

# LES ECORCES D'AGRUMES POUR L'ALIMENTATION DU BETAIL

R. HUET et A. LEDERGERBER

## SOMMAIRE

*Introduction*  
*Composition chimique et valeur nutritive*  
*Préparation*  
*Conservation*

## Introduction

Les usines de jus de fruits au Maroc tirent peu de profit des déchets de préparation des jus d'agrumes ; le dépôt au voisinage des bâtiments, de calottes d'écorces et de pulpes, refus d'affinage, constitue un foyer d'infection, et le transport de ces déchets soit aux décharges publiques, soit dans un endroit éloigné grève l'exploitation de façon non négligeable.

Les calottes d'agrumes représentent environ 55 % du tonnage des fruits traités ; malgré quelques essais d'utilisation cette quantité ne diminue pas de façon sensible : en effet l'extraction d'huile essentielle n'élimine qu'une infime fraction des écorces et leur préparation pour la fabrication des confitures, des pâtes d'albêdo, ou des pâtes d'orange dites « comminuted », ne porte que sur quelques centaines de tonnes pour tout le pays ; d'autre part, seules les écorces de citrons sont recherchées pour la production des bioflavonoïdes.

La transformation des écorces d'agrumes en aliments pour le bétail, couramment pratiquée en d'autres pays producteurs, n'a pas encore été réalisée au Maroc. Elle présente cependant des perspectives séduisantes : elle utilise la totalité des calottes, éliminant ainsi les foyers d'infection constitués par les déchets, et fournit un aliment appréciable pour les bovins dont elle permet l'élevage ; c'est donc un moyen de développer les ressources alimentaires du pays et une source de profit qui permet d'abaisser le prix de revient des jus de fruit. On peut se demander pourquoi, malgré tous ces aspects favorables, une telle production n'a pas encore été envisagée. Une explication est habituellement avancée : étant donné le faible tonnage d'agrumes traités par chaque usine et le coût élevé de l'énergie, la préparation des écorces n'apparaît pas comme une source de profit appréciable tout au moins dans l'immédiat.

Cependant les conditions de production seront vraisemblablement modifiées au cours des prochaines années. La quantité de fruits disponibles pour la transformation va sensiblement progresser du fait de l'augmentation des surfaces plantées et aussi, sans doute, de l'augmentation relative des écarts de triage. On signale en effet dans les Stations d'emballage la part croissante de fruits écartés de l'exportation par suite de taches ou de défauts de l'écorce dus aux prédateurs. Dans ces perspectives, les usines actuelles devront notablement augmenter leur production ou faire place à des usines plus importantes qui pourront se permettre les investissements nécessaires au traitement des écorces de façon rentable. D'autre part l'élevage de bovins, au voisinage de l'usine, offrirait un débouché immédiat et contribuerait au développement du pays en créant de nouvelles ressources alimentaires.

### **Composition chimique et valeur nutritive des écorces d'agrumes**

De l'examen des TABLEAUX I et II, il ressort que les écorces et déchets d'oranges et de pomelos sont très riches en eau. Leur matière sèche est riche en glucides et pauvre en protides et en lipides.

Pour permettre la conservation des écorces et faciliter leur transport, il est apparu nécessaire de les dessécher : elles peuvent ainsi être entreposées en atmosphère sèche sans risque de fermentation ou de moisissures. D'autre part, pour une valeur nutritive identique leur poids est réduit des trois quarts.

Ces déchets séchés, ou « pulpes séchées » comme ils sont appelés aux USA, très riches en glucides, peuvent fournir une part importante de l'alimentation des bovins. Ils doivent cependant être complétés par des aliments riches en azote, comme le foin de luzerne, et en lipides, comme les graines de lin ou de coton.

On a comparé la valeur nutritive des pulpes d'agrumes avec celle des pulpes de betteraves [2]. Les vaches, dont le régime comprenait soit des pulpes d'agrumes soit des pulpes de betteraves, fournissaient des quantités égales de lait d'une même richesse en matières grasses. Cependant, le taux d'engraissement des vaches nourries avec des pulpes d'agrumes était légèrement plus faible. Les expérimentateurs conclurent que pulpes d'agrumes et de betteraves étaient pratiquement identiques en valeur nutritive, lorsqu'elles étaient utilisées comme source de glucides digestibles.

Il a été signalé en Floride que la nutrition des vaches avec des pulpes sèches de pomelos favorisait la sécrétion lactée [2], toutefois ce fait n'a pas toujours été vérifié. Par contre, on peut craindre que le lait des vaches qui reçoivent ces aliments ne présente une odeur particulière et un goût amer. Divers éleveurs [2] ont signalé en effet que si l'on trempe (réhydrate) les pulpes de pomelos avant l'ingestion, le lait acquiert un goût très sensible, notamment si les pulpes sont données en grande quantité peu avant la traite. Avec les écorces présentées sèches cet inconvénient disparaît. Un autre fait mérite d'être signalé [2] : les pulpes sèches gonflent dans l'estomac en présence de suc stomacal et d'eau. Il est donc conseillé de les additionner d'aliments concentrés pour réduire le volume ingéré.

### Préparation

La dessiccation directe des écorces par évaporation de leur eau est une opération trop dispendieuse pour être rentable. Aussi les écorces sont-elles soumises à un traitement préalable qui permet de réduire de moitié leur teneur en eau.

Après un broyage grossier au désintégateur, elles sont neutralisées partiellement avec un lait de chaux à raison de 3 à 6 kg de chaux par tonne d'écorces [1] ; leur pH augmente alors et atteint 5 à 6. Elles jaunissent et leur texture physique se modifie. Les pectines transformées en pectate de calcium perdent leur propriété de rétention vis-à-vis de l'eau. Par phénomène de synérèse la masse perd son eau de constitution, et il devient facile de s'en débarrasser soit par simple écoulement, soit, ce qui est plus rapide, par pression. Le « gâteau de presse » contient encore 70 à 75 % d'eau qui doivent être éliminés par séchage. A cet effet, on utilise souvent des fours cylindriques horizontaux, rotatifs, à air pulsé chauffé directement par un brûleur à mazout. La température de l'air peut atteindre 100-110° C. Le chauffage à la vapeur, plus doux, s'est révélé peu efficace. Avec 8-12 tonnes d'écorces fraîches, on obtient 1 tonne d'écorces séchées [1].

Le jus d'écoulement ou de pression est récupéré quand les conditions de rentabilité le permettent. Il est alors concentré en mélasses qui sont réincorporées aux écorces avant ou après séchage afin d'augmenter leur valeur nutritive. La pasteurisation préalable des jus de presse et leur filtration s'avèrent nécessaires pour les concentrer sans encrasser les appareils.

Les écorces d'oranges étant pauvres en protéines, on peut les enrichir en matières azotées par ammonisation ou addition d'urée avant de réincorporer les mélasses. L'ammoniac serait préférable car d'après DUPAIGNE *et al* [3] « chaque kilogramme d'ammoniac réagissant forme l'équivalent de 5,15 kg de protéines brutes synthétiques. Chaque kilogramme d'urée n'équivaudrait qu'à 2,62 kg de protéines brutes ».

Un autre procédé mentionné par DUPAIGNE consiste à remplacer la chaux par l'ammoniaque lors de la neutralisation des écorces [3]. Le procédé, très séduisant, présente un inconvénient majeur : en effet, l'ammoniaque n'insolubilise pas les pectines comme la chaux et la pression des écorces neutralisées ne permet d'exprimer qu'une faible quantité d'eau.

Les essais réalisés dans notre laboratoire sont significatifs à cet égard. Des écorces hachées ont été neutralisées soit par une solution d'ammoniaque à 5 %, soit par une solution de chaux à 5 %. Dans un essai annexe, on a mélangé chaux et ammoniaque (TABLEAU V). Il apparaît nettement que seul le traitement à la chaux permet d'extraire le maximum d'eau par pression. Le coût de séchage étant élevé, cette dernière considération l'emporte sur l'amélioration de la qualité nutritive des écorces séchées.

### Conservation

Les écorces séchées, entreposées dans un local où l'humidité relative est supérieure à 80 %, risquent de se réhydrater et de moisir, à plus forte raison quand elles sont enrichies en mélasses. Si elles contiennent 50 % de mélasses, elles moisissent à partir de 70 % d'humidité relative [1] ; si elles sont enrichies en azote les moisissures se développent plus rapidement encore et on observe alors un brunissement rapide.

Des essais de conservation portant sur des écorces pressées mais non séchées ont été réalisés dans notre laboratoire. Le schéma des opérations est le suivant :

Déshydratation partielle classique par pression après chaulage  
 Addition du jus en mélasses  
 Réincorporation aux pulpes pressées  
 Entreposage en sacs de polythène à différentes températures : 0°C, température ambiante de 22 à 25°, 37° C.

Les écorces pressées contenaient encore, après enrichissement avec 25 % de mélasses, 57 % d'humidité. Protégées avec de l'acide sorbique à la dose de 1 ‰ elles se sont conservées, sans fermentation ni moisissure, aussi bien à 37°C qu'à 0°C. Tout au plus a-t-on observé, au bout d'une semaine, un brunissement qui se développait à 37°C.

Le benzoate de soude s'est révélé d'un emploi moins sûr. Utilisé à la dose de 2,5 ‰, il n'a pas empêché un développement de moisissures au bout de 4 semaines à 37°C, et de 6 semaines à température ambiante. Des phénomènes de brunissement identiques à ceux que l'on a observés plus haut se produisaient.

Manuscrit déposé le 17.3.64

TABLEAU I

Analyse d'écorces d'oranges fraîches

(Laboratoire de technologie des produits horticoles, Aïn Sebaa)

	I TAROCCO	II PORTUGAISE	III DOUBLE FINE	IV GROSSE SANGUINE	V VALENCIA LATE
Matière sèche g p. cent	24,4	23,8	25,0	26,8	27,0
Humidité g p. cent	75,6	76,2	75,0	73,2	73,0
Sucres réducteurs g p. cent	6,6	7,2	7,4	8,4	6,0
Sucres totaux g p. cent	8,4	9,0	8,8	11,0	8,0
Saccharose g p. cent	1,8	1,8	1,4	2,6	2,0
Acidité g. acide citrique p. cent	0,32	0,24	0,24	0,26	0,32
Acide ascorbique mg p. cent	108	108	122	74	88
Cendres mg p. cent	590	566	542	—	698

TABLEAU II

## Analyse des déchets de pomelos [1]

CONSTITUANTS	POMELOS DE FLORIDE		POMELOS DE CALIFORNIE écorce et pulpe en mélange %
	écorce %	pulpe %	
Solides totaux	16,71	15,60	22,02
Cendres	0,74	0,75	0,70
Huile volatile	0,43	—	0,56
Acidité (acide citrique)	0,74	0,63	0,43
Fibres brutes	1,71	1,44	2,00
Protéines (N × 6,25)	1,19	1,05	1,63
Lipides (extraits à l'éther)	0,28	0,16	0,23
Sucres tot. en intervertis	6,35	6,30	8,68
Pentosanes	0,83	0,44	1,31
Protéines (en partie de calcium)	3,10	3,56	3,93
Naringine	0,40	0,10	0,63

TABLEAU III

## Analyse des déchets d'agrumes séchés [4]

CONSTITUANTS	POURCENTAGE
Cendres	4,3
Lipides bruts	3,5
Fibres brutes	13,0
Protéines brutes	6,2
Matières sèches	92,0
Extractif non azoté	63,0

TABLEAU IV

## Composition de déchets de pomelos séchés [2]

ANALYSES	1936-37 %	1937-38 %	1938-39 %	Moyenne %
Humidité	12,0	10,5	11,5	11,0
Protéines brutes	6,0	6,8	6,4	6,4
Lipides bruts	5,0	7,4	4,2	5,5
Fibres brutes	11,1	13,0	13,1	12,1
Extractif non azoté	58,1	54,2	58,4	56,9
Calcium	2,32	3,13	1,57	2,34
Magnésium	0,16	0,12	0,06	0,12
Phosphore	0,12	0,13	0,11	0,12

TABLEAU V

Comparaison entre les traitements des écorces par la chaux  
et par l'ammoniaque  
(solutions à 5 %)

TRAITEMENT DES ÉCORCES	TEMPS D'AGITATION	RDT EN JUS %	pH DU JUS	EXTRAIT SEC DU JUS g p. cent	AZOTE TOTAL	
					écorces	jus
Chaux à 80 ml/kg	50 mn	52	6,5	12,0	1,63	0,59
Ammoniaque à 80 ml/kg	30 mn	13	9,3	13,5	4,07	3,32
Ammoniaque 40 ml/kg	30 mn	27	6,1	14,2	2,99	2,34
Ammoniaque 40 ml/kg	20 mn	36	7,4	13,6	2,98	2,28
Chaux 20 ml/kg	15 mn	—	—	—	—	—
Ammoniaque 30 ml/kg	15 mn	42	7,5	13,3	2,70	1,76
Chaux 30 ml/kg	15 mn	—	—	—	—	—

## ملخص

## بقايا الحوامض - اغذية للعلف

لا تستخلص معامل عصير الفواكه بالمغرب بقايا الحوامض كما يجب. من قشور، ولب وعظام. ويدرس المؤلفون امكانية تحويل البقايا الى مأكولات للعلف. وبقايا الحوامض غنية بالكليسيه ولها نقص في البروتينات والشحوم غير الدائبة في الماء. وتسمح بعض المعاملات المختلفة لجعلها غنية بالبروتينات. لا يمكن ان يحقق حفظ هذه البقايا الا بواسطة التجفيف التام او بواسطة نصف التجفيف وباضافة مضاد العفونة. ويعطى حامض صوريك نتائج جيدة اكثر من بنزات لصود.

## RÉSUMÉ

Au Maroc, les usines de jus de fruits ne tirent pas suffisamment partie des déchets d'agrumes, écorces, pulpes et pépins. Les auteurs étudient la possibilité de les transformer en aliments pour le bétail.

Les déchets d'agrumes riches en glucides sont déficients en protides et lipides. Différents procédés permettent de les enrichir en protides.

La conservation des déchets ne peut se réaliser que par dessiccation complète ou par demi-dessiccation et addition d'antiseptique. L'acide sorbique donne de meilleurs résultats que le benzoate de soude.

## RESUMEN

Los residuos de agrios para la alimentación del ganado

Las fábricas de zumos de frutas en Marruecos no aprovechan bastante de los residuos de agrios: cortezas, pulpas y semillas. Los autores estudian la posibilidad de transformarlos en piensos para el ganado.

Estos residuos son ricos en glúcidos pero contienen pocas proteínas y materias grasas. Varios métodos permiten de aumentar la proporción de proteínas.

La conservación no puede realizarse sino mediante la desecación completa o llegada a mediado, con adición de antipútrido. El ácido sorbico da mejores resultados que el benzoato de sosa.



## SUMMARY

## Citrus waste for cattle feeding

The fruit-juice factories in Morocco do not make sufficient use of citrus waste: peel, pulp and seeds. The authors study the possibility to transform them into food for cattle.

Citrus waste is rich in carbo-hydrates but contains little proteins and fats. Various methods permit to increase the proportion of proteins.

Waste storage can only be effected by complete desiccation or by half-desiccation and adding of antiseptics, among which sorbic acid gives better results than sodium-benzoate.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ANONYME — 1956. Chemistry and Technology of citrus, citrus products and by-products. — Agriculture Handbook, US Department of Agriculture, Washington D.C., 98, pp. 73-78.
2. DIX ARNOLD, P.T., R.B. BECKER & W.M. NEAL — The feeding value and nutritive properties of citrus by-products. — Agric. Exp. Station, Gainesville, Florida, Bull. 354.
3. DUPAIGNE, P. & J.P. CAPO - CANELLAS — 1962. Note sur l'utilisation des déchets de l'industrie des agrumes. — 6<sup>e</sup> Congr. int. Agrum. médit.
4. HENDRICKSON, R. & J.W. KESTERSON — 1951. Citrus by-products of Florida. — Agric. Exp. Station, Gainesville, Florida, Bull. 487.