgregare o ridurre di dimensione, solubilizzare o

Grafico 1 - Rese di estrazione a diversi indici di maturazione (0,88 - 2,82 - 3,31). (Taticchi et al. 2019)



estrarre sostanze da tessuti di matrice vegetale, questa tecnologia ha ricoperto un ruolo fondamentale. L'applicazione degli ultrasuoni è usata per la miscelazione del calcestruzzo (Christiane, 2009), la preparazione di salamoie per la dissoluzione dei soluti, fino all'estrazione del licopene dagli scarti dell'industria del pomodoro (Kumcuoglu et al., 2014). Altra importante applicazione in campo alimentare è l'utilizzo della cavitazione come metodo di rottura delle cellule di microrganismi, con l'obiettivo di distruggere le forme vegetative dei microrganismi negli alimenti (Baboli et al., 2020). Nel settore farmaceutico o biotecnologico invece sono utilizzati spesso per la rottura di cellule di virus e batteri per l'estrazione degli acidi nucleici (Branch et al., 2017). Sono inoltre utilizzati in tutti i processi di estrazioni di sostanze da materia prima vegetale (Achat et al., 2012; Goula et al., 2017; Kumcuoglu et al., 2014; Medina-Torres et al., 2017; Suslick, 2001; Xu et al., 2022).

In elaiotecnica l'utilizzo degli ultrasuoni facilita l'estrazione dell'olio attraverso la rottura meccanica delle pareti cellulari

e delle membrane vacuolari (Jimenez et al 2007, Taticchi et al 2019, Servili et al. 2019, Tamborino et al 2021).

Le prime sperimentazioni in frantoio

Di recente grazie alla collaborazione tra i gruppi di ricerca dell'Università di Bari Aldo Moro, di Perugia e di Foggia, in collaborazione con Hielscher Ultrasonics GmbH, è stata sperimentata l'applicazione della tecnologia a ultrasuoni all'interno del processo di estrazione olearia, svolgendo diverse campagne di prove sperimentali in numerosi frantoi oleari, utilizzando diverse varietà di olive a diversi indici di maturazione. Di seguito si riportano in sintesi i risultati delle diverse sperimentazioni.

La tecnologia Hielscher (foto 1), permette di compiere una sonicazione diretta nel fluido da trattare. La sorgente delle onde di pressione sonore è il sonotrodo a sua volta immerso nel fluido all'interno di una cella di flusso. Il sonotrodo è la sorgente che emette fisicamente le onde sonore ad alta potenza (200 W/cm²), con delle oscillazioni a una frequenza di 20 kHz, la cavitazione avviene

in tutto il volume della cella di flusso che viene raggiunto da queste onde. La cella di flusso è stata progettata minimizzando il volume di fluido a contatto con la sorgente di ultrasuoni, con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza di trattamento delle paste di oliva. La tecnologia di sonicazione viene da anni utilizzata per le applicazioni industriali nelle matrici più complesse. Nel caso della pasta di olive, la cavitazione ovvero la violenta implosione delle bolle di vapore, causa la rottura delle pareti cellulari e delle membrane vacuolari. Attraverso questo trattamento diventa quindi possibile estrarre più facilmente le piccole gocce di olio contenute nei vacuoli dall'interno delle cellule, con un incremento finale del rendimento industriale di estrazione dell'olio.

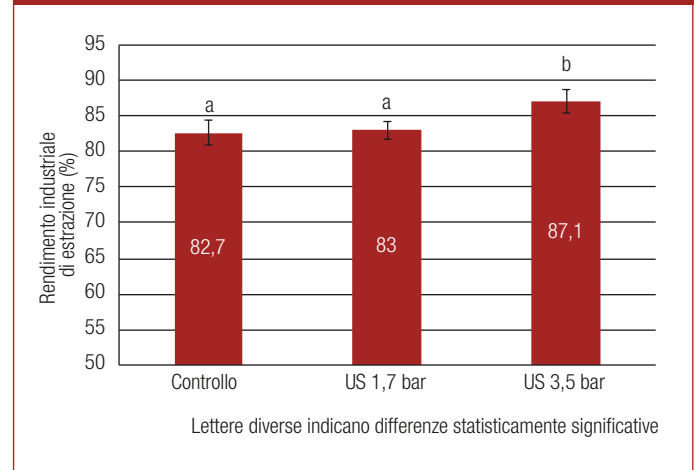
Le prime sperimentazioni iniziarono nell'anno 2016 presso il frantoio Il Nocciolino in provincia di Perugia con il supporto del prof. M. Servili dell'Università di Perugia, e furono condotte con olive della varietà Ogliarola Garganica. I primi effetti riscontrati sono stati incoraggianti sia per l'incremento della resa di

estrazione che per il contenuto fenolico. La sperimentazione condotta ha inoltre dimostrato che l'effetto degli ultrasuoni è dipendente dall'indice di maturazione (I.M.) delle olive lavorate, con i migliori risultati ottenuti all'inizio della raccolta, probabilmente a causa della bassa attività enzimatica endogena dei frutti (grafico 1). Inoltre, è stato riscontrato un incremento medio del contenuto di fenoli totali di circa il 10% rispetto a una lavorazione senza ultrasuoni. Nessuna differenza significativa è stata riscontrata sui composti volatili e sui parametri merceologici dell'olio (Taticchi *et al.*, 2019).

Test della pressione di esercizio

Nel 2018 è continuata l'attività di ricerca, svolgendo prove comparative su un impianto di estrazione industriale utilizzando diverse varietà di olive con due diversi valori di pressione raggiunta all'interno della cella di sonicazione, 1,7 bar e 3,5 bar. Le prove sono state condotte presso l'azienda "Oleificio Cericola s.r.l.s." di Foggia utilizzando per la sperimentazione quattro diver-

Grafico 2 - Rendimento di estrazione con l'utilizzo degli ultrasuoni (US) a due diversi valori di pressione (Servili *et al.* 2019)



se varietà di olive (Arbequina, Peranzana, Nocellara del Belice e Coratina). Alla pressione di esercizio di 3,5 bar il rendimento industriale massimo rilevato è stato di 4,4 punti percentuali con la cultivar Nocellara del Belice (grafico 2), con una conseguente riduzione significativa dell'olio perso nelle sanse. Relativamente ai composti fenolici si è riscontrato un incremento massimo della concentrazione del 28% utilizzando la varietà Nocellara del Belice, e del 10% per

la varietà Coratina. La sperimentazione ha dimostrato la relazione tra effetto delle onde meccaniche in funzione della pressione di esercizio nella camera di sonicazione. Per quanto riguarda infine i composti volatili, è stato riscontrato un incremento massimo del 26% della concentrazione delle aldeidi a C5 e C6 sempre utilizzando la varietà Nocellara del Belice (Servili *et al.*, 2019). Alla pressione di esercizio di 1,7 bar nella camera di sonicazione, non sono state rison-

Grafico 3 - Rendimento di estrazione in funzione della posizione dell'impianto a ultrasuoni (US) (Tamborrino *et al.* 2021)

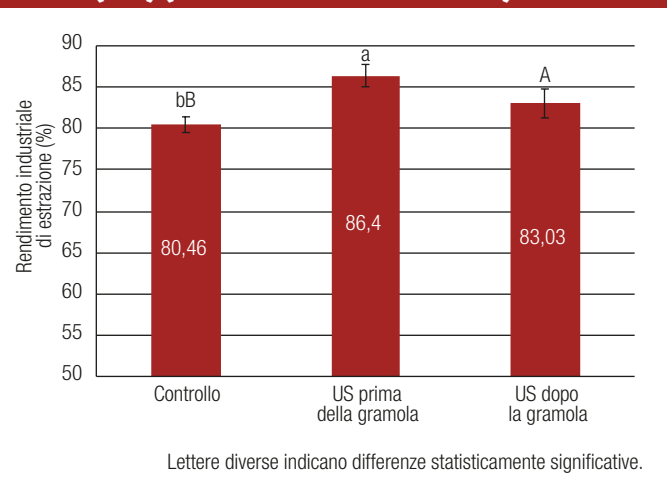


Grafico 4 - Contenuto in fenoli totali (mg/kg olio) in funzione della posizione dell'impianto a ultrasuoni (US)

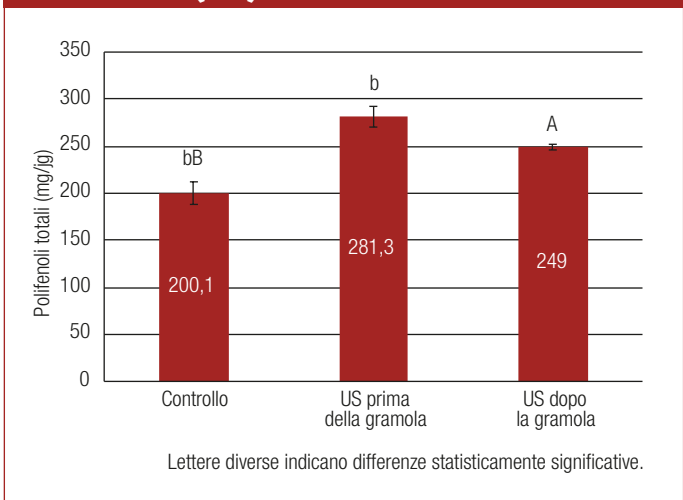
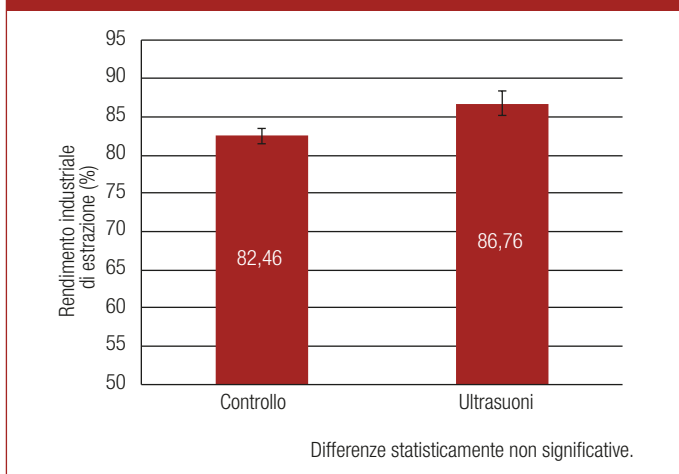


Grafico 5 - Rendimento di estrazione ottenuto con olive della cv. Coratina in prossimità dell'invaiaitura



trate differenze statisticamente significative nei risultati sia qualitativi che quantitativi tra le prove controllo e trattamenti ad ultrasuoni, a causa di una scarsa intensità di trattamento delle paste.

Dove si collocano gli ultrasuoni?

Nel 2020 sempre presso l'Oleificio Cericola srl di Foggia, sono state condotte ulteriori prove comparative, con olive della varietà Peranzana per valutare l'efficacia della tecnologia a ultrasuoni in dipendenza del suo posizionamento prima e dopo la gramola. Nel grafico 3 è possibile notare un aumento del rendimento industriale di circa 6 punti percentuali, rispetto al controllo, quando la macchina è posizionata prima della fase di gramolatura, mentre dopo la fase di gramolatura è stato rilevato un aumento minore di rendimento industriale pari a circa 3 punti percentuali.

Relativamente alla concentrazione di composti fenolici, come illustrato nel grafico 4, si è riscontrato un incremento della concentrazione del 40% con trattamento avvenuto prima della fase di gramolatura, e

del 25% con trattamento svolto dopo la stessa fase.

Per quanto riguarda i composti volatili, la somma delle aldeidi a C5 e C6 (responsabili del "fruttato verde") ha avuto un incremento del 18% quando la tecnologia a ultrasuoni veniva applicata prima della gramola.

La migliore posizione delle macchine per il trattamento delle paste di olive risulta essere prima della fase di gramolatura, possibilmente dopo il pre-condizionamento termico delle paste frante con l'utilizzo di uno scambiatore di calore. Non sempre però questo è possibile a causa dei diversi allestimenti degli impianti. Infatti, in impianti di estrazione dove non era prevista la presenza di una tramoggia di accumulo della pasta post-frangitore o quando sono utilizzate le pompe a pistone per il trasferimento della pasta dal frangitore alle gramole, l'effetto degli ultrasuoni non è continuo e spesso vanificato. Questo succede a causa della discontinuità di flusso e delle oscillazioni di pressioni nella cella di trattamento. Gli effetti del posizionamento tra gramola e decanter sono stati studiati in modo specifico in



▲ 2 - Impianto a ultrasuoni modello Hielscher MSR-4.

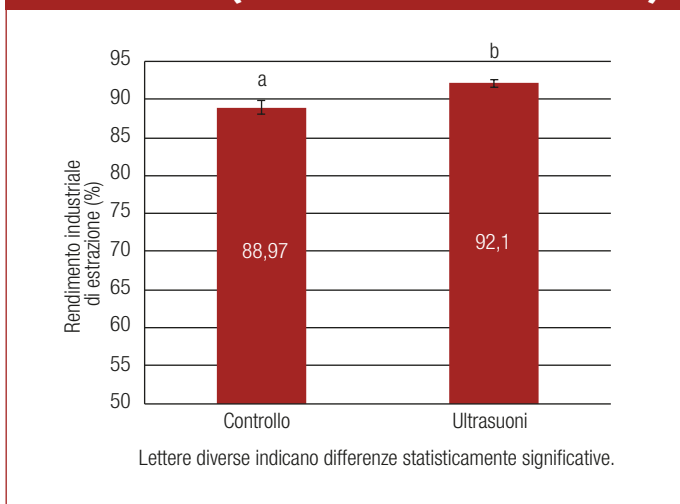
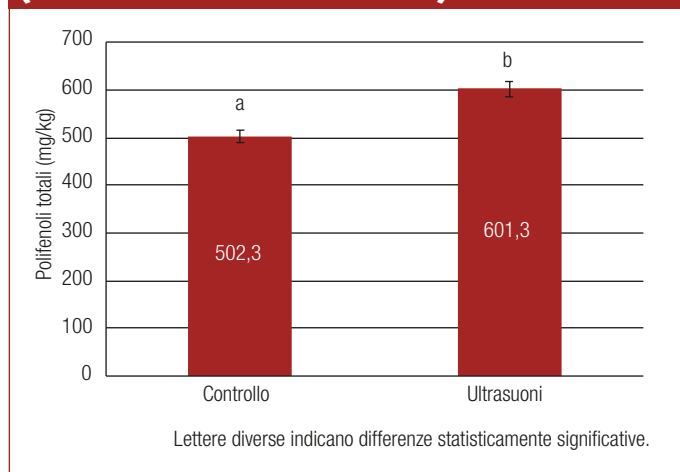
prove comparative svolte in anni successivi sia presso l'azienda Agricola De Carlo S.a.s. di Bitetto (BA) che presso l'oleificio Malerba di Terlizzi (BA). Nel grafico 5 sono illustrati i risultati ottenuti presso l'azienda Agricola De Carlo S.a.s. in cui è stato rilevato un aumento di rendimento industriale di estrazione di oltre 4 punti percentuali, lavorando olive della cultivar Coratina ad indice di maturazione prossimo all'invaiaitura.

Nel grafico 6 sono invece riportati i risultati delle prove condotte presso l'Oleificio Malerba in cui è stata utilizza-

ta una nuova macchina ad ultrasuoni il modello Hielscher MSR-4 (foto 2) dotata di 4 gruppi di sonicazione collegati in parallelo.

Durante le prove comparative, nonostante la posizione della macchina tra gramola e decanter è stato comunque riscontrato un incremento del rendimento industriale di estrazione di circa 3 punti percentuali ed un incremento dei fenoli totali del 20% (grafico 7).

Non si sono riscontrate differenze significative nei parametri merceologici in tutti gli oli ottenuti durante le diverse sperimentazioni condotte.

Grafico 6 - Rendimento di estrazione ottenuto con ultrasuoni (Sonicatore Hielscher MSR-4)**Grafico 7 - Contenuto in fenoli totali (mg/kg olio) ottenuto con l'utilizzo di ultrasuoni (Sonicatore Hielscher MSR-4)**

Verso l'utilizzo in frantoio

I risultati della lunga sperimentazione condotta che ha visto impegnati diversi istituti di ricerca in collaborazione con aziende private, ha portato a dimostrare che l'utilizzo degli ultrasuoni nel processo di

estrazione olearia incrementa il rendimento industriale di estrazione dell'olio soprattutto nella parte iniziale della campagna di raccolta quando, probabilmente a causa della bassa attività enzimatica endogena delle olive, il rilascio dell'olio dai vacuoli cellulari

è più difficile. In aggiunta l'utilizzo degli ultrasuoni porta a un incremento variabile del contenuto di componenti fenolici. Nessuna differenza è stata invece riscontrata sui parametri merceologici (acidità libera %, numero di perossidi ed indici spettrofotometrici), infine, anche sulla componente volatile ci possono essere degli incrementi a volte significativi quanto gli ultrasuoni sono utilizzati.

Dopo diversi anni di sperimentazione e adattamento delle macchine a ultrasuoni al processo, si è giunti a sistemi autonomi facilmente applicabili a impianti di estrazione già esistenti e con portate che coprono la maggior parte dei frantoi esistenti. La tecnologia messa a punto offre delle macchine a portata variabile da 0,15 t/ora fino a 15 t/ora, installabili sia prima della gramolazione previa installazione di vasca di accumulo sotto frangitore o, tra gramola e decanter.

La tecnologia a ultrasuoni può inoltre essere facilmente combinata anche con lo scambiatore di calore per ottimizzare la fase di condizionamento termico delle paste di oliva e permettere una signi-

ficativa riduzione dei tempi di processo con conseguenti vantaggi per la qualità finale dell'olio.

In definitiva dopo l'ampia sperimentazione condotta ed i numerosi test industriali svolti si sta rendendo concreta la possibilità di inserire una nuova innovazione tecnologica nei frantoi oleari nell'intento di rendere il processo più efficiente e competitivo.

Tuttavia, con l'avvento di nuove tecnologie, diventa sempre più importante trasferire le conoscenze ai tecnici e addetti al frantoio per formare personale qualificato in grado di comprendere il principio di funzionamento delle nuove macchine e acquisire le competenze per la loro corretta gestione, come avviene del resto in molte altre industrie alimentari. Quest'ultima affermazione è disgiunta dalla dimensione delle produzioni; la conoscenza scientifica, infatti, è trasversale sia per le grandi produzioni industriali, che per le piccole produzioni che caratterizzano la maggior parte del panorama olivicolo italiano. ■

La bibliografia completa è disponibile su richiesta.



che subiscono erosioni della polpa. Raggiunta la maturità si imbozzolano all'interno di nidi sericei costruiti sui germogli infestati. Negli oliveti in piena produzione non sono necessari interventi fitoiatrici specifici; frequentemente i trattamenti insetticidi effettuati contro la mosca controllano anche le popolazioni autunnali di *P. unionalis*. Anche i trattamenti con prodotti fitosanitari a base di *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* utilizzati contro la generazione fillofaga della tignola dell'olivo hanno un'efficacia collaterale contro la margaronia soprattutto se usati tempestivamente in presenza di larve in piena attività trofica evitando le giornate più fredde perché le basse temperature rallentano la loro voracità. I danni possono avere rilevanza economica solo nei giovani impianti in presenza di elevate infestazioni che possono rallentare il normale sviluppo vegetativo delle piante. In tali casi, tuttavia, a seguito della revoca della sostanza attiva Fosmet, non risultano al momento prodotti fitosanitari registrati per lo specifico impiego del controllo di margaronia come insetto target.

Controllo del rodilegno in potatura

Con la potatura infine è possibile ridurre la presenza di branche e rami infestati da



▲ 4 - Larva di rodilegno.

rodilegno giallo (*Zeuzera pyrina*) anche se l'asportazione delle branche infestate mediante tagli cesori non viene consigliata nelle aree olivicole più settentrionali esposte ai rischi di gelate. In tali situazioni colturali è preferibile eseguire gli interventi di potatura l'anno successivo, prima della ripresa vegetativa, in modo tale da raziona-

lizzare questa pratica agronomica e contenerne il più possibile i costi. Per il controllo di questa avversità (foto 4) all'inizio della stagione invernale è possibile attuare la tecnica dell'uncinatura; questo intervento localizzato ha l'obiettivo di uccidere le larve all'interno delle gallerie utilizzando un filo di acciaio. ■

Errata corrige

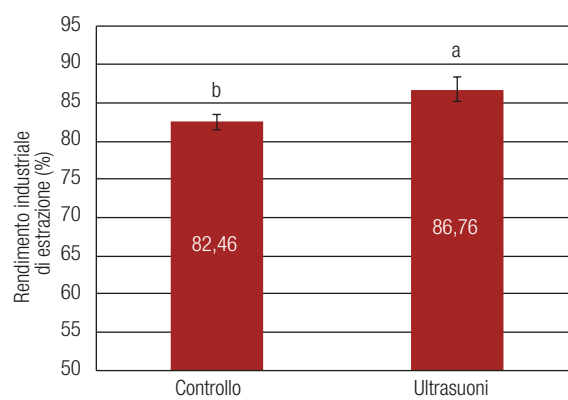
Con riferimento all'articolo "Ultrasuoni, l'innovazione tecnologica si fa concreta" di Alessandro Leone e Davide Nucciarelli, pubblicato a p. 32 del numero 5/2022 di *Olivo e Olio*, si segnala segnalare un errore nella impostazione del Grafico 5, di cui qui si riporta la versione corretta. Contrariamente alla versione pubblicata, i dati corretti evidenziano un significativo aumento di resa di estrazione del trattamento con Ultrasuoni rispetto al Controllo.

Non cambiano le informazioni e considerazioni riportate nel resto dell'articolo.

La redazione di *Olivo e Olio*



Grafico 5 - Rendimento di estrazione ottenuto con olive della cv. Coratina completamente invaiate



Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative.