



Interreg
ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



Ufficio Stampa/Bureau de Presse: Associazione Le Terre dei Savoia - P.zza Carlo Alberto 6/A - 12035 Racconigi (CN) Tel +39 0172 86472 Fax +39 0172 820588 - E-mail: ufficiostampa@leterredeisavoia.it

Il presente progetto è finanziato con il sostegno della Commissione europea. L'autore è il solo responsabile di questa pubblicazione (comunicazione) e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa contenute.

RIFERIMENTO: Progetto ESSICA

Data: 12 gennaio 2018

CLIENTE: Associazione Terre dei Savoia

Studio preliminare per l'individuazione di tecniche e materiali innovativi per il confezionamento e la conservazione di erbe aromatiche essiccate



Studio effettuato da MIAC S.c.p.a. - Polo AGRIFOOD

Via G.B. Conte 19, 12025 Dronero (CN)

Referente tecnico: Dario Vallauri, PhD

dario.vallauri@poloagrifood.it

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1. PRODUZIONE DI PIANTE OFFICINALI IN ITALIA	3
1.2. PRODUZIONE DI PIANTE OFFICINALI IN PIEMONTE.....	4
1.3. RACCOLTA.....	5
1.4. LAVAGGIO.....	5
1.5. LAVORAZIONE E ESSICCAZIONE	5
1.6. CONSERVAZIONE	6
2. PACKAGING E SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO DELLE ERBE AROMATICHE	7
2.1. RUOLO DEL PACKAGING.....	7
2.2. FATTORI CRITICI PER LA DEFINIZIONE DEL PACKAGING.....	8
2.2.1. Composizione della frazione volatile delle erbe aromatiche e fattori esogeni critici ...	8
2.3. PROPRIETA' BARRIERANTI DEL PACKAGING	9
2.4. TIPOLOGIE DI MATERIALI UTILIZZABILI	13
2.4.1. Carte e cartoni.....	13
2.4.2. Alluminio	13
2.4.3. Film cellulosici	13
2.4.4. Polipropilene orientato.....	13
2.4.5. PET.....	14
2.4.6. LDPE	14
2.4.7. HDPE.....	14
2.4.8. Film multistrato.....	14
<i>Film rivestiti (Coating films)</i>	14
<i>Film laminati</i>	14
<i>Film coestrusi</i>	15
2.4.9. Film biodegradabili.....	15
2.5. SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO.....	16
2.5.1. Flow Pack verticale.....	16
2.5.2. Flow Pack orizzontale.....	18
2.5.3. Termosaldatrice	18

2.5.4.	Macchine confezionatrici a campana	19
2.6.	CONFEZIONAMENTO IN ATMOSFERA MODIFICATA	19
2.7.	CENNI SUL QUADRO LEGISLATIVO RELATIVO AI MATERIALI PLASTICI A CONTATTO CON GLI ALIMENTI	21
3.	MATERIALI DI IMBALLAGGIO INDIVIDUATI PER LA SPERIMENTAZIONE	23
3.1.	MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER MACCHINE FLOW PACK	23
3.1.1.	Film non biodegradabili trasparenti	24
3.1.2.	Film non biodegradabili metallizzati	27
3.1.3.	Film biodegradabili trasparenti.....	28
3.1.4.	Film biodegradabili metallizzati	30
3.1.5.	Analisi dei costi.....	32
3.1.6.	Imballaggio secondario con astucci in cartoncino.....	32
3.1.7.	Vaschette per flow pack orizzontale.....	33
3.2.	MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER MACCHINE TERMOSALDATRICI (O TERMOSIGILLATRICI) 33	
3.3.	MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER CONFEZIONATRICI A CAMPANA	34
3.4.	CONFRONTO TRA I SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO IDENTIFICATI	35
3.5.	CONFEZIONI ATTUALMENTE UTILIZZATE PER ERBE AROMATICHE ESSICcate	38
4.	CONCLUSIONI	39
5.	BIBLIOGRAFIA	40

1. INTRODUZIONE

1.1. PRODUZIONE DI PIANTE OFFICINALI IN ITALIA

La coltivazione delle piante officinali è abbastanza recente e in fase di espansione. Sicuramente la produzione in pieno campo di piante officinali risale a non più di un secolo fa. Recentemente sta conoscendo una forte espansione grazie ad alcune importanti evoluzioni del mercato.

La coltivazione delle piante officinali non si presta ad una descrizione agronomica univoca, con i criteri dell'economia classica (erbacee da pieno campo, legnose, frutticole, ecc.). Ha tuttavia molte similitudini con la coltivazione delle orticole in pieno campo, quindi un sistema di cultura abbastanza intensivo, che prevede impianto, cure colturali frequenti e uno o più raccolti durante il ciclo di sviluppo della coltura durante la stagione produttiva. Più raramente la coltivazione delle piante officinali è simile al ciclo colturale tipico di cereali o foraggi, in cui semina e raccolto sono le uniche pratiche salienti. Infine, ci sono specie legnose, arbustive, arboree o altre perenni che sono coltivate in sistemi non intensivi e che sono difficili da inquadrare nella sistematica agronomica tradizionale (ad es. ginkgo, biancospino, rosmarino, genziana, ecc.). Scarseggiano, per la gran parte delle specie, le nozioni tecniche e agronomiche su tutte le fasi del processo di coltivazione ed in particolare la qualità varietale, il materiale di propagazione, nutrizione, difesa, raccolta e post-raccolta. Per una gamma limitata di specie, fra cui menta piperita, passiflora, assenzio gentile, tarassaco, echinacea, melissa, origano, salvia e camomilla, esiste una consolidata prassi agronomica, che ne consente la produzione in un contesto avanzato e competitivo [1].

Un elenco aggiornato delle specie officinali utilizzate in Italia è stato realizzato, nel giugno 2013 da ISMEA (Osservatorio Economico del settore delle piante officinali), partendo dalle migliaia di piante medicinali, aromatiche e da condimento utilizzate in tutto il mondo.

L'elenco comprende poco meno di 300 specie di piante officinali di principale interesse per il mercato nazionale, anche di provenienza estera, distinte in base all'habitat, all'area di produzione, agli impieghi principali ed alle parti di pianta utilizzate.

Per quanto riguarda la discriminazione tra le specie coltivate e quelle spontanee, delle 296 specie complessivamente censite, 160 specie sono coltivate (54%), 73 specie sono spontanee (25%) e le restanti 63 specie sono sia coltivate sia raccolte in natura (21%).

Tra le 296 specie censite, ben 142, corrispondenti al 48% del totale, sono coltivate o coltivabili nel nostro paese.

Le principali specie per valore di mercato tra quelle coltivabili (e in parte già coltivate) in Italia sono, oltre a mirtillo nero e zafferano, vite rossa, Ginkgo biloba, cardo mariano, passiflora, camomilla, genziana e valeriana. Di queste ultime solo la passiflora è coltivata su superfici e con quantità compatibili con i fabbisogni nazionali.

1.2. PRODUZIONE DI PIANTE OFFICINALI IN PIEMONTE

Il settore delle piante officinali nel nostro paese ha un crescente interesse economico dovuto soprattutto all'aumento della richiesta di prodotti con alla base ingredienti derivanti dalle piante aromatiche, oltre al desiderio di riscoperta di vecchie tradizioni e cure antiche. La coltivazione di questo tipo di piante rappresenta una nicchia nel panorama nazionale della produzione agricola.

I primi dati del Censimento Agricoltura 2010 forniscono i seguenti risultati provvisori per l'UE: 120 mila ettari investiti da parte di 19.128 aziende. Per l'Italia i dati definitivi indicano 2.938 aziende e 7.191 ettari investiti. Rispetto al 2000, diminuiscono le aziende ma aumenta la superficie complessiva. Aumenta quindi la superficie media per azienda che passa da 0,55 a 2,45 ettari [2].

Nel 2004 la Regione Piemonte, in collaborazione con la Facoltà di Agraria dell'Università di Torino, ha realizzato una ricerca durata 3 anni per analizzare questa realtà in termini di informazioni culturali, sociali, ambientali, di commercializzazione e di distribuzione.

La provincia con il maggior numero di aziende è risultata essere quella di Torino, con 62 aziende attive, seguita dalla provincia di Cuneo con 48. Le restanti province presentano un numero nettamente minore di imprese dedite alla coltivazione di piante officinali; si va dalle 16 di Alessandria, alle 7 di Asti all'assenza di aziende a Vercelli. Delle 140 aziende oggetto di indagine, 51 hanno dichiarato di avere un indirizzo produttivo primariamente officinale.

TABELLA COLTIVAZIONI OFFICINALI ANNO 2000			
Provincia	N°aziende	Superficie (HA)	%
Cuneo	48	280,66	46,19
Torino	62	259,99	42,78
Alessandria	16	26,8	4,41
Biella	2	25,5	4,2
Asti	7	10,56	1,74
Verbania	4	2,15	0,35
Novara	1	2	0,33
Vercelli	0	0	0
Totale	140	607,66	100

TABELLA COLTIVAZIONI OFFICINALI ANNO 2010			
Provincia	N°aziende	Superficie (HA)	%
Cuneo	163	463,52	44,40
Torino	111	274,52	26,29
Alessandria	162	266,34	25,51
Asti	42	18,18	1,74
Biella	6	19,73	1,89
Verbania	5	0,16	0,02
Vercelli	3	1,00	0,09
Novara	4	0,59	0,06
Totale	496	1044,04	100,00

Confrontando i dati del 2010 con quelli inerenti l'anno 2000, emerge che in un decennio il numero complessivo delle aziende è più che triplicato, passando da 140 a 496, con una superficie coltivata quasi duplicata. Si può notare come a contendersi il primato del numero di aziende siano ora le province di Cuneo ed Alessandria, a scapito di Torino.

Da segnalare, infine, l'ingresso nel settore della provincia di Vercelli, con 5 aziende, e Asti, che sestuplica il numero di attività confermando la quarta posizione rilevata nell'anno 2000.

Per quanto riguarda invece la superficie dei terreni, il primato nel 2000 era detenuto dalla provincia di Cuneo, con circa 280 HA coltivati a officinali, a fronte dei 260 HA della provincia di Torino. La provincia di Asti, con i suoi 11 HA circa, era la quinta per superficie coltivata a piante

ufficiнали. Nel 2010 il primato è ancora detenuto dalla provincia di Cuneo, con circa 460 HA coltivati a officinali, a fronte dei 275 HA della provincia di Torino. È evidente anche l'aumento della superficie coltivata ad Alessandria, che si attesta a 266 HA.

1.3. RACCOLTA

Le piante sono raccolte in campo verdi, in fioritura, o alla maturazione delle parti, e comunque, salvo alcuni e rari casi, si tratta di prodotto che contiene percentuali variabili di acqua di vegetazione e per cui non conservabile e non trasportabile, se non su breve raggio. La raccolta può avvenire a mano o a macchina a seconda del tipo di coltura e delle caratteristiche dell'azienda. Una volta raccolto, il materiale tal quale ha una vita breve, da poche ore a massimo mezza giornata, e necessita di immediata lavorazione o stabilizzazione. La raccolta è fatta con falciatrici, falcia raccoglitrice, mietilegatrici e simili. Più raramente sono state sviluppate macchine ad hoc, come la macchina da camomilla (esiste un prototipo italiano ed il resto sono di fabbricazione estera) o per la lavanda (di fabbricazione francese o bulgara). Le radici sono raccolte con macchine derivate dalla coltivazione delle bietole o delle patate [1].

1.4. LAVAGGIO

Il lavaggio delle erbe, o parti di esse, non è una pratica standard di lavorazione. Sono lavate in effetti soltanto quelle erbe che sono coltivate per essere destinate al consumo fresco (erbe aromatiche come basilico, prezzemolo, ecc.). Sono lavate anche le radici o simili, che, per via del contatto con la terra, sono sporche al momento della raccolta. In quest'ultimo caso, anche il tipo di terreno influenza la pratica ed in effetti alcune radici coltivate nei terreni sabbiosi possono essere lavorate nelle fasi successive con una pulizia meccanica e senza l'utilizzo dell'acqua.

Il lavaggio di piante destinate all'essiccazione di solito non è effettuato. In genere è addirittura sconsigliato perché l'acqua apportata, e che rimane nel materiale, alla fine deve essere eliminata con il processo di essiccazione, rendendolo molto più oneroso e costoso. Inoltre, il lavaggio, che ha effetti igienici relativi se fatto con la sola acqua, rende il materiale estremamente più suscettibile a processi di fermentazione.

Il lavaggio è fatto con lavatrici a canestri rotanti (che talora fungono anche da centrifughe) o da lavatrici per ortofrutta con opportune modifiche [1].

1.5. LAVORAZIONE E ESSICCAZIONE

L'essiccazione è un processo di stabilizzazione realizzato mediante allontanamento dell'acqua tissutale delle piante. L'essiccazione non modifica in modo sostanziale la composizione chimica della pianta, salvo che per talune sostanze, estremamente volatili, che possono andar perdute. Il

prodotto secco è stabile per contenuti di acqua inferiori al 12,5%, ma a seconda della pianta e delle caratteristiche possono esserci umidità di conservazione leggermente superiori (fino al 15%) o inferiori (al di sotto del 10%). L'umidità di conservazione influisce sulla durabilità della materia prima, ma anche sulla sua manipolabilità e polverosità. L'essiccazione può essere realizzata in modo naturale o artificiale.

L'essiccazione naturale è fatta all'aria, parzialmente al sole, o più spesso all'ombra per evitare la perdita del colore delle piante. L'essiccazione naturale è il metodo più diffuso al mondo di essiccare le piante negli ambienti a climi caldo asciutti, come anche nei contesti mediterranei. Nei sistemi industriali o nei climi continentali-umidi questo processo è da sempre realizzato in essiccatoio.

L'essiccazione artificiale è un metodo più efficiente dell'essiccazione naturale, necessario a far fronte a produzioni industriali. Consente di essiccare in tempi brevi (48-60 ore) una grande quantità di materiale, utilizzando però sempre temperature basse, inferiori ai 50°C. È un sistema molto costoso dal punto di vista energetico, e anche economicamente, incide fino al 50% del costo di produzione della pianta secca. Il principio è quello di asciugare le acque di vegetazione con un flusso forzato di aria secca, fatto passare attraverso la biomassa stesa su ampie superfici, su uno o su più livelli. Il sistema più semplice è l'essiccazione a flusso libero, dove aria essiccata, attraverso il calore o un sistema di deumidificazione, è insufflata attraverso la biomassa verde fino ad essiccazione della medesima. L'aria contenente l'umidità eliminata dalla biomassa è quindi dispersa nell'atmosfera senza alcun controllo del processo. Nei sistemi più moderni ed efficienti l'aria essiccata è invece riciclata fino a saturazione e dunque riessiccata o espulsa a seconda che ci si trovi in un ciclo chiuso o semichiuso [1].

Le spezie e le erbe aromatiche devono essere preparate con macchinari da taglio e triturazione o con molini trituratorie. Le parti estranee (malerba, parti inorganiche, parti in legno) non possono superare la quantità massima di 2 g/100 g nel prodotto erboristico. La quantità di stelo non deve superare la quantità massima di 3 g/100 g. Le erbe essiccate o confezionate devono essere congelate a una temperatura di -18°C per almeno 48 ore, per neutralizzare eventuali larve o uova di insetti [3].

1.6. CONSERVAZIONE

La maggior parte delle erbe viene commercializzata in forma disidratata, in quanto l'elevata umidità porterebbe a un rapido deterioramento. I cambiamenti della frazione volatile delle erbe dipendono da diversi fattori quali i metodi di essiccamento utilizzati, le caratteristiche biologiche delle piante e la loro composizione volatile di partenza.

Per garantire una conservazione ottimale le spezie e le erbe aromatiche devono essere immagazzinate in ambienti secchi e bui, a una temperatura non superiore ai 20°C. L'umidità relativa dell'aria non deve superare il 60%. I contenitori utilizzati devono essere idonei per

l'impiego a contatto con i prodotti alimentari. Il magazzino deve essere indenne da parassiti e organismi nocivi (insetti, ragni e animali vertebrati) [3].

2. PACKAGING E SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO DELLE ERBE AROMATICHE

2.1. RUOLO DEL PACKAGING

Il packaging svolge un ruolo di primaria importanza sia nella fase di preparazione sia in quella di commercializzazione del prodotto.

La produzione infatti è interessata a disporre di imballaggi idonei ed economici e di sistemi di confezionamento che contribuiscano a razionalizzare il ciclo produttivo. La distribuzione da parte sua chiede al packaging di prolungare la vita del prodotto, di facilitarne la movimentazione, di favorirne il successo commerciale. I consumatori finali, infine, vogliono che la confezione garantisca la qualità dell'alimento, chiedono praticità e convenienza all'imballaggio e attenzione e salvaguardia all'ambiente.

Le funzioni del packaging sono davvero numerose, in particolare possiamo menzionare le fondamentali: contenimento, protezione, comunicazione, servizio e logistica [4].

Contenimento

È la funzione più antica e originale del packaging, resta oggi particolarmente importante per prodotti liquidi, polverosi e granulari.

Protezione

Il packaging è una fondamentale barriera protettiva per la qualità originale dell'alimento.

Svolge una protezione del prodotto da: sollecitazioni meccaniche, luce, umidità e ossigeno, contaminazioni chimiche o biologiche esterne, possibili manipolazioni indesiderate o fraudolente.

Comunicazione

L'imballaggio è stato definito come il *silent seller* (venditore silenzioso), per sottolineare la valenza di comunicazione che è insita in qualsiasi forma di packaging e che viene esaltata dalla trasformazione dei sistemi di distribuzione commerciale in forme a libero servizio.

Forma, colore e aspetto di un imballaggio possono contribuire notevolmente al successo commerciale di un prodotto; infatti, nella progettazione e nello sviluppo di una nuova confezione sono sempre coinvolti anche gli esperti di marketing e di comunicazione.

Oggi il packaging svolge anche una utilità per il consumatore. Fornisce infatti informazioni nutrizionali, consigli d'uso, ricette..., conformità alle normative e codici identificativi come codici a barre, QR code o data matrix.

Servizio

Tra le numerose funzioni dell'imballaggio questa è forse la più recente, ma è diventata rapidamente di enorme importanza per la sua capacità di assecondare le esigenze del consumatore moderno e dei nuovi stili di vita.

Esempi di *convenience* offerta dal packaging sono le aperture facilitate, la richiudibilità delle confezioni flessibili...

Logistica

Una serie di obiettivi dell'operazione di confezionamento è riconducibile alla finalità logistica di favorire il flusso dei prodotti e del valore economico che rappresentano. Le aziende alimentari riservano indubbiamente a queste finalità del packaging un'attenzione del tutto particolare. Le economie che possono derivare dall'ottimizzazione dell'aspetto logistico del packaging (sia primario, sia secondario o terziario) sono enormi e giustificano investimenti consistenti.

2.2. FATTORI CRITICI PER LA DEFINIZIONE DEL PACKAGING

Al fine di individuare il packaging maggiormente appropriato per l'imballaggio delle erbe aromatiche disidratate è indispensabile tenere conto dei seguenti fattori:

- ✓ Suscettibilità alla luce. Le erbe contenenti carotenoidi o clorofille sono molto suscettibili alla degradazione dovuta alla luce. La luce apporta dei cambiamenti al colore di tutte le erbe, causando uno sbiadimento.
- ✓ Suscettibilità della componente aromatica. Appena le erbe vengono raccolte, gli oli essenziali in esse contenute cominciano a deteriorarsi. Alcune specie di erbe presentano un deterioramento del profilo aromatico più marcato rispetto ad altre a causa dei loro componenti altamente volatili.
- ✓ Suscettibilità all'umidità e all'ossidazione. Nel caso delle erbe triturate, minore è la granulometria, maggiore è la superficie esposta alle condizioni atmosferiche e di conseguenza maggiore è la suscettibilità del prodotto alla penetrazione dell'umidità e all'ossidazione. Un incremento dell'umidità delle erbe può comportare anche problematiche legate ad insetti infestanti e potenzialmente a rischi microbiologici nel caso in cui l' a_w (acqua libera) raggiungesse livelli elevati. Per ridurre le reazioni ossidative è importante evitare di conservare a temperature elevate il prodotto, utilizzare un packaging con una bassa permeazione all'ossigeno e impiegare un'idonea atmosfera modificata [5].

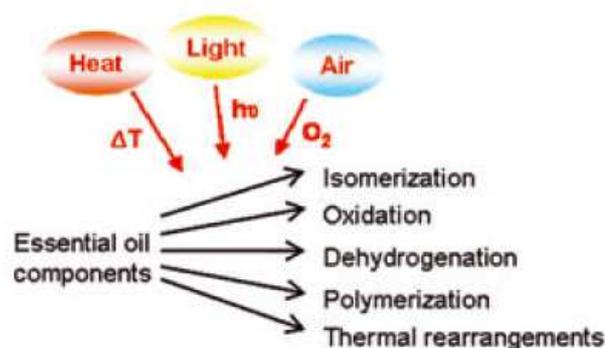
2.2.1. Composizione della frazione volatile delle erbe aromatiche e fattori esogeni critici

Le piante contengono una vasta gamma di composti isoprenoidi aventi un'ampia varietà di strutture e funzioni. La maggior parte degli isoprenoidi sono metaboliti secondari dalle piante. Gli isoprenoidi formano una parte integrante della componente volatile delle spezie e delle erbe aromatiche. Gli oli essenziali, che possono essere estratti anche da erbe aromatiche, sono una

complessa miscela di diversi composti chimici, spesso contenente oltre 100 singole molecole. La composizione relativa delle varie sostanze crea l'aroma caratteristico della singola specie [6]. Nello specifico, la maggior parte dei componenti costituenti gli oli essenziali rientrano tra i terpenoidi lipofili, i fenilpropanoidi oppure derivati di idrocarburi alifatici a corta catena con basso peso molecolare. I terpenoidi lipofili sono i componenti più frequenti e caratteristici [7].

La maggior parte degli oli ha uno o più componenti principali, che impartiscono l'odore/aroma caratteristico, ma anche i molti composti presenti in minori quantità giocano un ruolo importante nella definizione del risultato finale [6]. Infatti, il contributo che ogni singolo composto dà all'aroma non è solamente legato alla sua concentrazione, ma dipende anche dalla specifica soglia di percezione che è determinata dalla sua struttura e dalla sua volatilità. Di conseguenza anche

composti minori derivanti da reazioni di ossidazione o degradazione possono avere un forte impatto sull'aroma. Le reazioni di ossidazione sono tra le principali cause di deterioramento degli oli essenziali, se non addirittura le più frequenti. La presenza di ossigeno gioca quindi un ruolo decisivo sulla stabilità sensoriale degli oli essenziali [7]. Anche la



presenza di luce e le temperature elevate giocano un ruolo importante nella degradazione degli oli essenziali, in quanto accelerano le reazioni chimiche responsabili del loro deterioramento (Fig. 1).

Fig. 1. Possibili reazioni di degradazioni negli oli essenziali [7].

2.3. PROPRIETA' BARRIERANTI DEL PACKAGING

Le proprietà barrieranti di un polimero si riferiscono alla capacità di trasferire una molecola permeante attraverso di esso. I film flessibili per imballaggio possono essere utilizzati per ottenere una barriera nei confronti dei gas (ossigeno, azoto, anidride carbonica, vapore acqueo). Altre applicazioni possono richiedere anche una barriera nei confronti degli aromi, come nel caso delle erbe aromatiche.

La permeazione si verifica nei film polimerici e questo meccanismo consente delle interazioni con l'ambiente esterno. Le molecole possono permeare attraverso l'imballaggio tramite un processo a tre step (Fig. 2). Il primo step consiste nella dissoluzione delle molecole nella struttura del film. Successivamente le molecole si diffondono attraverso gli strati del film. Infine, le molecole desorbiranno sul lato interno. Le molecole

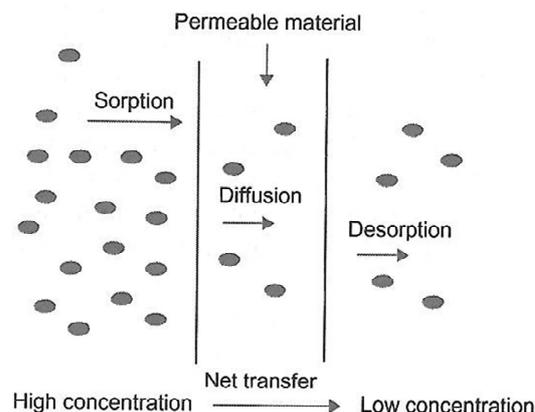


Fig. 2. Meccanismo di permeazione di una sostanza attraverso un imballaggio di materiale plastico [9].

possono muoversi dall'esterno dell'imballaggio verso il suo interno e viceversa. Questa permeazione avviene a causa di un gradiente di concentrazione o di pressione ed è funzione della temperatura, e per molti polimeri, dell'umidità relativa. Il tasso di permeabilità è sensibile alla temperatura e aumenta all'aumentare della temperatura ambientale seguendo l'equazione di Arrhenius. Il tasso di permeabilità di alcuni polimeri è anche funzione dell'umidità relativa e aumenta all'aumentare dell'umidità relativa [8].

Il numero di molecole permeanti in grado di penetrare all'interno del packaging dipende dalle caratteristiche del polimero, dalle caratteristiche delle molecole stesse, dalle loro interazioni, dalla concentrazione delle molecole al di fuori e all'interno del packaging, oltre che dalla temperatura. Anche l'orientamento del film ha una certa influenza sulle proprietà barrieranti e sulle prestazioni meccaniche dei polimeri, sia amorfi che semicristallini. È quindi possibile migliorare le proprietà barrieranti dei polimeri inducendo l'orientamento delle molecole polimeriche durante o dopo il processo di produzione dei film. I film orientati sono significativamente più resistenti dei film non orientati. In Tabella 1 e 2 sono riportate le proprietà di permeabilità all'ossigeno e all'umidità di diversi materiali polimerici.

Tabella 1 Coefficiente di permeabilità all'ossigeno di diversi polimeri [8].

Oxygen Permeability Coefficients	
1. 0 mil, 73°F (23°C), 0% RH	
Polymer Type	Oxygen Permeability Coefficient (cm³ × mil/100 in.² × day × atm)
PVOH	0.03–0.06 (Plastics Design Library Staff, 1995)
EVOH	0.02
PVDC	0.15
PA	2.6
PET	3.5
PVC	5–20
PLA	30 (Auras et al., 2003; Cabedo et al., 2005)
PP	150
HDPE	150
EAA	200–500
EMAA	200–500
ION	200–500
PS	350
PB	385
LDPE	420
LLDPE	440
EPE	500–800
EVA	600–1000
EMA	600–1000
ULDPE	600–950
POP/POE	600–2000

Tabella 2 Coefficiente di permeabilità all'umidità di diversi polimeri [8].

Moisture Vapor Transmission Rates (MVTR): 1.0 mil, 100°F (37.8°C), 90% RH	
Polymer Type	MVTR (g × mil/100 in. ² × day)
PVDC	0.10
PP	0.7
HDPE	0.4–0.8
LLDPE	0.8–1.2
ULDPE	1.2–1.5
LDPE	1.0–1.2
PB	1.0–1.2
EVA	1.0–5.5
EAA	1.0–1.6
EMAA	1.0–1.6
ION	1.0–1.6
EMA	1.0–9.0
POP	1.3–2.0
EPE	0.9–1.2
POE	2.0–3.0
PET	2.0–3.3
PVC	0.9–5.1
EVOH	2.0–4.5
PS	7.0–10.0
PA	10.0–20.0
PLA	40 (Auras et al., 2003)

In realtà, i film monostrato non sono in grado di fornire tutte le proprietà richieste ad un imballaggio alimentare. Inoltre, i film monostrato sono generalmente permeabili a diversi gas (Tab. 1 e 2). La maggior parte degli imballaggi alimentari presenta una struttura multistrato al fine di ottenere le proprietà funzionali desiderate in modo economicamente conveniente. I film barrierati sono tendenzialmente multistrato, progettati appositamente per rendere difficoltosa la permeazione ai gas. I diversi strati che formano la struttura del film svolgono funzionalità differenti.

Lo strato più esterno di questa struttura svolge una funzione di protezione del prodotto nei confronti degli stress meccanici derivanti dall'esterno. I polimeri normalmente utilizzati per questo strato sono il polipropilene (PP), il polietilene ad alta densità (HDPE), il polietilene lineare a bassa densità (LLDPE), la poliammide (PA) e il polietilene tereftalato (PET).

Lo strato saldante della struttura multistrato consente di ottenere una saldatura ermetica in grado di proteggere il prodotto. I copolimeri etilenici sono spesso utilizzati come saldanti a motivo del

loro basso punto di fusione. I polimeri utilizzati per questa funzione sono diversi, tra i principali rientrano il polietilene a bassa densità (LDPE), l'etilene vinil acetato (EVA), il LLDPE.

Lo strato barrierante è invece composto da polimeri con una bassa permeabilità ai gas, come ad esempio l'etilene-alcol vinilico (EVOH) o il cloruro di polivinilidene (PVdC).

Resine adesive speciali o strati adesivanti vengono utilizzati per combinare i diversi strati attraverso la coestrusione o la laminazione [9].

2.4. TIPOLOGIE DI MATERIALI UTILIZZABILI

Tra i vari materiali utilizzabili per l'imballaggio delle erbe aromatiche figurano carte e cartoni, film plastici di varia composizione, fogli di alluminio, vetro, tessuto di juta e legno. Di seguito sono riportati quelli più significativi per l'impiego previsto [5].

2.4.1. Carte e cartoni

Questi materiali sono i meno dispendiosi per l'imballaggio di erbe aromatiche intere. Sono caratterizzati da un buon potenziale comunicativo e possono essere piegati per ottenere qualsiasi forma. Il rivestimento della parte esterna con cere ne migliora l'estetica così come la resistenza nei confronti dell'acqua. Il rivestimento della parte interna con polietilene fornisce una maggiore protezione e saldabilità. Le carte e i cartoni sono invece inadatti per le erbe tritate a causa della loro elevata permeabilità alle componenti aromatiche e ai gas.

2.4.2. Alluminio

I fogli di alluminio offrono un eccellente potenziale per il confezionamento di erbe tritate. Non sono trasparenti e sono ideali per erbe che necessitano di protezione dalla luce. Garantiscono una bassa permeazione ai gas, essenziale per proteggere l'aroma delicato di diverse erbe aromatiche. L'accoppiamento del lato interno con film saldabili, come il polipropilene, ne garantisce la saldabilità a caldo. L'alluminio è inoltre utilizzato come materiale barriera all'interno di film multistrato.

2.4.3. Film cellulosici

I film cellulosici sono trasparenti, privi di odore e sapore e biodegradabili in circa 100 giorni. Tali film sono resistenti alle forature, ma si strappano facilmente. Non sono saldabili, la dimensione e la permeabilità varia in funzione dell'umidità ambientale.

2.4.4. Polipropilene orientato

Il polipropilene orientato è un film polimerico lucido, trasparente, con buone qualità ottiche, oltre a un'elevata resistenza alla trazione e alla perforazione. Presenta una moderata permeabilità all'umidità, ai gas e agli odori, e le sue proprietà non variano in funzione dell'umidità ambientale. Il

polipropilene biassiale orientato ha proprietà simili al polipropilene orientato, ma è più resistente.

2.4.5. PET

Il polietilene tereftalato è un film molto resistente, trasparente, lucido, con delle ottime proprietà di permeazione dei gas e dell'umidità. È flessibile in un range di temperature comprese tra i -70°C e i +135°C e al variare della temperatura è praticamente insensibile all'umidità ambientale.

2.4.6. LDPE

Il polipropilene a bassa densità è utilizzato come copolimero in alcune vaschette e vassoi. È saldabile, chimicamente inerte, privo di odori e si dilata quando viene riscaldato. Offre una buona barriera nei confronti dell'umidità, ma presenta una permeabilità ai gas relativamente elevata, è sensibile agli oli e ha una bassa resistenza nei confronti degli odori. È il più economico della maggior parte dei film plastici, e per questo motivo è largamente utilizzato.

2.4.7. HDPE

Il polipropilene ad alta densità è più resistente, più sottile, meno flessibile e più fragile del LDPE. Inoltre, ha una minore permeabilità ai gas e all'umidità. Sacchi realizzati in HDPE dello spessore di 0,03-0,15 mm hanno un'elevata resistenza agli strappi, alla trazione e alle forature.

2.4.8. Film multistrato

Film rivestiti (Coating films)

I film sono generalmente rivestiti con altri polimeri per migliorare la loro proprietà barrieranti o per rendere saldabile il packaging. Un sottile strato di alluminio garantisce una buona barriera nei confronti degli oli, dei gas, dell'umidità, degli odori e della luce. Film metallizzati sono meno costosi e più flessibili dei fogli di alluminio laminati che hanno proprietà barrieranti simili. Il poliestere metallizzato ha proprietà barrieranti migliori del polipropilene metallizzato, ma quest'ultimo viene utilizzato più frequentemente in quanto meno costoso.

Film laminati

La laminazione di due o più film migliora l'aspetto, le proprietà barrieranti e/o la resistenza meccanica del packaging. I laminati tipicamente includono nylon-LDPE, nylon-PVdC-LDPE e nylon-EVOH-LDPE. Il nylon fornisce resistenza all'imballaggio, l'EVOH e il PVdC garantiscono l'effetto barriera nei confronti dei gas e dell'umidità, mentre il LDPE ne garantisce la saldabilità.

Film coestrusi

La coestrusione è l'estrusione simultanea di due o più strati di polimeri differenti ottenendo un unico film. I film coestrusi hanno i seguenti vantaggi rispetto alle altre tipologie di film:

- Hanno ottime proprietà barrieranti, simili a quelle dei film laminati multistrato ma vengono prodotti a un costo minore.
- Sono più sottili dei film laminati e presentano uno spessore simile a quello dei film monostrato, e sono pertanto più facili da impiegare dai macchinari utilizzati per la formatura e il riempimento.
- I vari strati non possono separarsi.

Le principali tipologie di composti utilizzate per questa applicazione sono:

- Olefine (LDPE e HDPE);
- Stireni (polistirene e Acrilonitrile butadiene stirene);
- Polimeri a base di cloruro di polivinile.

2.4.9. Film biodegradabili

La maggiore consapevolezza sull'impatto ambientale degli imballaggi, da parte dei consumatori e della società in generale, ha fatto sì che vi sia un sempre maggiore interesse e richiesta di film e processi per l'imballaggio che siano biodegradabili e compatibili con l'ambiente. Le materie prime utilizzate per la produzione di tali imballaggi derivano essenzialmente da materie prime agricole. I biopolimeri che ne derivano in seguito a miscele e/o trattamenti specifici presentano proprietà appropriate per l'imballaggio dei prodotti alimentari. La loro funzionalità, ad es. in termini di proprietà barriera ai gas, che risulta intrinsecamente inferiore rispetto ai materiali polimerici tradizionali, può essere migliorata utilizzandoli in combinazione con altri ingredienti come dei plasticizzanti e degli additivi.

Due tipologie di biomolecole (idrocolloidi e lipidi) sono utilizzate in combinazione per la preparazione di film biodegradabili e materiali compositi. Individualmente, queste molecole non presentano integrità strutturali e funzionalità caratteristiche appropriate allo scopo. Gli idrocolloidi essendo idrofilici sono dei pessimi barrieranti nei confronti dell'umidità, una criticità compensata dall'aggiunta di lipidi, che offrono un'ottima barriera verso l'umidità. I film compositi sono una miscela di questi e altri ingredienti in proporzioni variabili, che ne determinano le loro proprietà barrieranti (verso l'umidità, l'ossigeno, l'anidride carbonica, le componenti volatili) e altre proprietà meccaniche.

I polimeri di sintesi stanno venendo gradualmente rimpiazzati da materiali biodegradabili, in particolare quelli ottenuti da risorse naturali rigenerabili. La biodegradabilità di tali biopolimeri è determinata principalmente dalla loro struttura chimica, piuttosto che dalla materia prima di partenza. L'utilizzo di biopackaging potrà portare a potenziali vantaggi per gli agricoltori e i trasformatori di prodotti agricoli.

Tra i materiali biodegradabili si connotano anche i film cellulósici, già trattati in precedenza.

Alcune tipologie di film rivestiti (ad es. metallizzati) mantengono in ogni caso il carattere di biodegradabilità e/o compostabilità in quanto lo spessore dello strato metallico additivato è comunque limitato.

2.5. SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO

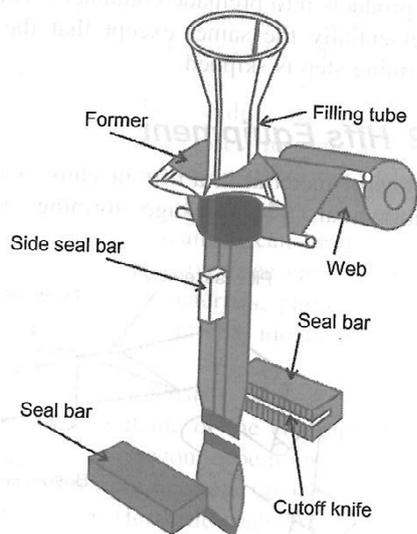
La scelta del sistema di confezionamento è strettamente legata alla destinazione, all'utilizzo previsto delle erbe aromatiche e a fattori economici.

Sono disponibili diversi sistemi di confezionamento con film alimentare traspirante o barriero per imballare erbe aromatiche su vassoio o sfuse, in soluzioni flow pack verticali e orizzontali e in termoretrazione. I macchinari adibiti all'imballaggio primario e secondario sono molteplici, e le principali categorie sono:

- Macchine per imballaggio con pellicole termoretraibili, usate ad esempio per il confezionamento di rosmarino singolarmente o in multi-pacco con pellicola retrattile.
- Confezionatrici automatiche flow-pack orizzontale, adatte per erbe aromatiche in vaschetta con possibilità di inserire atmosfera protettiva. Confezioni ermetiche e sicure igienicamente.
- Macchine Imbustatrici flow-pack con orientamento verticale per erbe aromatiche in bustine stick monodose, pronte all'uso.
- Macchine termosaldatrici o termosigillatrici per confezionamento in vaschetta.
- Macchine confezionatrici a campana per confezionamento in sacchetti.
- Fardellatrici per pacchi totalmente chiusi o semi-aperti, ideali per casse di legno, plastica e cartone.

Il confezionamento di differenti tipologie di erbe aromatiche disidratate in atmosfera modificata richiede l'utilizzo di una confezionatrice altamente versatile, con un'ampia libertà di personalizzazione verso le specifiche esigenze dei prodotti.

2.5.1. Flow Pack verticale



Le confezionatrici form-fill-seal (ffs), sono molto diffuse in quanto possono essere utilizzate su un'ampia varietà di prodotti, dalle polveri come ad esempio i preparati per torte, fino ai liquidi come i dressing per insalate. Le confezionatrici ffs eseguono tre operazioni distinte: formazione, chiusura e sigillatura della confezione [10].

Le confezionatrici verticali form-fill-seal (vffs) sono ampiamente diffuse e largamente impiegate per il confezionamento di un'ampia gamma di alimenti, tra i quali diversi alimenti disidratati. Il funzionamento generale della macchina è il seguente (Fig. 3):

• La bobina di film plastico che verrà utilizzata per la formazione della confezione alimentare la Fig. 3. Funzionamento schematicizzato di macchina grazie a una serie di rulli, guide e sistemi di una confezionatrice vffs [10].

- Il film passa poi attraverso una formatrice appositamente modellata, che grazie alla sua particolare forma fa sì che il film si avvolga automaticamente all'esterno del tubo di riempimento, le estremità vengono sovrapposte e saldate in modo tale che il film formi un tubo.
- Al fondo del tubo riempimento una coppia di ganasce termosaldatrici salda il tubo di film flessibile precedente formato, sigillando la parte superiore della confezione già riempita e quella inferiore della confezione ancora da riempire. Poi un coltello riscaldato taglia il fondo della confezione, permettendo di staccare la confezione già riempita da quella in fase di riempimento.
- Allo stesso tempo, tramite un sistema di dosaggio esterno viene scaricato il prodotto da confezionare all'interno del tubo di riempimento che andrà a depositarsi all'interno della confezione in fase di formatura, ovvero sprovvista della saldatura della parte superiore.



Fig. 4. Diverse tipologie di sacchetti "a cuscino".

La tipologia di confezione risultante da tale sistema di confezionamento è il cosiddetto sacchetto "a cuscino" (Fig. 4), che permette di ottenere diversi vantaggi, fra cui:

- migliore impatto estetico rispetto alle confezioni in plastica rigida;
- possibilità di garantire un'elevata shelf-life mediante l'utilizzo di appropriati film barrierati;
- riduzione dei volumi di spedizione rispetto a confezioni rigide.



Fig. 5. Confezionatrice verticale Flow Pack modello Speedywork della NEOPAC.

Tenuto conto della specificità dell'applicazione e della tipologia di confezionamento, proponiamo per quanto riguarda la tipologia di confezionatrice flow pack verticale, l'utilizzo di una confezionatrice verticale Flow Pack modello Speedywork (Fig. 5) prodotta dall'azienda NEOPAC s.r.l. Si tratta di una confezionatrice molto versatile, in grado di confezionare molteplici prodotti con velocità variabili a seconda del tipo di prodotto ed al sistema di alimentazione abbinato. La macchina realizza confezioni in sacchetto a cuscino partendo da una bobina in foglia piana di diversi materiali plastici: polipropilene, polietilene, accoppiati, mono e bisaldanti. La confezionatrice può anche essere dotata di un impianto per l'ottenimento dell'atmosfera modificata. Inoltre, è possibile personalizzare i sistemi di

alimentazione, a seconda delle proprie esigenze.

2.5.2. Flow Pack orizzontale



Fig. 6. Confezionatrice Flow Pack orizzontale modello HS-E160 della F.D.M.

La macchina confezionatrice orizzontale tipo flow pack (Fig. 6) è adatta alla formatura automatica di sacchetti a partire da una bobina di materiale termosaldabile o saldabile a freddo. La macchina è idonea per il confezionamento di un'ampia gamma di prodotti, che possono spaziare per esempio dagli alimentari, farmaceutici, surgelati, ortofrutticoli. Il processo di formazione della confezione è del tutto simile a quello delle macchine flow pack di tipo verticale, con l'unica differenza che si sviluppa orizzontalmente e pertanto il prodotto non può essere fatto cadere all'interno della confezione per gravità, ma deve essere trasportato da un apposito sistema di alimentazione, tipicamente a nastro. Il processo di confezionamento è continuo, anche se può essere necessario inserire il prodotto da confezionare sulla linea di alimentazione della macchina in maniera manuale. Per tale applicazione è indispensabile porre le erbe aromatiche essiccate da confezionare all'interno di appositi contenitori o vassoi in materiale plastico o in cartone. Tra le tipologie di macchine confezionatrici proposte è quella che richiede l'investimento iniziale più alto.

2.5.3. Termosaldatrice

Le termosaldatrici consentono di confezionare e sigillare il prodotto in vaschette preformate (in PS, PP, APET, CPET, Alluminio e cartoncino accoppiato) mediante saldatura, sottovuoto e in atmosfera protettiva. Le vaschette preformate termosaldate sono ideali per il confezionamento di una grande varietà di prodotti alimentari, non alimentari e medicali. Si tratta di macchine semi-automatiche di dimensioni ridotte ideali per chi ha uno spazio ridotto o vuole iniziare una nuova produzione con un investimento limitato. Queste macchine, caratterizzate dalla loro facilità d'uso, offrono un



Studio preliminare confezionamento erbe
Fig. 7. Termosaldatrice modello FoodPack Energy di Ilpra.

packaging completo. La loro produttività, tuttavia, è inferiore rispetto alle macchine flow pack, in quanto il processo è discontinuo.

Per l'applicazione prevista, sulla base della nostra esperienza, proponiamo le termosaldatrici ILPRA della serie FoodPack (Fig. 7). Tale serie di termosaldatrici offre un'ampia gamma di macchinari con caratteristiche differenti in grado di rispondere alle diverse esigenze dell'utilizzatore. Il gruppo ILPRA è un leader a livello mondiale nel settore del confezionamento alimentare, industriale e medicale. Nella struttura di queste termosaldatrici troviamo (Fig. 6):

- formella estraibile
- supporti per formella
- rullo porta bobina
- rullo raccogli sfrido
- pannello di comandi
- impianto del vuoto e dei gas

2.5.4. Macchine confezionatrici a campana

Le macchine confezionatrici a campana nascono principalmente per il confezionamento sottovuoto degli alimenti, in particolare quelli freschi. Tuttavia, sono oramai disponibili confezionatrici a campana in grado di confezionare anche in atmosfera modificata (Fig. 8). Questa tipologia di macchine nasce principalmente per essere utilizzata per produzioni artigianali, con basse capacità produttive anche in virtù dell'investimento iniziale che risulta essere ridotto rispetto alle altre macchine confezionatrici citate in precedenza. Il



Fig. 8. Macchina sottovuoto con sistema per atmosfera modificata Mistral della Besservacuum.

2.6. CONFEZIONAMENTO IN ATMOSFERA MODIFICATA

Il confezionamento in atmosfera modificata (Modified Atmosphere Packaging, MAP) è un processo che permette di mantenere le caratteristiche proprie degli alimenti, in particolare quelli freschi confezionati e parzialmente lavorati, ottenendo una maggior durata nel tempo del prodotto (shelf-life) senza l'aggiunta di conservanti.

Questo processo consiste nell'introduzione di una miscela di gas, che comprende ossigeno, anidride carbonica ed azoto in quantità variabili all'interno di un imballo con caratteristiche di

bassa permeabilità (film plastici, fogli di alluminio e altri materiali di confezionamento idonei). Solitamente si cerca di ridurre la quantità di ossigeno a valori inferiori allo 0,5%, limitando in questo modo la crescita microbica e l'alterazione delle caratteristiche organolettiche del prodotto. La percentuale dei gas di imballaggio dipende dal tipo di prodotto alimentare contenuto nella confezione. La permeabilità del materiale, i valori di trasmissione del vapore acqueo e le caratteristiche di saldatura devono essere sottoposti a numerosi controlli, sia al momento della scelta del materiale, sia nelle fasi di trasformazione in contenitore e di riempimento, per garantire e salvaguardare in ciascuna fase le caratteristiche dell'imballo per il mantenimento della miscela di gas [11].

Il confezionamento in atmosfera modificata ha diversi vantaggi:

- riduce le reazioni indesiderate di tipo fisiologico, chimico/biochimico e fisico che avvengono negli alimenti;
- controllo della crescita microbiologica;
- mantiene le caratteristiche organolettiche;
- si presenta come confezioni pronte, più attrattive.

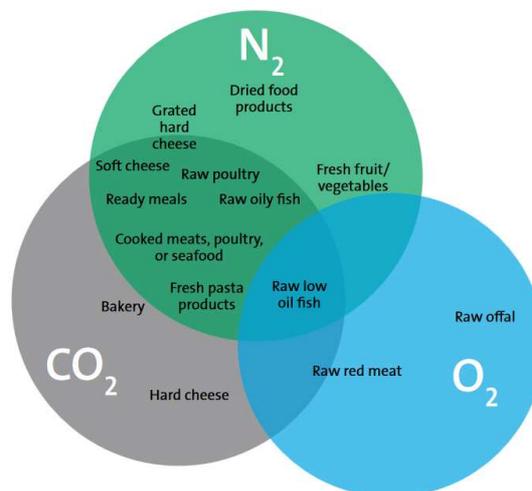


Fig. 9. MAP: Utilizzo dei gas tecnici in funzione delle applicazioni [15].

Il principale meccanismo di deterioramento degli alimenti disidratati contenenti quantità significative di acidi grassi insaturi è l'irrancidimento ossidativo [12]. Inoltre, va anche considerata la particolare suscettibilità dei composti aromatici delle erbe aromatiche nei confronti dell'ossidazione.

Un recente studio volto a valutare l'effetto dell'atmosfera modificata sulle proprietà sensoriali dello zafferano ha evidenziato che il 100% di N_2 era la miscela di gas più efficace, tra quelle testate, nel rallentare il decadimento delle caratteristiche sensoriali del prodotto [13]. In particolare, è risultata più efficace rispetto a miscele di N_2 e CO_2 . Anche i produttori di gas tecnici per l'atmosfera modificata consigliano l'utilizzo del 100% di N_2 per la conservazione di erbe aromatiche disidratate [12; 14]. Normalmente viene consigliato un rapporto gas/prodotto di circa 2:1 [14].

2.7. CENNI SUL QUADRO LEGISLATIVO RELATIVO AI MATERIALI PLASTICI A CONTATTO CON GLI ALIMENTI

Il Regolamento 10/2011 costituisce una misura specifica ai sensi dell'articolo 5 del Regolamento (CE) n. 1935/2004 e stabilisce norme specifiche per la fabbricazione e la commercializzazione di materiali e oggetti di materia plastica:

- destinati ad entrare in contatto con i prodotti alimentari,
- oppure già a contatto con i prodotti alimentari;
- oppure di cui si prevede ragionevolmente che possano entrare in contatto con prodotti alimentari.

Si applica ai materiali e agli oggetti immessi sul mercato dell'UE che rientrano nelle seguenti categorie:

- a) materiali e articoli, e parti di essi, realizzati esclusivamente in materia plastica;
- b) materiali e oggetti multistrato di materia plastica tenuti insieme da adesivi o con altri mezzi;
- c) materiali e oggetti di cui alle lettere a) o b) stampati e/o rivestiti;
- d) strati di materia plastica o rivestimenti di materia plastica, che costituiscono guarnizioni di coperchi e chiusure e che con tali coperchi e chiusure formano un insieme di due o più strati di differenti tipi di materiali;
- e) strati di materia plastica in materiali e oggetti multistrato multimateriali.

Il regolamento riporta nell'allegato I un unico elenco comunitario di sostanze autorizzate per la produzione di materie plastiche destinate al contatto alimentare comprendente: monomeri ed altre sostanze di partenza, additivi (esclusi i coloranti), sostanze ausiliarie della polimerizzazione (ad esclusione dei solventi), macromolecole ottenute per fermentazione microbica.

Al fine di valutare l'effettiva conformità dei materiali plastici per il contatto con gli alimenti, il Regolamento prevede che i materiali vengano posti a contatto con opportuni simulanti alimentari al fine di valutarne la migrazione. I simulanti da utilizzare vengono identificati sulla base della tipologia di alimento con cui si prevede il contatto.

Il Regolamento stabilisce limiti:

- di migrazione globale di 60 mg/(kg di alimento) o di 10 mg/dm² di superficie;
- specifici (SML) o un contenuto massimo (QM) di superficie per le sostanze presenti nell'allegato I.

I film multistrato in materiali polimerici identificati in questo studio per il confezionamento delle erbe aromatiche essiccate sono idonei al contatto con questa tipologia di alimenti. Tuttavia, durante il processo di confezionamento, nella fase della termosaldatura, il film viene sottoposto a stress termico che va a modificare le proprietà dei materiali polimerici.



Al fine di assicurare che tale modificazione non abbia un impatto significativo sulla conformità dell'imballaggio è consigliabile svolgere una prova di migrazione sulla confezione finita con idoneo simulante alimentare. Per le piante aromatiche è previsto l'impiego del solo simulante E* per l'esecuzione delle prove di migrazione.

* poli(ossido di 2,6-difenil-p-fenilene), dimensioni delle particelle 60-80 mesh, dimensioni dei pori 200 nm

3. MATERIALI DI IMBALLAGGIO INDIVIDUATI PER LA SPERIMENTAZIONE

Siccome la shelf-life raggiungibile dagli alimenti disidratati confezionati in MAP è molto lunga, i materiali utilizzati per il packaging primario devono avere delle ottime proprietà barrieranti, sia nei confronti dei gas, sia nei confronti dell'umidità, al fine di mantenere inalterata l'umidità del prodotto e la composizione dell'atmosfera lungo tutta la shelf-life. Inoltre, va tenuto in considerazione anche l'impatto che la luce potrebbe avere sulla degradazione delle componenti aromatiche e dei pigmenti, valutando la possibilità di utilizzare materiali metallizzati che impediscono il contatto del prodotto con le radiazioni luminose. Il packaging ottimale deve quindi rispondere a tutte queste caratteristiche, oltre ad avere adeguate proprietà estetiche, meccaniche ed essere possibilmente eco sostenibile e biodegradabile.

3.1. MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER MACCHINE FLOW PACK

Per poter rispondere ai requisiti sopra indicati non è possibile utilizzare film composti da un unico materiale, ma è necessario impiegare dei film multistrato, dove l'accoppiamento di diverse tipologie di materiali polimerici, metallici e cellulosici garantisce delle proprietà idonee all'applicazione prevista. In Tabella 3 sono riportate, a titolo di esempio, le differenze di permeabilità riscontrabili tra film barrierati e non barrierati.

Tabella 3. Proprietà barriera tipiche di film barrierati e non barrierati [16].

Tipologia Film	Permeabilità	
	H2O (g/m ² .24hrs) 38°C 90%RH	O2 (cc/m ² .24hrs) 23°C 0%RH
Film coestruso BOPP 25 µm	6.0	1800
Propafilm™ RDU 21 µm	4.0	6
Film coestruso PP 50 µm	3.3	1000
Propafilm™ FFX 31 µm	3.2	6

I film proposti per la sperimentazione con macchine flow pack verticali e orizzontali sono di 2 tipologie:

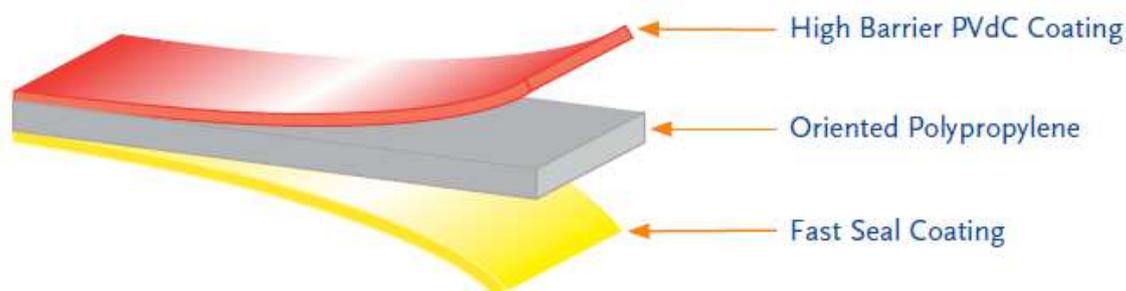
1. **film tradizionali non biodegradabili**, prodotti da Innovia Films, azienda che detiene una buona fetta del mercato globale per quanto concerne i film rivestiti ad alte prestazioni, specializzata nella produzione di film a base di polipropilene orientato biassiale (BOPP).
2. **film biodegradabili**, prodotti da Futamura, il principale produttore mondiale di pellicole per imballaggio sostenibile in cellulosa. L'azienda proprietaria della linea Natureflex™, che comprende una vasta gamma di film idonei al contatto con gli alimenti completamente compostabili.

Quasi tutti i film selezionati offrono la possibilità di poter stampare sulla superficie non a contatto con gli alimenti, permettendo di personalizzare il packaging. Tale operazione può essere svolta da aziende specializzate nella stampa su bobine di materiali polimerici.

3.1.1. Film non biodegradabili trasparenti

Propafilm™ FFX

Film in polipropilene orientato biassiale (BOPP) con un rivestimento fast seal su un lato e una dispersione acquosa (laccatura) di cloruro di polivinilidene (PVdC) sull'altro lato.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Ampio range di saldatura sul lato fast seal
- Buone proprietà saldanti in termini di forza e integrità della saldatura
- La saldatura non viene influenzata dai cambiamenti delle condizioni climatiche
- Buone proprietà ottiche
- Buona stampabilità sul lato in PVdC
- Impossibile saldare il lato fast seal con quello in PVdC
- Utilizzabile per il form-fill-seal packaging (flow-pack)

Technical Properties (Typical Values)

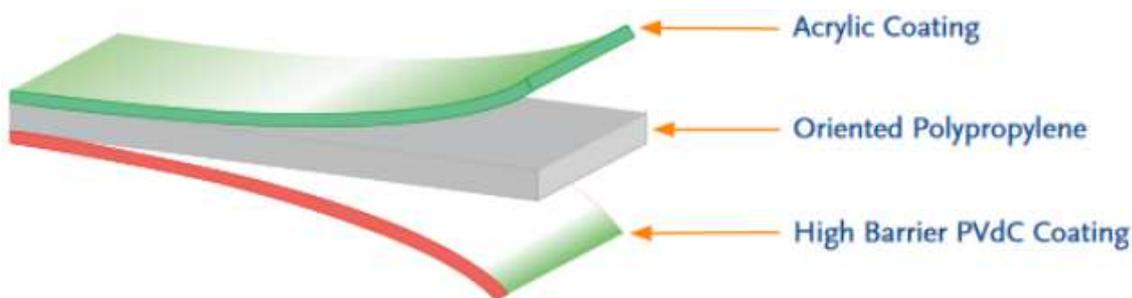
Property	Test Method	Test Conditions	Units	FFX		
Thickness	Innovia Films test		micron	21	26	31
Yield	Innovia Films test		m ² /kg g/m ²	50.7 19.7	40.9 24.4	34.5 29.0
Permeability to: Water vapour	ASTM F 1249	23°C 85% RH 38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	1.2 4.0	1.0 3.6	0.8 3.2
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 85% RH 23°C 0% RH	cc/m ² .24 hrs	6 6	6 6	6 6
Optical: Gloss	ASTM D 2457	45°	units	100		
Haze (wide angle)	ASTM D 1003	2.5°	%	2-3		
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Dynamic Dynamic	P/P F/F	0.30 0.60		
Sealing range	Innovia Films test	0.1 secs; 0.4 MN/m ²	F/F °C	65-145		
Seal strength	Innovia Films test	100°C; 0.1 secs; F/F 0.4 MN/m ²	g(f)/25mm	>500		
Shrinkage	Innovia Films test	60 secs at 120°C	%	MD	4.9	
		60 secs at 130°C		TD	1.4	
				MD	8.6	
				TD	2.0	

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23 ± 2°C; 50 ± 5% RH, unless otherwise stated. Where relevant, tests are based on international testing standards.

MD Machine Direction TD Transverse Direction P PVdC Surface F Fast Seal Surface

Propafilm™ RDU

Film in polipropilene orientato biassiale (BOPP) rivestito con una dispersione acquosa (laccatura) di cloruro di polivinilidene (PVdC), copolimero altamente barrierante, su un lato e con una dispersione acquosa acrilica sull'altro lato.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Termosaldabile su entrambi i lati (A/A, P/P and A/P)
- Entrambi i lati del film sono stampabili
- La resistenza alle forature e agli impatti sono mantenute anche a basse temperature
- Utilizzabile per il form-fill-seal packaging

Technical Properties (Typical Values)

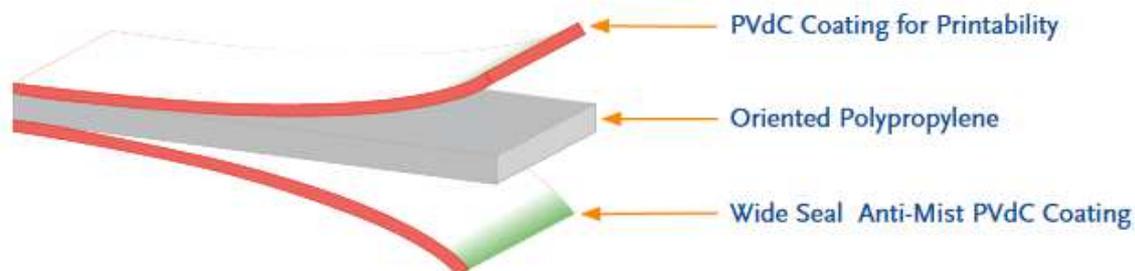
Property	Test Method	Test Conditions	Units	RDU	
Thickness	Innovia Films test		micron	21	26
Yield	Innovia Films test		m ² /kg g/m ²	49.6 20.2	40.5 24.7
Permeability to: Water vapour	ASTM F 1249	23°C 85% RH 38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	0.9 4.0	0.7 3.6
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 85% RH 25°C 0% RH	cc/m ² .24 hrs	6 6	6 6
Optical: Gloss	ASTM D 2457	45°	units	100	
Haze (wide angle)	ASTM D 1003	2.5°	%	2-3	
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Static A/P Dynamic A/P		0.20-0.30 0.20-0.30	
Sealing range	Innovia Films test	2 secs; A/A 0.10 MN/m ² P/P	°C	85-145 105-145	
Seal strength	Innovia Films test	130°C; 2 secs; A/A 0.10 MN/m ² P/P	g(f)/25mm	>400 >400	
Shrinkage	Innovia Films test	60 secs at 120°C 60 secs at 130°C	% MD TD MD TD	4.0 Nil 7.0 1.0	

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23 ± 2°C; 50 ± 5% RH, unless otherwise stated. Where relevant, tests are based on international testing standards.

MD Machine Direction TD Transverse Direction A Acrylic Surface P PVdC Surface

Propafilm™ RXP+

Film in polipropilene orientato biassiale (BOPP) rivestito su entrambi i lati con una dispersione acquosa di cloruro di polivinilidene (PVdC).



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Termosaldabile su entrambi i lati con saldatura ad apertura pelabile
- Superficie di stampa su un lato, superficie saldante sull'altro lato
- La resistenza alle forature e agli impatti sono mantenute anche a basse temperature
- Buone proprietà anti-condensa
- Utilizzabile per il form-fill-seal packaging

Technical Properties (Typical Values)

Property	Test Method	Test Conditions	Units	RXP+
Thickness	Innovia Films test		micron	32
Yield	Innovia Films test		m ² /kg g/m ²	33.6 29.8
Permeability to: Water vapour	ASTM F 1249	23°C 85% RH 38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	0.5 3.6
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 0% RH 25°C 0% RH	cc/m ² .24 hrs	15 15
Optical: Gloss	ASTM D 2457	45°	units	>100
Haze (wide angle)	ASTM D 1003	2.5°	%	2-3
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Static/ Dynamic		0.20-0.30 0.20-0.30
Sealing range	Innovia Films test	2 secs; 0.10 MN//m ²	°C	95-145
Seal strength	Innovia Films test	130°C; 2 secs; 0.10 MN/m ²	g(f)/25mm	350
Shrinkage	Innovia Films test	60 secs at 120°C 60 secs at 130°C	% MD TD MD TD	4.0 Nil 7.0 1.0

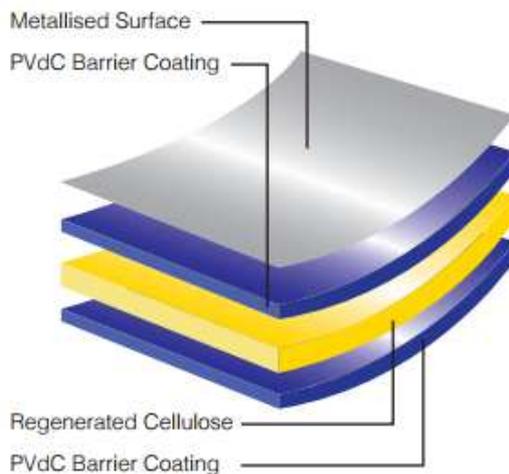
All properties are tested under standard laboratory conditions: 23 ±2°C; 50 ±5% RH, unless otherwise stated. Where relevant, tests are based on international testing standards.

MD Machine Direction TD Transverse Direction

3.1.2. Film non biodegradabili metallizzati

StarTwist XM

Film in cellulosa rigenerata rivestita su entrambi i lati di cloruro di polivinilidene (PVdC) copolimero e metallizzata su di un lato.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Eccellente barriera con radiazioni luminose e UV
- Termosaldabile sul lato non metallizzato (grazie allo strato metallizzato)
- Elevata lucidità e brillantezza
- Resistente a olio e grassi

Technical Properties (Typical Values)

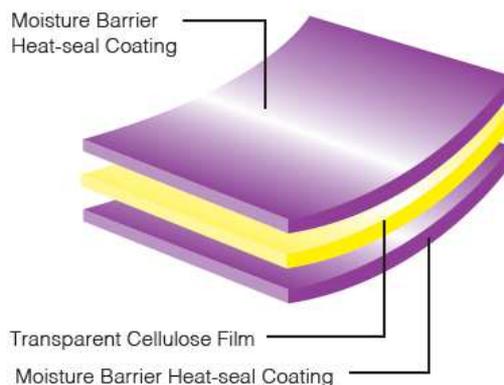
Property	Test Basis	Test Conditions	Units	StarTwist XM 315
Thickness	Futamura Test		Micron	21.9
Yield	Futamura Test		m ² /kg g/m ²	31.7 31.5
Permeability to: Water vapour	ASTM E 96	38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	10
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 50% RH	cc/m ² .24 hrs	1
Optical: Optical density	Futamura Test			2.5
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Metallised surface Non-metallised surface	Static / Dynamic	0.50 / 0.45 0.30 / 0.30
Tensile strength	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	125 70
Elongation at break	ASTM D 882		% MD TD	22 70
Elasticity modulus (1% secant)	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	≥1200 ≥600
Sealing range	Futamura Test	0.5 secs; 69 kN/m ²	°C	110-160
Seal strength	Futamura Test	135°C: 0.5 secs; 69 kN/m ²	g(f)/38mm	190

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23±2°C; 50±5% RH, unless otherwise stated.
Where relevant, tests are based on international testing standards.
MD - Machine Direction TD - Transverse Direction

3.1.3. Film biodegradabili trasparenti

NatureFlex™ NK

Film barrierato, compostabile e trasparente. La presenza di una piccola quantità di PVdC permette di ottimizzare le proprietà barrieranti.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Certificato come compostabile sia in ambienti industriali sia in quelli domestici, anche adatto alla digestione anaerobica
- Termosaldabile su entrambi i lati e possibilità di stampa
- Ottima trasparenza e lucidità
- Resistente a olio e grassi

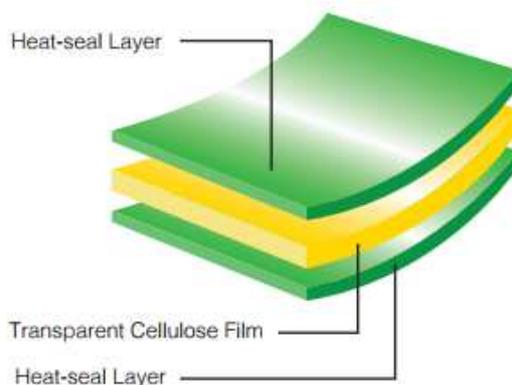
Technical Properties (Typical Values)

Property	Test Basis	Test Conditions	Units	NK			
				19μ	23μ	30μ	45μ
Thickness	Futamura Test		Micron	19.4	23.3	29.9	45.0
Yield	Futamura Test		m ² /kg g/m ²	35.7 28.0	29.9 33.5	23.3 43.0	15.5 64.5
Permeability to: Water vapour	ASTM E96	38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	20			
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 0% RH 23°C 50% RH	cc/m ² .24 hrs	1.0 5.0			
Optical: Gloss	ASTM D 2457	45°	units	105			
Haze (wide angle)	ASTM D 1003	2.5°	%	5.5			
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Static Dynamic		0.35 0.30			
Tensile strength	ASTM D 882		MN/m ²	MD TD	125 70		
Elongation at break	ASTM D 882		%	MD TD	22 70		
Elasticity modulus (1% secant)	ASTM D 882		MN/m ²	MD TD	≥1200 ≥600		
Sealing range	Futamura Test	0.5 secs; 69 kN/m ²	°C	115-170			
Seal strength	Futamura Test	135°C; 0.5 secs; 69 kN/m ²	g(f)/25mm	225			

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23±2°C; 50±5% RH, unless otherwise stated.
Where relevant, tests are based on international testing standards.
MD - Machine Direction TD - Transverse Direction

NatureFlex™ NE

Film barrierato, compostabile e trasparente.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Certificato come compostabile sia in ambienti industriali sia in quelli domestici, anche adatto alla digestione anaerobica
- Termosaldabile su entrambi i lati
- Buona trasparenza e lucidità
- Resistente a olio e grassi

Technical Properties (Typical Values)

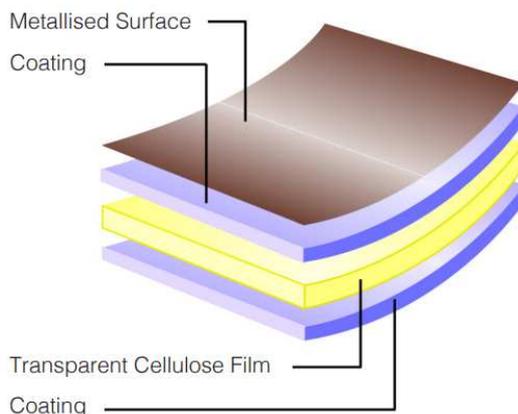
Property	Test Basis	Test Conditions	Units	NE			
				19μ	23μ	30μ	42μ
Thickness	Futamura Test		Micron	20.1	23.3	29.9	41.7
Yield	Futamura Test		m ² /kg g/m ²	34.5 29.0	29.9 33.5	23.3 43.0	16.7 60.0
Permeability to: Water vapour	ASTM E96	25°C 75% RH	g/m ² .24hrs	15			
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 0% RH 23°C 50% RH	cc/m ² .24 hrs	1.0 5.0			
Optical: Gloss	ASTM D 2457	45°	units	90			
Haze (wide angle)	ASTM D 1003	2.5°	%	6.0			
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Dynamic		0.35			
Tensile strength	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	125 70			
Elongation at break	ASTM D 882		% MD TD	22 70			
Elasticity modulus (1% secant)	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	≥1200 ≥600			
Sealing range	Futamura Test	0.5 secs; 69 kN/m ²	°C	80-200			
Seal strength	Futamura Test	135°C: 0.5 secs; 69 kN/m ²	g(f)/25mm	>400			

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23±2°C; 50±5% RH, unless otherwise stated.
Where relevant, tests are based on international testing standards.
MD - Machine Direction TD - Transverse Direction

3.1.4. Film biodegradabili metallizzati

NatureFlex™ NM

Film compostabile metallizzato ad alte prestazioni.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Eccellente barriera con radiazioni luminose e UV
- Certificato come compostabile sia in ambienti industriali sia in quelli domestici, anche adatto alla digestione anaerobica
- Termosaldabile sul lato non metallizzato
- Elevata lucidità e brillantezza
- Resistente a olio e grassi

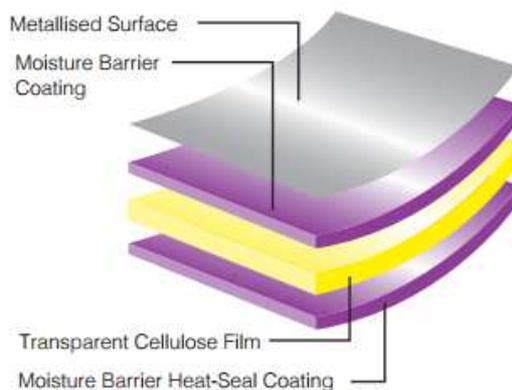
Technical Properties (Typical Values)

Property	Test Basis	Test Conditions	Units	NM		
				23μ	30μ	45μ
Thickness	Futamura Test		Micron	23.3	29.9	45.0
Yield	Futamura Test		m ² /kg g/m ²	29.9 33.5	23.3 43.0	15.5 64.5
Permeability to: Water vapour	ASTM E96	38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	10		
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 0% RH 23°C 50% RH	cc/m ² .24 hrs	<1.0 1.0		
Optical: Optical Density	Futamura Test			2.5		
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Metallised surface		0.4		
		Non-metallised surface		0.3		
Tensile strength	ASTM D 882		MN/m ²	MD TD	125 70	
Elongation at break	ASTM D 882		%	MD TD	22 70	
Elasticity modulus (1% secant)	ASTM D 882		MN/m ²	MD TD	≥1200 ≥600	
Seal strength	Futamura Test	135°C; 0.5 secs; 69 kN/m ²	g(f)/25mm	200		

All properties are tested under standard laboratory conditions: 23±2°C; 50±5% RH, unless otherwise stated.
Where relevant, tests are based on international testing standards.
MD - Machine Direction TD - Transverse Direction

NatureFlex™ NKM

Film compostabile metallizzato barrierato. La presenza di una piccola quantità di PVdC permette di ottimizzare le proprietà barrieranti.



Caratteristiche principali:

- Bassa permeabilità nei confronti dell'umidità, degli aromi e dei gas
- Eccellente barriera con radiazioni luminose e UV
- Certificato come compostabile sia in ambienti industriali sia in quelli domestici, anche adatto alla digestione anaerobica
- Termosaldabile sul lato non metallizzato
- Elevata lucidità e brillantezza
- Resistente a olio e grassi

Technical Properties (Typical Values)

Property	Test Basis	Test Conditions	Units	NKM 23μ
Thickness	Futamura Test		Micron	23.3
Yield	Futamura Test		m ² /kg g/m ²	29.9 33.5
Permeability to: Water vapour	ASTM E96	38°C 90% RH	g/m ² .24 hrs	10
Oxygen	ASTM F 1927	23°C 0% RH 23°C 50% RH	cc/m ² .24 hrs	0.5 1.0
Optical: Optical Density	Futamura Test			2.5
Coefficient of friction (film to film)	ASTM D 1894	Metallised surface Non-metallised surface		0.4 0.3
Tensile strength	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	125 70
Elongation at break	ASTM D 882		% MD TD	22 70
Elasticity modulus (1% secant)	ASTM D 882		MN/m ² MD TD	≥1200 ≥600
Sealing range	Futamura Test	0.5 secs 69 kN/m ²	°C	115-170
Seal strength	Futamura Test	135°C; 0.5 secs; 69 kN/m ²	g(f)/25mm	225

3.1.5. Analisi dei costi

I film barrierati offrono delle ottime prestazioni tecniche, tuttavia risultano significativamente più costosi rispetto ai film non barrierati. In particolare, i film biodegradabili possono essere fino a 4 volte più costosi rispetto ai film tradizionali non barrierati. Una valutazione comparata (costo relativo) dei diversi film proposti è riportata nella seguente Tabella 4.

Tabella 4 Costi relativi dei film barrierati rispetto ai non barrierati

Tipologia Film	Costo relativo
Film coestruso BOPP 25 μm	100
Propafilm™ FFX 31 μm	205
Propafilm™ RDU 26 μm	210
Propafilm™ RXP+ 26 μm	205
NatureFlex™ NK 30 μm	320
NatureFlex™ NE 30 μm	320
NatureFlex™ NM 23 μm	385
NatureFlex™ NKM 23 μm	385

3.1.6. Imballaggio secondario con astucci in cartoncino

Il confezionamento di erbe aromatiche essiccate in sacchetti “a cuscino” è già utilizzato da alcuni produttori, tuttavia esso può avere alcune controindicazioni. In particolare, tale tipologia di confezione non è in grado di garantire un’elevata resistenza meccanica nei confronti degli urti che possono avvenire, ad esempio, durante la movimentazione e la manipolazione della confezione, fattori che potrebbero portare alla rottura e/o polverizzazione del prodotto. Al fine di controllare tale problematica, è possibile inserire la confezione all’interno di astucci in cartoncino (Fig. 10). Tra l’altro, tale soluzione può



Fig. 10. Astuccio in cartoncino utilizzato come imballaggio secondario per contenere il sacchetto “a cuscino” contenente erbe

permettere anche di migliorare l'estetica del prodotto finale oltre a fornire una maggiore protezione nei confronti delle radiazioni luminose.

3.1.7. Vaschette per flow pack orizzontale

Per il confezionamento di erbe aromatiche essiccate mediante flow pack orizzontale è indispensabile utilizzare dei supporti rigidi, in quanto tale tipologia di macchina non è in grado di confezionare prodotti in forma granulare, polverulenta o di dimensioni ridotte. Tali supporti possono essere rappresentati da vaschette o vassoietti in materiale plastico, in cartoncino oppure in legno in grado di contenere le diverse tipologie di erbe aromatiche. Siccome tali supporti hanno una funzione esclusivamente meccanica in questa specifica applicazione, la loro scelta potrà essere fatta basandosi su criteri quasi esclusivamente estetici ed eventualmente legati alla sostenibilità ambientale, purché i materiali selezionati siano idonei al contatto con gli alimenti. Le Fig. 11 e 12 sono riportate a titolo esemplificativo.

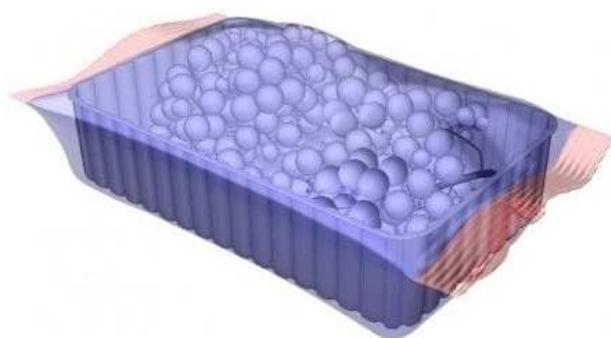


Fig. 11. Vassoio in materiale polimerico confezionato con flow pack orizzontale.

3.2. MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER MACCHINE TERMOSALDATRICI (O TERMOSIGILLATRICI)

Per questa tipologia di macchine è possibile utilizzare un'ampia gamma di vaschette rigide in materiale plastico. Dalla nostra esperienza proponiamo l'utilizzo di vaschette in PP-EVOH-PP, con proprietà di alta barriera all'ossigeno, agli aromi, ai gas in generale e all'umidità. I formati e i colori disponibili sono molteplici.

Il film termosaldante proposto è in PET-PP, non pelabile e termosaldabile su polipropilene. È inoltre trasparente, neutro o stampabile, anch'esso con proprietà di alta barriera all'ossigeno, agli aromi, ai gas in generale e all'umidità.

Le informazioni tecniche (Tabella 5) e le immagini delle vaschette in PP-EVOH-PP (Fig. 13) di seguito riportati a titolo esemplificativo sono prodotti da Tecnofood Pack, azienda presente da decenni nel mercato nazionale ed europeo.

Tabella 5 Proprietà barriera tipiche di film PET-PP e vaschette PP-EVOH-PP.

Tipologia prodotto	Permeabilità	
	H2O (g/m ² .24hrs) 38°C 90%RH	O2 (cc/m ² .24hrs) 23°C 0%RH
Film PET 14X my + ADES + PP 50 my NON PELABILE	< 8	< 10
Vaschetta PP-EVOH-PP	12-25*	0,076

* condizione del test di 40°C 90%RH



Fig. 13 Diverse tipologie di vaschette in PP-EVOH-PP.

3.3. MATERIALI DI IMBALLAGGIO PER CONFEZIONATRICI A CAMPANA

Solitamente per questa tipologia di macchine vengono utilizzati dei sacchetti preformati in materiale polimerico termosaldabile.



Una variante di tale gruppo sono le buste chiamate *stand up pouch* o *doypack* con zip a pressione richiudibile (Fig. 13). Tali buste preformate sono termosaldabili e hanno un caratteristico fondo piano che permette alla busta di stare in piedi da sola. Inoltre, la zip a pressione richiudibile conferisce comodità d'uso e praticità, rendendo ideali tali confezioni per quei prodotti che vanno utilizzati più volte dopo la prima apertura della confezione, eventualità frequente nel caso delle erbe aromatiche essiccate.



Fig. 14. Buste stand up con zip richiudibile in materiali polimerici poliaccoppiati della Swisspac.

Fig. 15. A sinistra buste stand up con zip richiudibile in carta accoppiata con film polimerici della Swisspac. A destra degli esempi di personalizzazione di buste stand up.

Sul mercato sono disponibili buste stand up prodotte con differenti materiali. Oltre alle classiche buste prodotte con film polimerici poliaccoppiati (Fig. 14) sono anche disponibili buste in carta accoppiata con film polimerici in grado di conferire un aspetto e un valore comunicativo più elevato alla confezione, donando un senso di artigianalità e naturalità (Fig. 15). Possono anche avere delle “finestre”, di differenti forme e dimensioni, che permettono la visione del prodotto da parte del consumatore. Inoltre, sono stampabili e quindi possono essere personalizzate secondo le proprie esigenze di marketing (Fig. 15).

A livello tecnico, sono disponibili buste stand up con proprietà barriera idonee all'applicazione prevista. Sono inoltre disponibili confezioni completamente biodegradabili con base cellulosa, che tuttavia presentano proprietà di permeabilità ai gas inferiori ai precedenti.

3.4. CONFRONTO TRA I SISTEMI DI CONFEZIONAMENTO IDENTIFICATI

Ognuno dei vari sistemi di confezionamento proposti presenta dei punti di forza e delle criticità.

I sistemi flow pack sono in grado di fornire un'elevata produttività essendo processi di confezionamento continui. Tuttavia, prevedono un investimento iniziale più elevato rispetto alle

altre tipologie di confezionatrici proposte. Il confezionamento con flow pack verticale non permette di proteggere in modo efficace il prodotto dagli urti. Questa criticità può essere ovviata inserendo la confezione all'interno di un astuccio in cartoncino. Tuttavia, questa soluzione comporta una riduzione della produttività in quanto l'operazione di inserimento della confezione all'interno dell'astuccio è manuale. Per quanto riguarda il confezionamento con flow pack orizzontale si rende necessario un'operazione preliminare di riempimento delle vaschette che saranno in seguito confezionate all'interno del film. Tale operazione deve essere fatta in alcuni casi manualmente.

I sistemi di confezionamento mediante termosaldatura in materiale rigido garantiscono al prodotto una maggiore protezione dagli urti, evitando fenomeni quali lo sbriciolamento. Tuttavia, l'estetica delle confezioni non risulta essere elevata e inoltre non sono disponibili materiali ecosostenibili con le proprietà tecnologiche richieste.

Le confezionatrici a campana sono contraddistinte da una bassissima produttività e richiedono numerose operazioni manuali. Tuttavia, l'investimento iniziale richiesto è basso e utilizzando buste stand up è possibile garantire un'adeguata protezione dagli urti e ottenere un packaging esteticamente accattivante.

Tutte le tecnologie proposte, ad eccezione della termosaldatura e del confezionamento in campana, sono potenzialmente ecosostenibili in quanto sono disponibili in commercio materiali biodegradabili con caratteristiche tecnologiche appropriate allo scopo. Al fine di riassumere in modo schematico tali caratteristiche, proprie di ciascun sistema, si riportano in Tabella 6 i principali vantaggi e svantaggi di ciascun sistema di confezionamento.

Tabella 6 Riepilogo delle principali caratteristiche dei sistemi di confezionamento proposti (●=basso; ●●●●●=elevato).

Sistema di confezionamento	Investimento iniziale	Produttività	Protezione dagli urti	Estetica del packaging	Materiali sostenibili	Processo continuo
Flow pack verticale	●●●	●●●●●	●●	●●●●	Disponibili	Sì
Flow pack verticale + astuccio esterno	●●●	●●●●	●●●●●	●●●●●	Disponibili	In parte
Flow pack orizzontale (totalmente automatico)	●●●●●	●●●●●	●●●●	●●●	Disponibili	Sì
Flow pack orizzontale (riempimento manuale delle vaschette)	●●●●	●●●	●●●●	●●●	Disponibili	In parte
Termosaldatrice	●●	●●	●●●●●	●●	Scarsamente disponibili, con ridotta barriera	No
Confezionatrici a campana	●	●	●●●	●●●●●	Disponibili, con ridotta barriera	No

3.5. CONFEZIONI ATTUALMENTE UTILIZZATE PER ERBE AROMATICHE ESSICcate

Le erbe aromatiche essiccate possono essere confezionate in molteplici formati e materiali.

La soluzione più semplice e diffusamente utilizzata per questo scopo è rappresentata da vasetti di differenti forme e materiali, principalmente vetro e materiali plastici. Tali confezioni sono pratiche, richiudibili, resistenti agli urti, ma non consentono il confezionamento in atmosfera modificata.



Sono presenti sul mercato, ma meno diffuse le tipologie di confezioni proposte in questa relazione.

In particolare, non sono state reperite erbe aromatiche confezionate in atmosfera modificata.



4. CONCLUSIONI

- La selezione della tecnologia per il confezionamento di erbe essiccate dipende da considerazioni legate da un lato all'investimento iniziale previsto e dall'altro dalle performance attese dall'imballaggio, dalla produttività prevista e dalle caratteristiche estetiche desiderate per la confezione
- Il confezionamento per la sperimentazione sarà previsto in atmosfera modificata, con composizione 100% azoto di grado alimentare
- Per quanto riguarda i materiali di confezionamento, la scelta è strettamente legata alla tecnologia prescelta. In tutti i casi sono comunque disponibili in commercio, oltre a materiali tradizionali e/o barrierati, anche materiali eco-compatibili (biodegradabili e/o compostabili), anche se per alcune tecnologie questi ultimi non garantiscono prestazioni equiparabili ai convenzionali.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Piante officinali in Italia: un'istantanea della filiera e dei rapporti tra i diversi attori (2013). Osservatorio Economico del settore delle piante officinali - ISMEA.
- [2] Storia delle erbe aromatiche (2014). Provincia di Asti. G. Molinari., D. Tirello., F. Novello., L. Bertino., F. Guarneri., D. Sappa.
- [3] Disciplinare per il settore spezie ed erbe aromatiche. Marchio di qualità Alto Adige/Südtirol - L.P. 12/2005. Decreto n. 9706 DD. 11.07.2016.
- [4] Food packaging: Materiali, tecnologie e soluzioni (2010). L. Piergiovanni., S. Limbo. Springer-Verlag Italia.
- [5] Packaging and storage of herbs and spices, in Handbook of Herbs and Spices, Volume 3, edited by K.V. Peter (2006). K. King., G. Garden.
- [6] Volatiles from herbs and spices, in Handbook of herbs and spices, Volume 3, edited by K.V. Peter (2006). T. J. Zachariah., N. K. Leela.
- [7] Stability of Essential Oils: A Review (2013). C. Turek., F. C. Stintzing. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.
- [8] PE-Based Multilayer Film Structures, in Plastic Films in Food Packaging: Materials, Technology, and Applications, edited by S. Ebnesajjad (2013). T. I. Butler., B. A. Morris.
- [9] Development of High-Barrier Film for Food Packaging, in Plastic Films in Food Packaging: Materials, Technology, and Applications, edited by S. Ebnesajjad (2013). M. Fereydoon., S. Ebnesajjad.
- [10] Food Packaging Machinery, in Plastic Films in Food Packaging: Materials, Technology, and Applications, edited by S. Ebnesajjad (2013). H. A. Hughes.
- [11] <http://www.izsalimento.izsto.it/palimenti/index.php/conservazionecibi/altro/96-conservazione-dei-cibi/altro/89-confezionamentoinatmosferamodificata>
- [12] http://www.airproducts.com/microsite/com/MAP_selector/results/DriedFoodProducts.htm
- [13] Effect of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on the Moisture and Sensory Property of Saffron (2017). F. J. Mozdehi., N. Sedaghat., S. A. Y. Ardakani. (2017). MOJ Food Process Technology.
- [14] https://modifiedatmospherepackaging.com/~/_media/Modifiedatmospherepackaging/Brochures/MAP-Poster-Guide-2014.ashx
- [15] <http://www.airproducts.com/microsite/fresh-ideas/pdf/food-and-modified-atmosphere-packaging.pdf>
- [16] <http://www.innoviafilms.com/InnoviaFilms/media/InnoviaFilms/Brochures/Packaging/Barrier-Films-Brochure.pdf>