

Influence de la fumigation au bromure de méthyle sur la composition chimique des dattes tunisiennes

M. HASSOUNA

Ecole supérieure des industries alimentaires (ESIA)
58, avenue Alain-Savary
1003 Tunis - El Khadra
Tunisie

R. GHRIR

Institut national de la recherche scientifique et technique (INRST)
Soliman
Tunisie

A. MAHJoub

S. HAMDI
Ecole supérieure des industries alimentaires (ESIA)
58, avenue Alain-Savary
1003 Tunis - El Khadra
Tunisie

Influence de la fumigation au bromure de méthyle sur la composition chimique des dattes tunisiennes.

RÉSUMÉ

Le bromure de méthyle peut être utilisé comme fumigant dans l'industrie dattière pour lutter contre les vers des fruits. Son influence sur la composition chimique des dattes tunisiennes "Deglet Nour" a été étudiée. Pour cela, des doses de 40, 60, 80 et 100 mg/l avec des ventilations de 1 et 5 jours à 25 °C ont été testées. Aucune différence significative des quantités de sucres réducteurs et totaux, de protéines totales et solubles, et d'acides aminés totaux de la fraction protéique soluble n'a été relevée dans les dattes traitées. Cependant, des variations quantitatives non négligeables ont été décelées pour quelques acides aminés : il s'agit de la lysine, la méthionine, la proline et l'acide glutamique. Ces fluctuations ne dépendent pas de la dose de gaz ni de la durée d'aération appliquées aux échantillons de dattes.

Effects of Methyl Bromide Fumigation on the Chemical Composition of Tunisian Dates.

ABSTRACT

The effects of four doses of methyl bromide gas and two posttreatment aeration periods on sugar, protein and aminoacid levels in cv "Deglet Nour" dates was investigated. Therefore, 40, 60, 80, and 100 mg/l dosages, with aerations at 1 and 5 day intervals, at 25°C, were tested. The data revealed no significant changes in protein or major sugar components as a result of treatment. However, variations in the levels of various aminoacids such lysine, proline, glutamic acid and methionine were noted. These results could be important for toxicological evaluation of methyl bromide fumigated dry dates for pest control purposes.

Influencia de la fumigación con bromuro de metilo sobre la composición química de dátiles tunesinos.

RESUMEN

El bromuro de metilo puede ser utilizado como fumigante en la industria datilera para luchar contra la presencia de gusanos en los frutos. Se estudio su influencia sobre la composición química de dátiles "Deglet Nour". Se evaluaron dosis de 40, 60, 80 y 100 mg/l con ventilaciones de 1 a 5 días a 25 grados centigrados. No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de azúcares reductores totales, de proteínas totales y solubles, ni en la cantidad de ácidos aminos totales de la fracción proteínica. Sin embargo, variaciones cuantitativas no despreciables fueron encontradas para ciertos ácidos aminos como la lisina, la metionina, la prolina y el ácido glutámico. Estas fluctuaciones no dependen de la dosis del gas ni de la duración del periodo de ventilación utilizado.

Fruits, vol. 49, n°3, p. 197-204

MOTS CLÉS

Datte, fumigant, dose d'application, aération, sucres, protéine, acide aminé.

KEYWORDS

Dates, fumigants, application rates, aeration, sugars, proteins, amino acids.

PALABRAS CLAVES

Dátil, fumigantes, dosis de aplicación, aireación, azúcares, proteínas, aminoácidos.

●●●● introduction

La Tunisie produit 80 000 tonnes de dattes par an (essentiellement de la variété "Deglet Nour") dont 25 % environ sont destinées à l'exportation.

Cependant, l'expansion du secteur phénico-cicole tunisien se heurte à plusieurs contraintes, notamment d'ordre phytosanitaire. Le principal problème concerne la présence de vers dans les fruits qui peuvent provoquer des dégâts considérables.

L'espèce la plus redoutable est *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. Le taux d'infestation peut atteindre des proportions souvent supérieures à 15 % des fruits récoltés (DHOUBI, 1987).

Pour lutter contre ce fléau, des mesures préventives et curatives (DHOUBI, 1982, 1987 et 1992) ont été testées en palmeraies. Elles n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Par ailleurs, des essais de désinsectisation par le froid ou la chaleur (MUNIER, 1973) ont été réalisés dans les entrepôts de stockage et de conditionnement des dattes : cette méthode est efficace pour détruire les prédateurs, mais une altération sensible de la texture et de la couleur des dattes peut être observée, ce qui déprécie la qualité des fruits destinés à l'exportation. La fumigation reste la technique la plus performante pour lutter contre les vers qui endommagent les dattes.

L'influence de certains fumigants sur la composition chimique des denrées alimentaires traitées a fait l'objet de nombreuses recherches (HEUSER et SCUDAMORE, 1968 et 1970 ; MALONE, 1969 ; ROHRlich et MEUSER, 1970 ; FAIRALL et SCUDAMORE, 1980 ; AL-HAKKAK *et al.*, 1986 ; BEN KAABIA, 1991).

L'objectif de ce travail a été d'étudier l'incidence de la fumigation au bromure de méthyle (CH₃Br) sur la composition chimique des dattes traitées.

Ainsi, des doses croissantes de ce produit combiné à différentes durées de ventila-

tion (1 ou 5 jours à 25 °C) ont été testées ; puis, les teneurs en sucres, en protéines et en acides aminés ont été analysées sur les échantillons de dattes traitées.

●●●● matériel et méthodes

échantillonnage

Des dattes de la variété "Deglet Nour" ont été récoltées dans le sud tunisien. Ces fruits, préalablement sélectionnés en fonction de leur degré de maturité et de leur uniformité, sont placés dans des sacs en plastique et stockés à 4 °C jusqu'à leur utilisation.

Avant chaque traitement, un lot de dattes a été retiré du réfrigérateur et placé à température ambiante. Débarrassées de leurs périanthes, les dattes ont pu subir l'étape de fumigation au bromure de méthyle qui précède les analyses chimiques envisagées.

fumigation et ventilation

La fumigation des dattes a été conduite dans une chambre expérimentale d'une contenance de 25 l, munie d'un système de réglage de température, de pression et d'un dispositif permettant l'injection du bromure de méthyle. Chaque opération de fumigation a été réalisée sous vide, à 25 °C pendant 2 h, sur environ 1 kg de dattes ayant une teneur initiale en eau de 22 %. Dans toutes les analyses effectuées, les doses de bromure de méthyle utilisées ont été de 40, 60, 80 et 100 g/m³. En volume (à 25 °C et 760 mm Hg), ces concentrations correspondent approximativement à 10,4, 15,6, 20,8 et 26 cm³ de gaz par litre d'air (BOND, 1990) et par environ 0,7 kg de dattes traitées.

La dose de 80 g/m³ est celle qui est généralement recommandée pour la fumigation sous vide (à 25 °C pendant 2 h) des dattes au bromure de méthyle.

Les fruits ainsi traités ont été ventilés durant 1 ou 5 jours dans une étuve réglée à 25 °C.

analyses chimiques

dosage des sucres

Le dosage des sucres a été réalisé à 90 °C selon la méthode de Fehling sur un échantillon de 5 g de pulpe de dattes.

La pulpe a été dissoute au préalable dans de l'eau distillée puis défécquée par 5 ml d'acétate de plomb. Après défécation puis filtration et dilution convenable dans l'eau distillée, la solution mère de 200 ml obtenue a servi au dosage des sucres réducteurs : glucose et fructose.

L'inversion du saccharose a été effectuée sur 50 ml de solution mère, en présence de 5 ml de HCl 3N pendant 20 min à une température de 60 à 70 °C. L'hydrolysat a ensuite été neutralisé par 5 ml de NaOH 3N et complété jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée. Cette solution a été utilisée pour la titration des sucres totaux : glucose, fructose et saccharose.

dosage de l'azote

Le dosage des fractions azotées soluble et totale a été fait selon la méthode décrite par Kjeldhal sur un échantillon de 2 g de pulpe de dattes.

analyse des acides aminés

Pour l'analyse des acides aminés, un travail préliminaire d'extraction et de purification des protéines solubles est nécessaire.

extraction et purification des protéines solubles

Un échantillon de 5 g de pulpe de dattes est dissous dans 100 ml de tampon phosphate (concentration 0,05 M et pH 7,09). Le mélange est agité sous vortex pendant 30 min. Il est ensuite centrifugé à une vitesse de 1100 à 1200 tours/min durant 20 min à 4 °C. Le surnageant est passé sur un filtre de 0,65 µm. Enfin, 100 µl de filtrat sont mis à sécher sous vide dans un tube à essai.

hydrolyse des protéines

500 µl de HCl 6N et 5 µl de β mercaptoéthanol sont ajoutés au filtrat séché.

L'hydrolyse acide se fait en ampoules scellées à 110 °C pendant 22 h.

dosage des acides aminés

L'échantillon séché sous vide est repris dans 500 µl de tampon Na-S. L'hydrolysat est filtré sur millipore de 0,2 µm. L'analyse est réalisée sur le 1/10 de l'hydrolysat (50 µl) en utilisant un analyseur de séquence de type "Beckman" muni d'un système "Gold" pour le calcul des aires des pics des acides aminés.

analyses statistiques

Toutes les données ont été analysées statistiquement en se basant sur la formule suivante :

$$\text{Variation (en \%)} = \frac{V_t - V_{et}}{V_t} \times 100$$

V_t : Valeur du témoin.

V_{et} : Valeur de l'échantillon traité.

Cette formule détermine la variation, exprimée en pourcentage du témoin, des teneurs en sucres, protéines et acides aminés après traitement des dattes par des doses croissantes de bromure de méthyle, avec des ventilations de 1 et 5 jours à 25 °C.

Tout pourcentage de variation compris entre 0 et 20 % est considéré comme négligeable, pour des raisons qui seront présentées ultérieurement dans le cas des acides aminés.

La régression linéaire simple de type ($y = bx + a$) a également été utilisée pour déterminer la relation entre une variable explicative (x) (teneur en acides aminés, exprimée en mg/10 g d'extrait sec, des dattes témoins ou traitées par les concentrations de 40, 60, 80 et 100 g/m³ de CH₃Br et ventilées pendant 1 jour à 25 °C) et la variable à expliquer (y) (teneur en acides aminés homologues, exprimée en mg/10 g de matière sèche, des dattes traitées par les doses précédentes et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C). Chaque régression a été déterminée à partir de 16 couples (x, y) d'acides aminés homologues déjà identifiés. Tous les coefficients de corrélation linéaire ont présenté un seuil de signification inférieur à 1 %.

● ● ● ● résultats et discussion

sucre

Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats concernant le dosage des sucres. Il apparaît que les dattes "Deglet Nour" non traitées contiennent plus de sucres non réducteurs sous forme de saccharose que de sucres réducteurs sous ses deux formes essentielles glucose et fructose. De plus, les variations globales affectant les teneurs en sucres réducteurs et totaux ne dépendent pas de la dose de gaz et de la durée de ventilation utilisées au cours de l'expérimentation.

Tableau 1

Teneur en sucres réducteurs et totaux des dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C (rapporté à 100 g d'extrait sec)*.

Dose de bromure de méthyle en g/m ³	1 jour d'aération		5 jours d'aération	
	sucres réducteurs	sucres totaux	sucres réducteurs	sucres totaux
Témoin	21,93	69,82	22,67	70,06
40	24,12	68,88	21,31	67,97
60	23,87	71,93	25,66	65,69
80	21,05	72,35	23,31	70,42
100	23,28	67,81	21,37	67,36
Moyenne	23,08	70,24	22,91	67,81

* moyenne de 5 analyses

Tableau 2

Pourcentage de variation de la teneur en sucres dans les dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C.

Dose de bromure de méthyle en g/m ³	1 jour d'aération		5 jours d'aération	
	sucres réducteurs	sucres totaux	sucres réducteurs	sucres totaux
40	+ 9,98	- 1,34	- 5,99	- 2,98
60	+ 8,84	+ 3,02	+ 13,18	- 6,23
80	- 4,01	+ 3,63	+ 2,82	+ 0,51
100	+ 6,15	- 2,88	- 5,73	- 3,85
Moyenne	+ 5,24	+ 0,6	+ 1,07	- 3,14

Ces fluctuations, probablement dues aux variations des quantités de sucres dans les dattes d'un même lot et/ou des différents lots traités, sont considérées comme négligeables. Des conclusions similaires ont été faites après traitement des dattes irakiennes (AL-HAKKAK *et al.*, 1986) et tunisiennes (BEN KAABIA, 1991) au phosphore (PH₃).

protéines totales et solubles

Les teneurs en protéines totales et solubles sont portées respectivement dans les tableaux 3 et 4. Ceux-ci montrent que pour les dattes témoins le taux de protéines totales est faible : 2,11 % pour 100 g d'extrait sec. Il est de 1,66 % pour les protéines solubles. Dans la plupart des cas, une diminution du pourcentage de variation est observée pour les deux types de protéines quelque soit la dose du gaz et le temps d'aération appliqués à l'échantillon de dattes. Compte tenu du faible taux protéique des dattes, les variations observées sont considérées comme négligeables.

acides aminés

Pour l'exploitation statistique des résultats (tableau 5), tout pourcentage de variation compris entre 0 et 20 % est considéré comme négligeable : l'acide aminé considéré n'est pas affecté par le bromure de méthyle et reste comparable au témoin (DAALOU, 1992).

Les résultats présentés dans le tableau 6 font apparaître que les dattes non traitées contiennent des quantités d'acides glutamique et aspartique très supérieures à celles des acides aminés indispensables. Des résultats analogues ont été observés pour les dattes irakiennes (AL-HAKKAK *et al.*, 1986) et soudanaises (NOUR et MAGBOUL, 1985).

A l'exception de ces acides aspartique et glutamique, les quantités des autres acides aminés sont comprises entre 0,54, pour la méthionine, et 5,7 mg/10 g d'extrait sec pour l'alanine. Une variation de 0 à 20 % correspond à des variations de 0,108 à 1,14 mg/10 g de matière sèche, ce qui reste négligeable.

Ainsi, les doses croissantes de bromure de méthyle après ventilation de 1 ou 5 jours à 25 °C ont un effet comparable sur la composition en acides aminés des fruits traités ; de plus, les teneurs sont similaires à celles des dattes non traitées. Les variations moyennes enregistrées ne dépassent guère 15 %.

Toutefois, le calcul de la moyenne des variations totales (tableau 5) montre un accroissement plus important pour le taux d'acides aminés des dattes ayant subi 5 jours d'aération à 25 °C que pour celui des fruits ventilés durant 1 jour à la même température. Les élévations observées sont respectivement de + 12,8 % et + 4,4 %.

Ces résultats considérés comme non significatifs suggèrent qu'il n'y a pas de variation de la composition globale en acides aminés des dattes à la suite des différents traitements par le bromure de méthyle.

Si l'on se base sur le calcul de la variation moyenne de la teneur en acides aminés des dattes traitées et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C, il apparaît que 12 acides aminés (acide aspartique, thréonine, serine, glycine, alanine, valine, leucine, isoleucine, tyrosine, phénylalanine, histidine et arginine) sont restés quantitativement stables à la suite des différents traitements. En revanche, les taux moyens de lysine et de méthionine ont diminué considérablement.

Parallèlement, les teneurs moyennes en proline et acide glutamique ont augmenté.

Par ailleurs, les résultats de l'analyse statistique par régression linéaire simple, donnés dans les tableaux 7, 8 et 9 ont permis de constater les faits suivants :

- pour chaque dose utilisée dans les différents traitements, une corrélation linéaire positive est observée entre la teneur en acides aminés des dattes traitées et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C et celle d'un témoin (tableaux 7 et 8) ;

- pour une concentration donnée de bromure de méthyle, la quantité d'acides aminés des dattes ventilées durant 5 jours à 25 °C est corrélée positivement à celle

Tableau 3

Teneur en protéines totales des dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C (rapportée à 100 g de matière sèche)*.

Dose de bromure de méthyle en g/m ³	1 jour d'aération		5 jours d'aération	
	% protéines	% variation	% protéines	% variation
Témoin	2,11	-	2,09	-
40	2,00	-5,2	2,03	-2,8
60	2,03	-3,8	2,08	-0,5
80	2,11	+0,09	2,11	+0,9
100	2,02	-4,2	1,99	-4,8
Moyenne	2,04	-3,3	2,05	-1,8

* moyenne de 2 analyses

Tableau 4

Teneur en protéines solubles des dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C (rapportée à 100 g de matière sèche)*.

Dose de bromure de méthyle en g/m ³	1 jour d'aération		5 jours d'aération	
	% protéines	% variation	% protéines	% variation
Témoin	1,66	-	1,65	-
40	1,53	-7,8	1,51	-8,4
60	1,69	+1,8	1,74	+5,4
80	1,53	-7,8	1,75	+6,0
100	1,57	-5,4	1,56	-5,4
Moyenne	1,58	-4,8	1,64	-0,6

* moyenne de 2 analyses

des fruits aérés durant 1 jour à la même température (tableau 9).

Ces résultats confirment la conclusion précédente, à savoir que le bromure de méthyle n'influe pas sur la composition globale en acides aminés des dattes à la suite des différents traitements.

● ● ● ● conclusion

L'influence du bromure de méthyle sur la composition chimique des dattes tunisiennes de la variété "Deglet Nour" a été étudiée.

Tableau 5
Teneur en acides aminés* (mg/10 g de matière sèche) des dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C.

Dose de CH ₃ Br (g/m ³)	1 jour d'aération					5 jours d'aération				
	C	40	60	80	100	C	40	60	80	100
Acides aminés **										
Acide aspartique	9,66	9,89	9,75	10,78	9,97	9,66	9,58	9,26	10,41	9,21
Acide glutamique	13,9	16,5	16,32	16,65	18,63	13,9	17,07	20,90	22,03	23,42
Alanine	5,7	4,78	5,02	4,85	4,74	5,7	4,65	4,54	4,64	4,69
Arginine	3,11	2,81	3,04	3,23	2,72	3,11	3,28	2,92	3,07	3,03
Glycine	4,98	5,12	5,3	5,18	4,65	4,98	5,51	5,88	5,12	4,61
Histidine	1,08	0,98	1,00	0,96	0,97	1,08	1,11	1,25	1,01	1,00
Isoleucine	2,07	1,67	1,88	1,86	1,86	2,07	1,58	2,23	1,69	1,68
Leucine	4,09	3,91	3,71	3,55	3,2	4,09	3,07	4,16	3,32	3,43
Lysine	4,06	3,76	2,51	2,63	2,41	4,06	3,87	2,68	2,42	2,34
Méthionine	0,54	0,38	0,40	0,26	0,22	0,54	0,41	0,33	0,42	0,23
Phénylalanine	2,29	1,89	2,13	2,07	2,22	2,29	2,00	2,41	2,05	2,04
Proline	4,83	6,95	7,97	8,85	10,25	4,83	7,65	8,34	9,73	9,56
Sérine	2,22	2,01	2,13	1,99	1,81	2,22	2,03	2,12	1,92	1,82
Thréonine	3,01	3,19	2,6	2,8	2,58	3,01	3,05	3,14	2,63	2,57
Tyrosine	1,71	1,28	1,4	1,89	1,31	1,71	1,31	1,84	1,89	1,5
Valine	3,38	2,71	3,52	3,12	3,49	3,38	2,87	3,3	2,95	2,48
Total	66,63	67,83	68,68	70,67	71,03	66,63	76,35	75,3	75,27	73,61

C : témoin.

* : Moyenne de 2 analyses.

** : Asparagine, glutamine, cystéine et tryptophane ne sont pas détectés.

Tableau 6
Variation de la teneur en acides aminés des dattes "Deglet Nour" traitées par différentes doses de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C.

Dose de CH ₃ Br (g/m ³)	1 jour d'aération					5 jours d'aération				
	40	60	80	100	V.M.*	40	60	80	100	V.M.*
Acides aminés										
Acide aspartique	+ 2,4	+ 0,9	+ 11,6	+ 3,2	+ 4,5	- 0,8	- 4,1	+ 7,8	- 4,7	- 0,5
Acide glutamique	+ 18,7	+ 17,4	+ 19,8	+ 34,0	+ 22,5	+ 22,8	+ 50,4	+ 58,5	+ 68,5	+ 50,5
Alanine	- 16,1	- 11,9	- 14,9	- 16,8	- 14,9	- 18,4	- 20,4	- 18,6	- 17,7	- 18,8
Arginine	- 9,6	- 2,3	+ 3,9	- 12,5	- 5,1	+ 5,5	- 6,1	- 1,3	- 2,6	- 1,1
Glycine	+ 2,8	+ 6,4	+ 4,0	- 6,6	+ 1,7	+ 10,6	+ 18,1	+ 2,8	- 7,4	+ 6,0
Histidine	- 9,3	- 7,4	- 11,1	- 10,2	- 9,5	+ 2,8	+ 15,7	- 6,5	- 7,4	+ 1,2
Isoleucine	- 4,4	- 9,3	- 13,2	- 21,7	- 12,2	- 24,9	+ 1,7	- 18,8	- 16,1	- 14,5
Leucine	- 19,3	- 9,2	- 10,1	- 10,1	- 12,1	- 23,7	+ 7,7	- 18,3	- 18,4	- 13,3
Lysine	- 7,4	- 38,2	- 35,2	- 40,6	- 30,4	- 4,6	- 34,0	- 40,4	- 42,4	- 30,4
Méthionine	- 29,6	- 25,9	- 51,9	- 59,3	- 41,07	- 24,1	- 38,8	- 22,2	- 57,4	- 35,6
Phénylalanine	- 17,5	- 7,0	- 9,6	- 3,1	- 9,3	- 12,6	+ 5,2	- 10,4	- 10,9	- 7,1
Proline	+ 43,9	+ 65,0	+ 83,2	+ 112,2	+ 76,0	+ 58,4	+ 72,7	+ 101,4	+ 98,0	+ 82,6
Sérine	- 9,5	- 4,1	- 10,4	- 18,5	- 10,6	- 8,5	- 4,5	- 13,5	- 18,0	- 11,1
Thréonine	+ 6,0	- 13,6	- 7,0	- 14,3	- 7,2	+ 1,3	+ 4,3	- 12,6	- 14,6	- 5,4
Tyrosine	- 25,1	- 18,1	+ 10,5	- 23,4	- 14,0	- 23,4	+ 7,6	+ 10,5	- 12,3	- 4,4
Valine	- 19,8	+ 4,1	- 7,7	+ 3,2	- 5,5	- 15,1	- 2,4	- 12,7	- 26,6	- 14,2
Total	+ 1,8	+ 3,07	+ 6,06	+ 6,6	+ 4,4	+ 14,6	+ 13,0	+ 13,0	+ 10,5	+ 12,8

* Variation (en %) = $\frac{\text{valeur du témoin} - \text{valeur de l'échantillon traité}}{\text{valeur du témoin}} \times 100$

Les variations moyennes enregistrées pour les teneurs en sucres, protéines et acides aminés totaux des dattes traitées par des doses croissantes de bromure de méthyle et ventilées durant 1 ou 5 jours à 25 °C sont considérées comme négligeables. Ces résultats suggèrent que le bromure de méthyle ne modifie pas la composition globale des composés majeurs des dattes traitées.

Cependant, des variations moyennes relativement importantes sont observées pour les teneurs en acide glutamique, proline, méthionine et lysine et cela indépendamment de la dose de gaz et de la durée de ventilation appliquées aux échantillons de dattes.

Les réductions observées pour la méthionine et la lysine pourraient correspondre à des modifications chimiques de leur structure. Des études approfondies sur la fumigation du blé au bromure de méthyle montrent qu'il se produit essentiellement une N-méthylation de la fraction protéique des grains (BRIDGES, 1955). Il est donc probable que le ϵ -NH₂ de la lysine réagit avec le radical méthyle du fumigant, selon une substitution nucléophile, pour donner une lysine N-méthylée. D'autres travaux (BOND, 1990) ont montré que la méthionine des noix traitées au CH₃Br pourrait être transformée en bromure de méthionine-sulfonium-méthyle et quand elles sont grillées, le produit se décompose en libérant le sulfure de diméthyle, composé sulfuré très odorant.

En ce qui concerne les augmentations décelées pour les quantités de proline et d'acide glutamique, les facteurs responsables n'ont pas été déterminés. Des études plus poussées doivent être envisagées dans ce sens.

Les résultats des régressions linéaires simples viennent confirmer l'idée précédente : la quantité globale d'acides aminés des protéines solubles des dattes reste stable à la suite des différents traitements par le bromure de méthyle.

Enfin, il serait utile de doser dans les dattes traitées les résidus de bromures inorganiques (Br⁻), provenant pour la plupart de la décomposition du bromure de méthyle (HEUSER et SCUDAMORE, 1970), afin d'évaluer le degré de contamination des fruits traités, destinés à l'alimentation humaine. ●

Tableau 7

Corrélation linéaire obtenue entre la teneur* (y) en acides aminés des dattes traitées par une dose donnée de CH₃Br et ventilées durant 1 jour à 25 °C et celle (x) des dattes témoins (n = 16).

Dose de CH ₃ Br g/m ³	Coefficient de corrélation linéaire **	Equation de la droite y = bx + a
40	0,98	b = 1,18 a = -0,68
60	0,97	b = 1,16 a = -0,55
80	0,96	b = 1,21 a = -0,64
100	0,94	b = 1,31 a = -1,04

Tableau 8

Corrélation linéaire obtenue entre la teneur* (y) en acides aminés des dattes traitées par une dose donnée de CH₃Br et ventilées durant 5 jours à 25 °C et celle (x) des dattes témoins (n = 16).

Dose de CH ₃ Br g/m ³	Coefficient de corrélation linéaire **	Equation de la droite y = bx + a
40	0,97	b = 1,2 a = -0,68
60	0,95	b = 1,39 a = -1,08
80	0,94	b = 1,51 a = -1,59
100	0,93	b = 1,56 a = -1,91

Tableau 9

Corrélation linéaire obtenue entre la teneur* (y) en acides aminés des dattes traitées par une dose donnée de CH₃Br et ventilées durant 5 jours à 25 °C et celle (x) des dattes fumigées et ventilées durant 1 jour à 25 °C (n = 16).

Dose de CH ₃ Br g/m ³	Coefficient de corrélation linéaire **	Equation de la droite y = bx + a
40	0,99	b = 1,02 a = -0,02
60	0,98	b = 1,20 a = -0,44
80	0,98	b = 1,24 a = -0,82
100	0,98	b = 1,18 a = -0,67

n : nombre de couples (x, y) d'acides aminés homologues ayant servi pour la régression.

* en mg/10 g d'extrait sec.

** seuil de signification < 1 %.

références

- AL-HAKKAK Z.S., AUDA H., AL-HAKKAK, J.S., 1986.
Effect of high doses of phosphine fumigation on the amino-acid, protein and sugar composition of Iraq dates. *Date palm J.*, 4 (2), 235-246.
- BEN KAABIA M., 1991.
Fumigation des dattes tunisiennes au phosphine (PH₃). Mémoire de fin d'études d'ingénieur. E.S.I.A., Tunis, Tunisie, 126 p.
- BOND E.J., 1990.
La fumigation en tant que traitement insecticide. FAO, production végétale et protection des plantes, 54, 74-99.
- BRIDGES R.G., 1955.
N-methylation as a result of fumigation wheat with methyl bromide. *J. Sci. Food. Agric.*, 6, 261-268.
- DAALLOU A., 1992.
Fumigation des dattes tunisiennes au bromure de méthyle. Mémoire de fin d'études d'ingénieur. E.S.I.A., Tunis, Tunisie, 81 p.
- DHOUIBI M.H., 1982.
Bioécologie d'*Ectomyelois ceratoniae* zeller (*Lepidoptera pyralidae*). *Annales de l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (I.N.R.A.T)*, 55, Fasc. 4, 1-48.
- DHOUIBI M.H., 1987.
Effets des traitements chimiques sur l'évolution des populations d'*Ectomyelois ceratoniae* (*Lepidoptera pyralidae*). *Rev. de l'Institut national agronomique de Tunisie (I.N.A.T)*, 2 (1), 51-67.
- DHOUIBI M.H., 1992.
Effet de la bactospéine XLV sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* zeller (*Lepidoptera pyralidae*). *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent*, 57/2b, 505-514.
- FAIRALL R.J., SCUDAMORE K.A., 1980.
Determination of residual methyl bromide in fumigated commodities using derivative Gas-Liquid Chromatography. *Analyst*, 105, 251-256.
- HEUSER S.G., SCUDAMORE K.A., 1968.
Fumigant residues in wheat and flour: solvent extraction and gas-chromatography determination of free methyl bromide and ethylene oxide. *Analyst*, 93, 252-258.
- HEUSER S.G., SCUDAMORE K.A., 1970.
Selective determination of ionised bromide and organic bromides in food - stuffs by gas-liquid chromatography with special reference to fumigant residues. *Pestic. Sci.*, 1, 244-249.
- MALONE B., 1969.
Analysis of grains for multiple residues of organic fumigants. *Journal of the A.O.A.C.*, 52 (4), 800-805.
- MUNIER P., 1973.
Traitement, conditionnement et stockage des dattes. In: *Le palmier-dattier*, 221 p. Paris (France) : Maisonneuve et Larose, 161-174. Collection techniques agricoles et productions tropicales.
- NOUR A.A.M., MAGBOUL B.I., 1985.
Amino-acid composition of some sudanese date cultivars: *Date palm J.*, 4 (1), 51-54.
- ROHRLICH M., MEUSER F., 1970.
Experiments on cereals gas-treated with hydrogen phosphide, III. Biochemical aspects of the gas-treatment with hydrogen phosphide. *Getreid und Mehl*, 20, 1-8.