

APPAREILS ET EMBALLAGES  
SOURCE DE CONTAMINATION CHIMIQUE  
DES DENRÉES ALIMENTAIRES

*M. NIKONOROW (VARSOVIE)*

Parmi les principaux buts de la technologie des aliments, ceux qui se proposent de conserver la valeur nutritive, de protéger contre la détérioration, d'améliorer les propriétés organoleptiques ainsi que d'assurer l'innocuité des denrées, ont acquis une importance inconnue jusqu'à présent<sup>1</sup>. Ceci résulte de l'augmentation extrêmement rapide de la population, d'un progrès technique également rapide et de la chimisation du milieu de l'homme.

L'hygiéniste et le toxicologue sont en premier lieu inquiétés par des substances étrangères intentionnelles et non intentionnelles p. ex. les pesticides, les antibiotiques et les composants des matières plastiques modernes. Ce sont des composés synthétiques, pour la plupart peu connus ou non examinés du point de vue de leur action sur l'organisme humain lors d'une pénétration continuelle ou réitérée dans l'organisme en doses très petites, tellement petites que complètement inoffensives dans le cas d'un seul apport isolé.

L'on observe une mécanisation et automatisation croissante de la production dans les industries alimentaires. Du point de vue de l'hygiène, ceci constitue un phénomène très précieux, étant donné qu'il limite, ou même élimine totalement, le contact du personnel des usines et des établissements de commerce avec la matière première, le produit intermédiaire et le produit fini. C'est donc une prévention contre les éventuelles contaminations bactériennes secondaires des denrées alimentaires.

L'obtention de produits de transformation de valeur nutritive aussi rapprochée que possible de celle de la matière première s'opère en abaissant la température de transformation et en limitant la durée du pro-

cessus technologique ainsi que la durée du contact avec les appareils. Les concentrés alimentaires constituent probablement le meilleur exemple des efforts des technologues dans ce domaine.

## PRODUCTION DES CONCENTRÉS — APPAREILS ET MÉTHODES

Selon la conception actuelle, un concentré est encore le plus souvent un produit naturel déshydraté d'après différentes méthodes, ou bien un mélange de denrées alimentaires „sèches”, dont la formule a été établie conformément aux principes de la physiologie de nutrition. Ce mélange est parfois enrichi de différents composés aux propriétés biologiques connues.

Le séchage a pour but non seulement d'éliminer l'eau du produit, mais également d'obtenir un produit sec ou une poudre qui, après rehydratation, recouvrent les caractères du produit frais.

Le progrès dans ce domaine de technologie alimentaire s'exprime p. ex. par la diminution de la durée du séchage par sublimation grâce à l'emploi du tambour rotatif à la place du séchoir à plateaux, par la concentration des jus avec surgélation de l'eau et élimination parallèle des cristaux de glace, et, dernièrement enfin, par l'utilisation de l'installation Birs dans la technique de séchage par atomisation, dans laquelle, à la température de 18—30°C et durant 50 à 200 sec, l'on obtient à l'état pulvérisé des jus de fruit, des produits de légumes, du lait entier, des fromages fondus et du chocolat au lait. Certains produisent également du beurre en poudre utilisé principalement en boulangerie ainsi que pour la confection des plats instantanés.

Dans ces circonstances, en étudiant les concentrés alimentaires déshydratés en tant que produits finaux obtenus dans un cycle de production après la concentration préalable des denrées alimentaires, il faut constater que le contact du liquide avec le matériau traditionnel utilisé pour la construction des installations industrielles, c'est-à-dire avec le métal, devient encore plus limité. En même temps l'on procède aux essais d'isolement du métal par des revêtements anticorrosifs, p. ex. en résines époxydes, de la surface des séchoirs à tambour avec du teflon (polytétrafluoréthylène), ou bien au revêtement de la surface interne de la très grande tour Birs avec un autre matériau.

Le progrès s'oriente donc dans le sens approuvé par les hygiénistes.

Je voudrais attirer l'attention uniquement sur les résines époxydes durcies avec des polyamines, pratiquement par la triéthylène-tétramine. Ce sont des produits de condensation de l'épichlorhydrine et du 4'-dihydroxyphénylpropane (phénol-bis A ou épidian), qui, par suite du dur-

cissement et de la réaction du durcisseur avec les groupes actifs époxydes et hydroxyles, forment des composés stables. Il pourrait apparaître qu'on peut prévoir la migration du durcisseur non entièrement utilisé au cours de la réaction. En fait, l'on constate cette migration dans des liquides-modèles, acides-alcools, aussi bien selon la méthode chimique<sup>2</sup> que biologique, par l'essai de fermentation avec la levure<sup>3</sup>. Après l'extraction répétée plusieurs fois, l'amine a au être totalement éliminée, mais l'extrait contrôlé — en comparaison avec l'extrait témoin — freinait l'activité de la levure. Il s'avère donc que les méthodes chimiques sensibles ne sont pas toujours satisfaisantes pour l'appréciation des matières plastiques du point de vue de l'hygiène.

## LES EMBALLAGES

### *A. Protection des denrées alimentaires contre la détérioration*

La situation actuelle dans le domaine des emballages des produits alimentaires se caractérise par une élimination de plus en plus rapide des matériaux traditionnels. Dans la production des emballages, les métaux et le verre cèdent leur place plus rapidement, semble-t-il, qu'eux-mêmes n'ont éliminé le bois de ce domaine. Ce qui en décide, c'est des raisons d'ordre économique, et des facteurs tels que la durabilité des matières plastiques modernes, et en particulier la résistance aux agents chimiques et physiques, ainsi que le poids des emballages. Ce dernier décide des possibilités du transport et de l'utilité des emballages.

La nécessité d'un long stockage des produits transformés, et en premier lieu des conserves de viande et des concentrés alimentaires, ainsi que les considérations hygiéniques ne permettent pas encore de remplacer complètement les métaux par les matières plastiques.

Si l'on tient compte des agents de détérioration des denrées alimentaires (l'humidité, l'oxygène et la température) l'obstacle à l'utilisation des seules matières plastiques comme emballage des produits déshydratés et hygroscopiques est justement l'humidité, quoique le rôle de l'oxygène dans les processus de détérioration soit plus important. De là vient la division générale des denrées alimentaires, faite à partir des conditions exigées pour leur assurer la durabilité la plus longue possible, en produits:

1) absorbant l'oxygène et développant le CO<sub>2</sub>, ainsi que d'autres composés volatils,

2) exigeant une protection contre l'humidité et l'oxygène.

Les produits concentrés déshydratés se situent dans ce deuxième groupe.

L'emballage constitue le seul obstacle prévenant contre l'échange d'humidité entre le produit et l'atmosphère. La valeur de cette entrave dépend du matériau utilisé pour sa préparation, de la construction et du genre de fermeture. A ce point de vue, les emballages en verre et métalliques sont toujours les meilleurs. En chiffrant par 100 la valeur de l'emballage idéal à ce point de vue, celle du carton revêtu de Saran (copolymère du chlorure de vinyle et du chlorure de

Tableau 1

Perméabilité de certaines pellicules plastifiées à la vapeur d'eau  
et à la température de 20 °C selon R. Heiss <sup>6</sup>

Feuilles	Perméabilité à 20°C	
	à la vapeur d'eau	à l'oxygène (humidité relative = 0%)
	cm <sup>3</sup> /dm <sup>2</sup> , 24 h, 1 at	
Polyéthylène haute pression (épaisseur de la feuille 50 μ)	950	30—40
Polyéthylène basse pression (épaisseur de la feuille 50 μ)	510	10
Polychlorure de vinyle non plastifié (épaisseur de la feuille 50 μ)	2850	0,5
Polyester (épaisseur 50 μ)	2530	0,15
Cellophane AST	950—1900	env. 0,01—0,7 (sui- vant l'humidité re- lative; valeurs pour cellophane vernie unilatéralement)
Cellophane vernie avec du Saran (4 g/m <sup>2</sup> de Saran par face)	950—2350	env. 0,01

vinylidène) correspondrait à 80, celle du carton avec cellophane ou polypropylène, et du gros carton revêtu de polyéthylène — à 40, et celle des sachets en polyéthylène à moins de 20 (V. tableau 1) <sup>4</sup>.

### B. La modification de l'arôme des denrées alimentaires

L'humidité du produit présente également une certaine importance du point de vue des caractères organoleptiques, particulièrement de l'odeur. Les substances aromatiques sont mécaniquement adsorbées à la surface ou bien dissoutes dans les composants des denrées (eau, corps gras). Le processus de pénétration de l'odeur des emballages imperméables à la vapeur d'eau est très rapide en présence de l'eau. Il en est

de même quand la couche d'air isolante fait défaut et si l'emballage reste en contact immédiat avec une denrée alimentaire liquide, dans laquelle s'effectue l'absorption, la migration et la solubilisation de l'arôme provenant de l'emballage. La pénétration de l'arôme est limitée par la surface de la denrée alimentaire et par la perméabilité de l'emballage à l'humidité et à l'air. Plus cette perméabilité diminue, moins la pénétration des odeurs de l'extérieur devient importante, en même temps qu'augmente la possibilité de conserver l'arôme naturel du produit emballé ainsi que l'odeur absorbée provenant d'un emballage défectueux, c'est-à-dire ayant son odeur propre.

Parmi les raisons de ce défaut des emballages en matières plastiques sont à citer non seulement les produits auxiliaires ajoutés au polymère au cours de la production des emballages, des pellicules, etc. mais aussi les monomères résiduels, résultant d'une polymérisation incomplète, les solvants et leurs impuretés, dues à un point d'ébullition élevé. Même des composants inoffensifs comme l'amidon, la caséine ou la carboxyméthylcellulose, utilisés comme produits adhésifs, peuvent subir une décomposition sous l'action des bactéries, accompagnée d'un dégagement d'odeurs désagréables. C'est sans aucun doute un domaine qui exige une mise au point des méthodes d'analyse organoleptique. Il est notoire que la perméabilité de tous les emballages en matières plastiques s'accroît à mesure qu'augmente la température.

Parfois — comme dans le cas des installations industrielles — il s'avère possible d'adapter les emballages avant de les utiliser pour des denrées alimentaires, c'est-à-dire d'éliminer entièrement leur odeur propre. Ceci exige toutefois du temps et des locaux de stockage appropriés (température, humidité, aération).

### *C. L'utilité pratique des matières plastiques et la protection de la santé*

L'hygiéniste, dont le devoir est d'examiner les matières plastiques en tenant compte de tous leurs composants, se trouve souvent en contradiction avec la soi-disant bonne pratique industrielle, étant donné que l'utilité de ces matières plastiques ne se double pas toujours de leur innocuité totale pour la santé des consommateurs.

Exemple: le polyéthylène basse pression, moins perméable à la vapeur d'eau et à l'oxygène que le polyéthylène haute pression, se prête davantage à l'emballage des corps gras et des denrées alimentaires à forte teneur en graisses. Vu toutefois la température de transformation plus élevée, il exige l'addition d'antioxydants. Ces composés — comme on sait, sont l'objet de réserves de la part des hygiénistes. Les anciennes opinions sur le caractère inoffensif de certains de ces antioxydants vien-

ment de perdre leur validité à la lumière des recherches actuelles. La pellicule en polyéthylène haute pression répond donc davantage aux exigences de la protection de la santé, mais en même temps présente peu de valeur pratique. Il en est de même en ce qui concerne le polyéthylène en contact avec le lait en poudre, étant donné que la perméabilité du polyéthylène haute pression à l'oxygène abrège le délai de stabilité du lait en poudre et est responsable du rancissement plus rapide des corps gras.

Pour les fins du stockage le polyéthylène est donc à considérer comme moins utile que la cellophane et le PCV non plastifié, malgré une perméabilité plus basse de ce premier à la vapeur d'eau. Ce qui joue ici le rôle décisif, c'est la perméabilité beaucoup plus forte à l'oxygène (Tableau 1).

Le PCV non plastifié, admissible sans réserves comme emballage des corps gras, est fragile et cassant, ce qui exclut son usage en cette qualité. Le PCV plastifié, approprié du point de vue de l'utilité pratique, ne peut pas être utilisé comme emballage des corps gras par suite de la migration des plastifiants.

Le polystyrène, ayant différentes qualités et se distinguant par une faible perméabilité aux gaz et aux vapeurs, pourrait servir à la production des emballages des denrées alimentaires déshydratées. La teneur parfois trop forte de cette matière plastique en monomère ne permet toutefois pas son utilisation pour des raisons d'ordre toxicologique et organoleptique.

Le polyamide ne contenant pas de monomère, ou n'en accusant qu'une faible teneur (aspect hygiénique et organoleptique) pourrait être utilisé comme emballage des potages en poudre si sa perméabilité à la vapeur d'eau n'était pas trop élevée.

L'emploi des différents polymères pris individuellement cède la place aux copolymères et aux mélanges de polymères, vu l'amélioration sensible des propriétés de la matière plastique obtenue. Des effets intéressants résultent également du revêtement d'une matière plastique avec une autre, du laminage et de l'emploi des vernis.

Le papier, qui ne se distingue pas par son étanchéité, donne, après revêtement avec du polyéthylène, une matière plastique 100 fois plus étanche vis-à-vis des gaz que le polyéthylène seul de même épaisseur<sup>6</sup>. Le copolymère du chlorure de vinyle avec le chlorure de vinylidène (Saran), le mélange du polystyrène avec le polyacryl-nitril ainsi que les pellicules en polyesters avec du chlorure du polyvinyle ou bien avec du polypropylène peuvent avoir les propriétés requises.

Il apparaîtra toutefois que les différentes exigences sont le mieux remplies par la feuille en aluminium, surtout quand elle est vernie ou bien

recouverte de polyéthylène. L'emploi multiple de la feuille d'aluminium est rendu difficile par suite de son aptitude à la cassure, ce qui concerne en particulier les feuilles très minces. Au contraire des matériaux synthétiques, elle constitue un obstacle infranchissable aux prédateurs des céréales et des produits de leur transformation ainsi qu'à la lumière. Elle peut être utilisée sans réserves comme emballage des denrées alimentaires lyophilisées, surgelées ou conservées par irradiation. Ceci est très important vu les essais positifs d'utilisation de cette méthode de stérilisation dans la technologie alimentaire et pour la protection des aliments contre les prédateurs à la place de la fumigation employée jusqu'à présent. Le polypropylène, le polystyrène et certains copolymères trouvent également leur emploi comme emballages des produits conservés suivant cette méthode.

La vernissage devant protéger les emballages métalliques contre la corrosion constitue sans doute un progrès du point de vue de l'hygiène. Il protège les denrées alimentaires contre la pénétration de l'étain, du fer et parfois aussi du plomb (dans le cas des boîtes pour la confection desquelles on emploie la brasure) de la surface interne des emballages. Toutefois, en isolant le produit alimentaire de la surface d'emballage presque entière par une couche protectrice de verni, il ne faut pas oublier que cette couche même peut également être source des substances étrangères non prévues.

Les substances de départ pour la production des vernis sont le phénol et les crésols avec les impuretés qui les accompagnent. Du point de vue de la toxicité il n'y a pas de grande différence entre ces composés. Leur migration dans les denrées alimentaires provoque un danger d'intoxication chronique et influence de manière désavantageuse les caractères organoleptiques. A ce point de vue, la différence entre ces composés est sensible. Le phénol est décelable organoleptiquement à la concentration de 30 mg/litre, l'ortho- et métacrésol à 10 mg/litre et le p-crésol à 1 mg/litre.

Et tenant compte de la composition chimique des vernis, il ne faut pas oublier que certains d'entre eux, p. ex. les vernis époxyphénoliques, peuvent être utilisés en contact avec les produits de basse acidité, tandis que d'autres, étant à base de résines vinyliques, ont un emploi limité uniquement aux produits de transformation des fruits. Le pH du milieu est dans ce cas d'une grande importance.

Les études de la tôle étamée par électrolyse et vernie avec différents vernis (tôle de production polonaise), effectuées à l'Etablissement de Recherches Alimentaires de l'Institut d'Hygiène d'Etat et dans des Station Sanitaires et Epidémiologiques, ont confirmé son utilité en tant que matériau d'emballage de nombreuses sortes de conserves stérilisées et con-

gelées. Les résultats des études faites sur la pénétration des composés métalliques dans les denrées en conserve ont permis de procéder au choix de l'épaisseur de la couche d'étain ainsi qu'au choix du verni approprié aux emballages de différentes sortes de produits alimentaires, en tenant compte des considérations d'ordre hygiénique<sup>7</sup>.

Le progrès dans ce domaine — le domaine du matériau traditionnel — s'exprime non seulement par une grande économie d'étain, mais aussi par la migration limitée des composés métalliques nuisibles dans les aliments.

### MIGRATION DES COMPOSANTS DE MATIÈRES PLASTIQUES DANS LES DENRÉES ALIMENTAIRES

Le système matière plastique — denrée alimentaire, donc de deux éléments d'une composition chimique extrêmement différenciée, crée des possibilités de migration réciproque des composants. Le degré de cette migration dépend également de la durée du contact, de la température et d'autres facteurs du milieu.

Dans les conditions de production industrielle, le contact des aliments avec les appareils de production est de courte durée; les températures sont différentes, mais accusent une tendance décroissante. L'emballage, par contre, reste très longtemps (des mois et des années) en contact avec les denrées alimentaires. Les conditions de stockage sont différenciées. En ce qui concerne le contact de la matière plastique avec le produit alimentaire, l'on observe une tendance à emballer les plats en portions destinées à être chauffées dans l'emballage même.

Les installations de production sont utilisées à maintes reprises et très longtemps, tandis que les emballages directs une seule fois.

Dans ces conditions, la migration des composants des aliments dans la matière plastique a une importance beaucoup moindre que la pénétration dans le sens opposé c'est-à-dire celle des composants des matières plastiques dans les denrées alimentaires, ce qui constitue toujours une menace pour la santé. De ce point de vue, cette migration exige une analyse soignée qui tiendrait compte des différents aliments ainsi que des différentes matières plastiques. Les concentrés alimentaires déshydratés, exigent, aussi bien pour des raisons technologiques que par suite de la longue durée du stockage, des études particulièrement approfondies de la part des industries alimentaires, selon les indications de l'hygiène et de la toxicologie.

Au cours de l'appréciation hygiénique des matières plastiques la migration de leurs composants dans les aliments est déterminée par la



mesure de ladite extractivité, c'est-à-dire du résidu sec exprimé en pourcentage des extraits de la matière plastique, obtenus avec des liquides modèles, le plus souvent avec l'eau distillée, l'acide acétique à 3%, l'éthanol à 10% et l'éther éthylique. Les tableaux 2 et 3 indiquent la caractéristique, sous ce point de vue, du polyéthylène fabriqué dans cer-

Tableau 2

Résultats d'extraction des échantillons du polyéthylène \*) (résidu solide en % par à la posée) selon R. Sokolowska <sup>8</sup>

No	Echantillons Dénomination commerciale	Pays producteur	Résultats d'extraction			
			eau distillée	ac. acétique à 3%	éthanol à 10%	éther éthylique
1	Plastylène FD 0422	USA	0,05	0,14	0,11	0,57
2	Plastylène FB 5034	USA	0,10	0,24	0,11	0,59
3	Polyéthylène 808A	USA	0,07	0,22	0,11	0,38
4	Lupolène BASF 2434H	All. Féd.	0,10	0,25	0,15	0,34
5	Lupolène ROW Zollgut	All. Féd.	0,06	0,19	0,10	0,11
6	$\pi$ 2020 T	URSS	0,06	0,17	0,08	0,63
7	$\pi$ 2010 B	URSS	0,09	0,23	0,18	0,54
8	Célène DYNC	Italie	0,08	0,17	0,09	0,30
9	Célène type bouteille	Italie	0,11	0,18	0,13	0,85
10	Bouteilles tourisme (en célène type bouteille)		0,08	0,18	0,11	0,48
11	Alkathène XLF 28	G.-B.	0,06	0,16	0,08	0,85
12	Couvercles pour bouteilles tourisme (en alkathène XLF 28)		0,07	0,18	0,11	0,58
13	$\pi$ 4010	URSS	0,04	0,22	0,08	0,02
14	Tubes (en $\pi$ 4010)		0,09	0,20	0,09	0,07
15	$\pi$ 4040	URSS	0,06	0,21	0,09	0,03
16	Seau (en $\pi$ 4040)		0,09	0,18	0,09	0,08
17	Cuvette (en $\pi$ 4040)		0,08	0,20	0,10	0,03
18	$\pi$ 4020 B	URSS	0,08	0,18	0,10	0,02
19	Container (en $\pi$ 4020 B)		0,08	0,19	0,10	0,05
20	$\pi$ 4020 B p. 699/1	URSS	0,06	0,20	0,09	0,02

Echantillons 13—20 — polyéthylène basse pression

Echantillons 13—20 — polyéthylène basse pression

tains pays <sup>8</sup> et du chlorure de polyvinyle (PCV) de production polonaise <sup>9</sup>. Parmi les 24 échantillons de PCV, il y en avaient qui n'étaient pas destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

Il ne peut pas être question ici de discuter la méthode qui ne permet qu'une appréciation préliminaire, ne fournit que des données d'orientation et n'est pas une méthode unique. Néanmoins la comparaison des

Tableau 3

Résultats d'extraction des échantillons du polychlorure de vinyle \*)  
(résidu solide en % par rapport à la pesée) selon H. Mazur et H. Piekacz<sup>9</sup>

No de l'échantillon	Valeur moyenne d'extrait en %			
	éthanol à 10%	acide acétique à 3%	eau distillée	éther éthylique
1	0,08	0,18	0,29	0,10
2	0,10	0,29	0,14	0,26
3	0,10	0,26	0,14	0,15
4	0,17	0,39	0,19	0,15
5	0,12	0,27	0,15	0,16
6	0,11	0,29	0,16	0,16
7	0,10	0,63	0,18	0,08
8	0,10	0,25	0,13	1,09
9	0,08	0,23	0,10	2,86
10	0,18	0,75	0,22	3,60
11	0,12	0,32	0,14	9,44
12	0,14	0,35	0,19	16,97
13	0,29	0,78	0,33	18,12
14	0,18	0,36	0,16	24,25
15	0,31	0,70	0,27	25,77
16	0,29	0,71	0,23	28,73
17	0,27	0,43	0,28	28,87
18	0,42	0,55	0,40	30,19
19	0,49	0,32	0,48	30,69
20	0,91	1,31	0,76	30,72
21	0,22	0,38	0,23	31,29
22	0,33	0,68	0,30	31,70
23	0,34	0,49	0,36	32,77
24	0,51	1,14	0,45	50,00

\*) Echantillons 1—11 — polychlorure de vinyle dur  
Echantillons 12—24 — polychlorure de vinyle plastifié

rubriques correspondantes des deux tableaux permet les généralisations suivantes, se référant aux deux matières plastiques traitées ici à titre d'exemple:

1. Le polyéthylène contient beaucoup moins de composés migrants dans les liquides modèles que le chlorure de polyvinyle.

2. L'extractivité par l'éther éthylique, que l'on considère généralement comme étant la plus rapprochée de l'extractivité par le corps gras ou l'huile, est très forte dans le cas du chlorure du polyvinyle plastifié.

3. En ce qui concerne la migration des composants auxiliaires de la matière plastique vers les denrées alimentaires, le polyéthylène — du point de vue de l'hygiène — est plus utile et se prête mieux au contact avec les aliments que le chlorure de polyvinyle.

4. On doit éviter le contact du chlorure de polyvinyle plastifié avec les corps gras, huiles et denrées alimentaires qui contiennent ces composants.

Cette généralisation justifie la large place réservée jusqu'à présent à l'utilisation du polyéthylène, en comparaison avec d'autres matières plastiques, pour le contact avec des aliments; mais elle indique en même temps que le polyéthylène constitue également une source de contamination chimique des produits alimentaires. L'orientation des études ultérieures est déterminée par la connaissance de la composition et de la technologie de la matière plastique. Cette connaissance est la condition indispensable d'une juste appréciation hygiénique qui demande la collaboration des technologues des matières plastiques et des aliments, des chimistes — analystes et des toxicologues.

Le problème est d'autant plus compliqué que les composants des matières plastiques deviennent de plus en plus nombreux. Parmi eux se trouvent des durcisseurs et plastificateurs, des produits adhésifs et séparant du moule, des charges, des porophores, des colorants et des adsorbants de lumière, des catalyseurs et des stabiliseurs, etc. La majorité de ces composants auxiliaires ne sont pas encore étudiés sous tous les aspects du point de vue de la toxicité chronique.

Quelles sont les perspectives d'emploi des matières plastiques dans l'industrie des concentrés alimentaires?

Le problème réside uniquement dans la composition chimique des installations de production ou des emballages, dans la durée du contact de la denrée alimentaire avec la matière plastique et dans la température durant ce contact. La composition chimique de la denrée alimentaire, et en particulier sa teneur en corps gras, est encore actuellement un facteur qui entrave l'introduction générale des matières plastiques dans le domaine de la technologie alimentaire.

Certainement, le progrès permet de prévoir que les concentrés secs en poudre, seront emballés directement dans des pellicules plastiques sans que ceci constitue aucun problème pour la protection de la santé.

Si le progrès de la technologie des concentrés permet d'abrégier encore le contact des aliments liquides avec les appareils et d'utiliser une température de séchage encore plus basse ainsi qu'un refroidissement rapide, l'utilisation des matières plastiques pour la construction de tels appareils ne constituera aucun problème. Il faut toutefois prévoir également un progrès dans la technologie des matières plastiques et s'attendre à ce que les matériaux nouveaux deviennent moins nuisibles ou tout à fait inoffensifs pour la santé.

Ce sont non seulement les réserves des technologues relatives à l'utilité des nouvelles matières plastiques, mais aussi, et au même degré, celles des hygiénistes qui sont à l'origine du progrès.

#### LITTÉRATURE

1. D. J. Tilgner: *Chimie et Industrie* 1964, **92** (4) 395
2. J. Załęski, B. Chojnicka: *Roczniki PZH* 1965, **16** (2) 171
3. M. Bojankiewicz: *Roczniki PZH* (sous presse)
4. G. J. Cohen: *Food Manufacture* 1964, **39** (9) 110
5. H. G. Harvey: *Food Manufacture* 1964, **39** (2) 46
6. R. Heiss: *Kunststoffe* 1960, **50** (1) 75
7. B. Legatowa, S. Hordyńska: *Biuletyn PZH* 1963, **2** (5) 108
8. R. Sokołowska: *Roczniki PZH* 1965, **16** (2) 197
9. H. Mazur, H. Piekacz: *Roczniki PZH* 1965, **16** (2) 171

#### Streszczenie

### URZĄDZENIA I OPAKOWANIA ŹRÓDŁEM CHEMICZNEGO ZANIECZYSZCZENIA ŚRODKÓW ŻYWNOŚCI

M. NIKONOROW (WARSZAWA)

Bardzo zróżnicowany skład chemiczny tworzyw, polimerów i kopolimerów oraz liczne związki pomocnicze stosowane w syntezie i przetwórstwie tworzyw w połączeniu z różnorodnymi składnikami środków żywności tworzą środowisko wzajemnych reakcji chemicznych, których szybkość zależy od czasu kontaktu, temperatury, obecności wody i tlenu. Środki żywności płynne i zawierające tłuszcz stanowią środowisko najbardziej podatne.

Koncentraty spożywcze, tzn. produkty częściowo odwodnione stykają się z tworzywem jeszcze rzadko, raczej krótko i w stosunkowo niskich temperaturach. Zagęszczanie odbywa się jeszcze w aparaturze metalowej. Opakowania z tworzyw są w kontakcie z nimi najczęściej kilka miesięcy lub lat, w okresie przechowywania, w różnych warunkach.

Dobór tworzyw jako opakowań żywności wymaga uwzględnienia tych wszystkich czynników i nie powinien powodować zagrożenia dla zdrowia konsumenta, ani

psucia się żywności lub zmian cech organoleptycznych, albo też zmniejszenia jej wartości odżywczej.

Rozpuszczalność składników tworzyw w środkach żywności zawierających wodę lub tłuszcz, tzw. migracja jest oznaczana za pomocą płynów modelowych. Wskaźnik ten stanowi wstępny element oceny higienicznej tworzyw. Przykład porównania polietylenu najszerszej stosowanego obecnie do opakowań i polichlorku winylu przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Tworzywa sztuczne już obecnie stanowią poważne źródło chemicznego zanieczyszczenia żywności, obok tradycyjnego metalu, pestycydów, antybiotyków i wielu innych związków chemicznych dodawanych do żywności lub występujących w niej przypadkowo.

Badania w tej dziedzinie wymagają współpracy technologów żywności i tworzyw, analityków i toksykologów.

### R é s u m é

## APPAREILS ET EMBALLAGES — SOURCE DE CONTAMINATION CHIMIQUE DES DENRÉES ALIMENTAIRES

M. NIKONOROW (VARSOVIE)

La composition chimique fortement différenciée des matériaux, polymères et copolymères, ainsi que de nombreux composés auxiliaires utilisés dans la synthèse et la transformation des matières plastiques, en combinaison avec différents composants des denrées alimentaires, constituent un milieu de réactions chimiques réciproques, dont la vitesse dépend de la durée du contact, de la température et de la présence d'eau et d'oxygène. Les produits alimentaires liquides et contenant des corps gras constituent le milieu le plus apte à ces réactions.

Les concentrés alimentaires, c'est-à-dire les produits partiellement déshydratés, entrent encore rarement en contact avec la matière plastique. La durée du contact est plutôt courte et il se produit à des températures relativement basses. La concentration s'effectue encore dans des appareils métalliques. Les emballages en matières plastiques restent en contact avec ces produits le plus souvent durant quelques mois ou années, lors du stockage, et dans des conditions différentes.

Le choix des matériaux utilisés comme emballage des denrées alimentaires exige la prise en considération de tous ces facteurs, l'emballage ne doit provoquer aucun danger pour la santé du consommateur, aucune détérioration ni modification des caractères organoleptiques ou diminution de la valeur nutritive.

La solubilité des composants des matières plastiques dans les denrées alimentaires contenant de l'eau ou des corps gras — dite migration — est déterminée à l'aide des liquides modèles. Cet indice constitue un élément préliminaire d'appréciation hygiénique de la matière plastique. L'exemple de comparaison du poly-

éthylène, utilisé actuellement très généralement dans les emballages, et du chlorure de polyéinyle, se trouve présenté dans les tableaux 2 et 3.

Les matières plastiques constituent déjà maintenant une importante source de contamination chimique des denrées alimentaires, en dehors du métal traditionnel, des pesticides, des antibiotiques et de nombreux autres produits chimiques introduits dans les aliments ou dont la présence n'est qu'accidentelle.

Les recherches dans ce domaine exigent la collaboration des technologues alimentaires, des chimistes-analystes et des toxicologues.

### Summary

## PROCESS EQUIPMENT AND PACKING MATERIALS AS SOURCES OF CHEMICAL CONTAMINATION OF FOODS

M. NIKONOROW (WARSZAWA)

The strongly differentiated chemical composition of materials, polymers and copolymers as well as of numerous auxiliary compounds used for the synthesis and transformation of plastics, associated with the different constituent of foodstuffs, create a medium of reciprocal chemical reactions the rate of which depends on the duration of the contact, temperature, and the presence of water and oxygen. Liquid, and fat-containing food products constitute the medium best adapted for these reactions.

Food concentrates, that is to say partially dehydrated products, are rarely however in contact with plastic substances. The contact is rather short and it happens at rather low temperatures. Concentration is still done in metallic equipment. Plastic packings remain in contact with these products most often for periods of several months or years during storage under various conditions.

The choice of materials for the packing of foodstuffs demands that all these factors be taken into consideration; it must not imperil the consumer's health, nor cause any deterioration, or modification of the organoleptic characteristics, or even a decrease of the nutritive value.

The solubility of the components of plastic materials in foodstuffs containing water or fats — called migration — is determined with model liquids. This characteristic constitutes a preliminary element of hygienic evaluation of plastic materials. As examples for comparison polyethylene, now very largely used in packing, and of polyvinyl chloride, is shown in tables 2 and 3.

Plastic materials are already now an important source of chemical contamination of foodstuffs, besides traditional metal, pesticides, antibiotics, and numerous other chemicals introduced into the foods, the presence of which may be only accidental.

Research in this field requires the collaboration of food technologists, of analysis specialists, and of toxicologists.

## Zusammenfassung

APPARATE UND VERPACKUNGEN ALS QUELLE  
VON CHEMISCHEN LEBENSMITTELVERSEUCHUNGEN

M. NIKONOROW (WARSAWA)

Die sehr unterschiedliche Zusammensetzung der polymeren und kopolymeren Materialien und die zahlreichen für die Synthese und Transformation der Kunststoffe benutzten Hilfsmittel können mit den verschiedensten Lebensmittelbestandteilen in Kontakt treten, wobei sie ein Milieu gegenseitiger chemischer Reaktionen darstellen, deren Geschwindigkeit von der Kontaktdauer, der Temperatur, der Gegenwart von Wasser und Sauerstoff abhängt. Flüssige Lebensmittel mit Fettgehalt stellen das günstigste Milieu dar.

Lebensmittelkonzentrate, also teilweise dehydrierte Produkte, treten noch wenig mit Kunststoffen in Kontakt, meist nur und bei verhältnismässig geringen Temperaturen. Die Konzentrierung erfolgt in Metallapparaten. Kunststoffverpackungen bleiben mehrere Monate oder Jahre mit dem Produkt in Kontakt (Lagerung unter verschiedenen Bedingungen).

Bei der Wahl der Verpackungsmaterialien müssen alle diese Faktoren beachtet werden (Gesundheit des Verbrauchers, keinerlei Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften und des Nährwertes).

Die Löslichkeit der Kunststoffverbindungen in wasser- oder fetthaltigen Lebensmitteln wird mit Modellflüssigkeit festgestellt. Diese Kennzahl ist ein Grundelement bei der Beurteilung der gesundheitlichen Eignung des Kunststoffs. Es wird das Beispiel des Polyäthylens, das heute allgemein für Verpackungen benutzt wird und des Polyvinylchlorids angeführt.

Neben dem üblichen Metall, den Pestiziden, den Antibiotika und den zahlreichen anderen chemischen den Lebensmitteln zugesetzten Fremdstoffen, bilden die Kunststoffe eine neue Verseuchungsgefahr.

Die Forschung auf diesem Gebiet setzt die Zusammenarbeit zwischen Lebensmitteltechnologern, Bromatologen und Toxikologen voraus.

## Резюме

ОБОРУДОВАНИЕ И УПАКОВКА — ИСТОЧНИК ХИМИЧЕСКОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

M. НИКОНОВ (ВАРШАВА)

Разнообразный химический состав пластмасс, полимеров и сополимеров, а также многочисленные вспомогательные соединения, применяемые в синтезе и производстве пластмасс, в совокупности с разнообразными составляющими пищевых продуктов, создают среды взаимных химических реакций, скорость

которых зависит от времени, контакта, температуры, наличия воды и кислорода. Пищевые продукты в жидком состоянии и содержащие жир представляют собой наиболее восприимчивую среду.

Пищевые концентраты, так наз. частично обезвоженные продукты контактируются с пластмассами еще довольно редко, обычно в течение короткого периода времени и при сравнительно низких температурах. Концентрация осуществляется еще в металлической аппаратуре. Упаковка из пластмасс контактируется с ними чаще всего в течение нескольких месяцев или лет, в период хранения, при различных условиях.

При подборе пластмасс для упаковки пищевых продуктов необходимо учитывать все эти факторы, чтобы предотвратить угрозу здоровью потребителя, порчу пищевых продуктов или органолептические изменения или уменьшение их питательной ценности.

Растворимость составляющих пластмасс в пищевых продуктах, содержащих воду или жир, так наз. миграция определяется с помощью модельных жидкостей. Этот показатель является предварительным элементом гигиенической оценки пластмассы. Пример сравнения полиэтилена, широко применяемого в настоящее время для упаковки, и поливинилхлорида приведен в таблицах II и III.

Пластмассы являются в настоящее время серьезным источником химического загрязнения пищевых продуктов наряду с традиционным металлом, пестицидами, антибиотиками и многими другими химическими соединениями, прибавляемыми к пищевым продуктам или появляющимися в них случайно.

Исследования в этой области требуют сотрудничества технологов продовольствия и пластмасс, аналитиков и токсикологов.