

II^a PARTE: ELEMENTI DESCRITTIVI DEL PROGETTO

1. TITOLO E DURATA DEL PROGETTO

Titolo del progetto: Innovazioni tecnologiche bio-based e potenziamento dell'economia circolare nella gestione degli scarti da lavorazione primaria di mandorle biologiche con elevata potenzialità agroindustriale

Durata: 36 mesi

2. AMBITO TECNOLOGICO

Con riferimento all'Allegato n. 1 del decreto ministeriale 5 marzo 2018, il progetto viene inquadrato nell'ambito **Biotecnologie**

Il settore applicativo nel quale la tecnologia da sviluppare presenta ricadute (Allegato n. 1 al decreto direttoriale 20 novembre 2018: "Fabbrica intelligente" o "Agrifood") è quello definito:

Sviluppo dell'agricoltura di precisione e dell'agricoltura sostenibile

Le tematiche di riferimento nell'ambito del Settore applicativo sono:

- Tecnologie innovative per la biotrasformazione dei sottoprodotti e scarti alimentari e il loro successivo sfruttamento industriale
- Nuove *value chain* da scarti e sottoprodotti per aumentare il portafoglio di prodotti destinati al consumo alimentare, mangimistico e agricolo (compost)
- Approcci innovativi per una maggiore resa dei prodotti derivati o per prodotti derivati con migliori caratteristiche nutrizionali e con indicazioni funzionali specifiche
- Aumento della produttività e della sostenibilità industriale

Il progetto di sviluppo è diretto alla realizzazione di nuovi prodotti che arricchiscono la competitività aziendale e la sostenibilità industriale sia da un punto di vista ambientale che economico.

3. SINTESI

La strategia nazionale sulla bioeconomia è finalizzata ad una produzione sostenibile di risorse biologiche rinnovabili e alla conversione di queste risorse e dei rifiuti derivati in prodotti ad alto valore aggiunto come alimenti, mangimi, prodotti a base biologica e bioenergia di ogni tipologia. Questa strategia mira ad offrire una visione condivisa dei percorsi economici, sociali ed ambientali e rappresenta l'opportunità per promuovere la crescita sostenibile in Europa e nel bacino del Mediterraneo.

Il mandorlo è una specie storicamente caratterizzante per il territorio nazionale, soprattutto in Sicilia dove ha da sempre consolidato un primato produttivo che, pur non essendo paragonabile alla leadership mondiale del secondo dopoguerra, è certamente significativo in ambito Mediterraneo. Negli ultimi anni, poi, la mandorlicoltura italiana, e siciliana in particolare, sta vivendo un momento di nuovo splendore con interessanti e significativi risvolti sul piano economico e commerciale di molte aziende che hanno intrapreso un importante processo di riorganizzazione.

In una visione estremamente sintetica, il progetto prevede un partenariato imprenditoriale e scientifico molto diversificato e, allo stesso tempo, funzionale al raggiungimento delle finalità che rientrano nelle specifiche esigenze di innovazione delle aziende stesse. Il riutilizzo del **guscio di mandorlo** derivante dalla lavorazione del prodotto, nonché del **tegumento** derivante dalla pelatura, rappresenta per l'Azienda **Bongiovanni** un'esigenza di grande impatto per un ulteriore impulso di sviluppo industriale a beneficio aziendale ma anche a beneficio dell'intero comprensorio mandorlicolo. Tale processo, rappresenta un'importante impulso di sviluppo anche per l'Azienda **Ori di Sicilia** che necessita di innovazione per il miglioramento sul piano nutrizionale e nutraceutico di prodotti lievitati da forno che possono trovare largo impiego nell'esportazione. Il contributo tecnico-scientifico a supporto di tale innovazione tecnologica viene fornito dal **Dipartimento di Architettura** (DARCH) dell'Università di Palermo che possiede competenze specifiche sul piano delle coltivazioni arboree (AGR/03), nella progettazione architettonica (ICAR/14), della tecnologia e della tecnica dell'architettura (ICAR/10 e ICAR/12), della progettazione in ambito di disegno industriale (ICAR/13); con la collaborazione del **Laboratorio di chimica degli alimenti naturali**, presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (STEBICEF), sono presenti le esperienze e le competenze di chimica organica specifica per le finalità progettuali (CHIM/02) così come presso il **Laboratorio di Microbiologia agroalimentare**, presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF), sono presenti le esperienze e le competenze di microbiologia agraria (AGR/16) che permettono di contribuire, nella sua complessità, al raggiungimento di un'efficace risultato su base scientifica ai fini dello svolgimento del piano di ricerca industriale e sviluppo sperimentale.

Più in dettaglio ma sempre in sintesi, il **piano di sviluppo** prevede che l'Azienda **Bongiovanni** lavori mandorle producendo una grande quantità di gusci che verranno sottoposti a ricerca industriale attraverso l'ottenimento di pellet biologico, di

compost biologico, di aggregati per bioedilizia e di polvere di tegumento che sarà utilizzata dall'Azienda **Ori di Sicilia** per la fortificazione nutraceutica di lievitati da forno di elevato valore per il comparto agroalimentare. L'Università di Palermo, con la collaborazione instaurata tra il **DARCH** e i laboratori scientifici coinvolti, sviluppa un progetto di ricerca industriale finalizzato alla valutazione scientifica del prodotto finale ricercato; il **pellet biologico** deve avere caratteristiche tali da conservare l'elevata efficienza tecnologica in termini di potere calorifero sviluppato nella fase di combustione e, nello stesso tempo, deve garantire un adeguato livello di sostenibilità ambientale che garantisca il mantenimento di un corretto livello di circolarità della risorsa biologica. Anche la produzione di **compost biologico**, all'interno dell'azienda, permette di contribuire a innalzare il livello di tale circolarità ma necessita dello sviluppo di una serie di protocolli industriali che hanno alla base anche l'applicazione di innovazioni microbiologica finalizzate all'ottenimento di un prodotto di qualità in tempi ragionevoli, così come alla verifica della potenzialità di applicazione in frutteti di pieno campo così come in vivaio. Nel contempo, la quantità di guscio annualmente prodotta e il suo previsto aumento ha suggerito di sviluppare ipotesi di trasformazione aziendale in polveri e tipologia di **aggregati per bioedilizia di natura interamente vegetale** che, una volta caratterizzate sul piano chimico e biologico, possano consentire di sviluppare modelli architettonici per edilizia con elevate caratteristiche di compostabilità e sostenibilità ambientale così come, al contempo, di sviluppare la produzione di carta per imballaggi sostenibili. Infine, il **tegumento** scartato nella lavorazione può trovare innovativa applicazione attraverso la trasformazione aziendale in polvere e la successiva stabilizzazione che, dopo caratterizzazione chimica e microbiologica, può trovare applicazione nella fortificazione di prodotti lievitati da forno implementando il loro potenziale nutraceutico e garantendone, quindi, una applicazione industriale innovativa e mai sviluppata.

La natura multidisciplinare del partenariato costruito accanto alla compagine imprenditoriale di alto livello organizzativo e strutturale garantisce il perseguimento degli obiettivi previsti nello sviluppo del piano di ricerca industriale ma anche il sostegno in tutte le fasi di sviluppo sperimentale che le Aziende metteranno in campo per l'applicazione delle nuove tecnologie messe in produzione ai fini di una validazione agroindustriale e una definitiva strutturazione nell'azione produttiva dell'impresa con incremento economico e lavorativo.

CARATTERISTICHE DEL MERCATO DI RIFERIMENTO

Per definire il contesto della mandorlicoltura italiana da cui discende il flusso di gusci prodotto e la necessità di un riuso in un'ottica di economia circolare non basta fare riferimento alla storia del settore in Sicilia ma è necessario riferire dati puntuali che derivano da analisi oggettive condotte a partire dal Censimento Nazionale dell'Agricoltura che si è svolto, in ultima applicazione, nel 2010. La tabella che segue da un dettaglio analitico della mandorlicoltura in generale ed è seguita da informazioni che dimostrano le valutazioni puntuali dell'esigenza di riciclo dello scarto vegetale su base regionale nonché la produzione aziendale che annualmente deve essere sottoposta a smaltimento. Lo sviluppo della coltura che sta caratterizzando la Sicilia, unitamente al fatto che l'area in cui ricade l'azienda Bongiovanni Mandorle è la principale in termini di superfici e produzioni, consente di affermare con ragionevole certezza che l'incremento produttivo di gusci sarà consistente come evidenziato nelle tabelle che seguono.

PRODUZIONE DI GUSCI DI MANDORLA IN SICILIA NEL 2018	
56.000	ETTARI DI SUPERFICIE COLTIVATA A MANDORLO (Produzione 35q.li Ettaro)
1.960.000	QUINTALI DI MANDORLE IN GUSCIO
1.372.000	QUINTALI DI GUSCI DI MANDORLE PRODOTTE
588.000	QUINTALI DI MANDORLE SGUSCIATE DI CUI:
235.200	QUINTALI CONSUMATECOMEMANDORLESGUSCIATE
317.600	QUINTALI CONSUMATECOMEMANDORLEPELATE
35.200	QUINTALI DI PELLICINA PRODOTTA DALLA PELATURA
PRODUZIONE DI GUSCI DI MANDORLA BONGIOVANNI S.R.L. NEL 2018	
100.000	QUINTALI DI MANDORLE IN GUSCIO
70.000	QUINTALI DI GUSCI DI MANDORLE PRODOTTE
30.000	QUINTALI DI MANDORLE SGUSCIATE PRODOTTE DI CUI:
12.000	QUINTALI MANDORLESGUSCIATE
16.200	QUINTALI CONSUMATECOMEMANDORLEPELATE
1.800	QUINTALI DI PELLICINA PRODOTTA DALLA PELATURA
PREVISIONE ANNUA DI PRODUZIONE DI GUSCI DI MANDORLA IN SICILIA POST 2020	
200.000	ETTARI DI SUPERFICIE COLTIVATA A MANDORLO (Produzione 40q.li Ettaro)
8.000.000	QUINTALI DI MANDORLE IN GUSCIO PRODOTTE
5.500.000	QUINTALI DI GUSCI DI MANDORLE
2.500.000	QUINTALI DI MANDORLE SGUSCIATE DI CUI:
1.000.000	QUINTALI PRODOTTECOMEMANDORLESGUSCIATE
1.250.000	QUINTALI PRODOTTECOMEMANDORLEPELATE
250.000	QUINTALI DI PELLICINA PRODOTTA DALLA PELATURA
PREVISIONE ANNUA PRODUZIONE DI GUSCI DI MANDORLA BONGIOVANNI S.R.L. POST 2020	
140.000	QUINTALI DI MANDORLE IN GUSCIO
98.000	QUINTALI DI GUSCI DI MANDOLE PRODOTTE
42.000	QUINTALI DI MANDORLE SGUSCIATE DI CUI:
16.800	QUINTALI MANDORLE SGUSCIATE
22.680	QUINTALI MANDORLEPELATE
2.520	QUINTALI DI PELLICINA PRODOTTA DALLA PELATURA

4. FINALITA'

L'innovazione di prodotto a partire dagli scarti dell'azienda agroalimentare determina oggettivamente un duplice vantaggio: da un lato porta alla riduzione dei costi di smaltimento di scarti che spesso diventano un pesante peso aziendale dal punto di vista logistico ed economico, da un altro lato permette di realizzare nuovi sottoprodotti che incrementano la competitività aziendale, aumentano la sostenibilità ambientale e possono avere ricadute importanti sul contesto territoriale soprattutto dal punto di vista sociale.

Il riutilizzo degli scarti della produzione primaria s'inserisce a pieno titolo nell'ambito della più vasta tematica della sostenibilità dei sistemi agricoli o della cosiddetta "sustainable intensification". Quest'ultima ha come finalità appunto l'utilizzo efficiente delle risorse naturali, la riduzione dei relativi impatti ambientali e l'aumento del capitale naturale e del flusso di servizi ecosistemici a vantaggio dell'ottenimento di un incremento sostenibile delle rese agricole contribuendo allo stesso tempo al mantenimento dell'ambiente e della sua biodiversità. La strategia "Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe", è lo strumento con cui la Commissione Europea, nel 2012, ha descritto la Bioeconomia come un settore chiave per il rilancio sostenibile dell'Europa, dal punto di vista economico, ambientale e sociale. Nel documento viene sottolineata, inoltre, l'opportunità e la necessità che si adottino strategie nazionali finalizzate alla maggiore diffusione di "materie prime rinnovabili, lo sviluppo di tecnologie innovative legate all'efficienza delle risorse e la creazione di filiere sostenibili interdisciplinari e a basso impatto." La Bioeconomia si basa essenzialmente su due pilastri portanti: a. sistema agricolo competitivo, che produce materie prime sotto forma di biomassa; b. tecnologie industriali *bio-based*, in grado di utilizzare pienamente la biomassa residuale o scartata finalizzata ad ottenere diversi prodotti come farmaci, nutraceutici, cosmetici, biopolimeri, bioenergia, compost, ecc.

La produzione di scarti vegetali, inoltre, non è legata esclusivamente al ciclo produttivo e alla potatura degli alberi ma anche alla fase di lavorazione post-raccolta come ad esempio nella denocciolatura delle olive, nella sgusciatura della frutta secca, nella lavorazione dei legumi etc.. I volumi complessivamente prodotti, pertanto, sono consistenti e tali da stimolare lo studio e la valutazione di soluzioni alternative che permettano caso per caso un impiego idoneo, diverso dalla semplice distruzione. La strategia intende creare sinergie finalizzate ad un maggiore utilizzo di fonti rinnovabili promuovendo il passaggio ad una società basata su processi produttivi sostenibili accompagnati da politiche di consumo responsabile.

Le finalità del presente progetto si inseriscono a pieno titolo nella problematica e nella direttrice appena esposta consentendo di affrontare un sostanziale sviluppo industriale per aziende del settore mandorlicolo e del settore dei lievitati da forno che tra loro condividono esigenze di innovazione importanti e che dal riutilizzo degli scarti e dalla loro trasformazione in sottoprodotti con valore economico possono trarre un impulso importante per l'incremento della competitività aziendale a livello territoriale ma soprattutto a livello nazionale ed internazionale.

Il settore dei prodotti biologici e nutraceutici è caratterizzato da una forte fase di crescita, trainata dalla crescente offerta di prodotti e da una graduale consapevolezza dell'utilità di tali beni, da parte del consumatore legata a motivazioni salutistiche. Tale consapevolezza ha portato il consumatore medio ad una riscoperta del valore di prodotti alimentari biologici, non elaborati e preparati mediante l'utilizzo di materie prime locali.

In questo ambito va analizzata e ipotizzata una strategia che intende legare la propria immagine, offerta e percezione ad un prodotto locale, biologico, di elevatissima qualità e realizzato con l'utilizzo di materie prime (anche se provenienti da scarti di lavorazione) provenienti da agricoltura biologica. Da questo primo presupposto parte la valutazione dello sbocco di mercato dell'aggregato per bioedilizia che appare di grande innovazione anche per le valutazioni che sono state acquisite attraverso indagini svolte presso industrie di lavorazione e produzione di prefabbricati, pannelli, malte e laterizi di ogni genere. Proprio queste industrie, che sentono sempre più forte l'esigenza di approcciare a materiali sostenibili, a basso impatto ambientale e frutto di virtuosi percorsi di economia circolare, saranno i principali sbocchi di mercato che l'Azienda Bongiovanni individua nella messa a punto di protocolli di produzione industriale di aggregati per bioedilizia.

Il primo mercato di riferimento del pellet è il consumo domestico che è in forte crescita grazie al sempre più diffuso utilizzo di riscaldamento ecologico e richiede sempre più matrici sostenibili che non derivino dall'impiego di residui dal taglio di alberi. Tale impostazione, unitamente alla certificazione biologica, attribuisce al prodotto finale un interesse estremamente elevato nel mondo del consumo domestico non limitato all'areale in cui è presente l'azienda ma con una diffusione regionale e nazionale.

Il mercato del compost, utilizzato soprattutto come ammendante trova sbocco naturale nel mondo dei coltivatori diretti e delle imprese agricole in generale, a cominciare da coloro che conferiscono prodotto (mandorle bio) alla Bongiovanni S.r.l. e che si ritroverebbero ad essere i primi fruitori di un prodotto innovativo e di estremo interesse nell'ottica dell'economia circolare. Così facendo si pensa di avviare un ciclo economico che generi utili e flussi positivi di cassa in grado di creare un importante valore aggiunto all'impresa.

Si potrebbe ipotizzare anche una linea di vendita a privati utilizzando non solo i canali di vendita tradizionali ma anche gli strumenti web dell'e-commerce.

Per quanto riguarda i prodotti nutraceutici e fortificanti della panificazione, il mercato di riferimento pensato in questa fase embrionale potrebbe essere quello delle aziende operanti nei settori della panificazione, e/o i produttori di integratori farmaceutici.

In questa prima fase per i prodotti oggetto d'osservazione non si è previsto un mercato dei consumatori finali. Per i beni prodotti dalla Ori di Sicilia S.r.l., vista la natura di tali beni, si sta immaginando lo sviluppo di strategie distributive

sui mercati locali e nazionali, un presidio del canale indiretto con accordi distributivi con negozi e catene specializzate e l'utilizzo del canale internet quale ulteriore modalità distributiva diretta.

In sintesi, le azioni strategiche per raggiungere questi risultati si potrebbero ricondurre a questi punti:

- Aree geografiche di interesse
- Qualità
- Produzione e identificazione ad un prezzo accessibile
- Identità del marchio
- Strategia produttiva e distributiva
- Rafforzamento organizzativo

5. OBIETTIVO FINALE DEL PROGETTO

Biologicamente, il frutto di mandorlo è una drupa costituita da una parte esterna gommosa (mallo) che viene eliminata immediatamente alla raccolta e una interna di elevata e variabile consistenza definita guscio che contiene il seme, ovvero la parte ordinariamente consumata. Il seme, a sua volta, è ricoperto di un pellicola bruna, variamente aderente agli embrioni che avvolge, che prende il nome di tegumento.

Nell'ordinaria fase di produzione, i frutti di mandorlo vengono fatti asciugare senza il mallo e sottoposti a stoccaggio fino alla sgusciatura che può avvenire anche diversi mesi dopo la raccolta. All'atto della sgusciatura, il risultato commerciale è il seme che rappresenta la parte edule vendita tal quale o sottoposta a ulteriore lavorazione per la trasformazione in farina o tritati vari.

Il prodotto da migliorare è il residuo della sgusciatura ovvero il **guscio**, parte non edule che rappresenta il 70 % dell'intero prodotto costituendo di fatto uno scarto della lavorazione di notevole peso economico per l'impresa. La sua gestione, infatti, richiede stoccaggio e smaltimento qualora non si individuino possibilità in grado di mettere a valore questo scarto trasformandolo di fatto in un sotto prodotto. Il prodotto da mettere a valore è anche il **tegumento** che ad oggi non trova utilizzazione in alcun percorso virtuoso e che rappresenta, pertanto, uno scarto vero e proprio. In Sicilia la previsione di impianti di mandorlo entro il 2020, nell'area in cui agiscono le aziende in partenariato, fa prevedere superfici di circa 200.000 ettari con produzioni di circa 800.000 tonnellate di mandorle in guscio e conseguenti 550.000 tonnellate di gusci da smaltire. Il peso economico di questo scarto è, pertanto, evidente.

Il guscio di mandorlo è costituito per il suo 95 % da **lignina, cellulosa ed emicellulosa** e può avere consistenza diversa in funzione della quantità di lignina presente. Tradizionalmente ha trovato impiego nella filiera della produzione da forno in quanto è, a ragione, considerato un ottimo prodotto per alimentare il fuoco dei forni a legna grazie al suo potere calorifero che raggiunge i livelli più alti in comparazione con altre matrici legnose. La sua diffusione in questo ambito non ha trovato grande impulso economico poiché la bruciatura dei gusci tal quale produce ceneri e fuliggine la cui presenza non desta problemi nei forni ma non è ammissibile nei sistemi di riscaldamento abitativo. Da qui la necessità di individuare la possibilità di utilizzo dello stesso come **pellet biologico** ad elevata sostenibilità ambientale.

La stessa matrice di guscio può poi essere avviata alla produzione di **compost organico biologico** da utilizzare, in una perfetta ottica di economia circolare, quale ammendante dei mandorleti dell'area di produzione o, sul piano economico e commerciale dell'Azienda, quale prodotto da mettere a valore per un uso vivaistico.

Allo stesso tempo, il contenuto di lignina e delle diverse forme di cellulosa apre potenziali sviluppi sull'uso di una matrice di guscio di mandorla definita **aggregati vegetali per bioedilizia**, sviluppata su base aziendale ed imprenditoriale, per l'ottenimento di **biocompositi per finalità edilizie con potenzialità differenziate**, fonoassorbenti e/o termoisolanti, completamente compostabili di elevata importanza soprattutto nelle costruzioni emergenziali o nelle aree protette con vincoli edilizi in assenza di materiali ad elevata sostenibilità. Le applicazioni della cellulosa estratta dalle matrici di guscio di mandorla prodotte con innovazione dalle aziende inoltre permettono di individuare produzioni tecnologiche nel mondo della carta a basso impatto ambientale per l'innovazione nel **packaging sostenibile** attraverso processi di design industriale. Tra gli scarti della lavorazione, infine, c'è il tegumento che una parte molto leggera ma estremamente importante dal punto di vista delle componenti polifenoliche, degli acidi grassi e della frazione con potere antiossidante. L'innovazione nella produzione di una **polvere di tegumento**, opportunamente stabilizzato dal punto di vista chimico e microbiologico, diventa funzionale allo sviluppo di ulteriori innovazioni nel comparto della produzione di **lievitati da forno fortificati** in modo da implementare la potenzialità nutraceutica di prodotti innovativi sottoposti a trasformazione industriale e a confezionamento con **packaging biologici e compostabili** ad elevata sostenibilità.

La stima degli incrementi di superfici della mandorlicoltura centro-collinare siciliana, in parte ampiamente in atto, attribuisce al percorso progettuale, con la condivisione del partenariato, un elevato impatto economico nel pieno rispetto della strategia internazionale di bioeconomia per un utilizzo ragionato ed economicamente efficiente, oltre che sostenibile sul piano ambientale e sociale, degli scarti della produzione che diventano in tal modo sottoprodotti in grado di contribuire allo sviluppo economico aziendale.

La tutela della proprietà intellettuale nelle innovazioni di processo e di prodotto che saranno sviluppate con le attività progettuali è al centro dell'interesse delle Aziende private e dell'Università, sia singolarmente che in partenariato tra loro, per i risvolti economici che da tale tutela può derivare e per la possibilità di sviluppare, su tali innovazioni, nuova progettualità di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale consolidando, in tal modo, l'ottima sinergia sviluppata e la costruttiva intesa che è derivata dalla collaborazione in essere. Già l'art. 7 del contratto di collaborazione siglato dalle

Imprese e dall'Università di Palermo fa un chiaro cenno alla responsabilità diretta di ciascun partner nei confronti degli altri in termini di tutela dell'innovazione conseguita e nel rispetto della proprietà intellettuale che ne consegue. Sostengono questo indirizzo anche i recenti dati dell'Associazione Italiana per la Ricerca Industriale che dimostrano la diretta relazione tra la capacità di sviluppare tecnologia, misurata anche attraverso la capacità di depositare brevetti, e la capacità di crescita aziendale per tutte le PMI che hanno prospettive di sviluppo anche su scala internazionale, quanto meno europea. Va da sé, quindi, che se il lavoro di sviluppo di protocolli industriali e di nuovi prodotti, così come dalle attività di sviluppo di opere di disegno industriale per il packaging sistemico, dovesse sfociare in soluzioni di innovazione industriale secondo quanto previsto dalle norme di legge si faranno tutte le valutazioni del caso ai fini della tutela della proprietà intellettuale attraverso la predisposizione di domande di brevetto da contestualizzare alla diversa tipologia di innovazione.

Le caratteristiche

Per tutti i prodotti che deriveranno dall'attività di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale del presente progetto saranno inoltre rispettati i criteri stabiliti dalle singole normative con riferimento agli standard di qualità. Di seguito, un dettaglio per ciascuna tipologia di prodotto.

Aggregati edilizi e malte

La caratterizzazione degli aggregati per edilizia e delle malte che ne possono derivare nell'attività progettuale sarà estremamente legata alla possibilità di applicazione che ne deriverà e alla composizione specifica. La normativa di riferimento è la UNI EN 1015 che si articola in sotto-riferimenti dalla UNI EN 1015-1 alla UNI EN 1015-21 in funzione delle diverse determinazioni da definire quale attività ed applicazione della malta ottenuta con gli aggregati prodotti. In particolare, la UNI EN 1015-7 sarà fondamentale poiché riferita alla 'determinazione del contenuto d'aria della malta fresca' e la UNI EN 1015-9 'determinazione del tempo di lavorabilità e del tempo di correzione'. Con riferimento alle potenzialità di riduzione dell'inquinamento acustico da parte di pannellature costituite da malte che contengano aggregati di origine vegetale, la recente normativa UNI EN ISO 12354 definisce le specifiche caratteristiche dovranno essere rispettate dai prodotti ottenuti. Infine, la normativa UNI EN 10351 sarà utilizzata come standard di riferimento per la definizione delle proprietà termoigrometriche.

Inoltre, a garanzia del percorso svolto dall'azienda in visione ecologica e produttrice di materiali da costruzione per la bioedilizia, si potrà intraprendere un percorso di certificazione attraverso la dichiarazione EPD (Environmental Product Declaration).

E' una certificazione volontaria ed applicabile a tutti i prodotti e servizi indipendentemente dal loro uso o dalla loro posizione nella filiera produttiva. La EPD è uno strumento di informazione e comunicazione fra produttori, distributori e consumatori che viene utilizzata dalle organizzazioni che desiderassero:

- differenziare i propri prodotti/servizi comunicandone informazioni dettagliate sull'impatto ambientale.
- dimostrare che i prodotti soddisfano i requisiti ambientali contenuti nelle politiche ambientali di approvvigionamento (Green Procurement) dei grandi gruppi di acquisto (es. Pubblica Amministrazione, Grande Distribuzione, ecc.);
- implementare un sistema di miglioramento continuo della qualità ambientale dei prodotti.

Le caratteristiche meccaniche di resistenza dei pannelli innovativi che deriveranno dall'attività sperimentale, sia pure in versione prototipale, saranno valutate all'interno del Laboratorio di edilizia di già operativo presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo. Le prove saranno operate con le attrezzature descritte in precedenza, in dotazione al laboratorio, e verteranno alla determinazione di:

- caratterizzazione meccanica dei pannelli (compressione, flessione, urto, ecc.)
- processi all'usura
- invecchiamento accelerato di tipo climatico, in camera a nebbie saline e per irraggiamento
- adattamento del mix design dei conglomerati per la realizzazione di pannelli e prove di lavorabilità
- analisi dei componenti potenzialmente tossici
- resistenza termica e di trasmittanza termica.
- corrispondenza alle specifiche previste dalla normativa UNI EN di riferimento

Pellet

Il pellet deve avere caratteristiche chimico-fisiche, geometriche e meccaniche omogenee al fine di ottenere un prodotto standard, compatto, asciutto e stabile, e al contempo conservabile, stoccabile e facilmente trasportabile. Il primo elemento sulla qualità da garantire è quello relativo al fatto che il pellet prodotto da gusci di mandorle risulterà costituito dal 100% di materia prima legnosa, vergine e non trattata chimicamente secondo quanto previsto dal Testo Unico Ambientale, D. Lgs. 152/2006 – Allegato X – Parte I – Sezione 4. Caratteristiche delle biomasse combustibili e relative condizioni di utilizzo.

I requisiti fondamentali affinché un pellet possa essere definito di buona qualità sono molteplici. In ogni caso, nell'attività del presente progetto la qualità del pellet sarà definita da specifiche tecniche sviluppate a livello internazionale secondo la norma a cui fanno riferimento i biocombustibili solidi (ISO 17225). La norma stabilisce i parametri qualitativi di riferimento e le soglie entro le quali un determinato pellet deve rientrare affinché possa ritenersi conforme o meno ad una determinata classe di qualità (A1, A2 o B per pellet commerciali oppure I1, I2 e I3 per quelli industriali).

In relazione alla funzione energetica, il primo requisito è legato al potere calorifico, in dettaglio al potere calorifico inferiore (PCI) del pellet tal quale, che definisce che per classificare un pellet in classe A1 il PCI deve essere non inferiore a 4,6 kWh (o 16,5 MJ) per kg di pellet tal quale. Tenuto conto che un valore aggiunto ipotizzato nella realizzazione del pellet da

guscio di mandorle è il basso contenuto di ceneri, esso è evidentemente uno dei parametri che peserà maggiormente nella collocazione qualitativa del prodotto da mandorle. Infatti, il limite previsto per la classe A1 è pari a 0,7% in peso su sostanza secca. Per la classe A2 il limite è di 1,2% e per la B del 2%. Se il contenuto di ceneri di un pellet legnoso destinato all'uso commerciale e residenziale supera anche quest'ultimo limite, non può più ritenersi conforme alla norma UNI EN ISO 17225-2.

Altri requisiti sono relativi alla durabilità meccanica, alla resistenza a fenomeni di disgregazione e all'assenza di elementi estranei, tutte caratteristiche che non rientrano in specifiche norme UNI EN ma solo di qualità fisica. Rimane, comunque, l'obbligo del rispetto del Testo Unico Ambientale circa l'impiego di biocombustibili, in particolare alla Parte I – Sezione 4 in cui si definiscono tipologia e caratteristiche delle biomasse legnose combustibili.

Compost

Il compost previsto nel presente progetto deriverà dal bioprocesso aerobio a partire da sottoprodotti della lavorazione delle mandorle, includendo i gusci, i mali e i residui di potatura, in aggiunta ai residui vegetali verdi e letame per ottenere un ammendante compostato di elevata validità agronomica. Pertanto, il prodotto finale verrà inquadrato come “ammendante compostato misto” (ACM) che secondo l'allegato 2 del Decreto Legislativo 217/06 “Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti” è rappresentato dall'unione delle matrici utilizzate come ammendante compostato verde (ACV) e i prodotti di scarto ottenuti dalle attività agroindustriale. I parametri chimico-fisici e microbiologici che verranno analiticamente determinati sui ACM saranno i seguenti:

- § umidità (norma UNI n.10780:1998; norma CEN EN 13040:1999)
- § pH (Norma CEN 13037:1999)
- § Carbonio organico su sostanza secca (s.s.) (Norma UNI:1998)
- § Carbonio umico e fulvico su s.s. (DM 21/12/2000 GU n°21 26/01/2001 Suppl.6)
- § Azoto organico su s.s. (Norma UNI 1078:1998)
- § C/N (UNI 10780:1998, UNI 10780:1998)
- § Cu totale su s.s. (Norma UNI n.10780:1998)
- § Zn totale su s.s. (Norma UNI n.10780:1998)
- § Salinità (Norma UNI n.10780:1998; Norma CEN EN 13038:1999)
- § Salmonelle (UNI EN ISO 6579-1:2017)
- § Enterobacteriaceae (UNI EN ISO 21528-2:2017)
- § Streptococchi fecali (ISO 18593:2018, UNI EN ISO 6888-1:2018)
- § Nematodi, trematodi e cestodi (UNI EN ISO 23611-4:2011)

Prodotti da forno

Nell'ambito degli alimenti da forno, i nuovi prodotti da sviluppare nel progetto, nello specifico saranno pane e treccina siciliana arricchiti in polifenoli derivanti dai tegumenti delle mandorle essiccate e ridotte in polvere (valutate a diverse percentuali), sia in presenza che in assenza di farina di mandorla (aggiunta a 2 diverse concentrazioni, 5 e 10% in peso sulla base di dati bibliografici relativi alla fortificazione dei prodotti a base di cereali con vari substrati in polvere) al fine di fortificare i comuni prodotti a base di farina di frumento in vari componenti che ne migliorano la qualità nutrizionale e forniscono benefici salutistici. Per tutti i nuovi prodotti oggetto del presente progetto saranno rispettati i criteri stabiliti dalle normative UNI EN ISO 22000 "Food safety management systems- Requirements" che rappresenta lo standard internazionale volontario per la certificazione di Sistemi di Gestione della Sicurezza Alimentare. A tal proposito, l'obiettivo prioritario è la conformità alla normativa vigente in

materia di sicurezza alimentare, la quale stabilisce che ciascun operatore del settore alimentare è responsabile della conformità dei prodotti che immette sul mercato. Pertanto, come già previsto per gli altri prodotti aziendali, nell'ambito dell'autocontrollo nell'applicazione della normativa cogente e nella verifica della corretta applicazione verranno rispettati i criteri stabiliti dalla suddetta norma. Le denominazioni dei vari prodotti saranno attribuite in conformità alla Legge 248/2006. Inoltre, vista la natura del tegumento delle mandorle, tutti i prodotti contenenti la polvere derivante dal suo essiccamento, si dovranno ritenere “novel foods”, in quanto la polvere di tegumento di mandorla sarà essa stessa un nuovo ingrediente alimentare. A tal proposito, si farà riferimento al Reg. CE n. 258/97 sui “nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari” sia per la produzione del pane e della treccina siciliana, sia della polvere di tegumento di mandorla al fine di poterne permettere l'immissione sul mercato comunitario. Infatti, la polvere di tegumento di mandorla avrà anch'essa un proprio mercato come nuovo ingrediente alimentare in relazione a quanto stabilito dall'art. 1, par. 2, lett. e) del regolamento “prodotti e ingredienti alimentari costituiti da vegetali o isolati a partire da vegetali e ingredienti alimentari isolati a partire da animali, esclusi i prodotti e gli ingredienti alimentari ottenuti mediante pratiche tradizionali di moltiplicazione o di riproduzione che vantano un uso alimentare sicuro storicamente comprovato”. Per la produzione di pane e treccina si prende in considerazione quanto stabilito dall'art. 1, par. 2, lett. f) del regolamento “prodotti e ingredienti alimentari sottoposti ad un processo di produzione non generalmente utilizzato, per i quali tale processo comporti nella composizione o nella struttura dei prodotti o degli ingredienti alimentari cambiamenti significativi del valore nutritivo, del loro metabolismo o del tenore di sostanze indesiderabili”. Per quanto concerne i prodotti con l'aggiunta di farina di mandorla si dovranno ritenere “alimenti arricchiti” e si prenderà in considerazione il Reg. CE n. 1925/06 relativo “all'aggiunta di vitamine e minerali e di talune altre sostanze agli alimenti” (art. 1, par. 3, lett. b).

6. RESPONSABILE DEL PROGETTO

Prof. Francesco Sottile, Associato di Arboricoltura generale e Coltivazioni arboree (settore scientifico disciplinare AGR/03) dal 2001, docente all'Università di Palermo in più corsi di laurea del Dipartimento di Architettura (Tutela e valorizzazione del Paesaggio Rurale – Biodiversità e qualità del sistema agroalimentare), a cui afferisce, e del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (Coltivazioni arboree). Tutta l'attività scientifica, didattica ed accademica, con le specificità connesse con la responsabilità di progetti e le pubblicazioni scientifiche, sono riportate nell'allegato curriculum vitae come inserito e validato dall'Amministrazione universitaria.

7. OBIETTIVI REALIZZATIVI DEL PROGETTO

OR	Soggetto proponente	Tipologia obiettivo (SS/RI)	Titolo OR
OR1	Bongiovanni s.r.l.	RI	Strategie innovative per la trasformazione degli scarti dalla lavorazione della mandorla per la produzione di matrici di origine vegetale ad elevata sostenibilità.
OR2	Bongiovanni s.r.l.	SS	Produzione di pellet, compost e biocompositi per l'edilizia e coadiuvanti alimentari nutraceutici.
OR3	Ori di Sicilia s.r.l.	RI	Setup operativo ad alto profilo biotecnologico per la realizzazione di prodotti da forno nutraceutici e sistemi di packaging innovativi e sostenibili.
OR4	Ori di Sicilia s.r.l.	SS	Produzione su scala industriale di prodotti da forno fortificati con matrici polifenoliche e sistemi sostenibili di packaging innovativi.
OR5	Università degli Studi di Palermo	RI	Innovazioni <i>bio-based</i> nella filiera della mandorla e dei prodotti da forno.

7.1. DESCRIZIONE DELL'OBIETTIVO REALIZZATIVO

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.1: *Strategie innovative per la trasformazione degli scarti dalla lavorazione della mandorla per la produzione di matrici di origine vegetale ad elevata sostenibilità.*

Soggetto proponente: Bongiovanni s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

Luogo di svolgimento: Sicilia (regione meno sviluppata), Bongiovanni s.r.l.

Sintetica descrizione e contenuto innovativo dell'O.R.1

Il guscio delle mandorle è principalmente costituito da cellulosa, emicellulosa e lignina. L'industria mandorliera genera grandi quantitativi di prodotti da scarto che potrebbero essere valorizzati attraverso il riciclo o la trasformazione per usi diversi. L'azienda Bongiovanni s.r.l. avvierà, con il costante supporto dei ricercatori Unipa, attività di RI per trasformare gusci mandorle e sottoprodotti di lavorazione della mandorlicoltura in: **(i) pellet biologico** ad elevato potere calorifico; **(ii) compost biologico**; **(iii) aggregati e malte per bioedilizia** e **(iv) coadiuvanti polifenolici** per produzioni agroalimentari nutraceutiche.

- (i)** *Pellet biologico* ad elevato potere calorifico. la trasformazione di guscio di mandorle in pellet biologico rappresenta una strategia di ricerca industriale con risultati vincenti, soprattutto se ci si riferisce al mercato del pellet biologico. A tal fine saranno avviate attività di RI per identificare variabili e parametri (qualità e quantità dei coadiuvanti con potere aggregante, pressione, temperature, miscele, grado di idratazione, etc.). Saranno inoltre avviate monitoraggi microbiologici di base (presenza qualitativa di funghi filamentosi e microrganismi degradativi) per valutare la shelf-life potenziale del pellet simulando differenti condizioni di distribuzione e stoccaggio.
- (ii)** *Compost biologico*. Considerati gli ingenti volumi di produzione degli scarti da mandorla, l'Azienda Bongiovanni s.r.l. attiverà della ricerca per definire protocolli sperimentali dedicati alla realizzazione di compost biologico a partire da scarti di lavorazione della mandorla (gusci) e includendo altri scarti vegetali legati alla gestione del mandorlo (scarti da potatura, sfalci, residui organici). A tal fine saranno condotte attività di RI essenziali per definire i protocolli realizzativi per la miscelazione della sostanza organica (matrici a rilascio di carbonio, azoto), temperatura e umidità di lavorazione, quantità e tipologia dei bioattivatori, tempi e frequenza di areazione dei cumuli di compost, etc. Saranno rilevanti ai fini sperimentali le attività di selezione delle materie prime destinate a processo di compostaggio, così come importanti saranno le attività di monitoraggio dei parametri di base legate alle variazioni chimico-fisiche delle matrici compost-suolo. Il compost biologico così realizzato potrà essere restituito ai suoli dei soci conferitori di mandorle che ad oggi rappresentano oltre 7000 ettari di suolo dedicato alla mandorlicoltura agganciata alla realtà aziendale di Bongiovanni s.r.l.
- (iii)** *Aggregati e malte vegetali per bioedilizia*. I gusci di mandorla, se opportunamente triturati e vagliati, possono essere reimpiegati per la realizzazione di mix vegetali quali aggregati di base per il confezionamento di premiscelati per malte e conglomerati nell'ambito dell'edilizia sostenibile. Le diverse granulometrie ottenute dalla macinazione e vaglio forniscono una valida alternativa ai più comuni aggregati, per lo più di origine minerale, in commercio per la realizzazione di malte *eco-friendly*. A tal fine, saranno avviate attività di RI per realizzare aggregati vegetali (miscele stabili da scarti mandorlicoltura) utili al comparto della bioedilizia per produrre malte, pannelli, strutture, miscele di riempimento sostenibili e compostabili riconducibili nella categoria dei biocompositi. L'azienda Bongiovanni s.r.l. svolgerà attività di RI per produrre aggregati ovvero miscele o malte utili ad altre aziende del settore edilizio coinvolte nelle produzioni di biocompositi (pannelli, strutture, etc). Le attività di RI aziendali serviranno per identificare i rapporti funzionali di miscelazione fra matrici vegetali, grado di idratazione, aggreganti (tipologia e quantità), tempi e temperature di disidratazione e compattamento della matrice vegetale, parametri fisici di base per lo screening qualitativo dell'attitudine delle malte/miscele alla produzione di biocompositi per edilizia.
- (iv)** *Coadiuvanti polifenolici* per produzioni agroalimentari nutraceutiche. Il tegumento del seme di mandorla viene rimosso in alcune fasi della produzione (mandorle pelate, farina). La valorizzazione di tale scarto risulterebbe in un incremento del valore della produzione complessiva. Il tegumento contiene sostanze che possono essere importanti da un punto di vista nutraceutico: acidi grassi insaturi, polifenoli, vitamine e sali minerali. Il tegumento polverizzato può trovare applicazione come ingrediente in preparati alimentari, per aumentarne il valore nutritivo e salutistico, o genericamente come integratore in prodotti fitoterapeutici. Il processo di pelatura delle mandorle avviene tramite vapore ed il tegumento necessita di una successiva fase di essiccazione prima della polverizzazione. A tal fine, dovranno essere ricercate le condizioni operative ottimali per un corretto recupero della frazione polifenolica attiva, quindi utile per trasformare il tegumento in una polvere stabile e con potenzialità nutraceutiche con facilità d'uso nella produzione di prodotti da forno fortificati. Dovranno essere indagate le caratteristiche qualitative (quanti e quali classi principali di polifenoli), intensità cromatica, caratteri sensoriali (granulometria, amaro, tannicità-astringenza), parametri reologici, etc.

Attività necessarie al raggiungimento dell'O.R.1

O.R.1-A.1 – Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla

A.1.1 – formulazione e preparazione della miscela base da sottoporre a prove di compattamento;

A.1.2 – analisi e monitoraggio delle performance di utilizzo del pellet;

O.R.1-A.2 – Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla

A.2.1 – preparazione delle matrici organiche da sottoporre a compostaggio;

A.2.2 – compostaggio in cumuli statici aerati;

A.2.3 – gestione del ciclo di produzione del compost;

O.R.1-A.3 – Aggregati e malte da sabbie e granulati vegetali ottenuti dal guscio di mandorla e da residui vegetali vari

A.3.1- triturazione, vaglio, selezione e campionatura di sabbie e granulati da gusci di mandorle;

A.3.2- realizzazione di miscele con granulometrie differenti e con aggiunta di granulati da residui vegetali vari;

O.R.1-A.4 – Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce

A.4.1 – essiccazione del tegumento;

A.4.2 – polverizzazione del tegumento;

A.4.3 – valutazione della stabilità chimico fisica e biologica (shelf-life).

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.2: *Produzione di pellet, compost e biocompositi per l'edilizia e coadiuvanti alimentari nutraceutici.*

Soggetto proponente: Bongiovanni s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Sviluppo Sperimentale

Luogo di svolgimento: Sicilia (regione meno sviluppata), Bongiovanni s.r.l.

Sintetica descrizione e contenuto innovativo dell'O.R.2

L'azienda Bongiovanni s.r.l. avvierà attività di SS per concretizzare su larga scala le produzioni sperimentali frutto della RI grazie al supporto e monitoraggio dei ricercatori Unipa. Le attività di lavoro serviranno a realizzare un set-up operativo per validare su scala industriale i protocolli di produzione di:

(i) pellet biologico ad elevato potere calorifero; *(ii) compost biologico*; *(iii) aggregati e malte per bioedilizia* e *(iv) coadiuvanti polifenolici* per produzioni agroalimentari nutraceutiche.

- (i) Pellet biologico.* Le attività riguarderanno soprattutto il monitoraggio dei parametri fisici e chimici di produzioni di pellet realizzati su scala industriale. Dovranno essere validati i range dei parametri di miscelazione e stabilità del pellet cercando di incrementare significativamente il potere calorifico del pellet considerando che volumi produttivi su larga scala influenzeranno la cinetica di aggregazione, compattamento e stabilità dei prodotti finali. Saranno inoltre avviate monitoraggi di natura microbiologica di base per valutare la conservabilità in condizioni finali di distribuzione e stoccaggio.
- (ii) Compost biologico.* La produzione di compost su larga scala impone attività di gestione, analisi e monitoraggio diverse da quelle operate in fase di RI. La messa a punto di cumulo di compostaggio su larga scala (numerosi mc) può amplificare la probabilità di alterazioni microbiche ovvero deviare le cinetiche biochimiche dei microrganismi responsabili della degradazione della matrice vegetale. A tal fine, dovranno essere messe a punto sistemi di aerazione, stratificazione e rivoltamento (tempi, durata, temperatura, umidità, inoculi bioattivatori) funzionali per la produzione su larga scala. A tali attività dovranno essere affiancate costanti operazioni di monitoraggio fisico, chimico e microbiologico grazie al supporto dei ricercatori Unipa. Parallelamente la qualità dei compost industriali sarà validata in funzione dell'incremento di qualità e biodiversità verificata sui suoli addizionati di tale compost. Il mantenimento degli ottimali livelli di umidità permetterà di ottenere un prodotto finale di alta qualità in grado di sostituire nel tempo i letami e i fertilizzanti di sintesi abbattendo gli onerosi costi destinati alla concimazione salvaguardando l'ambiente.
- (iii) Aggregati e malte vegetali per bioedilizia.* La crescente richiesta di *eco-friendly materials* per lo sviluppo sostenibile incoraggia la sperimentazione di nuovi materiali premiscelati bio-based anche nel campo della costruzione architettonica. Le attività di SS dovranno essere rivolte specificatamente alla validazione dell'attitudine di sabbie e granulati, prodotti su larga scala e con la corretta formulazione (tipologia guscio, qualità e quantità aggreganti, etc.), alla produzione di aggregati e malte per bioedilizia. Sarà valutata l'attitudine di tali formulati con messa a punto di miscele a matrice variabile di origine naturale (calce, gesso, terra cruda, terra cotta, etc.) e aggregato da guscio di mandorla (a diversa granulometria) anche in mix con altri aggregati (es. polpa di cellulosa, fibre vegetali, fibre animali, ecc.). Questi ultimi a loro volta dovranno essere validati, per la produzione di strutture architettoniche modello (pannelli, agglomerati, etc.) attraverso la realizzazione di prototipi strutturali con l'ausilio dei ricercatori di Unipa.
- (iv) Coadiuvanti polifenolici* per produzioni agroalimentari nutraceutiche. Il tegumento è considerato materiale di scarto e come tale, anche se compattabile in volumi ridotti, la gestione occupa pone problemi di smaltimento. La produzione di polvere di tegumento per scopi nutraceutici ed alimentari è un modo innovativo per trasformare questo prodotto da costo a risorsa economica. Il prodotto finale dovrà essere ottenuto in condizioni idonee al suo impiego secondario in altre filiere produttive come la produzione di lavorati da forno o integratori alimentari. A tal fine, le attività di SS saranno rivolte alla produzione e concentrazione industriale dei contenuti polifenolici in estratti le cui caratteristiche reologiche (granulometria, morfologia, area superficiale, densità, porosità, carica elettrostatica, durezza, etc.) sia costanti nel tempo e rispettino le caratteristiche ottimali definite in fase di RI con il supporto dei ricercatori di Unipa. Le caratteristiche finali di tale prodotto innovativo e con potenzialità nutraceutiche dovranno essere in linea con l'utilizzo finale, ovvero avere elevata attitudine in qualità di coadiuvante in produzioni da prodotti da forno (lievitati) che rappresenta un degli anelli di congiunzione per ricerca e sviluppo fra i partner privati della presente proposta progettuale.

Attività necessarie al raggiungimento dell'O.R.2

O.R.2-A.1 – Set up su scala industriale del pellet biologico da guscio di mandorla

A.2.1 – validazione dei protocolli sperimentali di produzione;

A.2.2 – monitoraggio delle caratteristiche di base del pellet;

O.R.2-A.2 – Produzione su scala industriale di compost biologico

A.2.1 – preparazione delle matrici organiche da sottoporre a compostaggio;

A.2.2 – compostaggio in cumuli statici;

A.2.3 – gestione del ciclo di produzione del compost;

O.R.2-A.3 – Set up su scala industriale di sabbie, granulati vegetali e premiscelati per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari

A.3.1 – messa a punto di miscele a matrice variabile di origine naturale e aggregato da guscio di mandorla anche in mix con altri aggregati;

A.3.2 – realizzazione di campionature di premiscelati da utilizzare in cantiere dopo semplice impasto con acqua;

O.R.2-A.4 – Produzione su scala industriale di polvere del tegumento di mandorle utilizzato come fortificante nutraceutico per la produzione di prodotti da forno

A.4.1 – essiccazione del tegumento;

A.4.2 – polverizzazione del tegumento;

La previsione dell'incremento di manodopera necessaria allo svolgimento delle operazioni connesse con la fase di Ricerca Industriale e di Sviluppo Sperimentale così come, successivamente, alla fase di industrializzazione vera e propria derivante dai risultati delle attività di progetto permette di consolidare l'avviamento al lavoro di 3 unità di personale nel periodo di sviluppo progettuale e di 6 unità di personale nella fase di industrializzazione dei prodotti ottenuti.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.3: *Setup operativo ad alto profilo biotecnologico per la realizzazione di prodotti da forno nutraceutici e sistemi di packaging innovativi e sostenibili.*

Soggetto proponente: Ori di Sicilia s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

Luogo di svolgimento: Sicilia (regione meno sviluppata), Ori di Sicilia s.r.l.

Sintetica descrizione e contenuto innovativo dell'O.R.3

L'impiego di mandorle e derivati (farine) nella filiera di prodotti da forno è ampiamente riconosciuto dal mercato nazionale ed internazionale. La formulazione di nuovi prodotti da forno che fungano da anello di congiunzione fra produzioni industriali consolidate (pani e dolci lievitati), impiego di matrici alimentari locali (mandorle e farine) e coadiuvanti nutraceutici rappresenta una strategia vincente nella direzione di sostenibilità ambientale, salute del consumatore e potenziamento delle produzioni regionali Siciliane.

Il consumo di alimenti funzionali rappresenta una strategia finalizzata alla riduzione dell'incidenza dei disturbi cronici della salute. Questo concetto è stato ampiamente diffuso recentemente tanto che i consumatori "intelligenti" si sono orientati verso la scelta di questi nuovi alimenti determinando una crescita della domanda di questa tipologia di prodotto. Al fine di soddisfare le richieste di mercato sempre più numerose, la ricerca alimentare funzionale ha incrementato notevolmente la propria attività nell'ultimo decennio. In particolare, gli alimenti di maggior consumo, quali pane, biscotti e torte rappresentano delle categorie da tenere in considerazione dal punto di vista innovativo.

L'azienda Ori di Sicilia s.r.l. avvierà, con il costante supporto dei ricercatori Unipa, attività di RI per innovare la produzione di prodotti da forno implementandone qualità sensoriale, tecnologica e nutraceutica utilizzando sottoprodotti (polvere di tegumento ad elevata concentrazione di polifenoli) della mandorlicoltura. A tal fine saranno avviate attività di ricerca per:

- (i) produzione sperimentale di pani fortificati con polifenoli;*
- (ii) produzione sperimentale di prodotti da forno dolci (treccina siciliana) fortificati con polifenoli;*
- (iii) protocollo di lievitazione ad elevata intensità aromatica e shelf-life;*
- (iv) protocollo di packaging sostenibile e compostabile per prodotti da forno.*

Nell'ambito della produzione di prodotti da forno lievitati l'O.R.3. si prefigge di ottenere del pane fortificato e un prodotto lievitato dolce (tipologica treccina siciliana) caratterizzati da un elevato contenuto in polifenoli grazie all'aggiunta di "polvere di tegumento" della mandorla. L'azienda Ori di Sicilia s.r.l. sarà impegnata, con il supporto dei ricercatori Unipa, in specifiche attività di RI per l'analisi e formulazione di packaging sostenibile e funzionale alla valorizzazione dei prodotti da forno sperimentali ed arricchiti in polifenoli. La metodologia per elaborare idee e proposte di prodotto alimentare e di packaging che innovino la produzione della mandorla nel rispetto dell'ambiente considera una visione sistemica, esaminando la filiera della mandorla. A tale fine occorre considerare l'intero ciclo di vita e di tutti i processi coinvolti nella produzione della mandorla, utilizzando il *Life Cycle Design* (LCD) della disciplina del design per la sostenibilità. Le attività di RI saranno rivolte ad un sistema di packaging che associ alla sua funzione protettiva quella ambientale attraverso le strategie del design, cercando di trasmettere un modello di consumo nuovo in contrasto con l'usa e getta. Infatti, saranno condotte attività per l'estrazione delle fibre di cellulosa che dal guscio di mandorle possono portare alla produzione di un materiale cartaceo progettato per la realizzazione di packaging compostabili adatti al contenimento di prodotti alimentari a base di mandorla e con specifico riferimento ai prodotti da forno.

Attività necessarie al raggiungimento dell'O.R.3

O.R.3-A.1 – Attitudine della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di pani fortificati

A.1.1 -sviluppo di protocolli di preparazione dei singoli ceppi microbici e messa a punto delle miscele ottimali per ciascuna produzione lievitata;

A.1.2 – mantenimento delle proprietà fisiche dell'impasto;

A.1.3 – analisi sensoriale dei pani fortificati;

O.R.3-A.2 – Idoneità della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

A.2.1 – sviluppo di protocolli per la produzione di madre acida attraverso ceppi starter (batteri lattici e lieviti) ad elevate performance tecnologiche;

A.2.2 – mantenimento delle proprietà fisiche dell'impasto;

A.2.3 – analisi sensoriale;

O.R.3-A.3 – Packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche progettato con specifico design sistemico

A.3.1 – Progettazione e formulazione di forma e della struttura del packaging (forme e componenti del pack per aumentare la resistenza strutturale o ridurre l'uso di materiale);

A.3.2 – Analisi del *Life Cycle Design* (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla;

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.4: *Produzione su scala industriale di prodotti da forno fortificati con matrici polifenoliche e sistemi sostenibili di packaging innovativi.*

Soggetto proponente: Ori di Sicilia s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Sviluppo Sperimentale

Luogo di svolgimento: Sicilia (regione meno sviluppata), Ori di Sicilia s.r.l.

Sintetica descrizione e contenuto innovativo dell'O.R.4

L'Azienda Ori di Sicilia s.r.l. ha l'obiettivo di sviluppare e validare i protocolli produttivi per i prodotti lievitati da forno fortificati con matrici polifenoliche (tegumento di mandorla polverizzato) valorizzando uno scarto privo di valore commerciale. Per la produzione dei lievitati verrà aggiunta la polvere del tegumento di mandorle con conseguente sviluppo del processo di lievitazione a partire da ceppi starter resistenti ai polifenoli. Per questo motivo, l'Azienda provvederà ad estendere su scala industriale il migliore protocollo mettere a punto nell'O.R.3 per l'impiego ottimale degli agenti fermentanti. Lo sviluppo sperimentale includerà anche l'implementazione della polvere di tegumento della mandorla per la produzione di un prodotto di nicchia noto come "treccina siciliana". In questo caso l'innovazione sarà rappresentata dall'arricchimento in polifenoli della pasta brioche conservando dopo cottura il gusto e la morbidezza che caratterizza questo antico dolce siciliano.

Attività necessarie al raggiungimento dell'O.R.4

O.R.4-A.1 – Utilizzo della polvere di tegumento di mandorle su scala industriale per la produzione di pani fortificati

A.1.1 – validazione dei protocolli sperimentali di produzione di pani fortificati e taratura delle miscele;

A.1.2 – monitoraggio delle caratteristiche tecnologiche in funzione della conservabilità commerciale;

O.R.4-A.2 – Uso della polvere di tegumento di mandorle per la produzione a livello industriale di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

A.2.1 – validazione dei protocolli sperimentali di produzione di lievitati dolci da forno fortificati e taratura delle miscele;

A.2.2 – monitoraggio delle caratteristiche tecnologiche in funzione della conservabilità commerciale;

O.R.4-A.2 – Sviluppo su scala industriale di formulazione di packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche

A.2.1 – Validazione del packaging su produzioni industriali di prodotti da forno fortificati;

A.2.2 – Life Cycle Design (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla;

La previsione dell'incremento di manodopera necessaria presso l'azienda Ori di Sicilia srl allo svolgimento delle operazioni connesse con la fase di Ricerca Industriale e di Sviluppo Sperimentale così come, successivamente, alla fase di industrializzazione vera e propria derivante dai risultati delle attività di progetto permette di consolidare l'avviamento al lavoro di 2 unità di personale nel periodo di sviluppo progettuale e di 5 unità di personale nella fase di industrializzazione dei prodotti ottenuti.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.5: *Innovazioni bio-based nella filiera della mandorla e dei prodotti da forno.*

Soggetto proponente: Università degli Studi di Palermo (Dipartimento di Architettura)

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

Luogo di svolgimento: Sicilia (regione meno sviluppata), Università degli Studi di Palermo

Sintetica descrizione e contenuto innovativo dell'O.R.5

Nella produzione di mandorle, lo smaltimento dello scarto, costituito dal mallo, dal guscio e dal tegumento del seme, rappresenta una grande problematica da affrontare. La possibilità di impiegare le grandi quantità di scarto (gusci e tegumenti) in processi che permettano l'ottenimento di prodotti commercializzabili ed utilizzabili per lo sviluppo di sistemi nutraceutici e di nuovi materiali rappresenterebbe la soluzione al problema.

Il guscio di mandorla è generalmente costituito da emicellulosa, cellulosa e lignina. La cellulosa è un materiale ad alto valore aggiunto, e il suo recupero dal materiale di scarto sarebbe auspicabile per ragioni ecologiche ed economiche. Essa può essere utilizzata come materiale di base nell'industria cartaria, per la produzione della carta e del cartone o di supporti per l'imballaggio, oppure come filler ecocompatibile di materiali polimerici per migliorarne le prestazioni meccaniche.

Altre parti di scarto della mandorla, il mallo ed il tegumento, contengono molecole di interesse nutraceutico: i composti fenolici presenti nel tegumento del seme di mandorla sono responsabili in misura significativa per la capacità di attività di *scavenging* dei radicali liberi, e per gli effetti benefici associati al consumo di mandorle. La composizione del tegumento del seme di mandorla comprende fibre alimentari, minerali, lipidi, proteine e polifenoli. Sebbene la pelle rappresenta solo circa il 4% del peso totale della mandorla e ha un valore economico molto basso, studi recenti hanno riportato che contiene circa il 60-80% del totale dei polifenoli presenti nel seme, rappresentando quindi uno scarto con un elevato valore nutraceutico e salutistico da poter utilizzare come additivi e/o integratori alimentari o conservanti naturali. Il recupero di questi scarti con processi semplici ed efficienti, ecocompatibili ed economicamente sostenibili, rappresenterebbe un ulteriore vantaggio per la filiera della produzione delle mandorle. A tale scopo, i ricercatori di Unipa svilupperanno dei protocolli per l'estrazione di materiale lignocellulosico fino a cellulosa pura dai gusci di mandorle, e di estrazione di lipidi e polifenoli dal tegumento del seme di mandorla. Tutti i prodotti estratti saranno caratterizzati e standardizzati dal punto di vista della composizione chimica e ne saranno indagate le trasformazioni termiche e degradative. Inoltre l'estratto ottenuto dal tegumento contenente la frazione polifenolica sarà indagato per le sue proprietà antiossidanti.

In linea con l'odierno interesse per la produzione e lo sviluppo di nuovi materiali da fonti rinnovabili alternative, si intende sperimentare in che modo il residuo agricolo costituito da gusci di mandorla possa essere utilizzato come aggregato naturale nella composizione di materiali edilizi, quale granulati e premiscelati, conglomerati e componenti da questi ottenibili.

L'utilizzo dei residui agricoli garantisce processi di produzione sostenibili con minore uso di energia ed acqua e basso emissivi, economicamente vantaggiosi in quanto trasformano uno scarto, il cui conferimento a discarica costituisce un onere oltre che uno spreco, in materia prima-seconda e quindi in risorsa. I processi di triturazione e vagliatura che si possono implementare non sarebbero così onerosi per l'azienda consentendo, quindi, di completare la filiera con un ulteriore prodotto da immediato impiego. Oltretutto le caratteristiche specifiche dei gusci di mandorla offrono molte potenzialità per la messa a punto di biocompositi.

Proprio a tale scopo Unipa intende sviluppare procedure per supportare l'azienda al fine di ottenere dal guscio materie "prime-seconde" da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti.

Si intende esplorare l'utilizzo dei prodotti ottenibili, come sabbie e granulati da guscio, da impiegare per malte e conglomerati, sabbie abrasive per varie applicazioni, anche nel settore dei Beni Culturali, aggregati per la realizzazione di pannelli e conglomerati, soprattutto ad alta coibenza termica, cariche negli impasti di argilla per la produzione di laterizi e ceramiche alleggeriti. Saranno, pertanto, valutate le proprietà dei materiali e dei componenti ottenibili con test di laboratorio (interni ed esterni alla struttura dipartimentale di riferimento) per la verifica prestazionale anche ai fini della possibile certificazione dei prodotti.

Nell'ambito della filiera dei prodotti da forno fortificati i prodotti da sviluppare saranno innovativi per le caratteristiche finali intrinseche, le quali comprendono la costanza delle caratteristiche organolettiche richieste dal consumatore abituale, l'alto impatto "naturale" dei prodotti processati senza l'ausilio di preservanti chimici, in quanto la sicurezza sarà garantita dai normali meccanismi di competizione microbica che determina nel contempo anche un allungamento della shelf-life. Inoltre, l'aggiunta di polifenoli e sostanze antiossidanti presenti nella polvere del tegumento della mandorla consentirà di ottenere un miglioramento degli aspetti salutistici del prodotto finale. Sia i pani fortificati che la treccina siciliana saranno, tuttavia, fortemente caratterizzati da un'immagine "tradizionale", in quanto saranno prodotti mediante fermentazione di materie prime convenzionali e, per lo più, locali.

Attività necessarie al raggiungimento dell'O.R.5

O.R.5-A.1 – Ottenimento del materiale lignocellulosico e da cellulosa dai gusci di mandorla

A.1.1- *valutazione del processo di frantumazione dei gusci in relazione ai processi di estrazione;*

A.1.2- *ottimizzazione del processo di estrazione della cellulosa;*

A.1.3- *caratterizzazione del materiale ottenuto e valutazione delle sue proprietà chimico-fisiche;*

O.R.5-A.2 – Estrazione di metaboliti dal tegumento del seme di mandorla

A.2.1- *disidratazione dei tegumenti;*

- A.2.2- estrazione con solventi apolari per l'ottenimento di una frazione lipidica;
- A.2.3- estrazione con solventi polare per l'ottenimento di una frazione polifenolica;
- A.2.4- analisi della composizione chimica degli estratti e standardizzazione degli estratti, valutazione della stabilità termica e degradativa;
- A.2.5- valutazione dell'attività antiossidante ed antimicrobica degli estratti

O.R.5-A.3 – Sviluppo di procedure di supporto aziendale per l'ottenimento di materie “prime-seconde” da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti.

- A.3.1- produzione, selezione e campionatura di sabbie e granulati da gusci di mandorle;
- A.3.2- identificazione di materiali biocompositi e premiscelati da ottenere con i prodotti dell'azione A.3.1.;
- A.3.3- confezionamento di provini a base di miscela a matrice variabile di origine naturale e da processi a basso impatto ambientale (calce, gesso, terra cruda, terra cotta,) e aggregato da guscio di mandorla (a diversa granulometria) anche in mix con altri aggregati (es. polpa di cellulosa, fibre vegetali, fibre animali, ecc.);
- A.3.4- realizzazione di prototipi di componenti e semilavorati ottenuti con conglomerato a getto in casseri;
- A.3.5- prove di laboratorio (resistenza, durabilità, densità, conducibilità termica, ecc.) dei provini e dei prototipi;
- A.3.6- verifica di congruità ai protocolli per la certificazione volontaria dei prodotti;

O.R.5-A.4 – Innovazione del sistema di produzione di pellet biologico ad elevato valore energetico

- A.4.1- selezione e campionatura di matrice organica da guscio per l'ottenimento di pellet biologico
- A.4.2- prove di laboratorio per la resistenza, il potere calorifico e la shelf life di pellet biologico con diversa matrice organica
- A.4.3- verifica di congruità ai protocolli per la certificazione volontaria dei prodotti;

O.R.5-A.5 – Ottimizzazione del processo di produzione di compost biologico

- A.5.1- realizzazione di mini-compost in laboratorio;
- A.5.2- monitoraggio delle caratteristiche microbiologiche e chimico-fisiche dei compost;

O.R.5-A.6 – Protocolli innovativi da utilizzare per la produzione di prodotti da forno nutraceutici (polifenoli e lisina) ad elevata shelf-life (bioattivatori microbici)

- A.6.1- selezione di batteri lattici per la realizzazione di madre acide;
- A.6.2- valutazione delle performance tecnologiche dei batteri lattici in panificazioni su scala pilota;
- A.6.3- valutazione delle performance tecnologiche dei batteri lattici per la produzione della treccina siciliana su scala pilota;
- A.6.4- isolamento e riconoscimento dei ceppi dominanti durante il processo di lievitazione;
- A.6.5- caratteristiche funzionali dei pani fortificati;

O.R.5-A.7 – Innovazione di packaging e design compostabile per il confezionamento prodotti da forno nutraceutici ad elevata shelf-life

- A.7.1- Analisi del Lyfe Cycle Design (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla (pre-produzione, produzione, distribuzione, uso, dismissione);
- A.7.2- Progettazione di packaging e design compostabile

7.2. ELENCO DELLE ATTIVITÀ DELL'OBIETTIVO REALIZZATIVO E RELATIVA DESCRIZIONE

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.1: *Strategie innovative per la trasformazione degli scarti dalla lavorazione della mandorla per la produzione di matrici di origine vegetale ad elevata sostenibilità.*

Soggetto proponente: Bongiovanni s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

O.R.1-A.1 – Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla

A.1.1 – selezione gusci di varietà di mandorle con diversa resistenza

A.1.2 – preparazione delle matrici organiche per la composizione di pellet biologico

A.1.3 – gestione del ciclo di produzione e campionamento

O.R.1-A.2 – Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla

A.2.1 – preparazione delle matrici organiche da sottoporre a compostaggio

A.2.2 – compostaggio in cumuli statici

A.2.3 – gestione del ciclo di produzione del compost

O.R.1-A.3 – Sabbie, granulati vegetali per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari

A.3.1- progettazione di protocolli per triturazione, vaglio, selezione e campionatura di sabbie e granulati da gusci di mandorle;

A.3.2- realizzazione di prototipi di miscele con granulometrie differenti e con aggiunta di granulati da residui vegetali vari;

O.R.1-A.4 – Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce

A.4.1 – set-up protocollo sperimentale di essiccazione del tegumento;

A.4.2 – set-up protocollo sperimentale di polverizzazione del tegumento;

A.4.3 – valutazione della stabilità chimico-fisica e biologica (shelf-life);

Problemi progettuali da affrontare e le soluzioni tecnologiche proposte

Pellet. La variabilità genetica del mandorlo determina una naturale differenza nella consistenza del guscio che è il primo parametro per la valutazione qualitativa della produzione mandorlicola. Un buon guscio deve possedere una umidità bassa, regolare e avere consistenza tale da garantire il mantenimento del potere calorifico assegnato al prodotto per un uso domestico. L'efficienza di un prodotto destinato alla bruciatura per il riscaldamento domestico, inoltre, non è solo determinata dalla quantità di calore emessa dalla combustione ma anche dalla quantità di ceneri prodotte, dai fumi emessi e dalla quantità di CO₂ liberata nell'atmosfera. Individuata, infatti, la miglior miscela di matrici organiche destinate alla produzione di un pellet, e quindi guscio di mandorla e cera legante per la pellettizzazione, sarà necessario operare tutte le verifiche di sostenibilità della *production chain* per giungere a risultati oggettivi. La quantità di residui rilasciati nell'atmosfera, infatti, sono strumento indispensabile per la certificazione del prodotto, soprattutto per il regime di biologico. L'acquisizione della certificazione *EnPlus* è fondamentale per sostenere una produzione di altro pregio e competitività mentre a sostegno dell'efficienza del prodotto è indispensabile sostenere una valutazione della Carbon Footprint per determinare la quantità di CO₂ liberata nell'atmosfera.

Compost. Da un punto di vista prettamente tecnico, le matrici organiche compostabili devono avere caratteristiche biochimiche tali da garantire una regolare attuazione del processo; in particolare devono contenere in entità sufficiente composti di facile degradabilità, per garantire il nutrimento dei microrganismi agenti del processo. Un buon prodotto ai fini del compostaggio deve avere un'elevata attività biologica, definibile attraverso il monitoraggio microbiologico delle differenti entità microbiche che caratterizzano il processo. Il prodotto ottenuto, poi, per potere essere commercializzato ed utilizzato in agricoltura senza controindicazioni come materiale ammendante e/o fertilizzante, deve possedere le specifiche caratteristiche e i requisiti stabiliti dalla normativa relativa ai fertilizzanti, cioè dalla legge n. 748/1984 e successive modifiche. In questo contesto risulta essere di fondamentale importanza monitorare i parametri e gli indici di evoluzione del processo di compostaggio. Inoltre, la scelta delle proporzioni delle materie prime da compostare in relazione al rapporto C/N e di umidità è di fondamentale importanza per la produzione di un compost biologico di elevata qualità.

Aggregati. Le caratteristiche biochimiche possono costituire un limite nel controllo dei processi reattivi per la realizzazione dei conglomerati. Tale possibile problema può essere risolto attraverso la pulitura e l'asportazione di residui organici reattivi. La frantumazione dei gusci di mandorla presenta delle incognite in merito alla resa granulometrica; un'eccessiva frantumazione e presenza di polveri renderebbe il prodotto di bassa efficienza per gli obiettivi da raggiungere. La stagionatura del guscio e la disidratazione ad alta temperatura potrebbe rendere il materiale meno friabile.

Il mix con altri tipi di cariche naturali può risolvere il problema dell'assortimento granulometrico e permettere di utilizzare tutte le granulometrie ottenute per confezionare premiscelati e materiali più performanti.

Coadiuvanti polifenolici. Le problematiche da affrontare per la produzione di polvere di tegumento sono correlate principalmente all'essiccazione del prodotto umido derivante dal processo di pelatura. Occorre scegliere una tipologia di processo selezionando gli appositi parametri di temperatura e velocità di essiccamento compatibili con il processo di

produzione e con la stabilità del prodotto. Il prodotto essiccato verrà polverizzato ed il grado di essiccamento sarà essenziale per questo secondo processo.

Descrizione delle attività

O.R.1-A.1 – Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla

A.1.1 – selezione gusci di varietà di mandorle con diversa resistenza: una delle classificazioni più diffuse delle varietà di mandorlo diffuse a livello internazionale è quella relativa alla durezza del guscio. Da questo parametro, infatti, dipende sostanzialmente la quantità di produzione della parte edule, quindi del seme che ordinariamente è consumato. La restante parte, appunto il guscio, può avere consistenza semi-cartacea nelle varietà definite ‘premici’ o, via via, consistenza sempre maggiore fino ad arrivare alle varietà definite ‘a guscio duro’. Queste ultime sono maggiormente diffuse in ambiente mediterraneo mentre quelle premici rappresentano la quasi totalità delle più consistenti mandorlicoltura americana ed australiana. Ciò attribuisce un pregio rilevante che deve essere messo a valore. Il guscio delle mandorle è costituito da lignina, cellulosa ed emicellulosa con una composizione abbastanza semplice che permette di avviare differenti tipologie estrattive. È necessario valutare, a livello di ricerca industriale in azienda, la consistenza media della matrice vegetale che viene utilizzata per avviare una produzione di pellet nonché definire, a livello industriale, le principali caratteristiche qualitative definite dai sistemi di certificazione europei: 1) diametro e lunghezza delle singole unità; 2) umidità; 3) Ceneri; 4) PCI; 5) eventuali microelementi presenti e potenzialmente rilasciabili nell’atmosfera (cloro, zolfo, ...). Dalla selezione del prodotto di partenza sarà possibile avviare la fase di ricerca per le definizioni delle migliori composizioni per un pellet di qualità.

A.1.2 – preparazione delle matrici organiche per la composizione di pellet biologico:

Il processo di produzione delle matrici organiche prevede più fasi che definiscono, nella diversificazione delle loro variabili, la qualità del prodotto ottenuto e la sua efficienza. Le principali operazioni finalizzate all’ottenimento del pellet prendono avvio dalla sminuzzatura della matrice primaria (guscio) che dovrà essere affinato in modo da ottenere una granulometria compresa tra 2,5 e 6 mm mantenendo l’umidità della biomassa in valori compresi tra il 10 e il 12%. Il materiale dovrà essere campionato in funzione della consistenza del guscio di partenza, quindi con una specifica distinzione varietale operata su base aziendale. La matrice organica dovrà quindi essere stoccata per una utilizzazione diluita nel tempo e le caratteristiche principali dovranno essere valutate con cadenza di circa 60 giorni.

A.1.3 – gestione del ciclo di produzione e campionamento: il processo di produzione del pellet di mandorlo parte dal guscio prodotto dall’azienda ‘tal quale’ e da altri eventuali residui vegetali dell’azienda, prevalentemente residui di potatura. La materia prima deve essere macinata fino ad assumere la consistenza della segatura, dopodiché passa alla compressione meccanica durante la quale raggiunge elevate temperature che comportano il fenomeno di sfaldamento della lignina, sostanza contenuta nella parete della cellula vegetale, la quale funge da collante naturale trasformando il materiale pressato in una biomassa pastosa; il composto ottenuto viene successivamente fatto passare attraverso una trafila a fori conici (il cui diametro d’uscita è compreso tra i 5 e gli 8 mm) ed infine tagliato, in lunghezza variabile a seconda della tipologia richiesta. Si tratta, in definitiva di un processo di estrusione esercitato da un rullo pressore che comprime il materiale legnoso immesso e ne determina la fuoriuscita attraverso apposite matrici forate ricavate lungo le pareti della trafila. Nel corso di quest’operazione si determina una progressiva densificazione del materiale legnoso che fuoriesce sotto forma di piccoli elementi cilindrici. Coltelli, posti all’esterno della trafila, tagliano il pellet nella lunghezza desiderata. Durante la fase di estrusione si raggiungono temperature, superiori ai 90°C, e pressioni tali da determinare la plastificazione dei costituenti della matrice legnosa. La fase finale è quella di raffreddamento, durante la quale avviene un’ulteriore essiccazione del pellet e la separazione delle parti fini, indispensabili per stabilizzare e formare i piccoli cilindri.

O.R.1-A.2 – Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla

A.2.1 – preparazione delle matrici organiche da sottoporre a compostaggio: uno dei presupposti fondamentali per attuare un efficiente programma di compostaggio è quello di partire da una corretta combinazione degli ingredienti che formano il substrato organico di partenza. A tal proposito, verranno individuati durante il processo di lavorazione delle mandorle, gli scarti da sottoporre a compostaggio in relazione a due parametri: il contenuto di umidità (45-65%) ed il rapporto C/N (da 20:1 a 40:1) della massa destinata al processo. Il fattore umidità è relativamente importante, poiché i microrganismi attivi durante il processo di compostaggio risentono fortemente del tasso di umidità della massa, che dovrà essere mantenuto almeno sopra il 45%. Valori di umidità inferiori al 30% determinano una riduzione della capacità di degradazione e della trasformazione della massa da parte dei microrganismi determinando un allungamento del processo di compostaggio. Tassi elevati di umidità, potrebbero determinare l’instaurazione di condizioni anaerobiche e di conseguenza le formazioni di emissioni maleodoranti che compromettono la qualità del prodotto finale. Un altro requisito fondamentale per un materiale organico avviato alla stabilizzazione mediante compostaggio è il corretto rapporto C/N. Infatti, la scelta del materiale di partenza deve anche tenere conto di questo indice. Valori di N bassi rispetto al C determinano una bassa attività microbica, viceversa, si ha una rapida crescita dei microrganismi ed un’intensa attività di degradazione che può causare un rapido decremento dell’ossigeno nella massa con presenza nel prodotto finale di odori sgradevoli dovuti all’instaurarsi di processi fermentativi anaerobici.

I residui ottenuti dalla lavorazione delle mandorle (gusci, mali, residui di potatura), unitamente a materiale vegetale verde, nonché a letame come fonte di N organico miscelati tra loro in opportune quantità rappresenteranno le materie prime di partenza da destinare alla produzione di compost biologico di elevata qualità.

A.2.2 – compostaggio in cumuli statici: saranno realizzati cumuli statici all'aperto di 3 m³ con proporzioni variabili di sottoprodotti della filiera mandorlicola (mali, gusci e residui di potatura), residui di colture erbacee verdi e letame nei terreni adiacenti all'azienda Bongiovanni s.r.l. I cumuli a sezione trapezoidale saranno ricoperti con telo traspirante tessuto non tessuto in polipropilene verde allo scopo di evitare un'eccessiva bagnatura della massa nel periodo invernale, e di ridurre la perdita di acqua e di conseguenza la riduzione del tasso di umidità nel periodo estivo. Inoltre il telo permette anche di facilitare la traspirazione della massa e la dispersione della condensa. L'utilizzo del telo, soprattutto nei cumuli all'aperto e di sezione trapezoidale è importante in quanto la posa con pendenza di 45° impedisce all'acqua di penetrare all'interno del cumulo dove fermenta la biomassa con innalzamento della temperatura fino a 60/70°C creando così del vapore acqueo che risale verso la sommità e fuoriesce dal telo che si lascia attraversare grazie alla sua particolare manifattura.

A.2.3 – gestione del ciclo di produzione del compost: al fine di ottenere un compost di elevata qualità è necessario miscelare i sottoprodotti della filiera mandorlicola con una frazione verde (rifiuti di origine vegetale es, sfalci da prato, ecc.). Questo processo sarà effettuato attraverso pale meccaniche nell'area predisposta ad accogliere i cumuli per il processo di compostaggio. Al fine di garantire una miscela di partenza idonea al processo di compostaggio aerobico è indispensabile raggiungere una percentuale ottimale di umidità della massa. In questa fase sarebbe opportuno anche utilizzare dei fanghi, in modo da raggiungere una massa ottimale per avviare il processo di fermentazione che dovrebbe dare in questo caso un compost maturo in tempi più brevi. Durante il processo di compostaggio, i rifiuti organici sono sottoposti a decomposizione attraverso attività enzimatica da parte di microrganismi batterici e fungini. Questi microrganismi, esplicano le proprie attività metaboliche in condizioni di aerobiosi, utilizzando una parte della massa per la propria crescita, mentre la restante parte viene convertita in materiale inorganico residuo (cenere) attraverso l'ossigeno. La fase iniziale del processo di compostaggio, è estremamente importante poiché avviene la decomposizione dei componenti facilmente degradabili presenti nella massa, questo processo determina un innalzamento della temperatura del materiale da compostare che può raggiungere anche i 60-70 °C. L'innalzamento della temperatura determina una notevole perdita di acqua e se si raggiungono bassi valori di umidità si ha il rischio di rallentare l'attività microbica. Di conseguenza, è essenziale provvedere ad una aerazione adeguata del materiale da compostare per garantire una buona decomposizione nonché evitare la presenza di mal odori che si originano da processi di fermentazione anaerobica. In questa fase risulta essere indispensabile anche inumidire la massa se si raggiungono basse percentuali di umidità. In un secondo tempo avviene la decomposizione dei componenti che sono più difficili da degradare (quali la cellulosa e la lignina). Questa fase è più lenta e si verifica ad una temperatura costante di circa 50 °C. Siccome la temperatura varia durante il processo di compostaggio, prevalgono a turni varie categorie di microrganismi; all'inizio gli organismi psicrofili e mesofili sono presenti nel materiale in decomposizione ma a causa dell'aumento di temperatura derivante dalla decomposizione del materiale organico, i microrganismi termofili prendono il sopravvento. Dopo qualche tempo, avviene la decomposizione del materiale facilmente degradabile, mentre il materiale più difficile da degradare viene usato come ambiente riproduttivo. La decomposizione di questo materiale è più lenta, quindi la temperatura diminuisce leggermente e i microrganismi mesofili ritornano. A causa dell'elevata temperatura (circa 56 °C) durante il processo di compostaggio, vengono disattivati i microrganismi patogeni, che sono generalmente mesofili. La mortalità dipende dal tipo di microrganismo, dalla temperatura raggiunta durante il processo di compostaggio e dal tempo di mantenimento della temperatura. Oltre ai microrganismi patogeni, sono resi inattivi o in gran parte uccisi anche semi di erbacce e insetti contenuti nel materiale da compostare. Al fine di garantire un ottimale processo di compostaggio, è indispensabile anche l'utilizzo di bioattivatori, i quali promuovono e regolano l'attività metabolica dei microrganismi, in modo che il processo di trasformazione della massa avvenga nelle giuste tempistiche ed ottenere un prodotto di elevata qualità.

I controlli delle popolazioni microbiche saranno effettuati durante il processo di compostaggio al fine di verificare la qualità del processo e determinare il valore agronomico del compost. Le analisi microbiologiche verranno condotte in modo da verificarne l'efficacia da un punto di vista igienico-sanitario del compostaggio al fine di garantire la sicurezza e l'uso fertilizzante prodotto.

I campionamenti del materiale compostato saranno effettuati in modo da rappresentare l'intera partita di compost su tutta la produzione. A tale scopo attraverso un oculato sistema di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni si procederà alle analisi microbiologiche del prodotto compostato. I prelievi saranno eseguiti evitando qualsiasi inquinamento nel materiale oggetto dell'analisi.

O.R.1-A.3 – Sabbie, granulati vegetali per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari

A.3.1- triturazione, vaglio, selezione e campionatura di sabbie e granulati da gusci di mandorle. Saranno triturati i gusci residui dalla lavorazione primaria delle mandorle dopo completa essiccazione naturale e/o forzata e selezione da presenza di impurità macroscopiche. Dopo la frantumazione sarà effettuato il vaglio per verificare l'assortimento granulometrico e comporre frazioni ad intervallo granulometrico contenuto per l'ottenimento di polvere, sabbia fina e media, granulato medio e granulato grossolano.

A.3.2- realizzazione di miscele con granulometrie differenti e con aggiunta di granulati da residui vegetali vari. Saranno composte miscele con granulometrie differenti e in mix con sabbie e granulati da altri residui vegetali stabili (gusci di altra frutta secca, lolla di riso, pula di grano, ecc.).

O.R.1-A.4 – Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce

A.4.1 – essiccazione del tegumento: il tegumento di seme di mandorla che viene fuori dal processo di spelatura con acqua calda, deve essere raccolto ed essiccato tramite aria calda per evitare processi fermentativi e degradativi della matrice. Si dovranno utilizzare temperature intorno ai 40-60 °C per ottenere un processo efficace in tempi adeguati. Il prodotto essiccato passerà, dopo raffreddamento a temperatura ambiente al passaggio successivo rappresentato dalla polverizzazione.

A.4.2 – polverizzazione del tegumento: il materiale derivante dalla fase di essiccazione sarà polverizzato utilizzando un mulino a rotore. La polvere ottenuta sarà conservata in recipienti chiusi, al buio ed a bassa temperatura ed inviata al Dip. STEBICEF per la valutazione della stabilità del prodotto.

A.4.3 – valutazione della stabilità chimico fisica e biologica (shell-life): il prodotto verrà sottoposto, ad intervalli regolari, ad estrazione del contenuto di polifenoli ed acidi grassi, alla determinazione del grado di umidità, alla determinazione del potere antiossidante. Verranno inoltre effettuate prove di stabilità fototermica in apposite camere di invecchiamento.

La necessità di poter riutilizzare un sottoprodotto della lavorazione delle mandorle anche come alimento funzionale o come ammentante o nella zootecnia richiede uno studio focalizzato nella determinazione di alcuni elementi fondamentali per la sicurezza igienico-sanitaria del prodotto.

Il tegumento costituisce circa il 4% del frutto della mandorla ed è definito come una sorgente di composti fenolici; infatti, studi recenti sul prodotto hanno dimostrato la presenza di composti potenzialmente benefici per la salute umana, aprendo, quindi, nuove possibilità di attribuire alla mandorla maggiore valore nutrizionale (Chen et al. 2005). Ricerche risalenti agli ultimi anni hanno evidenziato il potere anti-infiammatorio, anti-cancerogeno e anti-HIV di tre determinati triterpenoidi, cioè acido betulinoico, acido oleanoico e acido ursolico. Altri autori Frison-Norrie e Sporns, nel 2002, Wijeratne e al., nel 2006, hanno segnalato la presenza di quattro differenti flavonoidi glicosilati, cioè isorhamnetina rutinoside, isorhamnetina glucoside, kaempferolo rutinoside e kaempferolo glucoside. Altri ricercatori hanno indagato sulla composizione del tegumento della mandorla arrivando alla conclusione che il contenuto di composti fenolici antiossidanti rappresenta circa il 38-57% della percentuale totale della mandorla intera.

Produzione

Il prodotto deriva dalla lavorazione della mandorla pelata che nella fase di pelatura subisce un trattamento termico con acqua a circa 95-100°C per 5-6 minuti. Ultimata la pelatura, il tegumento, attraverso appositi canali a circuito chiuso muniti di coclee e nastri trasportatori in materiale idoneo, viene inviato all'interno di un sistema adatto alla riduzione dell'umidità al fine di eliminare l'eccesso quantitativo di acqua e quindi potere evitare la proliferazione di batteri o muffe. La lenta asciugatura per i tempi di trattamento non altera le caratteristiche nutrizionali del tegumento e che pertanto mantiene i principi attivi per un riutilizzo nell'alimentazione umana o nell'agricoltura.

Il processo produttivo ne garantisce la qualità igienico sanitaria riducendo il rischio biologico e di conseguenza anche quello chimico (prodotto privo di tossine batteriche e micotossine). Questo obiettivo si raggiunge grazie al rapido raffreddamento e conservazione a temperatura controllata del tegumento. Il Sistema di Autocontrollo posto in essere (Sistema HACCP) dall'azienda ne garantisce l'idoneità per i vari usi (umano e nell'agricoltura).

Inoltre la ditta oltre al sistema HACCP attua la Rintracciabilità del prodotto attraverso procedure di registrazione e simulazione di richiamo secondo la normativa vigente. Sia il Sistema HACCP che la Rintracciabilità sono ampiamente illustrate nel Piano Integrato di Autocontrollo Aziendale che per comodità se ne riporta uno stralcio (Valutazione del rischio e Flow-Sheet).

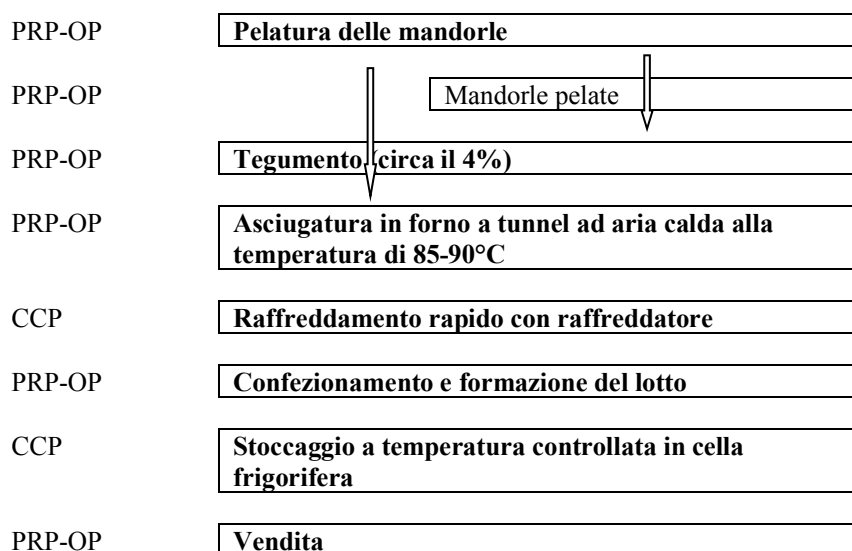
La valutazione del rischio è stata fatta simulando gli effetti su consumatori.

CATEGORIA PERICOLO	PERICOLO	ORIGINE DEL PERICOLO	EFFETTI SUL CONSUMATORE
1) Biologico	Presenza di insetti e animali	Cani, gatti, volatili, ratti, topi, insetti, parassiti, acari	Trasmissione di parassiti; contaminazione crociata di microrganismi patogeni
	Carica Batterica a 30 °C Conformi <i>totali</i> e <i>E. Coli</i> <i>Stafilococco aureus coag</i> + <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella</i> <i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i> <i>Bacillus cereus</i> e <i>subtilis</i>	Materia prima, operatori, attrezzature	Alterazione organolettica; disturbi a carico dell'apparato gastroenterico; potenziali intossicazioni alimentari da tossine microbiche o tossinfezioni alimentari o infezioni
	Allergeni	operatori, attrezzature	Insorgenza di gravi allergie ed intolleranze
2) Chimico	Residui di detersivi	Superfici di contatto non risciacquate adeguatamente	Fenomeni corrosivi a carico dell'apparato gastroenterico; potenziale intossicazione da sostanze chimiche

	Residui di presidi fitosanitari (fertilizzanti, insetticidi, acaricidi, fungicidi)	Materia prima, inquinamento diretto o ambientale da prodotti chimici	Accumulo di sostanze chimiche di sintesi nell'organismo; potenziale intossicazione e cancerogenicità
	Contaminazione da metalli pesanti		
	Micotossine	Eccessiva umidità e temperatura di stoccaggio inadeguata	
3) Fisico (corpi estranei)	Frammenti/residui di natura inorganica	Materiali di contatto (imballaggio), vetri, plastiche dure, oggetti, effetti personali, operatori, pezzi di attrezzatura	Cessione di sostanze chimiche residue; ostruzione o lesioni dell'apparato orofaringeo e digerente per la presenza di corpi estranei
	Frammenti/residui di natura organica	Materia prima, schegge di legno, solidi apportati (ad es. dall'acqua)	Lesioni dell'apparato digerente per la presenza di corpi estranei

Flow-Sheet

Il ciclo di lavorazione è stato progettato e realizzato seguendo il principio della progressione (marcia) in avanti, in modo che ogni prodotto possa essere lavorato in assoluta garanzia igienico sanitaria, senza possibilità di incrociare prodotti, macchinari, piani di lavoro e/o utensili sporchi e quindi potenzialmente pericolosi (incrocio sporco e pulito).



Allo scopo d'indagare sulla presenza di contaminanti micotici (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.) produttori di micotossine cancerogene e dei relativi metaboliti secondari (aflatossine e ocratossina A), si ritiene opportuno, in una prima fase, condurre monitoraggi sull'intero ciclo di lavorazione dei tegumenti dei semi di mandorla. In particolare, su campioni di mandorle da sottoporre a decorticazione saranno condotti saggi d'isolamento mirati alla valutazione del livello di contaminazione da aspergilli e penicilli, identificando anche le specie note come micotossigene. Nel contempo, aliquote degli stessi campioni saranno sottoposte ad analisi specifica per la determinazione delle aflatossine e ocratossina A. Tali rilievi saranno ripetuti durante le varie fasi della trasformazione (lavaggio delle mandorle, trattamento e stoccaggio dei tegumenti, impiego a fini alimentari), nell'intento di individuare eventuali contaminazioni da funghi e/o micotossine secondo le metodologie di riferimento riportate dal Reg. UE 519/2014. I dati raccolti nel corso del monitoraggio forniranno utili indicazioni sulla sanità dell'intero ciclo produttivo, consentendo di individuare possibili "punti critici" e sviluppare un piano di autocontrollo *ad hoc* per la produzione del nuovo ingrediente alimentare "polvere di tegumento di mandorla".

Risorse Umane da impiegare: per la realizzazione dell'O.R.1 sarà impiegato del personale strutturato (Operai) per un complessivo impegno orario di 3.400 ore nei 36 mesi di durata del progetto.

Tutte le attività presso l'Impresa Bongiovanni srl saranno svolte dal personale aziendale (compreso quello che sarà assunto allo scopo) ma prevedono la contestuale presenza di ricercatori e personale dell'Università di Palermo, nelle diverse fasi allo scopo di operare un coordinamento scientifico di elevato profilo nella fase operativa di sviluppo dei protocolli di ricerca finalizzati al raggiungimento degli obiettivi corrispondenti ai prodotti innovativi da realizzare.

L'Università di Palermo, quindi, si assume la responsabilità scientifica di coordinare le attività nei processi di sviluppo dei due obiettivi realizzativi in argomento.

Risultati specifici delle attività previste per il raggiungimento dell'obiettivo stesso

Le attività di ricerca industriale condotte nell'O.R.1 consentiranno di ottenere i seguenti risultati specifici:

- Ottenimento di protocolli e prototipi di pellet da guscio di mandorla;
- Ottenimento di compost biologici su scala pilota idonei all'utilizzo agricolo;
- Ottenimento di sabbie e granulati vegetali per il confezionamento di malte, da utilizzare nel cantiere edile, con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.2: *Produzione di pellet, compost e biocompositi per l'edilizia e coadiuvanti alimentari nutraceutici.*

Soggetto proponente: Bongiovanni s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Sviluppo Sperimentale

Problemi progettuali da affrontare e le soluzioni tecnologiche proposte

L'applicazione dei protocolli sperimentali su volumi significativi di materia prima può rappresentare la problematica principale da affrontare in termini progettuali. In particolare le rese e le proprietà dei prodotti risentono fortemente di tale variabilità, quindi i parametri di estrazione devono essere ri-ottimizzati per il processo di scale-up. Va verificato, su scala industriale, infatti, la conservazione delle caratteristiche funzionali del pellet biologico in termini di efficienza energetica in modo da validare la possibilità di produrre e commercializzare il pellet per uso combustibile domestico rispetto alle *bricchette* che sono logisticamente meno funzionali.

Anche fattori di ingegnerizzazione dell'impianto, legati ai grossi volumi di materia devono essere valutati per lo *scale-up* di processo. Nell'ambito del settore edilizio i fattori di *scale-up* saranno valutati in relazione alla sperimentazione effettuata sulle materie prime e sui componenti edilizi, che devono essere messi a punto sotto l'aspetto economico (costi non elevati) trovando anche un utile compromesso tra i requisiti di resistenza meccanica, di fattibilità, di durabilità e gli auspicati livelli prestazionali di biocompatibilità. Saranno verificate le possibilità di produrre in quantità opportune e convenienti i materiali base e quelle di evolvere la produzione, anche in partenariato con altre aziende, verso i componenti e i semilavorati edilizi.

La realizzazione di premiscelati con una notevole frazione di origine vegetale può contribuire allo sviluppo di nuove tipologie di prodotti sostenibili per l'edilizia. Tale componente vegetale può però costituire un limite per l'incremento delle prestazioni tecnologiche e può incidere sulla durabilità e la stabilità chimico-fisica dei prodotti in opera. Ciò può essere superato attraverso la disidratazione forzata in forni del materiale vegetale e l'integrazione con altri materiali di scarto di natura vegetale che compensino la perdita di prestazione (aggiunta di fibre di juta, di kenaf, di cocco, ecc.).

Il riferimento a processi produttivi a basso impatto con materiali semplici *bio-based* dovrebbe rendere possibile la produzione di componenti completi e di immediato utilizzo, esternalizzando, in prima battuta, produzioni di manufatti più complessi anche per mezzo di tecniche di formatura in 3D grazie al supporto dei ricercatori dell'Università di Palermo.

L'applicazione dei protocolli sperimentali su volumi significativi di materia prima ed intermedi, caratterizzati da elevata variabilità, può rappresentare la problematica principale da affrontare in termini progettuali, sia nella fase di realizzazione dei compost che nella concentrazione e stabilizzazione della polvere di tegumento di mandorla ad elevata concentrazione di polifenoli.

L'impiego del compost può fornire un contributo significativo nel fronteggiare le sfide poste oggi al settore agricolo, di cui si pone sempre in maggior risalto la valenza ecologica e ambientale. Infatti, l'utilizzazione del compost, nel caso specifico in mandorlicoltura, è una pratica "ecologica", in quanto viene impiegato un materiale che deriva dal recupero in condizioni controllate di matrici organiche selezionate, altrimenti destinate allo smaltimento in discarica oppure bruciato. La bruciatura, soprattutto dei residui di potatura, e in minima parte dei gusci, determinerebbe indirettamente dei danni a livello ambientale legati all'asportazione della materia organica al suolo peggiorandone nel tempo sia le caratteristiche fisiche che la fertilità. Inoltre, l'elevato contenuto in sostanza organica stabilizzata del compost prodotto su scala industriale e distribuito sul suolo dei mandorleti consentirebbe: (i) un miglioramento generale delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno, che risulta pertanto salvaguardato da fenomeni di erosione; (ii) un progressivo accumulo di carbonio nel suolo, che assume così una funzione di immagazzinamento del carbonio (*carbon sink*). Il compost infine, migliorando la fertilità del terreno, può essere impiegato per integrare o sostituire in misura variabile la concimazione chimica, la cui riduzione può avere importanti riflessi sia ambientali sia economici.

Il tegumento di mandorla può rappresentare una risorsa per cui sarà studiato l'ottenimento di polvere di tegumento su larga scala stabilendo l'ottimizzazione del processo (discontinuo o continuo) per una PMI. Le tecnologie necessarie per ottenere questo prodotto sono ben consolidate, tuttavia una problematica potenzialmente connessa al passaggio ad una fase di produzione su larga scala è quella legata alla tempistica del processo di essiccamento di grandi quantitativi di materiale; ciò dovrà avvenire prima dell'inizio di indesiderati processi di degradazione biologica. Un monitoraggio continuo sarà assicurato.

Descrizione delle attività

O.R.2-A.1 – Set up su scala industriale del pellet biologico da guscio di mandorla: sarà effettuata mediante macchina pellettatrice in grado di produrre pellet utilizzando matrice organica derivata da guscio di mandorla di composizione e consistenza nota insieme o meno ai residui di potatura del mandorleto. L'attività sarà condotta con macchina specificamente destinata al *set up* in modo da garantire estrusioni di dimensioni diverse per un pellet da destinare alla combustione domestica, con una limitata emissione di CO₂ e di ceneri rispetto al pellet da cippato ligneo. Il continuo monitoraggio dei gusci in fase di conservazione deve garantire il mantenimento di una costante umidità poiché l'efficienza di estrusione è sensibilmente vincolata dal contenuto idrico della matrice che non deve mai essere superiore al 10-12 %. La valutazione del contenuto in ceneri e dell'eventuale presenza di microelementi ne definirà la qualità così come la *shelf-life* in stoccaggio per un periodo variabile compreso tra 30 e 120 giorni. Il continuo campionamento del materiale durante lo stoccaggio permetterà di definire schede tecniche per ciascuna tipologia di prodotto con efficienze calorifiche differenti e con destinazioni variabili tra la combustione domestica ed industriale.

O.R.2-A.2 – Produzione su scala industriale di compost biologico: sarà effettuata mediante l’allestimento dei cumuli statici (di almeno 10 m³) impiegando i sottoprodotti della lavorazione della mandorlicoltura, i residui erbacei verdi e letame in relazione alle migliori proporzioni volumetriche stabilite attraverso l’analisi dei risultati ottenuti dalla produzioni su scala pilota (**O.R.1-A.2**). Il compost ottenuto, verrà distribuito nei mandorleti ubicati nelle zone circostanti. Una proporzione variabile tra il 10-25% del volume del cumulo, rappresenterà il pre-inoculo (tecnicamente definito “*ped de cuve*”) ovvero l’inoculo, ricco in microorganismi già attivi, per l’avvio di una successiva fase attiva di compostaggio. Per verificare la possibilità di utilizzo in campo agronomico del compost verranno determinati tutti i parametri chimico-fisici richiesti dalla legislazione vigente (rapporto carbonio/azoto, contenuto in carbonio organico, azoto totale, ceneri, macro- e micro-elementi, e metalli pesanti). Durante il processo di compostaggio, a carenza settimanale saranno prelevati campioni della massa al fine di monitorare le popolazioni microbiche (bioattivi, patogeni e fitopatogeni) attraverso conta microbiologica da effettuarsi su terreni universali e selettivi al fine di determinare l’idoneità all’impiego agronomico del prodotto finito.

O.R.2-A.3 – Set up su scala industriale di sabbie, granulati vegetali e premiscelati per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari

A.3.1- *messa a punto di miscele a matrice variabile di origine naturale (calce, gesso, terra cruda, terra cotta, etc.) e aggregato da guscio di mandorla (a diversa granulometria) anche in mix con altri aggregati (es. polpa di cellulosa, fibre vegetali, fibre animali, etc.).* Sperimentazione di premiscelati che, impastati con acqua direttamente nel cantiere edile, consentono la realizzazione di malte e conglomerati di pronto impiego, così come la realizzazione di conglomerati specifici per la realizzazione di pannelli ed altri componenti tecnici. Saranno sperimentati gli incrementi prestazionali con l’aggiunta di dosi di altri aggregati di origine naturale, vegetale e animale, e con l’individuazione delle matrici leganti più performanti.

A.3.2- *realizzazione di campionature di premiscelati da utilizzare in cantiere dopo semplice impasto con acqua.* Successivamente saranno realizzate campionature di miscele e prove di posa in opera orientate alla commercializzazione e alla diffusione su larga scala della gamma di prodotti nell’ambito della produzione bioedile.

O.R.2-A.4 – Produzione su scala industriale di polvere del tegumento di mandorle utilizzato come fortificante nutraceutico per la produzione di prodotti da forno

Il tegumento umido, ottenuto dal processo di pelatura, verrà essiccato con essiccatori industriali ad aria calda su larga scala fino a completa essiccazione monitorando il grado di umidità. Successivamente il prodotto verrà trasferito ad un mulino rotante di dimensioni opportune a trattare decine di chilogrammi di materiale. La polvere sarà conservata in sacchetti sottovuoto.

Risorse Umane da impiegare: per la realizzazione dell’O.R.2 sarà impiegato del personale strutturato (Operai) per un complessivo impegno orario di 3.150 ore nei 36 mesi di durata del progetto.

Tutte le attività svolte presso l’Impresa Bongiovanni srl saranno svolte dal personale aziendale (compreso quello che sarà assunto allo scopo) ma prevedono la contestuale presenza di ricercatori e personale dell’Università di Palermo, nelle diverse fasi allo scopo di operare un coordinamento scientifico di elevato profilo nella fase operativa di sviluppo dei protocolli di ricerca finalizzati al raggiungimento degli obiettivi corrispondenti ai prodotti innovativi da realizzare.

L’Università di Palermo, quindi, si assume la responsabilità scientifica di coordinare le attività nei processi di sviluppo dei due obiettivi realizzativi in argomento.

Risultati specifici delle attività previste per il raggiungimento dell’obiettivo stesso

Le attività di sviluppo sperimentale condotte nell’O.R.2 consentiranno di ottenere i seguenti risultati specifici:

- la produzione di pellet biologico, certificabile, da utilizzare nella combustione domestica e nella piccola scala industriale rappresenta una delle più significative modalità di riutilizzo dello scarto da lavorazione mandorlicola in ottica di economia circolare secondo quanto previsto dalla vigente normativa europea e dalla strategia nazionale sulla bioeconomia
- la produzione di compost biologico, utilizzato come ammendante, si inserisce perfettamente nel contesto di una mandorlicoltura sostenibile che rispetta e utilizza in modo intelligente i prodotti di scarto della stessa filiera;
- la produzione di premiscelati pronti all’uso per malte da cantiere edile con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali varie;
- produzione su larga scala di polvere di tegumento come possibile integratore alimentare.

Le attrezzature disponibili presso l’Impresa Bongiovanni sono quelle che fanno riferimento all’impianto di lavorazione delle mandorle, oltre a tutti gli impianti per lo stoccaggio e per la movimentazione della materia prima e del prodotto finale. Nel dettaglio, la dotazione, a servizio delle attività progettuali, prevede tramogge, elevatori a

tazze, pulitrici con elettrocalamite, silos di stoccaggio, crivellatrici, sgusciatrici automatiche, forni ventilati di asciugatura, sistemi di bollitura e di scottatura, sistemi di trasporto tegumento, sistemi di raffreddamento a temperatura ambiente, bruciatori di forno Riello, silos con bilancia confezionatrice, sistemi di affettatura, macchina della produzione di farina di mandorle, cilindri di calibrazione.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.3: *Setup operativo ad alto profilo biotecnologico per la realizzazione di prodotti da forno nutraceutici e sistemi di packaging innovativi e sostenibili.*

Soggetto proponente: Ori di Sicilia s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

Problemi progettuali da affrontare e le soluzioni tecnologiche proposte

Il seme della mandorla è racchiuso in un rivestimento esterno, chiamato tegumento, avente una duplice funzione: (i) protezione della mandorla dall'ossidazione; (ii) protezione dalla contaminazione microbica. La mandorla nel settore agroalimentare, viene utilizzata prevalentemente senza il tegumento esterno, il quale viene allontanato mediante un processo noto come sbiancamento. La destinazione principale la produzione di prodotti da forno (pane, snack e cereali) e soprattutto articoli di pasticceria (pasta di mandorle, biscotti, ecc). Il tegumento delle mandorle rappresenta un sottoprodotto dell'agricoltura, il quale dopo macinazione viene utilizzato dalle industrie mangimistiche per l'alimentazione animale. Il tegumento rappresenta circa il 4% del frutto della mandorla ed è una sorgente di composti fenolici. Studi recenti hanno dimostrato la presenza di composti potenzialmente benefici per la salute umana, aprendo, quindi, nuove possibilità di attribuire alla mandorla un maggiore valore nutrizionale. In particolare, i polifenoli più rappresentativi sono i triterpenoidi: acido betulinico, acido oleanoico e acido ursolico. Ulteriori studi hanno inoltre permesso di identificare quattro differenti flavonoidi glicosilati: isorhamnetina rutinoside, isorhamnetina glucoside, kaempferolo rutinoside e kaempferolo glucoside. Altri ricercatori hanno indagato sulla composizione del tegumento della mandorla arrivando alla conclusione che il contenuto di composti fenolici antiossidanti rappresenta circa il 38-57% della percentuale totale della mandorla intera. In questa ottica, l'ipotesi che alcuni alimenti e/o componenti alimentari abbiano effetti benefici, fisiologici e psicologici che vanno oltre l'apporto dei nutrienti di base, rappresenta il concetto di alimentazione "positiva" od "ottimale" che per la moderna scienza dell'alimentazione va oltre i concetti classici. L'identificazione dei componenti alimentari biologicamente attivi e potenzialmente in grado di ottimizzare il benessere fisico e/o mentale consentirebbe di ridurre anche il rischio di contrarre malattie. Oltre a questi però oggi, si stanno sviluppando nuovi alimenti che rafforzano o incorporano tali benefici grazie all'inserimento nei cibi di componenti utili per i loro effetti positivi sulla salute o per i favorevoli effetti fisiologici.

L'interesse nello sviluppo di cibi funzionali è prospero ed è spinto a gran forza dal potenziale mercato per i cibi destinati a migliorare la salute e il benessere dei consumatori. Un alimento può essere definito funzionale se, al di là delle proprietà nutrizionali, è scientificamente dimostrata la sua capacità di influire positivamente su una o più funzioni fisiologiche contribuendo a migliorare o preservare lo stato di salute e di benessere e/o ridurre il rischio di insorgenza delle malattie correlate al regime alimentare. In quest'ottica potrebbe essere possibile accrescere maggiormente le proprietà benefiche dei cibi, attraverso l'introduzione di composti fenolici. Di fatto, recentemente, l'industria alimentare sta indirizzando la propria attività attraverso la produzione di preparati alimentari ricchi in polifenoli al fine di valorizzare ulteriormente il prodotto alimentare. In questo contesto, i biofenoli rappresentano per le industrie alimentari delle sostanze interessanti poiché svolgono il duplice ruolo: nutrizionale e farmaceutico. I prodotti alimentari nutraceutici rivestono particolare interesse al giorno d'oggi, poiché contengono una elevata quantità di antiossidanti che svolgono l'importante funzione nel consumatore di "tutela della salute". Attraverso reazioni ossidative, il metabolismo umano produce una serie di radicali liberi che deve essere controbilanciata da una serie di molecole che vengono definite "antiossidanti". Il ruolo salutistico che queste sostanze assumono è visto positivamente dai consumatori poiché aiutano a prevenire alcune forme tumorali. Alla luce di queste ricerche e considerando le attuali tendenze del mercato alimentare, nuovi prodotti contenenti tali molecole sarebbero apprezzati da una vasta fetta di consumatori. Nello specifico, prodotti alimentari fortificati ovvero prodotti alimentari tradizionali ai quali vengono aggiunte molecole ad attività protettiva rappresenterebbero una soluzione innovativa e redditizia per le aziende agroalimentari nell'ottica di una visione salutistica del prodotto finale.

L'Azienda Ori di Sicilia s.r.l. ha l'obiettivo di sviluppare e validare i protocolli produttivi per la realizzazione di prodotti da forno fortificati ad elevato valore nutraceutico e polifunzionale. Allo scopo, si cercherà di utilizzare la polvere di tegumento di mandorle, ricca in polifenoli per realizzare pani fortificati e l'"antica treccina siciliana" modificando opportunamente i protocolli esistenti al fine di creare nuove linee produttive per mercati nazionali ed internazionali.

Descrizione delle attività

O.R.3-A.1 – Attitudine della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di pani fortificati

A.1.1 -sviluppo di protocolli di preparazione dei singoli ceppi e messa a punto delle miscele ottimali per ciascuna produzione lievitata: al fine di ridurre il tempo di latenza che intercorre tra l'aggiunta dello starter batterico e l'inizio della fase fermentativa (acidificazione dell'impasto) verranno valutate diverse strategie per la propagazione dei singoli ceppi. A tal proposito verrà messo a punto un protocollo di preparazione degli estratti dalle farine ad uso di propagazione

e coltivazione dei ceppi per esaltare le performance dei ceppi e ridurre i tempi di fermentazione. In funzione delle performance individuali, i ceppi saranno miscelati al fine di ottenere le migliori caratteristiche organolettiche e sensoriali per i pani fortificati.

A.1.2 – mantenimento delle proprietà fisiche dell’impasto: attraverso lo studio della reologia degli impasti si determinerà l’influenza dell’aggiunta della polvere di tegumento delle mandorle a diverse dosi sull’impasto. In particolare saranno valutati i seguenti parametri: la tenacità, l’estensibilità, l’elasticità, la viscosità e l’adesività. I risultati ottenuti saranno confrontati con gli impasti controllo prodotti con il protocollo tradizionale e verrà verificata l’influenza della polvere di tegumento sulle proprietà reologiche degli impasti fortificati.

A.1.3 – analisi sensoriale dei pani fortificati: dopo cottura, i pani fortificati saranno sottoposti ad analisi sensoriale secondo le linee guida della normativa ISO5527-2015. Allo scopo, verranno valutati i seguenti parametri: colore e spessore della crosta, colore della mollica, porosità, alveolatura, uniformità dell’alveolatura, odore, intensità dell’aroma, persistenza al gusto e adesività. L’analisi delle proprietà organolettiche inoltre prevedrà la valutazione del gusto amaro del prodotto finale, al fine di determinare la giusta % di tegumento di mandorle che non risulti sgradevole al palato.

O.R.3-A.2 – Idoneità della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

A.2.1 – sviluppo di protocolli per la produzione di madre acida attraverso ceppi starter (batteri lattici) ad elevate performance tecnologiche: in questa fase verranno utilizzati dei ceppi di batteri lattici con elevate performance tecnologiche in grado di resistere alla presenza di elevati contenuti in zuccheri (osmofili). L’inoculo dei microrganismi consentirà di ottenere una madre acida che verrà utilizzata per la produzione della “treccina siciliana”. Allo scopo verranno utilizzati diversi ceppi starter in combinazione differente al fine di determinare la migliore miscela multi-starter da impiegare su scala pilota.

A.2.2 – mantenimento delle proprietà fisiche dell’impasto: lo studio reologico degli impasti permetterà di valutare l’influenza a differenti dosi, della polvere di tegumento delle mandorle sull’impasto. Attraverso la valutazione dei seguenti parametri: la tenacità, l’estensibilità, l’elasticità, la viscosità e l’adesività sarà possibile stabilire l’opportuna dose di polvere di tegumento di mandorle da utilizzare per evitare alterazioni delle proprietà reologiche degli impasti relativi alla produzione dell’antica “treccina siciliana”.

A.2.3 – analisi sensoriale: sarà sviluppata secondo protocolli consolidati presso il laboratorio internazionale di analisi sensoriale dell’Università degli Studi di Scienze Gastronomiche che, oltre a sviluppare una puntuale valutazione del singolo prodotto innovativo derivante dalla fase di ricerca industriale, fornirà elementi oggettivi volti ad individuare le azioni da porre in essere per il miglioramento qualitativo dal punto di vista dell’equilibrio gustativo del prodotto finale.

O.R.3-A.3 – Packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche progettato con specifico design sistemico

I processi innovativi che possono nascere dal connubio design/mandorla, per preparare, distribuire, conservare e consumare in modo nuovo la mandorla, puntano su linee di prodotti da forno, energetici/salutari con proprietà nutraceutiche. Per valorizzare e sviluppare nei nuovi prodotti la mandorla si userà l’approccio del food design per definire un nuovo equilibrio tra cultura e territorio, del design sistemico e sostenibile e del design della valorizzazione delle risorse territoriali, attraverso l’interazione delle aziende partner. Inoltre, per definire in un’ottica sistemica e sostenibile tutti i fattori che contribuiscono al processo di produzione è opportuno analizzare ogni fase della produzione delle mandorle, attraverso l’analisi dei suoi aspetti critici, per trasformarli in nuove opportunità per uno sviluppo territoriale

Risorse Umane da impiegare: per la realizzazione dell’O.R.3 sarà impiegato del personale strutturato (Operai) per un complessivo impegno orario di 3.520 ore nei 36 mesi di durata del progetto.

Tutte le attività svolte presso l’Impresa Ori di Sicilia srl saranno svolte dal personale aziendale (compreso quello che sarà assunto allo scopo) ma prevedono la contestuale presenza di ricercatori e personale dell’Università di Palermo, nelle diverse fasi allo scopo di operare un coordinamento scientifico di elevato profilo nella fase operativa di sviluppo dei protocolli di ricerca finalizzati al raggiungimento degli obiettivi corrispondenti ai prodotti innovativi da realizzare.

L’Università di Palermo, quindi, si assume la responsabilità scientifica di coordinare le attività nei processi di sviluppo dei due obiettivi realizzativi in argomento.

Risultati specifici delle attività previste per il raggiungimento dell’obiettivo stesso

Le attività di sviluppo industriale condotte nell’O.R.3 consentiranno di ottenere i seguenti risultati specifici:

- produzione di pani fortificati su scala pilota con una dose di polvere di tegumento di mandorle ricca in polifenoli tale da non compromettere l’aspetto organolettico del prodotto finale e non modificare le proprietà reologiche dell’impasto;
- validazione del protocollo di produzione dei prodotti da forno dolci “treccina siciliana” arricchita in polifenoli.
- analisi della *Life Cycle Design* su scala aziendale per i sistemi di confezionamento ordinari.
- realizzazione di packaging sostenibili per i nuovi prodotti da forno con specifico riferimento alla shelf-life

Successivamente alla fase di sviluppo di ciascun nuovo prodotto, sarà condotta un'analisi sensoriale (Panel Test) mediante un gruppo di assaggiatori, previo "addestramento" specifico. Nel presente progetto si prevede di sviluppare una valutazione degli attributi sensoriali dei pani e delle treccine seguendo le indicazioni delle norme ISO 6658. A tal proposito si predisporrà un panel di assaggiatori composto da almeno 20 giudici di età diversa a partire dai 18 anni e composto per metà da donne. Ai giudici sarà richiesto di valutare 20 descrittori scelti tra quelli indicati da Comendador et al., Rodrigues et al. e Martins et al. che includono il colore e lo spessore della crosta, il colore, la porosità, l'alveolatura e l'uniformità degli alveoli della mollica, l'intensità degli odori, l'odore di pane e gli odori sgradevoli, l'intensità degli aromi, l'aroma di pane e gli aromi sgradevoli, il sentore di salato, acido, astringente, amaro, la persistenza del gusto, l'adesività in bocca, la croccantezza e il giudizio globale. La valutazione sarà effettuata mediante una scala lineare ancorata a sinistra sulla bassa qualità e a destra con l'alta qualità. I risultati edonistici saranno convertiti in distanza dal margine sinistro e utilizzati per stabilire il livello di ciascun sentore e l'apprezzamento generale dei prodotti.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.4: *Produzione su scala industriale di prodotti da forno fortificati con matrici polifenoliche e sistemi sostenibili di packaging innovativi.*

Soggetto proponente: Ori di Sicilia s.r.l.

Tipologia Obiettivo: Sviluppo Sperimentale

Problemi progettuali da affrontare e le soluzioni tecnologiche proposte

L'applicazione dei protocolli sperimentali su volumi significativi di materia prima ed intermedi caratterizzati da elevata variabilità, può rappresentare la problematica principale da affrontare in termini progettuali, sia nella fase di realizzazione dei prototipi che simulano le condizioni reali di commercializzazione che per la produzione di prodotti da forno nutraceutici con protocolli innovativi. Anche i fattori puramente chimico-biologici, quali gli starter microbici selezionati e i composti naturali da applicare tanto in campo quanto nelle aziende dovranno essere valutati in relazione alla composizione variabile della materia prima raccolta su volumi industriali.

Descrizione delle attività

O.R.4-A.1 – Utilizzo della polvere di tegumento di mandorle su scala industriale per la produzione di pani fortificati

A.1.1 – inoculo dell'impasto: l'impasto di farina arricchita con la dose ideale di polvere di tegumento di mandorle sarà inoculata con la migliore combinazione di starter che ha permesso di ottenere un eccellente processo di lievitazione. Allo scopo le colture starter che saranno utilizzate sono state propagate in un opportuno mezzo di coltura (estratto di brodo di farina) per aumentare le performance tecnologiche dei ceppi starter e ridurre i tempi di lievitazione dovuti all'adattamento dello starter all'impasto.

A.1.2 – produzione di pane fortificato: i pani fortificati verranno ottenuti attraverso cottura dell'impasto con temperature e tempi stabiliti dall'azienda. In questo caso la produzione su scala industriale prevedrà la produzione di pane fortificato con la migliore combinazione di ceppi starter in grado di ottimizzare al massimo i tempi del processo di lievitazione ed inoltre con la giusta dose di polvere di tegumento di mandorle in grado di assicurare l'inalterabilità del profilo sensoriale del pane e nel contempo assicurare il giusto apporto in polifenoli al fine di considerare il prodotto finale come un alimento funzionale.

O.R.4-A.2 – Uso della polvere di tegumento di mandorle per la produzione a livello industriale di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

A.1.1. – produzione dell'impasto su scala industriale: l'impasto verrà realizzato utilizzando materie prime di elevata qualità (farina, zucchero, uova, burro, ecc..), certificate e tracciate. La massa verrà inoculata con la migliore combinazione di ceppi starter valutata durante le produzioni su scala pilota.

A.1.2 – realizzazione della treccina siciliana funzionale: verrà realizzata attraverso cottura dell'impasto preparato nella precedente attività con la dose ottimale di polvere di tegumento di mandorle in grado di assicurare all'alimento un profilo polifenolico e una capacità antiossidante tale da definirlo come alimento funzionale.

O.R.4-A.3 – Sviluppo su scala industriale di formulazione di packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche

A.2.1 – Validazione del packaging su produzioni industriali di prodotti da forno fortificati: I processi innovativi che possono nascere dal connubio design/mandorla, per preparare, distribuire, conservare e consumare in modo nuovo la mandorla, puntano su linee di prodotti da forno, farine, snack energetici/salutari e panettoni con proprietà nutraceutiche. Per valorizzare e sviluppare nei nuovi prodotti la mandorla si userà l'approccio del food design per definire un nuovo equilibrio tra cultura e territorio, del design sistemico e sostenibile e del design della valorizzazione delle risorse territoriali, attraverso l'interazione delle aziende partner.

A.2.2 – Life Cycle Design (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla; per definire in un'ottica sistemica e sostenibile tutti i fattori che contribuiscono al processo di produzione è opportuno analizzare ogni fase della produzione delle mandorle, attraverso l'analisi dei suoi aspetti critici, per trasformarli in nuove opportunità per uno sviluppo territoriale

Risorse Umane da impiegare: per la realizzazione dell'O.R.4 sarà impiegato del personale strutturato (Operai) per un complessivo impegno orario di 3.335 ore nei 36 mesi di durata del progetto.

Tutte le attività svolte presso l'Impresa Ori di Sicilia srl saranno svolte dal personale aziendale (compreso quello che sarà assunto allo scopo) ma prevedono la contestuale presenza di ricercatori e personale dell'Università di Palermo, nelle diverse fasi allo scopo di operare un coordinamento scientifico di elevato profilo nella fase operativa di sviluppo dei protocolli di ricerca finalizzati al raggiungimento degli obiettivi corrispondenti ai prodotti innovativi da realizzare.

L'Università di Palermo, quindi, si assume la responsabilità scientifica di coordinare le attività nei processi di sviluppo dei due obiettivi realizzativi in argomento.

Risultati specifici delle attività previste per il raggiungimento dell'obiettivo stesso

I risultati specifici delle attività previste permetteranno di ottenere:

- pani fortificati e treccina siciliana ottenuti attraverso un protocollo di produzione innovativo che prevede la presenza di polifenoli e antiossidanti nel prodotto finito;
- nuovi packaging compostabili sviluppati per prodotti alimentari innovativi a base di mandorla, con interventi sull'intera filiera dalla produzione alla vendita

L'Impresa ha in dotazione tutte le attrezzature per la produzione da forno ivi comprese tutte le strutture e le macchine per la movimentazione e la gestione delle materie prime e dei prodotti finali fino al confezionamento. In dettaglio, l'azienda dispone di: impastatrice, spezzatrice, arrotondatrice, filonatore, cella di puntamento, forno, abbattitore, cella frigorifera, carrelli, teglie.

Titolo Obiettivo Realizzativo O.R.5: *Innovazioni bio-based nella filiera della mandorla e dei prodotti da forno.*

Soggetto proponente: Università degli Studi di Palermo

Tipologia Obiettivo: Ricerca Industriale

Problemi progettuali da affrontare e le soluzioni tecnologiche proposte

La rimozione della lignina dai gusci di mandorla costituisce il problema principale per l'ottenimento di materiale lignocellulosico e cellulosa pura. Classicamente viene realizzato con un trattamento basico del materiale, si indagherà la possibilità di effettuare idrolisi enzimatiche permettendo un processo più ecocompatibile. Inoltre il procedimento classico può essere ottimizzato per i gusci di mandorle, utilizzando procedure complementari come gli ultrasuoni (US) per migliorare tempi ed efficienza della degradazione della lignina. L'analisi della composizione del materiale ottenuto può essere effettuata sul campione allo stato solido tramite spettroscopia NMR che può permettere, tramite una specifica tecnica, anche determinazioni quantitative.

L'estrazione dei polifenoli dal tegumento del seme di mandorla richiede l'utilizzo di un solvente compatibile e può essere associata a metodiche basate sull'uso di nuove metodologie come microonde (MW) e US in grado di rendere più efficienti i processi di estrazione.

La frantumazione dei gusci di mandorla presenta delle incognite in merito alla resa granulometrica; un'eccessiva frantumazione e presenza di polveri renderebbe il prodotto di bassa efficienza per gli obiettivi da raggiungere. La stagionatura del guscio e la disidratazione ad alta temperatura potrebbe rendere il materiale meno friabile.

Il mix con altri tipi di cariche naturali può risolvere il problema dell'assortimento granulometrico e permettere di utilizzare tutte le granulometrie ottenute per confezionare premiscelati e materiali più performanti.

L'uso di matrici leganti a base di geomateriali o resine naturali può determinare un modulo di elasticità del materiale non sufficientemente alto. La sperimentazione di armatura dei componenti con fibre di origine vegetale e l'uso in percentuale di inerti di origine minerale può consentire la messa a punto di biocompositi con caratteristiche prestazionali di livello decisamente superiore che non escluda l'uso strutturale.

Descrizione delle attività

O.R.5-A.1 – Ottenimento del materiale lignocellulosico e da cellulosa dai gusci di mandorla

A.1.1- valutazione del processo di frantumazione dei gusci in relazione ai processi di estrazione: la granulometria del materiale da estrarre influisce sul processo di estrazione modificando il parametro del rapporto superficie/volume delle particelle. Si frantumeranno i gusci in particelle di dimensioni variabili fino alla polverizzazione utilizzando un mulino a rotore disponibile presso i laboratori di Unipa.

A.1.2- ottimizzazione del processo di estrazione della cellulosa: l'ottenimento di cellulosa richiede la separazione dagli altri componenti mediante un pretrattamento dei gusci con acido diluito, per la rimozione dell'emicellulosa, poi un'idrolisi basica a ca. 80 °C per la degradazione della lignina, infine *bleaching* con ipoclorito o perossido di idrogeno. Si valuteranno la durata e la temperatura del trattamento in base agli output dell'attività A.1.3; si valuterà anche la possibilità di impiego di US e MW per migliorare l'efficienza del processo.

A.1.3- caratterizzazione del materiale ottenuto e valutazione delle sue proprietà chimico-fisiche: la composizione del materiale lignocellulosico ottenuto verrà effettuata sul campione tal quale tramite analisi ¹³C MAS NMR che può dare

informazioni quantitative tramite la tecnica VTC (variable time contact). Si procederà anche con la caratterizzazione microscopica del materiale tramite SEM e misure reologiche. A tale scopo si utilizzeranno anche strumenti in dotazione ad ATeN center (Università di Palermo).

O.R.5-A.2 – Estrazione di metaboliti dal tegumento del seme di mandorla

A.2.1- disidratazione dei tegumenti: l'eliminazione di acqua presente nei tegumenti, accentuata dal processo di spelatura effettuato per scottatura, è un fattore chiave per l'efficienza del processo estrattivo soprattutto dei polifenoli presenti in forma glicosidica. Il materiale verrà disidratato tramite tecnica freeze-drying utilizzando un apparecchio in dotazione presso Unipa.

A.2.2- estrazione con solventi apolari per l'ottenimento di una frazione lipidica: il materiale lipidico (trigliceridi, steroli, cere, carotenoidi, acidi grassi polinsaturi etc.) verrà estratto dai tegumenti tramite estrazione esaustiva utilizzando un estrattore soxhlet automatizzato in dotazione all'unità STEBICEF. Si utilizzeranno solventi compatibili con matrici elementari quale esano e si applicheranno tecniche di ausilio all'estrazione (ultrasuoni) per migliorare le performances.

A.2.3- estrazione con solventi polare per l'ottenimento di una frazione polifenolica: la frazione polare (flavonoidi, antocianidine, acidi polifenolici etc.) verrà estratto dai tegumenti tramite metodologia soxhlet utilizzando etanolo come solvente. Si applicherà un ulteriore processo di liofilizzazione per l'essiccazione dell'estratto allontanando l'acqua presente nel solvente.

A.2.4- analisi della composizione chimica degli estratti e standardizzazione degli estratti, valutazione della stabilità termica e degradativa: la composizione chimica degli estratti verrà accertata mediante analisi HPLC-ESI-MS-QTOF e spettroscopia 1D e 2D NMR. Inoltre, quando necessario, si procederà ad una purificazione cromatografica (MPLC e HPLC preparativo) dell'estratto per isolare i metaboliti ed identificarli in maniera inequivoca tramite HRMS e NMR. La conoscenza del profilo metabolico degli estratti è un requisito necessario per evidenziarne le proprietà salutistiche e per la sicurezza alimentare. Si valuterà anche la loro stabilità termica e degradativa sottoponendoli alle condizioni termiche di cottura e di pH a cui viene sottoposto un impasto per valutarne l'utilizzo come additivi per farine alimentari.

A.2.5- valutazione dell'attività antiossidante ed antimicrobica degli estratti: gli estratti, soprattutto la frazione polifenolica, verranno testati per la loro capacità antiossidante tramite test spettrofotometrici ad esempio il test DPPH (radicale difenilpicrilidrazile). Di facile utilizzo; viene solitamente usato per testare la capacità di alcuni composti di agire come *scavengers* di radicali liberi per valutarne il valore nutraceutico. Inoltre la loro attività antimicrobica nei confronti dei più comuni batteri e funghi verrà testata per valutarne il loro possibile impiego come conservanti alimentari naturali.

O.R.5-A.3 – Procedure di supporto aziendale per l'ottenimento di materie “prime-seconde” da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti.

A.3.1- produzione, selezione e campionatura di sabbie e granulati da gusci di mandorle: attraverso la selezione e campionatura di sabbie e granulati ottenuti dal guscio di mandorle sarà possibile tarare il “mix design” utile alla ricetta di granulati e premiscelati da realizzare e sperimentare in laboratorio per applicazioni costruttive di varia natura.

A.3.2- identificazione di materiali biocompositi e premiscelati di origine naturale con prodotti da guscio: studio delle performance degli smart materials e dei materiali bio-based già sul mercato, attraverso stato dell'arte e verifica delle problematiche aperte, per mettere a punto premiscelati e biocompositi a prestazioni incrementate per l'utilizzo nei sistemi costruttivi.

A.3.3- confezionamento di provini a base di miscele a matrice variabile di origine naturale e da processi a basso impatto ambientale (calce, gesso, terra cruda, terra cotta, ...) e aggregato da guscio di mandorla (a diversa granulometria) anche in mix con altri aggregati (es. polpa di cellulosa, fibre vegetali, fibre animali, ecc.): si identificheranno biocompositi che sfruttino totalmente o almeno in parte il guscio delle mandorle, associandolo ad altre fibre vegetali come le fibre di lino, canapa, bambù, iuta, lana di pecora, ecc. al fine di confezionare premiscelati da testare rispetto a parametri quali la coibenza termo-acustica, la resistenza meccanica, le proprietà igrometriche, la durabilità, etc.

A.3.4- realizzazione di prototipi di componenti e semilavorati ottenuti con conglomerato a getto in casseri: realizzazione di prototipi di componenti edilizi semplici e di semilavorati da utilizzare nella costruzione nell'ambito strutturale e delle finiture, esplorando anche le possibilità di utilizzo nel recupero edilizio e nella ristrutturazione leggera.

A.3.5- prove di laboratorio (resistenza, durabilità, densità, conducibilità termica, ecc.) dei provini e dei prototipi: i prototipi di componenti e semilavorati ottenuti durante l'O.R.5_C.4 saranno sottoposti, secondo i protocolli normativi vigenti, a prove di verifica delle caratteristiche prestazionali. In particolare sarà possibile svolgere presso il Laboratorio di Edilizia del DARCH le prove relative a stabilire i livelli prestazionali relativi alla resistenza meccanica, durabilità, densità e conducibilità termica. Per ulteriori accertamenti si farà riferimento ad altre strutture di Ateneo ed esterne (Athen Center, Laboratori esterni, ecc.)

A.3.6- verifica di congruità ai protocolli per la certificazione volontaria dei prodotti: La verifica delle congruità delle prove ai protocolli per la certificazione sarà svolta presso il Laboratorio di Edilizia che dispone di alcune delle attrezzature necessarie, secondo quanto già svolto durante l'O.R.5. La certificazione sarà attribuita ad Enti certificatori esterni.

O.R.5-A.4 – Innovazione di sistema per produzione di pellet biologico ad elevato valore energetico da guscio di mandorle.

A.4.1- selezione e campionatura di matrice organica da guscio per l'ottenimento di pellet biologico: caratterizzazione biochimica e compositiva del guscio di mandorla da destinare alla produzione di campionature di laboratorio di pellet con diversa matrice attraverso mini-estrusore da banco. Il pellet sarà realizzato con matrici a granulometria differenziata, con gusci di consistenza differenziata e, pertanto, con contenuto lignocellulosico variabile e sperimentalmente validato.

A.4.2- prove di laboratorio per la resistenza, il potere calorifico e la shelf life di pellet biologico con diversa matrice organica: attraverso un piano sperimentale opportunamente predisposto si metterà a punto la qualità del pellet prodotto ai fini dell'uso domestico ed industriale. I test di preparazione della matrice organica prevedono anche una loro caratterizzazione sul piano biochimico poiché la quantità di lignina presente rappresenta la porzione più coinvolta nella pellettizzazione. Le caratteristiche prevalenti prese in esame saranno le dimensioni, il contenuto idrico, le ceneri prodotte, la durabilità meccanica, il contenuto di particelle fini e la massa volumica sterica per finire con il potere calorifico netto. Il continuo monitoraggio del pellet ottenuto, con caratteristiche compositive note, permetterà la sua definizione in shelf-life.

A.4.3- verifica di congruità ai protocolli per la certificazione volontaria dei prodotti: dal pellet prodotto con caratteristiche note e differenziate, si procederà alla redazione di schede tecniche su base scientifica in modo da poterle sottoporre a sistemi di certificazione UE per il regime biologico, novità assoluta senza alcun esempio a livello internazionale per questo prodotto. Si tratta di certificazioni volontarie; in Italia si fa riferimento alla certificazione ENplus che dal 2012 ha sostituito quella Pellet Gold. Questi e altri marchi sono nati in seguito all'introduzione nel 2011 della norma UNI EN 14961-2, che definisce specifiche classi di qualità per il pellet per uso domestico e, comunque, non industriale. In tal senso si tratta di norme tecniche UNI EN che riguardano i procedimenti delle analisi da eseguire sul pellet per poterlo poi classificare debitamente secondo i parametri dati dalla UNI EN 14961-1, ed eventualmente certificarlo secondo la UNI EN 14961-2.

O.R.5-A.5 – Ottimizzazione del processo di produzione di compost biologico

A.5.1- realizzazione di mini-compost in laboratorio: piccoli cumuli di circa 0,5 m³ con differenti rapporti volumetrici dei sottoprodotti della filiera mandorlicola saranno inoculati con differenti miscele di bioattivi selezionati (batteri e funghi cellulolitici) e conservati presso la ceppoteca del Dip. SAAF, per monitorare l'attività cellulolitica dei microrganismi in *semi vitro*;

A.5.2- monitoraggio delle caratteristiche microbiologiche e chimico-fisiche dei compost: i campioni prelevati a tempi differenti presso i cumuli realizzati presso l'azienda Bongiovanni s.r.l. saranno sottoposti ad analisi microbiologiche e chimico-fisiche presso i laboratori del Dip. SAAF. Opportune diluizioni di un campione saranno analizzate per determinare i seguenti parametri microbiologici: i) coliformi totali; ii) coliformi fecali; iii) *Escherichia coli*; iv) streptococchi fecali; v) *Salmonella*; vi) clostridi solforiduttori; vii) protozoi patogeni; viii) uova di elminti. La stabilità biologica è intesa come la misura del grado di decomposizione della sostanza organica facilmente biodegradabile contenuta in una matrice. I parametri che verranno presi in considerazione al fine di valutare la stabilità biologica del processo riguarderanno la quantificazione analitica di: i) indice di respirazione, indice di respirazione dinamico e potenziale (IRDP e IRDR); ii) indice OMEI (Organic Matter Evolution Index); iii) azoto ammoniacale; iii) evoluzione della temperatura, in particolare, nella fase termofila verrà accertata la permanenza della temperatura ad almeno 55 °C per un tempo non inferiore a 3 giorni.

Allo scopo di verificare l'idoneità del compost prodotto all'utilizzo agronomico verrà accertata l'assenza di fitotossicità attraverso test di germinazione di semi di *Lepidium sativum*. Verranno inoltre valutati altri parametri come: i) grado di umificazione; ii) assenza di sostanze maleodoranti; monitoraggio di caduta della temperatura; iii) valutazione dell'accrescimento e della fruttificazione di *Chaetomium gracile*; iv) assenza di metalli pesanti; v) assenza di idrocarburi policiclici aromatici e policlorobifenili.

Al termine del processo produttivo il compost deve rispondere alle caratteristiche agronomiche indicate nella normativa vigente (umidità, sostanza organica, sostanza umificata, rapporto C/N, azoto totale, P₂O₅, K₂O) e rispettare i valori limite di accettabilità ai fini della tutela ambientale (semi infestanti, pH e metalli pesanti). Di conseguenza analisi chimico-fisiche verranno condotte per determinare analiticamente tutti i parametri precedentemente riportati.

O.R.5-A.6 – Innovazione per produzione di prodotti da forno nutraceutici (polifenoli e antiossidanti) e ad elevata shelf-life (starter microbici).

A.6.1- selezione di batteri lattici per la realizzazione di madre acide: ceppi di batteri lattici dalle comprovate performance tecnologiche, conservati presso la ceppoteca del Dip. SAAF, saranno sottoposti a test di resistenza ai principali polifenoli contenuti nel tegumento della mandorla. I ceppi tolleranti saranno impiegati come starter per la realizzazione dei prodotti da forno nutraceutici. Inoltre, i ceppi starter impiegati per la produzione dei prodotti da forno dolci (treccina siciliana) saranno ulteriormente sottoposti a screening per validare l'idoneità all'impiego delle colture in ambienti caratterizzati da una forte pressione osmotica causata dalla presenza di elevate concentrazioni di zucchero.

A.6.2- valutazione delle performance tecnologiche dei batteri lattici in panificazioni su scala pilota: i ceppi starter resistenti ai polifenoli saranno valutati in purezza o in co-coltura per la produzione di un inoculo multistarter, per lo sviluppo di colture che siano in grado di aumentare la qualità sensoriale (colture aromatiche) e nutraceutica (colture probiotiche) nonché la sicurezza del prodotto finito al fine di aumentare la shelf-life del prodotto finale.

A.6.3- valutazione delle performance tecnologiche dei batteri lattici per la produzione della treccina siciliana su scala pilota: i ceppi starter resistenti ai polifenoli e capaci di crescere in ambienti osmofili, saranno valutati in purezza o in co-

coltura per la produzione di un inoculo multistarter, per lo sviluppo di colture che siano in grado di aumentare le caratteristiche organolettiche e sensoriali del prodotto finale.

A.6.4- isolamento e riconoscimento dei ceppi dominanti durante il processo di lievitazione: per tutti i prodotti lievitati saranno seguite le popolazioni dominanti durante la fase di lievitazione. Al fine di avere l'assoluta certezza della vitalità dei ceppi che effettuano la fermentazione, i ceppi saranno isolati sui terreni microbiologici specifici e analizzati mediante approccio genomico che prevede il confronto dei profili polimorfici degli isolati dominanti con quelli dei ceppi in forma pura.

A.6.5 – caratteristiche funzionali dei pani fortificati: sarà rivolta alla quantificazione del profilo fenolico dell'impasto e della attività antiossidante dei pani fortificati. Allo scopo, attraverso la gascromatografia-spettrometria di massa (GC/MS) saranno identificati i composti confrontando i diversi tempi di ritenzione con i composti reali e i dati spettrali ottenuti. L'attività antiossidante invece sarà valutata attraverso la determinazione dei seguenti parametri: (i) contenuto in fenoli totali (TPC); (ii) contenuto in flavonoidi totali (TFC); (iii) determinazione del potere antiossidante di riduzione ferrica (FRAP); (iv) determinazione dell'attività antiossidante lipofila mediante metodo ABTS; (v) determinazione dell'attività antiossidante lipofila mediante metodo DPPH.

O.R.5-A.7 – Innovazione di Packaging e design compostabile per confezionamento di prodotti da forno nutraceutici e ad elevata shelf-life.

A.7.1- Analisi del Lyfe Cycle Design (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla (pre-produzione, produzione, distribuzione, uso, dismissione); un'attenta valutazione del packaging è stato in passato considerato superflua mentre causa una grande quantità di rifiuti, e determina effetti sulla facilità di conservazione, sulla logistica, sulla comunicazione del prodotto e sul suo consumo. Attraverso l'analisi del *Lyfe Cycle Design* (LCD) che permette di operare un'analisi del ciclo di vita del prodotto e sulle principali linee guida del design sostenibile.

La sperimentazione progettuale proporrà soluzioni innovative e sostenibili di packaging al fine di migliorare, attraverso la ricerca applicata, la conservazione e la distribuzione degli stessi pensando in termini di pre-ciclaggio (evitare la produzione degli scarti a monte) e dematerializzazione. Nell'attuale situazione di emergenza dei rifiuti, questo studio è utile, per eliminare l'usa e getta e supportare una ricerca per un sistema di packaging che associ alla protezione la funzione ambientale attraverso le strategie del design. Nuovi vantaggi che si possono apportare ai nuovi packaging principalmente nella fase di progettazione, riguardano la riduzione del rapporto resistenza/peso e l'eliminazione di colle per facilitare l'operazione di riciclo.

A.7.2- Progettazione di packaging e design compostabile: nell'innovazione di packaging per un prodotto tipico da forno e nutraceutico è fondamentale tenere conto dell'identità e del valore del prodotto in relazione con il territorio. Il packaging per questo specifico prodotto oltre al compito di proteggere e vendere il contenuto, deve raccontare una storia e partecipare alla tutela e valorizzazione della cultura di un territorio. Per la realizzazione di questi packaging si dovrà dare maggiore importanza per trasmettere l'essenza del prodotto contenuto e della sua qualità. In particolare si produrrà un packaging costituito da matrici organiche di produzione territoriale in una stretta ottica di economia circolare. Al contempo il packaging dovrà avere capacità di sostegno alla shelf-life attraverso migliore ventilazione e controllo della temperatura migliorando il confezionamento.

Il nuovo confezionamento deve essere progettato per una capacità di protezione, di conservazione, di trasporto, così come l'impilabilità, i sistemi di apertura, chiusura la capacità di preservare il prodotto dal deterioramento nel tempo o dall'attacco da agenti esterni. A queste caratteristiche si devono aggiungere i requisiti ambientali che sono connessi con i requisiti normativi.

Risorse Umane da impiegare: per la realizzazione dell'O.R.5 sarà impiegato personale strutturato (Docenti Ordinari, Associati e Ricercatore) per un complessivo impegno orario di 10.120 ore nei 36 mesi di durata del progetto. Inoltre per le finalità dell'O.R. 5 saranno assunti ricercatori di elevato profilo professionale per un totale di 27.500 ore per la durata del progetto. Tale personale sarà assunto con procedure di evidenza pubblica secondo il "Regolamento per l'assegnazione di Borse di Studio post-lauream" emanato con D.R. n. 112 del 18/04/2013 e modificato con D.R. n. 190 del 20/01/2015, D.R. 3391 del 10/12/2018 dell'Ateneo di Palermo.

Risultati specifici delle attività previste per il raggiungimento dell'obiettivo stesso

Le attività previste nell' **O.R.5-A.1** permetteranno di ottenere dai gusci di mandorla:

- materiale lignocellulosico, con proprietà differenti a seconda del contenuto cellulosico, da impiegare per la realizzazione di pannelli per di componenti per la bioedilizia;
- cellulosa pura che rappresenta un prodotto commercializzabile, che può essere addizionato a materiali polimerici (filler) per modificare le proprietà di quest'ultimi, con il quale realizzare prodotti per il packaging.

Le attività previste nell' **O.R.5-A.2** permetteranno di ottenere dal tegumento dei semi di mandorla:

- estratto lipidico in cui si doseranno metaboliti dal carattere nutraceutico e salutistico come acidi grassi polinsaturi e carotenoidi, steroli etc. In seguito alla valutazione della composizione chimica e dell'attività biologica, questo estratto potrebbe essere utilizzato come additivo e/o integratore alimentare;
- estratto contenente polifenoli. Dopo valutazione del potere antiossidante ed antimicrobico, questo estratto potrebbe essere utilizzato come additivo e/o integratore alimentare o conservante.

Le attività previste nell' **O.R.5-A.3** permetteranno di ottenere dai gusci di mandorla:

- materiale da impiegare per la realizzazione di premiscelati e conglomerati, e successivamente di pannelli e componenti, per la bioedilizia.

Le attività previste nell' **O.R.5-A.4** permetteranno di ottenere da matrice organica:

- Pellet biologico ad elevato potere calorifico e con innovative proprietà tecnologiche per uso domestico con accresciuta sostenibilità ambientale ed economica.
- Caratterizzare le componenti organiche degli scarti della lavorazione delle mandorle per la definizione di sottoprodotti di elevatissima importanza tecnologica per il consumo ordinario.

Le attività previste nell' **O.R.5-A.5** permetteranno di:

- mettere a punto del compost biologico per uso agronomico;
- utilizzare ceppi di batteri lattici come starter dalle comprovate attitudini tecnologiche resistenti ai principali polifenoli contenuti nel tegumento dei gusci di mandorle.
- determinazione del profilo polifenolico dell'impasto e dell'attività antiossidante dei prodotti da forno.

Le attività previste nell' **O.R.5-A.6** permetteranno:

- analisi dei punti critici della filiera della mandorla in relazione al packaging e alla sostenibilità ambientale
- valorizzazione delle risorse territoriali, mirando al loro recupero e rigenerazione
- nuovi modi di confezionare, distribuire e consumare i nuovi prodotti alimentari a base di mandorla, utilizzando le nuove declinazioni del design (food design, design sostenibile e sistemico)

L'Università di Palermo ha sede amministrativa progettuale presso il Dipartimento di Architettura che assume il coordinamento scientifico. L'Unità di Ricerca, come già specificato nel Piano di Sviluppo, oltre al personale dell'area 'Architettura', prevede il coinvolgimento di docenti e ricercatori dell'area 'Chimica' e dell'area 'Microbiologia agraria'. L'area 'Architettura' dispone di tutte le attrezzature necessarie allo svolgimento delle prove previste nel progetto. In particolare, la fase analitica prevederà l'impiego di Abrasimetro - Mod. 48-D0471 della Controls, Assestatore malte plastiche - Mod. 65-L0012/E della Controls, Attrezzatura per pesata idrostatica della Controls, Attrezzatura per prove di penetrazione acqua - Automax 5 - Mod. 65-L12V2 della Controls, Camera Climatica - Mod. ACS CH1200 SP della Angelantoni, Colorimetro - Mod. CR-410 della Konica-Minolta, Congelatore - Mod. KFE 600 della KW Apparati Scientifici, Dry Corrosion Test Cabinet - Mod. DCTC600 della Angelantoni Mescolatrice AUTOMIX - Mod. 65-L0006-A della Controls, Misuratore di aderenza da 16kN - Mod. 58-C0215/T della Controls, Point load digitale - Mod. 45-D0550/D della Controls, Porosimetro - Mod. 64-C0171 della Controls, Solarbox - Mod. 1500e della Angelantoni, Stufa - Mod. 10-D1390 della Controls, Stufa termostatica - Mod. G-Therm 205 della Orma App. Scientifici, Tavola a scosse - Mod. 63-L0037-E della Controls, Termobilancia elettronica ORMA - Mod. 19-D602/B della Controls, Termocamera - Mod. ThermoCAM B640 della Flir System, Kit Analisi Sali PROTIMETER - Mod. BDL4900. Sono altresì disponibili attrezzature comuni da banco come Bilancia digitale - Mod. 11-D0644/B della Controls, Calibro Digitale, Comparatore digitale con piano millesimale in diabase, Forno elettrico - Mod. MIKRO 2 - Alfa 2 della ITALFORNI, Impianto di demineralizzazione, Microscopio polarizzante - Mod. E400 della Nikon, Misuratore di umidità a carburo - Mod. 19-T0019 della Controls. Per le attività di caratterizzazione chimica sarà utilizzata, di già nella disponibilità dell'Unità di Ricerca, la seguente strumentazione analitica finalizzata alla caratterizzazione chimica di gusci di provenienza aziendale e durezza diversa e dei tegumenti derivanti dalla pelatura delle mandorle: HPLC SHIMADZU AV10 system (DAD and RI), Gas-cromatografi GC-MS SHIMADZU QP2010 e GC-MS TQ AGILENT 7890B, Automated chromatography system BIOTAGE Isolera one, HPLC-ESI-QTOF AGILENT 6540, NMR BRUKER AVANCE 300 MHz e Liofilizzatore SCANVAC

FTIR AGILENT Cary 630. La fase analitica potrà prevedere anche l'impiego di UV-Vis Spectrometer Jasco, Digital Polarimeter JASCO P1010, Polarized Optical Microscope ZEISS, come specificato già nella dotazione dell'Unità di Ricerca.

Tra le strutture dedicate alle attività di ricerca e sviluppo sono presenti anche i laboratori di Microbiologia agraria e Patologia vegetale. Presso tali laboratori sono presenti tutte le strumentazioni di base per lo studio di base inerente all'attività di ricerca nel settore agroalimentare. Presso questi laboratori sono presenti: cappa chimica (Gallenkamp), cappe a flusso laminare (Steril), centrifughe da banco (Beckman e Thermo Scientific), centrifuga refrigerata (Thermo Scientific), ultracentrifughe (Beckman), microscopi ottici a contrasto di fase (Zeiss), microscopio ad epifluorescenza (Zeiss), microscopio a scansione laser (Zeiss), termostati per la crescita di microrganismi (Intercontinental Equipement), pH-metro da banco (Crison), Sonicatore (Texas instruments), Labsystems Multiskan RC 351 (Fisher Scientific), termociclatori per PCR (Applied Biosystems), Real-time PCR (Applied Biosystem), DGGE (Ingeny), Pulsed field gel electrophoresis o PFGE (Bio-Rad), transilluminatore (Invitrogen), Acquisitore di immagini di gel di elettroforesi (Kodak), spettrofotometro CARY 1E Varian (Agilent), liofilizzatore (Edwards Vacuum), congelatore a -80 °C (Streoglass), nonché differenti software di bio-informatica per analisi ed elaborazione dei dati.

7.3. TEMPI DI REALIZZAZIONE

I tempi, espressi in numero di mesi, per ciascuno Obiettivo Realizzativo sono riportati qui di seguito:

24 mesi O.R.1 – Ricerca Industriale
 19 mesi O.R.2 – Sviluppo Sperimentale
 24 mesi O.R.3 – Ricerca Industriale
 20 mesi O.R.4 – Sviluppo Sperimentale
 36 mesi O.R.5 – Ricerca Industriale

La descrizione dettagliata relativa alla distribuzione dei mesi per ciascun Obiettivo Realizzato e in funzione delle singole attività, sia di Ricerca Industriale che di Sviluppo Sperimentale, è riportata graficamente nella sezione “10. Diagramma temporale del progetto”.

8. RISULTATO INTERMEDIO ATTESO DEL PROGETTO

O.R.1-A.1 – Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla

- **indicatore-1:** messa a punto di matrice organica per pellettazione
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie di pellet da differenti matrici e consistenza
- **valore atteso:** >4

O.R.1-A.2 – Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla

- **indicatore-1:** messa a punto di miscele materia prima per compostaggio
- **parametro di misurazione:** numero di miscele con differenti % prodotti di scarto e bioattivatori
- **valore atteso:** >10

O.R.1-A.3 – Aggregati e malte da sabbie e granulati vegetali ottenuti dal guscio di mandorla e da residui vegetali vari

- **indicatore-1:** messa a punto di granulometrie e miscele differenti
- **parametro di misurazione:** numero di mix granulometrici e miscele
- **valore atteso** > 8

O.R.1-A.4 – Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce

- **indicatore-1:** ottenimento di polvere secca di tegumento di seme di mandorla
- **parametro di misurazione:** grammi di polvere
- **valore atteso:** >500

O.R.2-A.1 – Set up su scala industriale del pellet biologico da guscio di mandorla

- **indicatore-1:** realizzazione stock di pellet da matrici organiche di partenza differenziata con specifiche tecniche note per l'uso dello scarto da lavorazione delle mandorle
- **parametro di misurazione:** numero stock
- **valore atteso:** 5 stock di 3 m³.

O.R.2-A.2 – Produzione su scala industriale di compost biologico

- **indicatore-1:** realizzazione cumuli di compostaggio maturo a percentuale nota di prodotti di scarto.
- **parametro di misurazione:** numero cumuli.
- **valore atteso:** 5 cumuli di 3 m³.

O.R.2-A.3 – Set up su scala industriale di sabbie, granulati vegetali e premiscelati per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari

- **indicatore-1:** messa a punto di premiscelati differenti
- **parametro di misurazione:** numero di premiscelati
- **valore atteso** > 10

O.R.2-A.4 – Produzione su scala industriale di polvere del tegumento di mandorle utilizzato come fortificante nutraceutico per la produzione di prodotti da forno

- **indicatore-1:** ottenimento su larga scala di polvere di tegumento di seme di mandorla
- **parametro di misurazione:** chilogrammi di polvere
- **valore atteso:** >30

O.R.3-A.1 – Attitudine della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di pani fortificati

- **indicatore-1:** messa a punto di pani fortificati con diverse dosi di tegumento di mandorle
- **parametro di misurazione:** numero di impasti con differenti % di polvere di tegumento di mandorle
- **valore atteso:** >10

O.R.3-A.2 – Idoneità della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

- **indicatore-1:** messa a punto treccine siciliane con diverse dosi di tegumento di mandorle
- **parametro di misurazione:** numero di impasti con differenti % di polvere di tegumento di mandorle
- **valore atteso:** >10

O.R.3-A.3 – Packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche progettato con specifico design sistemico

- **indicatore 1:** realizzazione di nuove forme e strutture del packaging
- **parametro di misurazione:** numero di packaging
- **valore atteso:** >3

O.R.4-A.1 – Utilizzo della polvere di tegumento di mandorle su scala industriale per la produzione di pani fortificati

- **indicatore-1:** realizzazione di diverse tipologie di pane fortificato.
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie
- **valore atteso:** >6

O.R.4-A.2 – Uso della polvere di tegumento di mandorle per la produzione a livello industriale di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)

- **indicatore-1:** produzione di treccina siciliana fortificata
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie
- **valore atteso:** >6

O.R.4-A.3 – Sviluppo su scala industriale di formulazione di packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche

- **indicatore 1:** sviluppo di nuovi packaging per aumentare la shelf-life dei prodotti
- **parametro di misurazione:** numero di packaging
- **valore atteso:** >2

O.R.5-A.1 – Ottenimento del materiale lignocellulosico e da cellulosa dai gusci di mandorla

- **indicatore-1:** ottenimento di materiale lignocellulosico
- **parametro di misurazione:** grammi di materiale
- **valore atteso:** >300

O.R.5-A.2 – Estrazione di metaboliti dal tegumento del seme di mandorla

- **indicatore-1:** quantità di frazione lipidica
- **parametro di misurazione:** grammi di estratto
- **valore atteso:** >5
- **indicatore-2:** quantità di frazione polifenolica
- **parametro di misurazione:** grammi di estratto

- **valore atteso:** >2

O.R.5-A.3 –Sviluppo di procedure di supporto aziendale per l’ottenimento di materie “prime-seconde” da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti

- **indicatore-1:** messa a punto di conglomerati differenti
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie
- **valore atteso** > 8

O.R.5-A.4 – Innovazione del sistema di produzione di pellet biologico ad elevato valore energetico

- **indicatore-1:** campioni di pellet a consistenza e composizione nota con matrice differenziata.
- **parametro di misurazione:** numero di campioni.
- **valore atteso:** n. 5 campioni per ciascuna tipologia (>4) di composizione e matrice

O.R.5-A.5 – Ottimizzazione del processo di produzione di compost biologico

- **indicatore-1:** ceppi di bioattivatori microbici per compost testati in condizioni di semi vitro.
- **parametro di misurazione:** numero di ceppi.
- **valore atteso:** batteri (50-75 ceppi) e funghi filamentosi (25-50 ceppi) con potenziali attitudini per compostaggio.

O.R.5-A.6 – Protocolli innovativi da utilizzare per la produzione di prodotti da forno nutraceutici (polifenoli e lisina) ad elevata shelf-life (bioattivatori microbici)

- **indicatore-1:** ceppi di batteri lattici testati *in vitro* per la tolleranza ai polifenoli e agli ambienti osmofili.
- **parametro di misurazione:** ceppi starter per la produzione di pani fortificati e treccina siciliana.
- **valore atteso:** >30

O.R.5-A.7 – Innovazione di packaging e design compostabile per il confezionamento prodotti da forno nutraceutici ad elevata shelf-life

- **Indicatore 1:** sviluppo di nuovi packaging funzionali, compostabili e progettati per essere sviluppati con un solo materiale
- **parametro di misurazione:** numero di packaging
- **valore atteso:** >5

9. RISULTATO FINALE ATTESO DEL PROGETTO

O.R.1-A.1 – *Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla*

- **indicatore-1:** realizzazione di stock di pellet biologico a matrice nota e certificato.
- **parametro di misurazione:** numero stock.
- **valore atteso:** >5

O.R.1-A.2 – *Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla*

- **indicatore-1:** realizzazione cumuli di compostaggio maturo a percentuale nota di prodotti di scarto della filiera mandorlicola e 1 miscela di bioattivatori.
- **parametro di misurazione:** numero cumuli.
- **valore atteso:** 5 cumuli da 10 m³.

O.R.1-A.3 – *Aggregati e malte da sabbie e granulati vegetali ottenuti dal guscio di mandorla e da residui vegetali vari*

- **indicatore-1: Tipologie di prodotti commerciabili nella bioedilizia**
- **parametro di misurazione: numero di tipologie**
- **valore atteso > 3**

O.R.1-A.4 – *Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce*

- **indicatore-1:** polvere di tegumento di mandorla.
- **parametro di misurazione:** grammi di polvere
- **valore atteso:** 3kg.

O.R.2-A.1 – *Set up su scala industriale del pellet biologico da guscio di mandorla*

- **indicatore-1:** pellet biologico certificato
- **parametro di misurazione:** numero cumuli.
- **valore atteso:** 1 stock confezionato da 20 q.li.

O.R.2-A.2 – *Produzione su scala industriale di compost biologico*

- **indicatore-1:** compost per agricoltura biologica.
- **parametro di misurazione:** numero di compost maturo e di elevata qualità
- **valore atteso:** 1 compost maturo di 10 m³.

O.R.2-A.3 – *Set up su scala industriale di sabbie, granulati vegetali e premiscelati per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari*

- **indicatore-1:** Prodotti commerciabili nella bioedilizia
- **parametro di misurazione:** numero di prodotti
- **valore atteso > 4**

O.R.2-A.4 – *Produzione su scala industriale di polvere del tegumento di mandorle utilizzato come fortificante nutraceutico per la produzione di prodotti da forno*

- **indicatore-1:** polvere di tegumento di mandorla.
- **parametro di misurazione:** chilogrammi di polvere
- **valore atteso:** 60.

O.R.3-A.1 – *Attitudine della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di pani fortificati*

- **indicatore-1:** realizzazione di pani fortificati a dose nota di tegumento di mandorle
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie
- **valore atteso:** 2

O.R.3-A.2 – *Idoneità della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)*

- **indicatore-1:** realizzazione di treccina siciliana a dose nota di tegumento di mandorle
- **parametro di misurazione:** numero di tipologie
- **valore atteso:** 2

- O.R.3-A.3** – *Packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche progettato con specifico design sistemico*
- **Indicatore -1:** analisi Lyfe Cycle Design (LCD) sull'intero ciclo di vita della mandorla (*pre-produzione, produzione, distribuzione, uso, dismissione*) per determinare nuovi packaging sostenibili
 - **parametro di misurazione:** numero analisi
 - **valore atteso:** > 10
- O.R.4-A.1** – *Utilizzo della polvere di tegumento di mandorle su scala industriale per la produzione di pani fortificati*
- **indicatore-1:** pani fortificati nutraceutici e polifunzionali.
 - **parametro di misurazione:** quantità prodotta
 - **valore atteso:** > 500 kg
- O.R.4-A.2** – *Uso della polvere di tegumento di mandorle per la produzione a livello industriale di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)*
- **indicatore-1:** treccina siciliana nutraceutica e polifunzionale.
 - **parametro di misurazione:** quantità prodotta
 - **valore atteso:** > 300 kg
- O.R.4-A.3** – *Sviluppo su scala industriale di formulazione di packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche*
- **indicatore-1:** nuovi packaging per i prodotti alimentari a base di mandorla
 - **parametro di misurazione:** numero di packaging
 - **valore atteso:** > 5
- O.R.5-A.1** – *Ottenimento del materiale lignocellulosico e da cellulosa dai gusci di mandorla*
- **indicatore-1:** ottenimento di materiale lignocellulosico caratterizzato per la composizione e le proprietà
 - **parametro di misurazione:** grammi di estratto
 - **valore atteso:** 1000
- **indicatore-2:** cellulosa
 - **parametro di misurazione:** purezza della cellulosa
 - **valore atteso:** 90%
- O.R.5-A.2** – *Estrazione di metaboliti dal tegumento del seme di mandorla*
- **indicatore-1:** estratto lipidico caratterizzato per la composizione
 - **parametro di misurazione:** grammi di estratto
 - **valore atteso:** 50
- **indicatore-2:** estratto polifenolico caratterizzato per la composizione
 - **parametro di misurazione:** grammi di estratto
 - **valore atteso:** 30
- O.R.5-A.3** – *Sviluppo di procedure di supporto aziendale per l'ottenimento di materie "prime-seconde" da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti*
- **indicatore-1:** messa a punto di conglomerati differenti
 - **parametro di misurazione:** numero di tipologie
 - **valore atteso** > 8
- O.R.5-A.4** – *Innovazione del sistema di produzione di pellet biologico ad elevato valore energetico*
- **indicatore-1:** messa a punto di pellet con matrice organica differenziata
 - **parametro di misurazione:** numero di tipologie
 - **valore atteso** > 5
- O.R.5-A.5** – *Ottimizzazione del processo di produzione di compost biologico*
- **indicatore-1:** ceppi di bioattivatori microbici per compost.
 - **parametro di misurazione:** numero di ceppi.

- **valore atteso:** due ceppi batteri cellulosolitici e 2 ceppi funghi filamentosi con elevate attitudini per compostaggio.

O.R.5-A.6 – *Protocolli innovativi da utilizzare per la produzione di prodotti da forno nutraceutici (polifenoli e lisina) ad elevata shelf-life (bioattivatori microbici)*

- **indicatore-3:** ceppi di batteri lattici starter per la produzione di prodotti da forno nutraceutici e polifunzionali
- **parametro di misurazione:** numero di ceppi.
- **valore atteso:** 3 miscele di batteri lattici ad elevate attitudini tecnologiche.

O.R.5-A.7 – **Innovazione di Packaging e design compostabile per confezionamento di prodotti da forno nutraceutici e ad elevata shelf-life.**

- **Indicatore 1:** sviluppo di nuovi packaging più funzionali, riusabili, riciclabili e progettati per essere sviluppati con un solo materiale
- **parametro di misurazione:** numero di packaging
- **valore atteso:** > 4

10. DIAGRAMMA TEMPORALE DEL PROGETTO

Codifica	Titolo Obiettivo Realizzativo/Attività	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	MESI			
O.R.1	Strategie innovative per la trasformazione degli scarti dalla lavorazione della mandorla per la produzione di matrici di origine vegetale ad elevata sostenibilità.																																						24		
O.R.1-A.1	Produzione di pellet biologico da guscio di mandorla																																							18	
O.R.1-A.2	Produzione di compost biologico da residui della lavorazione della mandorla																																							23	
O.R.1-A.3	Aggregati e malte da sabbie e granulati vegetali ottenuti dal guscio di mandorla e da residui vegetali vari																																							18	
O.R.1-A.4	Produzione di polvere del tegumento delle mandorle ad elevato contenuto in polifenoli da usare come fortificante nutraceutico per la produzione di pane e briosce																																							22	
O.R.2	Produzione di pannelli compostabili per la bioedilizia, coadiuvanti polifenolici nutraceutici e compost biologico																																							19	
O.R.2-A.1	Set up su scala industriale del pellet biologico da guscio di mandorla																																							12	
O.R.2-A.2	Produzione su scala industriale di compost biologico																																							14	
O.R.2-A.3	Set up su scala industriale di sabbie, granulati vegetali e premiscelati per malte con cariche e aggregati ottenuti dal guscio di mandorla e dai residui vegetali vari																																							20	
O.R.2-A.4	Produzione su scala industriale di polvere del tegumento di mandorle utilizzato come fortificante nutraceutico per la produzione di prodotti da forno																																							17	
O.R.3	Set up operativo ad alto profilo biotecnologico per la realizzazione di prodotti da forno nutraceutici e sistemi di packaging innovativi e sostenibili																																							24	
O.R.3-A.1	Attitudine della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di pani fortificati																																							24	
O.R.3-A.2	Idoneità della polvere di tegumento di mandorle alla produzione di lievitati da forno dolci (treccina siciliana)																																							20	
O.R.3-A.3	Packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche progettato con specifico design sistemico																																							15	
O.R.4	Produzione su scala industriale di prodotti da forno fortificati con matrici polifenoliche e sistemi sostenibili di packaging innovativi																																								20
O.R.4-A.1-2	Utilizzo della polvere di tegumento di mandorle su scala industriale per la produzione di pani fortificati e lievitati da forno dolci (treccina siciliana)																																							20	
O.R.4-A.3	Sviluppo su scala industriale di formulazione di packaging sostenibile e compostabile ottenuto da matrici biologiche																																							19	
O.R.5	Innovazioni bio-based nella filiera della mandorla e dei prodotti da forno																																							36	
O.R.5-A.1	Ottenimento del materiale lignocellulosico e da cellulosa dai gusci di mandorla																																							36	
O.R.5-A.2	Estrazione di metaboliti dal tegumento del seme di mandorla																																							36	
O.R.5-A.3	Procedure di supporto aziendale per l'ottenimento di materie "prime-seconde" da utilizzare nel campo della produzione di materiali e componenti per la bioedilizia per completare la filiera produttiva senza scarti																																							36	
O.R.5-A.4	Innovazione del sistema di produzione di pellet biologico ad elevato valore energetico																																							36	
O.R.5-A.5	Ottimizzazione del processo di produzione di composti biologici																																							36	
O.R.5-A.6	Protocolli innovativi da utilizzare per la produzione di prodotti da forno nutraceutici (polifenoli e lisina) ad elevata shelf-life (bioattivatori microbici)																																							36	
O.R.5-A.7	Innovazione di packaging e design compostabile per il confezionamento prodotti da forno nutraceutici ad elevata shelf-life																																							36	

11. ULTERIORI INFORMAZIONI SULLE VOCI DI SPESA PREVISTE NEL PROGETTO

Azienda Bongiovanni S.r.l.

Per la realizzazione delle attività di Ricerca Industriale (OR1) l'Azienda Bongiovanni (capofila) implementerà il funzionamento di un piccolo laboratorio di ricerca a supporto delle attività condivise con il partenariato adeguando la disponibilità di piccola attrezzatura in grado di raggiungere gli obiettivi di innovazione esposti nella sezione 7. Per la realizzazione del laboratorio verranno acquistate le seguenti attrezzature:

- Biotrituratore elettrico;
- Pellettatrice trifase;
- Tritatutto 6 litri elettrico;
- Pressa idraulica con comando manuale;
- Armadio Frigorifero in acciaio inox;
- Personal computer più stampante e scrivania;
- Cella refrigerante a temperatura controllata e macchina sottovuoto.

Le attrezzature sopra elencate verranno utilizzate per la frantumazione dei gusci di mandorla a granulometria differenziata per l'ottenimento delle matrici vegetali finalizzate alla valutazione industriale degli aggregati per materiali biocompositi, per la realizzazione di pellet con diversificata matrice aggregante, per la prova di conservazione e durata del materiale prodotto, e per le varie lavorazioni da banco che verranno espletate nella fase di ricerca industriale. La cella refrigerante verrà utilizzata per lo stoccaggio della materia prima durante l'intera durata del progetto.

Più in dettaglio, le attrezzature da acquistare presenteranno le seguenti caratteristiche:

- 1) Biocippatore per lavori di macinazione di rami di medio diametro. Ideale per macinare in modo veloce i rifiuti biodegradabili dal suolo con grande camera di taglio in fusione di alluminio. Caratteristiche minime: Acciaio smaltato, lame ad azionamento monofase 230V senza Auto trascinamento idraulico, anti inceppamento di sicurezza, con condotto di scarico basso e tramoggia singola.
- 2) Attrezzature per laboratorio aziendale composte da armadio frigo ventilato in acciaio inox da litri 700, mono porta e range temperatura -2 +8°C;
- 3) Pellettatrice per cippato da biotrituratore e materiale vegetale di varia durezza e granulometria. Alimentazione elettrica e potenza di 7,5 Hp con trafilata piana rotante e compressione realizzata da una coppia di rulli dotati di cuscinetti. Il moto dei rulli pressori di è alimentato da un motore elettrico trifase a 4 poli da 1440 rpm con potenza 7,5 Hp, completa di tramoggia di carico e di sistema di scarico laterale. Produzione di pellet con diametro di 6 mm e di lunghezza tra 25 e 35 mm.
- 4) Cutter Potenza 450 W Alimentazione Monofase 230 V Velocità 1500 giri/min Vasca min 1,5 litri. Sistema operativo a dischi in inox con capacità operativa minima da 2 mm.

Nella fase di Ricerca Industriale (OR1) Sono previste le seguenti Consulenze specialistiche:

- Ricerca per la produzione di innovativi materiali biocompositi

La consapevolezza che il valore di un prodotto non risiede solo nelle sue caratteristiche oggettive ma anche sul piano etico ed ecologico ha indotto a considerare bioedilizia, sostenibilità, economia circolare e risparmio energetico le parole chiave per provare il riutilizzo dei gusci di mandorle. Questo materiale vegetale, oggi scarto, unito a materiali di origine edile cementizia, può essere utile a costruire elementi caratterizzati da un alto potere fonoassorbente e fono isolante con impiego nella costruzione di barriere acustiche o barriere fonoassorbenti con lo scopo di ridurre l'inquinamento acustico prodotto da strade, autostrade, ferrovie o nuclei industriali. Per lo sviluppo di questo progetto è indispensabile la consulenza esterna di un'azienda in grado di sostenere uno specifico protocollo di ricerca industriale al fine di analizzare i singoli componenti ed i relativi processi che porteranno alla realizzazione dei materiali da impiegare nelle barriere. In particolare l'azione di ricerca, in pieno raccordo con l'innovazione via via emergente dai partner progettuali, è necessaria per effettuare:

- Applicazione della granulometria dei gusci di mandorla idonea alla miscelazione e alla compattazione; Selezione e prove sul processo di mineralizzazione dei gusci di mandorla in miscela di malte;
- Prove di compattazione e pressione dei gusci per ottenere una struttura uniforme;
- Selezione dei materiali da utilizzare per la realizzazione della miscela;
- Prove di miscelazione dei componenti;
- Definizione delle quantità esatte, dei vari componenti (mix), da impiegare per singolo pannello al fine di ottenere ottime caratteristiche di fono assorbimento ma senza penalizzare la resistenza a compressione;
- Analisi sulla classe di esposizione e durabilità delle miscele;
- Test imprenditoriali sulla resistenza meccanica delle diverse miscele;
- Test imprenditoriali sulla resistenza al fuoco a seguito al processo di mineralizzazione dei gusci in miscela;
- Test imprenditoriali su fono assorbimento in funzione della composizione

Detto importo è stato desunto da una indagine di mercato che è stata operata nella fase di redazione del progetto presso impianti industriali impegnati nella produzione di manufatti edili, di prefabbricati e di sistemi di protezione

ambientale ed insonorizzazione. La ricerca di mercato ha riguardato la possibilità di individuare l'interesse industriale per questa tipologia di prodotto innovativo e conseguentemente la possibilità di sviluppare una valutazione economica di una consulenza finalizzata allo svolgimento di processi come sopra descritto.

- Ricerca per l'innovativo riutilizzo dello scarto agroindustriale CIR

Il CIR RIVIVE è il Centro Interdipartimentale di Ricerca dell'Università di Palermo su "Riutilizzo bio-based degli scarti da matrici agroalimentari" è formato da molti dipartimenti e molti ricercatori universitari che operano su tematiche diverse con ricerche finalizzate alla valutazione della possibilità di riutilizzare scarti alimentari in un'ottica di economia circolare. La consulenza al CIR nasce dall'esigenza di valorizzare l'esistenza di un centro di elevato profilo scientifico dotato di un *know-how* specializzato nel campo dell'economia circolare ma, soprattutto, di moltissime attrezzature scientifiche di altissimo valore economico che, attraverso il rapporto di consulenza, consentiranno di sviluppare delicatissime fasi analitiche della ricerca industriale che non possono essere sviluppate dal partenariato coinvolto nel progetto. Inoltre, questa specifica consulenza permetterà di indagare altre possibilità relative al riuso dei gusci e dei tegumenti anche come elemento, in una direzione diversa da quella condivisa su scala progettuale, quale, ad esempio, l'impiego nella costituzione di mangimi per altri usi come l'itticoltura di acqua dolce o salata così come nell'ambito dei beni culturali per il contributo alle attività di restauro.

L'individuazione del CIR 'Rivive' quale beneficiario di una consulenza nasce dalla conoscenza della qualificazione scientifica e territoriale che caratterizza questo Centro. La sua nascita e la sua articolazione si sviluppa nell'ambito della strategia "Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe", lo strumento con cui la Commissione Europea, nel 2012, ha descritto la Bioeconomia come un settore chiave per il rilancio sostenibile dell'Europa, dal punto di vista economico, ambientale e sociale. Da lì sono partiti diversi Dipartimenti dell'Università di Palermo che hanno posto insieme il know how acquisito in decenni di esperienza ma, soprattutto, hanno fatto confluire nel Centro elementi di rilievo internazionale in grado di garantire il rafforzamento delle attività correnti del progetto attraverso la disponibilità di attrezzature ed impiantistica. Il CIR ha elevatissima competenza sulle tecnologie dei materiali in termini di realizzazione di nuovi poliaccoppiati e di proporre soluzioni analitiche innovative nell'ottica dello sviluppo di set up di processo per i biomateriali.

Per la realizzazione delle attività di Ricerca Industriale, inoltre, l'Azienda Bongiovanni ha programmato l'acquisto di:

- Materia prima finalizzata alla disponibilità del guscio;
- Materiale di consumo e coadiuvanti tecnici;
- Materiali per stoccaggio e confezionamento.

Sono previste le seguenti Consulenze specialistiche per le attività di Sviluppo Sperimentale (OR2)

- Sviluppo e implementazione di piattaforma tecnologica;

La piattaforma informatica da sviluppare in modo sperimentale verrà costruita a seguito della ricerca scientifica. Sarà necessario comprendere la quantità di scarti necessari per la trasformazione nei vari materiali e dunque sarà sviluppato un sistema informatico (sotto forma di App interna alle aziende) utile per comprendere: Quanti gusci di mandorle servono per produrre una tonnellata di materiale bioedile?

Quanti tegumenti devo produrre per fare compost?

In funzione ai dati prodotti dalla Ricerca scientifica, la piattaforma sarà implementata con dei conteggi già predefiniti e produrrà i dati necessari all'azienda per avere la quantità necessaria al fabbisogno dei clienti.

Inoltre lo stesso sistema informatico potrà essere utilizzato dai clienti come interfaccia e richiesta di ordini. Se gli ordini arrivano in automatico nell'app tutti i conteggi relativi alle materie prime saranno sviluppate in automatico.

La piattaforma supporterà il processo di ricerca e sarà così sviluppata:

- 1) Architettura di informazione - La progettazione dell'architettura di navigazione consiste nella definizione ed organizzazione delle informazioni necessarie al funzionamento del software.
- 2) Sistema di navigazione - Consiste nella definizione delle modalità di interazione utente- software e nella tassonomia degli elementi per il layout a blocchi dell'interfaccia utente.
- 3) Progettazione Interfaccia utente - Il progetto grafico dell'interfaccia consiste nella definizione grafica degli elementi individuati come per esempio: splashscreen, caratteri tipografici, palette cromatica, elementi di sfondo, elementi di pop up, elementi di layout, definizione delle transizioni o effetti di navigazione, etc.
- 4) Progettazione Icone e infografiche rappresentative dati - Progetto grafico di tutte le icone di funzionamento (salva, esci, avanti indietro), icona software estesa e ridotta e di tutti i meta-diagrammi da utilizzare nei modi e nelle modalità per la visualizzazione dei dati di sintesi
- 5) Sviluppo piattaforma informatica - Implementazione informatica del software con opportuno linguaggio di programmazione (php -javascript) su piattaforma
- 6) Sviluppo back-end gestionale - Implementazione della parte gestionale del software per la gestione utenti / registrazioni / permessi di accesso
- 7) Sviluppo sistema di installazione / cloud - Sviluppo e configurazione dei server locali o in remoto per l'hosting
- 8) Aggiornamento e manutenzione - Monitoraggio e debuggare continuo dell'applicazione e manutenzioni servizi
- 9) Progettazione moduli stampa reportistica - Progettazione grafica dei moduli di output per la stampa di report di analisi e sintesi in funzioni dei filtri attivati.

10) Produzione manuale / tutorial d'uso - Progettazione grafica e scrittura dei testi di piccolo manuale d'uso o eventuali tutorial del software piattaforma Oracle-SQL-MySQL)

11) Formazione personale - Mini corso di formazione per gli addetti al software

L'importo della consulenza è stato desunto da un'indagine di mercato che è stata operata nella fase di redazione del progetto presso competenti studi professionali e specialisti di settore con competenza nella realizzazione di piattaforme informatiche ed applicativi in grado di sviluppare reti di informazione e di comunicazione tra imprese per il rafforzamento della competitività industriale. La ricerca di mercato ha riguardato la possibilità di individuare soggetti imprenditoriali sul territorio regionale con le capacità e l'interesse per tale attività su scala di sviluppo sperimentale in diretto raccordo con l'impresa e in considerazione dei risultati via via conseguiti dal partenariato progettuale.

- Sviluppo di innovativi materiali biocompositi

Tenendo in conto di quanto indicato nella fase di RI (OR 1), in questa fase la consulenza riguarda lo sviluppo vero e proprio del prodotto finito e quindi del materiale aggregato di uso industriale e della barriera acustica. In particolare, la fase di sviluppo riguarderà le seguenti operazioni:

- Dimensioni e spessore del pannello che verranno scelte in funzione del miglior rapporto riguardante le caratteristiche di cui sopra, valutando il peso del pannello, che deve essere ridotto al minimo indispensabile per facilitare la movimentazione e la posa in opera e infine valutare attraverso indagini di mercato le tipologie e le misure più richieste dalle imprese committenti;
- Realizzazione dei sistemi di sollevamento e di ancoraggio idonee alla movimentazione ed alla posa in opera della barriera;
- Adeguamento delle casseformi che devono essere studiate in modo da effettuare una produzione costante con un limitato impiego di manodopera;
- Analisi delle fasi di getto e gestione delle vibrazioni ad alta frequenza da indurre per avere uniformità e compattezza della barriera avendo cura di non far segregare i gusci di mandorla dal resto della miscela;
 - Sformatura e stoccaggio;
 - Test industriali di rottura;
 - Prestazioni su scala industriale

L'importo assegnato è stato desunto da una vasta indagine di mercato che è stata operata nella fase di redazione del progetto presso impianti industriali impegnati nella produzione di manufatti edilizi, di prefabbricati e di sistemi di protezione ambientale ed insonorizzazione. La ricerca di mercato ha riguardato la possibilità di individuare l'interesse industriale per questa tipologia di prodotto innovativo e conseguentemente la possibilità di sviluppare una valutazione economica di una consulenza finalizzata allo svolgimento di processi come sopra descritto.

Per la realizzazione delle attività di Sviluppo Sperimentale si prevede l'acquisto di:

- Materia prima finalizzata alla disponibilità del guscio;
- Materiale di consumo e coadiuvanti tecnici;
- Materiali per stoccaggio e confezionamento.

Azienda Ori di Sicilia S.r.l.

Tutte le attività di Ricerca Industriale dell'OR3 del progetto saranno svolte nella struttura operativa di Ori di Sicilia dove sono presenti tutte le competenze sul tema della produzione di lievitati da forno. Per poter svolgere al meglio l'articolazione della ricerca prevista con il partenariato, l'Azienda ha individuato alcune attrezzature secondarie da acquistare perché siano dedicate in modo esclusivo all'attività di Ricerca Industriale. Nel dettaglio, l'Azienda acquisterà:

- Termobilancia;
- Forno di Invecchiamento;
- Impastatrice planetario;
- Forno Ventilato;
- Armadio per lievitazione controllata.

Le attrezzature verranno utilizzate per l'obiettivo di sviluppare i protocolli produttivi per la realizzazione di prodotti da forno fortificati ad elevato valore nutraceutico e polifunzionale. La termobilancia permetterà di effettuare ricerca sulla lievitazione dei prodotti da forno fortificati in condizioni termiche diverse mentre il forno da invecchiamento sarà utilizzato per effettuare ricerche di *shelf-life* dei prodotti innovativi realizzati dopo cottura e lievitazione controllate.

Più in dettaglio, le attrezzature da acquistare presenteranno le seguenti caratteristiche:

- 1) Termobilancia con portata minima di 200 g, precisione da 0,01 su campioni di 1mg. Temperatura massima 160 °C a raggiungimento rapido con radiatore infrarosso da 600W. Visualizzazione del valore tasso di umidità e della sostanza secca in %.
- 2) Forno d'invecchiamento per valutazione di muffe e verifica shelf life con campo di temperatura [°C] -25/+70 in attività a 0/+70 e fluttuazione temperatura [\pm K] ± 0.1 , monoporta con struttura in acciaio inox.
- 3) Impastatrice con sistema planetario a testa fissa, vasca lt 40, interamente smontabile ed in acciaio inox, alimentazione V/Hz 400 - 50/60 - 3, timer e regolatori di tempo a funzionamento automatico.

- 4) Forno ventilato a 5 teglie da cm. Alimentazione MONOFASE 220/230 V 50 Hz Potenza Kw 3,2 , Temperatura 50/275 °C, Termostato per controllo temperatura, Vetro porta ispezionabile, Supporto teglie laterali, Capacità n.5 teglie GN 2/3, N. 1 motore bidirezionale, camera di cottura in acciaio inox, sistema di raffreddamento forzato dei componenti interni, predisposizione lavaggio manuale, grado di protezione acqua IPX3, certificazione CB
- 5) Armadio di lievitazione controllata con alimentazione (V - Hz) 220/230 - 50/60, tipo di scambio termico a resistenze con comandi elettromeccanici e range di temperatura compreso tra 30 – 60 °C, con controllo di temperatura attraverso termostato, completo di vassoi in acciaio inox

Sono previste le seguenti Consulenze specialistiche per le attività di Ricerca Industriale:

- Ricerca e analisi sull'applicazione degli scarti quali componenti funzionali da matrici vegetali CIR

La consulenza al CIR RIVIVE risultati necessario per il supporto e l'ampliamento delle attività di ricerca da poter svolgere in ambiente sperimentale dedicato alla set up di processo di produzione di matrici agroalimentari sostenibili. Nello specifico il CIR metterà a disposizione competenze specifiche dedicate alla progettazione di alimentari arricchiti con matrici ad alto valore nutraceutico non inclusi nei dipartimenti attualmente preposti a soggetti partecipanti al progetto. Il CIR consentirà l'impiego di impianti e attrezzature ad hoc per il set up di produzione degli alimenti in collaborazione con i laboratori di analisi e monitoraggio dei ricercatori già coinvolti nel progetto.

Le ragioni che hanno portato alla scelta del CIR come beneficiario di una consulenza specifica che, in questo caso, riguarda la fase di ricerca industriale dell'impresa Ori di Sicilia sono già state specificate ed approfondite precedentemente. Va qui ribadito che il CIR, in questo specifico ambito e nella ricerca connessa ai prodotti da forno rafforzati da elementi di elevato pregio nutraceutico il CIR, attraverso la propria dotazione strumentale di livello internazionale e il know how ad essa collegato, è in grado di garantire la possibilità di proporre soluzioni analitiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche reologiche nonché sviluppare consulenze nel campo dell'armonizzazione delle operazioni unitarie con elevata capacità di prototipizzazione.

- Analisi Tecnologiche avanzate per realizzazione nuovi prodotti agroalimentari

La consulenza di una figura professionale di alto rilievo tecnologico con esperienza nella progettazione sperimentale di prodotti da forno consentirà di svolgere correttamente le attività di ricerca volgendole ad un rapido piano di sviluppo industriale. Il tecnologo alimentare o figura equipollente avrà il compito di:

1. Identificare i punti critici e punti critici di controllo per i nuovi processi produttivi
2. Supportare lo sviluppo dei protocolli produttivi attraverso la gestione di miscelazione e bilanciamento delle ricette ovvero preparazioni alimentari
3. Redigere un piano di monitoraggio delle variabili e dei parametri associati ai nuovi processi e prodotti
4. Gestire la progettazione delle etichette dei nuovi prodotti in funzione dei valori nutrizionali e della concentrazione di polifenoli e derivati da mandorle.

L'importo assegnato è stato desunto da un'indagine di mercato che è stata operata nella fase di redazione del progetto presso specialisti di settore con comprovata esperienza e competenza nello sviluppo di attività prototipali nel campo della tecnologia alimentare. Lo sviluppo innovativo di processi produttivi nuovi richiede sempre l'assistenza qualificata di una figura professionale corrispondente ad un Tecnologo alimentare che non si concentra nella visione meramente scientifica ma inquadra, in veste consulenziale, le problematiche connesse con la conservazione dei prodotti e la shelf life finalizzata all'industrializzazione del processo e del nuovo prodotto fino al consumatore.

Per la realizzazione delle attività di Ricerca Industriale si prevede l'acquisto di:

- Materia prima per panificazione (farina, lieviti ecc.);
- Coadiuvanti tecnici (aromatizzanti, stabilizzatori di pH, stabilizzanti reologici ecc.);
- Materiale di consumo per analisi e monitoraggio (terreni colturali per agenti biologici, kit analisi caratteristiche reologiche, kit analisi caratteristiche fisico chimiche di base, ecc..).

Sono previste le seguenti Consulenze specialistiche per le attività di Sviluppo Sperimentale nell'OR4

- Sviluppo e implementazione di piattaforma tecnologica;

Anche in questo caso, nella fase di Sviluppo Sperimentale, la consulenza riguarderà lo sviluppo di una piattaforma informatica sperimentale costruita a seguito della ricerca scientifica ed in grado di collegarsi alla piattaforma dell'impresa partner. In tal caso, infatti, la piattaforma svilupperà, sotto forma di App, un diretto collegamento tra la produzione industriale e l'impiego di tegumento nei diversi prodotti da forno sviluppano ordini all'impresa partner e ricevendo ordini dalla committenza. La piattaforma sarà implementata con conteggi già predefiniti in raccordo con la fase di produzione e restituirà i dati necessari all'azienda per avere la quantità necessaria al fabbisogno dei clienti. Inoltre lo stesso sistema informatico potrà essere utilizzato dai clienti come interfaccia e richiesta di ordini. Se gli ordini arrivano in automatico nell'App tutti i conteggi relativi alle materie prime saranno sviluppate in automatico. La realizzazione della piattaforma vedrà, nel dettaglio, le seguenti operazioni:

- 1) Architettura informazione - La progettazione dell'architettura di navigazione consiste nella definizione ed organizzazione delle informazioni necessarie al funzionamento del software;
- 2) Sistema di navigazione - Consiste nella definizione delle modalità di interazione utente-software e nella tassonomia degli elementi per il layout a blocchi dell'interfaccia utente.
- 3) Progettazione Interfaccia utente - Il progetto grafico dell'interfaccia consiste nella definizione grafica degli elementi individuati come per esempio: splash screen, caratteri tipografici, palette cromatica, elementi di sfondo, elementi di pop up, elementi di layout,

definizione delle transizioni o effetti di navigazione, etc.

4) Progettazione Icone - Progetto grafico di tutte le icone di funzionamento (salva, esci, avanti, indietro), icona software estesa e ridotta

5) Sviluppo piattaforma informatica - Implementazione informatica del software con opportuno linguaggio di programmazione (php -javascript) su piattaforma

6) Sviluppo back-end gestionale - Implementazione della parte gestionale del software per la gestione utenti / registrazioni / permessi di accesso

7) Sviluppo sistema di installazione - Sviluppo e configurazione dei server locali o in remoto per l'hosting

8) Aggiornamento e manutenzione - Monitoraggio e debuggare continuo dell'applicazione e manutenzioni servizi

9) Progettazione moduli stampa reportistica - Progettazione grafica dei moduli di output per la stampa di report di analisi e sintesi in funzioni dei filtri attivati del software / piattaforma Oracle-SQL-MySQL)

L'importo assegnato è stato desunto da un'indagine di mercato che è stata operata nella fase di redazione del progetto presso competenti studi professionali e specialisti di settore con competenza nella realizzazione di piattaforme informatiche ed applicativi in grado di sviluppare reti di informazione e di comunicazione tra imprese per il rafforzamento della competitività industriale. La ricerca di mercato ha riguardato la possibilità di individuare soggetti imprenditoriali sul territorio regionale con le capacità e l'interesse per tale attività su scala di sviluppo sperimentale in diretto raccordo con l'impresa e in considerazione dei risultati via via conseguiti dal partenariato progettuale.

Per la realizzazione delle attività di Sviluppo Sperimentale si prevede l'acquisto di:

- Materia prima per panificazione (farina, lieviti ecc.);
- Coadiuvanti tecnici (aromatizzanti, stabilizzatori di ph, stabilizzanti reologici ecc.);
- Materiale di consumo per analisi e monitoraggio (terreni colturali per agenti biologici, kit analisi caratteristiche reologiche, kit analisi caratteristiche fisico chimiche di base, ecc..).

Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo

Per la realizzazione delle attività di Ricerca Industriale nel OR5 si prevede l'acquisto di:

- Applicativi e reagenti per analisi pomologiche (reagenti chimici per analisi di acidi grassi, amido, vitamina E, per la caratterizzazione della durezza del guscio, ecc.);
- Consumabili per caratterizzazione biochimica (reagenti chimici per la caratterizzazione dei granulati da guscio, per la separazione di lignina, cellulosa ed emicellulosa, per la caratterizzazione dei tegumenti, estrazione polifenolica e definizione del potere antiossidante);
- Materiali di consumo per ricerca biocompositi (vagli, materiali per confezionamento ed edili per l'ottenimento di malte ed impasti);
- Materiali per analisi biotecnologiche per matrici agroalimentari (terreni colturali per agenti biologici lievitanti, terreni biochimici e colturali per lieviti filamentosi, muffe, Kit per controllo patogeni, terreni colturali e kit per bioattivatori per compost, kit di analisi per diversità microbica-suolo e reagenti per analisi molecolari qualitativi e quantitativi.
- Consumabili per ricerca di packaging sostenibile (buste sottovuoto, carta compostabile, materiali collanti biologici, ecc).

12. ELEMENTI A SUPPORTO DELLA RICHIESTA DI MAGGIORAZIONE DEL CONTRIBUTO

Il progetto è realizzato in forma congiunta attraverso una collaborazione effettiva tra imprese che sono entrambe PMI e ciascuno dei soggetti proponenti non sostiene da solo più del 70 per cento dei costi complessivi ammissibili. Pertanto è stata richiesta, nel limite dell'intensità massima di aiuto stabilita dall'articolo 25, paragrafo 6, del Regolamento GBER, una maggiorazione del contributo diretto alla spesa pari a 10 punti percentuali. Limitatamente all'Università degli Studi di Palermo è richiesto un contributo diretto alla spesa per una percentuale nominale delle spese e dei costi ammissibili complessivi pari al 3 per cento.

La proposta progettuale nasce dall'esigenza di innovazione manifestata due importanti filiere del settore agroalimentare siciliano quali quello mandorlicolo e quello dei lievitati da forno che, in questo specifico caso, trovano diversi elementi di condivisione sia per le matrici vegetali utilizzate che per l'uso di sottoprodotti agroindustriali e la possibilità di contribuire contestualmente alla produzione di sottoprodotti comuni. Il progetto presentato sviluppa, infatti, problematiche da affrontare sotto il profilo tecnologico con particolare riferimento alle tematiche della gestione sostenibile delle filiere agroindustriali in aree particolarmente vocate con ampie ricadute dal punto di vista ambientale, economico e sociale. L'esigenza dell'innovazione di prodotto da parte delle Aziende ha coinvolto il Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo per sviluppare un confronto sull'innovazione di prodotto in grado di consolidare la trasformazione degli scarti in sottoprodotti con valore economico.

Ancorché le esigenze aziendali appaiano estremamente diverse per tipologia produttiva, l'analisi dettagliata delle possibilità di sviluppo ha messo in evidenza relazioni decisamente complementari anche se profondamente differenti sotto l'aspetto del prodotto. Da una parte l'esigenza di una profonda innovazione di processo finalizzata all'ottenimento di prodotti innovativi, esigenza comune alle due aziende, e l'esigenza di definire uno strumento anche questo innovativo,

di valorizzazione degli scarti della filiera. Infatti, la valorizzazione delle materie di scarto, attraverso varie tecnologie di recupero possono generare una vasta gamma di prodotti ad alto valore aggiunto, utilizzabili in molteplici settori sviluppando quindi un nuovo mercato in grado di sostenere un'accesa competitività delle Aziende. Nel caso specifico, la produzione di pellet biologico, di compost biologico, di aggregati per l'impiego in materiali biocompositi e di polvere di tegumento per la produzione di lievitati da forno fortificati rappresenta un'innovazione di rilevante valore economico per il consolidamento della competitività aziendale e lo sviluppo di nuove metodologie di lavoro con ampie ricadute sul territorio ad elevatissima vocazione.

La collaborazione tra le Aziende Bongiovanni e Ori di Sicilia con l'Università di Palermo (Dipartimento di Architettura) risulta da uno specifico accordo formale da allegare al piano di sviluppo e non può derivare da una semplice consulenza.