

Quest'opera realizzata da "ECOSIGN Consortium" è distribuita sotto i termini della Licenza [Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Ecodesign nel Food packaging

UNITA' 11: Confezionamento in atmosfera modificata

Gabriel Laslu, Dipl. Eng. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com

Gabriel Mustatea, Ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro

11.1 Definizioni, panoramica	2
11.2 Atmosfera modificata	3
11.3 I vantaggi e gli svantaggi di MAP	4
11.4 Miscele di gas.....	5
11.5 Materiali MAP	7
11.6 Tecnologie per MAP.....	9
11.6.1 Macchine per imballaggi con atmosfera modificata.....	10

Alla fine di questa unità, lo studente sarà in grado di:

- Conoscere i principali tipi di imballaggio alimentare con atmosfera modificata e i materiali usati;
- Conoscere i principi che stanno alla base delle tecnologie per ottenere imballaggi alimentari con atmosfera modificata;
- Conoscere le applicazioni di imballaggio alimentare con atmosfera modificata

11.1 Definizioni, panoramica

Il confezionamento in atmosfera modificata (MAP) può fornire una qualità superiore e una maggiore durata del cibo, preservando il gusto, la consistenza e l'aspetto originale dell'alimento. Le miscele di gas MAP sono di solito costituite dai gas che compongono l'aria: anidride carbonica (CO₂), azoto (N₂) e ossigeno (O₂). Un buon mix di questi dipenderà dal cibo e dalle sue proprietà, quindi avremo soluzioni uniche per ogni alimento.

- L'azoto è un gas inerte che non reagisce con il cibo. Se utilizzato senza altri gas, la sua funzione è quella di rimuovere l'ossigeno dal cibo.

- L'anidride carbonica reagisce facilmente con il cibo, creando acido carbonico. L'anidride carbonica è solubile in acqua e lipidi e, sebbene non sia battericida o fungicida, ha proprietà batteriostatiche e fungistatiche. Può essere utilizzata in piccole quantità (10% -30%) insieme all'azoto per proteggere dall'ossigeno e inibire la crescita di batteri e muffe. Per il massimo effetto antimicrobico, la temperatura di conservazione della MAP deve essere mantenuta bassa poiché la solubilità di CO₂ diminuisce molto con l'aumento di temperatura. Pertanto, un controllo inadeguato della temperatura di solito elimina gli effetti benefici dell'elevato contenuto di CO₂. L'assorbimento di CO₂ dipende in gran parte dall'umidità e dal contenuto di grassi del prodotto. Se il cibo assorbe l'eccesso di CO₂, il volume totale del pacco si ridurrà, causando una depressione nella confezione nota come "collasso del pacco". L'assorbimento eccessivo di CO₂ può anche ridurre la capacità di mantenere l'acqua nella carne con conseguenti gocce antiestetice. Alcuni prodotti lattiero-caseari (ad es. Creme) sono molto sensibili alle concentrazioni di CO₂ e saranno interessate se confezionati in MAP con livelli elevati di CO₂. Frutta e verdura possono subire danni fisiologici a causa di livelli elevati e inadeguati di CO₂.

- Monossido di carbonio (CO). È stato scoperto che il CO è molto efficace nel mantenere il rossore nelle carni fresche a causa della formazione di carbosiemoglobina. Tuttavia, non è utilizzato a fini commerciali perché il monossido di carbonio è un gas altamente tossico e non è approvato a causa del possibile pericolo per gli operatori delle macchine di imballaggio. Tuttavia, il suo uso è consentito negli Stati Uniti per prevenire l'imbrunimento della lattuga confezionata. Il monossido di carbonio ha un effetto inibitorio inferiore rispetto alla CO₂ per i microrganismi.

- L'ossigeno è altamente reattivo agli alimenti, causando sia l'ossidazione degli oli (pascolo) che alimenti per i microrganismi aerobi; è solitamente escluso dalla conservazione degli alimenti. Tuttavia, per alcuni alimenti, vi è motivo di mantenere una quantità di ossigeno nella confezione. Pertanto, una delle principali funzioni di O₂ nella MAP della carne è il mantenimento della mioglobina nella sua forma ossigenata stabile. Questa è la forma responsabile del colore rosso, che la maggior parte dei



consumatori associa alla carne rossa fresca. Un effetto simile si ottiene anche quando si usa NO.

Argon (Ar) è inerte, incolore, inodore e insapore. A causa della somiglianza delle sue proprietà con l'azoto, l'argon può sostituire l'azoto in molte applicazioni. Si ritiene che alcune attività enzimatiche siano inibite e l'argon rallenti le reazioni metaboliche di alcuni tipi di verdure. A causa degli effetti marginali e del prezzo più elevato rispetto all'azoto, il suo uso è piuttosto raro.

L'idrogeno (H₂) e l'elio (He) appaiono in confezioni con atmosfere modificate in alcune applicazioni. Tuttavia, questi gas non vengono utilizzati per prolungare la durata di conservazione. Sono usati come gas di rilevamento delle perdite. La dimensione molecolare relativamente piccola del gas consente una rapida evacuazione attraverso le perdite di imballaggio. Poiché questi gas sono costosi e non facili da maneggiare, il loro uso è raro. Il metodo più comune per il test di tenuta è il rilevamento di CO₂, che è il componente di base in molti processi MAP.

Se gli alimenti sono confezionati in atmosfera protettiva, devono essere indicati sull'etichetta. Inoltre, conformemente al regolamento UE 95/2 / CE, i gas utilizzati devono essere elencati con il numero E corrispondente. I numeri UE per i gas più importanti sono mostrati in tabella. A.1 nell'allegato 1.

11.2 Atmosfera modificata

E' quindi una pratica comune quella di modificare la composizione dell'atmosfera interna di un pacchetto (imballaggio di cibo, medicine, ecc.) per aumentare la durata della vita del prodotto.

Di solito, il processo di cambiamento mira a ridurre la quantità di ossigeno (O₂), spostandolo dal 20,9% allo 0%, per rallentare la crescita degli organismi aerobici e prevenire le reazioni di ossidazione. L'ossigeno rimosso può essere sostituito con azoto (N₂), un gas inerte o anidride carbonica (CO₂), che può abbassare il pH o inibire la crescita dei batteri. Il monossido di carbonio può essere utilizzato per preservare il colore rosso della carne.

Questa è la tecnica utilizzata principalmente per carne, pollo, prodotti da forno e altri prodotti simili. Tuttavia, l'utilizzo della MAP per frutta e verdura fresca è un problema più laborioso, al quale, a differenza di quelli sopra indicati, il O₂ deve penetrare nel pacchetto e il CO₂ deve uscire dalla confezione, perché l'aspetto di "fresco" richiede il processo di "respirazione" "di frutta e verdura. La ragione è che i prodotti ortofrutticoli sono organismi viventi e, quindi, continua a respirare anche dopo la raccolta, per produrre l'energia per le reazioni biologiche vitali.

Attraverso questo lavoro, si cambia l'atmosfera dello spazio libero del pacchetto e si contribuisce all'estensione della durata di validità del contenuto. Pertanto, il sistema MAP è un sistema attivo in cui la respirazione del prodotto imballato avviene



simultaneamente al passaggio del gas attraverso il film di avvolgimento. Pertanto, l'ossigeno consumato durante la respirazione viene sostituito simultaneamente dall'entrata dell'ossigeno. Inoltre, una quantità uguale di anidride carbonica prodotta dal prodotto confezionato viene rimossa dalla confezione. Di conseguenza, la composizione dell'aria rimane costante. Questa condizione è nota come stato stazionario. La figura 1 mostra un pacchetto MAP e lo scambio di sostanze con l'esterno.

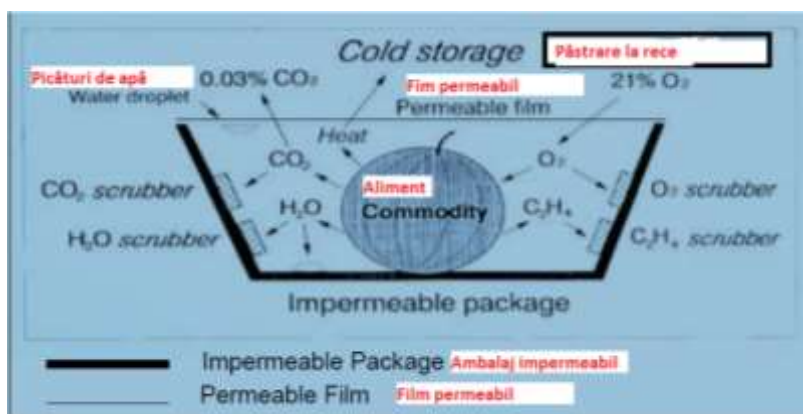


Fig 1. Pacchetto MAP¹

In breve, i motivi che hanno preceduto la MAP sono presentati in Tab. 1.

Tab. 1 Considerazioni sul MAP

Concentrazioni inferiori di O ₂	Per ridurre la frequenza respiratoria
Aumento di concentrazione di CO ₂	Per prevenire la crescita di microbi
Mantenere alto il livello di RH	Per evitare la disidratazione

11.3 I vantaggi e gli svantaggi del MAP ²

Vantaggi:

- Durata più lunga dello stoccaggio/qualità superiore. I prodotti alimentari confezionati in atmosfera protettiva si deteriorano molto più lentamente. In combinazione con il raffreddamento continuo, il MAP può estendere in modo significativo la freschezza e la durata. Come tale, questo alimento confezionato conserva il suo contenuto vitaminico,

¹ After: Amita Venkatesh, MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING (MAP), (The Half Guide), www.packagingconnections.com

² <http://www.wittgas.com/consulting-service/white-papers/modified-atmosphere-packaging.html>



l'aspetto e il contenuto di grassi. Questi effetti variano a seconda del tipo di prodotto. Tuttavia, di solito è possibile un raddoppio del periodo di validità. Normalmente, i prodotti MAP mantengono un'alta qualità per un lungo periodo di tempo e raggiungono il consumatore nelle migliori condizioni possibili.

- Meno sprechi: una durata più lunga causa meno problemi durante la spedizione a lunghe distanze e consente una durata più lunga dello stoccaggio. Di conseguenza, l'eliminazione dei rifiuti a causa di cibo danneggiato è ridotta.
- Altre opportunità di vendita. A causa della maggiore durata dello stoccaggio, utilizzando il MAP si possono aprire nuovi mercati per i produttori. Merci deperibili possono essere trasportate su lunghe distanze.
- Meno conservanti: il confezionamento in atmosfera protettiva ha prolungato la durata di conservazione dei prodotti alimentari, il che significa che, in molti casi, l'uso di conservanti può essere ridotto o addirittura completamente eliminato. Pertanto, i consumatori ottengono prodotti che non contengono additivi artificiali.
- La progettazione di pacchetti interessanti - Oltre agli aspetti funzionali, il design dell'imballaggio gioca un ruolo significativo nella competizione per i consumatori. L'aspetto e la sensazione della qualità influenzano il comportamento d'acquisto. Il MAP è molto appropriato per la progettazione e la presentazione di una confezione più attraente del prodotto alimentare.

Svantaggi

- Elevata complessità: il processo di MAP comporta requisiti relativamente elevati. Possibili guasti: la composizione del gas errato o perdite causate dalla distribuzione difettosa della temperatura o della pressione, strumenti o rifiuti contaminati, contaminazione dei materiali di chiusura o imperfetta. Tuttavia, con la moderna tecnologia MAP e con la garanzia della qualità, i rischi possono essere controllati.
- Costi relativamente elevati: oltre ai film di alta qualità, il consumo di gas e il costo del personale per il controllo qualità sono particolarmente costosi.
- Influenza sulla qualità del prodotto - A differenza dell'uso di conservanti, nella maggior parte dei casi, il gas di protezione non viene assorbito dal cibo e quindi non cambia la natura o il gusto del prodotto. Ma ci sono eccezioni a questa regola. Ad esempio, una concentrazione di CO₂ eccessiva può essere assorbita dal cibo e renderla più acida (acida). Questi effetti possono essere evitati con miscele di gas idonee. L'influenza dell'ossigeno sulla qualità della carne è controversa.

11.4 Miscele di gas

Esistono tre tipi di miscele di gas utilizzati in imballaggi con atmosfera modificata:

- 1) Gas inerti (N₂, Ar)
- 2) Miscela di gas semi-reattivi (CO₂ / N₂ o O₂ / CO₂ / N₂)
- 3) Miscela di gas reattivi (CO₂ o CO₂ / O₂)



Nella figura 1 presentiamo alcune applicazioni delle miscele di gas e nell'Allegato 1, Tab. A1 vengono presentate le miscele consigliate per più prodotti alimentari.



Fig.2 Alcune applicazioni di miscele di gas

La tabella 2 mostra l'aumento della durata della vita di alcuni alimenti grazie all'uso del MAP.

Tab. 2 Estensione della durata di conservazione mediante MAP

Prodotto/ Alimento	Durata della vita in giorni	
	Air	MAP
Manzo (a)	4	12
Pane (b)	7	21
Torta (b)	14	180
Pollo (a)	6	18
Caffè (b)	3	548
Carne cotta (a)	7	28
Pesce (a)	2	10
Pasta fresca (a)	2	28
Pizza fresca (a)	6	21
Carne di maiale (a)	4	9
Panini (a)	2	21



A stoccaggio refrigerato

b Archiviazione ambientale

11.5 Materiali MAP

Le principali caratteristiche che devono essere prese in considerazione nella selezione dei materiali per il MAP:

- 1) Resistenza alla puntura
- 2) Affidabilità della tenuta
- 3) Proprietà antiappannanti
- 4) Permeabilità all'anidride carbonica
- 5) Permeabilità all'ossigeno
- 6) Tasso di trasmissione dell'acqua

Sebbene per la MAP sia disponibile una grande varietà di materiali di imballaggio, la maggior parte dei pacchi viene ancora prodotta dalla base di quattro polimeri: polivinilcloruro (PVC), polietilene tereftalato (PET), polipropilene (PP) e polietilene (PE).

Il tasso di trasmissione dell'ossigeno, indicato anche come "OTR", è il tasso costante al quale l'ossigeno può penetrare attraverso un film. L'OTR è espresso come un volume di ossigeno che penetra in una certa area in un periodo della giornata; cc / m² / 24 ore ... o ... cc / 100 in² / 24 ore, misurate ad una temperatura standard di 23 ° C e umidità relativa dello 0% (RH). I test per l'OTR sono condotti in condizioni asciutte, è importante dimostrare che l'umidità relativa (RH) può avere un impatto maggiore sulle proprietà barriera di determinati film. L'OTR di EVOH, ad esempio, aumenta drammaticamente quando la RH supera il 75%.

La velocità di trasmissione del vapore acqueo (WVTR) misura la trasmissione del vapore acqueo attraverso un materiale. La WVTR viene misurata in grammi / 100 in² / 24 ore, in grammi/m di tempo di 24 ore (secondo lo standard ASTM - E398). Una funzione critica dell'imballaggio flessibile è mantenere i prodotti asciutti e conservare umidi i cibi bagnati. Senza la protezione dell'imballaggio, i prodotti guadagnano o perdono rapidamente umidità fino a quando non sono in equilibrio con l'umidità relativa dell'ambiente. WVTR è lo standard di misura in base al quale vengono confrontati i film per la loro capacità di resistere alla trasmissione di umidità. I valori più bassi indicano una migliore protezione dall'umidità. Solo i valori riportati alla stessa temperatura e umidità possono essere confrontati, poiché i tassi di trasmissione sono influenzati da entrambi i parametri.

Nell'Allegato 1, tab. A. sono indicati 3 valori della classificazione stimata della barriera e dei polimeri e in tab. R. forniamo alcuni valori di OTR e WVTR per i soliti polimeri.

La permeabilità della CO₂ dovrebbe essere da 3 a 5 volte la permeabilità di O₂. Molti polimeri utilizzati per fabbricare i film MAP si trovano in quest'area. (Allegato 1,



tabella A. 5.). La permeabilità dei polimeri ai gas è $CO_2 > O_2 > N_2$, e i rapporti CO_2 / O_2 e O_2 / N_2 sono di solito ca.5. Quindi, è spesso possibile stimare la permeabilità del materiale a CO_2 o N_2 quando è nota la permeabilità a O_2 . Alcuni dei polimeri più utilizzati nella MAP:

Alcool etilenico vinilico (EVOH)

L'alcol polivinilico (PVOH) è un'eccellente barriera ai gas a condizione che sia asciutto. In presenza di umidità, il PVOH assorbe l'acqua, causando gonfiore e plastificazione. In questo stato, le proprietà di barriera ai gas di PVOH sono ridotte. Al fine di garantire una maggiore stabilità del polimero a scopi commerciali, il PVOH è copolimerizzato con etilene per produrre EVOH. Per quanto riguarda le proprietà dei gas barriera di EVOH sono inferiori a quelle del PVOH quando sono asciutte, ma l'EVOH è meno sensibile alla presenza di umidità e, pertanto, è ampiamente utilizzato come strato barriera per il gas nelle applicazioni MAP. EVOH ha buone proprietà di resistenza meccanica agli oli e ai solventi organici.

Poliammidi (nylon)

Il nylon è, in generale, sensibile all'umidità (idrofilo) e assorbe l'acqua dal suo ambiente. L'umidità nella struttura del nylon interferisce con la catena del polimero e influisce negativamente sulle proprietà, inclusa la barriera al gas. In condizioni di elevata umidità, la velocità di trasmissione del gas dai film di nylon aumenta in generale. Tuttavia, c'è il nylon commerciale che è meno influenzato dall'umidità. La forza e la durezza, relativamente elevate, lo rendono ideale per i sacchetti sottovuoto per carne fresca, dove le ossa possono perforare altri materiali plastici. In questa applicazione, il nylon è generalmente laminato con PE, che garantisce le proprietà di incollaggio a caldo a tenuta.

Polietilene tereftalato (PET)

Il PET è il poliestere più comune utilizzato nella confezione dei prodotti. Il PET è una buona barriera al gas e al vapore acqueo, è durevole, offre una buona trasparenza ed è resistente alla temperatura. Il PET cristallino (CPET) è più debole sulle proprietà ottiche, ma ha una resistenza al calore migliore, fonde a più di 270 ° C. La pellicola di PET flessibile viene utilizzata per la barriera dei sacchetti e per i cappucci del coperchio e per il vassoio di imballaggio. CPET viene utilizzato per doppi vassoi preformati per forni a microonde e forni a convezione per alimenti.

Alcuni altri esempi di materiali utilizzati per il MAP sono riportati nell'allegato 1, Tab A. 6.

Polietilene (PP) e polistirene PS

Il Polipropilene è un polimero versatile che ha applicazioni per strutture flessibili, rigide e semi-rigide. Le applicazioni del MAP sono in generale i vassoi rigidi. Il PP è una buona barriera per il vapore acqueo, ma è scarso per il gas. L'aumento dello spessore del materiale compensa in qualche modo il tasso di trasmissione elevato del gas. Il PP



si scioglie a circa 170 ° C. quindi può essere usato come contenitore per prodotti alimentari con basso contenuto di grassi nei forni a microonde.

La schiuma PP, e anche la schiuma PS e il PVC, viene utilizzata per garantire le proprietà strutturali dei laminati dei MAP nel caso in cui siano combinati come strato di tenuta con una barriera EVOH e PE mediante incollatura a caldo.



Uso commerciale del MAP:

- film in polipropilene orientato (OPP);
- Borse (fatte di diversi strati di plastica metallizzata) in scatole di cartone o scatole di cartone laminato con pellicola;
- Film di chiusura a tenuta (pellicole aderenti) vedi fig. 2;
- film che reagiscono alla temperatura;
- Film microforato;
- Film di argilla incorporati attivi (una varietà di silicati di alluminio sotto forma di polvere fine);
- film di PLA (acido lattico).

Fig. 3 Pellicole aderenti

11.6 Tecnologie per la MAP

Esistono due diverse tecniche per la rimozione dell'aria dalla confezione:

- 1) lavaggio dei gas
- 2) vuoto compensato

Nel processo di **lavaggio dei gas**, la rimozione dell'aria all'interno della MAP viene effettuata attraverso una corrente continua di gas. Questo flusso di gas diluisce l'aria nell'atmosfera che circonda il prodotto alimentare. L'imballaggio viene infine sigillato. Poiché la sostituzione dell'aria all'interno dell'imballaggio avviene per diluizione, esiste un limite di efficienza dell'unità. I livelli tipici di ossigeno residuo nell'imballaggio lavato con gas sono 2-5% di O₂.

Di conseguenza, se il prodotto alimentare da confezionare è molto sensibile all'ossigeno, la tecnica di lavaggio del gas non è normalmente adatta.

Un grande vantaggio della tecnica di lavaggio del gas è la velocità del processo. Poiché l'azione è continua, la velocità del processo può essere molto alta.



La **tecnologia del vuoto** invece rimuove l'aria dall'interno, causando una depressione dell'atmosfera all'interno della confezione e quindi il riempimento dell'imballaggio con la miscela di gas desiderata con l'aiuto di questa depressione.

Poichè la sostituzione dell'aria viene raggiunta in due fasi, la velocità operativa dell'apparecchiatura è inferiore a quella data dalla tecnologia di lavaggio del gas. Tuttavia, poiché l'aria viene rimossa dal vuoto e non è semplicemente diluita, l'efficienza tecnologica relativa al livello di aria residua è migliore. Pertanto, se il prodotto alimentare è estremamente sensibile all'ossigeno, è necessario utilizzare una macchina del vuoto.

Di tenuta. Una sigillatura efficiente con l'incollaggio a caldo è essenziale per mantenere la qualità e la sicurezza dei prodotti confezionati. Le caratteristiche del film (spessore e trattamenti superficiali) e la composizione plastica (il tipo di resina, la distribuzione del peso molecolare e la presenza di additivi) determinano le impostazioni della macchina per l'operazione di sigillatura. La corretta combinazione di tempo, temperatura e parametri di pressione della chiusura è essenziale per produrre una buona tenuta.

11.6.1 Confezionatrici con atmosfera modificata

– Confezionatrici per termoformatura (vedi anche Cap. 8, sezione 8.3.2).

Il processo di termoformatura di base (non MAP) comprende tre passaggi: 1 - il foglio di plastica viene riscaldato. 2 - il foglio di plastica è formato. 3 - le forme sono tagliate. Le macchine sono generalmente integrate in linee di produzione che eseguono altre operazioni, come il riempimento automatico, il vuoto compensato, la sigillatura, l'etichettatura sul coperchio, l'etichettatura di base, la registrazione della pagina stampata.

Le linee di confezionamento con uno o più passaggi toccano da 4 a 20 corse al minuto a seconda dell'imballaggio e delle dimensioni del prodotto. L'applicazione tipica per la miscela di gas è di circa 20-100 slm e dipende anche dalle dimensioni dell'imballaggio e dal numero di corse. I sistemi più grandi funzionano con capacità di gas fino a 200 slm. Nell'appendice 2, fig.A2.1 e A2.5 sono mostrati due esempi di tali macchine.

- Macchine con camera a vuoto

Queste macchine utilizzano vassoi preformati ed utilizzano la tecnica del vuoto compensato per sostituire l'aria. Nella macchina di fig.3, i vassoi di plastica preformati vengono inseriti manualmente nella camera prima dell'evacuazione dell'aria e segue il lavaggio con la miscela di gas desiderata e la saldatura a caldo. Queste macchine possono essere utilizzate per la produzione su piccola scala di imballaggi da cucina sottovuoto o imballaggi MAP.



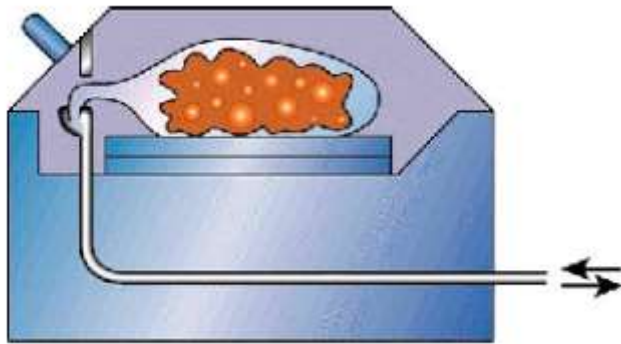


Fig.3 Lo schema della macchina con camera a vuoto ³



Fig. 4 Prodotti realizzati con VFFS

- Le macchine di formatura, riempimento e chiusura con lavaggio a gas (form, fill, seal machine, o la macchina FFS).

Può essere verticale (VFFS) o orizzontale (HFFS). (Vedi anche l'unità 8, paragrafo 8.3.1 e l'allegato 1.5)

Le **macchine VFFS** hanno realizzato una vasta gamma di prodotti che possono essere suddivisi in quattro gruppi principali: - merci alla rinfusa, che vanno da dadi e torte a viti e bulloni, - polvere, es. caffè macinato e latte disidratato, -ranuli, ex.detergents; - liquidi: es. ketchup, maionese, condimenti per l'insalata o gel da bagno.

Sono in grado di produrre dell'ordine di 120 confezioni al minuto (a seconda delle dimensioni del pacco). A differenza della termoformatura, l'aria non viene inizialmente evacuata, ma viene costantemente lavata con la miscela di gas prima di sigillarla. L'atmosfera nella confezione è sostituita da tubi. Il consumo di miscele di gas in questo caso è molto più alto rispetto a quello degli imballaggi scaricati perché una parte della miscela di gas viene persa. Il consumo di miscela di gas per una forma standard di questa macchina è di 30-300 slm. Una tale macchina è mostrata in fig A2.6 e A2.7.

La produzione di borse - In teoria, tutte le macchine di confezionamento verticali funzionano allo stesso modo. Uno strato di film piano, derivato da un grande rotolo di pellicola all'ingresso della macchina, viene formato in un tubo. Questo tubo è chiuso nella parte inferiore: questa è la parte inferiore della nuova borsa. Dopo che il prodotto è stato distribuito nel sacchetto, anche il lato superiore viene chiuso.

Il tubo del gas - Il gas viene introdotto nel sacchetto attraverso un tubo del gas che è montato nel tubo di formazione ed è collegato ad un serbatoio di gas o ad un miscelatore di gas (vedi figura A. 2.8). Un flussometro regola la quantità di gas pompato nella confezione. Il diametro e la forma (rotonda, rettangolare o ovale) del tubo del gas dipendono dalla quantità di gas desiderata e dallo spazio che il tubo di

³ WITT prospect, Modified Atmosphere Packaging (MAP) in the food industry - LMMappe_UK_30722



formazione fornisce. Il tubo del gas deve essere incorporato senza interrompere il flusso del processo.



Tab A. 1 Gas alimentari approvati dall'UE per MAP

E-no. /Nr.UE	Gas	Nome
E 290	Diossido di carbonio	Gourmet C
E 938	argo	Gourmet A
E 939	Elio	Gourmet He
E 941	Azoto	Gourmet N
E 942	Ossido nitroso	Gourmet L
E 948	Ossigeno	Gourmet O
E 949	Idrogeno	Gourmet H
E941/E290	70% di azoto 30% di anidride carbonica	Gourmet N70
E941/E290	50% di azoto 50% di anidride carbonica	Gourmet N50
E948/E290	70% di ossigeno 30% di anidride carbonica	Gourmet O70

Tab A.2 Miscele di gas raccomandate di MAP¹ (Parry, 1993)

Prodotti	% Ossigeno	% Diossido di carbonio	%Nitrogeno
carne rossa	60-85	15-40	-
Carni cotte / stagionate	-	20-35	65-80
Pollame	-	25	75
Pesce (bianco)	30	40	30
Pesce (oleoso)	-	60	40
salmone	20	60	20
Formaggio stagionato	-	100	-
Formaggio morbido	-	30	70
Pane	-	60-70	30-40
Torte non caseari	-	60	40
Latticini, pasta (fresca)	-	-	100
Frutta e verdura	--3-5 -	--3-5 -	85
Cibi secchi / arrostiti	-	-	100

¹¹ Parry, R.T., 1993. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food, ed. by R.T. Parry, pp. 1-18, Glasgow, UK, Blackie.



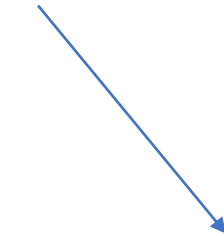
Tab. A.3 Classificazione della barriera a O₂ e all'acqua dei polimeri ²

Classificazione barriera	Oxygen ASTM D3985	Moisture ASTM F1249
Basso	> 100 cm ³ /m ² /24 hr	> 100g/m ² /24 hr
medio	6-100 cm ³ /m ² /24 hr	6-100g/m ² /24 hr
alto	1-5 cm ³ /m ² /24 hr	1-5g/m ² /24 hr
Molto alto	< 1 cm ³ /m ² /24 hr	1g/m ² /24 hr <

Tab A.4 Valori tipici per OTR e WVTR

Source: Jonathan Flowe, Barrier films for packaging, Pira International Ltd, 2005.

OTR di materiali sfusi

Tipo di pellicola		OTR 73°F (23°C), 0% RH [CC/100 in 2/day]	CC/m ² /day
EVOH (etilene alcol vinilico)	Buona barriera 	0.005-0.12	008-1.9
Biax nylon-6 / nylon-6 biassiale		1.2-2.5	18.6-39
OPET (poliestere orientato)		2.0-6.0	31-93
BOPP / PP biassiale		100-160	1,550-2,500
Cast pp / PP turnată		150-200	2,300-3,100
HDPE (polietilene ad alta densità)		150-200	2,300-3,100
OPS (polistirene orientato)		280-400	4,350-6.200
LDPE (polietilene a bassa densità)	Scarse barriere	450-550	7.000-8,500

² Yahya Ibrahim Mohamed Khalifa. "Effect of the Printing Remedies and Lamination Techniques on Barrier Properties "WVTR and OTR Value" for Polypropylene Film". *EC Nutrition* 5.2 (2016): 1089-1099.



Valori tipici della barriera WVTR

Tipo di pellicola		WYTR.100°(30°C),, 90%. RH G/100 in 2/day	g/m2/day
PP orientato biassiale	Buono (BUN) WYTR	0.25-0.40	3.9-6.2
HDPE		0.3-0.5	4.7-7.8
Cast pp		0.6-0.7	9.3-11.0
Biax PET		1.0-1.3	16-23
LDPE		1.0-1.5	16-23
EVOH		1.4-8.0	22-124
OPS		7.0-10.0	109-155
Biax NYLON-6	Basso (SLAB) WYTR	10.0-13.0	155-202

Tab. A.5 Valori di permeabilità e il rapporto CO₂ / O₂ ³

Tipo di pellicola	permeabilità (cc/m2/mil/dia a 1 atm)		
	CO ₂	O ₂	CO ₂ :O ₂ ratio
Poliestere	180-390	52-130	3.0-3.5
Polietilene, a bassa densità / LDPE	7,700-77,000	3,900-13,000	2.0-5.9
polipropilene	7,700-21,000	1,300-6,400	3.3-5.9
Polistirolo	10,000-26,000	2,600-7,700	3.4-3.8
Cloruro di polivinile / PVC	4,263-8,138	620-2,248	3.6-6.9

Tab A.6 Esempi di materiali utilizzati per MAP

³ Leonora M. Mattos, Celso L. Moretti and Marcos D. Ferreira, Modified Atmosphere Packaging for Perishable Plant Products



MAPPA DEI MATERIALI			
Materiali	Proprietà	Strutture	Usi
Polyolefins/Poliiolefine			
LDPE	Basso WVTR, Alto OTR	Laminato,	lidding,
LLDPE	Buon impatto , resistenza, trazione, foratura	rivestito con estrusione,	Base Web,
HDPE	Proprietà barriera superiori a quelle sopra	co-estrusione	Vassoi
OPP	Low WVTR, Low OTR	Laminato,	Copertura, base web
COPP	Low WVTR, Low OTR	rivestito con estrusione,	lidding
Inomers	High Tack, simile a LDPE	Co-estrusione	lidding
Vinyl Polymer			
EVA	Alto WVTR e OTR (superiore a LDPE)	Laminati, rivestiti con estrusione, coestrusione	Lidatura, Base Web, vassoi
PVC	Buona barriera ai gas, barriera moderata di O2	Macinato e calendared	Vassoi termoformati
PVdC	Eccellenti proprietà barriera	Coestrusione estrusa	lidding
EVOH	Altissima barriera ai gas, sensibile all'umidità	Co-estrusione, laminati	Reti di base, coperchi
Styrene HIPS (a)	Puntello ad alta resistenza e bassa barriera.	Laminato, coestrusione	Vassoi termoformati
Polyamide Nylon -6	Buona barriera	Laminati, rivestiti con estrusione	lidding
Polyesters PET	Alta chiarezza	Lamintes, scheda	Vassoi con coperchio, Therformed (APET - PET amorf)
Altri PC, ABS (acrilonitrile butadiene stirene) / altele Policarbonați, ABS		cinema	Vassoi termoformati
a) HIPS, polistirene ad alto impatto. HIPS è un materiale plastico a basso costo, facilmente fabbricato e lavorato sulle macchine. Le HIPS sono spesso utilizzate in strutture a bassa resistenza quando sono richieste resistenza all'impatto, lavorabilità e bassi costi.			



Membrana termoformata

- -200μ LDPE UPVC / 70μ
- -400μ UPVC / 100μ LDPE
- -650μ UPVC / 100μ LDPE
- -400μ APET / 100μ LDPE
- -300μ Barex / 100μ LDPE

Inoltre, ci sono alcune specifiche PS / EVOH / LDPE e percentuali inferiori APET / EVOH / PE.

Chiusura del sigillo laminato

-15μ poliestere / PVdC / 60μ LDPE / coperto

-12μ poliestere-PVdC / PE coestruso -15μ PA mirato (nylon) / 60μ LDPE -21μ coestruso PP / 50μ LDPE



Allegato 2: Macchine per MAP

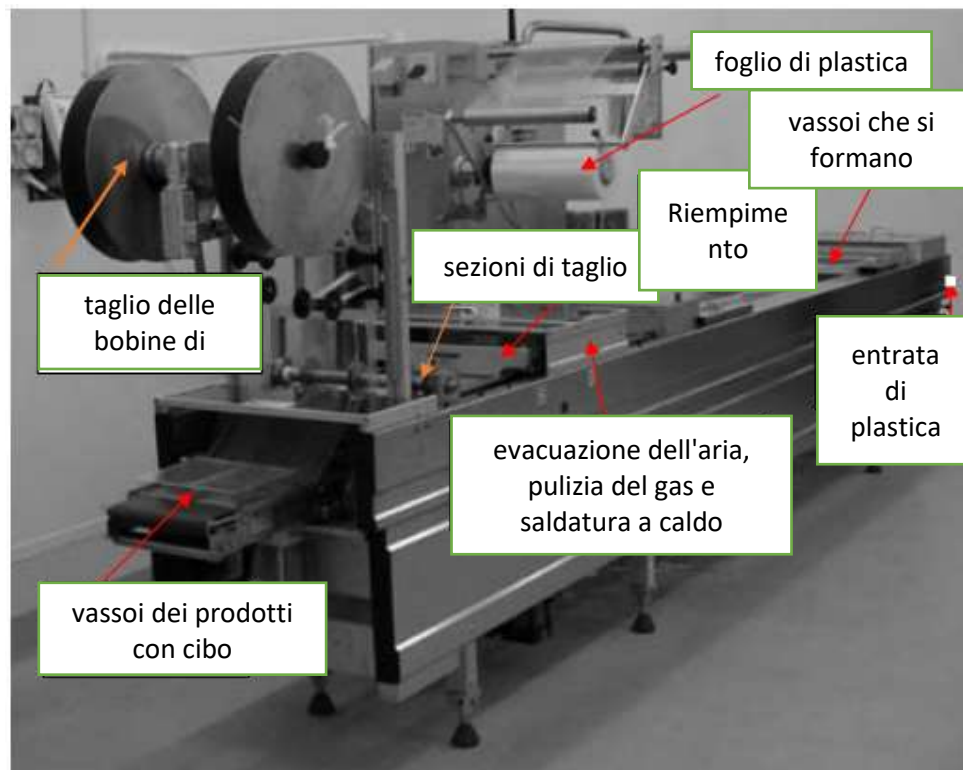


Fig A2.1 Termofornatrice (Multivac R230 termofornatrice)



Fig A2.2 Dettaglio di entrata in plastica



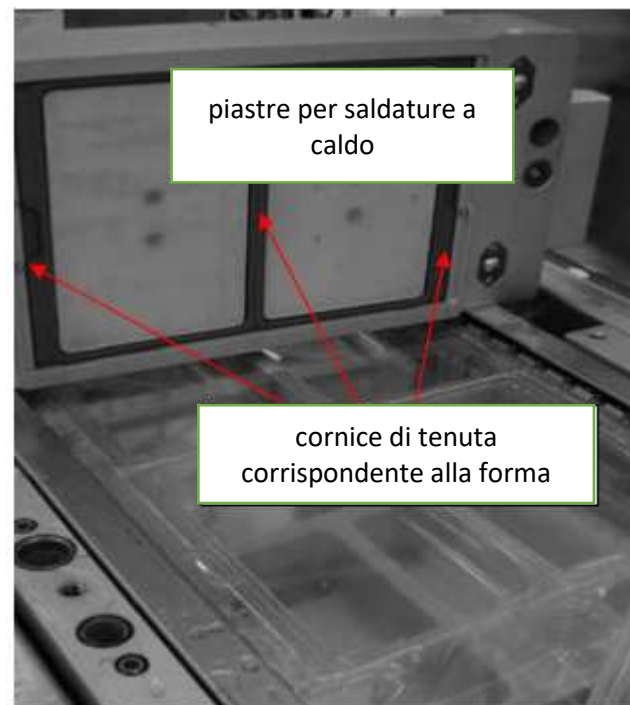
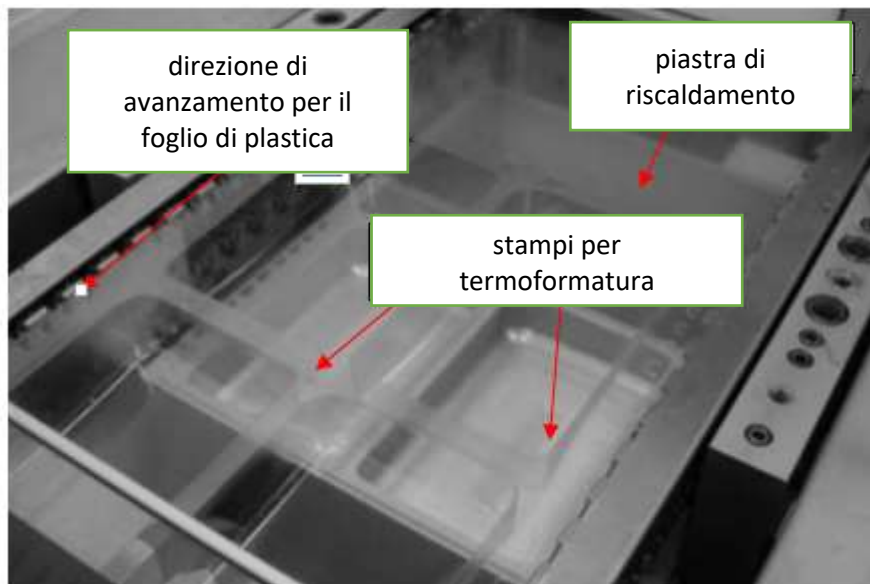


Fig A 2.3 Vassoi per termoformatura

Fig A2.4 Dettaglio del telaio adesivo termosaldante



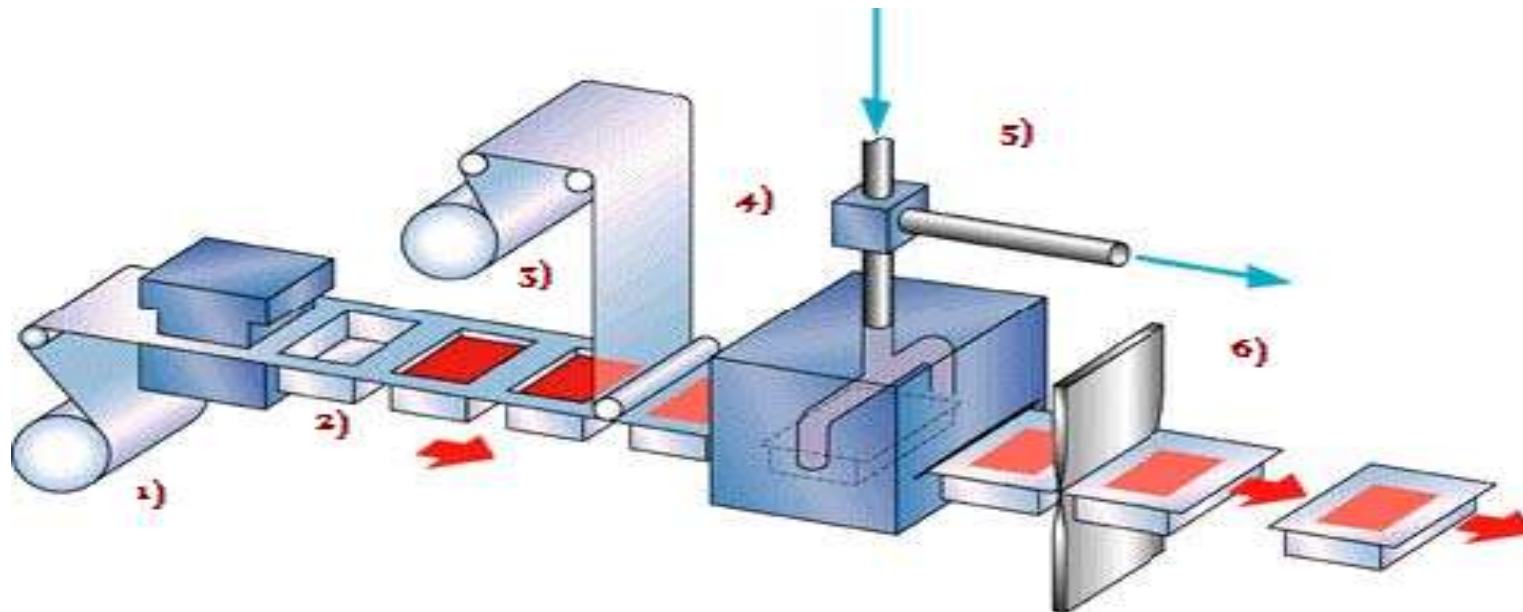


Fig A2.5¹ Lo schema della termoformatrice, con vuoto compensato, alimentato da due bobine di film.

Un film termoformabile interno (1) viene formato in uno stampo (2). Il prodotto alimentare è posto in questo vassoio ed è coperto da un film superiore (3). Viene creato un vuoto (5) nel vassoio e, a causa sua, entra la miscela di gas.

¹ WITT prospect, Modified Atmosphere Packaging (MAP) in the food industry - LMMappe_UK_30722



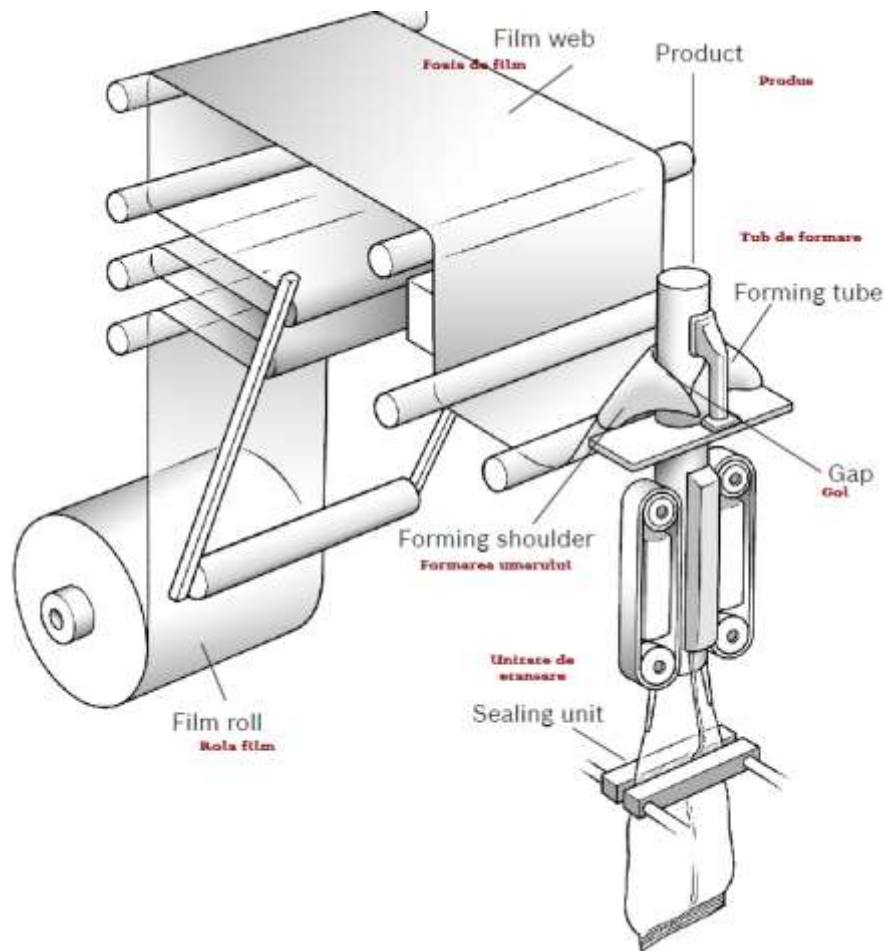


Fig. A2.6 Macchina VFFS

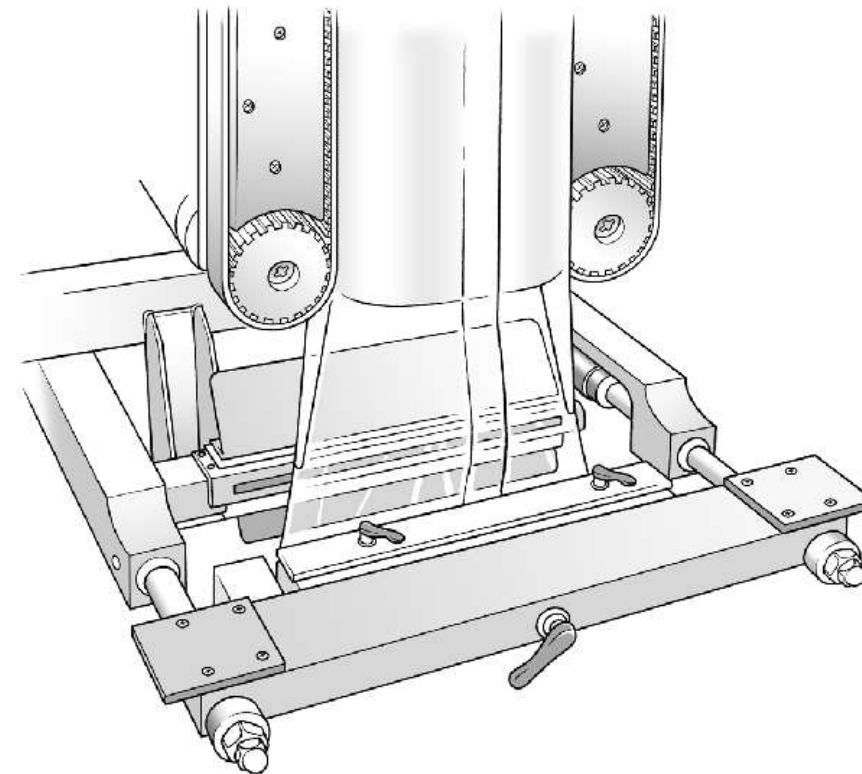


Fig A2.7 Parte inferiore, superiore e tagliente



L'unità di tenuta, alla base del tubo di formatura, contiene quattro barre saldanti. Le due ganasce sigillanti inferiori formano il punto superiore della borsa appena riempita. Allo stesso tempo, le due mascelle superiori più vicine deformano il tubo dal punto inferiore della borsa successiva. La lama che taglia e separa le due borse si trova tra i due gruppi di ganasce di tenuta. Il materiale del film viene compresso insieme e riscaldato dalle ganasce di tenuta.

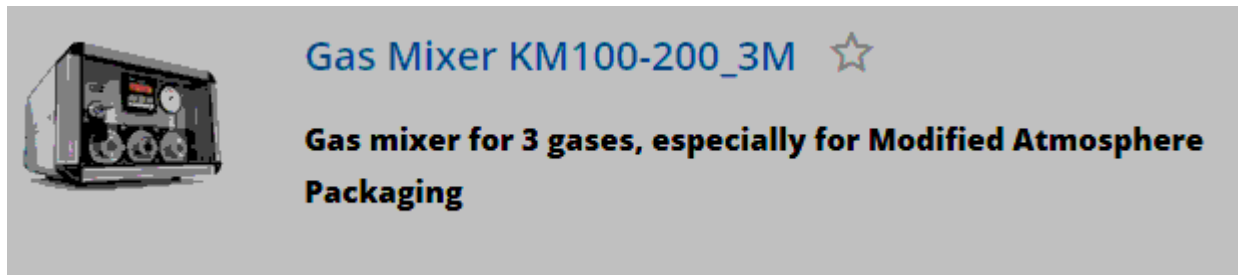


Fig A 2.8. Miscelatore di gas WITT per 3 gas per MAP²

Vantaggi per il miscelatore di gas:

- *Flessibile - Qualsiasi miscela di gas può essere ottenuta con miscelatori di gas nella posizione corrispondente.*
- *Bassi costi di installazione;*
- *Campioni specifici del prodotto possono essere eseguiti all'interno dell'azienda;*
- *Risparmi sui costi del gas;*
- *Un mixer al posto di più bottiglie, diverso per la premiscelazione;*
- *La necessità di gestire le bottiglie scompare.*

² <http://www.wittgas.com/products/gas-mixers/food-technology.html>

