

Progetto 2Good2Waste

Il titolo del progetto (Too Good To Waste, troppo buono per sprecarlo) ha un duplice significato, poiché come Waste identifica sia i sottoprodotti dell'industria alimentare (bucce, scarti) sia i prodotti alimentari che non vengono consumati a causa delle perdite lungo la filiera produttiva, dal campo alla tavola.

La produzione sempre crescente di alimenti ed il consumo di risorse ed energia che ne deriva è un fattore importante dell'impronta ecologica umana, che sta assumendo in questi anni carattere di emergenza e ha favorito lo squilibrio ecologico odierno.

Secondo recenti stime della FAO un terzo del cibo prodotto è perso o sprecato lungo la filiera, dalla produzione al consumo. A livello europeo questo si traduce in 88 milioni di tonnellate annue, corrispondenti a 173 kg pro capite di cibo sprecato. Questo quadro non è sostenibile né dal punto di vista ecologico né economico e rappresenta un fallimento del sistema produttivo alimentare.

Un ulteriore problema da affrontare è quella della sicurezza alimentare: in Europa, secondo dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, si registrano ogni anno 130.000 casi di tossinfezioni alimentari che generano un impatto importante sulla salute pubblica ed un impatto economico di circa 50 milioni di euro.

Packtin mira a ridurre lo scarto alimentare sia per quanto riguarda i sottoprodotti delle industrie agroalimentari, sia diminuendo la percentuale di alimenti scartata lungo la filiera di lavorazione, distribuzione e consumo, contribuendo così al raggiungimento del Traguardo 12.3 dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e riducendo le tossinfezioni alimentari.

I sottoprodotti alimentari sono attualmente un problema per le aziende, che nel migliore dei casi riesce a valorizzarli per la produzione di energia da biomasse o deve sostenere un costo per lo smaltimento come rifiuti speciali. Tuttavia, ogni singolo componente di ogni materia prima complessa, inclusi i sottoprodotti, si può considerare prezioso se siamo in grado di riconoscerlo, recuperarlo e valorizzarlo.

Infatti, limitandosi ai prodotti vegetali, possiamo identificare diverse materie prime con vasto potenziale applicativo: le diverse fibre solubili e non solubili, i composti fenolici con potere antiossidante ed antinfiammatorio, gli zuccheri semplici e le vitamine.

Packtin sta sviluppando un impianto pilota che consentirà di scomporre i sottoprodotti nelle diverse componenti sopra delineate, rendendole disponibili come nuove materie prime seconde (MPS) per il mercato e per la creazione di prodotti naturali da utilizzare nell'industria alimentare.

Uno dei campi di applicazione più interessanti per le MPS è la creazione di rivestimenti commestibili e biodegradabili per la frutta e verdura fresca che ne migliorino la shelf-life, agendo sulla maturazione e sulla protezione dalle infezioni microbiche.

L'obiettivo specifico di questo progetto è di ottimizzare la composizione di rivestimenti per il trattamento di due prodotti d'eccellenza del settore ortofrutticolo italiano: arance e pomodori.

La produzione europea di arance ha raggiunto i 6,2 milioni di tonnellate nel 2017, per un valore approssimativo di 4,4 miliardi di euro, con Spagna, Italia e Grecia tra i maggiori produttori. Le perdite di prodotto lungo la filiera possono arrivare fino al 60%. Questa perdita corrisponde, potenzialmente, a 160000 ettari coltivati inutilmente in Europa.

Il valore del mercato europeo del pomodoro si attesta su 11.3 miliardi di euro, corrispondenti a 14 milioni di tonnellate di prodotto, il 40% dei quali commercializzato come prodotto fresco. Le perdite alimentari del pomodoro fresco ammontano al 26%, quindi approssimativamente 1,2 miliardi di euro. In questo caso le perdite corrisponderebbero allo spreco di 86000 ettari coltivati.

Diversi ricerche internazionali hanno già valutato l'applicazione di rivestimenti commestibili su diversi prodotti ortofrutticoli per il miglioramento della loro shelf-life, ma allo stato dell'arte le applicazioni con rilevanza industriale sono ancora carenti e le industrie si appoggiano a tecnologie più tradizionali. Per esempio, nel settore degli agrumi è ancora molto utilizzata la pratica della ceratura, che solitamente abbina pesticidi e rivestimenti idrofobici, che sono difficilmente lavabili e quindi rendono la buccia non edibile. Inoltre, alcuni dei prodotti attualmente utilizzati richiedono colture dedicate e quindi impattanti per l'ambiente. Al contrario, le tecnologie utilizzate da Packtin per la realizzazione dei suoi rivestimenti risultano ad impatto zero per l'ambiente e con caratteristiche di facile scalabilità in quanto non dipendenti da un'agricoltura dedicata.

Packtin sta sviluppando, a partire dalle fibre e dagli estratti naturali ottenuti con il suo impianto pilota innovativo, rivestimenti biodegradabili, commestibili e facilmente lavabili che possano costituire un'alternativa ai trattamenti attualmente utilizzati e anche essere applicati a prodotti non ancora oggetto di trattamento.

La combinazione di fibre naturali ed estratti vegetali con attività antiossidante e antimicrobica, accuratamente personalizzata sulle esigenze del singolo prodotto (diversi requisiti di traspirazione, diversi agenti d'infezione, frutti climaterici/non climaterici) può diminuire la percentuale di prodotti scartati rallentando la maturazione e proteggendo dagli agenti infettivi. Un simile trattamento andrà a vantaggio sia delle aziende produttrici che del consumatore finale, aumentando le possibilità di esportazione e favorendo il consumo finale in tempi meno stretti diminuendo le perdite alimentari lungo la filiera.

L'idea di Packtin deriva dall'esigenza di aderire alle richieste del mercato e del consumatore, studiando soluzioni utili al mantenimento delle proprietà organolettiche dei prodotti alimentari. Un punto di forza non irrilevante dei rivestimenti sviluppati da Packtin è la totale assenza di sapore e odore che pertanto non va a modificare la percezione del consumatore.

Packtin Srl

Via del Chionso 14/i - 42122 Reggio Emilia - Tel. 0522 522061 – www.packtin.com - email: info@packtin.it

C.F./P.IVA 02764810350 - C.C.I.A.A. RE n.311448

Selezione e stabilizzazione sottoprodotti

Nei primi mesi del progetto, è stata effettuata la selezione dei sottoprodotti.

I sottoprodotti sono stati selezionati sia per la collocazione territoriale delle aziende di trasformazione, che per la potenzialità tecnica/commerciali dei loro componenti e per i volumi di sottoprodotto disponibile a livello regionale e nazionale.

Sulla base di questi fattori, è stato deciso di concentrarsi inizialmente sul pastazzo di arancia, sulle buccette di pomodoro e sulla sansa di olive.

Le buccette di pomodoro e le arance sono state selezionate per il loro alto contenuto in pectine, che sono utilizzate per creare la componente polimerica strutturale del coating da sviluppare. La sansa di olive, invece, è stata scelta sia per i composti emulsionanti che contiene sia per l'importante componente fenolica con proprietà antibatteriche e antifungine.



Figura 1 Sottoprodotti della lavorazione di arancia, pomodoro e olive pre e post-stabilizzazione

La stabilizzazione ha previsto la torchiatura dei sottoprodotti e la loro essiccazione a basse temperature, per preservare la qualità fisico-chimica dei composti d'interesse, in particolare quelli più delicati come polifenoli e vitamine. Il processo è risultato efficace su tutti e tre i sottoprodotti esaminati.

Estrazione fibre e composti bioattivi

I sottoprodotti stabilizzati sono stati sottoposti a estrazione per separare le diverse frazioni: zuccheri e vitamine, composti fenolici, pectine, cellulose e carotenoidi.

La caratterizzazione dei composti bioattivi e delle fibre ha evidenziato come dal pastazzo di arancia sia possibile isolare il 50 % del peso in zuccheri e vitamine, i più presenti fruttosio e acido ascorbico. Inoltre, è stato possibile isolare il 3% di composti fenolici, il 30% di pectine ad alto metossile (DE>86) con l'85% di contenuto in acido galatturonico, infine un 10% di cellulosa.

Dalle buccette di pomodoro abbiamo ricavato 15% pectina ad alto metossile (DE>78%) con l'80% acido galatturonico, il 25% di cutina e il 10% di cellulosa.

La sansa di olive è stata separata nelle sue frazioni solida e liquida. Dal solido è stato recuperato il 10% di cellulosa, dal liquido è stato recuperato uno 0,3% di polifenoli, che saranno utilizzati come composti bioattivi per la formulazione dei coating.



PECTINA



CELLULOSA



ESTRATTO FENOLICO
(ARANCE)



ESTRATTO FENOLICO
(OLIVE)



EMULSIONANTE
(OLIVE)

Figura 2 Tipologie di estratti ricavati dai tre sottoprodotti selezionati

Studio rivestimento per pomodoro e arance

La creazione dei coating ha interessato per prima cosa le arance, che sono state disponibili a partire da novembre 2020.

La prima parte è consistita nella creazione della formulazione:

- sono state valutate permeabilità all'ossigeno, all'acqua e all'etilene di diverse pectine estratte e modificate dall'arancia in modo tale da permettere all'ossigeno di passare tranquillamente tra i due strati del coating. Questo aspetto è molto importante per la respirazione del frutto che altrimenti andrebbe in anossia e fermentazione. Per quanto riguarda la barriera all'acqua, anche qui si sono studiate diverse modificazioni delle pectine, in modo tale da creare una barriera parziale al vapore d'acqua, in quanto una perdita minore di acqua permette al frutto di conservarsi più a lungo. La barriera non deve essere totale per evitare fenomeni di fermentazione. Infine, diverse modifiche delle pectine sono state indagate per creare la più alta barriera possibile all'etilene, ormone vegetale che induce la maturazione della frutta climaterica (arance, pomodori, banane, mele). Creare una

barriera a questa sostanza previene un deperimento accelerato dovuto all'etilene prodotto da altri frutti nella stessa camera di stoccaggio.

- La seconda parte dello studio si è incentrata sull'adesività del coating alla buccia di arancia, in quanto un coating che non riesca a permanere sulla buccia verrà eliminato durante il processo di asciugatura. In questa fase sono stati utilizzati diversi sali e plastificanti naturali per dare adesività e reologia corretta al coating e per permettere la sua facile applicazione sul frutto.
- Terza parte dello sviluppo del coating è stato testare in vitro l'efficacia dei polifenoli contro le muffe che normalmente affliggono le bucce delle arance durante la conservazione. Una volta trovata la composizione corretta tali composti sono stati inseriti all'interno del coating senza alterare le proprietà ricercate anteriormente.

Da questa fase di ricerca sono emerse una decina di formulazioni potenzialmente utilizzabili, e le due più performanti secondo tutti i parametri analizzati sono state selezionate per test sul prodotto a lungo termine. La formulazione è stata applicata per spraying al frutto. Il frutto è stato fatto rotolare durante il processo per permettere una uniforme distribuzione del coating su tutta la superficie. Durante le prove siamo riusciti ad ottimizzare l'applicazione, partendo da 30 grammi di coating ad arancia e arrivando a 15 grammi.



Una volta che il prodotto è uniformemente distribuito si avvia il processo di essiccazione, a medie temperature e ad alta ventilazione, per la rimozione del solvente del coating facendo sì che si formi

Packtin Srl

Via del Chionso 14/i - 42122 Reggio Emilia - Tel. 0522 522061 – www.packtin.com - email: info@packtin.it

C.F./P.IVA 02764810350 - C.C.I.A.A. RE n.311448

una pellicola sulla buccia. I frutti rivestiti, insieme ai frutti di controllo, sono stati posti in camera climatica a 5°C con 90% RH, dove sono rimasti per 8 settimane, più una ulteriore settimana in condizioni ambientali, per simulare il tempo di vendita al dettaglio post-conservazione.



Figura 3 Arance non trattate (sx) e rivestite (dx)

L'andamento della prova è stato monitorato ogni settimana, andando a monitorare i seguenti parametri: perdita di peso, colore, texture, pH, solidi solubili, acidità titolabile, indice di decadimento.

I dati raccolti indicano un effetto significativo del coating sui frutti trattati. Ad esempio, la perdita di peso settimanale dei frutti non trattati è circa l'1,8%, mentre sui frutti trattati è dell'1%. Inoltre, il tasso di decadimento si attesta al 22% sui frutti non trattati, riducendosi al 16% sui frutti trattati.

La creazione dei coating è proseguita con la produzione di coating per aumentare la shelf life di pomodori da insalata. La ricerca è stata svolta a partire da maggio 2021.

Le ricerche preliminari alla produzione di coatings per le arance sono state funzionali anche alla produzione dei coatings per pomodoro. Ulteriori analisi relative all'adesività dei coating sulla buccia di pomodoro, alla differente cinetica di perdita di peso (perdita di umidità) del prodotto e alla presenza di marciumi di origine batterica hanno imposto di operare alcune modifiche di composizione del coating atte ad ottimizzarne le performances sulla matrice in oggetto.

Nella fattispecie, è stato valutato l'effetto sulla shelf life dei prodotti in oggetto di formulazioni a base di pectina ricavabile dalle bucce di arancia (LMP), acidi grassi naturali, sucroesteri (a titolo di

Packtin Srl

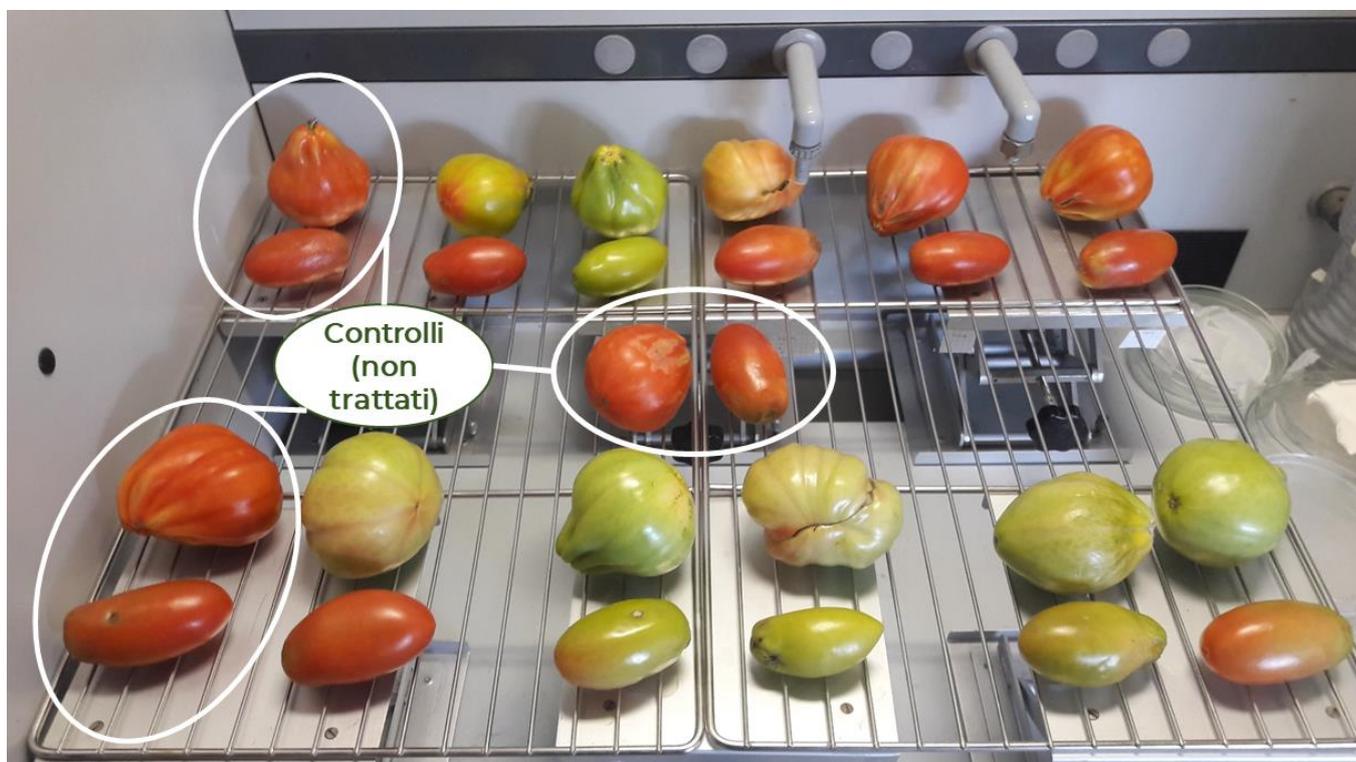
Via del Chionso 14/i - 42122 Reggio Emilia - Tel. 0522 522061 – www.packtin.com - email: info@packtin.it

C.F./P.IVA 02764810350 - C.C.I.A.A. RE n.311448

principio emulsionante) ed estratti fenolici di olive e arance con funzione antimicrobica. A queste, si sono aggiunte formulazioni simili alle precedenti arricchite con gomme di origine naturale volte ad aumentare l'adesività del coating e a modularne in modo più mirato la traspirazione di gas e vapor d'acqua. Da questa fase di ricerca sono emerse 8 formulazioni potenzialmente utilizzabili, sottoposte a test preliminare al fine di identificare le più performanti: tra queste, ne sono state selezionate due per test sul prodotto a lungo termine.

L'applicazione del rivestimento sui prodotti è stata svolta in condizioni simili all'arancia, utilizzando il metodo dello spraying, seguito da essiccazione a ventilazione spinta e a bassa temperatura (allo scopo di evitare lo stress termico del prodotto). I frutti rivestiti, insieme ai frutti di controllo, sono stati posti in camera climatica a 15°C con 90% RH, dove sono rimasti per 4 settimane, più una ulteriore settimana in condizioni ambientali, per simulare il tempo di vendita al dettaglio post-conservazione. L'andamento della prova è stato monitorato ogni settimana, andando a monitorare i seguenti parametri: perdita di peso, colore, texture, pH, solidi solubili, acidità titolabile, indice di decadimento.

I dati raccolti indicano un effetto significativo del coating sui frutti trattati. Per esempio, si è osservato un calo della perdita di peso in 20 giorni del 6-6.5% nei frutti non trattati, rispetto al 2.8% di quelli rivestiti. Nello stesso periodo, il tasso di decadimento è passato dal 6% (relativo ai prodotti non trattati) al 3.5%, indicando un effetto significativo dei coating applicati sulla shelf life del prodotto in analisi.



Analisi sensoriale con panel test

L'analisi sensoriale delle matrici alimentari è stata svolta applicando il metodo del "test triangolare", in conformità con la normativa ISO 4120:2004.

I panelisti non sono stati addestrati, in quanto l'obiettivo del lavoro era quello di stimare la capacità di consumatori "comuni" (non addestrati) di percepire differenze significative tra campioni trattati e non trattati e valutare il grado di accettabilità dei campioni. Su 18 giudici totali, sono stati scelti 9 donne e 9 uomini, di età compresa tra 25 e 55 anni, in buona salute; 5 di loro hanno dichiarato di essere fumatori abituali.

Ognuno dei campioni trattati è stato messo a confronto con campioni di controllo non rivestiti. Per ogni condizione sperimentale (trattamento), sono stati preparati gruppi di 3 campioni nelle seguenti combinazioni:

ABB BBA AAB

BAB ABA BAA

Ogni combinazione di campioni è stata preparata due volte e distribuita casualmente ai giudici. I campioni sono stati serviti a temperatura ambiente. Ai giudici sono stati forniti cracker non salati e acqua. E' stato chiesto loro di selezionare il campione diverso all'interno del gruppo. Inoltre, è stato chiesto ai giudici di giustificare la scelta sulla base di 4 parametri-

Il grado di significatività scelto è stato il 5% ($\alpha=0,05$), corrispondente a un rischio del 5% di trovare una differenza tra i campioni anche se non presente. Utilizzando un valore di $\alpha=0,05$ e un panel di 12 membri, il numero minimo di risposte corrette per rigettare l'assunzione di non differenza significativa è 8 (Appendice A).

L'analisi sensoriale è stata svolta su due tipologie di matrici, ossia arance e pomodori destinati al consumo diretto. Per entrambi i prodotti, è stato valutato l'impatto sensoriale di due tipologie di coating (selezionati da Packtin s.r.l. sulla base dei risultati tecnologici ottenuti) rispetto al prodotto non trattato (controllo).

I prodotti (trattati e non) sono stati stoccati in cella frigorifera a 4°C per un tempo massimo di 50 giorni per le arance e 20 giorni per i pomodori. Il campionamento e relativa analisi sensoriale delle matrici sono stati svolti ogni 10 giorni per le arance e ogni 5 giorni per il pomodoro, fino al termine della shelf-life del prodotto al fine di identificare, oltre all'eventuale presenza di differenze significative tra prodotti trattati e non al tempo 0 (il giorno del trattamento), la comparsa di differenze rilevanti durante lo stoccaggio del prodotto. L'impatto dei due tipi di trattamento è stato valutato singolarmente, data la natura del test triangolare.

E' stato chiesto ai giudici di giustificare la scelta in funzione di 4 parametri sensoriali:

1. Analisi visiva del prodotto intero;
2. Analisi olfattiva del prodotto intero;
3. Consistenza al taglio;
4. Analisi gusto-olfattiva del prodotto tagliato.

Packtin Srl

Via del Chionso 14/i - 42122 Reggio Emilia - Tel. 0522 522061 – www.packtin.com - email: info@packtin.it

C.F./P.IVA 02764810350 - C.C.I.A.A. RE n.311448

Per quanto riguarda l'analisi delle arance il feedback di ognuno dei 18 giudici è stato raccolto e i dati analizzati.

Giorno	(A)			(B)		
	Test triangolare Numero di risposte		% successo	Test triangolare Numero di risposte		% successo
	Totali	Corrette		Totali	Corrette	
Giorno 1	18	7	38,9	18	5	27,8
Giorno 10	18	7	38,9	18	7	38,9
Giorno 20	18	5	27,8	18	6	33,3
Giorno 30	18	12	66,7	18	12	66,7
Giorno 40	18	15	83,3	18	14	83,3
Giorno 50	18	14	77,8	18	15	77,8

Durante i primi 20 giorni di campionamento la presenza di coating è stata rilevata con una frequenza inferiore al 40% rispetto alle risposte totali, inferiore rispetto al livello di significatività tabulato. Nei giorni successivi, la percentuale di identificazioni corrette ha superato il 66,7% ($p < 0,01$) a indicare la presenza di una differenza significativa tra i campioni. Nello specifico, i giudici hanno dichiarato come la differenza tra il prodotto trattato e il controllo fosse ascrivibile al parziale raggrinzimento della buccia del controllo; il campione rivestito è risultato più lucido ("effetto cerato") rispetto al controllo. Dal punto di vista gusto-olfattivo, è stata rilevata una riduzione progressiva delle note acide e un aumento della dolcezza del prodotto di controllo rispetto al trattato, indicativo di un più avanzato livello di maturazione.

Nel test effettuato sui pomodori, il feedback di ognuno dei 18 giudici è stato raccolto e i dati analizzati.

Giorno	(D)			(E)		
	Test triangolare Numero di risposte		% successo	Test triangolare Numero di risposte		% successo
	Totali	Corrette		Totali	Corrette	
Giorno 1	18	8	44,4	18	12	66,7
Giorno 5	18	7	38,9	18	13	72,2
Giorno 10	18	12	44,4	18	12	66,7
Giorno 15	18	15	83,3	18	15	83,3
Giorno 20	18	18	100	18	16	88,9

Nei primi due campionamenti (giorno 1 e 5), il coating (D) non ha comportato una variazione significativa delle caratteristiche sensoriali del prodotto, con percentuali di corretta rilevazione comprese tra il 38 e il 44%. Al contrario, il coating (E) è stato rilevato dai giudici fin dal giorno 1 ($p < 0,01$). Ciò è stato ricondotto a una maggiore lucidità superficiale del prodotto trattato rispetto al controllo e la diversa consistenza osservata durante il taglio (tendenza del coating a sollevarsi leggermente in fase di taglio). Tra il giorno 10 e 20 si è osservato un aumento significativo della percentuale di risposte corrette, dovute al progressivo raggrinzimento e infine deterioramento del prodotto di controllo. Nel giorno 20, è stata osservata la comparsa di muffe da 6/12 giudici sul controllo; questo fenomeno non è stato osservato sui campioni trattati. La percentuale di risposte corrette sono state comprese tra l'88,9% e il 100% al giorno 20 ($p < 0,0001$).

CONCLUSIONI

Il presente progetto sarà il punto di partenza per la creazione di una filiera tecnologica virtuosa volta a ricavare un duplice valore da sottoprodotti agroalimentari altrimenti destinati allo smaltimento e quindi a costi economici, ambientali e sociali che si sommano a quelli relativi alla produzione e trasformazione degli alimenti da cui derivano.

Il “primo valore” consiste nel dare nuova vita al sottoprodotto il quale, una volta stabilizzato e sottoposto a processi di estrazione green volti a scomporlo nelle sue componenti, viene trasformato in nuove materie prime di alto valore.

Il “secondo valore” consiste nell'utilizzare tali materie prime per la creazione di rivestimenti naturali che aumentino la shelf life di prodotti freschi, riducendo lo spreco di prodotto e, di conseguenza, l'impatto economico, sociale e ambientale di tale spreco.

Grazie al progetto appena concluso, abbiamo identificato le frazioni più interessanti di tre sottoprodotti di grande rilevanza per il tessuto produttivo italiano, quali arancia, pomodoro ed olive, e le abbiamo utilizzate per sviluppare rivestimenti naturali e commestibili che aumentano la shelf-life di prodotti freschi quali pomodoro e arancia.

Packtin sta già acquisendo i macchinari per creare il suo primo impianto di stabilizzazione ed estrazione e iniziare la valorizzazione dei sottoprodotti agroalimentari.

Le formulazioni sviluppate durante il progetto sono già state presentate alla fiera CIBUS e saranno oggetto di futura commercializzazione da parte di Packtin, in modo da completare il modello di industria alimentare circolare e sostenibile che è il cuore del nostro progetto.