

INFLUENCE DU MODE D'EXTRACTION SUR L'AMERTUME DU JUS DE POMÉLO

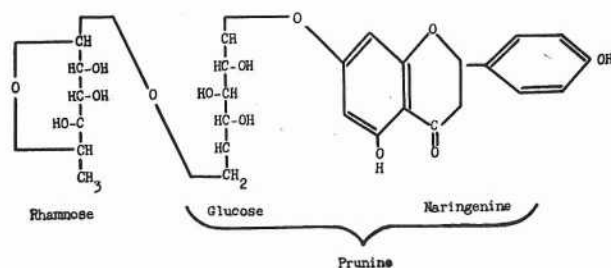
par R. HUET

Cet article est extrait des cahiers de la Recherche Agronomique (n° 11-1961),
Sous-direction de la Recherche Agronomique et de l'Enseignement Agricole. Ministère de l'Agriculture.
ROYAUME UNI DU MAROC.

L'amertume du jus de pomélo ou grapefruit (*Citrus paradisi* MACF.) est due à la présence d'un glucoside : la naringine.

La composition de la naringine est parfaitement connue et sa synthèse a été réalisée en 1928 par ROSENEMUND et ROSENEMUND (9) et peu après par SHINODA et SATO (10).

L'aglycone de ce glucoside appelée naringénine est la 5, 7, 4' trihydroxyflavanone.



Elle est liée par le carbone 7 à une molécule de glucose, laquelle est liée à une molécule de rhamnose.

L'ensemble naringénine-glucose est appelé prunine. Naringénine et prunine sont très peu amères. Par contre la naringine est plus amère que la quinine.

Dans une solution sucrée comme le jus de pomélo on la détecte au goût à la concentration de 10 mg p. 100 ml.

La naringine se trouve dans tous les tissus du fruit : dans la partie externe de l'écorce ou flavedo, dans l'albedo (partie blanche interne), dans la columelle et les membranes intercarpelles et dans les parois des cellules à jus.

La teneur des pomélos en naringine varie dans de grandes proportions suivant la maturité du fruit et on a pensé l'utiliser comme indice de maturité (7). Cependant ce phénomène n'est pas général.

En Floride, la teneur en naringine décroît et reste

stable à un niveau très bas bien avant la maturité commerciale définie par le rapport $\frac{\text{extrait sec soluble}}{\text{acidité}}$ (6).

Au Maroc, elle suit de très près la maturité commerciale. Il en résulte que l'amertume du jus de pomélo est un inconvénient et un facteur limitant de la qualité de ces jus. Les moyens pratiques de la combattre peuvent se classer en trois catégories.

Le choix des fruits :

Le conserveur doit connaître l'état de maturité des fruits qu'il achète et la date à partir de laquelle il peut utiliser les fruits de tel ou tel verger. Nous avons en effet constaté des différences importantes entre des fruits provenant non seulement de diverses régions, mais aussi de vergers voisins.

L'hydrolyse enzymatique de la naringine :

Les enzymes pectiques commerciaux (13) contiennent en mélange un enzyme capable d'hydrolyser la naringine en prunine et naringénine.

Plus récemment un enzyme spécifique, la naringinase C a été extrait de souches microbiennes (12). Ce produit n'existe pas dans le commerce. Il a été utilisé avec succès pour désamérer des jus de pomélo et des pulpes de pomélo Ruby Red (3). Ces pulpes sont réincorporées au jus pour renforcer sa couleur. L'ancien procédé qui consistait à laver plusieurs fois à l'eau chaude les pulpes avait pour inconvénient d'extraire en même temps que l'amertume le goût et le parfum.

Les procédés d'extraction :

Les fragments de membranes qui constituent la pulpe sont riches en naringine et tout ce qui augmente la quantité lors de l'extraction et en favorise

le contact avec le jus contribue à l'amérisation de celui-ci.

Cela sera le sujet de notre étude. Nous examinerons successivement :

1° La solubilité de la naringine et la cinétique de sa diffusion dans le jus à partir de la pulpe.

2° L'influence du réglage de l'extraction.

3° L'influence de la rapidité de l'affinage.

Toutes nos expériences ont été faites sur pomélo de la variété Marsh. Nous avons choisi comme exemples des fruits riches en naringine et vérifié que les résultats s'appliquent aussi bien à des fruits moins amers.

I. LA SOLUBILITÉ DE LA NARINGINE DANS LES JUS

La naringine est peu soluble dans l'eau : 0,06 % à température ambiante (8). Elle est beaucoup plus soluble en milieu basique avec un optimum à pH 9. Cependant le jus de pomélo à pH 3,0 peut en contenir des quantités très supérieures à 0,06 %.

Dosage de la naringine :

Nous utilisons la méthode Davis basée sur la coloration jaune que prend une solution de naringine en milieu sodique (2).

0,2 ml de jus sont versés dans 10 ml de diéthylène glycol à 90 %. Le diéthylène stabilise la coloration.

On mesure à l'électrophotomètre Meunier l'absorption n_0 de cette solution avec un filtre violet : $\lambda = 4300 \text{ \AA}$.

On ajoute à la solution 0,2 ml de soude 4 N. Une coloration jaune se développe, stable au bout de 10 minutes.

On mesure alors l'absorption n .

$(n - n_0)$ est proportionnel à la quantité de naringine.

1° ÉTAT DE LA NARINGINE DANS UN JUS PULPEUX.

Nous avons recherché si toute la naringine dosée était à l'état dissous dans le jus, ou bien si la pulpe en retenait une partie se dissolvant par la suite du dosage en milieu basique.

Expérimentation :

Nous prendrons ici comme exemple un jus particulièrement riche en naringine.

Le jus pulpeux tel qu'il est obtenu après un affinage industriel titre 158 mg p. 100 ml.

Une filtration sur papier permet de séparer la pulpe en suspension : le jus demeure trouble. Il titre encore 150 mg p. 100 ml.

Une filtration sur Büchner après mélange à de la terre d'infusoires donne un filtrat limpide qui titre 149 mg p. 100 ml.

Nous pouvons déduire de cette expérience que la naringine se trouve en solution et que la pulpe n'en retient qu'une très faible proportion.

Il y a donc une apparente contradiction avec ce que nous savons sur l'insolubilité de la naringine à pH 3.

J. H. HALL (4) a fait une remarque identique au sujet de l'héspéridine, glucoside des oranges.

Il a émis l'hypothèse que l'héspéridine forme une combinaison soluble facilement hydrolysable avec le glucose naturellement contenu dans le jus.

L'héspéridine jouerait le rôle de transporteur de glucose. Cette hypothèse pourrait aussi bien s'appliquer à la naringine.

2° CINÉTIQUE DE LA DIFFUSION DE LA NARINGINE DE LA PULPE DANS LE JUS :

Plus de 50 % de la naringine totale du fruit se trouve dans l'albedo, de 30 à 40 % dans les membranes intercellulaires et dans les parois cellulaires qui sont appelées à former la pulpe, et 10 % dans le flavedo (6).

On a prélevé le jus contenu dans les sacs cellulaires avec une pipette à pointe très fine. Le jus ainsi obtenu titre de 10 à 20 mg de naringine p. 100 ml. Le jus obtenu par pression du même fruit titre de 50 à 70 mg p. 100 ml.

Si nous tenons compte du fait que la pipette a perforé les membranes des segments et les parois des sacs cellulaires, nous pouvons affirmer que le jus intact à l'intérieur du fruit contient très peu de naringine.

Lors de l'extraction, les membranes et les parois cellulaires sont brisées et une partie de la naringine qu'elles contiennent est libérée. Ce phénomène est immédiat.

Nous avons mesuré la rapidité de diffusion dans le jus de la naringine contenue dans la pulpe.

Expérimentation :

A la sortie d'un affineur industriel on obtient d'une part le jus affiné, d'autre part la pulpe.

Pulpe et jus sont homogénéisés.

A 200 ml de jus on ajoute 10, 20, 30 g de pulpe.

De même à 200 ml d'eau on ajoute 20 g de pulpe.

Les mélanges sont homogénéisés en quelques secondes au mixer. On dose la naringine dans les jus et les mélanges filtrés sur papier quelques minutes après, au bout de 6 heures et après 24 heures ; le tableau I exprime les résultats obtenus.

Discussion des résultats :

La pulpe libère toute la naringine qu'elle contient dès que le mélange est réalisé.

Le mélange est très énergique au mixer, mais si l'on se contente de remuer doucement avec un agitateur en verre des quantités identiques de pulpe dans le jus, on obtient les mêmes résultats.

En tenant compte de l'augmentation de volume dû à la pulpe on calcule que :

Les 10 premiers g de pulpe libèrent 24 mg de naringine.

10 de plus en libèrent 16 mg.

10 de plus en libèrent 23 mg.

La précision des résultats ne permet pas d'être très affirmatif mais il semble que pour les concentrations indiquées la pulpe libère dans le jus des quantités de naringine proportionnelles à sa concentration.

TABLEAU I.

Teneur en naringine d'un jus de pomélo additionné de quantités croissantes de pulpe.
Variations dans le temps.

PULPE AJOUTÉE	TENEUR EN NARINGINE EN MG P. 100 ML DE JUS OU DE MÉLANGE		
	0 h	6 h	24 h après l'ad- dition
1 + jus filtré.	61,0	60,5	63,0
2 200 ml jus filtré + 10 g de pulpe.	70,5	69,0	70,0
3 200 ml jus filtré + 20 g de pulpe.	74,0	74,0	73,5
4 200 ml jus filtré + 30 g de pulpe.	81,5	78,0	82,0
5 200 ml eau + 20 g de pulpe filtrée.	21,5		

Les jus et mélanges non filtrés ont en moyenne des teneurs en naringine majorées de 6 mg p. 100 ml par rapport aux jus et mélanges filtrés.

Conclusion :

La naringine contenue dans la pulpe que l'on incorpore au jus diffuse très rapidement dans le jus.

Elle s'y trouve à l'état dissous.

Une très faible partie est retenue sur les fragments de pulpe.

II. INFLUENCE DU RÉGLAGE DE L'EXTRACTION

Puisque l'amertume du jus de pomélo, sa teneur en naringine, est proportionnelle à la quantité de pulpe avec laquelle il est en contact, il est logique de s'attendre à une variation de l'amertume du jus en fonction des conditions de l'extraction (6).

Expérimentation :

Un lot de 50 kg de pomélos est divisé en deux parts égales. L'extraction du jus se fait sur une table Colin semi-manuelle.

Le jus de la première part est extrait en appuyant *fortement* sur le fruit.

Le jus de la deuxième part en pesant *modérément*.

Après extraction les jus sont dépulpés avec une affineuse à vis Colin. On recueille d'une part la pulpe, d'autre part le jus affiné.

Résultats :

Nous avons déterminé la teneur en naringine de la pulpe après une triple extraction (méthode KESTERSON et HENDRICKSON (6)).

1^{re} extraction :

100 g de pulpe sont broyés au mixer avec 500 ml d'alcool à 95°. Après 24 heures de contact, l'extrait alcoolique est filtré sur toile et on effectue une deuxième extraction avec 500 ml d'eau additionnés d'1 g de chaux, pendant 2 heures ; on filtre sur toile et la pulpe essorée est versée dans 500 ml d'eau.

On chauffe l'ensemble à 70° C, on refroidit et on filtre.

Les filtrats sont réunis, on complète dans une fiole

jaugée de 2 000 ml et l'on dose la naringine sur 0,2 ml, par la méthode Davis.

Le tableau II récapitule les résultats obtenus.

TABLEAU II.

Teneur en naringine en fonction du réglage de l'extraction.

ESSAI	FORTE PRES-SION	FAIBLE PRESSION	
Poids des fruits en kg. . . .	25	25	
Poids du jus brut en kg. . .	13,9	11,6	
Poids du jus affiné en kg. .	10,45	9,5	
Rendement en jus %. . . .	41,8	38	
Poids de la pulpe en kg. . .	3,2	1,9	
Extrait sec soluble %. . . .	14,05	14,05	
Acidité libre méq. p. 100 ml.	33,9	35,2	
pH.	3,0	3,0	
Teneur en naringine du jus filtré en mg p. 100 ml.	124,0	92,0	
Teneur en naringine de la pulpe mg p. 100 ml. . . .	250,0	230,0	
Teneur en pulpe du jus (1) % vol. (2).	21 18	23 13	1 500 t/mn 4 400 t/mn

Teneur en pulpe du jus :

La teneur en pulpe du jus a d'abord été déterminée suivant les normes américaines (11), soit pour notre centrifugeuse Jouan ayant un écartement entre les fonds des pots de 28 cm, à une vitesse de 1 500 t/m, pendant 10 mn.

Une centrifugation accélérée à 4 400 t/mn a montré des différences beaucoup plus nettes entre les deux jus.

Discussion des résultats :

Le jus obtenu à forte pression contenait beaucoup plus de pulpe avant l'affinage, cela a suffi pour augmenter la teneur en naringine du jus dans des proportions notables : il titre à peu près 35 % de plus de naringine que le jus obtenu à faible pression.

La teneur en pulpe des deux jus affinés est sensiblement égale quand elle est déterminée suivant les normes américaines.

Une centrifugation à vitesse de rotation plus élevée indique que la finesse de la pulpe est plus grande dans le cas du jus obtenu à faible pression.

Conclusion :

Une pression trop énergique lors de l'extraction est néfaste, car elle provoque une amertume plus intense du jus de pomélo sans pour autant augmenter sensiblement le rendement en jus.

Un réglage très précis des extracteurs automatiques est donc nécessaire pour obtenir un jus de bonne qualité.

Nous aurions aimé présenter ici les performances à cet égard des différentes marques d'extracteurs utilisés au Maroc ; des événements imprévus ne nous ont pas permis de le faire.

Aux U. S. A., l'extracteur F. M. C. in line dont le principe est très séduisant donne d'après TING, des résultats inférieurs à l'extracteur manuel malgré un affinage plus poussé (14).

III. INFLUENCE DE L'AFFINAGE SUR LA TENEUR EN NARINGINE

Nous avons constaté la grande rapidité de diffusion dans le jus de la naringine de la pulpe.

Le remède le plus radical est évidemment de réduire l'extraction de la pulpe.

Une autre possibilité d'amélioration réside dans la rapidité avec laquelle on mène les opérations d'affinage qui ont pour but d'abaisser la teneur du jus à un taux satisfaisant.

Expérimentation :

Un lot de pomélo Marsh est divisé en trois parts de 10 kg chacune. On soumet ces parts à un affinage de plus en plus rapide.

1^{re} part :

Le jus n'est pas affiné, il est simplement filtré sur papier au moment du dosage ; quelques minutes après l'extraction, puis après 30 minutes, 8 h, 24 h.

2^e part :

Le jus est affiné en continu pendant l'extraction avec une affineuse Colin. Il est filtré sur papier avant le dosage.

3^e part :

On adapte une toile de nylon très fine sur le bol perforé de l'extracteur Colin de manière à tamiser le jus dès son extraction. La pulpe qui s'amasse sur cette toile est régulièrement enlevée tous les dix fruits. Le jus est filtré sur papier quelques minutes avant le dosage.

La teneur en pulpe des trois parts de jus est déterminée par centrifugation pendant 10 mn à 3 400 t/mn.

Les résultats expérimentaux sont réunis dans le tableau III.

TABLEAU III.

Teneur en pulpe et en naringine en fonction de l'affinage.

PRÉPARATION	PULPE EN VOL %	NARINGINE EN MG P. 100 ML
1 Non affiné.	40	<i>t</i> = 0 252 mg <i>t</i> = 30 mn 247 <i>t</i> = 8 h 247,5 <i>t</i> = 24 h 252
2 Affiné en continu.	29	227
3 Tamisé à l'extraction	9,5	179

Discussion des résultats :

Si la pulpe reste en contact, ne serait-ce que quelques minutes avec le jus, toute la naringine libérable qu'elle contient diffuse dans le jus.

L'affinage en continu ne réduit que de 8 % la teneur en naringine.

BRAVERMAN (1) indique que les tamis rotatifs ou vibrants doivent être préférés aux finisseurs à vis ou à tambours, qui favorisent le contact entre pulpe et jus. L'affineur Colin utilisé est un finisseur à vis.

Le tamisage dès l'extraction peut réduire de 28 % la teneur en naringine en limitant le contact au minimum entre pulpe et jus. Cette technique demanderait pour être utilisée industriellement une modification du matériel.

Le bol de l'extracteur devrait être tapissé par un tamis très fin en acier inoxydable tandis qu'une raclette éliminerait la pulpe au fur et à mesure de son accumulation.

Conclusion :

Le tamisage et l'affinage tels qu'ils sont réalisés industriellement ne réduisent que très peu l'amertume du jus de pomélo.

Par suite de la rapidité de la diffusion de la naringine dans le jus, la séparation pulpe-jus doit se faire en même temps que l'extraction.

Dans ces conditions, on a pu réduire de 28 % la teneur en naringine du jus.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au Maroc, la teneur en naringine des pomélos parvenus à maturité commerciale est encore élevée.

L'amertume exagérée de ces fruits qui en est la conséquence apparaît au consommateur comme un grave défaut.

Ce qui nuit au bon renom des jus en conserve locaux.

Le jus de pomélo tel qu'il existe à l'intérieur des cellules du fruit contient très peu de naringine.

Son amertume n'est pas sensible, mais au cours de son extraction, les parois cellulaires et les divers fragments de membranes qui constituent la pulpe libèrent très rapidement la naringine qu'ils contiennent.

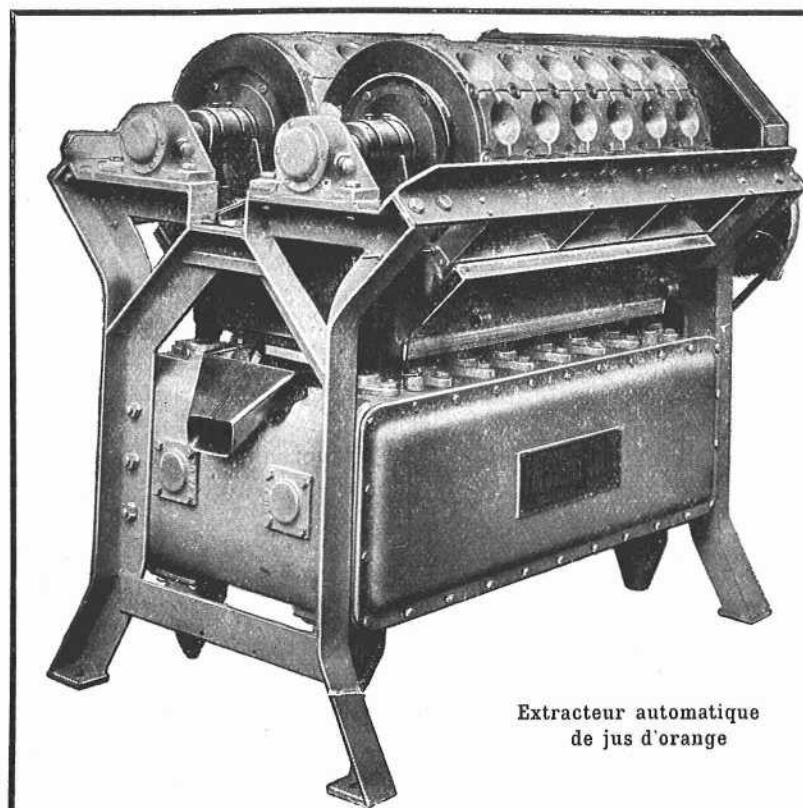
La solution théorique serait d'extraire le jus sans briser les parois cellulaires.

Cependant l'extraction ménagée et le tamisage immédiat tels que nous l'avons indiqué sont des techniques efficaces qui améliorent la qualité du jus de pomélo.

*Institut Français
de Recherches Fruitières Outre-mer
(I. F. A. C.)*

BIBLIOGRAPHIE

1. BRAVERMAN, J. B. S. — *Citrus Products*. Interscience Publishers, Inc. New York. Interscience Publishers, Ltd. London, 1949.
2. DAVIS, W. B. — *Determination of flavanones in citrus fruits*. Anal. Chem., 19, p. 476-478, 1947.
3. GRIFFITHS, F. P. et LIME, B. J. — *Debittering of grapefruit products with naringinase*. Food Technol., vol. 13, 1959, n° 8, p. 430-432.
4. HALL, J. H. — *Glucosides of the Navel Orange*. J. Amer. Chem. Soc., 47, 1161-1195, 1925.
5. HUGGART, R. L., WENZEL, F. W., OLSEN, R. W. et MOORE, E. L. — *Factors affecting quality of processed grapefruit products*. A. R. Univ. Flor. Agr. Exp. Sta. Gainesville, 1954, p. 191.
6. KESTERSON, J. W. et HENDRICKSON, R. — *Naringin, a bitter principale of grapefruit*. Univ. Flor. Agric. Exp. Sta. Gainesville, bull. n° 545, janv. 1953.
7. MAURER, R. H., BURDICK, E. M. et WAIBEL, C. W. — *Distribution of naringin in Texas grapefruit*, 1950. Cité d'après TRESSLER, D. K. et J. A. JOSLYN. Fruit and Vegetable Juice Production. The Avi. Publishing Company Inc. New York, 1954.
8. PULLEY, G. N. — *Solubility of naringin in water*. 1936. Cité d'après KESTERSON et HENDRICKSON, ref. n° 6, p. 9.
9. ROSENMUND, K. W. et ROSENMUND, Margarethe. — *Synthesis of naringin and phloretin* 1928. Cité d'après KESTERSON et HENDRICKSON, ref. n° 6, p. 6.
10. SHINODA, J. et SATO, S. — *New synthesis of polyhydroxychalcones, polyhydrochalcones and polyhydroxyflavanones*. Synthesis of naringin and sakuranetin, 1928. Cité d'après KESTERSON et HENDRICKSON, ref. n° 6, p. 6.
11. STANDARDS. — *For canned grapefruit juice*. U. S. Dept. Agr. Canner. 103, 24-16, nov. 1946.
12. THOMAS, D. W., SMYTHE, C. V. et LABBEE, M. D. — *Enzymatic hydrolysis of naringin, the bitter principle of grapefruit*. Food Res., vol. 23, n° 6, nov.-déc. 1958, p. 591-598.
13. TING, S. V. — *Enzymic hydrolysis of naringin in grapefruit*. Agric. and Food Chem., vol. 6, n° 7, July 1958, p. 546-549.
14. TING, S. V. — *Annual Report, Univ. Fla. Agric. Exp. Sta. Gainesville, Jun. 1953, p. 214-216.*



Extracteur automatique
de jus d'orange

EXTRACTION

de tous

JUS de FRUITS

Presses Continues
et Hydrauliques
Tables à Agrumes
Affineur de jus
Extracteur
automatique
de jus d'orange

Sté des PRESOIRS COLIN
21 à 29 rue J.-J.-ROUSSEAU
Montreuil/Bois (Seine)
AVRON 25-15 et 25-16