Ultrasuoni, da invenzione ad applicazione

L'introduzione di novità nell'industria olearia soffre storicamente di una certa lentezza. L'utilizzo degli ultrasuoni per il trattamento delle paste di oliva viene ora sostenuto da nuovi progetti per la prima industrializzazione

di Maria Lisa Clodoveo[1], Filomena Corbo[1], Riccardo Amirante[2] e Nadia Mulinacci[3]
[1]Università di Bari, [2]Politecnico di Bari, [3]Università di Firenze

In un mondo liquido come il contesto contemporaneo la parola innovazione è parte integrante della nostra quotidianità, eppure non tutti sanno che poche idee possono generare realmente un'invenzione, e pochissime invenzioni diventano innovazioni. Nell'industria olearia, l'ultima innovazione radicale, cioè l'ultima macchina che ha offerto possibilità di utilizzo completamente impensabili rispetto alle precedenti, è il decanter, che, introdotto più di trenta anni fa, si è imposto ubiquitariamente nei i frantoi solo nell'ultimo decennio.

Oggi non c'è frantoiano che non guardi con interesse le possibilità di innovazione che si affacciano nel mondo oleario e che alcune aziende cominciano a commercializzare sull'onda di una comunicazione scientifica che si è rivelata efficace nel trasmettere i vantaggi derivanti dall'impiego delle tecnologie emergenti.

I sentimenti che si avvicendano nel cuore e nella mente degli imprenditori oleari quando, ad esempio, si parla dell'impiego degli ultrasuoni nel processo di estrazione dell'olio extravergine di oliva, sono di duplice natura: da un lato il desiderio pervadente di essere al passo con le ultime novità che il mercato può offrire, dall'altro il timore di essere pionieri nell'applicazione di tecnologie la cui maturità non è stata ancora esaustivamente dimostrata nel tempo (nell'arco di più campagne olearie) e nello spazio (in tutti i possibili areali olivicoli).

Così il mondo, ancora una volta, si divide tra neofobia, sentimento di profonda avversione per la novità, e neofilia, passione per tutto ciò che è nuovo.

Questo conflitto di posizioni ideologiche si dirime attraverso l'acquisizione di conoscenze che aiutino i tecnici del settore a ridurre il gap culturale che fa apparire l'innovazione, in questo caso la macchina ad ultrasuoni, come una *black box*, una scatola nera in cui la pasta olearia entra ed esce ma di cui non sono perfettamente noti i meccanismi. Proviamo, perciò, a rispondere alle domande più frequenti.

Cosa sono gli ultrasuoni?

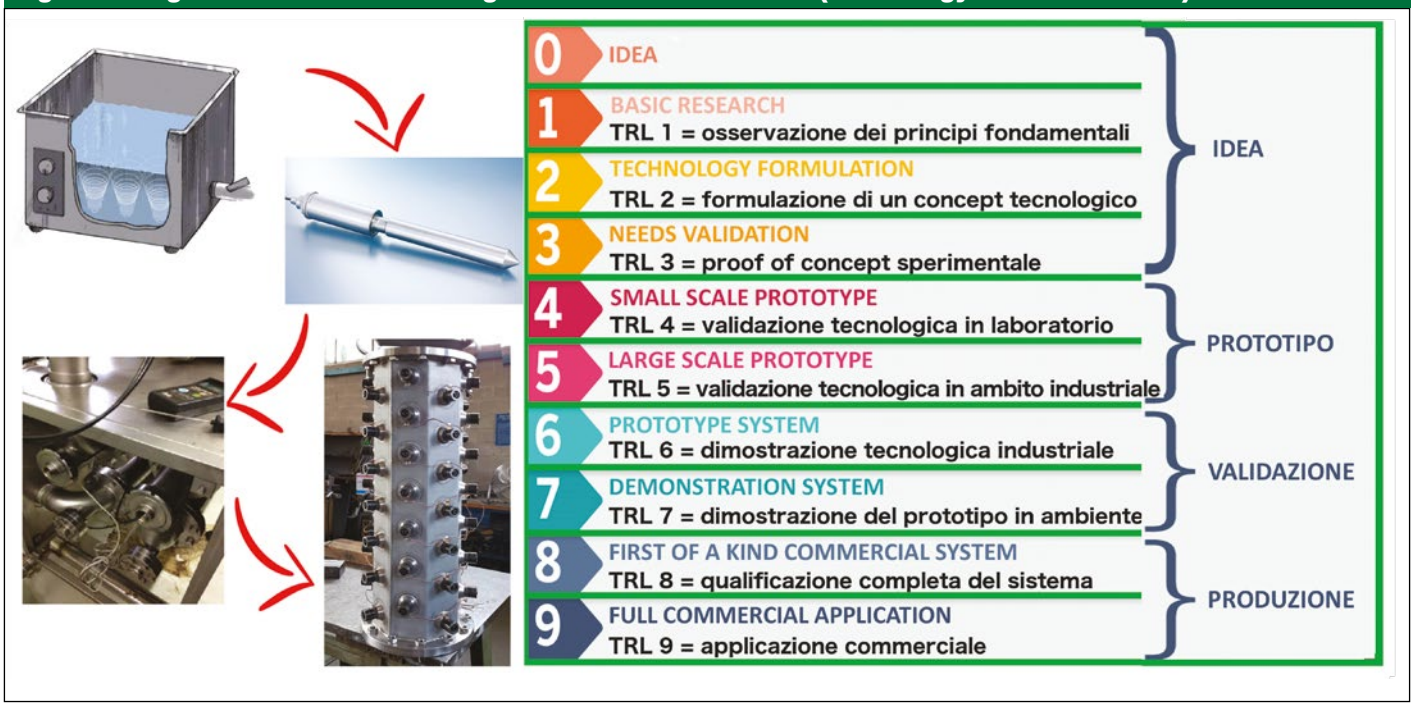
Gli ultrasuoni sono vibrazioni acustiche caratterizzate da frequenze (> 20 Khz) superiori alla banda di frequenze udibili all'orecchio umano. Gli ultrasuoni sono onde di pressione che consentono di trasferire l'energia meccanica in un mezzo per l'effetto dell'alternanza dei campi di pressione e decompressione. La conseguenza dell'attraversamento di un liquido di un'onda ultrasonora di sufficiente intensità, è la cavitazione, cioè la formazione, la crescita e il collasso, in determinate condizioni, di minuscole bolle all'interno del liquido stesso, con effetti meccanici efficaci a frequenze prossime ai 20 kHz.

Quali effetti determinano gli ultrasuoni applicati alla pasta di olive dopo la frangitura e prima della separazione centrifuga?

L'effetto meccanico degli ultrasuoni è la rottura istantanea delle cellule passate integre al frangitore e la liberazione di olio e composti minori ad azione antiossidante. Tutto ciò è stato dimostrato con le prove condotte per la prima volta nei laboratori di Scienze e Tecnologie Alimentari dell'Università di Bari. Utilizzando un mini frantoio e sonicando con un piccolo bagno ad ultrasuoni i 2 kg di olive di ogni prova si vedeva affiorare l'olio dopo pochi minuti: questo esperimento era classificabile, secondo i criteri Nasa sulla stima della maturità tecnologica come TRL 3-4. Il TRL (Technology Readiness Level, grado di maturità di una tecnologia, fig. 1) non è altro che una scala di 9 gradini che misura quanto una innovazione è distante dal divenire un prodotto commerciale. Con il primo esperimento avevamo percorso i primi quattro gradini, partendo dall'idea (TRL 0) che gli ultrasuoni potessero avere effetti positivi sul processo, e dimostrando, per la prima volta in laboratorio (TRL 4) e nella storia delle macchine olearie, la loro capacità di incrementare simultaneamente resa e qualità (maggiore contenuto di molecole ad azione antiossidante) del prodotto. A questo punto la maggior

© 2019 Copyright Edizioni Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media s.r.l.

Figura 1 – I gradi di maturità tecnologica secondo la scala TRL (Technology Readiness Level)



parte delle invenzioni rimane tale, e non progredisce verso il TRL 5 (validazione tecnologica in ambito industriale) per due motivi fondamentali. Lo *scale-up* (salto di scala) della tecnologia richiede due requisiti imprescindibili: la disponibilità di risorse economiche e la creazione di un team multidisciplinare che veda accanto al tecnologo alimentare, che ha individuato le migliori condizioni operative per la somministrazione degli ultrasuoni alla pasta olearia, l'ingegnere meccanico, indispensabile per la progettazione di un prototipo continuo e in scala industriale, il chimico degli alimenti per la caratterizzazione analitica del prodotto, e il Capo Panel per la valutazione sensoriale.

Dal 2012 al 2016 il nostro team di ricerca, grazie a due importanti finanziamenti regionali, il primo, proveniente dal PSR Molise (Ultra-Dop-Olive-Oil) e il secondo, un Cluster tecnologico della Regione Puglia (Perform-Tech), ha potuto risolvere alcune questioni tecniche che hanno innalzato la maturità tecnologica dell'innovazione dal TRL 5, la prima validazione tecnologica in ambito industriale, al TRL 6, cioè la dimostrazione che la tecnologia sia applicabile in ambito industriale, al TRL 7, la dimostrazione dell'efficacia del prototipo di incrementare simultaneamente resa e qualità in ambiente operativo reale.

In quali condizioni operative non si applicano gli ultrasuoni?

Siamo spesso abituati a sentire nel mondo della ricerca cosa funziona, ed è raro ascoltare cosa non funziona. Eppure le grandi invenzioni sono il frutto, a volte, di esperimenti non perfettamente riusciti o addirittura falliti. Edison, ad esempio, è famoso per l'introduzione del filo di tungsteno nella lampadina. Egli fece migliaia di tentativi per migliorare la lampadina (si dice circa 2.000). Durante una conferenza stampa un giornalista gli chiese: «*Dica, Mr. Edison, come si è sentito a fallire duemila volte nel fare una lampadina?*». Ebbene, la risposta di Edison fu: «*Io non ho fallito duemila volte nel fare una lampadina; semplicemente ho trovato millenovecento-novantanove modi su come non va fatta una lampadina*». Questo presupposto è fondamentale, perché il triennio di progettazione, realizzazione e test di differenti prototipi, ha condotto non solo a realizzare la migliore geometria possibile per combinare scambio termico (caldo/freddo) ed energia ultrasonica (fig. 2), ma anche a chiarire in maniera definitiva in che condizioni gli ultrasuoni non funzionano se applicati alla pasta di olive:

- quando la frequenza applicata è grande: a partire da 50 kHz fino ad arrivare a a 0,4 Mhz ed oltre (in gergo commerciale, non scientifico, impropriamente definiti megasuoni) non si ha cavitazione efficace nel fluido trifasico della pasta di olive. Bisogna precisare che più alta è la frequenza dell'onda (400 kHz), maggiore sarà l'attenuazione dell'oscillazione del mezzo dovuta all'inerzia, e di conseguenza l'indesiderato effetto termico, trascurabile alle basse frequenze (20-30 kHz);

- quando la potenza è concentrata in una unica sonda, anziché distribuita in numerosi trasduttori a superficie piana, si incorre in due svantaggi: il primo è legato alla maggiore complessità nella gestione della fluidodinamica del mezzo che scorre in una tubazione nella quale la sonda è immersa; il secondo riguarda la gestione ed il controllo della cavitazione, in quanto ogni punto della sonda oscilla in maniera diversa, e differenti eventi cavitazionali potrebbero interferire tra loro e annullarsi. Inoltre, un eventuale danno della sonda singola comporterebbe l'interruzione completa della lavorazione con effetti drammatici nel pieno della campagna olearia;

- quando non si combinano nella stessa macchina simultaneamente scambio di energia termica ed ultrasonica viene meno la possibilità di condizionare la pasta di olive alla temperatura ideale, specifica per ogni singola cultivar in relazione al territorio e all'epoca di raccolta, in modo da plasmare il profilo organolettico consen-

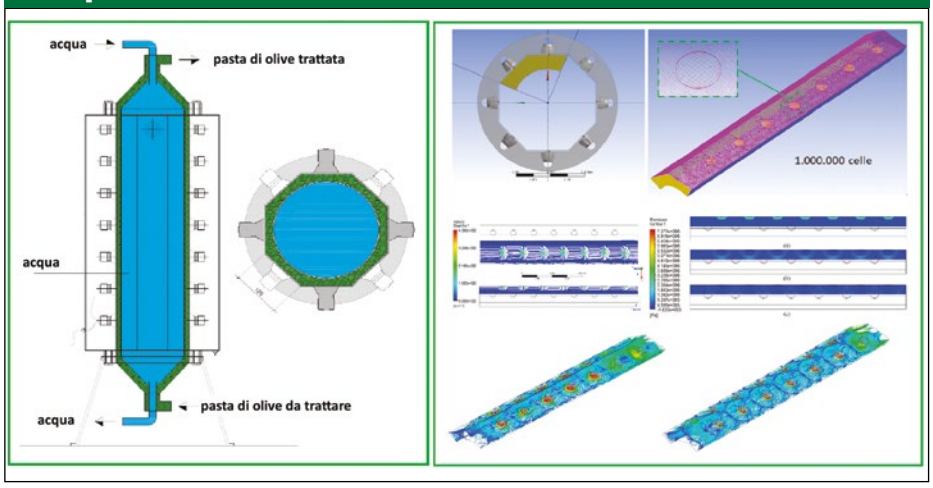
© 2019 Copyright Edizioni Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media s.r.l.

tendo alla varietà di esprimere il proprio massimo potenziale.

In che condizioni gli ultrasuoni si rivelano efficaci se applicati alla pasta di olive?

Grazie al supporto economico fornito dall'Ue attraverso la Regione Puglia (progetto Perform Tech) è stato costruito un impianto a sezione ottagonale dotato di 56 trasduttori (31 kHz – 100 W) che combina scambio termico ed ultrasonico in un unico dispositivo. Il nuovo prototipo denominato "Sono-Heat-Exchanger" è stato progettato e costruito per un impianto di estrazione industriale della capacità lavorative media di 2000 kg/h). L'effetto meccanico della cavitazione acustica rompe le cellule passate integre al frangitore e 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.

Figura 2 – Struttura del Sono Heat Exchanger per l'estrazione di olio dalla pasta di olive



Gli effetti quantitativi dell'impianto innovativo sono stati determinati in termini di rese, mentre quelli qualitativi valutando i principali parametri analitici previsti dalla legge, il contenuto di polifenoli e tocoferoli, e la concentrazione di composti volatili. È la prima volta nella storia dello sviluppo delle macchine industriali per l'estrazione dell'olio extravergine d'oliva che, eliminando la gramolazione, si capovolge il paradigma che vede la resa inversamente correlata alla qualità del prodotto. Il risultato finale delle sperimentazioni è rappresentato dalla capacità di estrarre più olio extravergine di oliva (>1,5 kg /100 kg di olive), più ricco di biofenoli (>20 %),

© 2019 Copyright Edizioni **Edagricole - Edizioni Agricole** di New Business Media s.r.l.

con un profilo organolettico conforme alle caratteristiche varietali caratterizzato da una maggiore armonicità tra componente olfattiva e percezioni di amaro e piccante.

Il punto di forza 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 (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 (in ambiente Ansys Fluent) che ha consentito 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), combinandolo anche con la tecnologia di scambio termico per condizionamento della pasta olearia. Il prototipo svolge simultaneamente e istantaneamente due funzioni: costituisce una finitura della frangitura sfruttando la cavitazione, si sostituisce alla gramola instaurando moti tortuosi della pasta che simulano l'agitazione meccanica dell'aspo che favorisce la coalescenza.

Quali prove esistono a supporto dell'efficacia e dell'efficienza estrattiva degli ultrasuoni?

La principale causa di smarrimento di una tecnologia che impedisce all'innovazione di giungere sul mercato e apportare benessere alla società è denominata "valle della morte". La valle della morte è un luogo virtuale che si colloca in quella fase dello sviluppo della ricerca in cui il settore pubblico è scoraggiato dall'intervenire, poiché predilige finanziare le fasi iniziali del processo d'innovazione, quando le attività di ricerca sono caratterizzate da una elevata incertezza e non costituiscono un vantaggio per il settore privato, ed il settore privato, al contempo, seppure interessato, potrebbe considerare eccessivamente rischioso procedere allo sviluppo della tecnologia in maniera autonoma. In questa fase una tecnologia, seppur promettente, potrebbe non progredire lungo le fasi di dimostrazione e sviluppo necessarie per arrivare alla sua piena diffusione e all'incremento di competitività del settore interessato. Questo è il punto di non ritorno da cui molte nuove idee che attraversano il processo di innovazione non riescono a progredire.

L'innovazione tecnologica relativa all'impiego degli ultrasuoni nel processo di estrazione dell'olio extravergine di oliva ha potuto superare la minaccia dello stallo della "valle della morte" grazie al supporto delle fondazioni: l'Istituto Nutrizionale Carapelli (Onlus), che persegue esclusivamente scopi sociali e finalità di ricerca scientifica; e da Ager - Agroalimentare e Ricerca (progetto di collaborazione tra Fondazioni per il sostegno alla ricerca scientifica in campo agroalimentare) che con COMPETiTiVE (Claims of Olive oil to iMProvE The market ValuE of the product) mira a migliorare la competitività dell'olio extravergine italiano valorizzando le sue proprietà salutistiche

© 2019 Copyright Edizioni **Edagricole - Edizioni Agricole** di New Business Media s.r.l.

e nutrizionali, trasferendo alla filiera le innovazioni tecnologiche frutto della ricerca e applicando nuove tecniche di marketing.

Attraversare la valle della morte significa di fatto validare la tecnologia in ambiente industriale, dimostrando che l'olio extra vergine di oliva prodotto attraverso il Sono-Heat-Exchanger non solo conserva intatte tutte le caratteristiche finalizzate alla classificazione merceologica, ma si ottiene con tempi di produzione ridotti, migliorando simultaneamente resa e qualità dell'olio. La fase sperimentale che ha beneficiato di questo supporto ha riguardato la qualificazione del processo, il cui obiettivo è stato di determinare se il processo fosse in grado di produrre, in differenti frantoi e areali, in modo riproducibile, quantità elevate di olio extravergine di oliva di alta qualità attraverso la somministrazione simultanea di energia sia ultrasonica sia termica alla pasta di olive.

L'obiettivo di misurare le prestazioni del sistema innovativo è stato raggiunto attraverso due strategie: valutando i risultati percepiti e misurati dai frantoiani (*end-user validation* - l'impianto è stato testato in linee di lavorazione differenti per brand, tecnologia e capacità lavorativa, utilizzando diverse cultivar raccolte in differenti epoche); esaminando i risultati analitici (composizione polifenolica e profilo dei composti volatili).

La sperimentazione del prototipo ad ultrasuoni è stata poi condivisa con i frantoiani per consentire di raccogliere risposte utili a migliorare la tecnologia, ottimizzare i risultati, condividerli ancora con i portatori di interesse (*stakeholder)*, instaurando un circolo virtuoso di fiducia e collaborazione.

L'impianto nel corso dell'ultima campagna olearia è stato testato in quattro differenti frantoi. I limiti tecnici da superare in una sperimentazione in scala reale ed itinerante sul territorio sono molteplici:

- la necessità di trasportare, montare, adattare (ogni impianto preesistente ha raccordi differenti che implicano modifiche personalizzate), e testare la macchina inserendola in configurazioni differenti per brand e tipologia delle macchine;

- la necessità di adattare le portate della linea di lavorazione alla portata del prototipo;

- la necessità di disporre di grandi partite omogenee di olive;

- la necessità di coordinarsi con le esigenze produttive dei frantoi, che per le operazioni di misura e il bisogno di separare in maniera netta i singoli lotti di produzione, rallentando i ritmi di lavorazione in periodi di attività frenetici condizionati anche dall'attività conto terzi.

Dalle prove condotte per la validazione della tecnologia è emerso che l'impianto innovativo giunto al TRL 8, il penultimo gradino della scala della maturità tecnologica, 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) preserva le 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.

I risultati, ottenuti in collaborazione con l'Università di Firenze (N. Mulinacci) e di Napoli (R. Sacchi) hanno dimostrato che il Sono-Heat-Exchanger è una macchina flessibile, che si interfaccia con tutti gli impianti dei principali produttori mondiali di macchine olearie, garantendo sempre eccellenti prestazioni (più evidenti nelle fasi precoci della maturazione) in termini di elevata resa in olio e ridotti tempi di processo, senza mai determinare perdite nel contenuto di polifenoli.

Quanto questa innovazione radicale è lontana dal mercato?

L'ultimo gradino che separa il sistema innovativo dal mercato è il TRL 9, la prima industrializzazione. Tra gli strumenti del programma Horizon 2020 c'è il Fast Track for Innovations. L'iniziativa Fast Track for Innovation (FTI) è una misura completamente bottom-up di Horizon 2020 che si rivolge a nuove tecnologie, concetti, processi e modelli di business relativamente maturi e innovativi che necessitano di uno sviluppo definitivo per essere in grado di dare forma a un nuovo mercato e realizzare una diffusione più ampia. FTI promuove innovazioni "close to market" che mirano ad arrivare sul mercato entro tre anni dall'inizio del progetto.

Una partnership composta da tre aziende e due centri di ricerca con sede in tre differenti nazioni, Italia, Francia e Spagna è risultata vincitrice del progetto Olive Sound. Due anni e 3 milioni di euro dovranno consentire di realizzare l'impianto a livello industriale definendo le migliori procedure per la realizzazione e gestione del sito produttivo e delineando l'insieme dei processi tecnologici e organizzativi che devono interagire tra loro al fine di conseguire l'obiettivo stabilito, una macchina ad elevata capacità lavorativa (40 q/h) che sostituisca integralmente le gramole, con vantaggi in termini di tempo, quantità e qualità del prodotto finito.

Fanno parte di questo processo di industrializzazione i disegni tecnici, la progettazione, le simulazioni, i test, tenendo conto non solo delle specifiche funzionali, di contesto applicativo e di design del Sono-Heat-Exchanger, ma anche delle possibili tecnologie costruttive, prevedendo, ad esempio, la fattibilità di realizzazione mediante le tecnologie prescelte. Il finanziamento supporterà le aziende nella progettazione e industrializzazione del prodotto consentendo di stimare i reali costi della macchina e il modo in cui le diverse variabili (tecnica costruttiva, materiali, finiture, ecc.) possono andare ad influire sul prezzo finale.

Il fast track è un sistema di finanziamento che vaglia in maniera severa i progetti premiando solo quelli che hanno attraversato un rigoroso percorso di validazione scientifica ed hanno un potenziale di mercato elevato. Ai frantoiani non rimane che attendere di testare a breve l'innovazione che migliorerà il reddito dei produttori, applicando una tecnologia green ed in linea con l'agenda globale per lo sviluppo sostenibile. ■

© 2019 Copyright Edizioni **Edagricole - Edizioni Agricole** di New Business Media s.r.l.