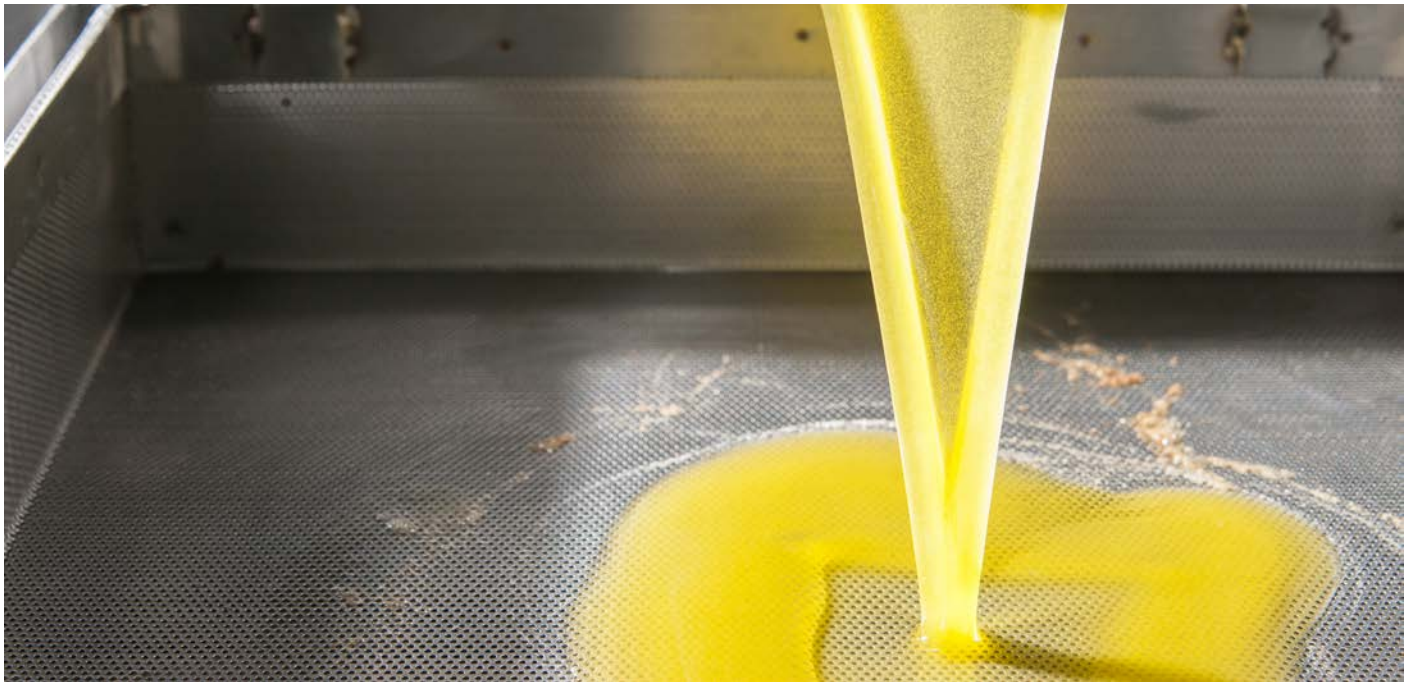
Estrazione dell'olio Evo con ultrasuoni combinati allo scambio termico



Maria Lisa Clodoveo[1] - Filomena Corbo [2] – Riccardo Amirante [3]

[1] Dipartimento Interdisciplinare di Medicina - Università degli Studi di Bari – Aldo Moro

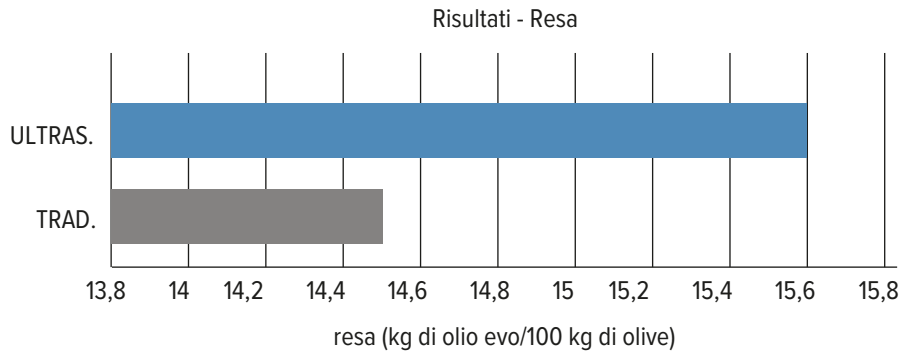
[2] Dipartimento di Farmacia - Scienze del Farmaco – Università degli Studi di Bari – Aldo Moro

[3] Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management – Politecnico di Bari

Il "Sono-Heat-Exchanger" garantisce un'elevata resa in olio e ridotti tempi di processo, senza perdite nel contenuto di polifenoli. L'obiettivo è introdurre a breve la tecnologia nei frantoi commerciali

Il settore olivicolo-oleario italiano può essere considerato un sistema produttivo tecnologicamente conservativo, cioè con limitata introduzione di innovazioni rispetto ad altri comparti dell'agro-alimentare. Se infatti consideriamo l'industria delle macchine ed impianti per il settore oleario, l'ultima innovazione di tipo radicale è rappresentata dall'introduzione della separazione centrifuga degli oli in sostituzione dell'obsoleto sistema di estrazione a pressione, caratterizzato da bassa capacità lavorativa, elevata richiesta di manodopera e scarsi standard igienici, nel moderno sistema "continuo", altamente efficace ed efficiente. Questa innovazione, risale ormai agli anni 1970 e ha comportato la necessità di combinare il decanter, la centrifuga ad asse orizzontale che separa in modo continuo l'olio dalla pasta di olive, con la gramola, macchina che opera in maniera discontinua e che è necessaria per favorire, grazie allo scambio termico e all'agitazione, la coalescenza delle minute goccioline d'olio liberate dalla frangitura in gocce di diametro maggiore, sufficiente per essere separate in un campo centrifugo e garantire rese soddisfacenti. Le leve sperimentate per sviluppare nuove macchine, in grado di migliorare le rese di estrazione e ridurre il residuo di grasso presente nei sottoprodotti, sono, sul piano fisico, gli stessi principi su cui la tecnologia olearia si è sempre basata: riscaldamento e agitazione per la riduzione della viscosità della pasta. Possiamo considerare che ogni sforzo tecnologico basato sull'ottimizzazione di questi fattori abbia raggiunto l'apice dell'applicabilità e che le macchine attualmente in commercio siano le più performanti possibili. La filiera olivicolo-olearia italiana reclama un cambiamento di paradigma che consenta di riconquistare la leadership nel mercato mondiale, determinando un incremento delle quantità di

FIG. 1 - CONFRONTO TRA LE RESE DI ESTRAZIONE (KG DI OLIO/100 KG DI OLIVE) OTTENUTE CON E SENZA TRATTAMENTO A ULTRASUONI



TAB. 1 - CONFRONTO TRA IL CONTENUTO TOTALE IN BIOFENOLI (MG/KG) DEGLI OLI EXTRA-VERGINI DI OLIVA OTTENUTI CON E SENZA TRATTAMENTO A ULTRASUONI

campione	Biofenoli (mg/kg)	Incremento (%)
Non sonicato	645	
Sonicato	900	+40

olio extravergine di oliva prodotte, mantenendo elevati gli standard qualitativi e distinguibili le caratteristiche organolettiche.

IL PROGETTO "OLIVE-SOUND"

Di seguito si riportano i principali risultati di una sperimentazione finanziata dall'Unione Europea attraverso il progetto Horizon 2020 dal titolo "Olive-Sound - Ultrasound reactor - The solution for a continuous olive oil extraction process" - H2020, nato con l'obiettivo di sviluppare un impianto di estrazione innovativo in scala reale, basato sull'applicazione alla pasta di olive di ultrasuoni ad alta potenza e bassa frequenza (30 kHz), idoneo a sostituire le ormai obsolete gramole. Il nuovo impianto ad ultrasuoni, denominato "Sono-Heat-Exchanger", è in grado di garantire un incremento simultaneo sia della resa che della qualità sfruttando l'effetto di cavitazione in grado, da un lato, di rompere le cellule passate integre al frangitore, dall'altro, di favorire la coalescenza e lo scambio termico grazie ad un incremento della turbolenza del fluido.

I frantoiani sanno bene che, con gli impianti continui tradizionali, resa e qualità sono parametri in antitesi tra loro. Il sistema continuo e combinato ad ultrasuoni e scambio termico per la prima volta nella storia dell'impiantistica olearia consente il simultaneo incremento della resa e del contenuto in polifenoli dell'olio extravergine d'oliva. Viene da chiedersi come si è giunti a questo risultato. Prima di spiegare in cosa consiste l'impianto innovativo, chiariamo innanzitutto che i risultati non sono il frutto né di test di laboratorio (2 kg/h di olive), né di prove effettuate con modellini di macchine in miniatura (200-300 kg/h di olive), ma il risultato dell'impiego di una macchina in scala reale in grado di operare in un impianto industriale con altre macchine al pieno della propria capacità lavorativa (2.000 kg/h di olive).

L'altra osservazione necessaria è che i risultati non sono la conseguenza di un "test driver". I cosiddetti test driver sono le osservazioni che derivano da macchine costruite da aziende commerciali sottoposte a valutazione delle performance da parte di istituti di ricerca, che svolgono in questo caso il ruolo di validatori (confermano la validità dell'applicazione sviluppata da terzi), ma non di inventori (creatore dell'invenzione). Per chiarire il significato, facciamo riferimento a un settore industriale nel quale l'innovazione è facilmente percepibile dalla società. Nel mondo dei motori, ad esempio, una similitudine è costituita dalla differenza, nelle attività di ricerca, che c'è tra la sperimentazione che prevede di testare un motore diesel e l'approccio scientifico che ha consentito di inventare il "common rail". L'aspetto innovativo è che il modello di innovazione seguito è stato del tipo «demand-pull», cioè un modello di innovazione che nasce dalla necessità di soddisfare due bisogni espliciti dell'industria olearia: a) eliminare la discontinuità della gramolazione; b) incrementare le rese. Si tratta della conversione di un'invenzione nata nei laboratori dell'Università di Bari (Clodoveo - Corbo) e del Politecnico di Bari (Amirante) trasformata in un'innovazione, intesa come un prodotto che trova un'applicazione commerciale, sviluppata con un approccio multidisciplinare che ha visto coinvolti tecnologi alimentari, ingegneri e chimici farmaceutici. È una innovazione di tipo radicale poiché non è un lieve cambiamento di soluzioni preesistenti (innovazione incrementale), bensì produce un nuovo paradigma produttivo.

LA TECNOLOGIA AD ULTRASUONI

Gli ultrasuoni sono onde sonore caratterizzate da frequenze comprese tra 20 kHz e 15 MHz, superiori alla banda di frequenze udibili all'orecchio umano (16 Hz÷20 kHz). L'impiego degli ultrasuoni a bassa frequenza (30 kHz) rappresenta una strategia per rinforzare l'anello debole del processo di estrazione continuo dell'olio extravergine di oliva grazie agli effetti meccanici che l'onda sonora induce all'interno della pasta olearia. L'ultrasuono propagandosi in un liquido determina l'alternanza di pressioni positive e negative all'interno dello stesso. Quando i valori di pressione negativi sono al di sotto della tensione di vapore del fluido stesso, questo subisce cambiamento di fase da liquido a gas, formando cavità contenenti vapore e dando vita al fenomeno della cavitazione. La cavitazione è un fenomeno fisico, dunque, consistente nella formazione di zone di vapore all'interno di un fluido indotte dalle basse pressioni (che consentono all'acqua presente nel mezzo di evaporare anche a temperature di 15-20 °C) che poi implodono producendo onde di shock, ossia onde di pressione che possono essere estremamente intense. Se l'implosione avviene in prossimità della parete cellulare della drupa essa genera un microgetto liquido che rompe la parete liberando il contenuto della cellula, il tutto nel giro di pochi microsecondi.

La tecnologia ad ultrasuoni è dunque certamente promettente, ma giungere a modelli definiti che possano raggiungere il mercato richiede la creazione di uno specifico ambiente di innovazione che generi un'interazione continuativa tra enti governativi, università o enti di ricerca, e piccole e medie imprese, cioè un cosiddetto "sistema di innovazione" che, attraverso il dialogo, produca conoscenza e sviluppi nuove tecnologie in un Paese come per esempio l'Unione Europea. La presenza di due università ita-

liane, l'Università di Bari (Dip.to DIM), come partner, e il Politecnico di Bari (Dip.to DMMM), come "sub-contractor", sono state promotrici del trasferimento tecnologico verso le imprese favorendo la chiusura dei gap fisiologicamente costituiti dalla distanza dei settori applicativi delle industrie stesse (tecnologie olearie e tecnologie piezoelettriche), e capaci di attivare il processo di conversione delle scoperte scientifiche in prodotti e processi che le imprese possono commercializzare. Su questi principi, il programma di ricerca Horizon 2020 dal titolo "Olive Sound" ha capitalizzato il ruolo cerniera delle università che hanno sviluppato strumenti di accelerazione dello sviluppo delle innovazioni mirate all'incremento dell'efficacia e dell'efficienza dell'applicazione della tecnologia ad ultrasuoni nel processo di estrazione dell'olio extravergine di oliva, dando risposta alle questioni insolute che riguardavano il processo di trasferimento tecnologico.

I termini efficacia ed efficienza riflettono in realtà due concetti ben distinti. L'efficacia, infatti, indica la capacità di raggiungere l'obiettivo prefissato, mentre l'efficienza valuta l'abilità di farlo impiegando le risorse minime indispensabili. Nel caso dell'impiantistica olearia possiamo affermare che una tecnologia è efficace se è in grado di incrementare le rese e il contenuto di sostanze antiossidanti riducendone le perdite nei sottoprodotti, ed è efficace se raggiunge questi obiettivi in maniera sostenibile, riducendo i costi energetici con vantaggio per le economie aziendali e l'impatto sull'ambiente. Sulla base di queste definizioni è possibile oggettivamente affermare che l'impianto "Sono-Heat-Exchanger" è oggi lo strumento più efficace e più efficiente a disposizione dei frantoiani per la massima flessibilità che offre in termini sia di variazione di energia specifica, sia di scambio termico, consentendo di ottimizzare il processo in funzione della enorme biodiversità olivicola, dei differenti areali produttivi e delle numerose gradazioni degli indici di maturazione durante la campagna olearia.

Lo sviluppo commerciale in Europa

Fondamentale per lo sviluppo commerciale del "Sono-Heat-Exchanger" é stato il sostegno del programma europeo Horizon 2020 - Fast Track to Innovation – per dare all'innovazione l'ultima spinta necessaria prima della sua introduzione sul mercato e promuovere attività di innovazione prossime al mercato. Questo strumento, infatti, mira a aumentare la partecipazione ad H2020 dell'industria, delle PMI e delle imprese che partecipano per la prima volta a progetti di ricerca e innovazione a livello europeo.

Si tratta di uno strumento completamente "bottom-up" applicandosi a tutti i temi di 'Leadership in enabling and industrial technologies' e alle sfide per la società in cui gli enti di ricerca pubblici e le aziende private sono spinte ad innovare in maniera corale ed interdipendente, superando il limite maggiore dell'applicazione degli ultrasuoni al settore dell'olio extravergine d'oliva: rendere fluido il dialogo tra l'azienda leader internazionale esperta in impianti oleari e l'azienda leader internazionale esperta di tecnologie piezoelettriche (alla base dei trasduttori ad ultrasuoni).

La Commissione Europea, con la strategia Horizon 2020 mira a far convergere gli Stati Membri verso una 'crescita intelligente e inclusiva come mezzo per superare le carenze strutturali dell'economia europea, migliorarne la competitività e la produttività e favorire l'affermarsi di un'economia di mercato sociale e sostenibile'.

IL PROTOTIPO

Il punto di forza è consistito nella creazione di un team multidisciplinare che ha visto accanto al tecnologo alimentare (M. L. Clodoveo), che ha individuato le migliori condizioni operative per la somministrazione degli ultrasuoni alla pasta olearia, l'ingegnere meccanico (R. Amirante), indispensabile per la progettazione, assistita dallo sviluppo di specifici programmi di simulazione, di un prototipo continuo e in scala industriale, il chimico degli alimenti (F. Corbo), per la caratterizzazione analitica del prodotto, e il capo panel (Alfredo Marasciulo) per la valutazione sensoriale.

L'unicità di questo approccio risiede nella capacità di progettare e dimensionare perfettamente le macchina in funzione delle peculiari caratteristiche reologiche della pasta di olive. È una macchina tagliata su misura per le esigenze del frantoio, e supera i limiti tecnici dei prodotti attualmente in commercio progettati per ambienti meno complessi (industrie i cui processi si basano sull'impiego di fluidi come acqua o solventi organici) e applicati al mondo dell'olio senza attraversare un processo di ottimizzazione necessario a garantire elevate prestazioni. La progettazione si è infatti potuta avvalere di un programma di simulazione in ambiente Ansys Fluent che per la prima volta consente di simulare i transitori di pressione indotti da trasduttori in una condotta in cui il fluido scorre tangenzialmente al fine di ottimizzare il processo di sonicazione (geometria, spessori, posizione dei trasduttori, pressioni di esercizio), in modo che sia efficace ed efficiente, anche combinato con la tecnologia di scambio termico per il riscaldamento o raffreddamento della pasta olearia. Il prototipo svolge simultaneamente e istantaneamente due funzioni: costituisce una finitura della frangitura sfruttando la cavitazione e si sostituisce alla gramola instaurando moti tortuosi della pasta che simulano l'agitazione meccanica dell'aspo che favorisce la coalescenza.

Il risultato è un prototipo a sezione ottagonale dotato di 56 trasduttori (31 kHz–100 W) che combina scambio termico e ultrasonico in un unico dispositivo. Il nuovo impianto denominato "Sono-Heat-Exchanger" è stato progettato e costruito per un impianto di estrazione industriale della capacità lavorative media di 2.000 kg/h). L'effetto meccanico della cavitazione acustica rompe le cellule passate integre al frangitore, libera ulteriori quote di olio e composti minori. Inoltre, moti vorticosi impressi alla pasta dai transitori di pressione determinano la coalescenza delle goccioline lipidiche. Le prestazioni del "Sono-Heat-Exchanger" sono state misurate in termini di efficienza dello scambio termico e l'azione meccanica è stata valutata mediante la misura della concentrazione di pigmenti e composti minori nel prodotto. L'impianto ha consentito di:

1) eliminare la gramolazione realizzando un processo effettivamente continuo;
2) innalzare le rese di estrazione recuperando una ulteriore quota di olio extravergine che si perde nelle sanse;
3) preservare le molecole antiossidanti che con i metodi tradizionali si perdono quando si opera per innalzare le rese;
4) ottenere una valutazione organolettica migliore;
5) offrire una soluzione impiantistica sostenibile e in grado di garantire il giusto reddito ai produttori.