UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

FUTURE IN RESEARCH

Un volano per l'innovazione

Bari, 2019

Intervento cofinanziato dal Fondo di Sviluppo e Coesione 2007-2013, APQ Ricerca Regione Puglia "Programma regionale a sostegno della specializzazione intelligente e della sostenibilità sociale e ambientale, Future in Research.

***Curatore del volume*:**
Antonio Felice Uricchio, Rettore Università degli Studi di Bari Aldo Moro.

Comitato editoriale:
Vittoria Mineccia, docente di scuola secondaria e dottoranda in Scienze delle Relazioni Umane (XXXII ciclo) curriculum "Dinamiche formative ed educazione alla politica" - Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia e Comunicazione.
Virginia Grazia Iris Magoga, dottoranda in Scienze delle Relazioni Umane (XXXIII ciclo) curriculum "Dinamiche formative ed educazione alla politica" - Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia e Comunicazione.

***Comitato scientifico*:**
Filomena Corbo, prof. Associato Dipartimento Farmacia e Scienze del Farmaco.
Loredana Perla, prof. Ordinario Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia e Comunicazione.
Sandro Spataro, Dirigente Direzione risorse umane.

***Realizzazione editoriale*:** Annalucia Leccese – Ufficio Stampa.

***Progetto di copertina*:** Stefano Lavermicocca – Area Comunicazione.

©Università degli Studi di Bari Aldo Moro
ISBN 978-6629-049-0

Introduzione

Come è noto, la Costituzione italiana colloca la promozione della cultura e della ricerca scientifica tra i principi fondamentali (art. 9) in quanto strumenti essenziali per promuovere lo sviluppo e la crescita economica e, al contempo, riconosce la libertà dell'arte e della scienza (art. 33 Cost.) e con essa l'autonomia delle organizzazioni dedicate (Università, istituzioni scientifiche, accademie ecc). Secondo il disegno delineato dai Padri Costituenti, tra i quali Aldo Moro, lo Stato di cultura e innovatore, sia attraverso le istituzioni centrali che quelle locali, è tenuto a sostenere la ricerca di base e applicata con risorse adeguate anche destinate in favore di giovani ricercatori.

L'obiettivo di consolidare le basi scientifiche del Paese passa, infatti, necessariamente dalla valorizzazione delle attività di ricerca dei giovani ricercatori, a cui è affidata la responsabilità del futuro del sistema della conoscenza. Secondo uno studio apparso sulla rivista "Nature", dedicato ai problemi che affliggono i giovani ricercatori nei diversi contesti territoriali, l'ostacolo principale è rappresentato dalla difficoltà a reperire fondi. I finanziamenti alla ricerca non sono cresciuti negli ultimi anni e fatte alcune eccezioni (Germania, Corea del Sud Canada, Francia ecc.) sono diminuiti in molti Stati a tutte le latitudini. A riguardo va ricordato che al tema delle risorse per la ricerca è stato dedicato il Congresso EUA (European University Association), intitolato significativamente "Fare di più con meno".

In Italia, anche a causa del pesante indebitamento pubblico e della crisi economica, le risorse per la ricerca e l'innovazione sono state tagliate in modo rilevante (ben 21% in meno in dieci anni), facendo scendere il nostro Paese al penultimo posto in Europa per investimenti in ricerca pubblica e privata (appena 0,91 % del PIL), al 30° posto e al

48° posto nel mondo, superata dalla maggior parte dei Paesi europei, rispettivamente secondo il *Knowledge Economy Index (World Bank)* e secondo il *Global Competitiveness Index* elaborato dal *World Economic Forum* per misurare la capacità di competere in campo mondiale attraverso gli investimenti nella ricerca e nel trasferimento tecnologico. Tale tendenza, invero arrestata solo nell'ultimo biennio (sia attraverso il Fondo di Finanziamento Ordinario (FFO) sostanzialmente stabile, sia con i nuovi piani straordinari per ricercatori di tipo B), va invertita attraverso maggiori risorse sul Sistema universitario e in favore del capitale umano soprattutto più fresco.

Offrire concrete opportunità ai giovani ricercatori costituisce, quindi, un obiettivo essenziale che va perseguito a tutti i livelli sia offrendo opportunità di accesso alle risorse, sia mettendo a disposizione risorse. In questo contesto, particolare apprezzamento meritano le iniziative della Regione Puglia in favore di giovani ricercatori e tra di esse il bando *Future In Research* (*FIR*) rivolto a 170 ricercatori del Sistema universitario pugliese, messo in campo nel 2014, e il nuovo bando *Research for Innovation (REFIN)* in corso di adozione e finanziato con 26 milioni di euro. Attraverso il Programma *FIR* è stata offerta l'opportunità di prestare attività di ricerca (e di didattica) come ricercatore di tipo B a 88 giovani della sola Università di Bari, i quali hanno completato il triennio di lavoro finanziato dalla Regione Puglia continuando in larga parte a svolgere attività di ricerca e di didattica sia come ricercatori di tipo B, sia in forza del rifinanziamento delle proroghe biennali da parte dello stesso Ateneo barese.

Il Progetto *FIR* e, ora, quello *REFIN* rientrano, infatti, nelle iniziative messe in campo dalla Regione Puglia a sostegno della formazione, della mobilità e dello sviluppo dei ricercatori pugliesi, che, grazie a questo bando, avranno la possibilità di portare avanti e di realizzare progetti di ricerca ad alto contenuto innovativo, erogando anche attività presso le Università del proprio territorio. I progetti di

ricerca, presentati tutte da dottori di ricerca, sono stati selezionati da un'apposita Commissione composta da esperti indipendenti scelti dall'Agenzia Regionale per la Tecnologia e l'Innovazione (ARTI) e, quindi, con bando successivo, sono stati affidati a giovani ricercatori di tipo A (ricercatori a tempo determinato) individuati secondo le procedure di reclutamento stabiliti dalla L. 240 del 2010 e i regolamenti universitari.

Con viva soddisfazione e orgoglio saluto, nella veste di Rettore pro tempore dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, il presente volume nel quale sono raccolti i risultati dell'attività di ricerca svolta da tutti i giovani studiosi vincitori dei bandi *FIR*, nell'intento di offrirli alla comunità scientifica e al sistema delle imprese, nella consapevolezza che tutti possano meritare interesse e attenzione. Pur nella eterogeneità dei contributi, che coerentemente con le linee del bando regionale riguardano gli ambiti della salute, del benessere e delle dinamiche socio culturali, delle energie dell'agricoltura sostenibili, della sicurezza alimentare, degli assetti di città e territori, dell'industria creativa e dello sviluppo culturale, i risultati raggiunti evidenziano come la misura abbia raggiunto appieno gli obiettivi che erano stati a suo tempo definiti dal Governo regionale e quindi condivisi dalle Istituzioni accademiche.

L'opportunità offerta a tanti giovani dottori di ricerca si è rivelata particolarmente importante visto che peraltro molti di essi hanno potuto continuare il proprio percorso di ricerca conseguendo le abilitazioni scientifiche nazionali e, in alcuni casi, risultando vincitori di concorsi a tempo indeterminato (ricercatori di tipo B o di professore associato).

Nell'esprimere pieno apprezzamento per il Programma regionale e nel ringraziare i Governatori regionali Vendola e Emiliano per avere creduto nel Sistema universitario pugliese (al quale sono state destinate le ingenti risorse del programma), devo in questa sede osservare l'efficacia di un'azione che favorisce il ricambio generazionale all'interno delle strutture di ricerca aiutando le giovani eccellenze

scientifiche proprio in una fase storica in cui l'età media della docenza universitaria sfiora i sessant'anni.
Un ringraziamento va, infine, a tutti i docenti tutor che non si sono risparmiati nel prodigare consigli preziosi seguendo giornalmente lo sviluppo del Progetto, all'Ufficio Ricerca e alla sua dirigente, dott.ssa Pasqua Rutigliani, al dirigente dell'Ufficio Risorse Umane, dott. Sandro Spataro, alla curatrice del volume e mia delegata prof.ssa Filomena Corbo e alla responsabile dell'ufficio editoriale dott.ssa Annalucia Leccese.
Un sentito ringraziamento va, infine, al Comitato editoriale e al Comitato scientifico che hanno curato la raccolta dei contributi e a tutti i giovani ricercatori dalle cui ricerche possono trarsi utili intuizioni per affrontare e tentare di risolvere i problemi del nostro tempo (inquinamento, questione energetica, miglioramento del sistema sanitario e delle cure, depauperamento delle risorse alimentari ed ecologiche, desertificazione ecc.).

Antonio Felice Uricchio
Rettore Università di Bari

ULTRASUONI NEL PROCESSO DI ESTRAZIONE DELL'OLIO VERGINE DI OLIVA

Antonello Paduano

Descrizione della ricerca

L'attività di ricerca prevista nell'intervento Future In Research è stata svolta nell'ambito del progetto "Ultrasuoni nel processo di estrazione dell'olio vergine di oliva" rientrante nel Cluster "Performtech" (Puglia Emerging Food Technology). Il mercato delle macchine e impianti per l'estrazione dell'olio vergine dalle olive richiede innovazioni che consentano di incrementare non solo le rese, ma anche di preservare la qualità dell'olio presente nel frutto. La gramolazione è oggi compiuta in modo discontinuo in macchine, chiamate gramole, adibite al lento e continuo rimescolamento della pasta a temperatura controllata. Durante tale fase si verificano importanti cambiamenti nella microstruttura della pasta e complessi fenomeni chimici e biochimici, con effetti sulla resa di estrazione e sulla qualità finale dell'olio. Le attuali gramole da un punto di vista impiantistico sono scambiatori termici non efficienti a causa della limitata superficie di scambio termico rispetto ai grandi volumi di pasta. L'idea progettuale Future in Researh, che si sviluppa e approfondisce nel corso delle attività previste dal progetto Performtech, promuove un rinnovamento tecnico attraverso la realizzazione e l'utilizzo di un prototipo di impianto a ultrasuoni, determinando in tal modo una innovazione tecnologica nel settore oleario mediante l'introduzione di una tecnologia emergente (ultrasuoni). Gli ultrasuoni sono onde sonore con frequenze da 20 KHz a qualche GHz, non percepibili dall'orecchio umano che generano onde meccaniche longitudinali con aree di compressione (alta densità o pressione) e di rarefazione (bassa densità o pressione) in base alla densità delle particelle. A basse frequenze si formano bolle di cavitazione che collassando generano getti di liquido ad alta pressione

nel contorno della bolla, che lacerano i tessuti vegetali presenti nelle immediate vicinanze (Fig. 1).

Obiettivi

Le ricerche svolte nell'ambito dei progetti Future in Research e Performtech hanno avuto come obiettivo la possibilità di rendere l'industria agroalimentare pugliese più sostenibile e competitiva, incrementando la varietà di prodotti innovativi e sani indispensabili per una dieta sicura. Gli ultrasuoni rappresentano una metodologia innovativa ed energeticamente sostenibile per la produzione di oli extravergini di oliva, più competitivi per il maggior apporto di antiossidanti (polifenoli antiossidanti) e l'abbattimento del Product Carbon footprint. L'idea rientra, nella sua coerenza progettuale, con gli obiettivi dettati per la nuova strategia regionale di sviluppo di tecnologie avanzate ed emergenti (ultrasuoni) per la produzione innovativa di oli vergini d'oliva a elevato valore nutrizionale e a basso impatto ambientale; e nella constatazione che le industrie agroalimentari pugliesi sono caratterizzate da uno scarso impiego di tecnologie avanzate e dalla produzione di alimenti a basso valore aggiunto (analisi swot, PSR Puglia 2007-2013). La ricerca ha previsto l'ottenimento di oli con la tecnologia a ultrasuoni e tradizionale, in tre differenti areali e con tre differenti cultivar tipiche del germoplasma olivicolo pugliese.

Primi risultati conseguiti e prodotti della ricerca

L'idea progettuale alla base dell'attività di ricerca ha portato alla messa a punto e alla realizzazione di un prototipo su scala reale (Fig. 2) di un impianto a ultrasuoni e al suo primo utilizzo su scala reale presso oleifici pugliesi per l'ottenimento di campioni di oli di diverse cultivar di olivo. Inizialmente è stato individuato l'assetto geometrico idoneo per il posizionamento dei trasduttori a ultrasuoni al fine di ottenere una propagazione uniforme delle onde di pressione nella massa di pasta di olive frante. Successivamente, anche in seguito alle osservazioni dei frantoiani, l'impianto a ultrasuoni, dopo un aggiornamento

tecnico che ha riguardato sia la parte strutturale, che la parte elettronica di gestione che ha reso il *sono-exchanger* il più *user friendly* possibile, è stato utilizzato in prove su scala reale nel processo di estrazione dell'olio extravergine di oliva. Le prove sono state effettuate presso diversi frantoi pugliesi lavorando olive della cultivar *coratina*, *peranzana*, *ogliarola* e *cellina di Nardò*. Le prove effettuate hanno permesso di verificare l'efficacia dell'impianto nella corretta e reale attività lavorativa del frantoio e di ottenere i campioni di olio sonicato e non. Il risultato più evidente dal punto di vista tecnologico è stata la robustezza e flessibilità dell'impianto che si è perfettamente integrato nei differenti frantoi, i quali avevano *layout* di impianto diversi per marca, tipologia di frangitura, capacità delle gramole e portata oraria del decanter. I risultati, in termini di resa sempre maggiore rispetto alla lavorazione tradizionale (Fig. 3), combinati alla flessibilità operativa, rendono il TRL (Technology Readiness Level, Livello di Maturità Tecnologica) prossimo a 9, indicando, quindi, un prodotto *ready to the market*. Le analisi condotte sui primi campioni di olio dimostrano che l'aumento significativo di resa (variabile tra lo 0,5 e il 4%) è sempre accompagnato da un quantitativo in polifenoli pari o superiore al tradizionale, a testimonianza che gli ultrasuoni somministrati nella modalità prescelta (31 kHz, 18000 j/k) non compromettono il risultato qualitativo del processo di estrazione, condotto nelle condizioni di lavoro standard di *default* attuate in frantoio. A conferma anche la valutazione organolettica dei campioni di olio sonicato e non, che ha mostrato una maggiore armonia ed equilibrio sensoriale dell'olio ottenuto con gli ultrasuoni (Fig. 4). Ulteriori attività svolte hanno riguardato lo studio delle frequenze ultrasoniche (20-50kHz) più idonee alla formazione della cavitazione, fenomeno alla base dell'effetto di frantumazione dei tessuti cellulari e della potenza (W) da applicare a un fluido complesso come la pasta di olive (costituita da una parte solida e una parte liquida) per poter dimensione in modo opportuno la portata dell'impianto (kg/h). Ciò è stato possibile anche grazie

all'utilizzo di una tecnica innovativa, CFD (Computational Fluid Dynamics), messa a punto dal Politecnico di Bari e dall'Università Aldo Moro, per la simulazione dell'effetto dei trasduttori ultrasonici, applicata su un modello 3D della geometria del reattore, per simulare la propagazione delle onde all'interno del flusso di pasta olearia che percorre il sistema in condizioni controllate di pressione e scambio termico. Inoltre, è stata fatta una valutazione di massima dell'incremento di guadagno possibile dall'utilizzo degli ultrasuoni nel processo di estrazione dell'olio dalle olive, considerando un numero di piante di olivo, approssimativo, di 60 milioni nel territorio pugliese, e un'analisi economica dei ricavi possibili mettendo a confronto un impianto tradizionale ed uno con sonicatore (Tab. 1). A parità di impianto oleario l'utilizzo del *sono-exchanger* può determinare un notevole incremento dei ricavi. L'ottenimento di oli con "ultrasuoni" ha permesso di verificare l'accettabilità da parte del consumatore di un prodotto ottenuto con tecnologie emergenti, nutrizionalmente sano. Tale verifica si è svolta in due fasi: una prima fase che ha misurato la neofobia generale del consumatore verso prodotti innovativi, una seconda fase che, con l'utilizzo di aste sperimentali, ha accresciuto progressivamente il grado di informazione. Da tali prove è emerso che in un campione di 200 persone esaminate, diverse per estrazione socio-culturale ed età, a fronte di una elevata neofobia si è registrata una elevata propensione all'acquisto di oli che riportavano in etichetta la dicitura "estratto agli ultrasuoni". Altro *know-how* è la conoscenza dell'efficacia degli ultrasuoni sulla possibilità di estrarre componenti aromatiche da erbe e spezie, direttamente negli oli utilizzati come mezzo estraente, in tempi più brevi rispetto alle usuali tecniche di infusione, permettendo di ottenere prodotti aromatizzati *ready to use*. La ricerca Future in Research risponde all'esigenza di avere un'industria agroalimentare sostenibile e competitiva (prodotti sani), una sicurezza alimentare nelle produzioni

agricole regionali ai fini della competitività e della tutela della salute.

Collaborazioni

L'impianto pilota è stato sviluppato e realizzato nell'ambito del Progetto "Cluster PerformTech" (Puglia Emerging Food Technology), in collaborazione con l'Università degli Studi di Bari, il Politecnico di Bari e aziende del comparto produttivo pugliesi (MBL Solutions srl, Auriga spa, DEOL srl, Olearia Pazienza srl e Promis Biotech srl, Teanum srl), con fondi pubblici della Regione Puglia. Nell'ambito di PO FESR Puglia 2007-2013 "Programma regionale a sostegno della specializzazione intelligente della sostenibilità sociale e ambientale: Aiuti a sostegno dei Cluster Tecnologici Regionali per l'Innovazione".

Pubblicazioni

R. Amirante, **A. Paduano** (2016). *Ultrasound in Olive Oil Extraction*. In *Products from Olive Tree*. Edited by Dimitrios Boskou, Maria Lisa Clodoveo. Publisher: InTech. pp. 43-53.

M.L. Clodoveo, V. Moramarco, **A. Paduano**, R. Sacchi, T. Di Palmo, P. Crupi, F. Corbo, V. Pesce, E. Distaso, P. Tamburrano, R. Amirante (2017). *Engineering design and prototype development of a full scale ultrasound system for virgin olive oil by means of numerical and experimental analysis*. "Ultrasonics Sonochemistry", 37, 169-181. http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.01.004

R. Amirante, E. Distaso, P. Tamburrano, **A. Paduano**, D. Pettinicchio, M.L. Clodoveo (2017). *Acoustic cavitation by means ultrasounds in the extra virgin olive oil extraction process*. "Energy Procedia" 126, 82-9.

Poster

M.L. Clodoveo, E. Distaso, P. Tamburrano, **A. Paduano**, F. Corbo, R. Sacchi, R. Amirante (2017). *Sistema combinato ad ultrasuoni e scambio termico per il simultaneo incremento di resa e contenuto in polifenoli dell'olio extravergine d'oliva*. Comunicazione presentata al IV°

Convegno Nazionale dell'Olivo e dell'Olio, Pisa, Università di Pisa - Aula Magna del Polo Piagge, 18-20 ottobre 2017. Libro degli Abstract p. 37.

Amirante R., Distaso E., Tamburrano P., **Paduano A**., De Gennaro B.C., Roselli L., Pantaleo A.M., Clodoveo M.L. (2017). *L'impiego delle sanse denocciolate per la valorizzazione energetica in impianti di piccola taglia*. Poster presentato al IV° Convegno Nazionale dell'Olivo e dell'Olio, Pisa, Università di Pisa – Aula Magna del Polo Piagge, 18-20 ottobre 2017. Libro degli Abstract p. 43.

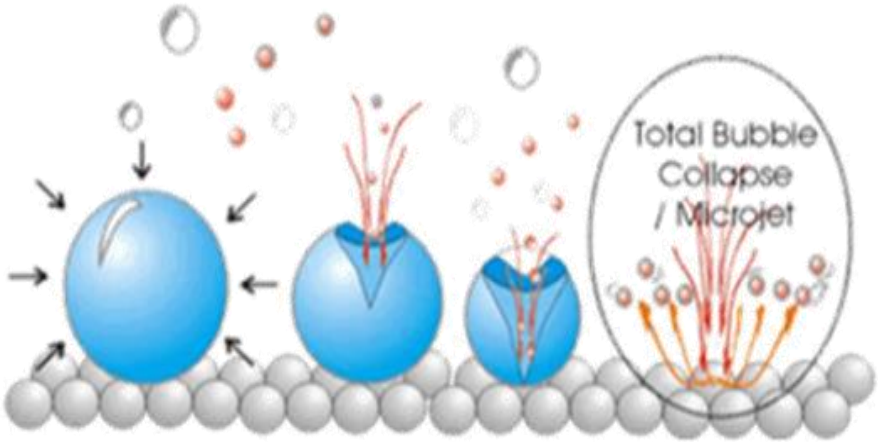
Clodoveo M.L., Distaso E., Tamburrano P., **Paduano A**., Corbo F., Sacchi R., Amirante R. (2017). *Nuovo ed efficiente sistema di condizionamento termico e gramolazione delle paste frante di oliva.* Poster presentato al IV° Convegno Nazionale dell'Olivo e dell'Olio, Pisa, Università di Pisa – Aula Magna del Polo Piagge, 18-20 ottobre 2017. Libro degli Abstract p. 52.

Clodoveo M.L., Colonna M.A., Corbo F., **Paduano A**., Distaso E., Tamburrano P., Amirante R. (2017). *Performance testing of a full-scale ultrasound equipment for the extravirgin olive oil industrial sector*. Poster presentato al 11th International AIIA Conference: July 5-8, 2017 Bari – Italy "Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century". Book of Abstracts p. 141.

Amirante R., Mescia L., Cannone F., Bia P., Bonaventura C., Chiapperino M.A., Corbo F., **Paduano A**., Distaso E., Tamburrano P., Pantaleo A.M., Clodoveo M.L. (2017). *Engineering design and prototype development of a pilot scale pulsed electric field system for wine industry*. Poster presentato al 11th International AIIA Conference: July 5-8, 2017 Bari, "Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century". Book of Abstracts p. 150.

Clodoveo M.L., Colonna M.A., Giannico F., Corbo F., **Paduano A**., Pantaleo A.M., Distaso E., Tamburrano P., Amirante R. (2017). *Design and testing of a full-scale scraped surface heat-exchanger for the thermal conditioning of olive paste coupled with a passive malaxer*. Poster presentato al 11th International AIIA Conference: July

5-8, 2017 Bari, “Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century”. Book of Abstracts p. 151.



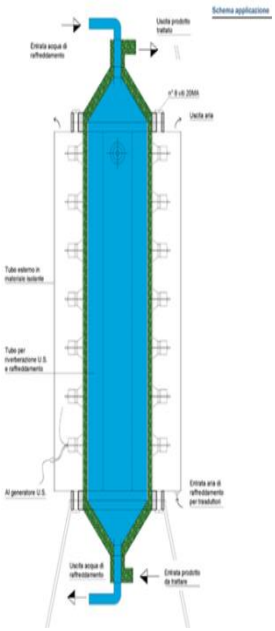
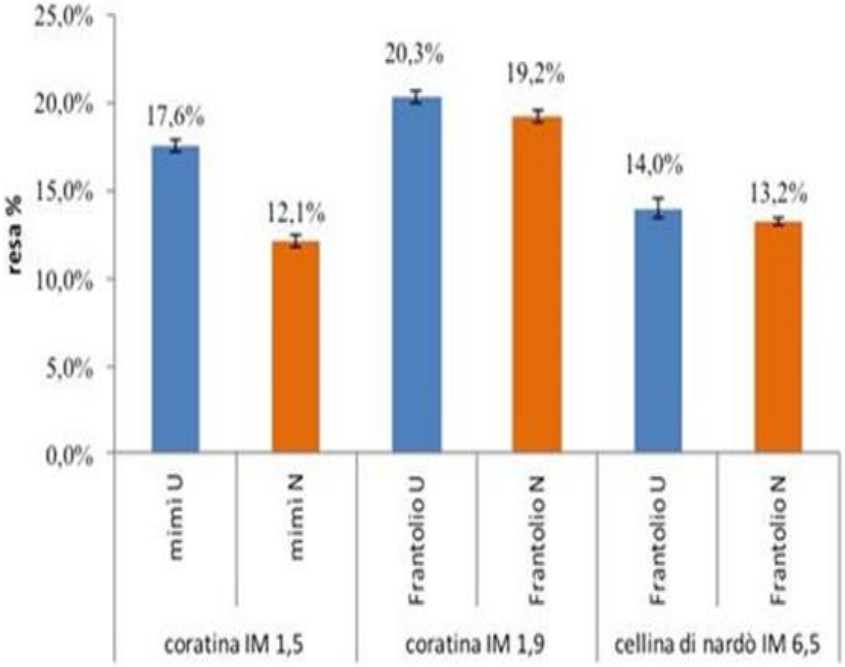


Fig. 1. Effetto della cavitazione

Fig. 2. Impianto ad ultrasuoni



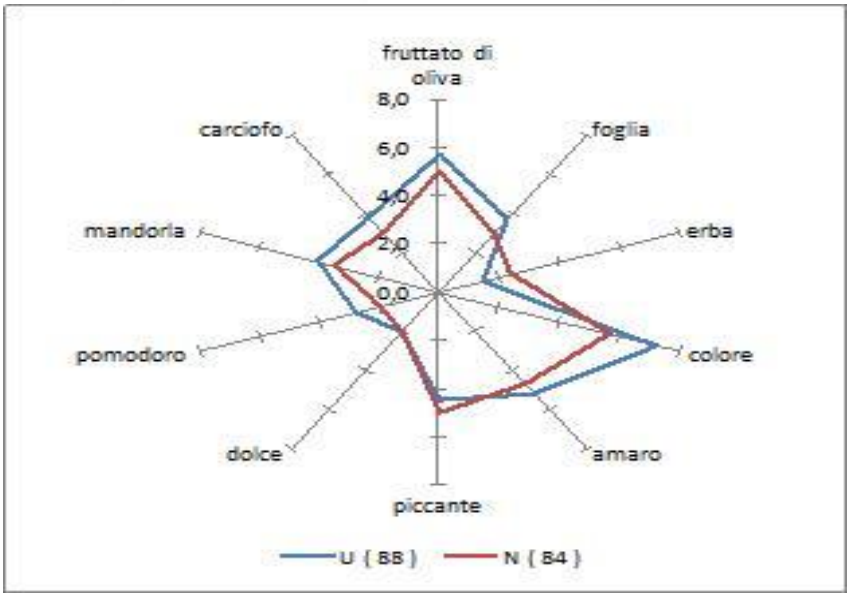


Fig. 3. Resa in olio dei campioni di olive sonicate e non sonicato
Fig. 4. Panel test dei campioni di olio sonicato e non sonicato.

Tab. 1. Valutazione dell'incremento di guadagno possibile dall'utilizzo degli ultrasuoni

60	Milioni di piante di Olivo in PUGLIA
15	kg/pianta
900.000	ton di olive
450.000	ton in quota extravergine
12,0%	resa olio kg/kg olive
54.000	ton di olio extravergine
4,5	€/kg
243	Milioni di € / anno
+4%	incremento resa con sonicatore (12,5%)
+9,72	delta in Milioni di €