



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

Relazione prima rendicontazione del progetto

Utilizzo di microincapsulati di composti bioattivi da scarti dell'industria alimentare come integratori di mangimi per il miglioramento dell'attitudine fermentativa e della valenza nutraceutica del latte

**ACRONIMO DEL PROGETTO:
MILKBIOACTINCAPS**

Potenza, 01 marzo 2021



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

Indice

1.Progetto	3
2.Descrizione del progetto	5
3.Relazione prima rendicontazione del progetto	7
4.Obiettivi, benefici e criticità del progetto	19
5.Ostacoli occorsi ed azioni correttive messe in atto	24



1. Progetto

Dati generali

Titolo del progetto	Utilizzo di microincapsulati di composti bioattivi da scarti dell'industria alimentare come integratori di mangimi per il miglioramento dell'attitudine fermentativa e della valenza nutraceutica del latte
Acronimo del progetto	MILKBIOACTINCAPS
Area strategica di intervento¹	Area 4
Linea di attività²	d. Valorizzazione della relazione tra alimentazione e salute e della valenza nutraceutica dei prodotti agroalimentari
Settore produttivo³	Zootecnico
Tipo di progetto	<input checked="" type="checkbox"/> Bando <input type="checkbox"/> Affidamento diretto <input type="checkbox"/> Sportello
Riferimento del Bando/Affidamento diretto/Sportello	D.M. n. 27443 del 25/09/2018 – Selezione pubblica – Progetti di ricerca fondo latte
Durata del progetto	24
Costo ammesso	€ 274.233,12
Contributo concesso	€ 271.490,79
Importo rendicontato	

Soggetto proponente il progetto	Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali (SAFE) – Università degli Studi della Basilicata	Natura giuridica <input checked="" type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato
Rappresentante legale	SOLE Aurelia – C.F. 96003410766	

Coordinatore del progetto	GALGANO Fernanda – C.F. GLGFNN67P43G942V
----------------------------------	--

Numero di Unità Operative	2 – due	
ELENCO DELLE UNITÀ OPERATIVE		
Unità Operativa n. 1 - Denominazione	Università degli Studi della Basilicata	Natura giuridica <input checked="" type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato
Unità Operativa n. 2 - Denominazione	CREA-ZA Centro di Ricerca Zootecnica e Acquacoltura - Sede di Bella	Natura giuridica <input checked="" type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

Numero di partner esterni al progetto	0 – zero	
ELENCO DELLE UNITÀ OPERATIVE		
Partner n. 1 - Denominazione	-----	Natura giuridica <input type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato
Partner n. 2 - Denominazione	-----	Natura giuridica <input type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato

L'esempio riportato nel presente modello è riferito a un numero di due unità operative e di due partner. Qualora il progetto dovesse prevedere più unità operative o più partner aggiungere una riga per ogni unità operativa/partner.



2. Descrizione del progetto

Sintesi del progetto

Per secoli le lenticchie hanno rappresentato un cibo fondamentale della dieta di numerose comunità ed ancora oggi si ritrovano molto frequentemente nelle cucine di tutto il mondo. Una pratica comune prevede la decorticazione delle stesse con l'asportazione del tegumento, lavorazione che permette l'ottenimento di un prodotto a più alta digeribilità. In virtù della sua composizione, il tegumento delle lenticchie, ricco in flavan-3-oli, tannini e flavonoli, risulta essere un interessante sottoprodotto per il recupero e l'estrazione di composti bioattivi da utilizzare per la formulazione di mangimi fortificati. Tuttavia, l'utilizzo dei composti fenolici tal quali nella fortificazione dei mangimi è piuttosto limitato, a causa della loro instabilità. Sono infatti composti sensibili all'ossigeno, alla luce, agli ioni metallici, al calore ed agli enzimi e, l'esposizione a tali fattori, ne determina la perdita in attività. A tali problematiche si aggiunge uno scarso assorbimento a livello intestinale e, di conseguenza, la scarsa biodisponibilità, inoltre l'astringenza ed il sapore amaro di tali composti, può portare ad una riduzione dell'assunzione volontaria di cibo da parte dei ruminanti.

Alla luce di quanto evidenziato, i proponenti hanno previsto un approccio strategico multidisciplinare per l'estrazione e la microincapsulazione dei composti fenolici a partire da scarti ottenuti dalla decorticazione delle lenticchie. Ci si propone altresì di studiare la relazione causa-effetto tra la somministrazione di mangimi fortificati con tali molecole bioattive microincapsulate e lo stato di benessere/produzione nei ruminanti bovini da latte. Sarà inoltre oggetto di valutazione l'attitudine alla trasformazione casearia del latte ottenuto e il valore nutrizionale/funzionale del latte e dei prodotti lattiero-caseari derivati.

La presente proposta mira in sintesi al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. Recupero scarti di leguminose dall'industria alimentare
2. Messa a punto di un decorticatore per l'ottenimento del tegumento delle lenticchie
3. Estrazione e caratterizzazione composti bioattivi
4. Formulazione microcapsule contenenti i composti bioattivi selezionati
5. Formulazione razioni alimentari con mangimi convenzionali e fortificati con microcapsule
6. Analisi dell'impatto delle razioni sulla composizione del microbiota del ruminante
7. Analisi della cinetica di acidificazione del latte e di crescita per diversi sistemi di colture starter
8. Studio del microbiota e dell'evoluzione e dei parametri chimico-fisici durante le prove di caseificazione e durante la maturazione del formaggio con metodi basati sulla coltivazione e non basati sulla coltivazione
9. Valutazione microbiologica, chimico-fisica e sensoriale del latte e del formaggio ottenuti con alimentazione convenzionale e con aggiunta di composti bioattivi microincapsulati.

Come primo step, il progetto prevede la messa a punto di una macchina decorticatrice multistadio, in grado di poter fornire materiali di scarto differenziabili dal punto di vista qualitativo sulla base della profondità di tegumento rimosso dalle lenticchie. Verrà successivamente ideata e realizzata una linea di recupero dei polifenoli dalle frazioni di decorticatura utilizzando acqua riscaldata. Tale processo sarà coadiuvato da ultrasuoni ed agitazione. Dopo la valutazione dell'efficienza di estrazione, il prodotto verrà fatto sedimentare, verrà filtrato e concentrato meccanicamente tramite un impianto di osmosi inversa. Tale attività garantirà l'ottenimento di una fase liquida concentrata contenente i prodotti da microincapsulare. Dopo l'identificazione e la quantificazione dei composti fenolici estratti dal tegumento delle lenticchie mediante tecniche cromatografiche, gli stessi verranno microincapsulati mediante il processo dello spray-drying. A tale scopo sarà inizialmente necessario procedere allo sviluppo, alla caratterizzazione ed all'ottimizzazione delle formulazioni, contenenti sia i polimeri di rivestimento, che i composti fenolici da microincapsulare. Saranno testati diversi polimeri dalla comprovata capacità rumino-protettiva e, sulla base di prove preliminari di microincapsulazione, si procederà alla selezione, tra questi, di due polimeri da testare in qualità di agenti di rivestimento dei composti fenolici. Durante la fase preliminare di utilizzo dello spray-dryer, si renderà ovviamente necessaria la messa a punto e la gestione dell'impianto, fase che prevederà il settaggio delle più opportune condizioni di esercizio quali l'aspirazione, la pressione ed il flusso d'aria. Tali parametri verranno ottimizzati, sia tenendo conto dell'efficienza del processo di essiccazione, sia delle caratteristiche delle microcapsule. Le microcapsule verranno infatti valutate in termini di dimensione, morfologia, umidità, attività dell'acqua, resa ed efficienza di incapsulazione.

Sulla base dei risultati ottenuti durante la fase esplorativa antecedente, si procederà alla produzione massiva delle microcapsule selezionate, che verranno utilizzate per la fortificazione del mangime di bovine da latte.

Nello specifico, saranno utilizzate 24 vacche di razza Frisone italiana, pluripare (comprese tra la seconda e la quarta lattazione) e allevate in stabulazione libera, presso un'azienda in convenzione. Le bovine saranno suddivise in due gruppi di 12 soggetti cadauno: gruppo trattato (T) di bovine alimentate con una razione arricchita da microincapsulati, e gruppo di controllo (C) riceventi una dieta senza il microincapsulato. I gruppi saranno omogenei per età delle bovine, peso corporeo, Body Condition Score e produzione di latte. Le due razioni saranno isoenergetiche e isoproteiche, differenziandosi soltanto per la presenza nella razione T (gruppo trattato) dei microincapsulati. Il rapporto foraggi/concentrati sarà stabilito dopo aver selezionato le 24 vacche oggetto della sperimentazione, valutando le prestazioni produttive pregresse delle bovine.



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

Ipotizzando un rapporto ideale 50/50, qualora la media produttiva delle 24 bovine sia superiore ai 30 kg di latte per die, si sfrutterà come base foraggera l'insilato di mais e il fieno di erba medica, mentre i concentrati avranno come base proteica la farina di estrazione di soia e come principale apporto energetico la granella di mais. Il quantitativo complessivo della razione giornaliera sarà determinato basandosi sui quantitativi di latte prodotti dalle vacche nella lattazione precedente a quella oggetto di sperimentazione.

La prova di alimentazione, della durata di 45 giorni, consisterà in un periodo di adattamento (15 giorni), per far sì che il microbiota ruminale si adatti alla composizione della dieta, quindi seguirà il periodo di prova sperimentale, della durata di 30 gg. La somministrazione delle razioni T e C inizierà quando le tutte vacche in prova saranno a metà lattazione, sfruttando la tecnica UNIFEED, tramite l'utilizzo di un carro miscelatore presente in azienda. Saranno inoltre effettuate analisi chimico-bromatologiche delle razioni trattate e controllo da utilizzare nella sperimentazione.

Nel corso della lattazione delle 24 bovine, in entrambi i gruppi verranno registrati con cadenza mensile, a partire dalla fine del primo mese e fino al termine della lattazione stessa, le produzioni di latte individuale, in modo tale da poter valutare gli effetti dei microincapsulati sulla quantità di latte prodotta dai due gruppi di animali. Al tempo 0 (il giorno prima dell'inizio della prova), al giorno 1, 15, e successivamente giornaliero fino al 45° giorno di prova, sarà effettuato un prelievo individuale di 50 ml di latte, sui quali verranno analizzati i seguenti parametri qualitativi: composizione chimico bromatologica (grasso, proteine, lattosio, sali minerali), profilo lipidico, con particolare riferimento agli acidi grassi essenziali della serie n-3 ed n-6, verificando anche gli effetti del trattamento sulla presenza di CLA; - composti ad azione antiossidante (TBARS); peptidi bioattivi con valenza nutraceutica; lisozima, lattoferrina e lattoperossidasi; vitamine idrosolubili e liposolubili, con particolare riferimento ai composti con azione antiossidante (vitamine C e vitamina E); VOC (composti organici volatili) per il profilo dei composti volatili.

Il latte di ciascun gruppo, prelevato nei giorni ai tempi 0, 1, 15, 25, 35 e 45, sarà pastorizzato con le condizioni previste per il latte ad uso alimentare e sottoposto ad analisi sensoriale (test descrittivi e test edonistici), per valutare l'eventuale effetto della "biofortificazione" sui parametri sensoriali e sul gradimento. I campioni verranno altresì analizzati mediante l'impiego del naso elettronico per una rapida caratterizzazione del profilo aromatico. Sui campioni di latte prodotti da bovine alimentate con diverse razioni, verrà valutata la capacità di crescita e di acidificazione con formulazioni diverse di colture starter selezionale e/o naturali

Con la medesima cadenza di campionamento del latte, si effettueranno prelievi di liquido ruminale, tramite sondino gastrico, con la finalità di determinare gli effetti del trattamento con microincapsulati sul microbiota ruminale.

Sui campioni di liquido ruminale verranno effettuate analisi metagenomiche (estrazione del DNA, produzione library regione V3-V4 16S rRNA e sequenziamento su Illumina MiSeq) e analisi chimico-fisiche (pH), chimiche (profilo VOC e degli acidi grassi)

Una parte del latte massale per ciascun gruppo, nei giorni ai tempi 0, 1, 15, 25, 35 e 45, sarà trasportata dall'azienda esterna presso il caseificio dell'UO 2, per le caseificazioni, in triplicato, di formaggio tipo caciotta.

Al tempo 24 ore (primosale) e 30 gg (caciotta stagionata), saranno prelevati campioni di formaggio, e quindi e sottoposti alle medesime caratterizzazioni del latte:

composizione chimico-bromatologica (grasso, proteine, lattosio, sali minerali); - profilo lipidico, con particolare riferimento agli acidi grassi essenziali della serie n-3 ed n-6, verificando anche gli effetti del trattamento sulla presenza di CLA; - composti ad azione antiossidante (TBARS);- peptidi bioattivi con valenza nutraceutica; lisozima, lattoferrina e lattoperossidasi; - vitamine idrosolubili e liposolubili, con particolare riferimento ai composti con azione antiossidanti (vitamine C e vitamina E). Durante le prove di caseificazione e durante la maturazione del formaggio, verranno effettuati prelievi per studio del microbiota con metodi basati sulla coltivazione (tecniche di microbiologia classica: conta in piastra, isolamento e osservazione microscopica) e non basati sulla coltivazione (tecniche molecolari: RAPD-PCR, amplicon targeted next generation sequencing – AT-NGS diretto verso 16S, Real time-PCR quantitativa usando primer specifici per il gene 16S rRNA delle specie batteriche rappresentative).

Il formaggio prodotto dal latte di ciascun gruppo sarà, inoltre, sottoposto ad analisi sensoriale (test descrittivi e test edonistici), per valutare l'eventuale effetto della "biofortificazione" sui parametri sensoriali e sul gradimento. I campioni verranno altresì analizzati mediante l'impiego del naso elettronico per una rapida caratterizzazione del profilo aromatico.

Nel secondo anno di sperimentazione sarà duplicata la valutazione dell'effetto dell'arricchimento della razione alimentare con i micro incapsulati su 2 gruppi di vacche in lattazione della stessa razza Frisone italiana, nonché tutte le analisi microbiologiche, metagenomiche, chimico-bromatologiche e sensoriali previste nel primo anno di sperimentazione. La ripetizione consentirà di avere una maggiore numerosità complessiva di campioni. I risultati del secondo anno di sperimentazione consentiranno di ottenere una maggiore robustezza scientifica dei risultati, annullando eventuali variabili impreviste. La razione alimentare sarà formulata ricalcando lo schema utilizzato nel primo anno di sperimentazione, per dosi di alimento somministrate al gruppo trattato T e controllo C.



3. Relazione prima rendicontazione del progetto

SPAZIO RISERVATO AL COORDINATORE DEL PROGETTO

Relazione tecnico-scientifica (intermedia max 10 pagine – finale max 20 pagine)

WP1.1.- Coordinamento e gestione della parte documentale

Il Coordinatore ha organizzato nel corso del progetto ad oggi sei riunioni, di cui tre telematiche, per discutere le attività di ricerca svolte secondo quanto concordato nel progetto, nonché per condividere la programmazione e lo stato di avanzamento di quelle da svolgere. Tutti i documenti e i resoconti delle varie riunioni tenutesi, sono state caricate su Google drive in una cartella condivisa da tutti i partner del progetto.

WP 2- Produzione microcapsule contenenti composti bioattivi estratti da scarti alimentari

WP 2.1 Messa a punto delle metodologie di estrazione di composti bioattivi dagli scarti alimentari

Caratterizzazione delle frazioni di decorticatura e identificazione delle metodologie estrattive

Con riferimento alla caratterizzazione delle frazioni di decorticatura, nel report precedente erano stati presentati i risultati parziali dell'attività, che era ancora in corso ed avrebbe portato alla definizione delle condizioni ottimali di processo per ottenere maggior efficienza di decorticatura. Allo stato attuale è stata completata la caratterizzazione del prototipo, e sono disponibili i risultati sulle prestazioni dello stesso nelle differenti condizioni sperimentali, nonché l'incidenza sulla quantità e sulle proprietà fisiche della cuticola separata.

Metodologia e i principali risultati raggiunti

Per le prove sperimentali sono state utilizzate lenticchie della varietà Laird (*Lens esculenta Moench*), di forma lenticolare appiattita e di colore verde con cotiledone giallo. Chiamate anche giganti o "large", sono lenticchie molto diffuse in commercio, e durante la cottura tendono ad aprirsi. Nella fasi di realizzazione del prototipo di decorticatrice, ma anche nella messa a punto delle tecniche di estrazione dei polifenoli per la preparazione dei microincapsulati, sono state eseguite prove comparative con lenticchie delle varietà Laird ed Eston, acquistate da fornitori specializzati nella commercializzazione di legumi, o fornite gratuitamente da aziende che ricadono nell'area della Lenticchia di Altamura Igp. La comparazione si è resa necessaria per garantire il corretto funzionamento del prototipo con varietà di lenticchie di dimensioni differenti, gigante per la Laird, e più piccola nel caso della Eston. Infatti, entrambe le varietà sono ricomprese nella medesima specie citata (*Lens Esculenta Moench*) e sono entrambe commercializzate, ad esempio, come Lenticchia di Altamura IGP. Durante le prove preliminari, condotte secondo un approccio molto applicativo, è stato verificato che la Eston rispondeva in maniera soddisfacente rispetto alla Laird, e per questo non è stata più utilizzata nelle successive prove sperimentali, e non è stata citata nella prima versione del report.

Protocollo per le prove di decorticatura

Le prove di decorticatura hanno seguito un protocollo sperimentale, basato sulla variazione delle seguenti grandezze del prototipo:

1. Velocità del prototipo, in relazione alla frequenza impostata sull'inverter. Sono stati comparati 3 valori di frequenza (40, 50 e 60 Hz), che restituiscono le seguenti velocità del rotore: 1840, 2300 e 2800 giri/minuto.
2. Portata di aspirazione della cuticola; per questo parametro, ove possibile, sono stati comparati tre valori: a) debole, b) intermedia e c) elevata.
3. Regolazione della tramoggia di passaggio del prodotto grezzo tra 1 cm (regolazione minima) e 1,5 cm.

Nel complesso, sono state prese in considerazione otto combinazioni di prove sperimentali, tutte eseguite in tre repliche tecniche, su lotti di 10 kg di lenticchie. Alcune combinazioni sperimentali, inoltre, sono state tentate ma non hanno restituito risultati "macchinabili" e pertanto sono state abbandonate. Tutte le frazioni raccolte al termine della decorticatura sono state pesate, ed il loro peso è stato espresso in proporzione al peso totale del campione di partenza.

I dati sono stati elaborati e trattati statisticamente per verificare la significatività delle differenze tra i valori riscontrati.

Effetto della velocità della decorticatrice

In **Figura 1** è riportata l'efficienza di separazione del seme intero in funzione della velocità di rotazione della decorticatrice, mantenendo costante la regolazione dell'aria aspirata, fissata al valore minimo (debole aspirazione).

L'efficienza di separazione fa riferimento alla quantità di lenticchie raccolte nell'uscita del prototipo dedicata alla raccolta del decorticato, rispetto alla quantità totale di prodotto alimentato alla macchina.

Le tre velocità riportate corrispondono alle frequenze di 40 (1840g/min), 50 (2300 g/min) e 60 Hz (2800 g/min), regolabili per

mezzo di inverter.

Dalla **Figura 1** si evince che alla velocità di 2800 g/min, la più elevata delle tre velocità, si ottiene l'efficienza di separazione maggiore, con valori che raggiungono l'83,3%, significativamente più elevati rispetto al valore di 75,6%, corrispondente alla velocità di 2300 g/min, e del 69,1%, ottenuto alla velocità di 1840 g/min.

Inoltre, come si evince dalla **Tabella 1**, possono essere evidenziati altri aspetti che differenziano significativamente il funzionamento del prototipo nelle tre condizioni. In particolare, la tabella mostra come vi sia una differenza significativa per la quantità di lenticchie rotte (Br), cuticola separata (Hu), lenticchie separate in un'uscita secondaria del prototipo (Ou2) e perdite complessive (Loss).

Alla velocità più bassa aumenta la quantità di lenticchie rotte, che rappresentano il 15,3%, rispetto al 10,6 % alla velocità intermedia e il 2,8% alla velocità più elevata. Questo risultato evidenzia che la velocità, e quindi il tempo di residenza delle lenticchie nella macchina, condizionano non soltanto la ripartizione nelle varie frazioni, ma anche l'impatto meccanico sulle lenticchie stesse, e pertanto al tempo di residenza più elevato, corrispondente alla velocità più bassa, si ottiene un maggior danno meccanico, ed una maggior percentuale di lenticchie rotte. Per quanto riguarda la separazione di cuticola, essa varia dal 3,8% alla velocità più elevata, fino al 6,9% e 7,9%, rispettivamente alla velocità intermedia e alla velocità più bassa. In conclusione, si può affermare che non esiste una soluzione operativa migliore delle altre, ma la scelta della combinazione più idonea di parametri dipende dall'obiettivo prefissato che può variare tra una maggior capacità oraria del prototipo e una maggior resa in cuticola separata. Una situazione di equilibrio accettabile è rappresentata dalla velocità intermedia, che permette di limitare la rottura meccanica della lenticchia, e ottenere una buona resa in cuticola.

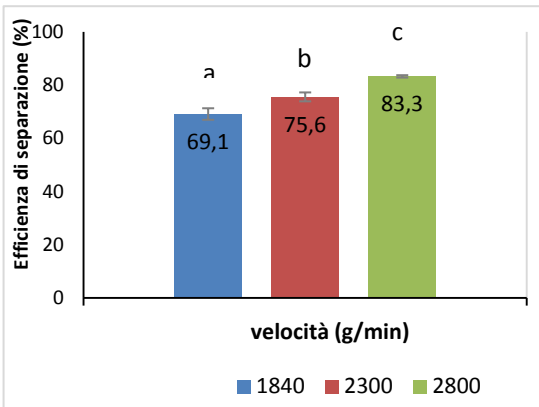


Figura 1. Relazione tra l'efficienza di separazione delle lenticchie all'uscita riservata al decorticato, e velocità della decorticatrice. Lettere diverse indicano una differenza significativa tra i valori riscontrati ($P < 0,05$).

Tabella 1. Frazioni di lenticchie separate rispetto alla velocità del prototipo (Deh%-decorticato, Br- lenticchie rotte, Hu-cuticola, Ou2-frazione raccolta in corrispondenza dell'uscita supplementare del prototipo, Loss-perdite).

Velocità del prototipo, g/min (frequenza, Hz)	Deh (%)	Br (%)	Hu (%)	Ou2 (%)	Loss (%)
1840 (40)	69,1	15,3	7,9	4,0	3,7
2300 (50)	75,6	10,6	6,9	3,1	3,8
2800 (60)	83,3	2,8	3,8	1,8	8,3

Classificazione della dimensione delle frazioni separate

Le diverse tipologie di campione raccolte in corrispondenza delle varie uscite, sono state esaminate visivamente, separate dalle particelle estranee a ciascuna di esse (ad esempio, i pezzi di cuticola nei semi rotti, etc.) e sottoposte a vibro setacciatura, con la finalità di studiare la distribuzione delle classi dimensionali, in relazione ai parametri operativi del prototipo, già commentati nei paragrafi precedenti. Particolare interesse riveste la distribuzione per classi di dimensione relativa alle frazioni cuticola e semi rotti, come riportato nei grafici seguenti.

In **Figura 2** è rappresentata la distribuzione delle frazioni di cuticola sui setacci a maglia gradualmente più piccola, a partire dal setaccio con maglia 3 mm, che seleziona fino a <5 mm. Nel grafico non sono riportati i risultati relativi al setaccio a maglia 5mm, che, nel caso della cuticola, raccoglie una quantità trascurabile di materiale. Dai dati si evince che la tesi sperimentale che prevede velocità 2800 g/min e aspirazione regolata alla massima intensità (+) è in grado di isolare la cuticola con dimensione maggiore, che è presente sul setaccio a maglia più larga, tra quelli riportati in grafico, con una percentuale del 40,8%. Risultati apprezzabili, con quantità superiori al 20% sono ottenibili con le tesi sperimentali a velocità intermedia, indipendentemente dalla regolazione dell'aspirazione di aria. Le tesi 2300(+), 2300(int) e 2300(-) evidenziano anche una buona capacità nel selezionare la seconda classe di dimensione della cuticola, depositata sul setaccio a maglia tra 0,85 e 3 mm, che è rappresentata, rispettivamente, al 55,5%, 47,8% e 50,5%.

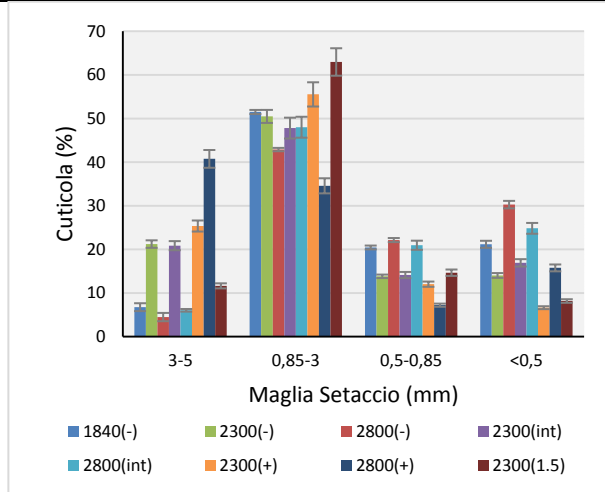


Figura 2. Cuticola (%) separata sui setacci a diversa maglia, per le otto combinazioni sperimentali testate durante la decorticatura.

Un'eccessiva polverizzazione della cuticola, evidente per la classe di dimensione <0,5 mm, con frazione superiore al 20% in peso, viene selezionata dalle tesi sperimentali a velocità 1840(-) e per la velocità 2800 g/min, quando l'aspirazione dell'aria è regolata sui valori minimo e intermedio rispettivamente. Tuttavia, come evidenziato in prove sperimentali di estrazione impiegando la cuticola più fine, essa non è adeguata in quanto in soluzione acquosa essa tende a compattarsi e si perde il vantaggio di una elevata superficie esposta al solvente, rispetto alla difficoltà di lavorarla e alla presenza di impaccamento nelle operazioni di filtrazione e analisi strumentale.

Le buone prestazioni, in termini di dimensione della cuticola selezionata sui setacci a maglia più larga, sono confermate, per la tesi 2800(+), anche sul frazionamento dei semi rotti, che per il 51,8% sono presenti sul setaccio con maglia >5mm, e per il 10,9% sul setaccio con maglia da 3 mm.

Dal punto di vista della capacità del prototipo di preservare la qualità della cuticola, per un successivo impiego del sottoprodotto in operazioni di trasformazione (es. estrazione di polifenoli ed altri composti bioattivi), è possibile scegliere le condizioni ideali per separare le classi di dimensione della cuticola più idonee alla trasformazione.

In quest'ottica, come già discusso in precedenza, le condizioni operative più efficienti per la decorticatura della lenticchia consentono, spesso, di preservare la qualità della cuticola. Infatti, come già analizzato, alla velocità di 2800 g/min e aspirazione regolata alla massima intensità (+) risulta possibile isolare il 40,8% della cuticola con dimensione media tra 3 e 5 mm.

Operando, invece, a velocità di 2300 g/min., indipendentemente dalla regolazione della portata di aria, è possibile selezionare cuticola di dimensione media tra 0,85 e 3 mm, e questa rappresenterebbe circa il 50% sul totale della cuticola separata.

Confronto tra le metodologie estrattive proposte

Con riferimento alla messa a punto di una linea di estrazione dei polifenoli, presso il laboratorio Maclab di macchine e impianti, sono state condotte prove comparative di estrazione con le seguenti metodologie:

- Estrazione in acqua
- Estrazione con ultrasuoni

Nel periodo giugno-ottobre sono state eseguite le prove sperimentali, in scala di laboratorio, impiegando generalmente un rapporto cuticole:solvente di 0,2:40 (g/ml), comparando l'estrazione in acqua acidulata (pH 3,1) con o senza l'impiego di ultrasuoni. L'applicazione degli ultrasuoni, per mezzo di bagno ad ultrasuoni con potenza pari a 250 W (130 W efficaci) e frequenza 40 kHz, è stata effettuata per tempi variabili, da un minimo di 20 minuti ad un massimo di 20 ore. Le condizioni di funzionamento degli US, e i tempi di trattamento, sono stati individuati sulla base di riferimenti bibliografici e di prove sperimentali preliminari in fase di messa a punto delle procedure. I protocolli operativi sono stati progettati in collaborazione tra le unità di ricerca AGR09 e AGR15. Dai risultati delle analisi risulta che il tempo ottimale di trattamento è intorno alle 2 ore, con un'estrazione di ca. 155 mg/g.

Ciononostante con l'estrazione in soluzione acquosa acidificata senza il supporto della tecnologia a US, a dispetto dei lunghi tempi di estrazione, sono stati raggiunti i risultati migliori sulla frazione tanninica come è possibile osservare dalla **Figura 3**, in cui è stata riportata la quantità di tannini estratta, utilizzando acqua acidificata, metanolo al 70%, etanolo al 60% mediante l'impiego del protocollo proposto da Zhang et al. (2015) che consisteva in tre fasi di estrazioni da 15 h e l'estrazione in acqua

acidificata abbinata a diversi trattamenti US.

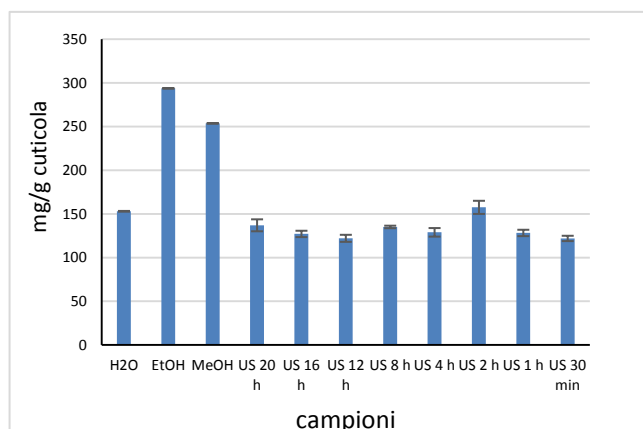


Figura 3. Concentrazione (mg/g) di tannini estratti utilizzando acqua acidificata, etanolo al 60%, metanolo al 70% o acqua acidificata abbinata agli ultrasuoni per tempi variabili.

I valori di confronto per l'estrazione con solvente chimico nelle massime condizioni di estrazione possibili adottate nel laboratorio dell'unità AGR15 sono risultati pari a 293 mg/g. I valori ottenuti con tecnologie "green" sono in linea con i valori riportati da vari autori per l'estrazione di tannini ed altri composti da matrici vegetali. Inoltre, la limitazione delle rese di estrazione dei composti fenolici in conseguenza dell'impossibilità di utilizzare solventi chimici, era stato evidenziato anche tra i punti di debolezza della proposta progettuale. Il contributo all'estrazione della tecnica ad ultrasuoni, nelle condizioni testate, non è stato soddisfacente. Infatti, come è possibile osservare dalla **Figura 3**, in cui le diverse metodologie di estrazione sono state confrontate, non si evidenzia un vantaggio significativo nell'estrazione quando all'estrazione con il solvente acqua è stato aggiunto l'effetto degli ultrasuoni. Rimarrebbe, peraltro, un problema tuttora irrisolto a livello industriale, cioè la scalabilità dell'estrazione a ultrasuoni dal livello di laboratorio a quello industriale.

In riferimento agli obiettivi generali e specifici del progetto, dunque, dal confronto tra le tecnologie estrattive proposte, e dall'analisi dei dati relativi alla quantità di tannini estratti, risulta che il metodo migliore per la formulazione di estratti da avviare alla trasformazione per la produzione di un integratore per la dieta delle bovine è l'estrazione in acqua acidificata. Appare ovvio che, anche dal punto di vista energetico e di impatto ambientale, questa risulta la tecnica migliore. Infatti, una linea completa per la produzione di estratto da cuticola di lenticichia dovrebbe prevedere i seguenti elementi impiantistici: un serbatoio polmonare per il solvente (acqua), un tank per la estrazione solido/liquido, con possibilità di gestione della temperatura di riscaldamento e raffreddamento a mezzo di soluzione circolante nell'intercapedine del tank, munito di sonde di controllo pH e sistema di gestione del pH (per utilizzo con acqua acidulata), un sistema di ricircolo del solvente per un parziale rinfresco, periodicamente, del solvente. A fine trattamento, il solvente, separato dalla massa solida esausta, viene alimentato, dopo un parziale allontanamento dell'acqua per mezzo di un concentratore a bassa pressione (T evaporazione max 50°C), e alimentato all'impianto per la microincapsulazione.

Caratterizzazione dell'estratto in acqua

L'estratto tannico è stato idrolizzato con HCl (concentrazione finale 2 N) e riscaldato a 85 °C per 1 ora. I campioni sono stati lasciati raffreddare a temperatura ambiente e quindi centrifugati a 3000 g per 5 min. Il supernatante è stato filtrato e sottoposto ad analisi HPLC. In **Figura 4** è stata riportata l'identificazione dei composti fenolici presenti nell'estratto.

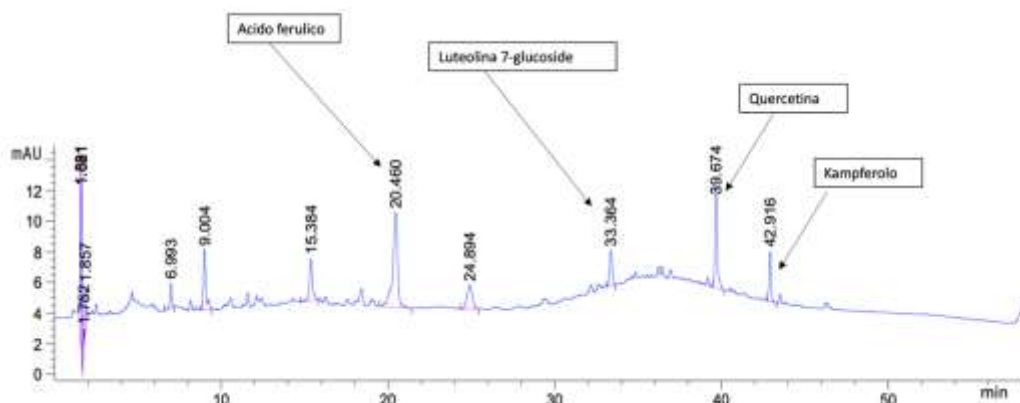


Figura 4. Cromatogramma degli estratti acquosi di lenticichia

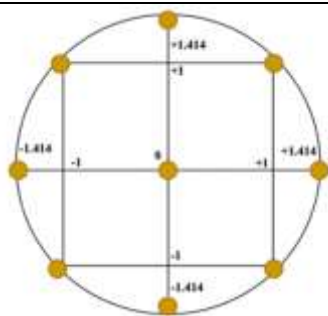


Figura 5. Central Composite Design per 2 fattori

L'estratto tannico ottenuto è stato microincapsulato utilizzando maltodestrine (MD) e gomma arabica (GA) in qualità di polimeri di rivestimento. I protocolli relativi alla microincapsulazione sono stati sviluppati in collaborazione tra le unità di ricerca AGR15 e AGR09. Le formulazioni ottenute sono state essiccate mediante spray-dryer al fine di ottenere le microcapsule in forma di polvere. Nel dettaglio, la composizione delle microcapsule è stata ottimizzata utilizzando un Central Composite Design (CCD) con replica del punto centrale. I rapporti tra i tannini ed i polimeri (core:shell) (X_1) e tra i due polimeri di rivestimento (X_2) sono stati selezionati come variabili indipendenti. Queste variabili sono state valutate a tre diversi valori (-1, 0, +1) che sono inferiore, medio e superiore (**Fig. 5**).

La loading capacity (LC), l'efficienza di incapsulazione (EE), la resa (EY), l'umidità e l'attività dell'acqua (a_w) sono stati selezionati come risposta del model design (Y). I coefficienti di regressione (β) sono stati ottenuti adattando i risultati sperimentali a un modello polinomiale di secondo ordine; questo disegno è stato utilizzato per la

superficie di analisi della risposta di seguito riportata (Eq.1):

$$y = \beta_0 + (\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2) + (\beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2) + (\beta_{112} X_1^2 X_2 + \beta_{122} X_1 X_2^2 + \beta_{111} X_1^3 + \beta_{222} X_2^3) + \dots \text{Eq. (1)}$$

Dove, Y è la variabile di risposta, X_1 e X_2 sono le variabili indipendenti. β_0 , β_1 , β_2 e β_{12} sono i coefficienti di regressione del modello. Tale disegno richiede un numero di esperimenti pari a $2k+2k+n$, dove k rappresenta il numero delle variabili e n il numero di esperimenti condotti al centro del dominio sperimentale. Il disegno utilizzato per la ottimizzazione della produzione delle microcapsule è stato riportato in **Tabella 2**. Sono state condotte quindi 13 diverse osservazioni con 5 punti centrali, per verificare la ripetibilità dei dati, e quattro punti stella, per garantire l'affidabilità del disegno. I punti stella sono stati usati per stimare i coefficienti dei termini quadratici nel modello. In generale, il valore da loro assunto dipende dal numero di esperimenti nella parte fattoriale del CCD. Più in particolare, nel caso di due variabili i punti stella risultano uguali a $\pm 1,414$. I coefficienti necessari per sviluppare le equazioni matematiche che interpretano il cambiamento della LC, EE, della EY, del quantitativo totale di tannini, dell'umidità e a_w delle microcapsule al variare del rapporto core:shell e del rapporto MD:GA sono stati ottenuti mediante analisi della varianza ANOVA utilizzando il software XLSTAT (Addinsoft SARL, Paris, France). Il p-value del modello, il coefficiente di determinazione (R^2), il coefficiente di aggiustamento (R^2_{adj}) e il p-value del Lack of fit sono stati utilizzati per la stima dell'adeguatezza dell'equazione polinomiale delle risposte. Tutti i termini del modello sono stati considerati significativi con p-value inferiore a 0,05. I grafici della superficie di risposta 3D sono stati generati dal software XLSTAT (Addinsoft SARL, Paris, France).

Tabella 2. Matrice CCD a due fattori per la produzione delle microcapsule e fattori corrispondenti

Osservazione	X1 core:shell	X2 MD:GA	Fattore codificato X1	Fattore codificato X2
Run 1	0,5:5	2:3	-1	-1
Run 2	1,5:5	2:3	+1	-1
Run 3	0,5:5	3:2	-1	+1
Run 4	1,5:5	3:2	+1	+1
Run 5	0,29:5	5:5	-1,414	0
Run 6	1,7:5	5:5	+1,414	0
Run 7	1:5	1,5:3,5	0	-1,414
Run 8	1:5	3,5:1,5	0	+1,414
Run 9	1:5	5:5	0	0
Run 10	1:5	5:5	0	0
Run 11	1:5	5:5	0	0
Run 12	1:5	5:5	0	0
Run 13	1:5	5:5	0	0

Il protocollo generale per la produzione delle microcapsule, predisposto sulla base di quanto riportato da Adejoro et al. (2019), prevede la preparazione di soluzioni acquose in cui i polimeri di rivestimento, ovvero le maltodestrine e la gomma arabica, vengono solubilizzati secondo i rapporti riportati in **Tabella 2**. Sempre facendo riferimento alla tabella sopraccitata, sono stati disciolti nella soluzione dei polimeri di rivestimento i tannini in forma di polvere.

I parametri di processo dello spray dryer, fissati in base a prove preliminari, sono stati i seguenti:



- Inlet temperature: 170°C;
- outlet temperature: 60-65,5° C;
- pressione nella camera: 1,23 mbar;
- pressione di alimentazione: 0,29 bar

Le microcapsule ottenute sono state valutate in termini di loading capacity (LC) ed efficienza di incapsulazione (EE) secondo le equazioni (2) e (3). Per ogni formulazione ottenuta è stata inoltre valutata la resa del processo di incapsulazione calcolata in base all'Eq. (4).

$$LC\% = \frac{TT-FT}{TT} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

$$EE\% = \frac{TT-FT}{\text{contenuto teorico tot}} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

$$EY\% = \frac{\text{microcapsule ottenute (g)}}{\text{polveri utilizzate (g)}} \times 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

Per la valutazione del contenuto totale di tannini (TT) presenti nelle microcapsule 100 mg di polvere sono stati incubati in 1ml di acqua deionizzata. Mediante l'impiego di un bagnetto ad ultrasuoni (Sonorex Super 10P con livello di sonificazione 10), si è proceduto a sonificare per 30 min a temperatura ambiente. Trascorso il tempo necessario alla rottura del rivestimento delle microcapsule, sono stati aggiunti 10 ml di etanolo ed il tutto è stato lasciato in agitazione per altri 30 min. Il campione è stato quindi centrifugato a 4500 giri per 10 min e filtrato. Si è proceduto quindi alla determinazione dei tannini mediante saggi spettrofotometrici. Per la determinazione del quantitativo di tannini liberi (FT), a 100 mg di polvere sono stati aggiunti 10 ml di etanolo. La soluzione ottenuta è stata agitata delicatamente per 1 min e successivamente centrifugata, a 4500 giri per 10 min, e filtrata. Successivamente sono stati quantificati i tannini mediante saggi spettrofotometrici (Zanoni et al., 2020). Delle microcapsule ottenute è stata anche valutata l' a_w e l'umidità. Inoltre utilizzando XLSTAT è stata generata la superficie di isorisposta e sono stati calcolati i principali coefficienti statistici. In **Tabella 3** sono stati riportati i risultati relativi ai responsi della loading capacity, dell'efficienza di incapsulazione, della resa, del quantitativo totale di tannini, dell'umidità e dell'attività dell'acqua delle microcapsule. L'ottimizzazione del processo è stata effettuata mediante 13 trials randomizzati al fine di valutare l'effetto del rapporto core:shell e del rapporto MD:GA sulle risposte.

Tabella 3. Risultati relativi alla loading capacity, all'efficienza di incapsulazione, alla resa, all'umidità e all'attività dell'acqua ottenute in base al disegno sperimentale

Osservazione	Loading capacity (%)	Efficienza incapsulazione(%)	Resa incapsulazione (%)	Tannini totali (mg/g)	a_w	Umidità
Run 1	95,33	72,64	44,75	69,27	0,44	5,35
Run 2	96,91	76,58	56,69	182,36	0,37	3,64
Run 3	95,21	69,33	23,95	66,19	0,41	4,22
Run 4	96,74	74,09	49,86	176,75	0,41	4,30
Run 5	93,65	70,05	35,14	41,00	0,36	4,11
Run 6	97,12	74,41	39,79	199,98	0,38	4,19
Run 7	97,35	77,74	32,28	133,09	0,34	4,07
Run 8	97,11	76,06	22,16	130,54	0,37	3,96
Run 9	97,14	73,17	21,30	125,55	0,38	4,34
Run 10	97,21	73,67	25,50	126,30	0,35	3,98
Run 11	97,08	74,12	24,63	127,25	0,36	3,83
Run 12	97,24	76,34	25,72	130,84	0,35	3,32
Run 13	97,14	76,45	26,27	131,16	0,34	3,49

Per quanto riguarda la loading capacity, ovvero la capacità di carico delle microcapsule, essa varia da 93,65 a 97,35%. In base ai risultati dell'ANOVA, il modello è risultato significativo ($p < 0,0001$). Inoltre R^2 è risultato pari a 0,963 mentre R^2_{adj} è risultato pari a 0,936 il che dimostra che il modello mostra adeguatamente la combinazione dei fattori studiati. In **Tabella 4** sono stati riportati i risultati relativi all'ANOVA dei coefficienti di regressione nonché i termini del modello che permettono

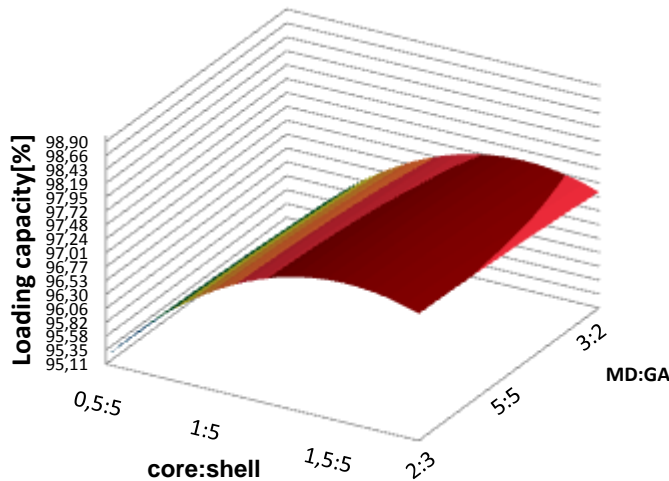
l'ottenimento dell'Eq. (5). Come è possibile osservare dalla **Tabella 4**, sia X_1 che X_1^2 hanno un effetto significativo ($p < 0,0001$) sulla loading capacity.

$$LC \% = 97,16 + 1,00X_1 - 0,08X_2 - 0,095X_1^2 - 0,29X_2^2 - 0,01X_1X_2 \quad \text{Eq. (5)}$$

L'effetto del rapporto core:shell e del rapporto MD:GA e le loro interazioni sulla LC può essere osservato in **Figura 6**. In base alla figura, la LC aumenta all'aumentare del rapporto core:shell. Inoltre un effetto seppur non significativo, è osservato al variare del rapporto MD:GA. In base a queste premesse, la LC più elevata è stata osservata con un valore di X_1 di 1,5:5 e con un valore di X_2 di 2:3

Tabella 4. Analisi della varianza e termini del modello (Variabile loading capacity)

ANOVA dei coefficienti di regressione						Termini del modello		
Fonte	GDL	Somma dei quadrati	Media dei quadrati	F	P > F	Fonte	Valore	p
Modello	5	14,486	2,897	36,175	< 0,0001	Intercetta	97,162	< 0,0001
Errore	7	0,561	0,080			X_1	1,002	< 0,0001
Lack of fit	3	0,544	0,181	45,041	0,002	X_2	-0,078	0,462
Errore puro	4	0,016	0,004			X_1^2	-0,955	< 0,0001
Totale corretto	12	15,047				X_2^2	-0,030	0,790
						X_1X_2	-0,013	0,928



L'effetto del rapporto core:shell e del rapporto MD:GA e le loro interazioni sulla LC può essere osservato in **Figura 6**. In base alla figura, la LC aumenta all'aumentare del rapporto core:shell. Inoltre un effetto seppur non significativo, è osservato al variare del rapporto MD:GA. In base a queste premesse, la LC più elevata è stata osservata con un valore di X_1 di 1,5:5 e con un valore di X_2 di 2:3.

Figura 6. Superficie di risposta dell'effetto del rapporto core:shell e del rapporto maltodestrine gomma arabica e delle loro interazioni sulla loading capacity

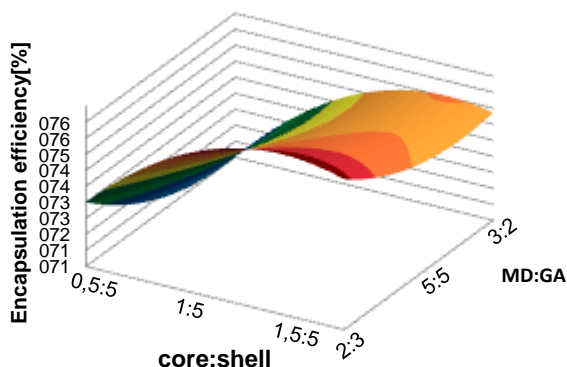
L'efficienza di incapsulazione (EE) valutata per le diverse formulazioni varia tra 69,32 e 77,74%. In base ai risultati dell'ANOVA, il modello è risultato significativo ($p < 0,05$). Inoltre la Lack of fit, che valuta l'incapacità del modello, è risultata non significativa ($p=0,524$) e ciò conferma l'adeguatezza del modello. D'altro canto però i valori di R^2 e di R^2_{adj} , pari a 0,794 e 0,647 rispettivamente non sono risultati sufficientemente alti. L'equazione che combina la relazione tra le variabili e la predizione dell'efficienza di incapsulazione, ottenuta in base ai coefficienti di regressione riportati in **Tabella 5**, è riportata di seguito (Eq. 6).

$$EE\% = 74,75 + 1,86 X_1 - 1,021 X_2 - 1,61 X_1^2 + 0,72 X_2^2 - 0,20 X_1 X_2 \quad \text{Eq. (6)}$$

Tabella 5. Analisi della varianza e termini del modello (Variabile efficienza di incapsulazione)

ANOVA dei coefficienti di regressione						Termini del modello		
Fonte	GDL	Somma dei quadrati	Media dei quadrati	F	P > F	Fonte	Valore	p
Modello	5	60,455	12,091	5,397	0,024	Intercetta	74,750	< 0,0001

Errore	7	15,684	2,241			X ₁	1,860	0,010
Lack of fit	3	6,223	2,074	0,877	0,524	X ₂	-1,022	0,095
Errore puro	4	9,461	2,365			X ₁ ²	-1,612	0,025
Totale corretto	12	76,139				X ₂ ²	0,725	0,242
						X ₁ X ₂	0,207	0,790



Tra le variabili utilizzate e le loro interazioni, solo X₁ e X₁² hanno mostrato un effetto significativo al 95% sul parametro considerato, tendenza messa in evidenza dalla **Figura 7**.

Figura 7. Superficie di risposta dell'effetto del rapporto core:shell e del rapporto maltodestrine gomma arabica e delle loro interazioni sull'efficienza di incapsulazione

Il modello ottenuto per l'interpretazione dell'effetto del rapporto core:shell e del rapporto MD:GA e delle loro interazioni sulla resa (EY) non è risultato significativo ($p = 0,053$). Al contrario il modello ottenuto per il quantitativo totale di tannini ha mostrato essere significativamente adeguato ($p < 0,0001$), adeguatezza confermata dal valore di R² e R²_{adj} (0,998 e 0,997) e dalla non significatività del parametro Lack of fit ($p = 0,562$). L'equazione che combina la relazione tra le variabili e la predizione del quantitativo di tannini, ottenuta in base ai coefficienti di regressione riportati in **Tabella 6**, è riportata di seguito (Eq. 7).

$$\text{Tannin concentration (mg/g)} = 128,22 + 56,06 X_1 - 1,54 X_2 - 4,49 X_1^2 + 1,17 X_2^2 - 0,63 X_1 X_2 \text{ Eq. (7)}$$

Tabella 6. Analisi della varianza e termini del modello (Variabile Efficienza di incapsulazione)

ANOVA dei coefficienti di regressione						Termini del modello		
Fonte	GDL	Somma dei quadrati	Media dei quadrati	F	P > F	Fonte	Valore	p
Modello	5	25323,059	5064,612	818,581	< 0,0001	Intercetta	128,222	< 0,0001
Errore	7	43,309	6,187			X ₁	56,058	< 0,0001
Lack of fit	3	16,034	5,345	0,784	0,562	X ₂	-1,538	0,124
Errore puro	4	27,275	6,819			X ₁ ²	-4,492	0,002
Totale corretto	12	25366,369				X ₂ ²	1,170	0,255
						X ₁ X ₂	-0,633	0,627

Discorso analogo alla EY può essere effettuato per quanto riguarda l'a_w e l'umidità ovvero i modelli ottenuti non risultano essere significativi.

Sulla base dei risultati ottenuti, la formulazione ottimizzata da sottoporre a produzione massiva risulta essere l'osservazione 2 (Run 2- **Tabella 3**) ottenuta mediante un rapporto core:shell 1,5:5 e MD:GA 2:3. Tale formulazione è caratterizzata da una LC pari al 96,91%, un'EE pari a 76,58% una EY del 56,69% con un quantitativo di tannini di 182,36 mg/g, un'umidità del 3,64 e un'a_w di 0,37.

WP 3 - Prove di alimentazione con razioni tradizionali e arricchite di composti bioattivi incapsulati

WP 3.1.1

Scelta delle bovine da utilizzare nella sperimentazione, basandosi sul numero di lattazioni e sui quantitativi di latte prodotti.

È stata espletata la procedura per l'affidamento delle prove di alimentazione ad una azienda esterna. A conclusione della



procedura è stata individuata l'azienda Bochicchio Rocco di Filiano (PZ). Compatibilmente con le restrizioni imposte dai DPCM in tema di contrasto alla diffusione del COVID-19, hanno avuto inizio le attività. L'azienda esterna ha realizzato i 2 box (uno per gruppo di alimentazione) provvisti di corsia di alimentazione per la distribuzione dell'unifeed e punti di abbeverata. Sono stati individuati i capi in lattazione per la costituzione dei 2 gruppi di bovine, tenendo conto della produzione media di latte per capo/giorno (30,6 l/capo/d), del numero di parti (media lattazioni), della distanza dal parto (giorni). I gruppi potranno subire piccoli aggiustamenti per mantenerli omogenei al momento delle prove sperimentali. È stato liquidato l'anticipo del 50% del compenso all'azienda esterna.

WP 3.1.2

Determinazione dei fabbisogni nutrizionali delle bovine utilizzate nella sperimentazione

Sono state approfondite le tematiche di digestione dei tannini a livello ruminale, per lo studio del migliore formato di somministrazione dei tannini condensati microincapsulati. È stata fornita all'UO1 una stima del quantitativo dei microincapsulati da utilizzare nelle prove di alimentazione, in modo da produrne il quantitativo necessario. A tale scopo, si è proceduto alla valutazione dell'ingestione di SS dei capi destinati alle prove - bovine di razza Frisona Italiana, allevate dall'azienda convenzionata. A tal fine, è stata considerata una bovina del peso vivo medio di kg 650, con una produzione di latte media di 30,0 L/giorno, al 4% di grasso e 3,3% di proteina. Sono stati individuati i fabbisogni nutrizionali delle bovine che saranno utilizzate, e messa a punto la composizione della dieta che sarà distribuita con carro miscelatore (**Tab. 7**).

Tabella 7. Composizione della dieta delle bovine

	kg tq	SS (kg)
Fieni Aziendali	14,0	10,9
Avena+Veccia+Loietto		
Insilato Orzo		
Fieno MEDICA	14,0	10,90
Miscela CONCENTRATI	15,0	13,2
Totale	29,0	24,1

È stato approfondito lo studio di bibliografia aggiornata relativa alla percentuale di ingestione di tannini condensati nelle bovine da latte, ed è stata individuata la percentuale di tannini da distribuire alle vacche in prova: 2,5% della SS ingerita totale.

Sulla base della bibliografia di settore, è stato messo a punto il piano sperimentale per le prove di alimentazione; esso prevede 31 gg di prova complessivi, di cui 26 gg di adattamento alla dieta e 5 gg di fase sperimentale, con campionamento in 4 tempi: t_0 , t_{27} , t_{29} e t_{31} , corrispondenti al giorno prima della distribuzione della dieta sperimentale, e il 27°, 29° e 31° giorno di prova, corrispondenti al 1°, 3° e 5° nonché ultimo giorno di fase sperimentale.

Si è proceduto alla formulazione delle due diete (gruppo Controllo e MicroCapsule), isoenergetiche e isoproteiche. In collaborazione con l'UNICAM, si è proceduto al bilanciamento agendo sulla miscela di Concentrati, soprattutto riguardo l'apporto energetico, modificato dalle maltodestrine e dalla gomma arabica, entrambe alimenti energetici anche se a diversa fermentescibilità. Pertanto, è stato ridotto l'apporto di elementi ricchi in carboidrati, tenendo conto degli apporti energetici del polimero di micro-incapsulazione. La miscela di concentrati in uso presso l'azienda esterna, e considerata per il razionamento, presentava già una piccola quota di maltodestrine, pertanto l'adattamento a questo alimento da parte della microflora ruminale dell'animale sarà agevolato, e sarà in termini di quantità. Per compensare la Sostanza Secca ingerita con le microcapsule, è stata infine ridotta la percentuale di polpe disidratate di barbabietola.

WP 3.3

Valutazione dell'impatto delle razioni sul microbiota e sulla composizione chimica del liquido ruminale

In vista del prelievo dei campioni di liquido ruminale per mezzo di sonda esofagea, è stata identificata la procedura per il rilascio dell'autorizzazione allo svolgimento delle prove sperimentali, individuando quale Comitato Etico l'OBPA (Organo Preposto al Benessere Animale) del Centro Zootecnia e Acquacoltura, sede di Monterotondo. La procedura prevede: i) la compilazione della domanda con i dati dell'azienda in convenzione, in applicazione dell'art. 12 comma 2 (D.L. n. 26 del 04/03/2014), in deroga al comma 1 in quanto le attività si svolgeranno presso azienda esterna al soggetto, e il piano sperimentale; ii) il parere e nulla osta da parte dell'OBPA del Centro del CREA Zootecnia e Acquacoltura.

L'iter è stato avviato a seguito dell'aggiudicazione della convenzione con l'azienda esterna. In agosto 2020 è stata presentata la richiesta di parere alla conduzione delle prove sperimentali su animali, presso il Comitato Etico interno dell'UO2, Centro di Zootecnia e Acquacoltura del CREA (OBPA). In data 10/09/2020 è stato rilasciato il nulla osta, con delibera prot. n. 65632 dell'OBPA, tale che non prevede l'invio della domanda al Ministero della Sanità, in quanto le



procedure per il prelievo con sonda esofagea sono state ritenute paragonabili alla routine delle operazioni aziendali (applicazione del bolo ruminale - identificativo aziendale).

WP 3.3.2

Analisi chimico-fisiche e chimiche del liquido ruminale

È stata approfondita la metodica relativa al profilo lipidico e dei componenti volatili del liquido ruminale, aggiornando la metodica, in particolare sui tipi di standard interni da utilizzare nelle analisi degli acidi grassi e sulla metodica di iniezione del campione per i VOC.

Si è proceduto agli acquisti di materiale di consumo, entro i limiti del piano economico finanziato. Per il completamento degli acquisti, è stata presentata la necessità di una rimodulazione degli importi finanziati entro il WP4, tale da non comportare una variazione in incremento dell'importo complessivo.

WP 4 Attitudine del latte sperimentale alla fermentazione e alla caseificazione

WP 4.1 Valutazione della capacità di crescita e di acidificazione con formulazioni diverse di colture starter selezionate e/o naturali in latti prodotti da bovine alimentate con le diverse razioni

Il Gruppo di Microbiologia Industriale ha svolto una serie di attività propedeutiche alle attività previste nel WP 4.1 che prevedono l'analisi della cinetica di acidificazione e di crescita per diversi sistemi di colture starter in latte prodotto da lattifere alimentate con le diverse razioni.

Al fine di individuare le colture starter naturali e/o selezionate da utilizzare nel WP4.1, sono state utilizzate colture naturali in latte (lattoinnesti) appartenenti alla collezione del laboratorio di Microbiologia Industriale, Scuola SAFE, Università degli Studi della Basilicata, ottenuti attraverso la tecnica del re-inoculo in precedenti studi (Progetto Qualiform, Progetto ScDiversity, Convenzione di Ricerca Area Science Park/Basilicata innovazione) e 2 colture starter commerciali liofilizzate TCC-20 e STI-12 (Christian Hansen, Danimarca) per confronto.

Le colture liofilizzate sono state ricostituite in soluzione fisiologica sterile (NaCl 0,85% w/v) e utilizzate per allestire una precoltura, inoculando (1% v/v) latte in polvere ricostituito (Skim Milk, SM) all'11% (w/v), che è stata incubata a 42°C per 16 ore. Le pre-colture dei latteinnesti in SM sono state adattate in latte UHT mediante inoculo all'1% (v/v) e successiva incubazione a 42 °C per 16 h.

Le precolture in latte UHT, quindi, sono state utilizzate per valutare l'effetto dei diversi inoculi (0,5, 2 % e 5 % v/v) sull'acidificazione; nello specifico, le precolture sono state inoculate nuovamente in latte UHT, utilizzando i diversi livelli di inoculo, e incubate per 24 h a 42 °C. Per le colture inoculate con livelli di 0,5 e 2% il pH è stato misurato direttamente dopo 24 h, mentre per quelle con un inoculo del 5% la misura è stata effettuata sia dopo 6 h che 24 h. Come atteso, la maggior parte delle colture inoculate allo 0,5% e 2% mostravano una scarsa capacità acidificante, poiché anche dopo 24 ore di incubazione non erano in grado di coagulare il latte. Al contrario, con un inoculo maggiore (5%) la maggior parte delle colture raggiungeva un valore di pH inferiore a 4,6, alcune anche già dopo 6 h di incubazione.

I dati ottenuti sulla capacità acidificante in latte UHT e della correlazione tra tempo e pH hanno fatto emergere la necessità di valutare la cinetica di acidificazione delle colture starter anche in latte fresco pastorizzato di alta qualità, substrato usato per la produzione di molti formaggi italiani. È noto, infatti, che con la pastorizzazione i componenti nutrizionali del latte restano pressoché intatti, mentre l'aumento della temperatura utilizzata durante un trattamento termico più intenso (UHT) degrada alcuni componenti termosensibili (es. vitamine).

I latteinnesti e le colture starter commerciali (TCC-20 e STI-12), sono stati quindi utilizzati per valutare la cinetica di acidificazione in latte fresco pastorizzato (LFP). Le colture inoculate in LFP sono incubate a 42°C per 8 h e ad intervalli di 1 h è stato misurato il pH (**Figura 8**) e osservata la formazione del coagulo.

In **Figura 8** sono riportate le curve di acidificazione delle colture in latte e delle colture starter commerciali. È possibile osservare che le colture CL12 e CL17 raggiungevano un valore di pH inferiore a 4,8 già dopo 4 ore; al contrario, le altre colture erano in grado di coagulare il latte solo dopo 6-7 ore.

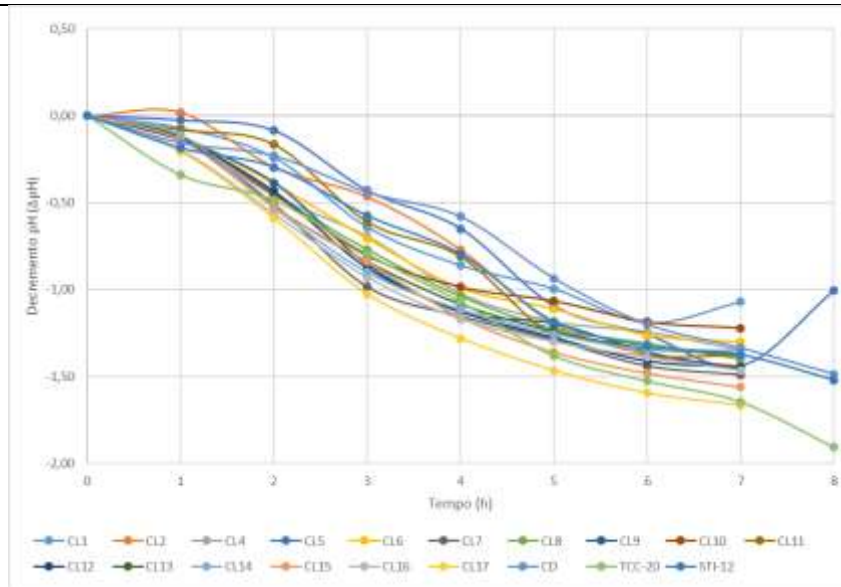


Figura 8. Cinetiche di acidificazione dei lattoinnesti e delle colture starter commerciali

Sulla base dei risultati ottenuti 2 colture naturali (CL12, CL17) e 2 colture commerciali (TCC-20, STI-12) sono state utilizzate per valutare l'effetto dell'inoculo (5% e 10%) sulla cinetica di acidificazione in latte fresco pastorizzato (Figura 9). Come atteso, l'incremento dell'inoculo migliorava la velocità di acidificazione. Tuttavia, dopo 5-6 ore di incubazione, le colture CL12 e TCC-20 hanno mostrato un decremento di pH di circa 2 unità, con entrambi i livelli di inoculo. La coltura naturale CL12 e quella commerciale TCC-20, pertanto, sono state selezionate e saranno utilizzate (livello di inoculo del 5%) nelle fasi successive per valutare i cambiamenti nell'attitudine all'acidificazione del latte di bovine alimentate e non con diverse razioni alimentari, come previsto nel WP4.1 del progetto.

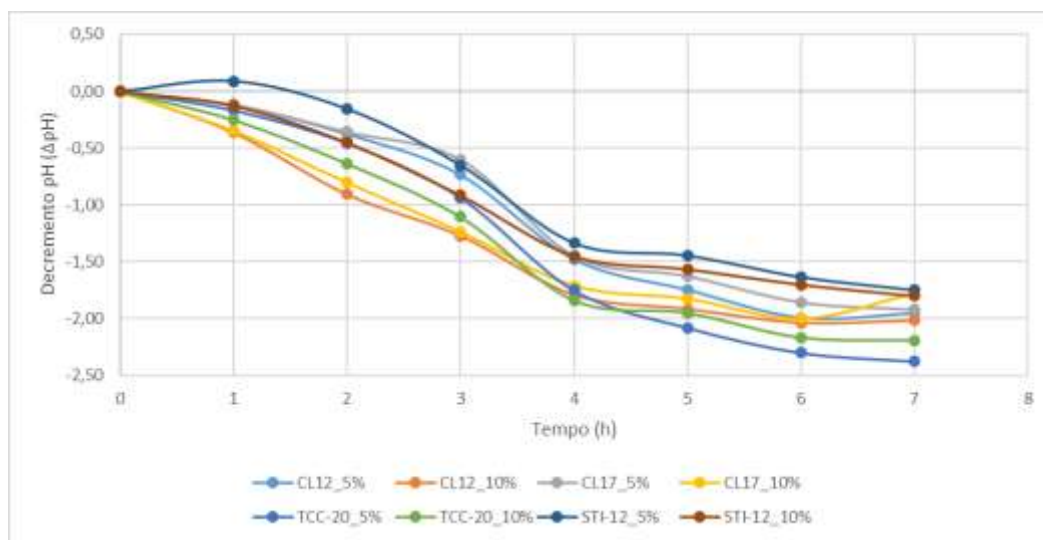


Figura 9. Cinetiche di acidificazione dei lattoinnesti selezionati e delle colture starter commerciali, con livelli diversi di inoculo.

WP 4.2.1

Realizzazione di prove di caseificazione per la produzione di caciotta fresca e stagionata



È stata messa a punto la tecnologia da applicare per la produzione di caciotte di 26-28 gg. Si è proceduto con gli acquisti del materiale di consumo per le caseificazioni. Con il latte prelevato il 14 ottobre presso l'azienda esterna convenzionata, è stato effettuato un test di pastorizzazione e di caseificazione, con i seguenti obiettivi:

- verificare le condizioni operative delle attrezzature e delle celle di stagionatura,
- testare il flow-chart messo a punto precedentemente
- avere una stima della resa di caseificazione con il latte aziendale.

Gli obiettivi del test sono stati raggiunti; i formaggi sono attualmente in fase di stagionatura.

WP 4.2.3

Valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche, chimiche e sensoriali di latte e formaggi

È stata approfondita la metodica relativa al profilo lipidico di latte e formaggi. Si è proceduto agli acquisti di materiale di consumo, entro i limiti del piano economico finanziato. Per il completamento degli acquisti, è stata presentata la necessità di una rimodulazione degli importi finanziati entro i WP3 e WP4, tale da non comportare una variazione in incremento dell'importo complessivo.

WP 5.1.1 Organizzazione di giornate destinate alla divulgazione specifica

Il giorno 10 giugno 2019 è stato organizzato, presso l'Università degli Studi della Basilicata, un kick-off meeting per la presentazione del progetto, che ha visto la partecipazione numerosi di molti stakeholder, oltre a studenti e a esperti del settore.

WP 5.1.2 *Forme intermedie di divulgazione (comunicati stampa, riviste divulgative, workshop e seminari)*

Costante aggiornamento del sito internet <https://milkbioactincaps.com> con le attività relative al progetto stesso.

Bibliografia

- Adejoro, F.A. et al. (2019). *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(7), 977.
Akdeniz, B. et al. (2017). *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1891-1896.
Cheaib, D. et al. (2018). *Antioxidants*, 7, 1-10.
Dschaak C.M. et al. (2011). *Journal of Dairy Science*, 94 :2508–2519.
Dueñas, M. et al. (2003). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7999-8004.
Pingret, D et al. (2012). *Journal of Food Engineering*, 111: 73-81.
Putnam and D.E Garrett J.E. *Proceedings, 2005-agris.fao.org*; pp. 207-221.
Szczechowiak J. et al. (2016). *Animal Feed Science and Technology*, 216:93.107
Woodward S.L. (2000). *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13:521-525
Tufarelli V. et al. (2010). *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 23:1587–1593
Zanoni, F. et al (2020). *Food Chemistry*, 307, 125535.
Zhang, B. et al. (2015). *Food Chemistry*, 172, 862-872.

SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)

Osservazioni alla relazione tecnico-scientifica

4. Obiettivi, benefici e criticità del progetto

SPAZIO RISERVATO AL COORDINATORE DEL PROGETTO				
Descrizione degli obiettivi del progetto				
Obiettivi generali	Obiettivi specifici	Linee di attività in WP	Risultati attesi	Risultati raggiunti (Se il risultato atteso non è stato raggiunto specificare la motivazione nel campo note)
WP 1 Coordinamento	WP 1.1 Gestire la parte documentale	WP 1.1.1 Condivisione della documentazione, dei risultati iniziali, intermedi e della reportistica prodotta, con le parti coinvolte nel progetto, utilizzando piattaforme web (es. google drive, dropbox, etc)	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinamento della documentazione relativa ai report di ricerca iniziali, intermedi e finali prodotti dalle parti coinvolte nel progetto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiungimento obiettivo, mediante riunioni periodiche di aggiornamento, realizzazione di un sito web dedicato e condivisione dei report relativi alle attività del progetto, mediante creazione di cartella Google drive.
	WP 1.2 Trasferire una metodologia innovativa in grado di fornire input per la formulazione di politiche sull'Agri-food nel contesto dello sviluppo sostenibile tenendo conto della dimensione economica, ambientale e sociale	WP 1.2.1 Predisposizione di un protocollo sperimentale replicabile	<ul style="list-style-type: none"> • Predisposizione di linee guida generali relative all'utilizzazione dei residui agro-industriali da rendere disponibile per gli operatori del settore 	<ul style="list-style-type: none"> • Non raggiunto
	WP 1.3 Trasferire a operatori e amministrazioni i protocolli e i prodotti sviluppati nel progetto in modo che essi diventino parte integrante nelle loro procedure operative e Interagire con altre amministrazioni operanti fuori della Regione Basilicata in modo da avviare concretamente un	WP 1.3.1 Fornire informazioni dettagliate per una comunicazione più efficace, diretta alla comunità scientifica e agli operatori del settore zootecnico. In tale ambito, oltre alle pubblicazioni scientifiche realizzate dai singoli partner, sarà valutata la possibilità di organizzare Convegni e/o seminari	<ul style="list-style-type: none"> • Trasferimento del know-how inerente il progetto ai soggetti operatori del settore • Pubblicazioni scientifiche e divulgative • Organizzazione di Convegni e/o giornate di studio per massimizzare la diffusione dei risultati ottenuti 	In corso la preparazione di un lavoro scientifico per la pubblicazione



	processo di evoluzione del settore Agrifood	WP 1.3.2 Gli strumenti di comunicazione diretta, quali manifestazioni, convegni, meeting, tavole rotonde e report serviranno a presentare i risultati delle attività, attraverso una strategia che unisce una comunicazione tradizionale ad una più innovativa valorizzandone al contempo la complementarità		
WP2 Produzione microcapsule contenenti composti bioattivi estratti da scarti alimentari	WP 2.1 Messa a punto delle metodologie di estrazione di composti bioattivi dagli scarti alimentari	WP2.1.1. Selezione e caratterizzazione delle modalità di segregazione delle diverse frazioni ottenute dalla decorticatura WP2.1.2. Messa a punto di una decorticatrice in grado di gestire le diverse frazioni asportate WP2.1.3. Messa a punto di una linea di estrazione dei polifenoli in polvere WP2.1.4. Caratterizzazione dei polifenoli estratti	<ul style="list-style-type: none"> • Identificazione sottoprodotto più idoneo • Identificazione della metodologia estrattiva più idonea • Identificazione della metodologia di concentrazione più idonea 	<ul style="list-style-type: none"> • modalità di separazione delle frazioni: è stato completamente caratterizzato il prototipo di decorticatrice; sono note le combinazioni dei parametri di processo e la loro incidenza sulla resa di decorticato, sullo spreco di prodotto, e sulle prestazioni energetiche del prototipo; • caratterizzazione delle frazioni: sono disponibili i risultati sulla granulometria delle frazioni di decorticati, in relazione ai parametri operativi adottati durante il funzionamento prototipo di decorticatrice • identificazione delle metodologie estrattive: sono disponibili i risultati comparativi sull'applicazione delle metodologie estrattive in scala di laboratorio. È in fase di completamento (avanzamento all'80%) l'ipotesi di progetto della linea di estrazione industriale (layout, pre-stazioni e consumi energetici).
	WP 2.2 Definizione dei parametri operativi del processo di microincapsulazione e caratterizzazione	WP2.2.1 Selezione dei polimeri di rivestimento adatti al by-pass del rumine	<ul style="list-style-type: none"> • Identificazione materiale rivestimento • Ottimizzazione di: ugello di nebulizzazione, temperatura, 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto per quanto concerne l'identificazione dei polimeri di rivestimento.



	delle micro-capsule	<p>WP2.2.2 Identificazione delle metodologie di microincapsulazione dei composti bioattivi mediante spray-drying con messa a punto dei parametri di processo</p> <p>WP2.2.3 Valutazione del processo di microincapsulazione e caratterizzazione delle microcapsule ottenute</p>	<p>pressione di esercizio e concentrazione iniziale della sospensione da utilizzare.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifica dell'efficienza della microincapsulazione • Caratterizzazione delle microcapsule 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto per quanto concerne la selezione dei parametri operativi delle spray-dryer. • Raggiunto per quanto concerne la messa a punto dei protocolli necessari alla valutazione dell'efficienza di incapsulazione. • Raggiunto per quanto concerne la caratterizzazione di tutte le formulazioni e la scelta di quella ottimale. • In corso la produzione massiva di microcapsule per l'alimentazione delle bovine
<p>WP3 Prove di alimentazione con razioni tradizionali e arricchite di composti bioattivi incapsulati</p>	<p>WP 3.1 Formulazione razioni con microincapsulati</p>	<p>WP3.1.1 Scelta delle bovine da utilizzare nella sperimentazione, basandosi sul numero di lattazioni e sui quantitativi di latte prodotti.</p> <p>WP3.1.2 Determinazione dei fabbisogni nutrizionali delle bovine utilizzate nella sperimentazione</p> <p>WP 3.1.3 Analisi chimico bromatologica delle razioni del gruppo trattato e controllo da utilizzare nella sperimentazione.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Preparazione di 2 razioni, Controllo e Trattato, isoenergetiche e isoproteiche, differenti per la presenza dei microincapsulati nella razione destinata al gruppo Trattato. • Somministrazione delle razioni attraverso la tecnica UNIFEED da attuarsi con un carro miscelatore • Ottenimento di una razione alimentare con aggiunta di microincapsulati in cui la quota fibrosa NDF sia compresa tra il 60-70% della fibra totale 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto per quanto riguarda la messa a punto delle due razioni • Non raggiunto • Non raggiunto
	<p>WP 3.2 Alimentazione bovine da latte con razioni sperimentali</p>	<p>WP3.2.1 Razione per gruppo trattato: presenza dei mi-croincapsulati</p> <p>WP3.2.2 Razione per gruppo Controllo: stessa quota proteica e stesso apporto energetico del gruppo Trattato, assenza dei microincapsu-</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione di una razione per il gruppo Trattato (aggiunta di micro incapsulati) ad elevata appetibilità e digeribilità. • Miglioramento della qualità del latte ottenuto dalle bovine del gruppo Trattato. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non raggiunto



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

		lati.		
	WP3.3 Valutazione dell'impatto delle razioni sul microbiota e sulla composizione chimica del liquido ruminale	WP3.3.1 Analisi metagenomica liquido ruminale WP3.3.2 Analisi chimico-fisiche e chimiche del liquido ruminale	<ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione microbiologica del liquido ruminale • Caratterizzazione chimico-fisica e chimica del liquido ruminale 	<ul style="list-style-type: none"> • Non raggiunto
WP4 Attitudine del latte sperimentale alla fermentazione e alla caseificazione	WP4.1 Valutazione della capacità di crescita e di acidificazione con formulazioni diverse di colture starter selezionate e/o naturali in latti prodotti da bovine alimentate con le diverse razioni	WP4.1.1 Analisi della cinetica di acidificazione e di crescita per diversi sistemi di colture starter in latte prodotto da lattifere alimentate con le diverse razioni	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensione dell'impatto dell'aggiunta di supplementi microincapsulati sulla cinetica di fermentazione e sulla composizione di colture starter a composizione definita e indefinita 	<ul style="list-style-type: none"> • Avvio attività propedeutiche al raggiungimento dell'obiettivo stesso
	WP4.2 Comprensione dell'impatto dei supplementi microincapsulati sulla qualità del latte e di un modello di formaggio	WP4.2.1 Realizzazione di prove di caseificazione per la produzione di caciotta fresca e stagionata WP4.2.2 Studio della microbiologia dei prodotti ottenuti da lattifere alimentate con razioni diverse con metodi colturali e indipendenti dalla coltivazione WP4.2.3 Valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche, chimiche e sensoriali di latte e formaggi WP4.2.4 Determinazione delle proprietà nutraceutiche e della composizione chimica bromatologica del latte ottenuto da bovine alimentate con micro incapsulati.	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione di formaggi con resa e qualità almeno comparabile e possibilmente superiore a quella del controllo • Comprensione dell'impatto delle modifiche composizionali del latte indotte dall'alimentazione con le diverse razioni sulla dinamica del microbiota • Comprensione dell'impatto delle modifiche composizionali del latte indotte dall'alimentazione con le diverse razioni sulla qualità chimica, fisica, sensoriale e nutrizionale del formaggio • Quantificazione dei peptidi bioattivi nel latte di bovine alimentate con micro incapsulati. • Determinazione di composti ad azione anti ossidante nel latte di vacche del gruppo trattato. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non raggiunto



<p>WP5 Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati</p>	<p>WP 5.1 Eventi formativi per gli operatori del settore</p>	<p>WP 5.1.1 Organizzazione di giornate destinate alla divulgazione specifica dei risultati del progetto ad operatori del settore (produttori di latte, trasformatori, distributori, GDO), anche presso le aziende (“Field day”)</p> <p>WP 5.1.2 Forme intermedie di divulgazione (comunicati stampa, riviste divulgative, workshop e seminari)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trasferimento del know-how inerente il progetto agli operatori del settore lattiero-caseario, per incentivare l'applicazione su larga scala dei risultati sperimentali conseguiti. • Benefici scientifici, economici e sociali per gli operatori della filiera interessata, conseguenti alla conoscenza dell'impatto del processo sulla qualità del prodotto finito con ricadute positive 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiungimento dell'obiettivo mediante coinvolgimento degli stakeholders, che li ha visti partecipare al kick-off meeting organizzato per la presentazione del progetto.
	<p>WP 5.2 Divulgazione alla comunità scientifica di risultati e conoscenze acquisite attraverso il progetto di ricerca</p>	<p>WP 5.2.1 Pubblicazioni scientifiche, tecniche e divulgative dei risultati parziali e complessivi delle attività effettuate nelle corrispondenti aree di interesse scientifico nazionale ed internazionale</p> <p>WP 5.2.2 Partecipazioni a Convegni nazionali ed internazionali dei ricercatori delle diverse UO</p> <p>WP 5.2.3 Utilizzo dei risultati per l'elaborazione di materiale didattico nell'ambito di corsi di formazione nel settore e di didattica in corsi di laurea pertinenti</p> <p>WP 5.2.4 Realizzazione di video e/o video lezioni per la divulgazione in rete dell'approccio metodologico e i risultati conseguiti</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione di un modello per sviluppare innovazioni efficaci ed efficienti anche in altre filiere agroalimentari. • Possibilità di implementare la crescita occupazionale 	<ul style="list-style-type: none"> • Non raggiunto
NOTE				
<p>Obiettivo non raggiunto 1.2.1, 1.3.1: progetto ancora in corso; non sono ad oggi disponibili dati sufficienti per trasferire metodologie e protocolli agli operatori del settore.</p>				



Obiettivo non raggiunto WP3.1.: mancata disponibilità delle microcapsule
Obiettivo non raggiunto WP3.2.: prova non avviata per mancanza delle microcapsule, che sono in fase di produzione
Obiettivo non raggiunto WP3.3.: prova non avviata per mancanza delle microcapsule, che sono in fase di produzione
Obiettivo non raggiunto WP 4.1.: attività in corso che si prevede di concludere entro gennaio 2020
Obiettivo non raggiunto WP4.2: prova non avviata per mancanza delle microcapsule, che sono in fase di produzione
Obiettivo non raggiunto 5.2. Progetto in corso di attuazione
SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)
Osservazioni al raggiungimento degli obiettivi del progetto

5. Ostacoli occorsi ed azioni correttive messe in atto

Descrivere gli ostacoli occorsi durante la realizzazione delle attività del progetto indicando la linea di attività interessata, l'Unità operativa coinvolta e le azioni che sono state attivate al fine di rimuovere gli ostacoli che impedivano la realizzazione degli obiettivi.

Numero WP	Unità operative coinvolte	Ostacolo	Azioni correttive
3	UO2	Impossibilità di avviare le prove di alimentazione per mancanza delle microcapsule, che sono in fase di produzione.	Slittamento delle attività sperimentali. Realizzazione di quanto permesso, in preparazione dell'avvio delle attività.
4	UO2	Impossibilità di avviare le prove di alimentazione per mancanza delle microcapsule, che sono in fase di produzione.	Slittamento delle attività sperimentali. Realizzazione di quanto permesso, in preparazione dell'avvio delle attività.
SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)			
Osservazioni alle azioni correttive messe in atto			

Timbro dell'Ente proponente il progetto

Firma leggibile del Coordinatore del progetto

Prof.ssa Fernanda GALGANO



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)

Valutazione complessiva del progetto

Luogo e Data

Firma leggibile dell'Esperto (qualora designato)



¹te

Inserire una delle 6 aree prioritarie previste dal capitolo 2 del Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020), ovvero:

- Area 1 - Aumento sostenibile della produttività, della redditività e dell'efficienza delle risorse negli agro ecosistemi**
- Area 2 - Cambiamento climatico, biodiversità, funzionalità suoli e altri servizi ecologici e sociali dell'agricoltura**
- Area 3 - Coordinamento e integrazione dei processi di filiera e potenziamento del ruolo dell'agricoltura**
- Area 4 - Qualità, tipicità e sicurezza degli alimenti e stili di vita sani**
- Area 5 - Utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici ed industriali**
- Area 6 - Sviluppo e riorganizzazione del sistema della conoscenza per il settore agricolo, alimentare e forestale**
- Area 7 - Pesca e acquacoltura**

²

Inserire una delle seguenti linee di attività (previste dal Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale 2014-2020). La linea di attività da inserire dovrà corrispondere all'area strategica di intervento indicata nel precedente campo, ovvero per la:

Area 1 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Scelte varietali, di razza, di destinazione d'uso, miglioramento genetico mediante l'utilizzo di biotecnologie sostenibili;
- b. Uso sostenibile dei nutrienti, dei prodotti fitosanitari e dei prodotti zooprofilattici, utilizzazione di microrganismi, insetti utili e molecole bioattive per la difesa delle piante;
- c. Ottimizzazione dei processi produttivi (tecnica colturale, alimentazione, benessere animale, pratiche di prevenzione, risparmio energetico, ecc.), anche mediante l'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni (telerilevamento, agricoltura e zootecnia di precisione, meccanizzazione integrale, robotica e altri sistemi automatici intelligenti, applicazione di principi e strumenti di intelligenza artificiale ecc.) e biotecnologie sostenibili;
- d. Soluzioni tecnologiche per il miglioramento degli impianti e delle strutture aziendali;
- e. Gestione efficiente della risorsa idrica e della qualità delle acque;
- f. Conservazione, conservabilità e condizionamento delle produzioni (riduzione degli sprechi, conservanti naturali ecc.);
- g. Strumenti e sistemi funzionali alla gestione aziendale (pianificazione, costi di produzione, diversificazione ecc.) e alla sua caratterizzazione (impronta ecologica).

Area 2 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Strategie per la mitigazione e per lo studio dell'adattamento al cambiamento climatico;
- b. Valorizzazione delle varietà e razze locali e salvaguardia delle risorse genetiche;
- c. Tutela del fattore "suolo": conservazione, qualità, fertilità e salvaguardia della biodiversità microbica;
- d. Valorizzazione di alcuni servizi ecologici forniti dal settore primario: manutenzione e ripristini ambientali, verde urbano, agricoltore/selvicoltore custode, bonifica dei terreni inquinati ecc.;
- e. Valorizzazione del ruolo sociale dell'agricoltura: "agricoltura sociale", relazioni urbano – rurale, accettabilità sociale dell'attività agricola.

Area 3 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Soluzioni organizzative, economiche e sociali alle difficoltà strutturali di integrazione orizzontale e verticale nei distretti e nelle filiere;
- b. Soluzioni tecnologiche per il miglioramento dei processi di filiera;
- c. Sviluppo di sistemi distributivi, commerciali, promozionali e di marketing.

Area 4 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Produzione di alimenti di qualità per tutti (food security);
- b. Miglioramento, tutela e tracciabilità della qualità e della distintività e adeguamento dei relativi standard di certificazione;
- c. Tecniche sostenibili per la trasformazione, conservazione e confezionamento dei prodotti agroalimentari;
- d. Valorizzazione della relazione tra alimentazione e salute e della valenza nutraceutica dei prodotti agroalimentari.

Area 5 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Sviluppo e razionalizzazione delle filiere di biomasse e di biocarburanti con adeguati requisiti di sostenibilità ambientale ed economica;
- b. Sviluppo di bioraffinerie per la produzione di materiali industriali e mezzi tecnici a partire da residui e scarti agricoli nell'ottica dell'adeguata remunerazione del settore agricolo.

Area 6 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Nuovi strumenti di governance per il coordinamento e l'efficienza del sistema della conoscenza: analisi dei fabbisogni, pianificazione, monitoraggio, valutazione ecc.;
- b. Promozione del trasferimento dell'innovazione mediante servizi di supporto, formazione e consulenza alle imprese agricole, alimentari e forestali;
- c. Sviluppo di nuove modalità.

³

Inserire uno degli 13 settori produttivi previsti dall'Allegato A del Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020), ovvero:



Università degli Studi della Basilicata – SAFE
Via Nazario Sauro, 85 – 85100 Potenza

- a) Zootecnico;
- b) Orticolo;
- c) Cerealicolo;
- d) Viticolo;
- e) Frutticolo;
- f) Olivicolo;
- g) Biologico;
- h) Floricolo;
- i) Forestale;
- j) Innovazione sociale;
- k) Piante officinali;
- l) Risicolo;
- m) Pesca e acquacoltura.