



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

MACCHINE IMPIEGATE PER  
CONFEZIONAMENTO MAP: TIPOLOGIE E  
ASPETTI OPERATIVI

MACHINES USED FOR MAP PACKAGING:  
TYPES AND OPERATIONAL ASPECTS

TIPO TESI: Compilativa

Studente:  
NICCOLÒ MANCINELLI

Relatore:  
PROF. DANIELE DUCA

ANNO ACCADEMICO 2018-2019



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

**MACCHINE IMPIEGATE PER  
CONFEZIONAMENTO MAP: TIPOLOGIE E  
ASPETTI OPERATIVI**

**MACHINES USED FOR MAP PACKAGING:  
TYPES AND OPERATIONAL ASPECTS**

TIPO TESI: Compilativa

Studente:  
NICCOLÒ MANCINELLI

Relatore:  
PROF. DANIELE DUCA

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

## INDICE

<b>Elenco delle Tabelle.....</b>	<b>4</b>
<b>Elenco delle Figure .....</b>	<b>5</b>
<b>Acronimi e Abbreviazioni .....</b>	<b>6</b>
<b>Introduzione e Scopo della tesi .....</b>	<b>7</b>
<b>1. applicazioni e funzioni dell’atmosfera modificata .....</b>	<b>9</b>
<i>1.1 Gas usati nei MAP .....</i>	<i>9</i>
<i>1.2 Materiali e design del packaging .....</i>	<i>11</i>
<i>1.3 Aspetti microbiologici dei MAP .....</i>	<i>12</i>
<b>2. macchinari impiegati nelle aziende agroalimentare per il confezionamento in atmosfera modificata.....</b>	<b>16</b>
<i>2.1 flow-pack verticale .....</i>	<i>16</i>
<i>2.2 Flow-pack orizzontali .....</i>	<i>19</i>
<i>2.3 Termosigillatrici.....</i>	<i>21</i>
<i>2.4 Confezionatrici sottovuoto a campana .....</i>	<i>24</i>
<b>3. panoramica dei prodotti principalmente sottoposti ad un confezionamento in atmosfera modificata.....</b>	<b>27</b>
<i>3.1 Carne rossa e pollame .....</i>	<i>27</i>
<i>3.2 Pesce e suoi derivati .....</i>	<i>28</i>
<i>3.3 Prodotti freschi: frutta e verdura .....</i>	<i>29</i>
<b>Conclusioni .....</b>	<b>31</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>32</b>

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: scheda tecnica MF 50/n .....	17
Tabella 2: scheda tecnica IMBAL FLOW FOOD .....	18
Tabella 3: scheda tecnica IMBAL 450. ....	19
Tabella 4: scheda tecnica FLOW PACK IMBAL 55-BB.....	20
Tabella 5: scheda tecnica VGP 60n .....	22
Tabella 6: scheda tecnica FT3.....	23
Tabella 7: scheda tecnica VAC20.....	24
Tabella 8: scheda tecnica VAC100U .....	25
Tabella 9: confronto tra le macchine sopra elencate riguardo diverse caratteristiche tecniche e di prestazione.....	26
Tabella 10: confronto dei tempi di conservazione di carne, pesce e insalata con e senza l'ausilio di un'atmosfera modificata.....	30

## ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: pillow-pouch.....	11
Figura 2: VFFS modello: MF50/N.....	17
Figura 3: IMBAL FLOW FOOD .....	18
Figura 4: IMBAL 450 .....	19
Figura 5: FLOW PACK IMBAL 55-BB.....	20
Figura 6: Termosigillatrice VGP 60n.....	22
Figura 7: termosigillatrice FT3 .....	23
Figura 8: confezionatrice VAC20.....	24
Figura 9: confezionatrice VAC100U .....	25
Figura 10: pesce confezionato in atmosfera modificata.....	30
Figura 11: carne confezionata in atmosfera modificata .....	30
Figura 12: verdura confezionata in atmosfera modificata.....	30

## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

VFFS: *Vertical Fill Form Seal*  
HFFS: *Horizontal Fill Form Seal*  
MAP: *Modified Atmosphere Packaging*  
PVC: *Polivinilcloruro*  
PET: *Polietilentrefalato*  
PP: *Polipropilene*  
PE: *Polietilene*  
BDF: *Barrier Display Film*  
USB: *Universal Serial Bus*  
PLC: *Programmable Logic Controller*  
EVC: *Elettronic Vacuum Control*

## INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il confezionamento in atmosfera modificata è sicuramente diventato nel corso degli anni uno dei principali metodi di confezionamento in tutto il mondo. Questo metodo infatti, prevede l'utilizzo di gas che provvedono a prolungare i tempi di shelf life dei prodotti confezionati, non alterandone le caratteristiche organolettiche.

In questo studio si è cercato di evidenziare gli effetti legati all'utilizzo di alcune miscele di gas ed il ruolo che queste hanno su determinati prodotti agroalimentari. Questo studio definisce le nuove tecnologie e i nuovi mezzi per creare l'atmosfera modificata all'interno della confezione. Inoltre, si è focalizzato sulla scelta che una potenziale azienda svolge per definire la macchina confezionatrice più idonea. Si è cercato di dimostrare, facendo un confronto tra alcune macchine, gli aspetti positivi e negativi, elencando le caratteristiche principali di ogni macchina in modo da individuare gli aspetti che un'azienda può prendere in considerazione sulla scelta finale.

La ricerca è limitata a 8 macchinari per il confezionamento in atmosfera modifica, di cui vengono elencate le caratteristiche tecniche di quattro tipologie diverse di macchinario tra cui: macchine VFFS (flow pack verticale), macchine HFFS (flow pack orizzontali), macchine sottovuoto a campana e termosigillatrici.

L'ultima parte dello studio è stata dedicata agli effetti che alcuni alimenti subiscono in atmosfera modificata. Sono stati presi in considerazione i prodotti che sono principalmente confezionati in atmosfera modificata: carne, pesce e prodotti freschi (frutta e verdura). Di ogni prodotto sono stati evidenziati i benefici che l'atmosfera modificata apporta ad ognuno di essi, come la maggiorazione dei tempi di conservazione e alcuni accenni alla prevenzione dei rischi microbiologici, cercando infine, di definire le migliori miscele di gas utilizzabili per ogni tipologia di prodotto, sulla base di diversi parametri.

Questo studio ha lo scopo di offrire una panoramica generale su tutto quello che riguarda lo sviluppo della tecnologia MAP (Modified Atmosphere Packaging) partendo dalla composizione dei gas utilizzati all'interno delle confezioni e ponendo maggiore attenzione sui principali prodotti alimentari presi in considerazione, in particolare sull'effetto che la miscela di gas ha sui prodotti stessi. Parte dello studio è finalizzata alla ricerca di una macchina

confezionatrice che abbia prestazioni idonee e che si adatti a qualsiasi tipo di azienda, cercando di condurre un confronto tra 8 tipologie di macchine con caratteristiche diverse tra loro.



# 1. APPLICAZIONI E FUNZIONI DELL'ATMOSFERA MODIFICATA

In Gran Bretagna nel 1979, il rivenditore Marks & Spencer Ltd aprì la strada per l'utilizzo dei prodotti MAP in tutto il mondo. Gli altri rivenditori giudicavano questa new entry nel mercato globale troppo costosa per prodotti di bassa qualità come la carne macinata. Questa novità non sarebbe piaciuta ai consumatori e inoltre questa tecnologia di conservazione era ritenuta non necessaria. Oggi, per alcuni prodotti il confezionamento MAP è diventato il metodo di imballaggio dominante; il 9.5% della pasta fresca è venduta in MAP, la carne refrigerata domina su tutti gli altri prodotti con quasi il 30% di vendite. I MAP hanno riscontrato benefici nel prolungamento della shelf life di una grande varietà di prodotti, mentre con altri tipi di prodotti potrebbero avere minor potenziale di azione. Infatti, in alcuni prodotti non c'è un aumento della shelf life, di conseguenza bisognerebbe trovare altri metodi di conservazione. Però, non considerando prodotti come noccioline e patatine bisognerebbe accoppiare una tecnica di refrigerazione affinché i MAP funzionino e siano sicuri microbiologicamente. Dovrebbero essere seguite delle buone pratiche aziendali per tutti i prodotti MAP. Ci sono diverse tecniche di modificazione dell'atmosfera degli alimenti e spesso ne viene confusa la terminologia con altre tecniche come per esempio l'atmosfera controllata.

## 1.1 Gas usati nei MAP

La scelta della miscela dei gas è influenzata dalla capacità di crescita della flora microbiologica del prodotto, dalla sensibilità all'ossigeno e all'anidride carbonica e dalla necessità di stabilizzare il colore (Es. la conservazione della mioglobina nella carne fresca) In generale i gas normalmente utilizzati nei MAP sono reperibili in atmosfera e sono ossigeno, azoto e anidride carbonica.

Ossigeno O<sub>2</sub>: L'ossigeno generalmente stimola la crescita dei batteri aerobi e inibisce i batteri strettamente anaerobi, sebbene ci siano diverse varietà di anaerobi sensibili

all'ossigeno, la sua presenza è strettamente importante per lo stoccaggio della carne fresca per la sua azione di mantenimento dei pigmenti nella forma ossigenata della mioglobina, infatti questi pigmenti regolano il colore rosso acceso delle carni fresche. Generalmente nelle carni fresche la percentuale dei gas presenti nei MAP è 80% ossigeno e 20% anidride carbonica.

Per alcuni prodotti, però, la presenza di ossigeno potrebbe causare problemi come la formazione di fenomeni ossidativi, di rancidità e di perdita di colorazione (Es. pesci grassi e prosciutto stagionato). Per questo motivo, il bacon ad esempio è generalmente conservato con queste percentuali: anidride carbonica 35%, azoto 65%. Bassi livelli di ossigeno su carni refrigerate potrebbero apportare colorazioni tendenti al marrone, mentre su carni stagionate una colorazione grigio/marrone, o causare inverdimento su carni poco cotte. Infatti, per questo motivo, alcuni ricercatori raccomandano di includere comunque un 5-10% di ossigeno su alcuni prodotti MAP, come metro di sicurezza in più contro alcuni batteri patogeni anaerobi, in particolare il *Clostridium botulinum*.

La composizione dei gas che circondano il prodotto cambia nel tempo. Sebbene i valori di ossigeno diminuiranno durante lo stoccaggio, la sua immissione nelle fasi iniziali dell'imballaggio potrebbe favorire la formazione di una microflora batterica competitiva, che aiuterebbe ad inibire la crescita di alcuni patogeni presenti. Sebbene il *Clostridium botulinum* non dovrebbe crescere sulla superficie dei prodotti esposti all'aria, potrebbe crescere pochi millimetri sotto la superficie dove, appunto, potrebbero esistere condizioni anaerobiche e un microclima dove il livello di ossigeno è basso a tal punto da permettere la crescita di microrganismi anaerobi, anche se il livello totale di ossigeno nello spazio di testa della confezione potrebbe indicare l'opposto.

**Azoto N<sub>2</sub>:** È un gas inerte, senza sapore e con bassa solubilità sia in acqua che nel grasso. L'azoto è utilizzato per rimuovere l'ossigeno dalla confezione così da eliminare fenomeni ossidativi e di rancidità, andando così ad evitare la crescita di microrganismi aerobi. Grazie alla sua bassa solubilità è usato come un gas riempitivo per prevenire il collasso della confezione, il quale potrebbe essere un problema in caso di alta concentrazione di anidride carbonica nell'aria

**Anidride carbonica CO<sub>2</sub>:** L'anidride carbonica è solubile sia nei grassi che nell'acqua ed è il principale responsabile dell'effetto batteriostatico dei microrganismi nell'atmosfera modificata. La CO<sub>2</sub> agisce totalmente sulla fase di latenza della crescita microbica prolungandone la durata, inoltre, va a ridurre la crescita microbica durante la fase esponenziale. L'effetto batteriostatico è influenzato dalla concentrazione di CO<sub>2</sub>, dall'età, dalla carica della popolazione batterica iniziale, dalla temperatura durante lo stoccaggio e dal

tipo di prodotto confezionato. Anche se l'effetto batteriostatico della CO<sub>2</sub> è conosciuto già da anni, il meccanismo preciso della sua azione è ancora una materia di particolare interesse scientifico. Con alimenti ad alta umidità come la carne rossa, la carne bianca e il pesce, l'eccessivo assorbimento di CO<sub>2</sub> potrebbe causare il collasso della confezione. In generale, alte concentrazioni di CO<sub>2</sub> potrebbero causare l'aumento di gocce d'acqua sulla carne fresca, il passaggio di fluidi nel prosciutto e danni a frutta e verdura. In passato i fenomeni di viraggio di colore erano attribuiti alla presenza di anidride carbonica mentre ora sappiamo che questi fenomeni sono dovuti ai bassi livelli di ossigeno nella confezione.

Altri gas: Una vasta gamma di gas sono stati presi in considerazione e sperimentati per il loro potenziale utilizzo nei MAP. I gas in questione sono l'ossido di zolfo, l'ossido di diazoto, il monossido di azoto, l'elio, l'idrogeno, il Neon, l'Argon e l'etilene. Però, l'utilizzo di questi gas ha dei limiti di legge e di sicurezza del prodotto, inoltre, il loro costo e gli effetti negativi sulle proprietà organolettiche dei prodotti confezionati hanno comportato un responso negativo da parte dei consumatori.

## 1.2 Materiali e design del packaging

Nonostante lo scarso numero dei materiali utilizzati, l'industria dei MAP offre una grande scelta, la maggior parte delle confezioni sono prodotte con i 4 polimeri più utilizzati: il polivinilcloruro (PVC), il polietilentereftalato (PET), il polipropilene (PP) e il polietilene (PE). Un'altra area in evoluzione e in via di innovazione all'interno dell'industria dei MAP è indubbiamente la scelta del design della confezione da utilizzare. Ci sono tre formati base disponibili in commercio tra cui: la cassetta semi-rigida per l'industria della carne, il "pillow pouch" (figura 1), utilizzato per il confezionamento dell'insalata fresca ad esempio (è un sacchetto con il design di un cuscino da cui deriva il nome appunto) e il "flowpack", che è la confezione, comunemente utilizzata per l'imballaggio di formaggio e prodotti da forno, formata da un film plastico saldato ai lati da una macchina confezionatrice orizzontale. In aggiunta a questi in commercio, è in aumento l'uso di "bag-in-box", "master pack" e "mother pack", che sono sistemi che permettono l'accentramento delle operazioni di imballaggio.



*Figura 1: pillow-pouch*

### 1.3 Aspetti microbiologici dei MAP

I batteri Gram-negativi sono generalmente molto sensibili alla CO<sub>2</sub>, mentre i Gram-positivi nei cibi proteici refrigerati come carne e pesce, sono generalmente impegnati nell'inibizione di *Pseudomonas spp.*, *Enterobacteriaceae* e *Acinetobacter spp.*, mentre i batteri lattici, tra cui il *Brochothrix thermosphacta*, appartenente alla famiglia delle Listeriaceae e maggior contaminante delle carni in fase di lavorazione, diventano i microorganismi dominanti. Dato che le muffe hanno assoluto bisogno di O<sub>2</sub>, le confezioni con atmosfera modificata anaerobica possono essere estremamente vantaggiose per l'estensione della shelf life di prodotti dove la formazione di muffe ha una maggiore concentrazione, come i prodotti da forno e formaggi. Se la CO<sub>2</sub> è utilizzata nella formazione dell'atmosfera modificata, si avranno benefici aggiuntivi contro l'attività di muffe e batteri. Nonostante ciò il prolungamento della shelf life potrebbe evidenziare l'insorgere di altri problemi legati alla sicurezza microbiologica, i quali verranno discussi di seguito.

#### **Sicurezza microbiologica: *Clostridium botulinum***

Come detto in precedenza, la maggior parte degli studi affrontati sui prodotti MAP hanno avuto l'obiettivo di prolungare la shelf life del prodotto in questione. Alcuni studi hanno però dimostrato che i MAP potrebbero rappresentare un rischio per la sicurezza sanitaria di alcuni alimenti. È stato constatato che l'eliminazione della microflora formata da un gran numero di microorganismi patogeni o tossine non va a variare le caratteristiche organolettiche del prodotto. Storicamente il pesce ed i suoi derivati hanno preoccupato maggiormente le aziende alimentari, in quanto è stato riscontrato che *Clostridium botulinum* riesce a riprodursi nonostante l'atmosfera modificata, di conseguenza, la US National Academy of Science raccomanda di non confezionare prodotti a base di pesce sotto atmosfera modificata finché il prodotto non è in condizioni di sicurezza microbiologica. La preoccupazione è nata dal fatto che tutte le specie di *C. botulinum* sono state ritrovate nell'ambiente marino, anche se la distribuzione varia a seconda del luogo geografico di appartenenza; si presume che il patogeno sia comunque presente durante il processo di lavorazione del pesce. Un possibile approccio che potrebbe essere effettuato è sicuramente quello di combinare un pretrattamento all'utilizzo dei MAP in modo da garantire la completa sicurezza microbiologica. Sorbato di potassio,

cloruro di sodio e le radiazioni sembrano essere efficaci. Altri trattamenti efficaci sono l'incorporamento di indicatori tempo-temperatura e l'utilizzo di contatori di gas sulle confezioni in modo da avvertire il consumatore che sulla confezione ci sono limiti di temperatura da rispettare. A meno che non ci siano sistemi di scanner automatici utilizzati per identificare alcuni prodotti al momento della vendita, l'efficacia di indicatori tecnologici dipende dal consumatore, che deve rispettare le istruzioni date da tali indicatori.

#### **1.4 Sviluppo dei MAP**

Un gran numero di recenti innovazioni offre di migliorare la sicurezza dei MAP e di renderla disponibile per un'ampia gamma di prodotti e paesi. Lo sviluppo di packaging intelligenti, più recentemente denominati "active" o "intelligence", è probabilmente il più significativo miglioramento per la tecnologia MAP. Queste tipologie di confezionamento sono state definite come "la configurazione di una componente integrale o proprietà inerte di una confezione, che conferisce intelligenza alla stessa. Adatta alle funzioni e all'uso dei prodotti stessi e con l'abilità di comunicare" (Church, 1994). Le tecniche del packaging intelligente sono state categorizzate sotto dieci funzioni:

- Rimozione di ossigeno
- Barriera per l'ossigeno
- Rimozione di acqua
- Indicatore di gas
- Rimozione di etilene
- Rilascio di CO<sub>2</sub>
- Azione antimicrobica
- Rilascio di conservanti
- Rilascio di aromi
- Rimozione contaminanti

#### **Tecnologie di rimozione dell'O<sub>2</sub> e involucri a bassa permeabilità**

La rimozione dell'ossigeno, tecnica chiamata con il termine inglese "O<sub>2</sub> scavenging", ha probabilmente ricevuto più attenzione e il miglior successo commerciale. Sono stati esaminati due approcci riguardanti il sistema di lavaggio dell'ossigeno: quello che ha riscontrato più successo a livello commerciale è sicuramente l'utilizzo di sacchetti ed etichette già incluse nella confezione. La seconda area di interesse ha riguardato l'evoluzione degli involucri in

grado di rimuovere ossigeno. L'inibizione di enzimi ossidativi (glucosio ossidasi e alcol ossidasi) all'interno della superficie dell'involucro della confezione ha mostrato di essere tecnologicamente fattibile come metodo di rimozione dell'ossigeno.

Il sistema commerciale più affermato, sotto il nome commerciale "Ageless", è stato introdotto in Giappone nel 1977 dalla Mitsubishi Gas Chemical Company (Tokyo, Japan). A seconda del metodo MAP utilizzato, i residui di ossigeno possono essere ridotti a 2000-70000 ppm. Le macchine per la rimozione dell'ossigeno sono in grado di rimuovere 2000 ml di O<sub>2</sub> da 10000 ml di aria. Alcune di queste macchine al momento disponibili potrebbero essere infastidite da alte concentrazioni di CO<sub>2</sub>, che renderebbero la macchina incapace di assorbire ossigeno. L'azienda sopra citata ha inoltre fornito un indicatore che rileva la concentrazione di ossigeno presente. Se l'indicatore è di colore rosa significa che l'ossigeno è presente sotto lo 0.1% nell'ambiente, mentre se l'indicatore è blu l'O<sub>2</sub> è presente sopra lo 0.5%. L'indicatore può essere utilizzato per verificare l'efficienza della confezione sul preservare bassi livelli di O<sub>2</sub>. In aggiunta, gli indicatori basati sull'ossigeno sono inchiostri sensibili all'O<sub>2</sub> sviluppati dalla Dia Nippon Printing (Tokyo, Giappone). Questi inchiostri cambiano colore a un range predefinito di ossigeno e possono misurare i livelli di ossigeno senza creare problemi o danni alla confezione, provvedono anche a fornire indicazioni indirette sullo stato microbiologico del prodotto.

Per prodotti dove la rimozione di ossigeno permette a batteri patogeni anaerobi di sopravvivere, creando così un rischio per la sicurezza microbiologica, è raccomandato seguire uno o più dei criteri qui di seguito esposti:

- attività dell'acqua,  $A_w < 0,92$
- pH < 4,5
- aggiunta di nitrato di sodio
- mantenimento della temperatura sotto i 3°C

L'utilizzo di intelligence packaging con rimozione di ossigeno è stato criticato. La più grande paura negli Stati Uniti è saltata fuori dall'ingestione accidentale dello scavenger (la capsula che rimuove l'ossigeno) e inoltre grandi controversie sono state attribuite al costo troppo elevato delle confezioni.

Ultimamente le confezioni con la tecnologia dell'O<sub>2</sub> scavenger vengono vendute separatamente dal prodotto in modo tale da evitare l'ingestione accidentale dello scavenger. Inoltre, l'etichetta che dimostra la presenza dello scavenger è posta fuori dalla confezione in modo da fornire un'ulteriore indicazione per evitare che lo stesso venga ingerito. Nuove tipologie di sistemi in grado di assorbire l'ossigeno sono state recentemente sviluppate.

Queste nuove scoperte sono state rese adatte sia per gli alimenti congelati sia per alimenti da microonde. Grazie a ciò la tecnologia dell'O<sub>2</sub> scavenger è stata resa disponibile per una vasta gamma di prodotti come: prodotti da forno, pane, torte, biscotti, pizza, carne fresca o affumicata, pesce, pesce essiccato, formaggio e molti altri.

Un altro approccio valutato per la prevenzione di problemi relativi all'ingresso dell'ossigeno nei MAP, spesso utilizzati insieme agli O<sub>2</sub> scavengers, è l'uso di una "barriera" con bassa permeabilità all'ossigeno. Al momento solo il foglio di alluminio provvede una flessibile barriera all'ossigeno, però non consente la visione del prodotto al consumatore. Per risolvere questo problema è stato immesso nel foglio di alluminio una piccola finestrella trasparente con l'unico difetto che permette l'ingresso di piccole quantità di O<sub>2</sub>. Come alternativa è stata proposta una barriera completamente trasparente però più spessa. Molteplici aziende hanno progettato e hanno cercato di trovare la miglior soluzione al fine di garantire la miglior efficienza possibile. La compagnia svizzera di carne "Bell of Basel" ha lanciato sul mercato delle "quick meats", pastorizzate e fresche, in pellicole ricoperte di vetro che possono andare nel microonde. Un'altra soluzione è stata l'utilizzo di un film in silicone disponibile in commercio che include un "Techbarrier film" prodotto dalla Mitsubishi Kashei (Tokyo, Japan), il quale ha un tasso di trasmissione di vapore acqueo < 1 g/m<sup>2</sup> e una trasmissione di O<sub>2</sub> ml<sup>2</sup>/ml. La Airco Coating Technology (Fairfield, N J, USA) ha sviluppato un film in quarzo. Himacs (Danbury, CT, USA) ha sviluppato un film con rivestimento in vetro che ha un costo competitivo sul mercato ed è disponibile in quantità commerciale (Church, 1994).

## 2. MACCHINARI IMPIEGATI NELLE AZIENDE AGROALIMENTARE PER IL CONFEZIONAMENTO IN ATMOSFERA MODIFICATA

Nelle aziende agroalimentari che hanno come risultato finale la produzione di prodotti MAP (Modified Atmosphere Packaging), l'utilizzo e soprattutto la scelta della macchina confezionatrice adeguata è molto importante ai fini della produttività finale dell'azienda stessa. La produzione di prodotti MAP sta diventando sempre di più un mercato a sé stante nel mondo di oggi, di conseguenza la scelta di una macchina rispetto ad un'altra riguarda sempre più da vicino l'azienda.

La selezione della macchina idonea per l'azienda è molto difficile, in quanto avremo una vastissima gamma di macchine a partire dalla tipologia della stessa:

- Flow-pack verticale
- Flow-pack orizzontale
- Termosigillatrici
- Macchine vuoto gas

### **2.1 flow-pack verticale**

Questo tipo di macchine occupano spazio verticalmente all'interno dell'azienda, creano un imballaggio che avvolge il prodotto da incartare in un tubo verticale, alla fine di questo passaggio il prodotto viene sigillato. Il nastro dell'incarto viene termosaldato e successivamente trasformato in un tubo, tramite un sistema di dosaggio esterno scarica il prodotto all'interno del tubo, dopodiché la porzione di tubo contenente il prodotto scaricato viene tagliata e infine saldata. Il risultato finale sarà l'ottenimento di una busta (come quella delle patatine) dove il gas viene continuamente inserito attraverso il tubo di spurgo dell'aria.



Queste tipologie di macchine vengono anche denominate FFS (form-fill-seal) ovvero forma-riempi-salda. Qui di seguito verranno riportate alcune macchine utilizzate e in commercio:

**MF50/N:** questa macchina (Figura 2) è adatta per piccole produzioni e piccoli formati. È disponibile ad un costo modesto, nonostante ciò è in grado di fornire confezioni impeccabili ed è anche possibile modificare il formato della confezione stessa.

**Tabella 1: scheda tecnica MF 50/n**

Tipo di film utilizzabile / Wrapping materials	Accoppiati, metallizzati effetto barriera/ Laminated, metalized, barrier effect
Dimensione Bobina Max / Reel dimension (Max.)	400 mm
Dimensioni sacchetto Max / Bag dimension (Max.)	180 x H 270 mm
Tipo di sacchetto / Bag type	a cuscino / pillow
Produttività Max / Production (Max.)	Fino a 20 confezioni/minuto / Up to 20 bags/minute
Pressione aria / Air pressure	6 - 8 BAR
Potenza assorbita / Input power	1,5 Kw (in funzione degli accessori installati) / (depending on the accessories installed)
Tensione / Voltage	220 Volt - 50 Hz
Tensione ausiliaria / Aux. voltage	24 Vdc



**Figura 2: VFFS modello: MF50/N**

Caratteristiche (Tabella 1): La MF50/N è una macchina funzionale se non si vuole occupare troppo spazio all'interno dell'azienda, infatti, occupando solamente un metro quadro di spazio può essere disposta in qualsiasi punto. Inoltre, grazie alle ruote può essere spostata ovunque, questo la rende una macchina molto comoda per aziende piccole e medie che hanno piccole produzioni. Questa macchina si alimenta grazie ad un motore elettrico che dà il massimo del rendimento con bassi consumi. Grazie al suo design interamente in acciaio inox AISI 304/L e ai cablaggi in tenuta stagna la macchina risulta facilmente pulibile in ogni punto garantendo così il massimo della pulizia anche dei prodotti. A livello di saldatura delle confezioni la MF 50/N è provvista di un sistema di sigillatura dotato di sistemi di controllo temperatura che garantiscono una grande tenuta durante ogni saldatura, promuovendo allo stesso tempo il massimo della sicurezza durante la lavorazione. La macchina offre una velocità di produzione media ma ottima per piccole produzioni ed è costituita da un sistema di trasmissione del nastro

permettendo l'utilizzo di qualsiasi tipo di formato e qualsiasi tipo di materiale, rendendo così la macchina molto versatile. Un'altra caratteristica secondaria ma molto utile è la possibilità di un cambio rapido del tubo formatore, provvisto dello sgancio rapido, che permette un cambio formato con grande facilità e con tempi estremamente corti per una continuità nelle produzioni.

**IMBAL FLOW FOOD:** è stata concepita per il confezionamento in continuo di una grande varietà di prodotti. Le sue peculiarità sono la flessibilità relativamente ai cambi formato, alle dosi e alla versatilità per potersi adeguare a qualsiasi tipologia di film, unitamente alle sue alte prestazioni, come ergonomia, facile pulizia e bassa manutenzione, usando per questo scopo materiali di alta qualità con trattamenti di ultima generazione.

**Tabella 2: scheda tecnica IMBAL FLOW FOOD**

potenza	1000 W
alimentazione elettrica	230 V / 50 Hz
lunghezza	1,3 m
altezza	1,9 m
profondità	0,88 m
peso	250 Kg
PPM	60 - 120
Dimensioni prodotto	Lunghezza busta 0,075-0,3 m Altezza busta 0,9 m



**Figura 3: IMBAL FLOW FOOD**

Caratteristiche (Tabella 2): La IMBAL FLOW FOOD (figura 3) è provvista di un formatore a pezzo singolo che garantisce un'alta versatilità ad ogni tipo di formato e film. La struttura della macchina è completamente chiusa con un'apertura a vetro sul lato frontale, che permette una visione del processo di confezionamento, molto utile in caso di problemi di sigillatura del prodotto. Inoltre, grazie alla possibilità di aprire la macchina, la pulizia della stessa è molto facile in ogni suo punto. Tutte le finiture e le parti della carrozzeria sono in acciaio inox di alta qualità. La macchina è provvista di uno schermo dove è possibile visionare e controllare tempo e pressione delle saldature ed è anche possibile regolare la temperatura. La pressione di saldatura arriva fino ad 8000 Nw. La macchina è provvista anche di sistemi di rilevamento del film terminato e in caso di prodotto inceppato all'interno si attiva un sistema segnalazione in

automatico. Ovviamente, è fornita di macchina di iniezione dell'atmosfera modificata. Il film viene svolto mediante nastri e sottovuoto. È provvisto inoltre di saldatore verticale ad aria calda. Tra i vantaggi che questa macchina offre ci sono saldature rigorosamente ermetiche che garantiscono una impeccabile sicurezza igienica e un'alta ripetività delle buste con possibile scelta di alta e bassa velocità.

## 2.2 Flow-pack orizzontali

I prodotti alimentari vengono spinti in un tubo scorrevole orizzontale a cui viene continuamente data la forma da una confezionatrice. Il tubo è sigillato e tagliato lungo entrambi i lati. Il gas viene inserito nella borsa risultante, facendo fuoriuscire l'aria. Una tecnica speciale è detta BDF (Barrier Display Film): con questa tecnica, uno speciale BDF viene utilizzato per confezionare il prodotto alimentare su un vassoio in MAP. I vassoi poi passano attraverso un tunnel di riscaldamento in cui la pellicola si restringe attorno ai pacchetti, racchiudendo il prodotto in atmosfera modificata.

Qua di seguito alcune macchine flow-pack orizzontali:

**IMBAL 450:** (Figura 4) macchina imballatrice a 2 piste con la possibilità di utilizzare vaschette con inserimento di vuoto o gas e atmosfera modificata.

**Tabella 3: scheda tecnica IMBAL 450.**

POTENZA	3,5 KW
ALIMENTAZIONE ELETTRICA	400 V / 3PH + N + T
LUNGHEZZA	2854
ALTEZZA	1920
PROFONDITÀ	1887
PESO	990 KG
PPM	5 - 9
DIMENSIONI PRODOTTO	ALTEZZE VASCHETTA : DA 30MM A 90 MM



**Figura 4: IMBAL 450**

Caratteristiche (Tabella 3): La macchina è costituita da un rivestimento interamente in acciaio inox AISI 304 con saldature in acciaio inox AISI 316. È provvista di computer PLC ORMON CP1LEM dotato di porta USB, che fornisce una vasta scelta del programma, utile per una rapida gestione dei cicli di confezionamento tra cui la possibilità di effettuare: solo sigillatura, vuoto parziale, vuoto a gradi, vuoto e gas. La IMBAL 450 è fornita di uno schermo touch screen ORMON per una visualizzazione dei programmi di confezionamento semplificata offrendo una visualizzazione e memorizzazione della cronologia storica di tutti gli allarmi che la macchina ha provvisti. La movimentazione delle vaschette è svolta da un nastro trasportatore alimentato con un motore BRUSHLESS. Fornisce un controllo in continuo delle temperature e della visualizzazione delle temperature impostate. Una caratteristica molto utile è la capacità di una rapida sostituzione dello stampo completo, facilitata dalla presenza di maniglie e da getti di aria compressa, con innesti rapidi di vuoto e gas. Offre inoltre una rapida e semplice pulizia dell'impianto con operazioni di sanificazione grazie alle protezioni apribili. È infine fornita di etichettatrice, sistemi di pesatura automatici, dispositivo per lo scarto delle confezioni non idonee e un sistema di allineamento in uscita delle confezioni.

**FLOW PACK IMBAL 55-BB:** macchina confezionatrice orizzontale (Figura 5) adatta per prodotti irregolari con atmosfera modificata per alimenti freschi. Cicli produttivi da 90 a 150 pezzi/minuto.

**Tabella 4: scheda tecnica FLOW PACK IMBAL 55-BB**

POTENZA	3,5 KW
ALIMENTAZIONE ELETTRICA	220 V 50 HZ 1 PH + N + T
LLUNGHEZZA	4.860 MM
ALTEZZA	1.500 MM
PROFONDITÀ	1.190 MM
PESO	650 KG
PPM	90 - 150
DIMENSIONI PRODOTTO	W: DA 10 A 250 MM / H: DA 1 A 120 MM / L: DA 60 A 600



**Figura 5: FLOW PACK IMBAL 55-BB**

Caratteristiche (Tabella 4): Questa macchina occupa grandi spazi, di conseguenza è adatta a grandi aziende per grandi produzioni, infatti ha un'elevata velocità di produzione. Le dimensioni del prodotto confezionato rientrano in un ampio range: la larghezza può variare dai 10 ai 250 mm mentre l'altezza varia da 1 a 250 mm. La bobina, anch'essa di grandi dimensioni, ha una fascia che può avere tre misure: 520, 720 e 920 mm. La pellicola d'incarto è molto versatile infatti questa macchina può supportare film termosaldanti, film accoppiati, film saldati a freddo e polietilene. Tra le caratteristiche elettriche avremo un controllo assi fornito da un computer PLC che fornisce la memorizzazione di dati e ricette e una diagnostica della macchina stessa, inoltre è abilitato il controllo della macchina da touch screen. La IMBAL 55-BB offre inoltre, diversi optional, tra cui la possibilità di spostamento dell'intera macchina grazie alle ruote disposte sotto ad essa. È provvista di doppio porta-bobina e coltelli a zig-zag. Inoltre, è fornita di un nastro a livelli con gruppo saldante trasversale. Questa macchina è tra le più prestanti ed efficienti sul mercato ed offre diversi vantaggi. È contraddistinta da un'ottima tenuta termica delle buste con atmosfera modificata. Tra i vantaggi più rilevanti c'è la possibilità di confezionamento di prodotti irregolari e la vasta selezione di ricette disponibili.

### 2.3 Termosigillatrici


Sono macchine confezionatrici per saldare film in bobina (Polipropilene, Poliestere o altri film plastici) su vaschette in plastica preformate; la possibilità di fare il vuoto all'interno del contenitore e di immettere gas inerti (atmosfera protettiva) la rende una tra le macchine confezionatrici più usate nel confezionamento alimentare.

Qua di seguito alcuni esempi di termo sigillatrice:

**VGP 60n:** Termosigillatrice (Figura 6) con atmosfera modificata per alimenti e sottovuoto, per confezionare in vaschette. VGP 60n è costruita totalmente in acciaio inox e si caratterizza per la sua estrema rapidità di confezionamento e semplicità d'utilizzo. Dotata di pannello touch con 10 programmi, realizza un livello di vuoto fino al 100% e provvede all'immissione del gas inerte fino al 110% senza l'utilizzo del compressore.

Versatile, può utilizzare fino a 3 distinti stampi standard per vaschette gastronorm e stampi personalizzabili per vaschette di altro tipo. Tra le varie funzioni di VGP 60n spiccano: vuoto e gas aggiuntivi, saldatura, degas e taglio film eccedente. Le caratteristiche costruttive e la componentistica garantiscono solidità e durata nel tempo. Sotto il profilo normativo, la macchina risponde alle più severe norme igieniche e di sicurezza internazionali.

**Tabella 5: scheda tecnica VGP 60n**

Carrozzeria:	Acciaio INOX
Pompa a vuoto:	60mc/h
Dimensioni:	530 x 704 x 1158/1510h mm
Dimensioni camera a vuoto:	325 x 260 x 120h mm
Peso:	141 Kg
Tensione:	400V - 50/60 Hz + 3Ph
Potenza massima assorbita:	2900 W
Dimensioni massime busta:	325 x 260 x 120h mm
Stampo Ripiani:	 1/2 Gastronorm 1x 325x260 mm    1/4 Gastronorm 2x 160x260 mm    1/8 Gastronorm 4x 165x120 mm
Installazione:	Carrellata



**Figura 6: VGP 60n**

Caratteristiche (Tabella 5): Poche sono le caratteristiche tecniche della macchina, tra cui la capacità di svolgere confezionamenti molto rapidi di vaschette sottovuoto, in atmosfera modificata o effettuando solo una sigillatura. Questa macchina offre confezioni di alta qualità in tempi molto corti ed è adatta per piccole produzioni, grazie alle sue piccole dimensioni ed allo spazio che occupa. È sicuramente contraddistinta dalla assenza del compressore offrendo così un confezionamento molto silenzioso in fase di funzionamento. Questa macchina punta molto sulla qualità dei prodotti in uscita anche grazie alle vaschette gastronorm.

**TERMOSIGILLATRICE FT3:** La macchina (figura 7) è realizzata interamente in acciaio Inox e presenta caratteristiche costruttive e di funzionamento all'avanguardia e di qualità. Essa infatti può creare un livello di vuoto fino al 99% e provvedere alla successiva immissione del gas fino al 100%, senza l'utilizzo di alcun compressore (come invece avviene per tutte le altre macchine in atmosfera controllata presenti attualmente sul mercato). La

possibilità di funzionare senza l'ausilio del compressore la rende particolarmente idonea per tutte quelle realtà che dispongono di piccoli spazi in cui non è normalmente presente l'aria compressa.

La termosigillatrice in atmosfera modificata FT3 trova poi collocazione nell'ambito della grande distribuzione organizzata ed in tutti quei negozi di pasta fresca, carni, ecc., in cui è richiesta una macchina capace di realizzare l'atmosfera modificata in vaschetta in modo veloce, pratico e silenzioso. Proprio per l'assenza del rumore del compressore, la termosigillatrice FT3 si caratterizza inoltre per l'estrema silenziosità di funzionamento. Si tratta pertanto di una macchina moderna, innovativa ed economica, munita di pannello comandi digitale con 10 programmi indipendenti che consentono per ogni programma tempi diversi di vuoto e di immissione gas per una gestione completa e diversificata. Le varie funzioni sono controllate da un microprocessore che prevede anche le funzioni ultravuoto ed ultra-gas. Le caratteristiche costruttive e di componentistica utilizzate sono: estrema solidità, tecnologia innovativa e durabilità nel tempo. Sotto il profilo della normativa, la macchina risponde alle più severe norme igieniche e di sicurezza a carattere nazionale ed internazionale (Tabella 6).

**Tabella 6: scheda tecnica FT3**

Carrozzeria	acciaio inox
Pompa di vuoto	25 mc/h
	60 mc/h
Dimensioni	525x625x1125h mm
Dim. max vaschette	330x267x130 mm
Peso	118 kg
Tensione	230 V 50/60 Hz
Potenza massima assorbita	2300 VA
Larghezza min. film	320 mm
Larghezza max film	400 mm
Pressione finale	0,5 mbar
Potenza pompa	750 W



**Figura 7: termosigillatrice FT3**

## 2.4 Confezionatrici sottovuoto a campana

Macchina che consente di ottenere contemporaneamente il vuoto all'interno della confezione e l'immissione di gas nelle percentuali desiderate per la corretta conservazione dell'alimento da confezionare.

Qui di seguito alcuni tipi di macchine confezionatrici sottovuoto a campana:

**Confezionatrice VAC 20:** Il modello VAC 20 (Figura 8) è realizzato con tecnologie innovative. La pompa del vuoto da 25Mc/h, la barra saldante da 500 mm e le notevoli dimensioni della camera del vuoto garantiscono il confezionamento di grandi porzioni in una macchina da banco. Il modello VAC 20 è ideale per banchi di supermercati, macellerie, salumerie, ristoranti, catering service e aziende del settore non alimentare.

**Tabella 7: scheda tecnica VAC20**

Larghezza macchina	600 mm
profondità macchina	600 mm
Altezza macchina	400 mm
Larghezza camera vuoto	510 mm
Profondità camera vuoto	490 mm
Altezza camera vuoto	120 mm vasca + 90 mm cupola coperchio
Barra saldante	500 mm
Pompa vuoto	25 Mc/h
Alimentazione elettrica	230 V 50/60 Hz
Potenza assorbita	900 W
Peso	76 Kg



**Figura 8: confezionatrice VAC20**

Caratteristiche (Tabella 7): Questa macchina è molto pratica e di piccole dimensioni, offre un'alta qualità di confezionamento, ma è limitata a piccolissime produzioni, spesso viene utilizzata come macchina da banco in salumifici e banchi alimentari. La sua carrozzeria è composta interamente di acciaio inox AISI 304. È disposta di una pompa di vuoto che permette l'evacuazione dei vapori condensati ed offre una lunga durata di lavorazione. È provvista di un sistema di controllo elettronico del vuoto (EVC) che ha a disposizione un sensore in grado



di garantire le migliori prestazioni di vuoto e gas in qualsiasi condizione atmosferica/temperatura. Il suo display offre 9 programmi memorizzabili. Questa macchina è inoltre in grado di offrire extra-vuoto fino a 9 livelli per prodotti ricchi di liquido. Provvista di un ciclo di raffreddamento graduale e barra saldante senza fili estraibile mediante bocche argentate per garantire una facile manutenzione e pulizia. Grazie al suo design innovativo senza spigoli la VAC 20 risulta estremamente ergonomica. È infine disposta di un kit di iniezione del gas inerte per la formazione dell'atmosfera modificata.

**Confezionatrice sottovuoto a campana VAC100U:** Il modello VAC 100U (figura 9) è caratterizzato da una grande vasca ed una grande campana che si accoppiano formando un enorme camera per vuoto adatta a contenere molte buste di piccole dimensioni oppure grandi derrate alimentari. Le tre barre saldanti sono disposte ad U, ciò costituisce la soluzione ideale per confezionare numerose piccole buste in un unico ciclo o grandi singole pezzature di carne. È ideale per caseifici, salumifici, impianti di macello, e per chiunque abbia grandi pezzi da confezionare sottovuoto.

*Tabella 8: scheda tecnica VAC100U*

Larghezza macchina	1500 mm
profondità macchina	850 mm + 80 mm maniglia
Altezza macchina	1190 mm
Larghezza camera vuoto	1370 mm
Profondità camera vuoto	710 mm
Altezza camera vuoto	370 mm
Barre saldanti a "U"	1325 mm frontale 2 x 640 mm laterali parallele
Pompa vuoto	300 Mc/h
Alimentazione elettrica	380/400 V 3 ph+N 50/60 Hz
Potenza assorbita	6800 W



*Figura 9: confezionatrice VAC100U*

Caratteristiche (Tabella 8): Anche questa macchina come la sua simile è realizzata interamente in acciaio inox AISI 304 e provvista di una pompa di vuoto con evacuazione dei vapori condensati. Provvista di sistema EVC per garantire le migliori prestazioni a qualsiasi

condizione atmosferica/temperatura. Fornita di display con 9 programmi memorizzabili e funzione di extra-vuoto fino a 9 livelli. Disposta di barra saldante facilmente estraibile che garantisce una semplice manutenzione e pulizia. A differenza della VAC 20 la VAC 100U è fornita di un coperchio bombato stampato in spessore maggiorato per una totale garanzia di sicurezza. Le dimensioni di questa macchina sono più grandi rispetto alla VAC 20, sono necessari grandi spazi all'interno dell'azienda. La caratteristica migliore è sicuramente la possibilità di un confezionamento di pezzi grandi e piccoli anche di forma irregolare. Tra gli optional offerti da questa macchina avremo pompe maggiorate e combinate roots, pompe a viti per alto vuoto, sistema pneumatico automatico di sollevamento campana e nastro trasportatore interno per la completa automatizzazione di espulsione del prodotto.

In conclusione, viene riportata uno schema di confronto tra i vari macchinari (Tabella 9).

**Tabella 9: confronto tra le macchine sopra elencate riguardo diverse caratteristiche tecniche e di prestazione**

Macchine	Spazio occupato all'interno dell'azienda	Potenza assorbita	Facilità nella pulizia	Velocità produzione	Programmi memorizzati	Versatilità formato	Rendimento
MF 50/n	++++	++++	++++	++	Non definiti	+++	+++
IMBAL FLOW FOOD	+++	+++++	+++	++++	Non definiti	++	+++++
IMBAL 450	+	++	++	+++++	+++++	+++++	+++
FLOW PACK IMBAL 55-BB	+	++	++	+++++	++++	+++++	+++
VGP 60n	++++	+++	++++	++	++	++	++
FT3	++++	+++	++++	++	++	+++	++
VAC20	+++++	+++++	+++++	+	+	+	++
VAC 100U	+++	+	++++	+++	+	+++	+

### 3. PANORAMICA DEI PRODOTTI PRINCIPALMENTE SOTTOPOSTI AD UN CONFEZIONAMENTO IN ATMOSFERA MODIFICATA

Negli ultimi anni la tecnologia MAP ha riguardato una vastissima gamma di prodotti alimentari. L'utilizzo del confezionamento in atmosfera modificata ha implicato però l'aumento dei costi di produzione e ovviamente anche i costi di vendita. In questo capitolo andremo a identificare i principali prodotti alimentari sottoposti ad un confezionamento in atmosfera protettiva, inoltre andremo a vedere gli effetti che la miscela di gas ha sul prodotto stesso (Tabella 10).

#### 3.1 Carne rossa e pollame

Per la carne rossa (figura 11) l'obiettivo più importante è quello di mantenere il colore rosso della mioglobina. Come già noto, quando l'O<sub>2</sub> si lega alla mioglobina nel tessuto muscolare si converte in ossimioglobina che dà come risultato il classico colore rosso "da supermercato". Per mantenere la mioglobina legata con l'ossigeno bisognerà regolare la concentrazione di ossigeno all'interno della confezione appropriatamente. I batteri patogeni, come lo *Pseudomonas*, sono i maggiori costituenti della flora delle carni rosse. Poiché questi patogeni sono inibiti dalla CO<sub>2</sub>, è possibile ottenere la stabilità del colore rosso usando questa miscela di gas O<sub>2</sub>: 70-80% CO<sub>2</sub>: 20-30%. Con questa è possibile aumentare la shelf life da 2-4 giorni a 5-8 giorni. Si consiglia inoltre un rapporto gas/prodotto di 2:1. Anche il monossido di carbonio è utile, soprattutto nella vendita al dettaglio della carne rosso vivo in una confezione anaerobica, piuttosto che confezionarla in ambiente aerobico (Jeong & Claus, 2010). In un altro studio, è stato osservato che bistecche e carne macinata con concentrazioni pari a 0,5% di monossido di carbonio in confezioni in atmosfera modificata hanno mantenuto un colore rosso desiderabile per circa otto settimane (Jayasingh, Cornforth, Carpenter, & Whittier, 2001).

Il colore della carne di pollo non è così significativo per il consumatore come quello della carne bovina, in quanto i muscoli del pollo e derivati hanno una bassa quantità di mioglobina, di conseguenza è chiamata carne bianca. Infatti, il colore del pollo macinato e della carne di

tacchino è risultato più stabile in un'atmosfera priva di ossigeno (Saucier, Gendron, & Gariépy, 2000). Pertanto, si raccomanda l'esclusione dell'ossigeno nei sistemi MAP di pollame in termini di stabilità del colore (Rossaint, Klausmann, & Kreyenschmidt, 2006). L'uso di CO<sub>2</sub> e di N<sub>2</sub> estende la fase di latenza e favorisce la crescita di microorganismi anaerobi facoltativi e obbligati. Perciò un ambiente privo di ossigeno potrebbe non essere la scelta ottimale. Tuttavia, poiché il metabolismo anaerobico libera odori meno intensi del metabolismo aerobico, si raccomanda l'uso di una bassa concentrazione di ossigeno in MAP (Rossaint et al., 2006).

### 3.2 Pesce e suoi derivati

Un metodo di elaborazione che viene comunemente utilizzato per prolungare la durata di conservazione dei frutti di mare è il sistema MAP. Sulla base dei dati ottenuti sul pesce e crostacei (Figura 10), si potrebbe ottenere un aumento della durata di conservazione del 30–60% (Gornik, Albalat, Theethakaew, & Neil, 2013). I MAP prolungano la durata di conservazione mantenendo invariate le principali caratteristiche del pesce rendendolo alla vista e al gusto più “naturale” (Mastromatteo, Conte, & Del Nobile, 2010). Le reazioni di ossidazione sono reazioni di deterioramento molto più importanti nel pesce che nella carne, a causa della quantità di lipidi insaturi molto più elevata. Inoltre, poiché il pesce e i molluschi contengono concentrazioni molto più basse di mioglobina, lo stato di ossidazione di questo pigmento è meno importante di quello di altre carni. Di conseguenza, bisogna utilizzare concentrazioni di CO<sub>2</sub> più alte, rispetto a quelle utilizzate per la carne, circa del 40%. A causa dell'elevato contenuto di umidità e del contenuto lipidico di alcune specie, N<sub>2</sub> viene utilizzato per prevenire il collasso della confezione. Tuttavia, la completa esclusione dell'ossigeno dalla confezione potrebbe permettere la crescita di alcuni patogeni come il *Clostridium botulinum*. Questo batterio, che può svilupparsi a temperature fino a 3°C, è molto pericoloso in quanto non altera minimamente le caratteristiche sensoriali del cibo ma causa gravi problemi di salute, che in casi di soggetti immuno-compromessi, anziani, bambini o donne incinte, può portare anche alla morte. Infatti, pesce sottoposto ad un processo tecnologico prima della messa nel mercato include ossigeno nel suo MAP per ridurre ulteriormente il rischio di crescita di clostridi. Le miscele di gas al 30% di O<sub>2</sub>, al 40% di CO<sub>2</sub> e al 30% di N<sub>2</sub> sono usate per il pesce bianco non trasformato, ovvero per il pesce non grasso. Poiché la completa rimozione dell'ossigeno è problematica, vengono utilizzati antiossidanti naturali accoppiati con i sistemi MAP per prevenire l'ossidazione (Giménez, Roncalés, & Beltrán, 2004).

### 3.3 Prodotti freschi: frutta e verdura

I prodotti freschi (Figura 12) sono la più grande categoria di alimenti in cui è stato applicato il sistema MAP e dove sono state condotte ricerche. Gran parte delle ricerche è stata mirata a identificare la composizione ottimale del gas all'interno della confezione. MAP facilita il mantenimento dell'atmosfera desiderata durante l'intero periodo di movimentazione (post-raccolta, tra il raccolto e l'uso). Un'adeguata combinazione di caratteristiche del prodotto e permeabilità del film di confezionamento porta all'evoluzione di un'atmosfera appropriata all'interno delle confezioni (Del Nobile, Licciardello, Scrocco, Muratore, & Zappa, 2007). Frutta e verdura continuano la loro respirazione anche dopo la raccolta.

L'obiettivo principale in un packaging in atmosfera modificata per un prodotto fresco è ridurre al minimo la respirazione prevenendo al contempo una possibile crescita microbica. La respirazione comporta la demolizione ossidativa di molecole complesse di substrato, normalmente presenti nelle cellule vegetali come amido, zuccheri e acidi organici, a molecole più semplici come l'anidride carbonica e l'acqua. Di conseguenza sono state usate miscele a basso contenuto di ossigeno (1-5%) e concentrazioni di anidride carbonica di 5-10%, per ridurre al minimo la respirazione e la traspirazione di frutta e verdura fresca, con la produzione di etilene, poiché è coinvolto l'ossigeno nella trasformazione dell'ammino-ciclopropano carbossilico in etilene (Rojas-Graü, Oms-Oliu, Soliva-Fortuny, & Martín-Belloso, 2009). Man mano che il livello di respirazione diminuisce, la shelf life post raccolta aumenta.

È stato anche dimostrato che la riduzione di O<sub>2</sub> e alti livelli di CO<sub>2</sub> controllano efficacemente la doratura enzimatica, la solidità e il decadimento di frutta e verdura fresca. Inoltre, la crescita dei microrganismi patogeni aerobi può essere sostanzialmente ritardata con livelli ridotti di O<sub>2</sub> (Rojas-Graü et al., 2009). Le elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub> sono anche generalmente efficaci nel controllo della crescita della maggior parte dei microrganismi aerobici, in particolare batteri e muffe Gram-negativi, ma non riescono a inibire la maggior parte dei lieviti. Tuttavia, anche la rimozione completa di O<sub>2</sub> dalla confezione o il mantenimento a livelli molto minimi non sono risultati appropriati poiché per prevenire la crescita di alcuni patogeni psicrofili anaerobici è necessaria una sufficiente concentrazione di O<sub>2</sub> nella confezione.

Determinare le proporzioni ottimali dei gas MAP in sé non è sufficiente per progettare il sistema migliore. La selezione del film di imballaggio ha un effetto negativo su MAP, poiché ogni film ha permeabilità uniche di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Composizioni di gas ottimali per prodotti freschi

sono state studiate e presentate da molti ricercatori. Utilizzando i plots si possono determinare composizioni ottimali per un prodotto specifico e si può selezionare un materiale di imballaggio adeguato.

**Tabella 100:** confronto dei tempi di conservazione di carne, pesce e insalata con e senza l'ausilio di un'atmosfera modificata

alimento	Conservazione in aria	Conservazione in atmosfera modificata
Carne rossa	2-4 giorni	5-12 giorni
Carne bianca	4-7 giorni	16-21 giorni
Carne cotta	2-4 giorni	2-5 settimane
Pesce cotto	2-3 giorni	5-9 giorni
Pesce crudo	2-4 giorni	3-4 settimane
insalata	2-5 giorni	5-10 giorni



**Figura 11:** carne confezionata in atmosfera modificata



**Figura 10:** pesce confezionato in atmosfera modificata



**Figura 10:** verdura confezionata in atmosfera modificata

## CONCLUSIONI

I risultati di questo studio hanno evidenziato l'ampio utilizzo del confezionamento MAP negli ultimi anni, ponendo particolare attenzione sulle macchine confezionatrici. Da questa ricerca, infatti, si sono messe a confronto diverse tipologie di macchinario, evidenziando gli aspetti operativi di ognuno di essi e valutando le caratteristiche più idonee per un'azienda. È stato visto che le macchine flow pack verticali e macchine sottovuoto a campana prese in considerazione sono più adatte a piccole produzioni per la loro relativa bassa velocità di confezionamento, però occupando poco spazio all'interno di un'azienda rimangono più adeguate ad aziende medio-piccole. Al contrario, macchine flow pack orizzontali hanno una maggiore attitudine per grandi aziende dove le produzioni sono molto alte.

Si è discusso anche il livello di potenza assorbita dalla macchina e si è visto che macchine come la VAC 100U che ha bisogno di 6800 W è poco efficiente in relazione alla velocità di produzione, mentre macchine come la IMBAL 450, pur utilizzando molta potenza, risultano molto efficienti grazie alla loro alta velocità di produzione.

Un altro aspetto preso in considerazione è stato la versatilità del formato. Macchine flow pack orizzontali in questo ambito hanno dimostrato di essere migliori rispetto alle altre.

L'ultima caratteristica studiata è stata la facilità di pulizia e di manutenzione della macchina. Flow pack verticali e le macchine di piccole dimensioni hanno un riscontro positivo su questo aspetto.

## BIBLIOGRAFIA

- Church, N. (1994). Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends in Food Science and Technology*, 5(11), 345–352. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90211-9](https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90211-9)
- Del Nobile, M. A., Licciardello, F., Scrocco, C., Muratore, G., & Zappa, M. (2007). Design of plastic packages for minimally processed fruits. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.062>
- Giménez, B., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2004). The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt-head sea bream fillets (*Sparus aurata*) packaged in a modified atmosphere. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9), 1053–1060. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1785>
- Gornik, S. G., Albalat, A., Theethakaew, C., & Neil, D. M. (2013). Shelf life extension of whole Norway lobster *Nephrops norvegicus* using modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 167(3), 369–377. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.10.002>
- Jayasingh, P., Cornforth, D. P., Carpenter, C. E., & Whittier, D. (2001). Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. *Meat Science*, 59(3), 317–324. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00086-9)
- Jeong, J. Y., & Claus, J. R. (2010). Color stability and reversion in carbon monoxide packaged ground beef. *Meat Science*, 85(3), 525–530. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.027>
- Mastromatteo, M., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2010). Combined use of modified atmosphere packaging and natural compounds for food preservation. *Food Engineering Reviews*, 2(1), 28–38. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9013-5>
- Rojas-Graü, M. A., Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2009). The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: A



review. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5), 875–889.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01911.x>

Rossaint, S., Klausmann, S., & Kreyenschmidt, J. (2006). *Effect of high-oxygen and oxygen-free modified atmosphere packaging on the spoilage process of poultry breast fillets*. 96–103.

Saucier, L., Gendron, C., & Gariépy, C. (2000). Shelf life of ground poultry meat stored under modified atmosphere. *Poultry Science*, 79(12), 1851–1856.  
<https://doi.org/10.1093/ps/79.12.1851>

[https://www.mftecno.com/it/prodotti/confezionatrici-verticali/mod-mf-50?utm\\_term=confezionatrice%20automatica&utm\\_campaign=ITA+-+Confezionatrici&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=9372442070&hsa\\_cam=735022952&hsa\\_grp=41211937827&hsa\\_ad=278881624274&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=aud-411745062665:kwd-1689520943&hsa\\_kw=confezionatrice%20automatica&hsa\\_mt=b&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gclid=Cj0KCQiAiNnuBRD3ARIsAM8KmluYZ7fLFkHqKvgyAYsBBX5Hab4FSX0nqLKApevZwK56\\_2mQwZlqmm0aAhlvEALw\\_wcB](https://www.mftecno.com/it/prodotti/confezionatrici-verticali/mod-mf-50?utm_term=confezionatrice%20automatica&utm_campaign=ITA+-+Confezionatrici&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=9372442070&hsa_cam=735022952&hsa_grp=41211937827&hsa_ad=278881624274&hsa_src=g&hsa_tgt=aud-411745062665:kwd-1689520943&hsa_kw=confezionatrice%20automatica&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQiAiNnuBRD3ARIsAM8KmluYZ7fLFkHqKvgyAYsBBX5Hab4FSX0nqLKApevZwK56_2mQwZlqmm0aAhlvEALw_wcB)

<https://www.imbalstock.it/prodotti/macchine-confezionatrici/confezionatrici-verticali/32/imbal-flow-food>

<https://www.imbalstock.it/prodotti/macchine-confezionatrici/confezionatrici-per-atmosfera-modificata/62/imbal-450>

<https://www.imbalstock.it/prodotti/macchine-confezionatrici/confezionatrici-flowpack/10/confezionatrice-flowpack-imbal-55-bb>

<https://www.orved.it/ita/prodotti/linea-termosigillatrici/37/vgp-60n/>

<http://www.gialtek.com/it/ecommerce/macchine-sottovuoto/termosigillatrice-ft3.html>

[http://www.rivac.it/confezionatrici-sottovuoto/confezionatrice\\_sottovuoto\\_a\\_campana\\_vac20.html](http://www.rivac.it/confezionatrici-sottovuoto/confezionatrice_sottovuoto_a_campana_vac20.html)

[http://www.rivac.it/confezionatrici-sottovuoto/confezionatrice\\_sottovuoto\\_a\\_campana\\_vac100u.html](http://www.rivac.it/confezionatrici-sottovuoto/confezionatrice_sottovuoto_a_campana_vac100u.html)