

Migration des sucres dans la datte Kenta de Gabès en Tunisie

H SALEM
École supérieure
des industries alimentaires
58, rue Alain-Savary
1003 Tunis
Tunisie

Reçu : février 1995
Accepté : septembre 1995

Migration des sucres dans la datte Kenta de Gabès en Tunisie.

RÉSUMÉ

La datte Kenta de Gabès (Tunisie) est une variété riche en sucres réducteurs (glucose et fructose). Lors de son entreposage, un dépôt blanc de cristaux de sucres apparaît sur la peau de ces dattes. Il est donc difficile de les conditionner. L'étude montre que ce dépôt est essentiellement dû aux petites molécules de glucose et fructose qui, solubilisées dans l'eau interne des dattes, se trouvent emportées par cette dernière à la surface. L'emploi d'un film pour la protection des dattes entreposées, capable de réduire la perméabilité à l'eau de la paroi des dattes, est donc préconisé. La diffusivité de l'eau dans la datte Kenta a été évaluée à $1,14 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$; elle est comparable à celle de la diffusion de l'eau dans les raisins.

Migration of sugars in Tunisian cv Kenta de Gabès dates.

ABSTRACT

The date variety Kenta de Gabès (Tunisia) contains high levels of reducing sugars (glucose and fructose). A whitish film of sugar crystals generally forms on the surface of these dates when they are stored, thus making packaging difficult. The present study revealed that this deposit is mainly due to solubilization of small glucose and fructose molecules in moisture contained in the dates, thereby facilitating their migration to the surface. Stored dates should be wrapped in a protective film to reduce moisture permeability through the date peel. Moisture diffusion in cv Kenta dates was evaluated at $1.14 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, comparable to rates in grapes.

Migración de los azúcares en el dátil Kenta de Gabès en Túnez.

RESUMEN

El dátil Kenta de Gabès (Túnez) es una variedad rica en azúcares reductores (glucosa y fructosa). Durante su almacenamiento aparece un depósito blanco de cristales de azúcares generalmente visible sobre la piel de estos dátiles. Por eso es difícil acondicionarlos. El estudio muestra que este depósito es debido esencialmente a las pequeñas moléculas de glucosa y fructosa las que solubilizadas en el agua interna de los dátiles, son transportadas por esta a la superficie. Por eso se preconiza el empleo de una capa protectora sobre los dátiles almacenados, capaz de reducir la permeabilidad al agua de la pared de los dátiles. La propagabilidad del agua en el dátil Kenta se evaluó a $1,14 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, es comparable a la de la propagación del agua en las uvas.

Fruits, 1995, vol 50, p 293-297
© Elsevier, Paris

MOTS CLÉS

Tunisie, datte, stockage, sucres.

KEYWORDS

Tunisia, dates, storage, sugars.

PALABRAS CLAVES

Túnez, dátil, almacenamiento, azúcares.

● introduction

Le palmier dattier de la variété Kenta, de Gabès, est une variété cultivée essentiellement dans le sud-est de la Tunisie. Les résultats d'analyse montrent que sa datte contient de l'ordre de 70% de sucres totaux dont 60% sont des sucres réducteurs (fructose et glucose). La même analyse des sucres chez la variété Deglet Nour, prise comme référence, a montré que le taux de sucres totaux de la datte sèche est de l'ordre de 70%, dont 40% de saccharose et 30% d'un mélange de fructose et de glucose. La datte humide de cette même variété Deglet Nour contient environ 60% de sucres totaux, répartis équitablement entre le saccharose d'une part et les sucres réducteurs d'autre part.

Ces quelques chiffres illustrent la différence de composition existant entre les dattes des ces deux variétés, Deglet Nour et Kenta de Gabès. Les études sur les conditions d'entreposage de la datte, entreprises jusqu'à présent, ont surtout porté sur la conservation de la datte Deglet Nour, du fait de sa valeur commerciale. Pourtant, la datte Kenta de Gabès représente aussi un marché appréciable dans certains pays européens où le consommateur préfère le goût sucré prononcé caractérisant les fruits de cette variété. Elle est, malheureusement, difficile à entreposer à cause de la présence, dans certains cas, de cristaux blancs à la surface de la datte.

Les facteurs de cristallisation des sucres sont multiples :

- lorsque le rapport glucose/eau est supérieur à 2 et que la teneur en glucose est supérieure à 35%, les cristallisations sont d'autant plus rapides que ce rapport est élevé ;
- le fructose étant nettement plus soluble dans l'eau que le glucose, plus le rapport fructose/glucose est élevé et plus la cristallisation est lente ; les cristallisations rapides correspondent à des rapports fructose/glucose inférieurs à 0,95 ; au-delà de 1,3, les cristallisations sont lentes ;
- des cristaux primaires de glucose peuvent représenter des amorce naturelles de la cristallisation ;
- l'action de la température peut intervenir également dans ce phénomène, mais son action est complexe car elle agit à la fois sur le taux de sursaturation du glucose et sur la vitesse de croissance des germes de cristallisation.

● matériel et méthodes

analyse des échantillons

Deux échantillons de dattes (Kenta) ont été enfermés dans des dessiccateurs pendant 5 semaines, dès leur récolte. L'un des dessiccateurs contient une solution saline saturée permettant de maintenir son humidité relative interne à 45%, l'autre dispose d'une solution permettant d'avoir une humidité relative de 70%. Les échantillons sont analysés chaque semaine. La pulpe de la datte est alors divisée en trois portions d'une épaisseur sensiblement égale à 1 mm et positionnées sur une partie interne, une partie moyenne et une partie externe du fruit. Ces échantillons sont analysés pour leur composition en sucre par la méthode chimique de la liqueur de Fehling.

D'autre part, un lot de dattes témoin a été constitué pour tester l'évaporation de l'eau aux deux extrémités du fruit et ainsi quantifier l'importance de ces parties dans le processus de migration des sucres. Pour cela, les deux extrémités de la datte, qui a une forme cylindrique, ont été recouvertes de paraffine ou d'huile, ce qui réduit leur perméabilité.

approche théorique

Le résultat de l'essai testant l'évaporation de l'eau aux deux extrémités du fruit a montré que ces parties de la datte n'interviennent pas dans la quantité d'eau évaporée, lorsque les fruits sont maintenus à une humidité relative de 45%. Ces éléments préliminaires conduisent à admettre que les dattes peuvent être considérées comme des cylindres isolés aux deux bouts. Ce système de configuration géométrique peut donc être comparé à celui d'un cylindre infini.

Un tel système de représentation peut être encore simplifié en considérant la datte exposée uniquement au transfert de matière par sa face externe, car sa face interne, du côté du noyau, n'est pas directement exposée au phénomène de transfert. L'épaisseur de la datte étant réduite (3 mm), une seconde approximation peut être effectuée par l'emploi du développement aux limites au voisinage de zéro. Ce développement aux limites montre que le cylindre infini se comporte comme une plaque plane infinie ayant une face isolée qui est, ici, la face interne de la pulpe. La face externe de la datte est exposée à un mécanisme de convec-

tion ; la solution de ce système correspond alors à celle d'une plaque plane infinie isolée d'une face :

$$\frac{c(x, t)}{c_0} = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} [\cos(\beta_n x) \exp(-\beta_n^2 D t)]$$

avec :

- $c(x, t)$: concentration d'eau dans les dattes ;
- D : diffusivité de l'eau des dattes dans le milieu environnant ;
- x : distance au sein de la pulpe de dattes ;
- c_0 : concentration initiale ;
- t : temps d'exposition des dattes à l'humidité relative à l'intérieur du dessiccateur ;
- n : nombre de termes de la série :

$$\beta_n = \frac{(2n+1)\lambda}{L}$$

- L : épaisseur de la datte.

x , dont les valeurs vont de zéro à l'épaisseur totale de la datte (3 mm), varie très peu. Dans ce cas, la variable peut être considérée comme restant proche de zéro et la formule donnée peut alors être réduite à l'équation suivante, où $\cos(x)$ devient voisin de 1 :

$$\frac{c(t)}{c_0} = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} \exp(-\beta_n^2 D t)$$

Cette solution est purement une fonction du temps. La concentration en fonction du temps a été mesurée expérimentalement, et un modèle de distribution d'une telle concentration a été défini. L'équation finale, mise sous une forme exponentielle, peut être également approchée par un polynôme de la forme suivante :

$$c(t) = a_1 + b_1 t + c_1 t^2$$

où a_1 , b_1 et c_1 représentent des constantes. Un tel modèle a permis d'évaluer le coefficient de diffusion D de la datte, qui serait de l'ordre de $1,14 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$. À titre de comparaison, le coefficient de diffusion de l'eau dans les baies de raisin a été évalué à $2,22 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ (HAMDI *et al.*, 1990), et celui de la diffusion de l'eau dans une solution de saccharose, à environ $4,6 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ (GEANKOPLIS, 1983). La différence de valeurs égale à un coefficient de dix est due au fait que, dans les produits biologiques, comme le sont les dattes et le raisin, l'eau est liée.

● résultats et discussion

L'analyse des échantillons des trois couches analysées (externe, moyenne et interne) de la pulpe des dattes entreposées dans des conditions hygrométriques définies (45% et 70%) a montré que les sucres invertis (glucose et fructose) migrent de l'intérieur vers l'extérieur. Cette migration serait expliquée par la taille des molécules de glucose et de fructose (qui est la moitié de celle d'une molécule de saccharose). De telles molécules, de taille réduite, parviennent à traverser la paroi végétale et à se déposer à la surface des dattes. Les molécules de saccharose, constituées d'une molécule de fructose liée à une molécule de glucose, étant elles de plus grande taille, se trouvent en priorité au niveau des couches profondes du fruit. Dans le cas de dattes exposées à de faibles hygrométries, la couche interne constitue essentiellement la zone de réserve pour la migration des sucres. En effet, la quantité de sucres réducteurs augmente sensiblement au niveau des couches externe et moyenne par comparaison avec celle de la couche interne (tableau I).

La figure 1 montre que les dattes exposées à une humidité relative faible (45%) accumulent plus de sucres réducteurs à la surface que celles qui sont exposées à une humidité relative de 70%. Cela expliquerait l'apparition des cristaux de sucres à leur surface. Ce résultat est également confirmé par le modèle de diffusion développé par cette étude. En effet, à une humidité relative de 45%, l'équation de la diffusion des sucres réducteurs, et pour la couche externe, s'écrit :

$$c/c_0 = 1,0 + 0,0019t + 0,0012t^2$$

À une humidité relative de 70%, et toujours pour cette même couche, cette équation devient :

$$c/c_0 = 1,0 - 0,0011t + 0,0010t^2$$

L'examen de ces deux équations permet de remarquer une inversion du signe au niveau du deuxième coefficient. Celle-ci explique la différence d'augmentation de la teneur, en relation avec l'hygrométrie du milieu environnant.

Le saccharose ne semble pas être affecté par cette migration des sucres (tableaux II et III).

En effet, la molécule de saccharose, d'une taille relativement importante par rapport à celles des sucres réducteurs, se déplace plus difficilement compte tenu de la porosité des dattes. Il est vraisemblable qu'elle

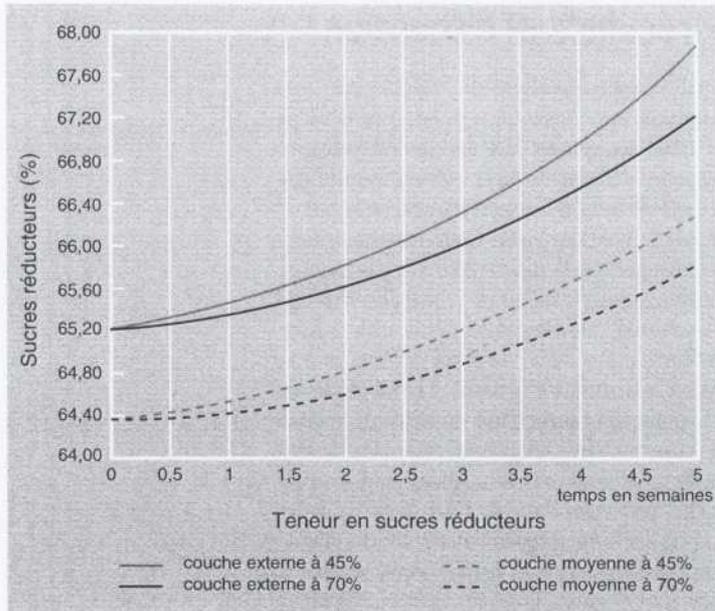


Figure 1
Effet du taux de l'hygrométrie du milieu d'entreposage de dattes de la variété Kenta, sur l'évolution des sucres réducteurs à l'intérieur des fruits, en fonction de la durée de stockage.

n'arrive pas à traverser le tissu végétal dont les pores sont d'une taille ne permettant pas le passage de ces molécules. D'après les tableaux II et III, la teneur en saccharose de chacune des couches ne varie pas en fonction de la durée d'entreposage. Quelle que soit l'hygrométrie employée, cette valeur est toutefois plus basse dans la couche interne que dans les deux autres.

● conclusion

L'étude présentée, qui étudie la migration des sucres dans la datte de la variété Kenta de Gabès, a montré que le phénomène qui conditionne l'apparition des cristaux de sucre à la surface du fruit est lié à la migration de sucres invertis ; celle-ci est d'autant plus importante que le taux d'hygrométrie du milieu d'entreposage est élevé. Le saccharose n'interviendrait pas dans la formation de ces cristaux. Comme le fructose est nettement plus soluble dans l'eau que le glucose, c'est le taux élevé de ce dernier qui serait surtout à l'origine de la formation de cristaux de sucres à la surface des dattes. Pour limiter l'observation de tels dépôts, la datte Kenta devra donc être traitée

Tableau I

Évolution du taux de sucres réducteurs (%) en fonction de la durée d'entreposage, dans les dattes de la variété Kenta entreposées à la température ambiante et sous une humidité relative de 45%.

Durée d'entreposage	% de sucres réducteurs		
	Couche externe	Couche moyenne	Couche interne
Récolte	65,21	64,36	20,83
1 semaine	65,46	64,52	20,35
2 semaines	65,78	64,82	19,76
3 semaines	66,36	65,20	18,85
4 semaines	66,97	65,69	17,74
5 semaines	67,88	66,30	16,15

Tableau II

Évolution du taux de saccharose (%) en fonction de la durée d'entreposage, dans les dattes Kenta stockées à la température ambiante et à une humidité relative de 45%.

Durée d'entreposage	% de saccharose		
	Couche externe	Couche moyenne	Couche interne
Récolte	10,68	10,78	9,89
1 semaine	10,66	10,80	9,91
2 semaines	10,72	10,78	9,88
3 semaines	10,68	10,81	9,88
4 semaines	10,79	10,83	9,87
5 semaines	10,82	10,84	9,86

Tableau III

Évolution du taux de saccharose (%) en fonction de la durée d'entreposage, dans les dattes Kenta stockées à la température ambiante et à une humidité relative de 70%.

Durée d'entreposage	% de saccharose		
	Couche externe	Couche moyenne	Couche interne
Récolte	10,68	10,78	9,89
1 semaine	10,70	10,80	9,89
2 semaines	10,70	10,81	9,87
3 semaines	10,71	10,82	9,89
4 semaines	10,72	10,82	9,84
5 semaines	10,67	10,83	9,81

de façon à diminuer le flux d'eau de l'intérieur vers l'extérieur, qui serait responsable de la migration des sucres impliqués. Pour limiter les mouvements de l'eau dans le fruit récolté, et donc la migration de ce sucre, l'utilisation d'un film imperméable à l'eau est préconisé pour protéger les dattes pendant leur stockage.

Le coefficient de diffusion de l'eau dans la Kenta est comparable à celui des raisins. Ce coefficient fait que les procédures de déshydratation sont lentes.

● références

- Anonyme (1993). *Rapport d'activité des campagnes 1982-1993*. Tunis, Tunisie, Groupement interprofessionnel des dattes (GID), 32 pp
- Arpaci VS (1966) *Conduction heat transfer*. Reading, Massachussets, USA, Addison-Wesley Publishing Company, 550 pp
- Crank J (1975) *The mathematics of diffusion*. Oxford, United Kingdom, Clarendon Press, second edition, 510 pp
- Geankoplis CJ (1983) *Transport processes and unit operations*. Boston, USA, Allyn and Bacon Inc, Second Edition, 862 pp
- Hamdi S, Nafti A, Zitoun K (1990) Etude de la cinétique du séchage de raisins. *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie*, vol 63 (13), 14
- Hegazi AM, Mikki AA, Abdelaziz AA, Al-Taisan (1989) Effect of storage temperature on the keeping quality of commercialy packed saudi dates cultivars. In: *Second symposium on the date palm in Saudi Arabia, 3-6 March 1986*. Riadh, Saudia Arabia, Mars Publishing House, vol II, p 61