

PROBLÈMES NOUVEAUX POUR LES BOISSONS DIÉTÉTIQUES À BASE DE FRUITS

par P. DUPAIGNE

Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer

PROBLÈMES NOUVEAUX POUR LES BOISSONS DIÉTÉTIQUES
À BASE DE FRUITS

P. DUPAIGNE (IFAC)

Fruits, sep. 1970, vol. 25, n° 9, p.

RESUME - La définition des boissons diététiques diffère selon les pays ; en particulier en France la saccharine et les autres édulcorants synthétiques sont interdits en alimentation, sinon en pharmacie. L'article envisage principalement les boissons de fruits, à saveur acidulée et sucrée, mais ne contenant qu'une faible quantité d'hydrates de carbone, donc de faible pouvoir calorifique, qui sont indiqués pour les régimes hypoglycémiques et pour les diabétiques.

Après un rappel des travaux très récents sur

le mécanisme physiologique de la sensation de sucré, et sur le développement rapide des édulcorants non glucidiques, les catégories suivantes sont envisagées successivement :

- glucides assimilables sans sécrétion d'insuline
- édulcorants synthétiques
- édulcorants naturels non glucidiques.

Les avantages relatifs et les inconvénients sont envisagés pour chaque produit connu, ainsi que pour les produits nouveaux dont quelques-uns semblent devoir se développer: dihydrochalcones, périllartine, glucosides de certains fruits tropicaux. Une courte énumération des facteurs améliorant le goût des boissons de fruits laisse à penser que, là aussi, des produits naturels pourraient jouer un rôle utile.

DÉFINITIONS

Depuis toujours, l'homme s'est efforcé d'utiliser les propriétés naturelles des constituants des produits comestibles dont il pouvait disposer soit pour soigner (thérapeutique), soit pour prévenir les maladies ou malaises de son organisme (diététique), accidents qui proviennent de sa propre constitution ou des facteurs extérieurs ; parmi ceux-ci la nourriture elle-même peut être mal assimilée ou déséquilibrée. La carence protéique généralisée entraînant la mort par le Kwashiorkor a fait récemment plus de dégâts parmi un peuple africain que la simple dénutrition. Mais une nourriture n'est équilibrée que pour un sujet déterminé ; un exemple classique est l'alimentation des diabétiques par une ration pauvre en hydrates de carbone ; la boisson que pourra supporter un diabétique sera donc exempte de sucres, comme ses autres aliments (ce qui n'empêche pas le traitement normal du malade par des piqûres d'insu-

line) ; c'est ce que l'on peut appeler, selon la nouvelle réglementation française (juil. 1966), une boisson diététique. Le terme est réservé aux produits alimentaires ayant fait l'objet d'une préparation ou d'un traitement spécial lui permettant d'acquérir des propriétés que ne possèdent pas en général les produits voisins. Par exemple un jus de fruits, même riche en vitamine C, ne pourra pas avoir l'appellation diététique s'il n'est pas modifié en vue d'améliorer ses qualités vitaminiques ; les boissons d'orange broyée, les jus d'acerola, de grenade, d'argousier (*Hippophae rhamnoides*), même de cassis sont recommandées pour tous les cas de carence en acide ascorbique ou en Vit. P, mais ce ne sont pas des jus diététiques selon la loi.

Autre exemple de traitement d'une affection chronique : l'éthylisme vinique, qui est en pre-

mier lieu une maladie psychique, peut être parfois guéri par des cures de désintoxication qui, outre l'administration des drogues ayant un effet répulsif sur l'absorption de l'alcool, offrent aux malades une boisson "rappelant le vin" pour atténuer son accoutumance : jus de raisin légèrement fermenté et cidre, puis vin désalcoolisé et finalement jus de raisin et de pomme.

Est-ce à dire que la réglementation française, et bientôt celle de la CEE, est trop stricte en retirant aux jus et boissons de fruits classiques la possibilité de la dénomination diététique ? Il est certain que ce terme pouvait, à lui seul, faire vendre un produit normal par ailleurs.

Revenons aux boissons appelées aux Etats-Unis diététiques, ou faiblement caloriques; elles répondent à un besoin, l'alimentation étant trop riche en glucides et en matières grasses, et à une mode qui s'oppose aux résultats de cette alimentation pléthorique : l'obésité surtout pour les femmes, la crainte des accidents cardiovasculaires pour les hommes.

Les glucides, naturels ou ajoutés, ne risquent pas de manquer dans une alimentation moderne ; il faudra donc les remplacer par des produits à faible pouvoir calorifique qui possèdent

néanmoins un pouvoir sucrant nécessaire pour obtenir finalement des boissons, conserves de fruits ou confitures acceptables. Remarquons aussi que les produits à faible teneur en glucides ont un autre avantage que de prévenir l'obésité : c'est de constituer une base pour l'alimentation des diabétiques. Un jus de tomate naturel peut ne renfermer que quelques grammes de sucre au litre : il conviendra à la fois aux régimes pour diabétiques légers et aux régimes désodés, bien entendu s'il n'est pas salé.

Mais en général, puisqu'on ne peut pas enlever le sucre naturel des fruits, une boisson aux fruits pauvre en calories contient un édulcorant non glucidique, ainsi qu'une partie de la pulpe, des colorants et des arômes du fruit lui-même. C'est donc ce fruit qui doit fournir les caractères principaux de la boisson, à l'exception du goût sucré ; les fruits utilisables sont en général très acides, parfumés et colorés, pour pouvoir supporter la dilution ; par exemple le citron, la lime, la grenadille fournissent des boissons diluées agréables, à condition d'être édulcorées ; l'orange et le pamplemousse donnent des pulpes qui, lavées, peuvent entrer dans un mélange ; la groseille et le cassis de variétés très acides peuvent être dilués au moins au 1/10.

LA SAVEUR SUCRÉE

Elle fait partie des quatre qualités sensorielles primaires du goût : le sucré, le salé, l'amer et l'acide, les autres sensations éprouvées par la langue étant plutôt d'origine thermique ou tactile. Chaque sensation primaire est due à l'action sur les bourgeons du goût de corps dont la constitution chimique est parfois très différente et, en particulier pour le goût sucré on trouve, aussi bien chez l'animal que chez l'homme, une réponse analogue aux stimuli d'égale intensité provoquée par des corps aussi différents que le glucose, la saccharine, le chloroforme, l'acide aminé ou l'acétate de plomb. Pour l'amertume les constitutions chimiques sont encore plus dispersées ; par contre le salé et l'acide peuvent plus facilement résulter des structures purement chimiques.

Ce n'est que très récemment que la perception du goût sucré a reçu une explication cohérente ; les études électrophysiologiques d'An-

dersen (1962) n'avaient pu que constater les effets de divers constituants (17, 20), et Potier en 1968 (62) montrait qu'il existe une association fréquente entre le sucré et l'amer. L'acide gymnémique inhibe le sucré et l'amer, laissant intactes les sensations de salé et d'acide.

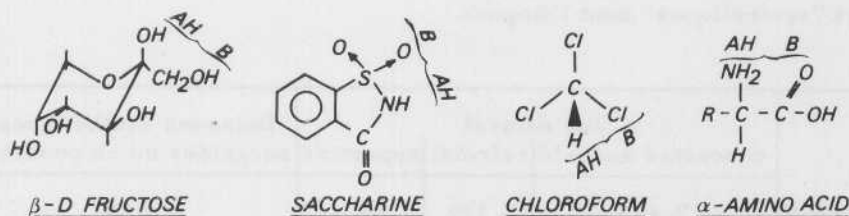
En janvier 1969, Moncrieff (55) a rappelé qu'on a pu isoler des papilles gustatives du boeuf une protéine ayant la propriété de se combiner aussi bien avec un sucre qu'avec la saccharine ou d'autres composés différents ; qui plus est, la liaison était d'autant plus énergétique que le goût sucré du composé était plus intense. C'est l'équipe de Shallenberger (67) à l'Université Cornell qui a fait le point en août 1969, expliquant comment pouvait se comprendre l'action d'un corps chimique sur le bourgeon récepteur. Les composés sucrés disposent d'un système de liaison hydrogène intramoléculaire pouvant réagir avec une liai-

son complémentaire du site récepteur. Le système acide-base, conventionnellement désigné sous les lettres AH-B, est séparé par une distance orbitale de 3 Å, B étant accepteur du proton de AH.

Selon un travail encore plus récent (janvier

1970) (16) le même couple AH-B pourrait se vérifier pour les corps à saveur amère ; mais dans ce cas la distance entre acide et base ne serait que 1,5 Å.

Voici quelques schémas de corps sucrés illustrant cette hypothèse :



(d'après Shallenberger)

CORPS SUCRÉS UTILISABLES EN ALIMENTATION

Parmi les composés à saveur sucrée, il en est beaucoup qui ne sont évidemment pas utilisables en alimentation : le chloroforme, certains alcools non saturés, les sels de glucinium, l'acétate de plomb. D'autres ne présentent pas d'intérêt car leur pouvoir sucrant est trop faible : il faudrait en utiliser trop pour remplacer le sucre ordinaire ; en général, le pouvoir sucrant est exprimé par rapport à celui du saccharose, en comparant les intensités des seuils de perception, faute de méthode objective. Plus ce pouvoir sucrant est élevé, plus le produit est intéressant a priori : son utilisation en faible quantité autorise des frais élevés d'extraction ou de fabrication et diminue les risques toxicologiques de son ingestion ; de

plus la faible quantité ingérée, même avec une molécule complexe, n'apporte qu'une faible contribution à la valeur alimentaire du mélange.

Comme nous allons le voir, les résultats des études toxicologiques à court terme ont amené de telles perturbations dans l'emploi des édulcorants que, d'une part ils entraînent la nécessité de reprendre ces études pour des produits déjà classiques, et les études à long terme pour tous, et d'autre part les utilisateurs et les industriels se voient dans la nécessité de découvrir de nouveaux édulcorants, non toxiques et si possible puissants et dépourvus d'inconvénients secondaires (insolubilité, amertume, etc.) (14, 29, 31, 71).

DÉVELOPPEMENT DES ÉDULCORANTS JUSQU'EN 1970

(en milliers de tonnes de sucre)

Le tableau suivant montre bien l'évolution rapide de la consommation aux Etats-Unis des produits sucrants ; les édulcorants non caloriques sont estimés en poids de sucre remplacé, à raison de 300 pour 1 pour la saccharine et 30 pour 1 pour les cyclamates (18).

Inutile de préciser que les prévisions, optimistes pour l'industrie des édulcorants synthétiques, ne seront pas respectées ; pour 1970 on devait compter sur une consommation de 2.000 tonnes de saccharine et 10.000 tonnes de

Année	Sucres	Edulcorants	Total en saccharose
1958	9.345	230	9.575
1960	9.660	240	9.900
1962	10.225	275	10.500
1964	10.454	646	11.100
1966	11.208	712	11.950
1970			
prévisions	11.185	915	12.100

cyclamates, qui concernait pour les 2/3 les boissons non caloriques. En attendant l'apparition d'édulcorants convenables, une grande partie de la production de ces boissons va disparaître cette année car elles constituent un marché différent de celui des boissons sucrées classiques.

Ces boissons ne sont pas à confondre avec les boissons dites "synthétiques" dont l'impor-

tance relative tend à diminuer dans les pays développés, au profit des liquides naturels ou riches en fruits plus onéreux mais de saveur plus agréable ; par exemple, en ce qui concerne l'orange seule, les productions des différentes boissons, ramenées au volume buvable, sont résumées pour la période 1965-1967 aux Etats-Unis (milliers d'hl) (45).

	Jus naturel			Boissons synthétiques surgelées ou en poudre
	concentré surgelé	refroidi	appertisé	
1965	9.480	1.330	690	1.850
1966	9.700	1.650	875	1.730
1967	11.750	1.930	985	1.810

Les boissons synthétiques, qu'on vend pour les 2/3 sous forme de poudre, contiennent en général un mélange de saccharose et de sucre interverti provenant du maïs ; ils n'ont donc

pas d'intérêt diététique ; une faible partie seulement est présentée sous ce nom, contenant des édulcorants au lieu de sucre.

SUCRES POUR ALIMENTS DE RÉGIME

Avant d'en venir aux composés à faible pouvoir calorifique, il convient cependant de rappeler l'intérêt d'un sucre, le lévulose, abondant dans la plupart des fruits et produit, en quantité égale à celle du glucose, par l'hydrolyse de l'amidon. En effet son métabolisme, contrairement à celui des sucres courants, ne nécessite pas d'insuline, de sorte qu'il est indiqué pour les diabétiques hypo-insuliniques, d'autant plus que son pouvoir sucrant dépasse celui du saccharose, ce qui réduit les doses d'emploi.

Malheureusement son extraction, à partir d'un mélange de plusieurs sucres, est onéreuse ; un procédé enzymatique de destruction sélective du glucose permettra peut-être d'en préparer à meilleur compte. L'irradiation de

l'insuline du dahlia ou des topinambours serait aussi un moyen plus pratique que la synthèse ; d'autres plantes, comme le Ti, buisson poussant en Océanie, ont aussi des tubercules contenant du lévulose sans glucose : une sucrerie des Hawaï en extrait quelques dizaines de tonnes par an pour la pharmacie. (18).

D'autres sucres sont utilisables par les diabétiques pour sucrer leurs aliments : le Mannitol, le Sorbitol (le Sorbitol ou Sorbite n'est pas en réalité un sucre mais un alcool, l'hexol $C_6H_{14}O_6$, existant dans certains fruits (pomme), mais en faible quantité. Le Sorbose $C_6H_{12}O_6$, est un sucre de la baie du Sorbier), le Xylitol par exemple ; mais leur production reste limitée et onéreuse. (32, 79)

ÉDULCORANTS SYNTHÉTIQUES

Comme on l'a souligné précédemment, les composés chimiques à saveur sucrée sont très nombreux, comprenant même des sels métal-

liques ; la liste suivante concerne seulement quelques produits organiques dont on a envisagé l'emploi en alimentation humaine, et dont le

pouvoir sucrant dépasse de beaucoup celui du saccharose (conventionnellement estimé à l'u-

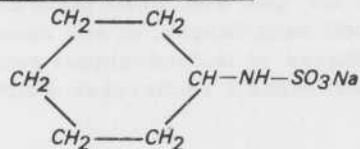
nité). (22, 32, 33, 65, 66).

Nom courant	Dénomination chimique	Pouvoir sucrant
Cyclamates, Sucaryl	Cyclohexylsulfamate de Ca ou Na	30 à 40
Dulcine, Sucrol	p-étoxyphényl urée	250
Saccharine	O-sulfimide benzoïque et sels de Na, de NH ₄	300 à 350
P 4000, Ultra-Süss	1-propoxy-2-amino-4-nitrobenzène	4.100
S 23/46	p-métoxybenzoylbenzoate de Na	150
Glucine	sel de Na triazinique sulfoné	100 à 300
Iminonitriles	p-tolil-imino-propionitrile	700
Amides	2-hexyl-2-chloromalondiamide	300
Dihydrochalcones de certains flavanones		2.000

A - CYCLAMATES

Les Cyclohexylsulfamates de Na ou de Ca viennent donc d'être interdits aux Etats-Unis, depuis le 18 octobre 1969, dans la préparation des denrées alimentaires ; la vente des boissons contenant des cyclamates est prohibée depuis le 1er janvier 1970, celle des conserves depuis le 1er février. La Suède, la Finlande, le Canada ont appliqué la même interdiction ; l'Allemagne, la Suisse vont en faire de même ; la Belgique assortit la vente d'une prescription

CYCLAMATE DE SODIUM



médicale et l'interdit depuis le 13 novembre 1969 dans les produits et substances alimentaires. Enfin le Japon, la Grande-Bretagne et les Pays-Bas se préoccupent des mesures à prendre. Remarquons qu'en France et en Italie, nous n'avons pas à revoir notre position, puisque les produits contenant des cyclamates ne peuvent être obtenus qu'en pharmacie sur ordonnance médicale.

Le cyclamate de Ca est plus courant que le sel de sodium ; celui-ci est utilisé de préfé-

rence dans les régimes hyposodés, ou pour sucrer le thé auquel il laisse sa limpidité. Son pouvoir sucrant est environ 30 à 50 fois celui du saccharose (76), mais il est préférable de le mélanger avec la saccharine (10 à 15 pour 1) (39) pour en diminuer l'arrière goût. Par exemple une solution contenant 0,53 p. cent de cyclamate et 0,053 p. cent de saccharine donne la même impression gustative qu'un sirop à 11 p. cent de saccharose (84).

Mais beaucoup d'autres aspects techniques doivent être envisagés : viscosité, point de congélation, couleur, pression osmotique, stabilité thermique (65, 71) ; pour les boissons ils n'interviennent guère, par contre pour les conserves et les confitures, ils ont la plus grande importance (61) ; dans ce cas le saccharose n'est que partiellement remplacé par d'autres édulcorants (46). D'ailleurs les sucres et les édulcorants en mélange présentent des pouvoirs sucrants plus élevés qu'individuellement, par une sorte de synergie, et l'emploi de sirop de maïs et de gommés atténue l'arrière goût amer des produits de synthèse (11).

L'interdiction des cyclamates, après une période transitoire prescrivant l'inscription obligatoire de la dose sur l'étiquette du produit en avril 1969, provient de l'accroissement rapide de leur consommation, surtout par les enfants, et de l'insuffisance des études toxicologiques à long terme, pour des produits inconnus avant 1940 et dont la production massive n'a débuté que vers 1960. Elle s'est heurtée à des inté-

rêts puissants et a provoqué bien des controverses (2, 6, 7, 8, 10, 13). On a en effet constaté que l'ingestion répétée de boissons aux cyclamates conduisait, pour des animaux de laboratoire, à des cancérisations du foie et des poumons et une altération des gènes entraînant des tératogènes chez les descendants (7).

Le facteur carcinogène a été identifié : c'est la cyclohexamine, qui est une impureté résultant de la fabrication industrielle, mais qui peut également être formée par métabolisation du produit, qui parfois n'est pas entièrement éliminé par les urines (23). C'est pourquoi le contrôle analytique d'un produit, même s'il conclut à une absence de cyclohexamine, n'est pas suffisant (40).

En tout cas, l'interdiction aura eu un effet stimulant sur la recherche de nouveaux édulcorants, synthétiques ou naturels (14).

B - DULCINE

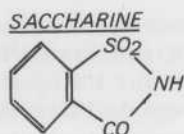
La p-éthoxyphenylurée a été préparée dès la fin du siècle dernier, et d'autres dérivés de



l'urée ont été proposés pour leur pouvoir sucrant ; cependant on s'est vite aperçu que la toxicité n'était pas négligeable (0,1 p. cent chez le rat) et surtout qu'elle produisait des effets toxiques cumulatifs, se traduisant par des adénomes du foie et des surrénales.

C - SACCHARINE

La consommation considérable de saccharine pendant la dernière guerre n'a pas provoqué, semble-t-il, de conséquences graves dans la population ; mais des études scientifiques



systématiques n'ont pas été entreprises, justement en raison de ce préjugé favorable. Son usage prolongé entraîne cependant des dispep-

sies et des gastro-entérites. La saccharine est inscrite dans toutes les pharmacopées, mais elle est, depuis le 5 octobre 1950, interdite dans l'alimentation et les boissons en France ; bien entendu elle reste autorisée pour la thérapeutique, la pharmacie et les préparations non alimentaires.

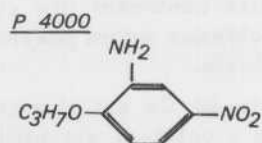
La préparation des boissons diététiques est donc possible en utilisant cet édulcorant. Malheureusement il présente, seul, un arrière-goût amer, que 25 p. cent d'une population peut déjà déceler à 0,025 p. cent dans une boisson (c'est-à-dire l'équivalent d'une quantité de 10 p. cent de sucre, ce qui est faible pour une boisson de fruits).

La saccharine est aussi hydrolysée en milieu acide en fournissant de l'acide ammonium-o-sulfobenzoïque amer ; elle possède avec le sucre et les cyclamates des propriétés synergiques sur le goût, ce qui permet de réduire les doses pour obtenir un effet comparable ; pour avoir des boissons et des conserves ayant une tenue et un goût acceptables, il était d'usage aux Etats-Unis de mélanger les deux édulcorants avec du glucose ou un peu de saccharose (35, 64).

Actuellement, en raison de l'interdiction des cyclamates, différentes solutions sont à l'essai pour rendre le mélange non calorique moins désagréable : saccharine avec glycine et gomme d'accacia, colloïdes solubles comme les pectines, carboxyméthylcelluloses, géloses, amidon (71, 80). La saccharine restera longtemps un produit utile pour édulcorer à bon marché les boissons non-caloriques ; mais il n'est pas dit que son absorption continue et massive soit sans danger, et ses inconvénients organoleptiques et technologiques poussent les firmes intéressées à rechercher d'autres édulcorants.

D - P 4000

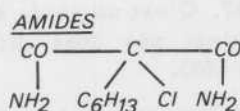
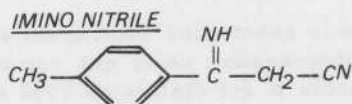
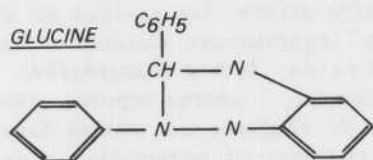
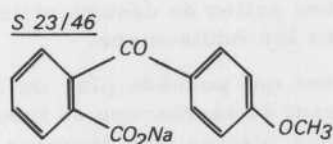
Son avantage est son pouvoir sucrant important, ce qui réduit les doses d'emploi. Il a été effectivement commercialisé, surtout en Allemagne. Cependant sa toxicité chronique a été reconnue rapidement, par des essais sur l'a-



nimal ; sa consommation entraîne un retard de la croissance et des conséquences sur l'activité hépatique, rénale et thyroïde. La toxicité immédiate (LD 50) pour le rat est située vers 0,1 p. cent dans la nourriture, alors que celle des cyclamates ne se vérifie qu'au-dessus de 5 p. cent. En conséquence il ne peut être question de l'autoriser dans l'alimentation, à forte dose, ce P 4000 est doué de propriétés anesthésiques locales (22).

E - S 23/46 ET AUTRES COMPOSES A SAVEUR SUCREE

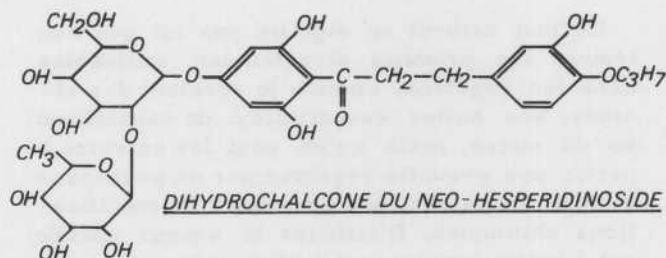
Aucun de ces produits n'a fait l'objet d'application commerciale ; d'une part leur pouvoir sucrant est moins puissant que d'autres, ensuite leur composition laisse parfois présumer une toxicité, enfin aucun travail sérieux de toxicologie n'a été entrepris.



Cependant il est à présumer, puisque la recherche dans ce domaine est stimulée par le besoin, que l'on verra un jour ou l'autre apparaître des produits de synthèse ne présentant ni les inconvénients d'utilisation de la saccharine, ni ceux de l'ingestion massive des cyclamates.

F - DIHYDROCHALCONES

Ces corps qui ont été découverts depuis 1961 au Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis sont promis à un bel avenir, si leur fabrication ne s'avère pas trop difficile ou onéreuse. La matière première se trouve très répandue dans le régime végétal puisque ce sont des flavano-



nes. La naringine, constituant amer du pome-lo, est déjà extraite couramment et fait l'objet d'une production commerciale ; la prunine se trouve dans l'écorce du prunier, la néohespéridine dans les oranges vertes de certaines variétés amères (*Citrus aurantium*). La dihydrochalcone de cette dernière possède un pouvoir sucrant de 2.000 fois celui du saccharose qui n'est pas accompagné d'un arrière-goût trop désagréable, comme celui de la saccharine.

A priori, la constitution chimique n'offre aucune présomption de toxicité, par analogie ; mais évidemment c'est à vérifier ; les résultats des essais en cours et à réaliser ne sont pas encore publiés, puisque les produits ne sont même pas en vente (38, 44, 47).

Du point de vue technologie, ce sont des corps hydrosolubles stables et leur emploi, aussi bien dans les boissons que dans les conserves de fruits, est plus simple que celui des composés dotés d'un arrière-goût ou modifiés par le pH, l'action de la chaleur et du temps ou entrant en réaction avec les produits naturels.

La synthèse a été décrite par HOROWITZ et GENTILINI (37, 38) en 1963 aussitôt après la prise d'un brevet par le Ministère de l'Agriculture. Elle est longue et ne fournit le produit recherché qu'avec un faible rendement, à l'exception justement du produit le plus sucré qu'on obtient en quelques minutes de réaction (48). Leur utilisation dépend cependant de la qualité organoleptique des mélanges effectués ; ainsi la néohespéridyl-dihydrochalcone, tout en don-

nant une saveur sucrée aux boissons très acides à base de jus de citron, fait ressortir une sorte d'astringence qu'on ne trouve pas avec une simple addition de sucre (44).

En résumé, si la synthèse (à partir de produits très naturels extraits des fruits) ne s'avère par trop onéreuse, ces dihydrochalcones semblent destinés à un avenir brillant.

ÉDULCORANTS NATURELS

Le mot naturel ne signifie pas ici que l'on trouve ces produits directement utilisables dans les végétaux, comme le seraient des résines, des huiles essentielles, du caoutchouc ou du sucre, mais qu'on peut les extraire à partir des produits végétaux par un processus simple, ne faisant pas intervenir de modifications chimiques. D'ailleurs la saveur sucrée est l'indice qui les a fait découvrir, alors que cette saveur que l'on a découverte dans les dihydrochalcones l'a été fortuitement.

Ceux dont il est fait état le plus souvent dans les recherches actuelles sont les suivants :

- acides aminés: certains acides aminés, constituants naturels des protéines, possèdent un goût nettement sucré,
- glycyrrhizine : glucoside triterpénolde ; pouvoir sucrant 50 à 100,
- stéviolside : glucoside stérolde ; pouvoir sucrant 2.000,
- extrait des baies de *Dioscoreophyllum cumensii* ; pouvoir sucrant 1.000 à 1.500.

A - ACIDES AMINÉS

La séparation et l'extraction des acides aminés sont des opérations courantes, en chimie biologique ; les protéines qui servent de matière première sont aussi bien végétales qu'animales ; cependant les coûts d'extraction et de purification sont très différents selon les corps.

Certains acides aminés possèdent une saveur sucrée notable, liée à la structure physico-chimique de leur molécule ; ainsi le D-Tryptophane est 35 fois plus sucré que le saccharose, alors que son homologue, le L-Tryptophane, n'est pas sucré mais amer. Bien que l'emploi des acides aminés pose quelques problèmes technologiques, en raison de leur altérabilité bien connue dans une boisson de fruits, leur absence de toxicité aux doses utilisables est reconnue et leur emploi comme édulcorant dans beaucoup de préparations diététiques est possible (69, 70). Un dérivé d'acides aminés, l'es-

ter acétylique d'aspartyl-phénylamine, est déjà mis en vente par une firme américaine, qui lui attribue un pouvoir sucrant de 150 (1, 3).

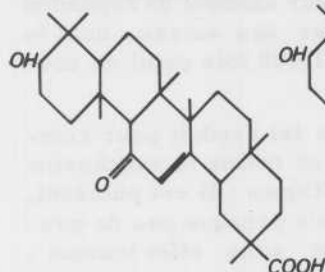
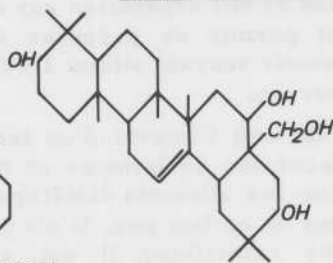
B - GLYCYRRHIZINE

La glycyrrhizine est utilisée depuis longtemps, puisque c'est l'agent sucrant de la réglisse ; l'extrait de réglisse a d'ailleurs des propriétés pharmacologiques reconnues ; il est antispasmodique et artéro-dépressif, donc recommandé pour le traitement des ulcères d'estomac ; il a une action de désoxycorticostérone et utilisé chez les Addisoniens.

L'édulcorant qui possède plus de 50 fois le pouvoir sucrant du saccharose se trouve d'ailleurs dans des plantes très diverses : les racines, tiges et feuilles d'*Abrus precatorius*, et *Periantra dulcis*, les racines de *Glycyrrhiza glabra*, légumineuse consommée au Brésil, les écorces de *Lucuma glycyphylla*, *Sideronylon richardii*, *Achras sapota* (Sapotille). L'extrait de réglisse est utilisé dans de nombreuses régions, en particulier dans le Nord de la France, pour la préparation de boissons désaltérantes (aromatisées à l'Anis), pour le trempage des tabacs blonds.

La formule exacte de l'édulcorant a été longtemps controversée ; celle qui semble la plus vraisemblable a été établie en 1942 et Nieman a fait le point des recherches récentes sur sa constitution en 1957. C'est un acide à 5 noyaux benzéniques qui n'est pas très différent de l'acide oléanolique (58).

Ayant l'occasion d'étudier les modificateurs naturels du goût, en particulier les acides gymnémiques qui ont pour effet de supprimer temporairement toute sensation de sucré (53, 54, 72, 73, 74, 81, 82), nous avons découvert récemment que les aglycones de certaines fractions de ces acides sont des triterpènes qui rappellent par leur configuration celle de la glycyrrhizine ; nous réunissons ces configurations sur la même figure. Comment rapprocher le mécanisme de la sensation d'un corps sucré

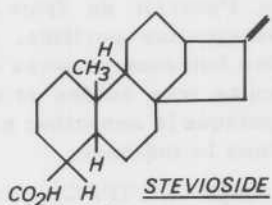
ACIDE GLYCYRRHÉTIQUEGYMNESTROGÉNINE

de celui d'une inhibition de la sensation sucrée ? Les physiologistes l'expliqueront peut-être.

Pour en revenir à la Glycyrrhizine, une longue expérience de son emploi à fortes doses journalières est une garantie d'innocuité. On envisage d'en augmenter la production pour l'introduire dans les boissons et conserves faiblement caloriques ou diététiques, en mélange avec de la saccharine. Cependant son pouvoir sucrant n'est pas très élevé et les extraits, même purifiés, possèdent un léger goût amer.

C - STEVIOSIDE

C'est un glucoside connu depuis le siècle dernier et considéré longtemps comme l'édul-



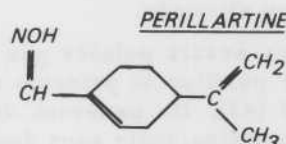
corant naturel le plus puissant ; il est utilisé par les habitants du Paraguay pour sucrer leurs boissons amères (24, 25, 56, 59, 83).

Il est contenu dans les feuilles d'un arbuste de brousse, *Stevia rebaudiana* ; l'extraction à l'alcool des feuilles séchées fournit plus de 6 p. cent de glucoside. Sa formule est connue, l'aglycone est le steviol dont la structure rappelle celle d'une hormone stéroïde. D'ailleurs ce steviol est lui-même doué de propriétés antiandrogéniques que l'on a pu vérifier sur le poulet (22). C'est pourquoi en définitive son utilisation comme édulcorant semble à rejeter ; d'ailleurs l'arbuste n'est connu qu'en Amérique du Sud et dans quelques collections botaniques

isolées et sa diffusion n'a pas été entreprise.

D - PERILLARTINE

La périllartine ou sucre de Périlla tire son origine de l'essence d'une labiée, *Perilla arguta*, qui contient la Périllaldehyde dont l'α-antioxime possède une vive saveur sucrée (2000 fois celle du saccharose).



C'est un corps de faible poids moléculaire, dépourvu d'azote comme le précédent, dont on peut réaliser la synthèse. Mais on peut aussi le produire à partir de l'aldehyde qui se trouve dans l'essence de mandarine et d'autres plantes ; au Japon on peut trouver le produit extrait de l'huile de Shizo qui contient 50 p. cent d'aldehyde.

Pour les pays méditerranéens ou subtropicaux, on pourrait le synthétiser à partir du limonène, constituant majeur des huiles essentielles d'agrumes, ou plus simplement le séparer des huiles de mandarine (49, 68).

Le seuil de toxicité ne dépasse pas 2,5 g/kg pour le rat et 5 g/kg pour le chien ; cependant on manque de données pour la toxicité cumulative. Par ailleurs la périllartine possède des propriétés insecticides notables.

Sans préjuger des résultats d'essais toxicologiques à réaliser, surtout en ce qui concerne les effets cumulatifs, on pourrait dire que cet édulcorant semble le plus intéressant des produits que nous venons de passer en revue, d'abord par l'intensité de son goût qui autorise les dilutions importantes et diminue les risques et le prix de revient, ensuite par la facilité avec laquelle on peut trouver une matière première pour sa fabrication.

E - EXTRAITS VÉGÉTAUX NOUVEAUX

Plusieurs espèces végétales peu connues ont fait l'objet de rapports de voyageurs ou de botanistes qui soulignaient le goût sucré remarquable de certaines de leurs parties : écorce, rhizome ou fruits. Beaucoup de ces fruits sont évidemment riches en glucides ; cependant des essais systématiques n'ont jamais été pratiqués. INGLETT (42) donne une liste d'espèces renom-

mées pour cette propriété, mais dont l'examen n'a pas fourni la confirmation attendue. La seule qui semble vraiment remarquable est *Dioscoreophyllum cumensii*, qui pousse dans les forêts tropicales de l'Ouest Africain (43) ; le fait que la baie et le tubercule de cette plante soient recherchés et consommés par les Africains, en raison de la saveur sucrée intense, laisse penser qu'il n'y aurait pas d'inconvénient à utiliser un extrait pour édulcorer des boissons ou d'autres aliments.

Les premiers essais publiés par INGLETT pour tenter de purifier le principe édulcorant datent de 1969 (43). Ils prouvent déjà que ce n'est pas une protéine, mais sans doute un glucoside ; il reste à mieux connaître ce glucoside et à identifier son aglycone. Cependant, d'ores

et déjà, une purification de l'extrait mucilagineux et une séparation sur colonne de Sephadex ont permis de préparer des extraits dont le pouvoir sucrant atteint 1.500 fois celui du saccharose.

On voit l'intérêt d'un tel produit pour remplacer les cyclamates et même la saccharine dans les aliments diététiques ; il est puissant, donc il en faut peu, il n'a presque pas de pouvoir calorifique, il est sans effet toxique, vraisemblablement, il est naturel, ce qui est appréciable pour éviter les mentions péjoratives ; produit de synthèse, édulcorant artificiel. Le nom, provisoire, attribué au fruit est "serendipity berry" qui pourrait se traduire par "baie de l'agréable surprise" en faisant allusion à un conte de Walpole.

PRODUITS AMÉLIORANTS

A - NUCLEOTIDES

Il est certain que les 5'-Ribonucléotides, mis au point voici peu d'années au Japon, après le Glutamate de Sodium, sont largement utilisés (et autorisés) comme renforçateurs d'arôme et de goût (50). Mais ils ont surtout un effet améliorant sur les produits salés, les viandes et plats cuisinés, etc. ; en général ils ont plutôt un effet défavorable sur les boissons ou conserves de fruits. Cependant une société japonaise propose une 5'-Purine-nucléotide qui a pour effet de masquer l'amertume des jus d'orange de la variété 'Natsudaidai', par conséquent de faire ressortir le goût du sucre, et de les rendre consommables (78) ; de même l'amertume de la saccharine et l'arrière-goût des cyclamates pourraient être atténués dans les boissons pauvres en calories. Ce procédé serait plus efficace que les mélanges d'édulcorants aux goûts divers, destinés à modifier l'amertume caractéristique de la saccharine : gluconate et citrate de sodium, acide aminé, sirop de maïs (11, 14).

B - MIRACULINE

Ce nom, sans doute provisoire, désigne une glucoprotéine dont la constitution précise n'est pas encore établie, sinon son poids moléculaire (44.000) et le fait qu'elle contient 6 à 7 p. cent d'arabinose et de xylose. Cette protéine est le principe actif d'un fruit connu depuis

longtemps pour sa propriété extraordinaire de transformer le goût acide en goût sucré, d'où son nom de Fruit Miracle (27, 30, 36, 41, 51).

En réalité on trouve, en Afrique équatoriale, 2 espèces désignées sous ce nom, une Sapotacée : *Synsepalum dulcificum*, et une Marantacée : *Thaumatococcus danielli*.

L'emploi de l'extrait de fruit Miracle, ou mieux de la Miraculine purifiée, permettrait de préparer des boissons pauvres en calories, à partir de fruits très acides et sans ajouter d'édulcorant, puisque la sensation acide deviendrait sucrée dans le mélange.

Nous avons déjà, à l'IFAC, commencé des plantations de *Synsepalum* qui seront à même de fournir une matière première abondante pour des essais et de propager la culture ; en même temps nous devons poursuivre la sélection des clones les plus riches en Miraculine et la recherche sur les meilleurs procédés de culture.

C - MALTOL

Il semble que l'addition du maltol dans un jus sucré en améliore le goût ; le maltol (2-hydroxy-3-méthyl-4-pyrone) et l'éthylmaltol (3-éthyl-2-hydroxy-4-pyrone) se trouvent d'ailleurs, en faible quantité, dans les jus de pomme ; on peut les employer comme renforçateurs de goût sucré, bien qu'ils ne semblent pas agir,

comme les ribonucléotides ou les glutamates par activation de la sensibilité des nerfs gustatifs (50, 77). Notons que l'éthylmaltol, à une

teneur maximale de 50 mg/kg, vient d'être autorisé pour le renforcement des arômes alimentaires par la réglementation française (4).

CONCLUSION

Il est certain que ce travail sera à revoir complètement dans quelques années, car l'interdiction récente des cyclamates stimule la recherche non seulement des produits synthétiques ayant un goût sucré, mais des autres produits naturels à faible pouvoir calorifique. Néanmoins on peut faire le point, dès maintenant, sur le développement probable de certains édulcorants qui présentent des avantages indéniables sur la saccharine, à condition bien entendu que leur innocuité soit prouvée par des essais à long terme : la néohespéridyl-dihydrochalcone obtenue à partir des agrumes, de même que la périllartine, et le glucoside d'une baie d'Afrique tropicale. De plus le goût sucré des boissons de fruits acides pourrait être renforcé par certains améliorants, parmi lesquels une glucoprotéine qui se trouve dans quelques fruits tropicaux.

Les boissons diététiques ne seront plus alors des liquides contenant des produits synthétiques, mais des mélanges de fruits ou de leurs extraits naturels ; même si leur prix reste plus élevé que celui des boissons de fruits classiques, on peut penser que leur développement, qui répond à un besoin, reprendra sa course ascendante.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANONYME - Nouvel édulcorant artificiel à base d'acides aminés.
Rev. Cons., may 1969, 25, 5, 104-105.
- 2 - ANONYME - L'interdiction des cyclamates perturbe les marchés alimentaires.
Rev. Cons., jan. 1970, 27, 1, 111.
- 3 - ANONYME - Edulcorant naturel à base d'acides aminés.
Rev. Cons., jan. 1970, 27, 1, 107.
- 4 - ANONYME - Autorisation de l'éthylmaltol comme agent de renforcement des arômes alimentaires.
Rev. Cons., feb. 1970, 27, 2, 107.
- 5 - ANONYME.- Les édulcorants de synthèse.
Inf. Diététique, jul. 1967, 74-75.
- 6 - ANONYME - A propos de l'interdiction des cyclamates.
Choc. Conf. Fr., dec. 1969, n°257, p. 13-14.
- 7 - ANONYME - Cyclamate sweeteners meet bitter fate.
Food Techn., nov. 1969, 23, 11, 30.
- 8 - ANONYME - Studies indicate safety of cyclamates.
Food Eng., jan. 1969, 41, 6, 59.
- 9 - ANONYME - Conductivity controls low-calorie blendings.
Food Eng., jan. 1969, 41, 1, 96.
- 10 - ANONYME - Proposes cyclamate labelling
Food Eng., may 1969, 41, 5, 17.
- 11 - ANONYME - Masks artificial sweetener after taste.
Food Eng., may 1969, 41, 5, 95.
- 12 - ANONYME - High levulose corn syrup is sweet as sugar.
Food Eng., sep. 1969, 41, 9, 63.
- 13 - ANONYME - Bans cyclamate.
Food Eng., nov. 1969, 41, 11, 17.
- 14 - ANONYME - Processors probe cyclamate substitutes.
Food Eng., nov. 1969, 41, 11, 55.
- 15 - ANONYME - Cyclamate free soft drinks.
Food Eng., dec. 1969, 41, 12, 43.
- 16 - ANONYME - Bitter and sweet taste.
Flavor Ind., jan. 1970, 1, 1, 27.
- 17 - ANDERSEN (H.T.), FUNAKOSHI (M.) et ZOTTERMAN (Y.) - Electrophysiological investigation on the gustatory effects of various biological sugars.
Acta Physiol. Scand., 1962, 56, 562-575.
- 18 - BALLINGER (R.A.) - Sugar substitutes. Synthetics and substitutes for agricultural products, p. 41-48.
in : *USDA, ERS, Pub. n° 1141*, apr. 1969.
- 19 - BARTOSHUK (L.M.), DATEO (G.P.), VANDENBELT (D.J.), BUTTRICK (R.L.) et LONG (L.) - Effects of *Gymnema sylvestre* and *Synsepalum dulcificum* on taste in man.
in : *Olfaction and taste*, tome 3, (Pfaffman, ed. NY, 1969), 436-444.

- 20 - BEIDLER (L.M.) - Physiological base of taste sensation.
J. Food Sci., 1966, 31, 275-281.
- 21 - BENK (E.) - Kaloriefreie süsse alkoholfreie Erfrischungsgetränke mit Cyclamat.
Naturbrunnen, 1965, 15, 434-436.
- 22 - BOTTLE (R.T.) - Synthetic sweetening agents.
Manuf. Chemist, jan. 1964, 35, 1, 60-65.
- 23 - BRADFORD (E.) et VESTON (R.E.) - Determination of cyclohexamine in Cyclamates.
Analyst, 1969, 94, 1114, 68-70.
- 24 - BRIDEL (M.) et LAVIEILLE (R.) - Le principe à saveur sucrée du *Stevia rebaudiana*.
J. Pharm. Chim., 1931, 14, 3, 99-113.
- 25 - BRIDEL (M.) et LAVIEILLE (R.) - La Rebaudine de Dietrich est un steviolide impur.
J. Pharm. Chim., 1931, 14, 4, 154-161.
- 26 - BROEG (C.B.) - Sweeteners : natural and synthetic.
Food Eng., Jan. 1965, 37, 1, 66.
- 27 - BROUWER (J.M.), VAN DE WEL (A.) et HENNING (G.J.) - Miraculine, the sweetness inducing protein from miracle fruit.
Nature, oct. 1968, 220, 373-374.
- 28 - CHEVALIER (A.) - Flore vivante de l'AOF.
Edit. Muséum Nat., dec. 1938, t. 1, 380 p.
- 29 - DALDERUP (L.M.) - Na Cyclamate, Saccharin and food efficiency.
Nature, 1969, 223, (5213), 1368-1369.
- 30 - DZENDOLET (E.) - Theory for the mechanism of action of miracle fruit.
Perception and psychophysics, mar. 1969, 6, 3, 187-188.
- 31 - FENAROLI (G.) et COLOMBO (E.) - Interdependenza fra natura degli edulcorante.
Riv. It. Ess. Prof., mar. 1969, 51, 3, 108-111.
- 32 - FRANKE (I.) - Dietetische Getränke.
Flüss. Obst., sep. 1969, 36, 9, 384-390.
- 33 - GEOFFREY (G.) - Artificial sweeteners, their use in processed foods.
Food Proc. Packag., dec. 1963, 32, 459-462.
- 34 - GUNNER (S.W.) et HAND (D.) - Maltol and Ethyl-maltol in apple juice.
J. of AOAC, may 1968, 51, 5, 959-963.
- 35 - HAMOR (G.H.) - Correlation on chemical studies and taste in saccharin series.
Science, 1961, 134, 1416.
- 36 - HENNING (G.J.), BROUWER (J.M.), VAN DER WEL (H.) et FRANKE (A.) - Miraculin, the sweet inducing principle from miracle fruit.
in : *Olfaction and taste*, t. 3 (Pfaffmann ed. NY 1969), 445-449.
- 37 - HOROWITZ (R.M.) et GENTILI (B.) - Flavonoids in Citrus. VI - Neohesperidose.
Tetrahedron, 1963, 19, 773-782.
- 38 - HOROWITZ (R.M.) et GENTILI (B.) - Dihydrochalcone derivatives as sweetening agent.
US Pat. 3 087 821, 1963, 30 avril.
- 39 - HOTZEL (D.) et SULTEMEIER (J.) - Zyclamate: Verwendung, Stoffwechsel, Toxikologie.
Ernahrungs Umsch., 1968, 15, 6, 189-192.
- 40 - HOWARD (J.W.), FAZIO (T.) et KLIMECK (B.A.) - Determination of Cyclohexamine
J. of AOAC, may 1969, 52, 3, 492-450.
- 41 - INGLET (G.E.) - Taste modifying properties of miracle fruit.
J. Agr. F. Chem., 1965, 13, (3), 284-287.
- 42 - INGLET (G.E.) et MAY (J.F.) - Tropical plants with unusual taste properties.
Econ. Bot., apr. 1968, 22, 4, 326-331.
- 43 - INGLET (G.E.) et MAY (J.F.) - Serendipity berries, source of intense sweetness.
J. Food Sci., sep. 1969, 34, 5, 408-411.
- 44 - INGLET (G.E.), KRBECHNEK (L.) et DOWLING (B.) - Dihydrochalcone sweeteners ; sensory and stability evaluation.
J. Food Sci., jan. 1969, 34, 1, 101-103.
- 45 - JOHNSON (C.E.) - Synthetic citrus drinks. Synthetics and substitutes from agricultural products.
USDA, ERS, Pub. 1141, apr. 1969, 85 p.
- 46 - KAMEN (J.) - Interaction of sucrose and cyclamate on intensity of sweetness.
J. Food Sci., mar. 1959, 24, 2, 279-282.
- 47 - KORBELACK (T.) - Identification of 4 artificial sweeteners in leverages.
J. of AOAC, mar. 1969, 52, 3, 487-491.
- 48 - KRBECHNEK (L.), INGLET (G.), WAGNER (R.), et RITES (R.) - Synthesis of new Dihydrochalcones sweeteners.
J. Agr. Food Chem., jan. 1968, 16, 1, 108-112.
- 49 - KUGLER (E.) et KOVATS (E.) - Zur Kenntnis des Mandarinenschalen-Öls.
Helv. Chim. Acta, 1963, 46, 5, 1480-1515.
- 50 - KUNIKATA (A.) - Flavor potentiators.
Chap. 24, p. 515-535.
in : *H. Schultz, E. Day, L. Libbey, Chemistry and Physiology of Flavors*, Avi Publ. Co, NY, 1967.
- 51 - KURIHARA (H.) et BEIDLER (L.M.) - Taste modifying protein from miracle fruit.
Science, 161, 20 sep. 1968, 1241.
- 52 - KURIHARA (K.) et BEIDLER (L.M.) - Mechanism of the action of taste modifying protein.
Nature, jun. 1969, 223, 5199, 1176-1179.
- 53 - KURIHARA (K.), KURIHARA (Y.) et BEIDLER (L.M.) - Isolation and mechanism of taste modifiers, taste modifying protein and gymnemic acids.
in : *Olfaction and taste*, t. 3. (Pfaffmann ed. N.Y. 1969), 450-469.
- 54 - LOVELL (M.R.), GROSS (C.G.) et WEISKRANTZ

- (L.) - Effects of the Gymnemic acid on taste perception.
Animal Behaviour, 1961, 9, 1, 31-33.
- 55 - MONCRIEFF (R.W.) - Flavour sensory factors.
Food Proc. Mark., jan. 1969, 38, 448, 19-23.
- 56 - MOSSFTTIG (E.) et NES (W.R.) - Stevioside. II - Structure of the Aglycon.
J. Org. Chem., jul. 1955, 20, 7, 885-894.
- 57 - MURRAY (D.G.) - Low dextrose cereal solids more versatile.
Food Eng., may 1967, 41, 5, 78-81.
- 58 - NIEMAN (C.) - Licorice.
Adv. in Food Res., 1957, 7, 340-381.
- 59 - NIEMAN (C.) - Stevioside : the sweetest natural product.
Zucker Süßwaren-wirtsch., 11, 124-126, 236-238 1958.
- 60 - NIEMAN (C.) - Sweetness of glucose, dextrose and sucrose.
Congr. Ass. Int. Fab. Sucre, Munich, jun. 1960 CR Paris, p. 3-24.
- 61 - PEDERSEN (J.) - Preserves with less sugar.
Food Prod. Develop., 1969, 3, 1, 102-104.
- 62 - POTIER (J.C.) - Données sur la fonction gustative.
Doc. Sci. CEDUS, Paris 1968, 192 p.
- 63 - PRICE (S.) - Chemoceptor proteins from taste buds.
J. Agr. Food Chem., jul. 1969, 17, 4, 709-711.
- 64 - RADER (C.P.), TIHANYI (S.G.) et ZIENTY (F. B.) - Study of the true taste of Saccharin.
J. Food Sci., may 1967, 32, 3, 357-360.
- 65 - RAO (V.K.) - Synthetic sweeteners.
Indian Food Pack., feb. 1968, 22, 2, 46-50.
- 66 - RUNTI (C.) - Gli edulcoranti sintetici.
Chem. e Ind., may 1957, 39, 5, 344-364.
- 67 - SHALLENBERGER (R.S.) et ACREE (T.E.) - Molecular structure and sweet taste.
J. Agr. Food Chem., jul. 1969, 17, 4, 701-703.
- 68 - SHAW (P.E.) - Fruit and vegetable products laboratory.
USDA - communication personnelle.
- 69 - SOLMS (J.) - Geschmack von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen.
Z. Vitaminforsch., jul. 1969, 39, 3, 320-322.
- 70 - SOLMS (J.) - The taste of amino-acids and proteins.
J. Agr. Food Chem., aug. 1969, 17, 4, 686-688.
- 71 - STEIN (J.A.) - Technical aspects of non-nutritive sweeteners in dietary products.
Food Techn., mar. 1966, 20, 3, 39-40.
- 72 - STOCKLIN (W.), WEISS (E.) et REICHSTEIN (T.) - Gymnemasäure, das antisaccharine Prinzip von *G. sylvestre*. Isolierungen und Identifizierungen.
Helv. Chim. Acta, 1967, 50, 55, 474-490.
- 73 - STOCKLIN (W.) - Gymnemagenin, vermutliche Struktur.
Helv. Chim. Acta, 1967, 50, 55, 491-503.
- 74 - STOCKLIN (W.) - Chemistry and physiological properties of Gymnemic acid.
J. Agr. F. Chem., jul. 1969, 17, 4, 704-708.
- 75 - STONE (H.) et OLIVER (S.) - Effect of viscosity on the detection of sweetness of sucrose relation.
J. Food Sci., jan. 1966, 31, 1, 129-134.
- 76 - STONE (H.) et OLIVER (S.M.) - Measurement of relative sweetness of selected sweeteners
J. Food Sci., mar. 1969, 34, 2, 215-222.
- 77 - STRONG (A.) - Flavours ; flavour enhancers.
Food Techn. Aust., dec. 1968, 20, 12, 574-576
- 78 - TAKEDA - Chem. Ind. Suppressing naturally occurring bitterness in processed fruit and vegetable.
Brit. Pat. n° 1149-023, 21 apr. 1966.
- 79 - TRIFIRO (E.) et LANDI (S.) - Impiego del sorbitolo per la preparazione di nettare di frutta per diabetici.
Ind. Cons., apr. 1964, 39, 2, 116-120.
- 80 - VAISEY (M.), BRUNON (R.) et COOPER (J.) - Sensory effect of hydrocolloid sols on sweetness.
J. Food Sci., oct. 1969, 34, 3, 397-400.
- 81 - WARREN (R.P.), WARREN (R.M.) et WERRINGER (H.G.) - Inhibition of sweet taste by *Gymnema sylvestre*.
Nature, 1969, 223, 5201, 94.
- 82 - WARREN (R.M.) et PFAFFMAN (C.) - Suppression of sweet sensitivity by potassium gymnemate.
J. Appl. Physiol., 1959, 14, 40-42.
- 83 - WOOD (H.B.), ALLERTON (R.) et DIEHL (H.W.) - Stevoiside. I - Structure of the glucose moieties.
J. Org. Chem., jul. 1955, 20, 7, 875-883.
- 84 - ZIEMBA (J.V.) - Non nutritive sweetener blends.
Food Eng., may 1969, 41, 5, 82-87.



ALBUMS DE DIAPOSITIVES ÉDITÉS PAR L'I. F. A. C.

Le diagnostic des altérations, maladies et carences exige *une connaissance exhaustive des divers aspects* sous lesquels une même affection peut se présenter. En ce domaine, la photographie en couleurs est seule capable de suppléer dans une certaine mesure à l'information visuelle directe. Malheureusement, le coût élevé des reproductions ne permet pas à *Fruits* d'en faire bénéficier ses lecteurs avec la fréquence souhaitable. Aussi l'I. F. A. C. a décidé l'utilisation d'un procédé de diffusion mieux adapté.

Chaque ouvrage est présenté sous boîtier cartonné 13 × 18 cm comprenant les diapositives groupées par 6 dans des pochettes avec une légende explicative pour chacune d'elles.

Trois titres ont déjà été édités dans cette nouvelle collection :

MALADIES FONGIQUES DES BANANES EN ENTREPÔT

par **É. LAVILLE** (I. F. A. C.)

Dans le cadre de la lutte contre les pourritures des bananes en mûrisserie, l'auteur s'est efforcé de présenter au lecteur une liste par organe des champignons parasites ou saprophytes isolés à ce jour, en précisant les dégâts auxquels ils sont habituellement associés.

Sous un même boîtier le lecteur trouvera :

— un livret (texte de présentation) comprenant un répertoire des principaux champignons parasites des bananes et de leurs effets sur les différents organes du régime ;

— une série de 30 diapositives en couleurs groupées 6 par 6 sous jaquette plastique transparente avec légendes, utilisables avec tous les projecteurs ou visionneuses usuels.

Prix : 44,75 F
+ TVA

CARENCES ET TROUBLES DE LA NUTRITION CHEZ LE BANANIER

par **J.-M. CHARPENTIER** et **P. MARTIN-PRÉVEL** (I. F. A. C.)

Cet album illustre, avec 86 diapositives en couleurs, reproduisant des photographies prises au cours d'expériences en culture hydroponique ou dans des plantations d'Afrique, des Antilles, d'Amérique latine, les aspects des divers troubles de la nutrition minérale actuellement connus chez le bananier : carences, déséquilibres et toxicités.

Le livret qui accompagne les diapositives comporte trois parties :

- 1) un exposé des conditions de validité d'un diagnostic fondé sur l'observation visuelle de la plante ;
- 2) une description détaillée des carences, excès ou déséquilibres avec renvoi aux photographies correspondantes ;
- 3) un tableau synoptique résumant en quelques lignes chacune des descriptions précédentes.

Les légendes des diapositives peuvent être obtenues en anglais.

Prix : 107,40 F
+ TVA

LES ALTÉRATIONS ET LES MALADIES FONGIQUES D'ENTREPOSAGE DES AGRUMES ET DE DIVERS FRUITS TROPICAUX

par **É. LAVILLE** (I. F. A. C.)

Ce volume est consacré aux maladies d'entreposage des fruits tropicaux.

Il comporte 84 diapositives en couleurs reproduisant les *symptômes exacts* des maladies fongiques survenant après récolte, sur les fruits exotiques tels que les Agrumes, l'Ananas, l'Avocat, la Mangue, et sur d'autres moins connus comme le Mangoustan, la Passiflore, les Litchis, les Papayes, etc.

Le livret qui les accompagne se compose d'une part de conseils adaptés à chaque fruit, pour en assurer la meilleure conservation et par conséquent la meilleure présentation, et d'autre part de descriptions détaillées des principales maladies pouvant survenir, ainsi que les moyens de les éviter.

Prix : 116,35 F
+ TVA

Adresser les commandes à :

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (Service des Publications)
6, rue du Général-Clergerie, 75-Paris (16^e)