

PROVENDES ET MÉLASSES

sous-produits de l'Industrie des Agrumes

L'Industrie des agrumes ayant subi un grand développement durant ces dernières années, le volume des résidus de fabrication a augmenté considérablement.

Dans cet article, nous nous occuperons de la fabrication des sous-produits, à partir de ces résidus.

En 1926, MEAD et GUILBERT [1], de l'Université de Californie, remarquèrent que le résidu solide, obtenu après extraction du jus des oranges, présente des qualités alimentaires pour le bétail après séchage convenable.

En 1936, NEAL, BECKER et ARNOLD [2] de l'Université de Floride utilisèrent comme provende la pulpe de pomelo desséchée.

La fabrication de provende à partir de résidus d'agrumes a acquis un tel développement, qu'il existe actuellement en Floride, Californie et Texas des industries puissantes pour l'élaboration de ces produits.

En 1941-1942, la fabrication de mélasses d'agrumes atteignit en Floride 2.500 tonnes.

En 1944-1945, cette fabrication commence au Texas (650 t.).

En 1947, elle s'étend à la Californie.

L'apparition des mélasses d'agrumes sur le marché ne constitue pas seulement un important apport économique, mais vient résoudre le grave problème sanitaire créé par la production croissante de résidus liquides provenant de la fabrication de jus et de provende d'agrumes.

Dans l'industrie des agrumes, voici les matières premières employées :

En Californie, les oranges, pomelos et citrons sont utilisés, en Floride et Texas seuls les pomelos et oranges sont industrialisés.

En Californie, les fruits sont soumis dès la récolte à une sélection ayant pour but de destiner les plus parfaits à la consommation en frais et le reste à l'industrialisation.

Après avoir été soumis aux opérations de nettoyage, les fruits triés passent à l'extracteur de jus.

Là, le jus, considéré comme produit principal, est séparé de l'écorce brute, de la peau et des pépins qui constituent le sous-produit.

Étant donné l'objet du présent article qui est l'étude de la fabrication des provendes et des mélasses comme utilisation des sous-produits des agrumes, nous donnerons toute notre attention à cette question.

57 % du poids des fruits qui entrent dans les fabriques de jus servent à la fabrication des sous-produits. De ces résidus bruts, on peut obtenir un grand nombre de produits : huiles essentielles, cires, résines, pectine, cellulose, glucosides, vitamines, sucres, tourteaux, engrais, sirops,

levures, alcool, combustibles, matières plastiques, acides acétique, citrique, malique, etc... La préparation de certains de ces produits, par exemple la pectine, les essences et les glucosides n'utilisent pas complètement les sous-produits des agrumes; et les résidus qui restent après l'extraction de ces substances peuvent être à leur tour transformés en engrais organiques de valeur, soit par fermentation aérobie ou anaérobie, soit par traitement chimique [6].

Le procédé utilisant le plus grand volume de sous-produits consiste en la fabrication de provende et mélasses avec récupération des huiles essentielles.

Fabrication de provende d'agrumes.

Pour l'élaboration de ce produit, on utilise les résidus de fabrication du jus, tels quels, ou après en avoir extrait les essences par la méthode de la « Pipkin ».

Les résidus en question sont mélangés à l'aide de broyeur à marteaux.

La pâte obtenue est transformée en bouillie qu'on mélange à un lait de chaux dans la proportion de 0,5 à 1 % à l'aide d'agitateurs à palettes pendant 15 minutes. Le temps de l'agitation peut être plus court et la masse est introduite dans des cuves à réaction durant 45 à 60 minutes. Cette réaction neutralise les acides des sous-produits d'agrumes, spécialement l'acide citrique qui est le plus abondant; le pH se trouve augmenté de 4 à 6. Ainsi se trouve évitée l'action corrosive de la masse sur les machines. D'autre part, cette réaction précipite les constituants pectiques et diminue la viscosité du produit, ce qui évite son adhérence aux surfaces chauffées de l'appareillage durant la dessiccation, et facilite les opérations de pressurage et d'égouttage.

Le pH optimum à obtenir après la réaction est de 5,8; l'addition d'alcali pour atteindre ce pH est un problème de contrôle délicat qui dépend des variations de l'acidité du sous-produit traité.

Quand la réaction est complète, la masse change de couleur; l'expérience de l'opérateur doit permettre de régler les détails de l'opération pour que les résultats désirés soient obtenus.

Lorsque la réaction avec la chaux est terminée, le produit obtenu présente une humidité d'environ 82 %. Cette teneur en eau peut être diminuée jusqu'à 72 % au moyen d'un pressurage, ou de 80 à 75 % au moyen d'un égouttage de la masse.

PEARSON [7] a établi une formule appliquée au procédé de pressurage des résidus de l'industrie des agrumes qui peut s'exprimer ainsi : « Le rapport du poids du

tourteau au poids du liquide extrait par cette opération est inversement proportionnel à la teneur en humidité du produit final et celui du résidu original. »

Le tourteau obtenu par pressurage aura une composition différente de celui obtenu par égouttage.

En Floride, où le climat est humide, le pressage sera effectué ; dans le Texas, au contraire, on applique l'opération économique d'égouttage.

Pour effectuer l'opération de pressage, en Floride, on utilise trois types de presses, à savoir :

le type *Louisville*, dont le principe consiste en quatre rouleaux qui aplatissent le matériau contre une plaque de bronze munie de trous pour égoutter le liquide de pressage ;

le type *Davenport*, muni de deux puissantes roues perforées qui tournent, formant un angle aigu ;

le type *Zénith* comprime la masse à l'aide d'un cylindre vertical muni de parties saillantes.

Ces procédés donnent le liquide de pressage et le tourteau à 72 % d'humidité qui, desséché, sera transformé en provende solide.

La déshydratation du produit pressé peut être réalisée de plusieurs façons :

a) en effectuant la dessiccation totale à feu direct ;

b) au moyen d'un système combiné à feu direct et à vapeur ;

c) en utilisant dans toute l'opération uniquement la vapeur ;

d) avec le système « Vim Sun ».

a) Dans le premier cas on emploie des séchoirs à tunnel rotatifs de 2,60 m de diamètre et de 19 m 5 de long.

Le combustible utilisé est de l'huile n° 5 qui brûle dans un foyer adjacent aux séchoirs et qui communique au produit à dessécher une température de 130°C dans les premiers mètres de sa course.

Le rendement horaire est de 3.700 kg de provende à 8 % d'humidité.

b) Le système combiné : feu direct et vapeur, est composé de trois séchoirs à tunnel déshydrateurs ; les deux premiers chauffés à feu direct et le troisième à la vapeur. Les séchoirs à feu direct ont une longueur de 15 mètres et un diamètre de 2 m 25. Le produit en sort à 40 % d'humidité et à une température de 110°C ; il passe ensuite au séchoir à la vapeur de 18 mètres de long et 2 m 25 de diamètre dans lequel il subit une température de 85°C.

Le produit desséché obtenu présente 7 à 8 % d'humidité et a une meilleure coloration que celui fabriqué uniquement avec le chauffage direct. Le prix de l'opération de dessiccation par ce procédé est plus élevé que par le système précédent ; la composition chimique du produit est analogue.

c) Dans le procédé à la vapeur, on emploie des installations de 4 cylindres rotatifs dont chacun a une longueur de 18 mètres et un diamètre de 2 m 25. Ce système s'emploie lorsqu'on peut obtenir à bas prix la vapeur ou quand la vapeur peut provenir d'une autre installation dans laquelle il serait difficile de récupérer la chaleur par un autre procédé.

d) Le système « VIM SUN » utilisé récemment en Flo-

ride diffère des systèmes précédents. Son encombrement est moindre ; son prix d'achat et d'entretien très réduit.

Le déshydrateur « VIM SUN » consiste en un cylindre fixe de 7 m 50 à l'intérieur duquel tournent d'autres cylindres concentriques.

Le produit passe par les trois cylindres parcourant 21 mètres. On emploie, comme combustible, l'huile Bunker C, laquelle est lancée en pleine combustion et avec abondance d'air dans les brûleurs accouplés au système de dessiccation, à une vitesse de 70 km/heure. L'air chaud pousse le produit dans les différentes parties de l'installation à mesure que la dessiccation se produit.

Les particules peu volumineuses qui se dessèchent rapidement sont extraites avant les plus grosses. Le produit obtenu est suffisamment uniforme et possède 9 % d'humidité. Le rendement horaire est de 1.500 kg de produit fini.

Le prix de revient de la tonne de tourteau obtenue à l'aide de l'installation « VIM SUN » est de 6,45 dollars et se répartit sur les rubriques suivantes : huile combustible, énergie électrique, main-d'œuvre, chaux, accessoires et imprévus.

Il n'est pas tenu compte ici ni de la valeur de la matière première, ni de l'amortissement du capital, ni des impôts.

Le tourteau est mis en sacs de 45 kg et emmagasiné ou expédié sur les lieux de consommation.

Le Tableau I présente la composition du produit obtenu [9] et [10] :

Constituants	Tourteau de pomelos seuls %	Tourteau d'oranges et pomelos mélangés %	Liquide de pressage %
Humidité	7,54	7,30	90,97
Extrait sec total	92,46	92,70	9,03
Cendres	6,50	6,61	0,72
Protéines (N×6,25)	7,04	7,05	0,47
Matières grasses	5,93	5,35	—
Cellulose	15,28	14,53	—
Pentosanes	15,57	16,10	0,31
Sucres non réducteurs	9,95	7,58	2,40
Sucres réducteurs	3,06	2,68	4,23
Sucres totaux	13,01	10,26	6,63
Pectine	19,70	15,80	0,66
Naranjine	1,64	1,54	—
Chlorures de sodium et de potassium	1,94	2,05	—
Silice	0,25	0,26	—
Oxyde d'alumine	2,10	1,40	—
Magnésium	0,37	0,67	—
Calcium	1,77	1,68	—
Phosphates (P ² O ⁵)	0,28	0,33	—
Soufre	0,11	0,13	—
Chlorure (Cl ²)	0,05	0,04	—
pH	—	—	5,7
Acidité fixe (citrique)	—	—	0,21
Alcool (en volume)	—	—	0,22
Huiles essentielles (volume)	—	—	0,23

Ce tableau de composition permet de considérer ce produit comme un aliment excellent grâce à sa richesse élevée en sucres et en substances pectiques, ainsi qu'en protéine et en matières grasses qu'elle contient.

Cette provende, destinée principalement aux bovins, stimule la sécrétion lactée.

D'autre part, les vaches mangent la provende d'agrumes après avoir absorbé la ration usuelle d'aliments, ce qui démontre que cet aliment est agréable et savoureux.

COPELAND et SHEPHARDSON [11] ont étudié au Texas, de façon détaillée, les effets de la provende d'agrumes sur les bovins. Ils réalisèrent 5 expériences avec des vaches laitières, comparant deux types de rations : la première constituée par 50 % de provende d'agrumes et par 50 % d'épis de maïs moulu et d'épis non séchés.

Les résultats, en fonction de la production de lait et du changement de poids des animaux, montrent une légère différence en faveur de la ration contenant 50 % de maïs moulu.

Par temps chaud, la provende d'agrumes exerce une action stimulante sur l'appétit du bétail, propriété d'une indubitable valeur économique. La provende d'agrumes administrée convenablement aux vaches ne communique pas au lait de saveurs étrangères ; et lorsqu'on alimente ces animaux avec de grandes quantités de ce produit, il ne se produit pas sur l'organisme d'effets laxatifs prononcés.

Problèmes créés par l'évacuation des liquides de pressage. — Dès l'installation des premières fabriques de jus d'orange et de pomelo en Floride, le problème de l'évacuation des résidus solides et liquides, produits en quantités très importantes, s'est posé.

La fabrication de la provende d'agrumes vint résoudre en partie seulement la question, tout en donnant aux résidus de fabrication une véritable valeur économique.

En Floride, cette question a donné lieu à des travaux de recherches parmi lesquels on peut citer ceux de VON LOESECKE et ses collaborateurs [12], INGOLS [13] et Mc NARY [14].

L'État de Floride est extraordinairement plat, et présente à peine, dans la configuration de son relief, quelques rares petites élévations de terrain. Par contre, il existe un grand nombre de lacs de dimensions variées et d'importants marécages.

L'eau des rivières coule très lentement ; les pluies sont très abondantes, spécialement en été et le degré hygrométrique de l'atmosphère est très élevé.

Toutes ces circonstances, ainsi que l'acidité des sols, influent sur la manière de résoudre le problème posé.

On a essayé d'effectuer l'évacuation des liquides de pressage de la façon suivante :

1) En les versant dans les lacs.

Les lacs situés dans la zone de culture et d'industrialisation des agrumes sont petits et la demande en oxygène biologique du liquide de pressage est très grande ; les poissons de ces lacs moururent par asphyxie, car l'oxygène dissous dans l'eau était utilisé par la matière organique

des liquides versés. Lorsqu'il existait des viviers à proximité des lacs en question, le péril était plus grave, car des problèmes sanitaires se posaient. On essaya également de mélanger le liquide de pressage avec les résidus des agglomérations rassemblées dans les égouts avant d'être versés ensemble dans les lacs ; on pensait arriver à la stabilisation micro-biologique, grâce à la richesse en azote de ceux-ci.

Les résultats ne furent pas mauvais. Mais l'industrie des agrumes ne fonctionnant en Floride que 7 ou 8 mois, l'irrégularité des apports de liquides de pressage fut une difficulté.

2) En les transportant en camions dans des lieux éloignés et déserts, Ce procédé fut rejeté à cause des dépenses importantes créées par les transports et la main-d'œuvre.

3) Évacuation des liquides dans des mares spéciales. Dans ce cas, il se produit certaines fermentations alcooliques dans les résidus donnant lieu à des odeurs désagréables que le vent peut propager à de grandes distances. De plus, la lenteur de la filtration dans la boue qui se sédimentait, le développement en grande quantité de mouches et autres insectes, constituent une menace pour la salubrité publique. L'orthodichloro-benzol fut employé pour lutter contre ces insectes.

4) Utilisation de puits perdus.

La décharge de liquide de pressage dans des puits conduisit à des situations assez graves. En deux cas, les infiltrations qui se produisirent dans ces puits contaminèrent la nappe phréatique. Il fut alors nécessaire de tarir neuf puits.

D'autre part, il y eut sur les liquides résiduaux versés, certaines actions anaérobies qui déterminèrent la production de gaz occasionnant des explosions qui détruisirent l'outillage installé à la bouche des puits.

5) Décharge sur les lieux de récolte d'agrumes.

Ce procédé donne des résultats très différents suivant qu'il s'agit de sols acides (Floride) ou alcalins (Texas).

Par deux fois en Floride, le liquide de pressage fut mis dans les terrains employés pour la culture des agrumes. Dans ces deux cas, les arbres perdirent leurs feuilles et durent être remplacés.

Le Dr A. F. CAMP pense que la mort des arbres est due au manque d'oxygène dans la partie du terrain où se trouvent les racines, car le liquide de pressage peut priver le sol de cet élément autour des portions de racines porteuses de poils absorbants et la mort est obtenue par asphyxie.

Dans le Texas, le problème de l'évacuation des résidus de fabrication de jus d'agrumes se présenta de façon différente : la richesse en chaux des sols de la vallée du Rio Grande permit de les utiliser comme engrais.

6) Autres procédés d'évacuation.

Étant donné la constitution siliceuse du sol de Floride, on essaya de décharger les liquides à évacuer sur des lits de sable filtrants.

VON LOESECKE et ses collaborateurs [12] dans la « U. S. Citrus Products Station » de Winter Haven (Flo-

ride) arrivèrent à traiter les résidus par le chlore, les matières nutritives azotées et autres substances ; mais ces traitements furent beaucoup trop onéreux.

On essaya l'évacuation des liquides dans les baies où l'eau était calme. Le liquide de pressage réduit les sulfates de l'eau de mer en sulfures qui s'hydrolysent et abandonnent de l'acide sulfhydrique. Les riverains proches furent incommodés.

Une fabrique de Floride soumet le liquide de pressage à l'action de levures dans des grands tanks en bois.

Après la fermentation, les liquides furent versés dans la mer à 80 mètres de la côte. Il n'y eut aucune réclamation pour les mauvaises odeurs.

Jusqu'à présent, les procédés décrits avaient pour but de se débarrasser des déchets, sans se préoccuper de ce que leur composition chimique pouvait avoir d'utile.

Or, le dixième de ces liquides est constitué par des sucres ou autres substances nutritives. On chercha donc à les transformer en produits de valeur commerciale.

Le résultat des travaux, entrepris dans ce sens, fut la fabrication de levures alimentaires, d'alcool industriel et de mélasses.

Fabrication de levures alimentaires et d'alcool industriel.

En 1942, on calcula que les liquides de pressage qui proviennent des fabrications de provende d'agrumes, avaient une valeur nutritive équivalente à celle que représenteraient 16.000.000 kg de sucre, 1.150.000 kg de protéines et 1.750.000 kg de pectine.

C'est alors que NOLK, VON LOESECKE et PULLEY [10] pensèrent que, si ces substances étaient difficilement récupérables telles quelles, il pourrait toutefois être possible de les utiliser indirectement pour la production d'autres matières utiles dans l'industrie ; par exemple le sucre du jus de pressage pourrait être soumis à la fermentation avec les micro-organismes appropriés pour produire de l'alcool industriel, des levures alimentaires, de l'acide lactique ou butyrique.

Ni la fabrication de levures, ni celle d'alcool ne résolurent totalement le problème ; pourtant, les résidus obtenus par ces procédés ont une demande en oxygène biologique plus basse que celle des liquides de pressage. Elles sont donc plus faciles à évacuer.

VELDHUIS et GORDON [15], après avoir mis au point les travaux préliminaires, effectuèrent l'étude de la fabrication de levures alimentaires à partir des liquides de pressage, d'abord dans une petite usine pilote, puis dans une grande usine pilote située dans un bâtiment adjacent à la fabrique de jus et provende d'agrumes de la Société « D. PHILLIPS », Orlando (Floride).

Pour éviter la fermentation, donc la destruction des sucres, le jus de pressage tamisé est mis dans un tank à une température de 60° C.

Ensuite, les liquides traversent un pasteurisateur, où ils sont soumis à une température de 93° C qui détruit

les micro-organismes ; puis ils sont refroidis à la température ambiante.

Ils sont ensuite mélangés avec des matières nutritives qui fournissent l'azote et le phosphore ; le sulfate ammoniacal et le phosphate trisodique étant les plus appropriés pour compléter cette fonction. On agite le mélange constamment au moyen d'injection d'air en maintenant l'ensemble à une température de 36° C.

Dans les mélangeurs, la levure administrée (*Torula utilis*) se multiplie, utilisant pour son développement les glucides et les autres matières nutritives.

Ce processus est continu et la levure sort en suspension dans les liquides. L'ensemble est conduit dans une centrifugeuse continue où elle se sépare sous forme de boue ; finalement elle est déshydratée dans des séchoirs à tambours chauffés à la vapeur.

Avec ce procédé, on utilise 95 % des sucres disponibles, on détruit 65 % de la matière organique totale et on réduit la demande d'oxygène biologique de 80 %. La levure obtenue est riche en vitamines B₁ (thiamine) et B₂ (riboflavine) ainsi qu'en ergostérol.

Pour obtenir de l'alcool, à partir du jus de pressage, on ensemence ce dernier avec la levure appropriée en ayant soin d'utiliser quatre races distinctes et de maintenir la température entre 24 et 29° C pendant la fermentation. Pour obtenir de bons rendements, il est nécessaire de concentrer le liquide avant que la fermentation n'ait utilisé 10 à 12 % des sucres.

Au moyen de cette évaporation, on sépare en même temps les huiles essentielles volatiles qui pourraient intervenir dans la fermentation.

25 litres de jus de pressage donnent un litre d'alcool à 95 %. Quand l'alcool est distillé, il reste un résidu qui contient une grande proportion de matières organiques composées de cellules de levures mortes et de substances qui ne fermentent pas.

Fabrication de mélasses d'agrumes.

Dans l'utilisation des sous-produits, la fabrication de mélasses prit une véritable importance industrielle. Cette fabrication, qui ne laisse aucun résidu, transforme tout ce qui peut être utilisé dans les jus de pressage.

Les mélasses d'agrumes sont un sirop de saveur douce et amère due à la naranjine qu'elles contiennent. Leur extrait sec est de 70 à 77 %, leur couleur est foncée.

Pour les obtenir, on procède comme suit :

Le jus de pressage produit par la fabrication de provende d'agrumes est tamisé sur une toile d'acier inoxydable. Il est conduit au préchauffeur. Dans cet appareil, le liquide est chauffé rapidement à 115° C, pour détruire les micro-organismes qui pourraient donner lieu à des fermentations préjudiciables. Les gaz non condensables, qui pourraient provoquer la corrosion des évaporateurs sont expulsés ; les réactions chimiques sont accélérées pour éviter le dépôt de citrate de calcium dans les tubes des évaporateurs et la formation d'écume ou de dépôt dans le produit final.

Pendant le préchauffage, une pellicule de nitrate de calcium se dépose rapidement sur les parois du préchauffeur ; pour supprimer cette pellicule, on emploie une solution de soude à 6 %.

Pour diminuer la corrosion des machines, on ajoute au jus de pressage une certaine quantité de soude caustique de façon à élever le pH, en ayant soin qu'il ne dépasse pas 7, car on obtiendrait alors des produits trop foncés et d'odeur désagréable.

Après le préchauffage, les liquides passent dans un tank de garde où s'effectue une décantation des matières en suspension ; on sépare ces dernières par centrifugation pour obtenir un sirop fluide et transparent.

Ensuite, a lieu la phase la plus importante de la fabrication des mélasses, dans les évaporateurs à doubles, triples et quadruples effets.

Les installations les plus communes en Floride, possèdent des évaporateurs GOSLIN-BIRMINGHAM avec lesquels, à partir d'un liquide de pressage à 9 % d'extrait sec, on peut obtenir en une heure 1.850 kg de mélasse présentant un extrait sec de 72 %.

Pour réduire au minimum la corrosion dans les évaporateurs, on doit laver fréquemment les tubes de cet appareil, avec une solution de soude caustique à 6 % ; cette dernière est ensuite conservée dans un tank et utilisée pour élever le pH du jus de pressage.

Récemment, on a commencé à installer en Floride le système de déshydratation « Vim Sun » appliqué à la fabrication de mélasses d'agrumes à chauffage direct.

Ce nouveau procédé est plus simple que celui décrit antérieurement et ne demande ni chaudière à vapeur, ni condensateurs barométriques, ni puits d'eau. L'huile combustible nécessaire brûle dans une enceinte spéciale. Dans une autre enceinte pénètrent d'une part, le liquide de pressage convenablement pulvérisé, et, d'autre part, l'air chauffé par la combustion du « fuel-oil ». De cette façon l'eau de chaque gouttelette de liquide de pressage s'évapore rapidement.

Le liquide concentré et l'air saturé se séparent dans un séparateur cyclonique ; puis, il passe dans un tank collecteur duquel, enfin, il arrive dans l'évaporateur terminal.

Par ce procédé, on obtient des mélasses à 79 % d'extrait sec.

Dans le Texas, on utilise un procédé dans lequel le jus de pressage tamisé est chauffé en deux phases distinctes avec des brûleurs à huile combustible submergés avec le concentré à 15° Brix ; puis une carbonatation a lieu ; dans la deuxième phase s'effectue une concentration à 22° Brix. Si le pH est trop bas, on ajoute de la chaux. S'il y a un excès de chaux dans le liquide, le brûleur le neutralise immédiatement, en précipitant le carbonate de calcium et le pH est automatiquement ajusté à 6.

Après avoir été soumis à l'action du deuxième brûleur, le liquide passe dans des tanks où il se décante pendant quelques heures ; ensuite, il arrive aux évaporateurs à effets multiples dans lesquels le procédé se continue de la même façon que dans le système GOSLIN-BIRMINGHAM.

Les mélasses produites possèdent une concentration de 72° Brix et une viscosité relative moindre que celle du liquide sans décantation.

Lorsque l'extraction des huiles essentielles n'a pas été faite avant la fabrication de la provende, le liquide de pressage sort avec une teneur en essence de 0,3 %.

Par le procédé GOSLIN-BIRMINGHAM on peut récupérer 0,2 % de cette essence, en condensant les vapeurs qui sortent des préchauffeurs et celles obtenues dans le premier et le second effet des évaporateurs multiples. Le liquide obtenu est conduit dans un tank où, par différence de densité, l'essence se sépare.

L'essence récupérée de cette façon est de basse qualité. Les mélasses fabriquées sont conservées dans de grands tanks en bois, acier ou ciment.

Production, composition et utilisation des mélasses d'agrumes. — La production des mélasses d'agrumes dont la fabrication industrielle débuta en Floride en 1941, augmente constamment et fait maintenant partie de l'industrie des agrumes de cet État. Les statistiques de production sont :

TABLEAU II

Production de mélasses d'agrumes en Floride.

1941/42.....	2.500 tonnes
1942/43.....	5.700 —
1943/44.....	14.500 —
1944/45.....	19.160 —
1945/46.....	44.170 —
1946/47.....	55.800 —

Dans le Texas, cette production commença en 1944/45 par 650 tonnes ; elle est actuellement en accroissement.

VELDUIS et ROYO IRANZO [16] effectuèrent les premières études sur la composition de ce produit à la « U. S. CITRUS PRODUITS STATION » de WINTER HAVEN (Floride) et une communication fut présentée en octobre 1948 à la Réunion annuelle de la « FLORIDA STATE HORTICURAL SOCIETY » à WEST-PALM BEACH (Floride).

La composition des échantillons de mélasses fabriquées en Floride, qui furent étudiés dans ce travail, est donnée dans le Tableau III.

Composition moyenne
des mélasses d'agrumes en Floride.

Degré Brix.....	71,37
pH.....	4,68
Extrait sec.....	70,43
Matières volatiles.....	29,57
Sucres totaux.....	42,09
Sucres réducteurs.....	22,44
Sucres non réducteurs.....	19,65
Protéines.....	3,81
Pectine.....	1,07

Acidité totale.....	0,64
Acidité volatile.....	0,05
Pentosanes.....	1,87
Cendres.....	4,77
Calcium dans les cendres.....	29,84
Magnésium dans les cendres.....	2,14

Si l'on compare la composition des matières nutritives fondamentales des mélasses avec celle des tourteaux exprimée dans le Tableau I, on observe une teneur en sucres, supérieure dans le premier cas, et une plus grande proportion de protéines, matières grasses et pectines dans le troisième cas.

La composition des mélasses d'agrumes diffère peu de celle des mélasses de canne à sucre ou de betteraves ; la différence principale réside dans la teneur en naranjine et autres principes amers.

Les emplois auxquels on destine ces produits seront plus ou moins ceux auxquels sont destinées les mélasses des fabriques de sucre, à condition que l'amertume ne soit pas un obstacle.

La majeure partie de la production globale de mélasses d'agrumes, aux États-Unis, est employée comme aliment du bétail ; le reste est utilisé pour la fabrication d'alcool éthylique.

BECKER et autres techniciens de l'Université de Floride [17] considèrent que dans certaines mélasses dont l'extrait sec total est de 70 %, il y a 56,7 % de matières nutritives digestibles.

Ces chercheurs réalisèrent des travaux intéressants en relation avec les caractéristiques que les mélasses d'agrumes présentent dans l'alimentation du bétail, spécialement bovin.

Quand on donne à des vaches les tourteaux qu'elles ont l'habitude de manger, mélangés avec cinq ou dix pour cent de mélasses d'agrumes, elles continuent à absorber le mélange normalement.

Dans d'autres expériences, on donna des mélasses d'agrumes sans aucun mélange à des vaches laitières :

8 de ces animaux mangèrent cet aliment la première fois qu'on le leur servit,

17, la seconde

et 25, la troisième.

Les vaches doivent s'habituer à consommer ce produit.

Quand on donne le produit seul, il est moins agréable que quand on le mélange à une autre provende, à cause de la proportion élevée des principes amers dans les mélasses d'agrumes.

Le mélange à parties égales de mélasses d'agrumes et de canne à sucre est absorbé avec voracité par un groupe nombreux de vaches.

Si on alimente les vaches avec de la provende contenant 10 % de mélasses d'agrumes, deux heures avant d'être traitées, on observe une légère saveur étrangère au lait.

Une autre utilisation des mélasses d'agrumes consiste à les mélanger en une proportion de 2 à 4 % avec les fourrages conservés en silos pour en améliorer la qualité.

Il existe également sur le marché des demandes pour un produit résultant du mélange de mélasses d'agrumes et de tourteaux.

Une partie appréciable de mélasses d'agrumes est utilisée pour la fabrication d'alcool éthylique et peut être employée pour la fabrication d'autres produits tels que : acide lactique, alcool butylique.

La fabrication de l'alcool éthylique à partir des mélasses d'agrumes a débuté en Floride pendant la période 1944-45. Il existe actuellement en activité une fabrique dont la capacité de production quotidienne d'alcool à 95° est de 7.600 litres.

En 1945, en Californie, certains distillateurs achetèrent à la « CALIFORNIA FRUIT GROWERS EXCHANGE » une partie de son jus de presse pour le transformer en alcool.

L'alcool obtenu peut non seulement être employé dans les usages industriels, mais peut servir à la fabrication de boissons. Son prix est fonction de celui de l'alcool des mélasses de canne et de betteraves.

Suivant SHREVE [18], le prix de la fabrication d'un gallon d'alcool éthylique à 95° à partir de mélasses d'agrumes, était en 1945 de 0,282 dollars.

Les liquides résiduels sont utilisés pour la fabrication de levures. Après cette dernière opération, les résidus obtenus sont faciles à évacuer.

L'industrialisation des agrumes décrite précédemment est réalisée dans sa totalité par les grandes compagnies ou coopératives, par exemple la « CALIFORNIA FRUIT GROWERS EXCHANGE », la « FLORIDA CITRUS CANNERS COOPERATIVE » ou la « TEXAS CITRUS EXCHANGE ».

D'autres organisations industrielles n'effectuent qu'une seule des phases de fabrication ; par exemple, le groupe d'usines fonctionnant au « LAKE ALFRED » (Floride) ou la « FLORIDAGOLD » qui fabrique jus et concentrés, la « KUDER CITRUS PULP » qui s'occupe des provendes solides ; la « FLORIDA MOLASSES INC. » qui se spécialise dans les mélasses et l'alcool.

Ces trois organisations sont un véritable exemple d'esprit, d'harmonie et de cordialité ; non seulement elles se complètent entre elles pour le développement total du processus industriel, mais aussi pour l'obtention et la répartition des bénéfices économiques.

Traduction et adaptation du manuscrit de

José ROYO IRANZO,

Docteur ès sciences chimiques,

collaborateur de la Fondation Juan de la Cierva des recherches techniques d'Espagne.