



ABRIOPACK

Bioeconomia circolare nella
filiera avicola industriale

Materiale realizzato da ARCA Srl Benefit con il contributo della sottomisura 16.1 azione 2 del PSR Marche 2014/2020 - Progetto ID 29057

Titolo del progetto:

Il Biopackaging in una filiera avicola industriale a basso impatto ambientale nel rispetto dell'economia circolare

Acronimo:

ABRIOPACK

Beneficiario coordinatore:

Carnj società cooperativa agricola

Beneficiari partner diretti:

Società Agricola Sorriso Srl, Società Agricola Biologica Fileni Srl, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Università di Camerino, Novamont SpA, ARCA Srl Benefit

Spesa totale:

€383.919,21

Finanziamento concesso:

€324.725,37

Fonte del finanziamento:

bando annualità 2017 Sottomisura 16.1 – Sostegno alla creazione e al funzionamento di Gruppi Operativi del PEI – Azione 2 “Finanziamento dei Gruppi Operativi” del Programma di Sviluppo Rurale 2014/2020 della Regione Marche Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Durata:

febbraio 2019 - febbraio 2023

Contatti:

Alessandro Tramontano
a.tramontano@fileni.it
tel. +39 0733 606211

Sito web:

www.arca.bio/abriopack

ABRIOPACK

Bioeconomia circolare nella
filiera avicola industriale

Progettazione grafica: Giulia Piras

ISBN 978-88-676-8062-7

Finito di stampare nel mese di marzo 2023
presso la tipografia bBold - Monsano (AN)



Questo progetto è cofinanziato dal Programma di Sviluppo Rurale della Regione Marche 2014-2020

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Abstract

Il presente volume presenta le attività e i risultati ottenuti dal Gruppo Operativo "ABRIOPACK", nato dalla collaborazione tra aziende agricole marchigiane, imprese agroindustriali, università, enti di ricerca pubblici, consulenti ed aziende private leader nel settore della produzione di bioplastiche.

Grazie ad una sperimentazione durata quattro anni, il gruppo ha sviluppato protocolli di allevamento avicolo che non prevedono l'uso di antibiotici ed un imballaggio alimentare biodegradabile e compostabile, riciclabile interamente (vaschetta, pellicola, etichetta e scarto organico avicolo) insieme ai rifiuti organici.

Queste innovazioni consentono di far fronte a problemi estremamente sentiti in ambito zootecnico ed agroalimentare, quali quello dell'antibiotico resistenza e dell'eccessivo uso di plastica tradizionale, riducendo la produzione di rifiuti indifferenziati ed incrementando il recupero di rifiuti organici attraverso un fine vita virtuoso (compostaggio).

I risultati ottenuti e presentati attraverso la presente pubblicazione sono utili alla filiera avicola, ma replicabili anche ad altre filiere agroalimentari.

This volume presents the activities and results obtained by the "ABRIOPACK" Operational Group, born from the collaboration between Marche farms, agro-industrial companies, universities, public research bodies, consultants and leading private companies in the bioplastics production sector.

Thanks to a four-year experimentation, the group has developed poultry farming protocols that do not involve the use of antibiotics and biodegradable and compostable food packaging, which can be recycled of entirely (tray, film, label) jointly with bio waste.

These innovations make it possible to cope with extremely felt problems in the livestock and agri-food sectors, such as antibiotic resistance and excessive use of traditional plastic, reducing the production of mixed waste and increasing the recycling of organic waste through a virtuous end of life (composting).

The results obtained and presented through this publication are useful to the poultry supply chain, but replicable to other agri-food chains.

1 Introduzione	8
1.1 Il Gruppo Operativo ABRIOPACK	10
1.2 La sfida	14
1.3 I risultati attesi	16
2 Le innovazioni messe a punto e trasferite	20
2.1 Nuove strategie per il contenimento della antibiotico-resistenza nei broiler antibiotic-free	20
2.2 Packaging biodegradabile e compostabile per la conservazione delle carni bianche	34
2.2.1 Realizzazione del packaging	34
2.2.2 Studio di shelf-life della carne avicola antibiotic-free per la valutazione della capacità conservative del biopackaging	40
2.2.3 Le prove di compostaggio	46
2.2.4 Prove di campo e analisi degli effetti del compost sulla coltura di frumento tenero e sul microbioma rizosferico ad essa associata	54
3 La divulgazione dei risultati ottenuti	62
4 Le ricadute sociali, economiche e ambientali delle innovazioni introdotte dal progetto ABRIOPACK	72
5 Considerazioni conclusive	74

Autori

Arca S.r.l. Benefit

Martina Pirani e Francesca Carbonari

Secondo una ricerca pubblicata sulla rivista *Nature Sustainability*¹, circa l'**80% degli oggetti ritrovati in mare è realizzato in plastica**. In particolare, i prodotti legati al consumo di cibi e bevande da asporto, tra cui sacchetti, bottiglie, contenitori per alimenti e involucri monouso, rappresentano quasi la metà del totale dei rifiuti abbandonati.

La corretta gestione degli imballaggi alimentari risulta quindi fondamentale per evitare problematiche di inquinamento e promuovere il recupero degli eventuali residui di materia organica in essi contenuti.

Per questi motivi è nato nelle Marche il **progetto "ABRIOPACK" - Il Biopackaging in una filiera avicola industriale a basso impatto ambientale nel rispetto dell'economia circolare**, finanziato dal Bando "Sostegno alla creazione e al funzionamento di Gruppi Operativi del PEI – Sottomisura 16.1 Azione 2" Annualità 2017 del PSR Marche 2014/2020 (fondi FEASR). Nell'arco di quattro anni, dal 2019 al 2023, imprese agricole, enti di ricerca, partner industriali e società di consulenza hanno collaborato allo scopo di sviluppare un **innovativo packaging alimentare, volto alla conservazione delle carni bianche biologiche e antibiotic free, completamente biodegradabile e compostabile (vaschetta, pellicola e etichetta)**, smaltibile come rifiuto organico.



Concetti chiave del progetto ABRIOPACK.

¹ Associazione Ambientalista Mare Vivo Onlus <https://marevivo.it/blue-news/addio-alla-plastica-usa-e-getta-il-packaging-alimentare-passa-dal-lino/> (ultimo accesso 19/12/2022)

1.1 Il Gruppo Operativo ABRIOPACK

Autori *Arca S.r.l. Benefit*
Martina Pirani e Francesca Carbonari

Il progetto di innovazione "ABRIOPACK" è stato realizzato da un partenariato ("Gruppo Operativo") composto dai seguenti soggetti:

Carnj Società Cooperativa Agricola, appartenente al Gruppo Fileni (www.fileni.it), ha ricoperto il ruolo di capofila e coordinatore del progetto. La cooperativa nasce nel 1984 e si occupa di lavorazione e trasformazione delle carni avicole. Hanno partecipato poi al progetto anche altre due società del Gruppo Fileni: **la Società Agricola Sorriso srl**, mettendo a disposizione polli allevati in regime Antibiotic Free, e **la Società Agricola Biologica Fileni Srl**, fornendo pollo biologico, pollina e materiale fecale.



L'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche (www.izsum.it) ha svolto invece il ruolo di ente di ricerca, essendo un'azienda sanitaria pubblica operante nel campo dell'igiene degli alimenti e delle produzioni zootecniche.



In collaborazione con la **Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria dell'Università di Camerino** (www.unicam.it), sono stati condotti studi su polli sottoposti al trapianto fecale, valutandone parametri immunologici, morfologia dell'apparato gastrointestinale e performances produttive. L'Università di Camerino, avvalendosi dell'esperienza di docenti e ricercatori della **Scuola di Scienze del Farmaco e dei Prodotti della Salute**, si è inoltre occupata di valutare la capacità del nuovo packaging sviluppato dal progetto nel conservare le carni attraverso studi di shelf life. Infine, a cura dei ricercatori della



Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, sono stati anche valutati gli effetti ed eventuali impatti nel medio periodo dell'applicazione sul suolo agricolo del compost ottenuto dallo smaltimento del biopackaging.

Ulteriori studi sono stati realizzati dall'azienda **NOVAMONT SpA** (www.novamont.com), con sede a Novara, leader a livello internazionale nel settore delle bioplastiche e dei biochemicals come soluzioni a problemi ambientali. L'azienda ha svolto attività di ricerca e sviluppo per la creazione del packaging biodegradabile e compostabile idoneo al confezionamento di carni bianche.



Ad **ARCA Srl Benefit** (www.arca.bio) è stato invece affidato il compito di informare il pubblico circa le attività condotte dal gruppo di lavoro ed i progressi ottenuti nel corso del tempo. L'azienda, fondata dagli imprenditori marchigiani Bruno Garbini, Giovanni Fileni ed Enrico Loccioni, promuove tecniche di agricoltura rispettose del suolo e in grado di rigenerare l'ambiente, offrendo servizi consulenziali ed organizzando attività formative ed informative in campo ambientale ed agroalimentare.



Hanno inoltre collaborato alla realizzazione delle sperimentazioni i seguenti consulenti esterni:

II CONSORZIO ITALIANO COMPOSTATORI (www.compost.it): CIC è il Consorzio di filiera italiano, senza fini di lucro, che si occupa da 30 anni di promuovere e valorizzare le attività di riciclo della frazione organica dei rifiuti e dei sottoprodotti e ha come



finalità la produzione di compost e biometano. Il Consorzio, che conta più di 140 consorziati, riunisce e rappresenta soggetti pubblici e privati produttori o gestori di impianti di compostaggio e di digestione anaerobica, associazioni di categoria, studi tecnici, laboratori, enti di ricerca, produttori di macchine e attrezzature e altre aziende interessate alle attività di produzione di fertilizzanti organici.

II CERMIS – Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli" (cermis.it): associazione fondata nel 1983, ha sede ed opera prevalentemente nel territorio della Provincia di Macerata e delle altre Province della Regione Marche; realizza attività di ricerca e sperimentazione nel settore agricolo.



II COSMARI (www.cosmarimc.it): Consorzio Obbligatorio Smaltimento Rifiuti – ATO n.3 Provincia di Macerata, è il primo consorzio costituito e operativo nelle Marche, nel quadro della programmazione regionale e provinciale di attuazione del decreto Ronchi. Ne sono soci tutti i 57 Comuni della Provincia di Macerata, con una popolazione di circa 320.000 abitanti. La sede legale ed operativa è a Tolentino, in Loc. Piane di Chienti, ed occupa una superficie di circa 80.000 mq. Nella stessa sede sono realizzati gli impianti di smaltimento e di recupero.

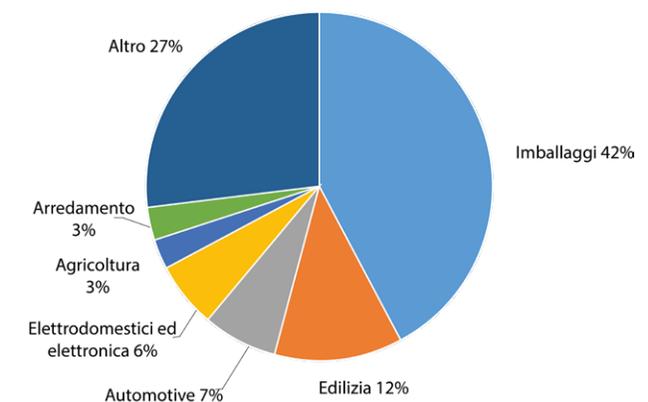


1.2 La sfida

Autori *Arca S.r.l. Benefit*
Martina Pirani e Francesca Carbonari

L'Italia, secondo quanto emerge dal **Rapporto "Il Riciclo in Italia 2022"** realizzato dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, è al vertice nel contesto europeo in tema di riciclo. Nel 2021 ad esempio, nel nostro Paese è stato riciclato il 56% dei rifiuti di imballaggi in plastica. Tuttavia, è necessario sottolineare che l'Italia è anche il secondo consumatore di materie plastiche a livello europeo: nel 2020, infatti, sono state consumate quasi 6 milioni di tonnellate di plastica, pari a 98,6 kg per persona. Di questi, il 42% è stato utilizzato nel settore degli imballaggi e dell'usa e getta, il 12% nell'edilizia e il 7% nel settore automotive; poco più del 30% viene destinato al riciclaggio e le bioplastiche rappresentano quasi il 6% del mercato (in termini di produzione). È chiaro dunque come la ricerca di soluzioni alternative alla plastica, ugualmente resistenti e adatti a proteggere, conservare e prolungare la durata dei prodotti confezionati, ma meno impattanti dal punto di vista ambientale, rappresenti una delle più grandi ed importanti opportunità di innovazione per le aziende che operano nel settore alimentare.

Sviluppare una plastica con tali caratteristiche non è però una sfida semplice: la scelta del packaging è infatti il parametro principale da cui dipendono molti fattori che influenzano la shelf life degli alimenti, come la presenza di ossigeno, la temperatura, gli enzimi endogeni, l'esposizione alla luce e i microrganismi. Per questo nell'ambito del progetto "ABRIOPACK" sono stati effettuati diverse prove e test in laboratorio, con lo scopo principale di sostituire il packaging alimentare tradizionale con un imballaggio totalmente smaltibile come rifiuto organico nell'umido e favorire la diffusione di modelli virtuosi di bioeconomia circolare, anche in sistemi agroindustriali complessi.



Settori d'impiego delle plastiche di origine fossile in Italia nel 2020.
(Da "Ecco, the Italian climate change think tank").

1.3 I risultati attesi

Autori *Arca S.r.l. Benefit*
Martina Pirani e Francesca Carbonari

I risultati attesi dal progetto mirano alla creazione di un sistema di *bioeconomia circolare*, in cui le risorse biologiche quali piante e animali vengono utilizzate efficientemente per favorire un ciclo naturale dei materiali.

▪ **maggiore competitività aziendale**, grazie alla differenziazione dei prodotti offerti sul mercato e alla fidelizzazione di consumatori attenti all'ecocompatibilità dei prodotti acquistati;

▪ **riduzione della plastica tradizionale immessa nell'ambiente** (circa 1,5 milioni di vassoi);

▪ **riduzione dell'impatto ambientale dell'imballaggio lungo tutto il suo ciclo di vita**, dalla produzione fino allo smaltimento (solo una quantità minore dell'1% di tutto il materiale movimentato non viene riciclato);

▪ **miglioramento della fertilità dei suoli agricoli**, grazie all'utilizzo di compost di qualità;

▪ **riduzione dell'uso di antibiotici nella produzione zootecnica**, grazie all'adozione di protocolli di allevamento Antibiotic Free;

▪ **mitigazione dei cambiamenti climatici**, grazie alla riduzione delle emissioni di gas serra.

Sitografia:

Associazione Ambientalista Mare Vivo Onlus
(<https://marevivo.it/blue-news/addio-alla-plastica-usa-e-getta-il-packaging-alimentare-passa-dal-lino>).

Rapporto "Il Riciclo in Italia 2022"
(<https://rivistanatura.com/wp-content/uploads/2022/12/Presentazione-Edo-Ronchi.pdf>).

La plastica in Italia: vizio o virtù?
(<https://eccoclimate.org/it/la-plastica-in-italia-vizio-o-virtu-2/#:~:text=L'Italia%C3%A8%20il%20secondo%20consumatore%20di%20plastica%20a%20livello,nazionale>).

2 Le innovazioni messe a punto e trasferite

2.1 Nuove strategie per il contenimento della antibiotico-resistenza nei broiler antibiotic-free

Autori *Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche (IZSUM)*

Chiara Francesca Magistrali, Francesca Romana Massacci, Elisa Albini, Francesca Blasi, Serenella Orsini e Giovanni Pezzotti

Università di Camerino (UNICAM)

Giacomo Rossi, Lucia Biagini, Livio Galosi, Matteo Cerquetella

Il lavoro svolto da IZSUM nell'ambito del progetto ABRIOPACK origina dai dati favorevoli in termini di antibiotico-resistenza registrati nelle linee di produzione *antibiotic-free* (AF) e biologico (BIO) in uno studio precedente¹. Qui, si era dimostrato come i polli AF presentassero a livello intestinale una minore quantità di batteri resistenti agli antibiotici rispetto ai polli allevati in modo convenzionale, ma superiore rispetto ai polli BIO. La stessa tendenza è stata osservata per il numero di antibiotici a cui i batteri erano resistenti: i batteri provenienti da polli AF erano resistenti ad un minor numero di classi di antibiotici rispetto ai convenzionali, ma i polli BIO presentavano dati di sensibilità agli antibiotici ancora più favorevoli.

Nel corso di ABRIOPACK abbiamo confermato questa tendenza anche per una categoria particolare di batteri, gli E. coli resistenti alle beta-lattamasi a spettro esteso (ESBL/AmpC). Questa categoria di batteri resistenti agli antibiotici, che rappresenta un problema emergente di sanità pubblica, era meno frequente nei polli BIO rispetto ai polli convenzionali. Inoltre, gli ESBL/AmpC provenienti dalle filiere AF e BIO erano resistenti a meno classi di antibiotici².

Il progetto ABRIOPACK presentava quindi due obiettivi **a)** migliorare ulteriormente i livelli di antibiotico-sensibilità nei polli AF **b)** garantire che lo stato favorevole di antibiotico-sensibilità osservato nella filiera AF si mantenesse dopo la macellazione e il sezionamento.

Per migliorare lo stato di antibiotico-sensibilità (**primo obiettivo**) si è valutato di trasferire la flora microbica favorevole propria dei polli BIO ai pulcini destinati alla filiera AF. Si è quindi preso spunto da quanto accade in natura, dove il pulcino è naturalmente esposto al materiale fecale materno, e da studi di decolonizzazione microbica adottati in medicina umana, basati sul trasferimento del microbiota intestinale. È stato quindi selezionato un allevamento BIO donatore di materiale fecale. I criteri di inclusione sono stati: i) nessun evento morboso di rilievo osservato nei cinque anni precedenti il prelievo; ii) nessun antibiotico somministrato nei cinque anni precedenti; iii) livelli di antibiotico-sensibilità elevati sia durante campionamenti precedenti sia in prossimità del prelievo. Il prelievo di materiale fecale si è svolto dai ciechi degli animali al mattatoio. Il materiale fecale è stato quindi filtrato, diluito in condizioni di anaerobiosi, e conservato a -80°C, come già descritto³. Questo materiale è stato utilizzato per l'imprinting dei pulcini, previa diluizione 1:1000 (FMT).

La prova, svolta in collaborazione con UNICAM, si è svolta suddividendo 200 pulcini in quattro gruppi, ciascuno di 50 capi, a loro volta distinti in tre repliche. I pulcini appartenenti al primo gruppo (FMT) erano messi a contatto con le feci provenienti dall'allevamento biologico, somministrate attraverso uno spray sulle piume all'inizio della prova e successivamente nell'acqua di abbeverata al terzo e quarto giorno. Il secondo gruppo (PROBIO) era trattato con una miscela di batteri probiotici (Slab51®) somministrati in acqua di bevanda per due ore al giorno, previo assetamento, al dosaggio di 1,5 g/L (200 miliardi di batteri/1,5g) come riportato in precedenti studi 4. Con la stessa modalità, al terzo gruppo veniva somministrato un prodotto liofilizzato e tindalizzato ottenuto dal contenuto intestinale di polli adulti sani, selezionati secondo i criteri e le modalità descritte per il gruppo FMT, arricchito con batteri probiotici vivi (Slab51®) (TIND). Per questo gruppo la concentrazione batterica finale è ottenuta dai batteri probiotici al dosaggio di 1 g/L di (200 miliardi di batteri/1,5g) in associazione alla carica microbica del composto liofilizzato (1,70E+07 UFC/g) al dosaggio di 1g/L. Infine i pulcini del quarto gruppo fungevano da controllo (C).

Gli animali sono stati osservati per 27 giorni: al primo, terzo e settimo giorno e poi settimanalmente veniva registrato il peso e prelevati 35 campioni di feci da terra da ogni gruppo. Giornalmente sono stati misurati i consumi di cibo ed acqua di ciascuna replica. I campioni di feci sono stati esaminati per verificare i) il quantitativo di *E. coli* resistenti ai chinoloni e ai beta-lattamici (ESBL/AmpC), ii) la resistenza a diverse classi di antibiotici presenti negli *E. coli* commensali e iii) la carica coccidica. Alla macellazione degli animali, 5 soggetti per ciascuna replica sono stati esaminati in termini di peso degli organi linfoidi, e dagli stessi animali sono stati prelevati gli organi per l'esecuzione dell'esame istologico.

I dati hanno mostrato un effetto negativo del trattamento con FMT sul peso degli animali, dal 7° giorno fino al termine della prova (Figura 1): i polli trattati con FMT presentavano un accrescimento medio inferiore di circa 500 g (ANOVA: $p < 0.001$), mentre gli altri gruppi avevano un andamento sovrapponibile.

I consumi totali di acqua e cibo si presentano in linea con il peso degli animali, risultando ridotti in modo evidente nel gruppo FMT, senza differenze rilevanti tra gli altri gruppi.

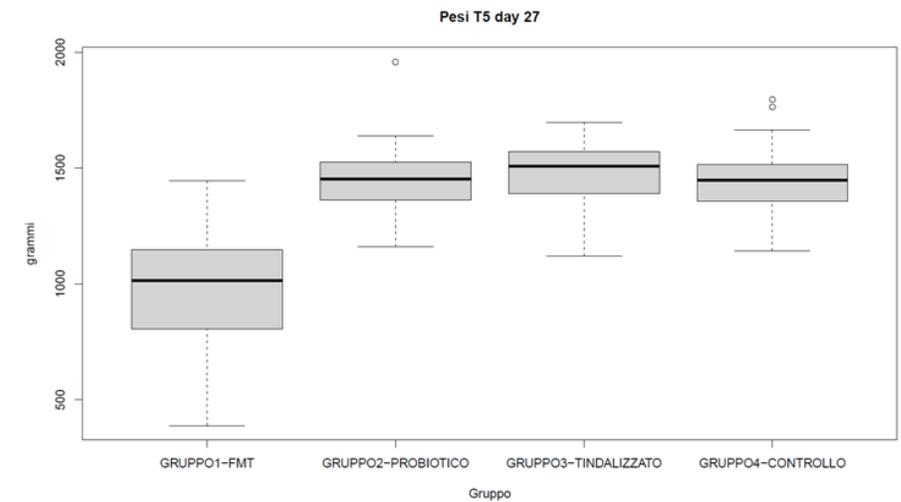


Figura 1: Pesi degli animali suddivisi nei diversi gruppi 27° giorno della prova.

Il gruppo FMT ha mostrato quantitativi inferiori di *E. coli* resistenti ai chinoloni rispetto al gruppo controllo fino al 21° giorno. I gruppi tindalizzato e probiotico hanno invece mostrato livelli di contaminazione sovrapponibili al gruppo controllo. Per quanto riguarda la colonizzazione da parte di *E. coli* ESBL/AmpC, solo nei gruppi tindalizzato e controllo si è osservata la sporadica presenza di questi batteri, mentre tutti gli altri campioni sono risultati negativi.

Infine, gli *E. coli* provenienti dai gruppi trattati con FMT o probiotico hanno mostrato di essere meno resistenti agli antibiotici (Tabella 1) (chi-quadro $p < 0.001$). In particolare, il rapporto (odds-ratio) tra isolati resistenti e il totale degli isolati era cinque volte più basso nel gruppo FMT rispetto al controllo e meno della metà nel gruppo del probiotico rispetto al controllo. I campioni provenienti dal gruppo trattato con tindalizzato non erano diversi dal gruppo controllo.

Tabella 1: distribuzione di <i>E. coli</i> resistenti nei quattro gruppi				
Gruppo	Resistenti/totali	OR	IC95%	p
Controllo	163/174	-	-	-
FMT	137/175	0.24	0.12-0.49	<0.001
Probiotico	150/173	0.44	0.21-0.93	0.029
Tindalizzato	165/175	1.11	0.46-2.69	0.811

Il lavoro svolto da UNICAM nell'ambito del progetto ABRIOPACK, e nello specifico per la prova descritta, si proponeva di valutare le eventuali modificazioni istologiche a carico dell'apparato gastroenterico e del sistema immunitario indotte dai trattamenti descritti, volte a mettere in evidenza eventuale incremento della capacità di assorbimento dei nutrienti o resistenza nei confronti delle infezioni.

I pacchetti intestinali prelevati al momento della macellazione sono stati utilizzati per eseguire la valutazione istologica della morfologia intestinale comprensiva della misurazione della lunghezza dei villi intestinali, profondità delle cripte, rapporto lunghezza/profondità delle cripte e lunghezza/spessore dei villi, eseguite su ciascun tratto intestinale (Figura 2). I parametri elencati rappresentano un indice istologico della funzionalità e corretto sviluppo intestinale, ridotta o assente flogosi, nonché capacità digestiva ed utilizzo netto dei nutrienti alimentari nel pollo. A livello duodenale si è riscontrata una differenza statisticamente significativa ($p < 0,05$) per la lunghezza dei villi intestinali, ridotta nel gruppo FMT rispetto agli altri trattamenti, senza differenze tra questi ultimi. Anche la profondità delle cripte intestinali nel tratto duodenale è risultata diminuita nel gruppo FMT rispetto al gruppo PROB e nel gruppo C rispetto a PROB. Inoltre, è risultato statisticamente significativo il rapporto altezza/spessore dei villi, nuovamente nel confronto FMT-PROB. Questa tendenza si mantiene costante anche per i segmenti intestinali distali. Nell'insieme questi parametri

permettono di affermare che a seguito del trattamento FMT si verifica una riduzione della superficie di assorbimento, legata alla flogosi che determina una dilatazione dei villi ed un loro appiattimento/fusione. Gli indici correlati alla profondità delle cripte sono risultati suggestivi della incapacità di garantire, nei soggetti FMT, un *turn-over* cellulare adeguato in risposta alla incrementata desquamazione legata alla flogosi. In corso di flogosi, una ridotta attività di ricambio della componente epiteliale villare facilita la traslocazione di agenti patogeni o delle loro tossine. In più, l'aumento dello spessore dei villi intestinali nel gruppo FMT, ed una contestuale riduzione dell'altezza dei villi, sono indice della presenza di un processo infiltrativo di natura infiammatoria a carico dei vari segmenti intestinali conseguente alla colonizzazione da parte dei batteri componenti della flora intestinale dei soggetti donatori. I parametri morfologici valutati, risultati in assoluto peggiori nel gruppo FMT rispetto agli altri, sono da correlare con il ridotto accrescimento ponderale osservato nei pulcini del medesimo gruppo, in quanto tutti indicanti nel complesso una ridotta capacità di assorbimento. Al contrario non sono emerse evidenti differenze nei parametri morfologici indagati per quanto attiene i gruppi C, PROB, TIND.

Per quanto riguarda l'attività immunitaria, sono stati valutati i pesi delle milze e Borse di Fabrizio ottenute in fase di macellazione; successivamente è stata anche calcolata l'area del tessuto linfoide GALT complessivo presente nei campioni intestinali dei quattro gruppi (placche del Peyer + tonsille cecali) ed è stata effettuata una conta coccidica fecale. Per quest'ultimo esame, la carica coccidica è stata misurata come numero di oocisti/grammo di feci prelevate in pool con cadenza settimanale (Figura 3). Il peso medio della Borsa di Fabrizio è risultato sensibilmente ridotto nel gruppo FMT, con differenza significativa rispetto all'andamento del peso medio bursale nei gruppi PROB e TIND, ad indicare una ridotta quantità di linfociti B in fase di maturazione presenti nell'organo. Similmente è ridotto il peso della Milza in FMT rispetto ai gruppi TIND e C. L'area dei follicoli linfoidei, indice dell'immunità mucosale intestinale, è risultata diminuita anch'essa in FMT rispetto agli altri trattamenti. Per quanto riguarda infine la colonizzazione coccidica ed eliminazione delle oocisti, si sono registrate differenze a T5 (27 giorni di età, ultimo campionamento), dove si è evidenziato un incremento nell'eliminazione oocistica per il gruppo FMT, con differenza significativa rispetto a tutti gli altri gruppi. L'esame complessivo dei dati derivanti dalla prova effettuata indicano che il trattamento FMT ha indotto

una riduzione complessiva del peso e del volume degli organi linfoidi, con una evidente ripercussione sull'attività del sistema immunitario nelle componenti umorale e cellulo-mediata, parametri correlabili anche con l'aumentata colonizzazione coccidica. Per quanto riguarda la morfologia del tratto gastrointestinale le performances migliori si sono registrate, per quanto attiene la profondità delle cripte e la lunghezza – spessore dei villi, nei gruppi che avevano ricevuto probiotico, confermando i risultati di studi analoghi 6, seguiti dai gruppi in cui il probiotico è stato associato all'estratto liofilizzato e tindalizzato di materiale fecale, che anche in altre specie ha sortito buoni effetti in termini di stimolazione antigenica mucosale, legata all'effetto post-biotico, unitamente all'apporto di alcuni fattori di crescita utili alla mucosa intestinale, contenuti nell'estratto 7.

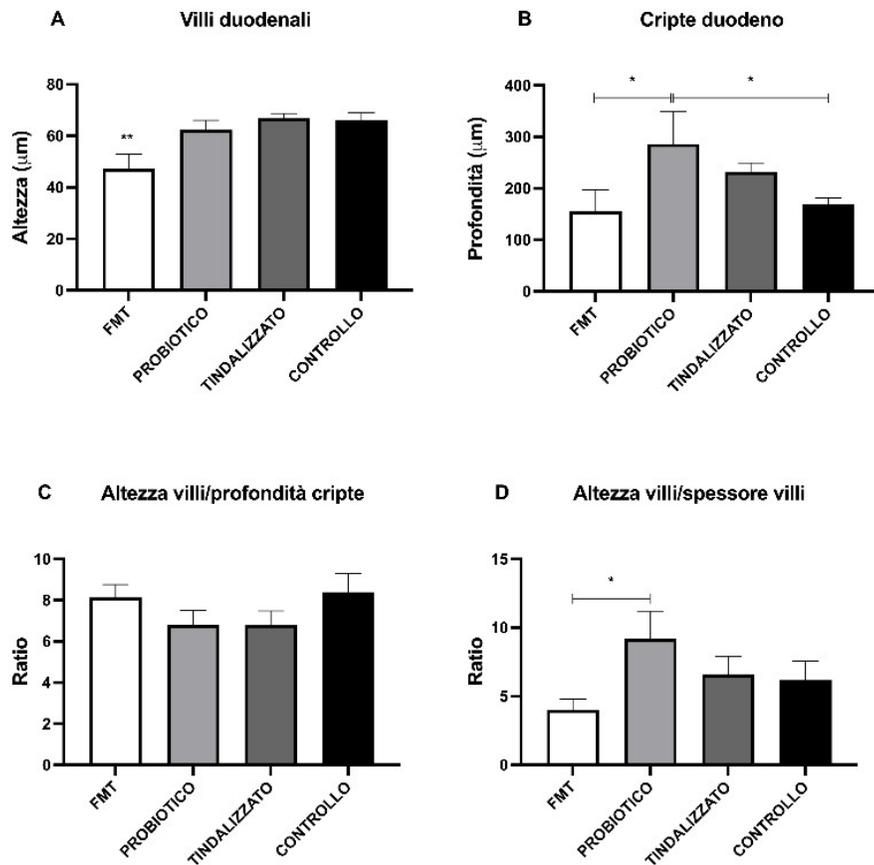


Figura 2: parametri morfologia duodenale.

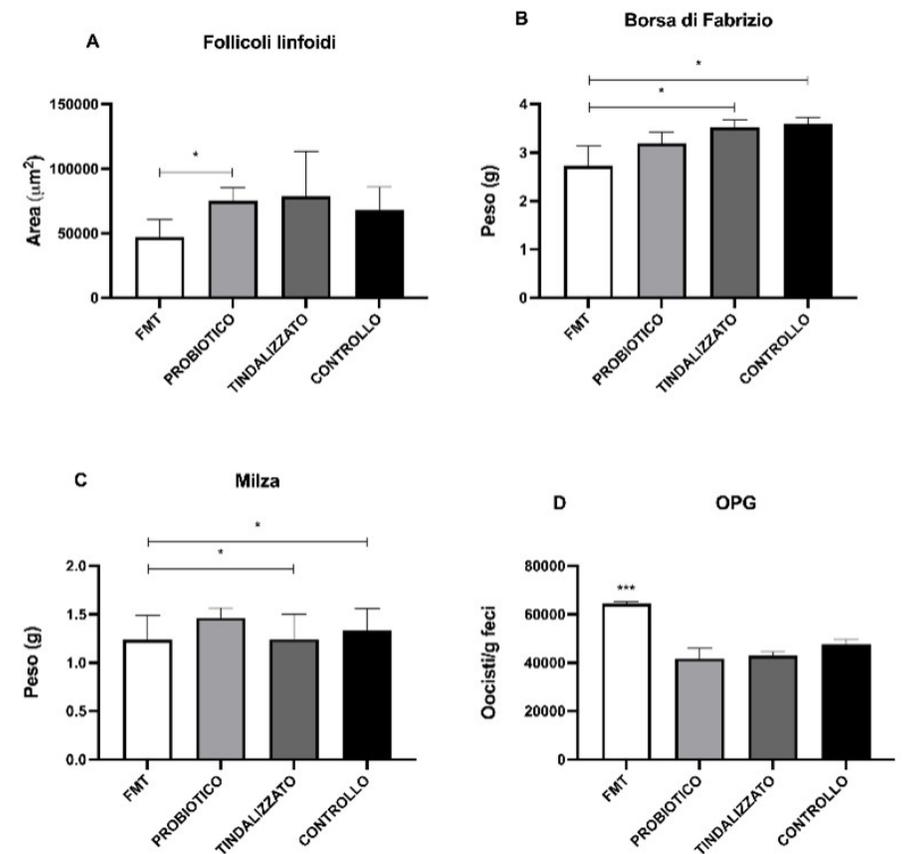


Figura 3: parametri funzionalità immunitaria.

Il **secondo obiettivo**, era garantire che lo stato favorevole di antibiotico-sensibilità osservato nella filiera AF si mantenesse dopo la macellazione e il sezionamento.

I polli AF vengono macellati in due stabilimenti: il primo (1) macella AF e biologico, mentre il secondo (2) macella polli AF e convenzionali. Nello stabilimento 1, i biologici sono macellati esclusivamente a inizio giornata, mentre nello stabilimento 2 i polli convenzionali e AF non sono collocati in periodi definiti della giornata di macellazione.

Nel corso di ABRIOPACK si sono svolte due prove, entrambe per verificare se il livello di contaminazione delle carcasse da parte di microrganismi resistenti agli antibiotici fosse influenzato dalla macellazione e dal sezionamento; la prima prova aveva come end-point la pelle del collo, la seconda i petti.

Nella prova riguardante la pelle del collo, i campioni sono stati suddivisi in 5 gruppi, e per ciascun gruppo è stato prelevato un numero di campioni ipotizzando una prevalenza del 50% di polli con *E. coli* antibiotico resistenti, precisione del 15% e livello di confidenza del 95% (Tabella 2). È stata quindi valutata la carica di *E. coli* resistenti ai chinoloni e la presenza di *E. coli* ESBL-AmpC. Le conte di *E. coli* resistenti ai chinoloni mostrano come la carica sia diversa nei diversi gruppi (Kruskal-Wallis chi-squared: $p < 0.001$), minore nei biologici rispetto ai convenzionali e agli AF, tranne a quelli macellati prima dei convenzionali rispetto ai convenzionali ($p < 0.05$). Tuttavia, la differenza tra le cariche dei gruppi AF macellati prima o dopo i convenzionali è molto contenuta (Figura 4).

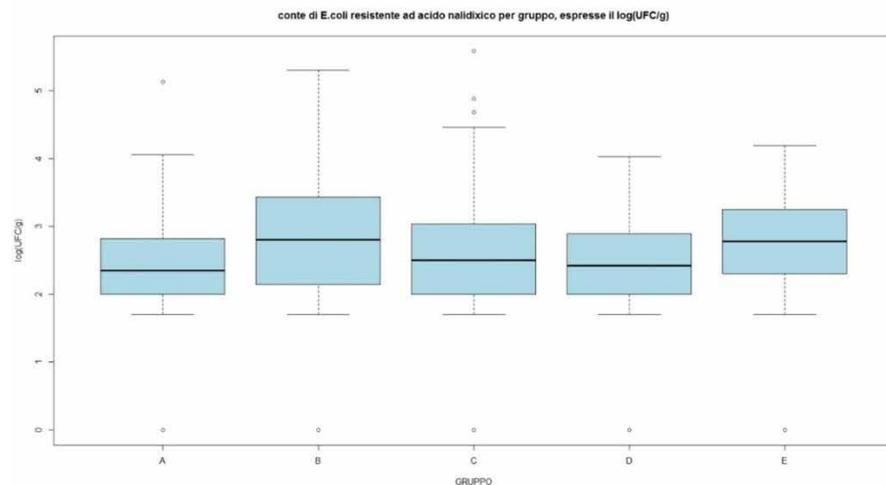


Figura 4: conte di *E. coli* resistenti a chinoloni (acido nalidixico) nei diversi gruppi a livello di carcasse (pelle del collo).

Tabella 2. Contaminazione da *E. coli* ESBL/AmpC a livello di carcasse (pelle del collo)

		<i>E. coli</i> ESBL-AmpC/ totale <i>E. coli</i>	OR (CI 95%)	p
A	BIO	25/75 (33.3%)	0.48 (0.25, 0.91)	0.024
B	AF	17/64 (26.6%)	0.34 (0.17, 0.70)	0.003
C	AF (macellati DOPO i convenzionali)	46/106 (43.4%)	0.73 (0.41, 1.31)	0.288
D	AF (macellati PRIMA dei convenzionali)	15/50 (30%)	0.41 (0.19, 0.86)	0.017
E	Convenzionale	41/80 (51.2%)	-	-

Per quanto riguarda la contaminazione da *E. coli* ESBL/AmpC, questa non è risultata essere omogenea nei diversi gruppi. Prendendo il gruppo E (convenzionale) come riferimento, i polli BIO presentavano un OR tra *E. coli* ESBL/AmpC e *E. coli* totali della metà di quelli convenzionali: questo favorevole risultato era presente anche nei polli AF macellati prima dei convenzionali o con i biologici, ma non nel gruppo macellato dopo i convenzionali (tabella 2). Anche in questo caso, la differenza appare contenuta.

Nella prova riguardante i petti di pollo, sono state valutate le differenze in termini di antibiotico-resistenza tra quattro gruppi (tabelle 3 e 4). Per ciascun gruppo, si sono prelevati sia i contenuti cecali che i campioni di petto. La sperimentazione si è svolta nell'arco di un anno e si sono valutate la presenza di *E. coli* ESBL-AmpC e la percentuale di *E. coli* resistenti ad almeno cinque classi di antibiotici (*E. coli* MR). La contaminazione da parte degli *E. coli* ESBL-AmpC è risultata essere diversa a livello di ciechi

(test chi-quadro: $p=0.037$): i ciechi provenienti da allevamenti convenzionali presentavano un rapporto di campioni positivi /campioni negativi per *E. coli* ESBL-AmpC di 3,5 volte più elevato rispetto a quelli degli allevamenti biologici, differenza che non si è riscontrata nei gruppi AF (Tabella 3). Anche la contaminazione da *E. coli* ESBL-AmpC nei petti non era omogenea (test chi-quadro: $p<0.001$): in questo caso rispetto ai biologici, il rapporto di campioni positivi /campioni negativi per *E. coli* ESBL-AmpC era di 2,7 volte più elevato negli AF macellati nel primo stabilimento, 5.7 volte negli AF macellati nel secondo stabilimento e 4,6 più volte nei convenzionali.

Un andamento analogo si è osservato prendendo in considerazione il secondo indicatore, vale a dire la presenza di *E. coli* resistenti ad almeno 5 classi di antibiotici. La distribuzione nei ciechi non è risultata omogenea nelle quattro categorie (test chi-quadro: $p=0.002$), con gli AF macellati nel primo stabilimento e i convenzionali aventi rispettivamente 2,8 e 5,4 volte il rapporto tra *E. coli* MR/ *E. coli* non MR rispetto ai biologici, mentre gli AF macellati nel secondo stabilimento non erano diversi dai biologici (tabella 4). Anche la distribuzione nei petti non era omogenea (test chi-quadro: $p=0.003$), con un rapporto *E. coli* MR / *E. coli* non MR di 6 volte (AF primo mattatoio), 10 volte (AF secondo mattatoio) e 21 volte (convenzionali) rispetto ai biologici (tabella 4).

Tabella 3. Contaminazione da *E. coli* ESBL/AmpC a livello di ciechi e di petti di pollo

	matrice	categoria	<i>E. coli</i> ESBL/AmpC /totale <i>E. coli</i>	OR (CI 95%)	p
A	cieco	BIO	10/72 (13,89%)	1	-
B	cieco	AF1	14/72 (19,44%)	1,5 (0,62-3,63)	0,371
C	cieco	AF2	16/67 (23,88%)	1,95 (0,81-4,66)	0,131
D	cieco	convenzionali	16/44 (36,36%)	3,54 (1,43-9,78)	0,005
A	petto	BIO	8/72 (11,11%)	1	
B	petto	AF1	18/72 (25%)	2,67 (1,08-6,61)	0,05
C	petto	AF2	28/67 (41,79%)	5,74 (2,38-13,86)	<0,001
D	petto	convenzionali	20/44 (45,45%)	4,57 (1,75-11,91)	<0,001

Tabella 4. Contaminazione da *E. coli* resistente ad almeno 5 classi di antibiotici (MR) a livello di ciechi e di petti di pollo

	matrice	categoria	<i>E. coli</i> MR/totale <i>E. coli</i>	OR (CI 95%)	p
A	cieco	BIO	7/71 (9,86%)	1	-
B	cieco	AF1	17/73 (23,29%)	2,78 (1,07-7,18)	0.031
C	cieco	AF2	10/68 (14,71%)	1,58 (0,56-4,41)	0,383
D	cieco	convenzionali	16/43 (59,26%)	5,42 (2-14.66)	<0.001
A	petto	BIO	1/73 (1,36%)	1	
B	petto	AF1	6/72 (8,33%)	6.55 (0,77-55,81)	0.117
C	petto	AF2	8/63 (12,7%)	10.47 (1.27-86.23)	0.02
D	petto	convenzionali	9/40 (22,5%)	20,9 (2,54-172,15)	<0.001

In conclusione, sia la contaminazione a livello di carcasse sia quella di petti di pollo mantengono per i biologici dati più favorevoli rispetto ai convenzionali. Per quanto riguarda gli AF, sia i livelli nelle carcasse sia quelli dei petti sembrano essere influenzati dalle pratiche di macellazione e trasformazione, seppure in modo non sempre rilevante. Questo suggerisce di collocare i processi di macellazione e trasformazione dei convenzionali a fine giornata, se possibile, e implementare le pratiche di pulizia e disinfezione delle strutture e delle attrezzature tra le partite di animali convenzionali e quelle AF.

Bibliografia

1. Pesciaroli, M. *et al.* Antibiotic-resistant commensal *Escherichia coli* are less frequently isolated from poultry raised using non-conventional management systems than from conventional broiler. *Int. J. Food Microbiol.* 314, (2020).
2. Tofani, S. *et al.* Assessing the Load, Virulence and Antibiotic-Resistant Traits of Antibiotic-Free, and Organic Farms. *Antibiotics* (accepted for publication, 2022).
3. Goren, E., de Jong, W. A., Doornenbal, P., Koopman, J. P. & Kennis, H. M. Protection of chicks against *Salmonella* infection induced by spray application of intestinal microflora in the hatchery. *Vet. Q.* 6, 73–79 (1984).
4. Desantis S, Galosi L, Santamaria N, Roncarati A, Biagini L, Rossi G. Modulation of Morphology and Glycan Composition of Mucins in Farmed Guinea Fowl (*Numida meleagris*) Intestine by the Multi-Strain Probiotic Slab51®. *Animals* (Basel). 2021 Feb 13;11(2):495. doi: 10.3390/ani11020495. PMID: 33668637; PMCID: PMC7918860.
5. Galosi L, Desantis S, Roncarati A, Robino P, Bellato A, Nebbia P, Ferrocino I, Santamaria N, Biagini L, Filoni L, Attili AR, Rossi G. Positive Influence of a Probiotic Mixture on the Intestinal Morphology and Microbiota of Farmed Guinea Fowls (*Numida meleagris*). *Front Vet Sci.* 2021 Oct 29;8:743899. doi: 10.3389/fvets.2021.743899. eCollection 2021.
6. Ashraf S, Zaneb H, Yousaf MS, Ijaz A, Sohail MU, Muti S, Usman MM, Ijaz S, Rehman H. Effect of dietary supplementation of prebiotics and probiotics on intestinal microarchitecture in broilers reared under cyclic heat stress. *J Anim Physiol Anim Nutr* (Berl). 2013 May;97 Suppl 1:68-73. doi: 10.1111/jpn.12041. PMID: 23639019.
7. Rossi G., Biagini L., Galosi L. 2021, Italian patent n. 102021000016055.

2.2 Packaging biodegradabile e compostabile

2.2.1 Realizzazione del packaging biodegradabile e compostabile

Autori *Novamont S.p.A.*
Daniele Turati, Federico Faiella

Nell'ambito del progetto ABRIOPACK l'obiettivo di Novamont è stato quello di realizzare un packaging in bioplastica biodegradabile e compostabile adatto alla conservazione delle carni bianche, ottenute con metodi di produzione biologica e antibiotic free.

Si è pertanto sviluppato un materiale ad alto valore aggiunto ed elevato livello di contenuto di materiale rinnovabile per il settore dell'imballaggio validandone la fattibilità tecnica delle soluzioni proposte in collaborazione con gli altri partner.

Gli imballaggi multistrato tradizionali, spesso utilizzati nel packaging alimentare, infatti sono difficilmente riciclabili anche a causa della contaminazione da residui di cibo. Il packaging compostabile può, pertanto, contribuire a migliorare la qualità della raccolta differenziata sia dell'organico, che della carta, che della plastica, limitando il ricorso alla discarica per gli scarti alimentari. La sostituzione di alcune tipologie di packaging alimentare con soluzioni compostabili comporta un beneficio in termini di miglior gestione del rifiuto alimentare sia all'interno della grande distribuzione che in ambiente domestico.

Lo sviluppo di questo nuovo prodotto ha riguardato tutte le fasi della trasformazione dalla produzione del granulo fino alla realizzazione dell'imballo prototipo. Nello specifico, le attività possono essere riassunte in:

▪ **Definizione e studio delle materie prime:**

- Analisi reologiche e chimico fisiche
- Proprietà meccaniche

▪ **Estrusione reattiva per la produzione del granulo**

- Verifica, messa a punto, ottimizzazione parametri di processo
- Ottimizzazione della resa di produzione
- Caratterizzazione completa del granulo (reologia, proprietà ottiche, assenza prodotti indesiderati...)

▪ **Trasformazione del prodotto in prototipo mediante estrusione foglia, termoformatura e caratterizzazione finale:**

- Verifica, messa a punto, ottimizzazione parametri di processo (spessori, temperature, stiro...)
- Riciclo scarti di lavorazione
- Valutazione Stampi prototipo a diverse geometrie
- Ottimizzazione tempi di ciclo
- Caratterizzazione complete manufatto (test biodegradazione, contatto alimenti, resistenza termica, proprietà meccaniche, qualità superficiale...)
- Disintegrazione in compostaggio secondo la EN13432



Figura 1: bio-pack sviluppato nel progetto da Novamont S.p.A.



La soluzione di bio-packaging sviluppata (Figura 1) è formata da i) una vaschetta dello spessore medio di circa 300 μm e del peso di 23,5 g e un film termosaldabile (peso 1,4g) sulla parte superiore della vaschetta. Il peso maggioritario (94%) è dato dalla vaschetta.

Le foglie e i manufatti sono stati caratterizzati e le proprietà confrontate con i prodotti da plastica tradizionale solitamente impiegati per il confezionamento di alimenti (es. PET, PP, PS). In Tabella 1 vengono riportati i risultati del nuovo prodotto compostabile sviluppato, espressi come confronto rispetto ai polimeri non biodegradabili e non compostabili. In generale, si osserva un comportamento analogo e in alcuni casi nettamente migliore (come per esempio per la barriera all'Ossigeno), per il prodotto sviluppato nel progetto.

Materiale di riferimento	YOUNG MODULUS (EN ISO 527)	Heat resistance (HDT@0,455)	GAS Barrier O ₂ TR@ (m ² ·24h) [cm ³ /
	Espresso come D ⁴	Espresso come D	Espresso come D
PS	1,2	1	0,03
PP	2,1	0,9	0,04
APET	1,3	0.7 (before crystallisation)	0,8

Tabella 1: Proprietà del prodotto sviluppato i valori sono espressi come rapporto tra il materiale di riferimento e il prodotto sviluppato. @Oxygen Transmission Rate

Considerando il fatto che il manufatto deve poter essere stoccato in ambienti con temperature piuttosto elevate (come magazzini nel periodo estivo), è richiesto il mantenimento delle proprietà meccaniche al variare della temperatura. Il prodotto sviluppato, infatti, se confrontato con altri polimeri compostabili, mantiene pressoché invariato il modulo elastico nel range di temperatura di interesse come mostrato dall'analisi DMTA (dinamico meccanica) in funzione della temperatura (Figura 2).

Analogamente, sono stati effettuati i necessari test di idoneità al contatto con alimenti con valori ampiamente inferiori ai requisiti della norma⁵ di riferimento.

Le collaborazioni con i partner di progetto hanno inoltre dimostrato come, il biopackaging sviluppato sia idoneo al confezionamento di carni su linee di confezionamento industriali mantenendo inalterati i parametri di lavorazione (per es. tempi di ciclo). Le carni bianche in esso confezionate mantengono la shelf life dell'alimento contenuto anche oltre i limiti previsti. Infine, come dimostrato da test su scala reale, e come atteso, la vaschetta dimostra un ottimo comportamento durante l'intero ciclo del compostaggio industriale (dalla disintegrazione alla biodegradazione), garantendo a fine ciclo, l'ottenimento di un compost di qualità.

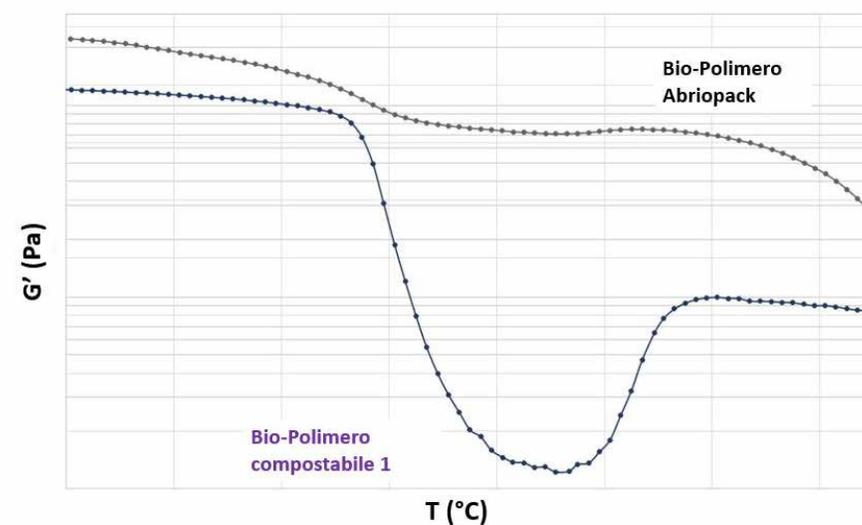


Figura 2: Analisi DMTA (dinamico meccanica), confronto tra il biopolimero compostabile sviluppato nel progetto ABRIOPACK e un comune biopolimero compostabile.

⁴ Valore calcolato come D= Proprietà del bio-polimero sviluppato/Proprietà del polimero tradizionale

⁵ FOOD CONTACT (PIM EU Reg. 10/2011) Overall migration at 40°C, 10 days in B,C,D2 (=OM2 conditions)

2.2.2 Studio di shelf-life della carne avicola antibiotic-free per la valutazione della capacità conservativa del biopackaging

Autori

Chemistry Interdisciplinary Project (ChIP), School of Pharmacy, University of Camerino, Via Madonna delle Carceri, Camerino, Italy

Laura Alessandroni, Giovanni Caprioli, Franks Nzekoue, Massimo Ricciutelli, Jing Tao, Gianni Sagratini

Chemistry Interdisciplinary Project (ChIP), School of Science and Technology, University of Camerino, Via Madonna delle Carceri, Camerino, Italy

Dennis Fiorini, Serena Scortichini

School of Bioscience and Veterinary Medicine, University of Camerino, Via Gentile III da Varano, Camerino, Italy

Xiaohui Huang, Stefania Silvi

La shelf-life è il periodo di tempo durante il quale un alimento resta idoneo al consumo o alla vendita. Gli studi di shelf-life permettono di analizzare la capacità di conservazione degli alimenti mediante il monitoraggio di diversi marcatori chimici, microbiologici e sensoriali. In questo studio, realizzato nel secondo anno del progetto (2019/2020), le carni avicole antibiotic-free, confezionate nel packaging biodegradabile e compostabile in Mater-bi sono state confrontate con quelle conservate in un packaging in plastica convenzionale (PET). In entrambi i casi è stata utilizzata l'atmosfera modificata. I campioni sono stati conservati in frigorifero a 4°C per 14 giorni simulando la conservazione domestica. Nei giorni di monitoraggio (T0, T3, T6, T10 e T14) sono stati quantificati i marcatori chimici (ammine biogene e composti organici volatili) e microbiologici (microbiota della carne) nonché il pH e i parametri sensoriali della carne campionando ogni giorno due petti di pollo per ogni tipologia di packaging, ogni volta aprendo nuove confezioni.

STUDI CHIMICI

Analisi quantitative delle ammine biogene

Le ammine biogene sono composti azotati a basso peso molecolare generati principalmente dai microorganismi fisiologicamente presenti nelle carni tramite decarbossilazione degli aminoacidi. I livelli di queste molecole aumentano durante la shelf-life proporzionalmente al grado di deterioramento della carne, diventando potenzialmente tossici ad alte concentrazioni. In questo studio, le ammine monitorate come markers di shelf-life sono state: triptamina, 2-fenilettilammina, putrescina, cadaverina, istamina, tiramina, spermidina e spermina. La loro analisi è stata eseguita mediante estrazione in ambiente acido, derivatizzazione, purificazione e analisi strumentale via HPLC-DAD (High Performance Liquid Chromatography – Diode Array Detector) [1].

L'analisi statistica è stata svolta tramite test t di Student. I dati statisticamente significativi ($P < 0,05$) sono contrassegnati nel grafico con un asterisco (figura 1). I valori di Total BAs (somma delle ammine biogene monitorate espressa in mg/kg) aumentano durante lo studio di shelf-life delle carni avicole antibiotic-free. Le differenze statisticamente significative a T3 e T6 non sono state mantenute nei giorni successivi. Inoltre, è emerso che dopo dieci giorni di conservazione (T10), si riscontra un aumento importante di ammine biogene in entrambi i packaging tale da rendere la carne non appetibile e consumabile.

Analisi dei composti organici volatili (VOCs)

Uno dei principali inconvenienti cui vanno incontro matrici alimentari contenenti grassi, come la carne, è l'ossidazione lipidica. Questa rappresenta una delle cause principali del deterioramento dell'aroma, del gusto, dell'aspetto e addirittura della consistenza dei cibi, nonché del decadimento della loro qualità nutrizionale e sicurezza. Molte delle reazioni di degradazione delle proteine e dei grassi presenti nella carne sono dovute a enzimi esogeni di origine batterica, che portano allo sviluppo di composti volatili. L'identificazione e la caratterizzazione dei VOCs rilasciati dalle carni avicole possono fornire informazioni riguardo la sua qualità sensoriale e microbiologica. Tra i principali prodotti di queste reazioni troviamo: alcoli, chetoni, acidi carbossilici, aldeidi o esteri. Nel presente studio, l'analisi quantitativa dei VOCs è stata eseguita tramite estrazione SPME (Solid Phase Micro-Extraction) e analisi GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry). Le analisi sono state svolte in contemporanea con il monitoraggio degli altri marker chimici, microbiologici e sensoriali del presente studio. Sono stati identificati 18 VOCs principali; alcuni hanno mostrato un cambiamento nella loro concentrazione tra i campioni più freschi (T0 e T3) e quelli più datati (T10 e T14), altri si sono formati dopo un certo tempo, altri ancora si sono mostrati piuttosto costanti nel tempo. I risultati non hanno riportato differenze significative nelle carni avicole antibiotic-free conservate nei due diversi imballaggi.

Analisi del pH

In ogni tempo di campionamento è stato misurato il pH della carne antibiotic-free conservata nelle due diverse soluzioni di packaging. I valori rilevati hanno avuto un andamento leggermente decrescente in maniera simile nella carne conservata in entrambi i tipi di confezione (figura 2). Un'eccezione si è presentata nel campione conservato nell'imballaggio in plastica quando dopo tre giorni di conservazione si è riscontrato un valore più alto di quello della carne nel biopackaging in Mater-Bi.

STUDI MICROBIOLOGICI

Le analisi microbiologiche rappresentano un importante strumento per valutare il livello di sicurezza ed igiene degli alimenti. In questo studio sono stati presi in considerazione parametri microbiologici attendibili per definire le condizioni igieniche della carne di pollo riscontrate al momento della produzione e quindi monitorarle durante il periodo di shelf-life.

I microrganismi presi in considerazione sono stati i seguenti [2]: microrganismi mesofili aerobi, batteri lattici mesofili, *E. coli*-glucuronidasi positivi, Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* spp. presunto, stafilococchi coagulasi positivi, anaerobi solfito riduttori, *Clostridium perfringens*. Alcuni risultati sono riportati in figura 3 e si può notare che non si sono state differenze importanti nell'andamento delle conte microbiche tra le carni conservate nei due packaging.

STUDI SENSORIALI

Le analisi sensoriali sono state eseguite da un panel test istituito internamente ad Unicam con panelisti esperti. Sono stati considerati i seguenti descrittori: aspetto, odore, elasticità, colore ed accettabilità, e la valutazione è stata espressa su una scala da 0 a 3 punti [3]. La carne conservata nella confezione biodegradabile e compostabile (Mater-Bi) conserva inalterato il suo aspetto, elasticità, colore e accettabilità fino al giorno 10 con punteggi leggermente maggiori rispetto a quella conservata nell'imballaggio in plastica. Il descrittore "odore" invece si è mantenuto più alto fino a T3 nell'imballaggio in plastica mentre nei giorni successivi questa differenza non è stata riscontrata.

CONCLUSIONI

In conclusione, è stato dimostrato che il biopackaging ha capacità di conservazione della carne di pollo biologica simili al materiale PET, ma con il grande vantaggio di essere completamente biodegradabile, compostabile e sostenibile per l'ambiente.

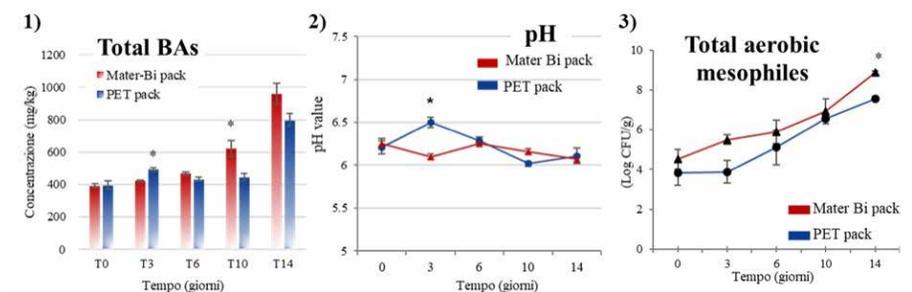


Figura 1: Confronto risultati della quantificazione delle ammine biogene; 2: Andamento del pH; 3: Conta batteri mesofili aerobici totali risultante dagli studi microbiologici delle carni avicole antibiotic-free conservate nel biopackaging e nel tradizionale packaging in plastica (PET).

Bibliografia

1. V. Sirocchi, G. Caprioli, C. Cecchini, M. M. Coman, A. Cresci, F. Maggi, F. Papa, M. Ricciutelli, S. Vittori, G. Sagratini, Biogenic amines as freshness index of meat wrapped in a new active packaging system formulated with essential oils of *Rosmarinus officinalis*, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2013, 64(8), pp. 921–928.
2. CeIRSA-Centro Interdipartimentale di Ricerca e Documentazione sulla Sicurezza alimentare, Regione Piemonte. Linee Guida per l'analisi del Rischio nel campo della microbiologia degli alimenti (allegato B). In: Protocollo tecnico della Regione Piemonte per l'effettuazione dei controlli microbiologici ufficiali sugli alimenti e l'interpretazione e gestione degli esiti analitici (up dated 21.08.2017)
3. Baston O., Barna O. Raw chicken leg and breast sensory evaluation. *Annals. Food Sci. Tech.* 2010, 11, pp. 25-30.

2.2.3 Le prove di compostaggio

Autori ***Consorzio Italiano Compostatori - Treviglio***
Marco Ricci

Novamont S.p.A - Novara
Michele Pognani, Daniele Turati

Consorzio Obbligatorio Smaltimento Rifiuti (COSMARI) - Tolentino
Fabio Conti



Figura 1: vaschetta termoformata sviluppata nel progetto (Foto ©Fileni, 2020).

Nell'ambito del progetto ABRIOPACK, il CIC - Consorzio Italiano Compostatori e l'impianto COSMARI S.p.A in Tolentino (Marche) hanno realizzato una prova di compostaggio su scala industriale dell'imballaggio in bioplastica compostabile sviluppato da Novamont all'interno del progetto stesso.

Obiettivo della prova sperimentale è stata la verifica del comportamento in compostaggio industriale del packaging alimentare, costituito dalla vaschetta rigida (peso 23,5 g e spessore circa 300 µm) prodotta in bioplastica compostabile. La vaschetta è stata trattata in condizioni di processo biologico aerobico full-scale, insieme ai rifiuti organici che vengono conferiti e trattati quotidianamente in impianto.

LE BIOPLASTICHE COMPOSTABILI IN ITALIA

Le bioplastiche biodegradabili e compostabili sono nate in Italia nei primi anni '90, venendo impiegate per realizzare i sacchetti per la raccolta differenziata degli scarti alimentari. Le famiglie hanno trovato in tali manufatti uno strumento funzionale per agevolare la raccolta differenziata dello scarto umido, in maniera pulita e a tenuta di acqua. Oggi l'impiego di sacchetti waste, shopper e di sacchetti per l'ortofrutta compostabili è diventato uno standard nella raccolta differenziata quotidiana per oltre 50 milioni di Italiani.

Negli ultimi 10 anni le bioplastiche compostabili hanno trovato campi di applicazione anche nel settore degli imballaggi alimentari, utilizzate singolarmente o in imballaggi multi-strato in carta e plastica compostabile. Tali imballaggi diventano strategici soprattutto quando, dopo l'uso, non è agevole separare lo scarto alimentare dall'imballaggio stesso e/o risulta difficile avviare l'imballaggio a riciclo, essendo composto da differenti materiali non separabili.

In Italia un imballaggio, per essere commercializzato come compostabile, deve essere sottoposto preventivamente ad un complesso iter certificativo allo scopo di valutarne la conformità allo standard europeo UNI-EN 13432. Solo al superamento di tutti i requisiti previsti dallo standard il prodotto può essere certificato, nominato e commercializzato come compostabile.

Il test full scale presso l'impianto di COSMARI

Triturazione → Miscelazione → ACT → Curing



Figura 2: schema sperimentale per il test presso COSMARI.

Il test è stato allestito e organizzato in modo da garantire una produzione di compost in quantitativi sufficienti per un successivo impiego agronomico sperimentale di pieno campo, in collaborazione con il Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N.Strampelli" (Marche) e l'Università di Camerino.

La prova di compostaggio è stata organizzata e realizzata secondo uno specifico protocollo sperimentale predisposto dal CIC insieme con l'impianto COSMARI S.p.A. L'impianto COSMARI tratta annualmente circa 53.000 tonnellate di scarto umido e scarto verde da raccolta differenziata e produce quasi 13.000 ton di compost.

Il test sperimentale ha rispettato le fasi ed i tempi di compostaggio standard applicate dall'impianto per il trattamento aerobico dei rifiuti organici, mentre è stata modificata la fase di carico e di pre-lavorazione dei rifiuti conferiti, onde garantire la massima inclusione dei manufatti (packaging alimentare) nel processo di riciclo organico.

Le vaschette sono state triturate, miscelate con il rifiuto organico in percentuale compresa tra il 2-3% in peso nelle aie di compostaggio, attraverso

un sistema di caricamento automatico. Il quantitativo di vaschette è volutamente molto elevato e certamente superiore a quanto solitamente gestito dagli impianti di trattamento dell'organico. Lo scopo principale di questa scelta operativa è quello di verificare la possibilità di gestire il sistema di compostaggio in condizioni estreme in termini di quantità di manufatti in bioplastica presenti nello stesso momento. In tali aie (trattamento "ACT") il rifiuto organico viene areato e rivoltato in intervalli regolari al fine di garantire la corretta ossigenazione e porosità della massa. Al termine di questa prima fase attiva di compostaggio (2 settimane), il rifiuto organico parzialmente compostato viene avviato ad una fase di maturazione (trattamento "Curing") della durata di circa un mese e mezzo per poter completare autonomamente il processo biologico di stabilizzazione e compostaggio.



Figura 3: fasi dei test di compostaggio (Foto ©Marco Ricci, 2021).

Durante la maturazione, il cumulo sperimentale è stato sottoposto a monitoraggio della temperatura e dell'umidità al fine di garantire una corretta continuazione del processo. Alla fine di questa fase il rifiuto organico ha l'aspetto di un terriccio uniforme e non risultano visibili le vaschette compostabili oggetto della sperimentazione.

Alla fine del processo di compostaggio (circa 63 giorni), il rifiuto compostato è stato vagliato in modo da separare il compost fresco (la frazione fine) dai materiali di pezzatura maggiore (soprattutto legno aggiunto inizialmente come agente strutturante e plastiche tradizionali presenti come inquinante nel rifiuto organico di partenza).



Figura 4: cumulo di compost sperimentale (Foto ©Marco Ricci, 2021).

Analizzando il compost prodotto dal test dopo la raffinazione (la frazione fine), è emerso chiaramente che il materiale ottenuto può essere definito un ammendante compostato misto (secondo la definizione della Normativa Italiana sui Fertilizzanti, il D.lgs 75/2010 e s.m.i.) tale da garantirne un uso virtuoso in agricoltura. Il test ha confermato, così, la bontà del processo di trattamento in compostaggio e il ruolo delle certificazioni *EN13432* e *Compostabile CIC* nel garantire le proprietà di compostabilità dei manufatti certificati. Il compost raffinato è stato quindi lasciato maturare all'aperto per almeno altri 30 giorni, prima di essere impiegato per le prove agronomiche di pieno campo.

Tali prove sono state condotte a partire dall'autunno 2021 dal CERMIS per la semina di grano autunnale, mentre ulteriori analisi di laboratorio sul compost ottenuto, sulla salute delle colture e sulle possibili interazioni con il microbioma presente nella rizosfera sono in fase di finalizzazione ed elaborazione da parte dell'Università di Camerino e verranno discusse in un secondo momento di divulgazione.



Figura 5: prove agronomiche in campo (Foto ©Marco Ricci, 2021).

Conclusioni: In conclusione, nell'ambito delle attività del progetto ABRIO-PACK, si è dimostrato come l'utilizzo di un imballaggio biodegradabile e compostabile per alimenti in sostituzione di un prodotto in plastica "convenzionale" si caratterizza per proprietà di conservazione degli alimenti freschi del tutto analoghe al prodotto tradizionale.

In aggiunta, l'imballo rigido in bioplastica compostabile è stato processato efficacemente mediante trattamento in un impianto di compostaggio industriale (COSMARI) con produzione di compost attraverso l'allestimento di un test in cui alla FORSU normalmente conferita sono stati aggiunti quantitativi molto elevati di vaschette compostabili.

Il compost di qualità ottenuto dal riciclo congiunto di rifiuti organici da raccolta differenziata e di imballaggi in bioplastica compostabili è quindi utilizzabile come ammendante in agricoltura tradizionale (secondo i parametri della normativa Fertilizzanti). Questo risultato contribuisce in maniera significativa a favorire una maggior intercettazione anche dei residui di materiale organico eventualmente adesi all'imballaggio compostabile, promuovendone una corretta valorizzazione mediante la produzione di compost, riducendo quindi i conferimenti in discarica o la necessità di ricorrere all'incenerimento come alternativa di smaltimento.

2.2.4 Prove di campo e analisi degli effetti del compost sulla coltura di frumento tenero e sul microbioma rizosferico ad essa associata

Autori

Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Camerino (UNICAM), Via Gentile III da Varano, Camerino (MC)

Martina Coletta, Aldo D'alessandro, Antonietta La Terza

Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli" (CERMIS), Via Abbadia di Fiastra, 3, Tolentino (MC)

Lorenzo Porcarelli, Elia Gironelli, Antonella Petrini

Scuola di Scienze del Farmaco e dei Prodotti della salute, Via Madonna delle Carceri 9/B, Camerino (MC)

Gianni Sagratini

L'ultima fase del progetto ABRIOPACK ha riguardato l'allestimento di prove di campo volte a valutare eventuali effetti (positivi o negativi) prodotti dall'impiego dei compost standard e compost ottenuto aggiungendo le bioplastiche ai rifiuti organici, ricavati nella fase precedente, sulla salute della coltura test, rappresentata da frumento tenero (*Triticum aestivum* L., varietà Solehio) e del microbioma batterico del sistema radicale ad essa associata. In particolare, la sperimentazione è stata condotta per valutare eventuali differenze di "prestazione" in termini di rese e/o effetti sul microbioma, tra il compost standard ed il compost addizionato con il 3% di bioplastiche compostabili derivanti dal packaging (Figura 1A).

Le prove di campo sono state svolte presso il Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli" (CERMIS) di Tolentino. La distribuzione dei compost è avvenuta in data 28/10/2021, previa aratura e affinamento del terreno. L'interramento dei compost è avvenuto tramite erpice a dischi il giorno successivo alla distribuzione. Di seguito, attraverso fresatura, è stato preparato il letto di semina, avvenuta in data 15/11/2021.

Il disegno sperimentale ha previsto la suddivisione del campo caratterizzato da una lieve pendenza in tre plot (500m²), suddivisi a loro volta in cinque subplot (100m²), numerati in ordine crescente da 1 a 5, a partire dalla posizione 1 in corrispondenza dell'area pianeggiante verso la posizione 5 collocata nell'area più elevata del campo. La Figura 1B riporta lo schema dei trattamenti effettuati in campo e la disposizione dei subplot: compost standard (C), nessun tipo di compost (controllo, B) e compost addizionato con bioplastiche (CV). Per ogni trattamento sono stati impiegati 1000 kg di compost, distribuiti uniformemente su tutta la parcella (500m²). La sperimentazione ha avuto la durata di una singola annata agraria; la semina è avvenuta il 15 novembre 2021, la spigatura durante le prime settimane di maggio 2022 e la raccolta è avvenuta in data 01/07/2022. Relativamente all'andamento della coltura, l'emergenza è stata rapida ed uniforme, ma la carenza di precipitazioni e il freddo registrato all'inizio dell'anno ne hanno ritardato lo sviluppo. La spigatura è stata scalare, la parte bassa è risultata vigorosa e precoce, mentre la parte apicale è risultata tardiva e meno vigorosa.

Le analisi per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo e per la ricerca dei metalli pesanti sono state condotte prima e dopo la distribuzione dei compost, con la finalità di valutare sia i livelli di nutrienti che l'eventuale presenza di inquinanti. I rilievi effettuati dal Cermis durante tutto il ciclo colturale e sul prodotto raccolto sono stati di tipo agronomico, merceologico e qualitativo (**Figura 1C**).

A maggio 2022 ad opera del team UNICAM, è stata effettuata la raccolta delle piantine di frumento nella fase di spigatura-fioritura (10 per ogni subplot, per un totale di 150 piante) e dei relativi campioni di suolo rizosferico, per la valutazione sia delle caratteristiche morfologiche (**Figura 1C**) che la caratterizzazione della comunità batterica (microbioma) associata alle loro radici mediante analisi di DNA *metabarcoding*. Per i dati prima dell'analisi statistica sono stati valutati normalità (*Shapiro-Wilk test*) e omogeneità (*Bartlett test*) della varianza. I dati sono stati confrontati sia attraverso raggruppamenti per trattamento (C, B, CV) che per posizione (1,2,3,4,5) applicando *One-way Anova o Kruskal Wallis-test*, a seconda della distribuzione. Le differenze all'interno dei gruppi sono state ulteriormente valutate attraverso *TukeyHSD o Dunn test*. Inoltre, sono state applicate tecniche di ordinamento quali *non-metric Multidimensional scaling (nMDS)* basato sull'indice di dissimilarità di *Bray-Curtis*. La *Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA)* è stata utilizzata per testare la significatività delle differenze tra i raggruppamenti. Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il programma statistico R, versione 4.2.0 (*R Development Core Team, 2015*). I *p-value* < 0.05 sono stati considerati significativi. L'analisi dei dati molecolari (gene 16SrRNA) per la caratterizzazione delle comunità batteriche della rizosfera, è stata realizzata mediante il pacchetto informatico Qiime2.

I dati di produttività non hanno rilevato differenze significative nel confronto tra trattamenti, ma significative nel confronto per posizione. I dati morfologici hanno rilevato differenze significative solamente nel confronto per posizione; in tutte le tesi, si sono rilevate differenze significative tra le posizioni esterne (1 e 5) ed una condizione di maggiore uniformità per le posizioni centrali (2,3,4), in particolare per i trattamenti C e CV, (**Figura 2A**). Inoltre, sia nel controllo (B) che nei trattamenti (C, CV) le posizioni 5 si sono caratterizzate per avere valori, relativamente ai parametri misurati, inferiori rispetto a quelli misurati in altre posizioni, e ciò è particolarmente

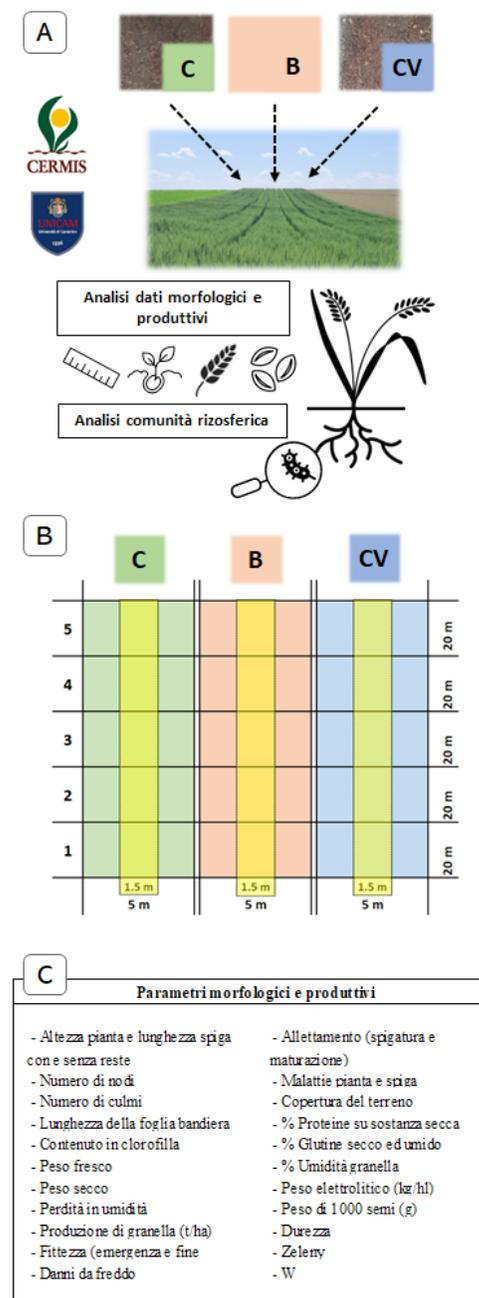


Figura1: **A.** Workflow della sperimentazione condotta dal Cermis ed UNICAM nell'ambito del progetto ABRIOPACK. **B.** Organizzazione del campo sperimentale. In verde: compost standard (C); in rosa: controllo (B, no compost); in azzurro: compost addizionato con bioplastiche (CV); in giallo: area centrale di ogni plot con ampiezza 1.5m. **C.** Tabella dei parametri produttivi e morfologici valutati nello studio.

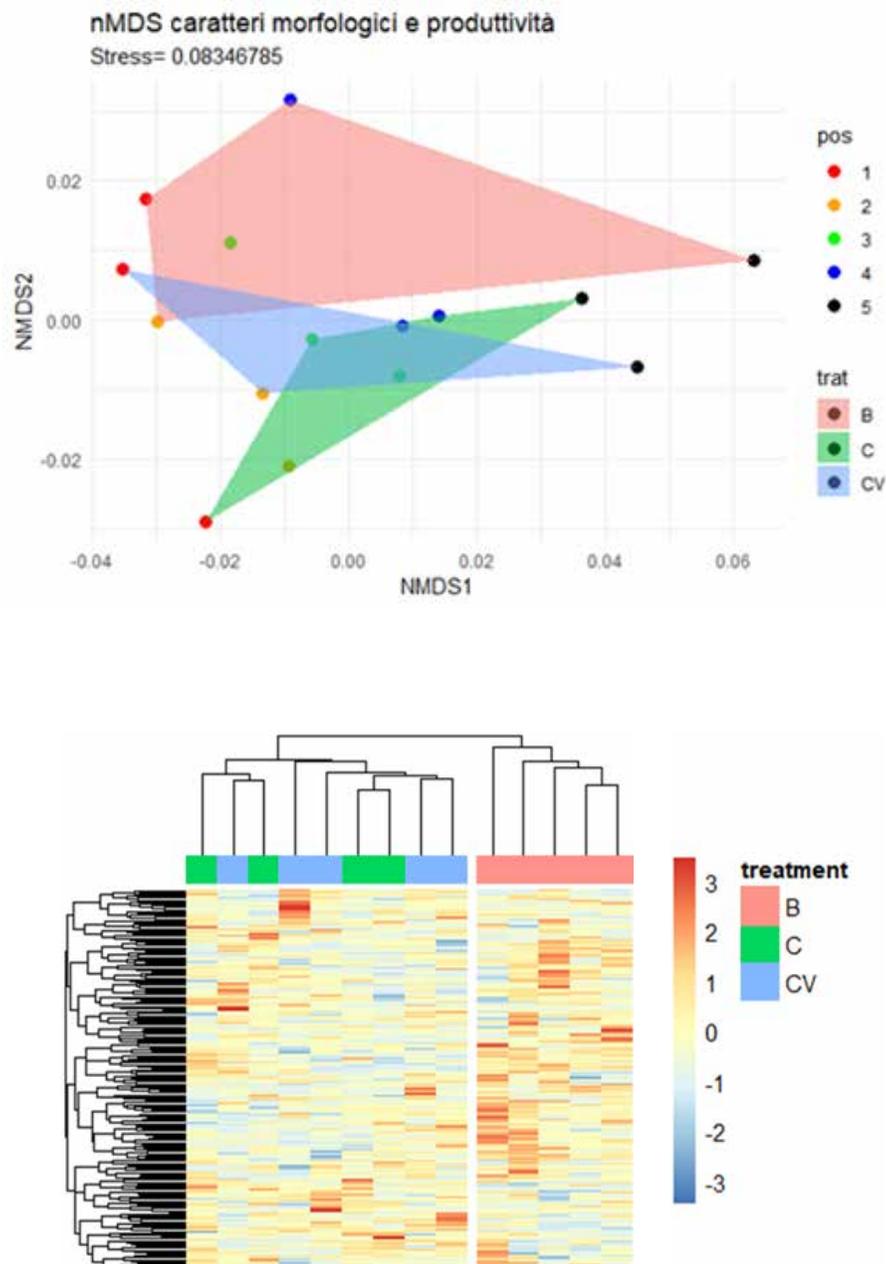


Figura 2: A. Il grafico descrive la distribuzione delle caratteristiche morfologiche e produttive delle piante di frumento per controllo (B), trattamenti (C: compost e CV: compost vaschetta) e posizioni (sub-plot 1-5). Il grafico è stato creato con il programma statistico R, pacchetti "vegan" e "ggplot2". B. Dendrogramma e heatmap delle comunità batteriche della rizosfera del frumento. L'immagine mostra le differenti abbondanze dei gruppi batterici presenti nei diversi plot di controllo (B) e trattati (C, CV). Immagini @ M.Coletta, A. D'Alessandro e A. La Terza.

evidente nel controllo (B). Questa osservazione evidenzia come l'impiego di compost, indipendentemente dal tipo (C o CV), sia stato in grado di ridurre le differenze dovute all'eterogeneità del campo. Inoltre, non sono state rilevate differenze significative tra i parametri chimico-fisici e la presenza di metalli pesanti nel suolo pre e post-distribuzione dei compost.

In sintesi, l'analisi statistica dei parametri "classici" finora descritti, non ha rilevato differenze significative per trattamento, ma le ha evidenziate solo per la posizione.

Tuttavia, poiché anche una singola applicazione di sostanza organica di qualità (compost), è in grado di determinare cambiamenti a livello della struttura delle comunità batteriche del suolo (es., abbondanze, diversità, metabolismi) ed in particolare di quelle associate alle radici, è stata condotta un'analisi del microbioma rizosferico del frumento attraverso il sequenziamento dei geni 16S rRNA (*DNA metabarcoding*) [2]. A questo riguardo, la componente microbica del suolo svolge un ruolo chiave nei processi di decomposizione della sostanza organica e del riciclo dei nutrienti a beneficio delle piante e pertanto, rappresenta un sensibile ed affidabile indicatore di *'Soil Health'* [3-4].

L'analisi del microbioma rizosferico ha evidenziato delle differenze significative tra le comunità batteriche presenti nel plot di controllo (B, no compost) e quelle dei plot trattati (C, compost; CV, compost vaschetta), che risultano anche molto simili tra loro. In **Figura 2B** (*heatmap*) è evidente la separazione tra i campioni del controllo (in arancione) ed i due trattamenti (C, verde; CV, blu).

In conclusione, l'analisi ad oggi effettuata mediante l'uso di vari indicatori (morfologici, produttività e microbici), ha evidenziato la sostanziale equivalenza delle due tipologie di compost impiegate nella sperimentazione: il compost standard (C) ed il compost ottenuto con il 3% di bioplastiche compostabili (CV) all'interno dei rifiuti organici. Inoltre, non sono stati evidenziati effetti negativi sulla salute della pianta e sul microbioma associato. A questo riguardo, l'indicatore microbico ha evidenziato differenze significative tra il plot di controllo (B) e quelli relativi ai trattamenti con le due tipologie di compost (C, CV), non evidenziate in precedenza dagli indicatori classici sopracitati. Quest'ultimo risultato non solo evidenzia la

maggior sensibilità degli indicatori microbici rispetto a quelli classici, ma anche come una singola applicazione dei compost, sia stata in grado di modificare la struttura delle comunità batteriche della rizosfera del frumento, rispetto a quella del controllo non trattato. Nel prosieguo, l'analisi approfondita del microbioma includerà lo studio delle abbondanze e l'analisi funzionale dei vari gruppi microbici, in modo da, auspicabilmente, identificare quei gruppi che variano maggiormente tra i diversi trattamenti ed i loro ruoli funzionali nel suolo. In conclusione, la presente sperimentazione ha contribuito a far luce sull'influenza operata dalla fertilizzazione con sostanza organica di qualità, sulla salute del suolo e del suo microbioma.

Bibliografia

1. Bolyen E, Rideout JR, Dillon MR, Bokulich NA, Abnet CC, Al-Ghalith GA, et al. Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. *Nat Biotechnol.* (2019) 37:852–7. doi: 10.1038/s41587-019-0209-9
2. Heisey S, Ryals R, Maaz TM and Nguyen NH (2022) A Single Application of Compost Can Leave Lasting Impacts on Soil Microbial Community Structure and Alter Cross-Domain Interaction Networks. *Front. Soil Sci.* 2:749212. doi: 10.3389/fsoil.2022.749212
3. Kibblewhite MG, Ritz K, Swift MJ. Soil health in agricultural systems. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* (2008) 363:685–701. doi: 10.1098/rstb.2007.2178
4. AAVV. Mission area Soil health and food: foresight on demand brief in support of the Horizon Europe mission board. European Commission B-1049 Brussels, (2021), 1-114. doi:10.2777/038626
5. Bhaduri Debarati, Sihi Debjani, Bhowmik Arnab, Verma Bibhash C., Munda Sushmita, Dari Biswanath. A review on effective soil health bio-indicators for ecosystem restoration and sustainability. *Frontiers in Microbiology* (2022) V:13, doi:10.3389/fmicb.2022.938481

Autori**Arca S.r.l. Benefit**

Martina Pirani e Francesca Carbonari

Le attività di trasferimento all'esterno dei risultati e delle conoscenze acquisite con il progetto "ABRIOPACK" hanno contribuito sia alla visibilità delle attività dimostrative realizzate dal partenariato sia ad aumentare la consapevolezza circa l'importanza di sistemi produttivi circolari in grado di ridurre lo spreco di risorse naturali e la produzione di rifiuti plastici.

In questo modo, in ottemperanza agli obiettivi del progetto, è stato possibile evidenziare come l'adozione di innovazioni in sistemi agroindustriali complessi in grado di ridurre l'impiego di antibiotici negli allevamenti e l'uso della plastica nelle confezioni, sia fattibile, applicabile a diversi contesti e di estremo interesse sia per le imprese che per il consumatore finale.

Strumenti e canali di comunicazione utilizzati:

- **Pagina web dedicata al progetto** (www.arca.bio/abriopack), in lingua italiana ed inglese

- **Social network:** oltre 40 post pubblicati sulla pagina Facebook ARCA Terra Buona Cibo Sano, oltre 50 post e storie pubblicati tramite l'account Instagram @arcabio, 30 post pubblicati sulla pagina LinkedIn ARCA Bio. Utilizzo dell'hashtag #abriopack per facilitare la ricerca e la condivisione dei contenuti.

- **Newsletter:** 8 newsletter inviate a circa 1.000 contatti tra agricoltori, decisori politici e stakeholder. Rating medio di lettura del 35%.

- **Materiali informativi:**

- Roll-up avvolgibile
- Brochure digitale contenente le informazioni chiave del progetto
- Pubblicazione finale



ABRIOPACK

Il packaging biodegradabile all'insegna
dell'economia circolare

Materiale realizzato con il contributo della SM 16.1.A.2 – Annualità 2017 - PSR Marche 2014-2020 (ID 29057)



Unione Europea



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI



REGIONE
MARCHE




È TEMPO DI AGRICOLTURA



Unione Europea / Regione Marche
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020
FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

Eventi:

23 giugno 2020 - Partecipazione al workshop "L'innovazione al servizio dell'agricoltura: le esperienze dei G.O." organizzato dalla Rete Rurale Nazionale e presentazione di un poster sul progetto

22 novembre 2021 - Presentazione del progetto da parte della dott.ssa Laura Alessandroni (UNICAM) durante il XXI EuroFoodChem

4 maggio 2021 - Webinar dal titolo "ABRIOPACK - il progetto all'insegna dell'economia circolare"

27 maggio 2022 - Convegno per la presentazione dei risultati intermedi del progetto presso COSMARI di Tolentino (MC) e visita all'impianto di compostaggio e alle prove agronomiche presso i campi sperimentali del CERMIS

26-29 luglio 2022 - Presentazione del poster "ABRIOPACK Project: Preliminary Data on the Effect of the Use of Compost Added with Compostable Plastics on Crop Health and Possible Interactions with the Rhizosphere Communities": Autori: Martina Coletta, Aldo D'Alessandro, Gianni Sagratini, Antonietta La Terza (UNICAM), in occasione del convegno internazionale "Global Symposium on Soils for Nutrition; Soils, where food begins" organizzato dalla Fao

13-15 marzo 2023 - Presentazione del contributo "Effect of Compost Added with Compostable Plastic Packaging on Wheat Health and its Rhizosphere Microbiome" Autori: Martina Coletta, Aldo D'Alessandro, Gianni Sagratini, Antonietta La Terza (UNICAM), in occasione del convegno internazionale "The 3rd Global Soil Biodiversity Conference", Dublino, Irlanda.

13 aprile 2023 - Convegno finale del progetto

ABRIOPACK

Il packaging biodegradabile
all'insegna dell'economia circolare



PROGETTO:

Abriopack è un progetto che nasce con l'obiettivo di sostituire i materiali tradizionali utilizzati nel packaging alimentare con un **packaging biodegradabile e compostabile** adatto alla conservazione delle carni avicole ottenute con metodi di produzione biologici e antibiotic-free.

Abriopack è finanziato dalla Regione Marche (PSR Marche 2014/2020), segue la **strategia delle 3 R (Ridurre - Riutilizzare - Riciclare)** e punta a diminuire l'impatto sull'ambiente e a salvaguardare le risorse naturali in un'ottica di **economia circolare**.

ABRIOPACK

Il packaging biodegradabile
all'insegna dell'economia circolare

PROVE E TEST

- Imballaggio carni biologiche e antibiotic-free con materiali biodegradabili e compostabili



VALIDAZIONE SCIENTIFICA

- Test di degradazione e compostaggio
- Prove agronomiche con il compost da bio-plastiche
- Valutazione della "salute del suolo" mediante l'analisi del microbioma



DEFINIZIONE DI NUOVI PROCESSI E PRODOTTI

- Bioconfezionamento (vaschetta, pellicola, etichetta)



Alcune foto dell'Open Day (27.05.2022)



Articoli e pubblicazioni:

Nel mese di luglio 2020 il progetto è stato ripreso dalla rivista specializzata green "Italia Circolare", che ne ha illustrato gli obiettivi, il contesto di riferimento ed i partner coinvolti

15 settembre 2021 - Laura Alessandrini, Giovanni Caprioli, Federico Faiella, Dennis Fiorini, Renzo Galli, Xiaohui Huang, Giacomo Marinelli, Franks Nzekoue, Massimo Ricciutelli, Serena Scortichini, Stefania Silvi, Jing Tao, Alessandro Tramontano, Daniele Turati, Gianni Sagratini, A shelf-life study for the evaluation of a new biopackaging to preserve the quality of organic chicken meat, Food Chemistry, Volume 371, 2022, 131134, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131134z>

26 ottobre 2022 - Tofani S, Albin E, Blasi F, Cucco L, Lovito C, Maresca C, Pesciaroli M, Orsini S, Scoccia E, Pezzotti G, Magistrali CF, Massacci FR. Assessing the Load, Virulence and Antibiotic-Resistant Traits of ESBL/Ampc E. coli from Broilers Raised on Conventional, Antibiotic-Free, and

Organic Farms. Antibiotics (Basel).;11(11):1484. doi: 10.3390/antibiotics11111484. PMID: 36358139; PMCID: PMC9686507.

24 novembre 2022 - Marco Ricci; Michele Pognani; Daniele Turati; Fabio Conti, Compostaggio industriale della frazione organica dei rifiuti urbani e di imballaggi biodegradabili e compostabili per alimenti: analisi del caso studio "vaschetta compostabile per carni avicole"

Articoli sul blog di ARCA:

14 gennaio 2022 - Laboratorio e vigna: gli uffici di due progetti!

2 giugno 2022 - Presentati gli sviluppi del progetto ABRIOPACK

4 agosto 2022 - Aggiornamenti dal progetto ABRIOPACK

Comunicati stampa ripresi da varie testate giornalistiche:

6 maggio 2021 - Packaging agroalimentare biodegradabile per la conservazione delle carni avicole: presentati i primi risultati del progetto ABRIOPACK

15 dicembre 2021 - I risultati del progetto ABRIOPACK presentati al XXI EuroFoodChem - La ricerca delle Marche a favore di un packaging biodegradabile per la carne avicola

25 maggio 2022 - Il 27 maggio presentazione dei risultati del progetto al COSMARI di Tolentino

31 maggio 2022 - Presentati gli sviluppi del progetto ABRIOPACK

4 Le ricadute sociali, economiche e ambientali delle innovazioni introdotte dal progetto ABRIOPACK

Autori *Carnj Società Cooperativa Agricola*
Alessandro Tramontano

Il progetto ABRIOPACK impatta direttamente e indirettamente su tutto il comparto avicolo regionale e nazionale.

Nel dettaglio l'**impatto diretto** riguarda:

- Gli allevamenti avicoli del Gruppo Fileni (sono circa 200 quelli che hanno utilizzato un modello di produzione "antibiotic free").
- La fase di commercializzazione dei prodotti Fileni (i tagli principali ottenuti con pollo antibiotic free sono stati commercializzati completamente con pack biodegradabile e compostabile).
- I siti produttivi italiani per la produzione di film MATER BI (amido di mais al 60%) biodegradabile di Novamont SPA, maggiore leader che attualmente produce più di 100.000 tonnellate all'anno di biopolimeri.
- Il CIC, che opera da più tempo in Italia nel settore del riciclaggio dei rifiuti organici e rappresenta i maggiori impianti industriali di compostaggio e di biogas.

L'**impatto indiretto** riguarda invece:

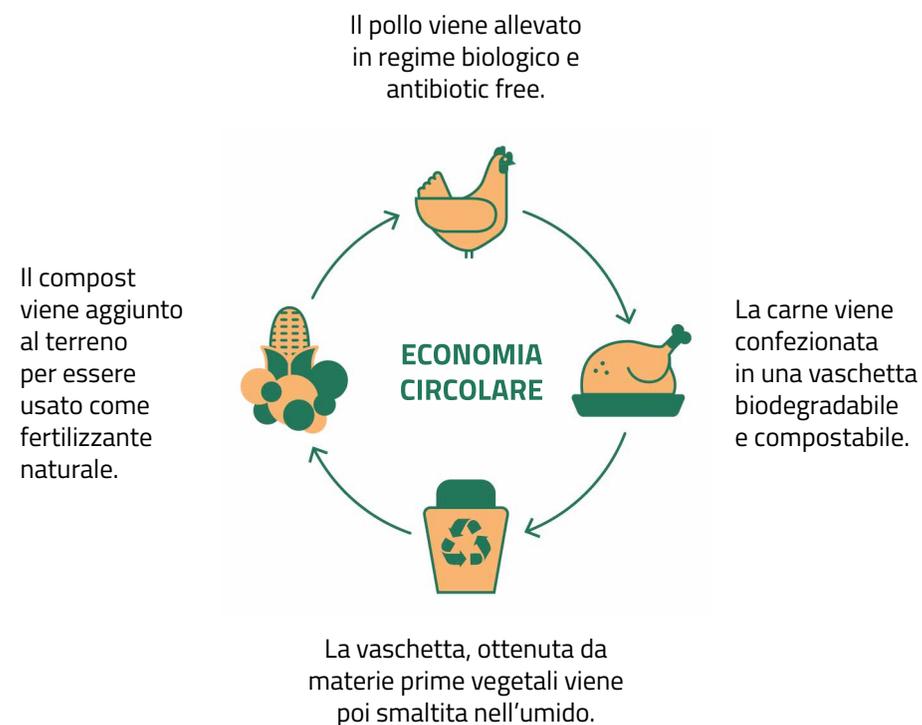
- Le filiere zootecniche antibiotic free e biologiche che utilizzeranno nuovi protocolli per l'allevamento senza l'uso di antibiotici.
- Le associazioni di divulgazione tecnica in Europa che diffonderanno un nuovo modello di economia circolare.
- Gli studenti dell'ambito "food and waste".

5 Considerazioni conclusive

Autori *Arca S.r.l. Benefit*
Martina Pirani

La nostra economia, basata attualmente sui combustibili fossili, ha raggiunto i suoi limiti e la transizione verso un nuovo modello sociale ed economico, basato sull'uso sostenibile e circolare delle risorse, è diventata da tempo una delle missioni fondamentali dell'Unione Europea.

Il progetto ABRIOPACK si pone perfettamente in linea con questa missione ed in particolare con la **strategia UE per la bioeconomia**, che, con la sua prospettiva sistemica, svolge un ruolo importante nel raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica e di sostenibilità ambientale, economica e sociale fissati dal *Green Deal* europeo.



Infografica: Il progetto ABRIOPACK e l'economia circolare.

L'Europa detiene infatti una posizione forte nel mercato mondiale delle sostanze biochimiche e dei biomateriali, ma l'Unione si propone di aumentare sempre di più la mobilitazione degli **investimenti privati** nell'industria alimentare ed in altre bioindustrie. In quest'ottica, il partenariato alla base del progetto ABRIOPACK rappresenta un esempio virtuoso di collaborazione tra enti pubblici e privati, per lo sviluppo tecnologico di materiali *"bio-based"* ad alto valore aggiunto. I risultati raggiunti dal progetto indicano sviluppi promettenti e soprattutto aprono la strada alla **replicazione** delle innovazioni in altre regioni e contesti.

Le soluzioni tecnologiche da sole non sono tuttavia sufficienti. Sulla base dell'approccio olistico della bioeconomia (**One Health**), è auspicabile quindi che il progetto contribuisca a sensibilizzare i consumatori indirizzandoli verso **modelli di consumo** più sostenibili, basati sull'acquisto di **cibi sani e buoni per ecosistemi, animali e persone**.

Bibliografia

Commissione europea, Relazione sullo stato di avanzamento della strategia dell'UE per la bioeconomia. Politica europea in materia di bioeconomia: situazione attuale e sviluppi futuri, doc. COM(2022) 283 del 9.6.2022

