

LES CONDITIONNEMENTS EN MATIÈRE PLASTIQUE DES PRODUITS DÉSHYDRATÉS

T. LEFAUX (PARIS)

La protection que doit exercer un emballage vis-à-vis des produits alimentaires déshydratés est avant tout, bien entendu d'ordre physico-chimique, c'est-à-dire que le matériau d'emballage doit être suffisamment imperméable à la vapeur d'eau pour maintenir les produits alimentaires dans un état de déshydratation donné.

Simultanément, d'ailleurs, on peut être amené à protéger ces denrées contre l'oxydation (matières grasses, vitamines...) si bien que l'imperméabilité recherchée peut concerner à la fois la vapeur d'eau, les gaz, le rayonnement ultra-violet.

Nous étudierons, aujourd'hui, les matières plastiques comme matériaux d'emballages des produits déshydratés et nous distinguerons, à cet égard, trois aspects du problème: physico-chimique, technologique et, enfin, chimique et toxicologique.

Remarquons, dès à présent, que les emballages plastiques qui nous intéressent aujourd'hui ne sont pratiquement constituée que par des sacs et des sachets, obtenus à partir des films plastiques.

ASPECT PHYSICO-CHIMIQUE

Le verre et les divers métaux (fer, étain, aluminium, aciers inoxydables) utilisés dans l'industrie de l'emballage se caractérisent par leur imperméabilité, leur étanchéité aux agents extérieurs (gaz, vapeurs, arômes, parfums, liquides). Les matières plastiques ont une structure plus lâche, qui leur confère une certaine porosité aux gaz et une perméabilité plus ou moins marquée aux vapeurs et parfois aux liquides.

Il est actuellement admis que la perméabilité aux gaz et aux vapeurs d'un film en matière plastique comporte une absorption (par affinité chimique ou par solubilité) des molécules de gaz et de vapeur sur la

surface du film au contact, suivie d'une diffusion de ces molécules à travers la matière plastique et, enfin, d'une désorption à l'autre face. Il paraît intéressant de rappeler très brièvement les principaux facteurs susceptibles d'influer sur cette perméabilité.

1) La perméabilité est en relation avec l'état (cristallisation, orientation) de la matière plastique. La cristallisation est un facteur favorable à l'imperméabilité: les hauts polymères à très haut degré de cristallinité (chlorure de polyvinylidène, polytétrafluoréthylène, polyéthylène à basse pression) présentent une grande imperméabilité à la vapeur d'eau.

2) La structure même du haut polymère (symétrie ou dissymétrie de la macromolécule, saturation ou non des valences, encombrement spatial) a une grande influence sur la perméabilité.

3) La similitude structurale entre les molécules du corps diffusant et de la matière plastique (plus précisément du haut polymère) accroît la perméabilité, C'est ainsi que les dérivés cellulosiques ou l'alcool polyvinylique, à groupement hydrophile OH, sont beaucoup plus perméables à la vapeur d'eau qu'aux vapeurs organiques.

4) La présence d'adjuvants à côté du haut polymère (plastifiants, pigments, charges...) influe également sur la perméabilité du plastique. On note généralement que les plastifiants écartent les chaînes macromoléculaires, facilitant ainsi la diffusion des molécules absorbées. Mais la nature chimique du plastifiant peut aussi intervenir: la glycérine (qui possède des OH alcooliques) accroît la perméabilité aux vapeurs d'eau et d'alcool éthylique, alors qu'elle diminue la diffusion du benzène.

Tableau 1

Perméabilité à la vapeur d'eau de divers films plastiques

à 38° C et 93% H. R.	Epaisseur des films = 30/100 mm
Hauts polymères	Perméabilité en g/m ² /24 h (moyennes)
Elastomère silicone	Très élevée
Acétate de cellulose	> 50
Polyamide (Nylon)	16
Polycarbonate	13
Polystyrène	10
Polytéréphtalate d'éthylèneglycol	7
Chlorure de polyvinyle non plastifié	6
Polyamide (Rilsan)	5
Polyéthylène haute pression	2
Polyéthylène basse pression	1
Polypropylène	0,8
Chlorure de polyvinylidène	0,2

Les pigments opacifient généralement la matière plastique: certains d'entre eux (oxyde de titane) la rendent imperméable non seulement aux rayons visibles, mais encore au rayonnement ultra-violet.

Tableau 2

Perméabilité aux gaz (cm³/m²/jour) à la température ambiante

Hauts polymères	e = 0,025 mm		
	O	N	CO ₂
Elastomère silicone	135 000	67 200	900 000
Polyéthylène haute pression	3 900	1 300	9 000
Polystyrène	2 500	600	10 000
Polyéthylène basse pression	1 300	500	6 500
Acétate de cellulose	1 200	500	12 000
Polypropylène	1 000	350	4 500
Chlorure de polyvinyle non plastifié	150	50	1 000
Polyamide	100	25	400
Polytéréphtalate d'éthylèneglycol	30	10	300
Chlorure de polyvinylidène	9	2	36

D'autres facteurs jouent encore, tels que la température, par exemple, qui accroît généralement la perméabilité, ou l'épaisseur de la matière plastique, qui la diminue au contraire.

Les tableaux 1 et 2 donnent, finalement, une idée des diverses perméabilités des principales matières plastiques.

Perméabilité aux rayons ultra-violets

Les résultats publiés dans la littérature scientifique sont parfois contradictoires et, parfois, imprécis (les zones de l'ultra-violet où se font les mesures ne sont pas toujours très clairement mentionnées).

Néanmoins, il semble que l'on puisse noter qu'à part les dérivés cellulosiques et, surtout, le polyéthylène, les matières plastiques sont assez peu perméables au rayonnement ultra-violet; au-dessous de 2 800 Å (U. V. court), l'absorption du rayonnement est presque totale sous une épaisseur de 2 mm. Mais, dans l'ensemble, les matières plastiques sont plus perméables que les verres courants (verres silico-calcosodiques ou potassiques) qui absorbent totalement le rayonnement ultra-violet dès la longueur d'onde de 3.500 Å sous une épaisseur de 2 à 3 mm.

Parmi les hauts polymères les plus transparents aux rayons ultra-violets, il faut citer le polyéthylène, le polyméthacrylate de méthyle, les dérivés cellulosiques. Le chlorure de polyvinyle non plastifié, le chlorure de polyvinylidène et les polyesters stratifiés sont, au contraire, les plus imperméables.

Le tableau 3 indique des pourcentages de transmission relatifs à deux raies importantes:

- 2537 Å, rayonnement germicide;
- 3650 Å, rayonnement favorable à l'oxydation des corps gras, l'épaisseur des films étant de 0,8 mm.

Tableau 3

Pourcentages de transmission

Nature du film	U. V.		I. R. %
	2 537 Å	3 650 Å	
Cellophane non imperméabilisée	20	75—80	90—95
Cellophane imperméabilisée	10 à 20	75—80	
Polyéthylène	70	85	90
Chlorhydrate de caoutchouc (pliofilm)	20	40—60	70—85
Chlorure de polywinyle non plastifié	0		50—65
Chlorure de polyvinylidène	0	60	80—95
Polytéréphatalate d'éthylèneglycol	0	25	85

Perméabilité aux microorganismes

Les films plastiques, exempts de micropores bien entendu, sont imperméables aux divers microorganismes: bactéries, champignons, virus. Il n'y a pas là d'adsorption ni de désorption comme avec les molécules d'eau et de gaz. Notons, d'ailleurs, que les dimensions ne sont plus les mêmes, puisqu'elles sont de l'ordre de l'angstroëm pour les molécules et de l'ordre du micron pour les microorganismes.

Micropores

Les films plastiques peuvent-ils présenter des micropores? Comme les autres matériaux d'emballage — notamment comme la feuille mince d'aluminium qui, au-dessous d'une épaisseur de 15 à 20 microns, présente une multitude de trous extrêmement fins dus aux imperfections du cylindre du laminoir ou, simplement, à la présence de poussières dans l'atelier — les films plastiques présentent des micropores lorsqu'ils se trouvent sous de très faibles épaisseurs.

Ces épaisseurs maxima, très intéressantes à connaître, sont fonction d'un certain nombre de facteurs, en particulier de la structure du haut polymère, de son degré de polymérisation, du mode d'élaboration du film (par évaporation, par extrusion ou extrusion-soufflage, etc...), si bien que, dans la pratique il est assez difficile de préciser chaque fois ce maximum. Pour fixer les idées, disons que pour le polyéthylène, par exemple, il faut atteindre parfois des épaisseurs de l'ordre de 50 mi-

crons pour ne plus constater de micropores, alors que la pellicule cellulosique type Cellophane, qui est obtenu par coagulation continue, ne présente plus de micropores au-dessus de 25 à 30 microns.

ASPECT TECHNOLOGIQUE

A — Qualités d'un bon emballage

Dans la pratique, on n'a généralement pas affaire aux films en nature, mais aux emballages définitifs, en l'occurrence les sacs et les sachets, obtenus à partir de films par soudage (ou par collage), et que l'on scellera définitivement après remplissage de la denrée alimentaire.

a) Cette simple intervention de la soudure dans la chaîne du conditionnement peut déjà compliquer le problème, puisque certains films — on le sait — ne peuvent être soudés directement, alors qu'ils présentent, par ailleurs, de bonnes qualités mécaniques et physico-chimiques. Il leur faut subir un traitement, généralement une enduction thermocolante, qui permettra la fermeture définitive. D'autre part, les films soumis à ces opérations de soudure et d'étirage sur machine, devront garder — malgré la chaleur dégagée — une bonne stabilité dimensionnelle, permettant la régularité de fabrication du sachet et un bon repérage de son impression.

On ne saurait trop insister sur ces opérations de soudage et de collage, qui sont effectuées aujourd'hui à des cadences extrêmement rapides sur des machines automatiques et doivent être parfaitement exécutées, est-il besoin de la dire, si l'on veut garder à l'emballage son caractère d'étanchéité.

Rappelons que la grande majorité des emballages souples se forment par soudage haute fréquence ou par thermosoudage. Le premier procédé s'emploie avec le chlorure de polyvinyle qui possède, à cet égard, des qualités diélectriques particulières. Le thermosoudage, qui s'obtient à l'aide de résistances chauffantes ou par impulsions thermiques, est applicable, notamment, aux polyoléfines.

b) En dehors de l'aspect brillant et de la facilité d'impression que doit posséder l'emballage, d'autres qualités sont exigées: la résistance à l'abrasion, par exemple, qui limitera les microfissures et les micropores. D'autre part, la matière plastique devra être suffisamment souple pour que la formation de plis sur le sachet — pendant la manipulation et le transport ne modifie pas sa texture et, par conséquent, ses propriétés mécaniques et sa perméabilité.

Au reste, les essais préalables de perméabilité effectués sur le film

comporteront les deux variantes: „plié” et „non plié”. Ces essais seront réalisés dans les conditions tropicales (38 à 40°C, en présence de 90 à 95 p. 100 d’humidité relative) en ayant soin de toujours présenter à l’atmosphère humide le côté du film qui deviendra la face extérieure du sachet.

B — Choix des matières plastiques

a) D’une façon générale, les films plastiques, étant donné la perméabilité que l’on sait, ne sont pas utilisés seuls, sauf pour les emballages en vrac. C’est ainsi que le sac de polyéthylène un peu épais (20/100 de millimètre) est utilisé pour le transport en vrac, par 25 ou 50 Kg, de légumes déshydratés (oignons, carottes...). La poudre de lait, qui craint à la fois l’humidité et la lumière, est transportée en vrac dans des sacs de jute ou des sacs de papier kraft doublés intérieurement de polyéthylène.

b) Pour la vente au détail, on utilisera des conditionnements à base de complexes, associations de films plastiques à qualités complémentaires, comprenant éventuellement un papier ou de l’aluminium.

Ces complexes ont le grand avantage:

— d’accroître l’impermeabilité, par le jeu même de la superposition de films à qualités complémentaires, mais aussi en supprimant la perméabilité due à la présence éventuelle de micropores;

— d’être thermosoudables, à condition — évidemment — de choisir comme face interne du complexe un film lui-même thermosoudable.

Les principaux complexes

Les plus importants pour nous, aujourd’hui, sont ceux qui assurent la protection contre la vapeur d’eau; nous verrons ensuite ceux qui protègent l’aliment déshydraté contre les gaz et, enfin, des complexes divers, notamment les complexes utilisés dans le conditionnement de produits déshydratés renfermant des matières grasses.

1. Complexes contre l’humidité

Deux types de matériaux complexes sont employés, suivant que l’on désire un conditionnement opaque ou un conditionnement transparent.

a) Le type de conditionnement opaque est représenté par le complexe aluminium-polyéthylène*). Le polyéthylène est déposé sur l’aluminium par extrusion-laminage (le contre-collage à l’aide d’une colle

*) Remarquons que l’énoncé d’un complexe se fait toujours de la face externe vers la face interne; ici donc, c’est le polyéthylène qui est au contact du produit déshydraté.

ou d'une cire est une opération difficile à réaliser en raison de la faible épaisseur — 15 à 20 microns — du film de polyéthylène).

Le polyéthylène peut être déposé sur une seule face ou sur les deux faces; dans ce dernier cas, la souplesse du complexe est très grande et l'aluminium ne peut se plisser ni présenter des microporosités.

Dans ce type de complexe opaque, on trouve une série de variantes:

— papier + aluminium + polyéthylène

— papier + aluminium + émulsion de chlorure de polyvinylidène.

On trouve également du papier enduit sur une face d'une émulsion de chlorure de polyvinylidène et laminé sur l'autre face par une fine couche de polyéthylène.

b) La pellicule cellulosique est à la base des complexes transparents. Elle est généralement vernie sur une face (vernis au chlorure de polyvinylidène) et contrecollée sur l'autre par un polyéthylène, ce dernier étant en contact avec l'aliment.

On trouve également des pellicules cellulosiques enduites sur leur deux faces d'une émulsion de chlorure de polyvinylidène (Saran, Ixan, Diofan).

La pellicule cellulosique est parfois remplacée par un film de polypropylène, enduit sur chacune des faces d'un vernis thermosoudable.

On peut enfin utiliser des complexes, tels que Rilsan + polyéthylène ou des films traités comme le polytéréphtalate d'éthylèneglycol, enduit de polyéthylène pour le thermosoudage.

2. Complexes offrant une imperméabilité au gaz

Ici encore, on distinguera le conditionnement transparent et le conditionnement opaque:

a) dans le premier cas, le matériau de choix est la pellicule cellulosique. Cette dernière est généralement enduite sur l'une de ses faces d'une émulsion de polyvinylidène et contrecollée sur l'autre par du polyéthylène.

Une bonne formule de complexe transparent permettant de tenir le vide est la suivante:

Pellicule cellulosique vernie extérieurement (vernis polyvinylidène) + film de chlorure de polyvinylidène + couchage polyéthylène (60 g/m²).

b) Si l'on cherche un enveloppement opaque, on associera la pellicule cellulosique à l'aluminium. Un des meilleurs complexes est le suivant: pellicule cellulosique vernie extérieurement + couchage polyéthylène (25 g/m²) + aluminium (— 2 microns) + couchage polyéthylène (50 g/m²).

Le complexe est très souple, l'aluminium étant pris entre les deux couches de polyéthylène

3. Complexes utilisés en présence de matières grasses

Les corps gras sont de conservation délicate. Ils sont généralement enveloppés dans des films et non pas logés dans des sachets.

Mais le problème qui nous intéresse aujourd'hui est celui du conditionnement d'aliments déshydratés renfermant une teneur plus ou moins importante de matières grasses.

Dans le cas d'une faible teneur en matières grasses, les sachets peuvent être simplement réalisés à l'aide de papiers enduits de 2, 3 ou 4 couches d'émulsion de chlorure de polyvinylidène. Lorsque l'on a affaire à une teneur en matière grasse relativement élevée, on utilisera les complexes:

papier + aluminium + polyéthylène
ou aluminium + papier + polyéthylène.

Il faut éviter, bien entendu, les complexes transparents même lorsqu'ils sont chimiquement très compatibles avec les matières grasses, comme par exemple les complexes:

polyundécanamide (Rilsan) + polyéthylène
ou chlorure de polyvinylidène + polyéthylène.

Notons pourtant la tendance aux USA et en Europe d'utiliser pour le conditionnement des chips des films transparents; ce sont généralement des pellicules cellulosiques protégées par des enductions.

ASPECT CHIMIQUE ET TOXICOLOGIQUE

Le polyéthylène et l'enduction de chlorure de polyvinylidène constituent la face interne (donc au contact de l'aliment) de la quasi totalité des complexes que nous venons d'étudier. La raison principale en est que ces deux matières plastiques sont aisément thermosoudables et qu'elles permettent, ainsi, le soudage rapide des sachets ainsi préparés.

Mais ces deux matières plastiques, aussi, sont chimiquement compatibles avec les aliments déshydratés quels qu'ils soient, y compris les matières grasses qu'ils renferment. Dans le problème qui nous préoccupe aujourd'hui, cet aspect chimique est donc très simple.

Il en est de même de l'aspect toxicologique:

za) le polyéthylène est un haut polymère dont l'innocuité a partout été reconnue. Il renferme éventuellement, à très faibles doses, des antioxygènes phénoliques, dont certains se trouvent aujourd'hui sur les listes

positives des diverses législations européennes et américaines relatives à la réglementation d'emploi des matériaux au contact des aliments.

b) le chlorure de polyvinylidène mentionné dans ce rapport est en réalité formé par des co-polymères. Comme toutes les substances hautement polymérisées, les co-polymérisats de vinylidène sont dépourvus de toxicité. Les traces de monomères qui pourraient subsister dans l'enduction sont très faibles et ne peuvent en aucun cas, poser de problème toxicologique.

Ces émulsions de vinylidène ne renfermeront pas de plastifiants, mais contiennent, en faible quantité, des émulsifiants qui seront choisis sur les listes positives de produits autorisés par les diverses législations précitées.

Rappelons enfin que l'insolubilité et la grande inertie chimique de ces enductions vis-à-vis des divers types de denrées alimentaires, et notamment des produits déshydratés, est une garantie supplémentaire de non toxicité.

Mais il y aura lieu, également, comme dans tout emploi d'emballage alimentaire, de vérifier que tous ces conditionnements maintiennent intégralement les caractères organoleptiques des produits déshydratés, surtout lorsque ceux-ci renferment des matières grasses, très facilement polluées par des traces de matières organiques.

CONCLUSION

Telles sont les principales remarques qui peuvent être faites sur l'emploi des matières plastiques dans le conditionnement des produits déshydratés.

Il ne fait aucun doute que ces matériaux nouveaux, souvent associés à l'aluminium, au papier et au carton, ont permis la fabrication de conditionnements particulièrement bien adaptés aux diverses présentations de produits alimentaires.

La gamme toujours plus étendue des hauts polymères, associée aux perfectionnements apportés dans la mise en oeuvre et, plus particulièrement, aux méthodes de soudage, permettra certainement de fournir des matières plastiques et des complexes dont l'imperméabilité et l'étanchéité seront de plus en plus sûres.

Streszczenie

KONDYCJONOWANIE ODWODNIONYCH PRODUKTÓW
W TWORZYWACH SZTUCZNYCH

R. LEFAUX (PARIS)

1. Ochrona, jaką odwodnionym środkom żywności powinno zapewnić opakowanie, jest przede wszystkim natury fizyko-chemicznej, tzn., że materiał opakowaniowy powinien być dostatecznie nieprzepuszczalny dla pary wodnej, a to w celu utrzymania artykułów żywności w danym stanie odwodnienia.

Równocześnie może także chodzić o ochronę tych artykułów przed utlenieniem (tłuszcze, witaminy ...) tak, że poszukiwana (żądana) nieprzepuszczalność może równolegle dotyczyć pary wodnej, gazów, promieniowania pozafiołkowego.

Pod tym względem tworzywa sztuczne nie zachowują się w taki sam sposób jak szkło, czy też różne metale, używane jako materiał opakowaniowy w przemyśle opakowań. Odznaczają się one strukturą rzadszą, która decyduje o ich pewnej przepuszczalności dla gazów i par, której znajomość jest bardzo istotna.

2. Mając na względzie ten aspekt fizyko-chemiczny, jak również właściwości mechaniczne, których należy wymagać od dobrego kondycjonowania (odporność na ścieranie, łatwość spajania, czy spawania), folii przeznaczonych do kondycjonowania produktów odwodnionych nie stosuje się bez żadnych innych materiałów, wyjąwszy transport luzem (worki polietylenowe pewnej określonej grubości).

Natomiast tzw. kompleksy, tj. połączenia folii o wzajemnie się uzupełniających właściwościach, są szeroko stosowane jako tworzywo do produkcji woreczków i torebek dla handlu detalicznego. Zaproponowano liczne formuły i zestawienia, których skład różni się stosownie do danej nieprzepuszczalności (dla pary wodnej, tlenu, promieniowania pozafiołkowego ...), żądanej w określonym przypadku. Istnieją gatunki przezroczyste i nieprzezroczyste; te ostatnie zawierają dodatkowo glin lub papier.

Wobec istniejących możliwości wyboru, łatwo znajduje się dzisiaj kompleksy odznaczające się bardzo znaczną obojętnością chemiczną, których zastosowanie nie stwarza problemów toksykologicznych.

Résumé

LES CONDITIONNEMENTS EN MATIÈRE PLASTIQUE
DES PRODUITS DÉSHYDRATÉS

R. LEFAUX (PARIS)

La protection que doit exercer un emballage vis-à-vis des produits alimentaires déshydratés est, avant tout, d'ordre physico-chimique, c'est-à-dire que le matériau d'emballage doit être suffisamment imperméable à la vapeur d'eau pour maintenir les produits alimentaires dans un état de déshydratation donné.

Simultanément, d'ailleurs, on peut être amené à protéger ces denrées contre l'oxydation (matières grasses, vitamine, ...), si bien que l'imperméabilité recherchée peut concerner à la fois la vapeur d'eau, les gaz, le rayonnement ultra-violet.

A cet égard, les matières plastiques ne sont pas comme le verre ou les divers métaux utilisés dans l'industrie de l'emballage. Elles possèdent une structure plus lâche qui leur confère une certaine perméabilité aux gaz et aux vapeurs, qu'il est essentiel de connaître.

Compte tenu de cet aspect physico-chimique et, aussi, des propriétés mécaniques que l'on est en droit d'exiger d'un bon conditionnement (résistance à l'abrasion, soudabilité ...), les films plastiques destinés aux conditionnements des produits déshydratés ne sont pas utilisés seuls, sauf dans le cas de transport en vrac (sacs en polyéthylène d'une certaine épaisseur).

En revanche, les complexes, associations de films à qualités complémentaires, sont très employés comme matériaux des sachets pour la vente au détail. De nombreuses formules sont proposées, dont la composition varie avec l'imperméabilité (à la vapeur d'eau, à l'oxygène, au rayonnement ultraviolet ...) recherchée. Il existe des qualités transparentes et des qualités opaques, ces dernières renfermant, en outre, de l'aluminium ou du papier.

En raison du choix existant, il est aisé de trouver, aujourd'hui, des complexes doués d'une très bonne inertie chimique, dont l'emploi ne pose pas de problème toxicologique.

S u m m a r y

THE CONDITIONING OF DEHYDRATED PRODUCTS IN PLASTICS

R. LEFAUX (PARIS)

1. The protection that a packaging material is to exert over dehydrated food products is, first of all, of physico-chemical nature, meaning that the packaging material must be sufficiently impervious to vapour in order to maintain the food product in a given state of dehydration.

At the same time, one may have to protect these products from oxidation (fats, vitamins, ...), so that this imperviousness may also concern water vapour, gases, and ultra violet radiation.

From this point of view plastics, are not like glass or the various metals used in packaging industry. They are of a looser structure, which gives them a certain permeability to gases and vapours which is important to know.

2. Taking into account this physico-chemical aspect and also the mechanical properties that are to be expected in a good conditioning material (resistance to attrition, aptitude for soldering...), plastic films are not used alone, except in the case of bulk transportation (polyethylene bags of a certain thickness).

On the other hand, complexes, associations of film with complementary properties, are of a wide use as material for small bags for retail sales. Numerous formulae have been proposed, the composition of which varies with the required kind of imperviousness (to water vapour, to oxygen, to ultra violet radiation ...). There are transparent materials, and opaque ones, these latter containing, in addition, aluminium or paper.

Owing to the large choice of existing materials, it is easy to find nowadays complexes endowed with a good chemical inertness, the use of which does not entail toxicological problems.

Zusammenfassung

KONDITIONIERUNG VON DEN IN KUNSTSTOFFE VERPACKTEN DEHYDRIERTEN PRODUKTEN

R. LEFAUX (PARIS)

Den dehydrierten Produkten soll die Verpackung in erster Linie einen physikalisch-chemischen Schutz bieten, d. h. dass das Verpackungsmaterial eine Wasserdampfdurchlässigkeit aufzuweisen hat und zwar zwecks Erhaltung des gegebenen dehydrierten Zustandes. Oft wird auch ein Schutz gegen Oxydation (Fette, Vitamine usw.) gefordert. Abgesehen vom Wasserdampf muss also auch eine Undurchlässigkeit gegen Gase und UV-Strahlung gewährleistet werden. In dieser Hinsicht verhalten sich die Kunststoffe anders als Glas und verschiedene andere metallhaltige Verpackungsmaterialien. Den letzteren gegenüber besitzen die Kunststoffe eine weniger geschlossene Struktur und weisen daher eine gewisse Durchlässigkeit gegenüber Gasen und Dämpfen auf, deren genaue Kenntnis erforderlich ist. Infolge dieser physikalisch-chemischen und auch mechanischen Anforderungen, die an ein gutes Verpackungsmaterial gestellt werden (Reibfestigkeit, Schweissbarkeit usw.), werden die Kunststoffe als Verpackungsmaterial nicht allein verwendet, ausgenommen die Fälle mancher Massenwaren (Polyäthylenbeuteln verschiedener Filmstärke). Sehr verbreitet sind im Einzelhandel Beutel aus Filmkomplexen, d. h. aus mehreren Filmen verschiedener Eigenschaften, die sich untereinander vervollständigen. Zahlreiche Komplexe werden vorgeschlagen um allen Forderungen bezüglich der Undurchlässigkeit nachzukommen. Es gibt durchsichtige und undurchsichtige Komplexe, wobei die letztgenannten auch aus Aluminium oder Papier bestehen. Dank der vorhandenen breiten Auswahl an Kunststoffen und Komplexen, bietet die geeignete Wahl von den für bestimmte Artikel chemisch neutralen Verpackungstoffen keinerlei Schwierigkeiten vom Standpunkt der Toxikologie aus.

Резюме

ХРАНЕНИЕ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
В УПАКОВКЕ ИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС

Р. ЛЕФО (ПАРИЖ)

Упаковка должна соответствовать требованиям физико-химической защиты обезвоженных пищевых продуктов, т. е. материал, из которого изготовлена упаковка, должен быть в достаточной степени непроницаем для водяного пара, чтобы хранимый продукт содержался в сухом состоянии.

Одновременно эти продукты должны быть защищены от окисления (жиры, витамины...), так что требуется непроницаемость как по отношению к водяному пару, так и по отношению к газам и ультрафиолетовому излучению.

С этой точки зрения поведение пластических масс отличается от стекла или разных металлов применяемых для упаковки. Пластмассы имеют более разреженную структуру, которая обуславливает их некоторую газо- и паропроницаемость и это необходимо учитывать.

Принимая во внимание способность к физико-химической защите и механические свойства (стойкость к истиранию, способность к сварке) фольги, предназначенной для хранения в ней обезвоженных пищевых продуктов, ее избегают применять без сочетания с другими упаковочными материалами, за исключением транспортировки в полиэтиленовых мешках из фольги соответствующей толщины.

С другой стороны, так называемые комплексы, т. е. многослойная фольга с взаимно сочетающимися свойствами широко применяется в производстве мешков для розничной торговли. Предложены многочисленные формулы и сочетания, состав которых изменяется в зависимости от требуемой непроницаемости (по отношению к водяному пару, кислороду, ультрафиолетовому излучению...) для данного продукта. Существуют прозрачные и непрозрачные варианты, эти последние дополнительно содержат алюминиевую фольгу или бумагу.

Так как возможность выбора невелика, то легко можно подобрать такие химически нейтральные комплексы, применение которых не будет создавать токсикологической опасности.