

Valorisation des dattes pour la fabrication de tensioactifs non ioniques

Othmane BENSELMA¹, Toudert AHMED ZAÏD² et Abdelbaki BENMOUNAH³

(1) Unité de Recherche Matériaux Procédés et Environnement (UR/MPE), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, othmaneyous@yahoo.fr

(2) Département de Génie Chimique, Ecole Nationale polytechnique, Alger, toudert.ahmed-zaid@g.enp.edu.dz

(3) Unité de Recherche Matériaux Procédés et Environnement (UR/MPE), Université M'Hamed Bougara, Boumerdès, benmounah2000@yahoo.fr

Résumé : L'Algérie produit actuellement 7,1 millions de quintaux des dattes [1], dont près de la moitié, constituée de dattes communes et des écarts de tri de la variété Deglet-Nour, est peu appréciée sur le marché. Afin de leur trouver un débouché plus rémunérateur, il est possible de les transformer en produits à plus haute valeur ajoutée plus facilement commercialisables, tels que des boissons, des biocarburants et même des tensioactifs. C'est dans cette optique que nous proposons d'utiliser les rebuts de Deglet-Nour ainsi que certaines variétés de dattes communes ayant une faible valeur commerciale comme substrats pour la fabrication des alkylpolyglucosides (APG) et des esters de fructose.

Mots clés : Valorisation de la datte ; glucose ; glycosylation ; alkylpolyglucosides.

1. Introduction

L'industrie des tensioactifs est à la recherche de nouvelles matières premières vertes répondant à plusieurs critères : coût raisonnable, disponibilité, et répondant aussi aux exigences de plus en plus strictes en termes de respect de l'environnement. Les matières végétales riches en sucres et protéines constituent, dans ce contexte, une alternative viable pour cette industrie. Parmi les ressources naturelles riches en sucres, nous retiendrons la datte, dont la composition révèle essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose [2].

2. Transformation des Dattes

Dans cette étude bibliographique, nous nous sommes focalisés essentiellement sur la valorisation des sucres réducteurs puisque le saccharose est facilement convertible en glucose et fructose. Le tableau 1 ci-dessous indique les teneurs en sucres de quelques variétés de dattes algériennes.

Variétés	Saccharose	Sucres réducteurs
Ghars	5,00	82,12
Tantboucht	0,90	78,80
Deglet-Ziane	2,45	81,45
Ltima	4,29	73,40
Safraia	1,31	77,61
Mech-Degla	52,40	20,00
Kenta	40,55	36,80

Tableau 1. Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche [2].

Ainsi, nous pouvons envisager la valorisation des dattes selon le cheminement suivant (figure 1) :

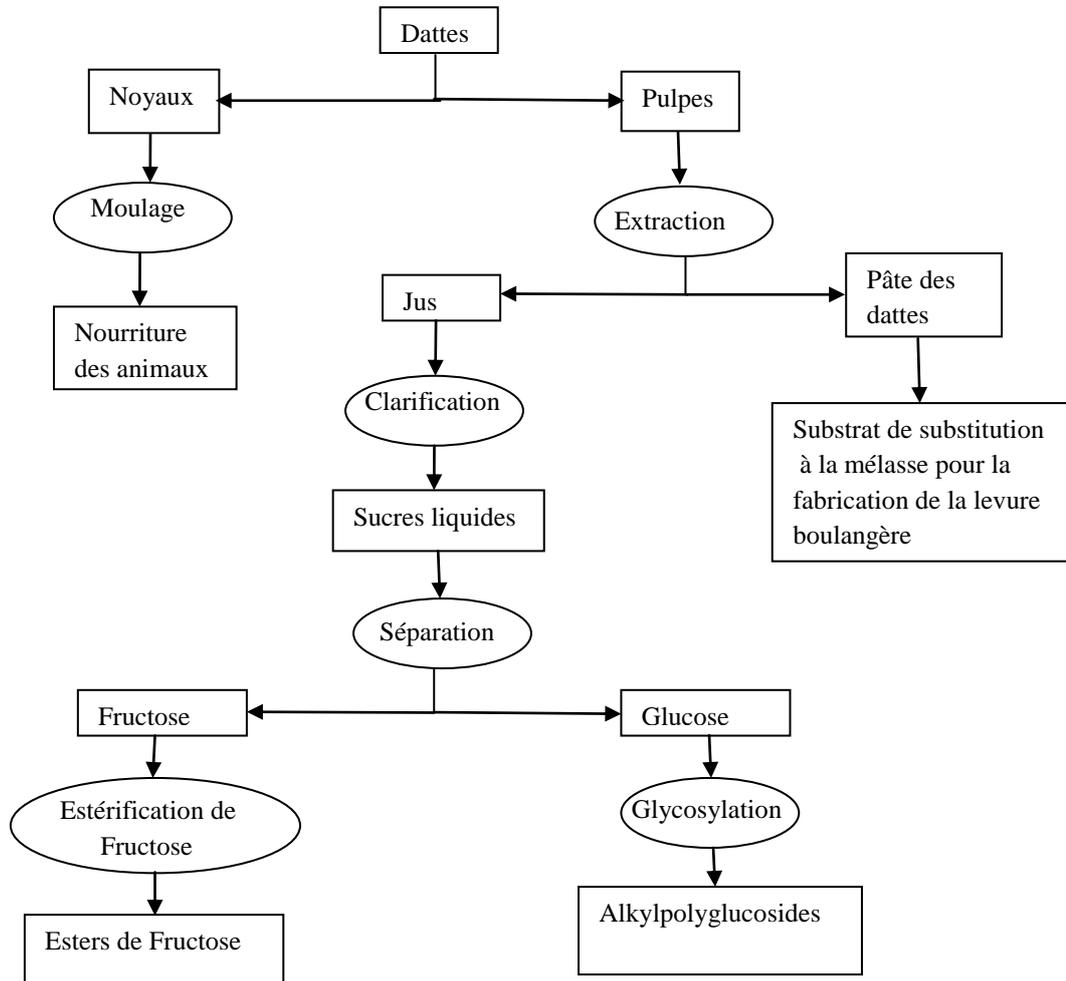


Figure 1. Opérations de transformation des dattes.

Le schéma précédent englobe en plus du cheminement envisagé pour la valorisation des dattes dans le cas de fabrication des tensioactifs ;

- Des cheminements étudiés dans des travaux antérieurs [2].
- D'autres cheminements proposés, pour mettre en évidence la possibilité de l'exploitation totale des dattes.

A. Extraction de jus de dattes

Une fois les dattes lavées et dénoyautées, elles sont découpées en fines lamelles de 0,5 à 1 cm d'épaisseur (ou bien broyées), et mélangées aux quantités égales d'eau. Puis le mélange est porté à 60°C pendant 20 minutes. Enfin, le jus est extrait à travers un tissu de mousseline, et la pulpe restante mélangée avec de l'eau et re-extraite une deuxième fois [3].

B. Clarification du jus de dattes

Le jus de datte ainsi obtenu doit subir une clarification, comportant deux étapes. La première, est la dépectinisation, elle est réalisée par ajout d'enzyme rigoureusement sélectionnée (enzyme commerciale). Elle permet la précipitation de suspensions solides constituées généralement de polysaccharides (pectine, cellulose, hémicellulose, lignine, amidon), de protéines, de tannins, de métaux, et de microorganismes. Ce traitement est suivi de filtrations et/ou centrifugation [4]. La deuxième, est la déminéralisation, le procédé se base sur l'élimination des ions monovalents. Cette élimination est effectuée par l'utilisation de

microfiltration tangentielle, d'ultrafiltration tangentielle ou de nano-filtration tangentielle qui conduit à un rétentat appauvri en ions monovalents [4].

C. Séparation glucose / fructose

La séparation des sucres est souvent une tâche relativement difficile. La chromatographie préparative est la méthode ancienne la plus utilisée pour des séparations commerciales de sucre. De telles séparations sont des processus impliquant généralement des installations coûteuses, et permettent d'avoir de bas rendements en produit désiré [5]. Aujourd'hui, d'autres procédés alternatifs sont proposés pour accomplir la séparation des sucres, tels que l'adsorption à contre courant et l'osmose inverse. Ces processus sont basés sur l'affinité chimique des sucres en utilisant des membranes d'échange ionique ou bien des membranes liquides. [6]. Parmi ces membranes liquides les plus attractives pour les applications industrielles aux séparations des mélanges glucose/fructose, on trouve la membrane liquide soutenue par fibres creuses (HFSLM) et la membrane liquide soutenue par cotons fixés (FSSLM) [7].

M. Di LUCCIO et al.. [7] ont procédé à la séparation d'un mélange équimolaire en glucose et fructose à travers ces deux membranes, en utilisant l'acide boronique comme porteur pour l'évaluation de l'efficacité de ces deux membranes liquides, les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 2 et 3.

N°	Membrane AB (mM)	Concentration d'alimentation*	Flux glucose ($10^8 \text{mol/m}^2\text{s}$)	Flux fructose ($10^8 \text{mol/m}^2\text{s}$)	Sélectivité Flux G/ Flux F
1	50	100	15	9,46	0,63
2	50	300	19,6	15,6	0,79
3	250	100	3,7	51,4	14
4	250	300	6,6	55,3	8,3

(*) : Concentration équimolaire de glucose et fructose dans 0,1M de phosphate de sodium, à pH=7,4.

AB = acide boronique.

Tableau 2. Séparation obtenue à l'aide d'une membrane (FSSLM) utilisant l'acide boronique comme porteur [7].

N°	Membrane AB (mM)	Concentration d'alimentation*	Flux glucose ($10^8 \text{mol/m}^2\text{s}$)	Flux fructose ($10^8 \text{mol/m}^2\text{s}$)	Sélectivité Flux G / Flux F
1	50	100	0,14	2,4	16,9
2	50	300	0,72	9,6	13,4
3	150	100	1,1	9,4	8,5
4	150	300	1,7	26,4	15,8
5	250	100	1,2	22,8	19,8
6	250	300	2,7	29,1	10,6
7	250	500	3,1	42	13,6

Tableau 3. Séparation obtenue à l'aide d'une membrane HFSLM utilisant l'acide boronique comme porteur [7].

La comparaison des deux systèmes dont le but est de séparer un mélange fructose/glucose montre que la membrane HFSLM utilisant l'acide boronique comme porteur, est le bon choix à réaliser.

D. Exploitation de Moûts des dattes

En Algérie, il existe deux lévureries, l'une située à l'est (Guelma) et l'autre au centre du pays (Alger). Ces deux unités utilisent plus de 20000 tonnes de mélasse par an pour la fabrication de la levure boulangère. La mélasse utilisée est importée à raison de 100 dollars la tonne [8]. Les inconvénients majeurs de l'utilisation de la mélasse de betterave ou de canne sont d'une part, la variation de la qualité des mélasses qui peuvent éventuellement contenir des inhibiteurs de fermentation provenant des biocides utilisés pendant la culture de betteraves ou de canne ou des procédés d'extraction des sucres [9]. D'autre part, durant ces dernières années, les unités importatrices de mélasse ont constaté une baisse de la teneur en sucre de ces mélasses et ceci est lié à l'amélioration du processus d'extraction des sucres utilisé par les sucreries [10]. Pour toutes ces raisons, d'après S. Acourène et al.. [10] l'utilisation de la datte comme

moyen de substitution à la mélasse est justifié, car non seulement elle est produite localement en grande quantité et à bon marché mais aussi, elle permet d'économiser des devises au pays. S. Acourène et al. dans leur travail, ont utilisé des dattes entières pour la fabrication de levures. Nous proposons d'utiliser le moût de dattes (déchets de l'extraction) au lieu de dattes entières en procédant une autre extraction car d'une part, les résultats d'analyses de jus de dattes obtenus par S. ACOURENE et al. montrent que ce dernier renferme une quantité en sucres (tableau 4) nettement supérieure aux besoins (tableau 5), et d'autre part, la mélasse importée n'est qu'un moût résultant de l'extraction des sucres à partir des cannes de sucres ou bien de betterave.

Constituants	Jus de rebuts Deglet-Nour	Jus de Tantboucht	Jus de Tinissine	Mélasse diluée au 1/2
Teneur en eau en %	74,0	70,00	70,15	65,00
PH	4,6	4,85	5,9	6,7
Solides solubles totaux	21,0	22,5	23,5	30,0
Sucres réducteurs en % de M.F*	9,13	21,20	22,90	1,00
Saccharose en % de M.F	12,80	0	0	20,94
Sucres totaux en % de M.F	22,61	21,20	22,90	22,00
Cellulose en % de M.F	1,93	0,90	0,96	3,50
Pectines en % de M.F	1,12	0,82	0,74	0,50
Protéines en de % M.F	0,24	1,05	0,80	1,00
Cendres en % de M.F	1,19	1,49	1,34	4,00
Sodium en mg/100 ml de M.F	295	225	230	1300
Potassium en mg/100 ml de M.F	260	520	480	1750
Calcium en mg/100 ml de M.F	280	230	210	75
Mg en mg/100 ml de M.F	45	70	65	5
Phosphore en mg/100 ml de M.F	14,25	37,00	33,00	30,00
Zinc en mg/100 ml de M.F	0,25	0,50	0,20	0,24
Cuivre en mg/100 ml de M.F	0,07	0,25	0,12	0,09
Fer en mg/100 ml de M.F	2,69	5,86	2,2	0,095
Mn en mg/100 ml de M.F	0,07	0,14	0,08	0,03

(*) : Matière fraîche.

Tableau 4. Composition chimique des jus de dattes et de mélasse [10].

E. Exploitation des noyaux

En Algérie, les performances de productivité animale restent insuffisantes pour la fourniture du marché local. Or, l'amélioration de ces systèmes de production implique le développement et le maîtrise d'une alimentation animale disponible et surtout accessible en termes de prix à toutes les catégories sociales d'éleveurs [11].

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulósique [12]. Le tableau 6 montre la composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes.

D'après ces données, nous remarquons que les noyaux de dattes étudiés sont très riches en matière sèche, ce qui leur confère une consistance très dure, en effet, les noyaux ont un taux d'humidité de l'ordre de 6,5%. Ils sont aussi très riches en matière glucidique (62,51%), c'est-à-dire un véritable concentré énergétique. Ces résultats nous amènent à conclure que les noyaux sont favorables à la production de lait, et qu'ils peuvent trouver leur utilisation dans l'alimentation des ruminants.

Éléments nutritifs	Besoins par litre de milieu de fermentation
Sucres	20 g
Protéines	25 g
Phosphore	2,20 – 3,60 g
Cuivre	0,02 mg
Fer	1 mg
Zinc	0,40 mg
Manganèse	0,70 mg
Magnésium	450 mg
Potassium	2400 mg
Calcium	1500 mg

Tableau 5. Besoins en éléments nutritifs de *Saccharomycès cervisiae* [10].

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

Tableau 6. Composition biochimique des noyaux des dattes Irakiennes [13].

F. Valorisation des sucres

1) Fructose

Les esters de sucres apportent de nouvelles solutions aux industriels du secteur des tensioactifs, puisqu'ils sont rapidement biodégradables et ne présentent ni toxicité, ni caractère irritant [14]. Tombent dans cette catégorie les esters du fructose, la réaction envisagée étant une estérification, ou une transestérification réalisée à haute température en présence d'un catalyseur alcalin [15]. Ce type de synthèse ne permet de contrôler ni le site de réaction, ni le nombre de groupements hydroxyles qui seront estérifiés [16]. Toutefois, un choix judicieux du catalyseur alcalin et des conditions de réaction permettent d'orienter la réaction. Une autre approche pour la synthèse des esters de fructose est l'utilisation des enzymes. L'utilisation d'enzymes pour catalyser les réactions de synthèse permet de cibler le site de réaction et aussi d'opérer dans des conditions plus douces, limitant ainsi les réactions secondaires comme la caramélisation [17].



Figure 2. La réaction d'estérification du fructose [15].

2) Glucose

La synthèse des alkylpolyglucosides (APG) à partir de glucose est réalisée souvent selon les conditions de Fischer pour des applications où la régiosélectivité et la stéréosélectivité ne sont pas recherchées. La réaction de glycosylation consiste à créer une liaison acétalique entre un donneur de glycosyle et un accepteur de nature variable, via une réaction de substitution nucléophile. Ainsi, la molécule obtenue comporte le glycoside provenant du donneur de glycosyle, en plus de la chaîne alkyle qui provient de l'accepteur (Figure 3) [18].

Cette transformation est réversible et, dans la plupart des cas, ne permet pas la synthèse de composés comportant plus d'une liaison glycosidique. Cette réaction est en fait une solvolysse et nécessite donc un excès d'alcool [18].

A l'échelle industrielle, leur synthèse peut être réalisée suivant l'un des deux processus suivants [19] :

- Le processus à une seule étape (synthèse directe) où le sucre est mis en suspension dans un alcool gras en présence d'un catalyseur acide ;
- Le processus de transglycosylation (synthèse à deux étapes), où, dans un premier temps le sucre réagit avec un alcool à courte chaîne (butan-1-ol), formant ainsi le butyle glycoside, qui réagit ensuite avec un alcool à chaîne plus longue. L'alcool intermédiaire à courte chaîne (butan-1-ol), est éliminé du milieu réactionnel par évaporation.

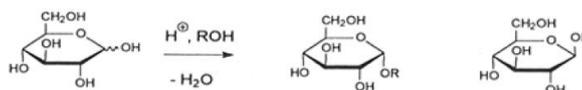


Figure 3. Méthode de synthèse de Fischer [18].

Conclusion

Dans le but de substituer progressivement les matières issues des ressources fossiles non renouvelables, et dans une perspective de valorisation d'écarts de datte, nous avons proposé l'intégration de sucres extraits des dattes pour la fabrication d'agents tensioactifs non ioniques tels que les APG. Cette matière première représente une ressource potentielle pour plusieurs secteurs industriels en Algérie. Tout d'abord, elle est disponible en grande quantité, bon marché, et ne nécessite pas des conditions de stockage très sophistiqué. Leur avantage principal, par rapport à d'autres matières premières, est sans doute leur teneur élevée en sucre.

Références

- [1] K. Sebai, "La production de dattes", Ed. Algérie 360 (<http://www.algerie360.com>: site d'information et d'actualité sur l'Algérie), 2010.
- [2] S. Acourene et coll. "Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte de palmier dattier de la région des Zibans". Recherche Agronomique, Ed. INRAA, 2001.
- [3] A. Mohamed AL-FARSI, "Clarification of date juice", International Journal of Food Science and Technology, 2003.
- [4] Kwok, J. Robert, Lancrenon, Xavier, Theoleyre, Marc-andré, "Process for preparing crystallized sugar from aqueous sugar juice", e.g. sugar cane juice or sugar beet juice, 2002.
- [5] K.N. Lee, W.K. Lee, "Model for the separation of glucose and fructose at high concentration using a semi continuous chromatographic refiner", J. Chem. Eng. Jpn. 1992.
- [6] R.A. Bartsch, J.D. Douglas, "Chemical separations with liquid membranes: an overview", Way (Eds.), ACS Symp, 1996.
- [7] M. Di Luccio, B.D. Smith, T. Kida, C.P. Borges, T.L.M. Alves, "Separation of fructose from a mixture of sugars using supported liquid membranes", J. of Membr. Sci. 174, 2000.
- [8] Anonyme, "Fabrication de la Levure Boulangère", Ed. Levurerie de Oued-Smar, 1997.
- [9] M.Y. Bouix et J.Y. Leveau, "Les Levures dans la Microbiologie Industrielle", Ed. Lavoisier, APRIA, p. 1, 1993.
- [10] S. Acourene et M. Tama, "Utilisation des Dattes de Faible Valeur Marchande Comme Substrat pour la Fabrication de la Levure Boulangère", Ed. Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse, (2001).
- [11] L. Boudechiche, A. Araba, "Etude de la composition chimique des noyaux de dattes", Ed Livestock Research for Rural Development, (2009).
- [12] E. Espiard, "Introduction à la transformation industrielle des fruits", Ed. Tech et Doc-Lavoisier, p 147-155, (2002).
- [13] P. Munier, "Le palmier dattier, Ed. Maisonneuve", Paris, p 221, (1973).
- [14] Y.M. Sin, K.W. Cho, T.H. Lee, "Synthesis of fructose esters by Pseudomonas sp. Lipase in anhydrous pyridine", J. Biotechnol. Lett. 20, p. 91–94, (1998).
- [15] G. Fregapane et al. "Enzymatic synthesis of monosaccharide fatty acid esters and their comparison with conventional products". J. Am. Oil Chem. Soc. 71, p. 87–91, 1994.
- [16] N. Spiliotis, E. Voustas, K. Magoulas, D. Tassios, "Recovery of fructose laurate produced through enzymatic esterification". Ed. Purif. Technol. 19, p. 229–236, 2000.
- [17] L. Cao, U.T. Borscheuer, R.D. Schmid, "Lipase catalyzed solid-phase synthesis sugar ester". J. Biocatal. Biotransform. 16, p. 249–257, 1998.
- [18] Balzer, Dieter, "Nonionic Surfactants: Alkyl Polyglycosides", Surfactant Science Series V. 91, Ed. CRC Press, 2000.
- [19] K. Hill, W. von Rybinski, G. Stoll, "Alkyl Polyglycosides: Technology, Properties and Applications", Ed. VCH (Federal Republic of Germany), 1997.