

Influence de quelques modes de préparation du matériel végétal sur les teneurs et la composition glucidique de la banane

par **P. HANOWER**, Chargé de recherches et **R. CHEZEAU**, Technicien
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Services Scientifiques Centraux, Bondy (Seine).

INFLUENCE DE QUELQUES MODES DE PRÉPARATION
DU MATÉRIEL VÉGÉTAL
SUR LES TENEURS ET LA COMPOSITION GLUCIDIQUE
DE LA BANANE

par P. HANOWER et R. CHEZEAU.

Fruits, vol. 21, n° 2, fév. 1966, p. 76 à 81.

RÉSUMÉ. — Les auteurs étudient les variations glucidiques de la banane en fonction des différents modes de stabilisation de la pulpe à savoir : séchage sous vide, séchage par la chaleur, traitement à l'azote liquide, lyophilisation, etc.

Ils notent, les erreurs qu'entraîne l'extraction directe des sources du matériel végétal, sans destruction préalable du système enzymatique.

Ils mettent en évidence, l'importance des pertes glucidiques ainsi que l'accroissement des réducteurs au détriment des hydrolysables. Les résultats sont exprimés dans les 9 tableaux.

INTRODUCTION

La préparation des échantillons en vue de l'analyse chimique des plantes est une opération de toute première importance. En effet, les méthodes analytiques les plus modernes employées pour l'analyse d'un matériel végétal mal préparé aboutissent à des données et des chiffres totalement faux. Ainsi, nombre de résultats publiés ont conduit à des interprétations erronées. Beaucoup d'analyses sont inutilisables faute d'une préparation correcte des échantillons à analyser.

Il est bien connu que le matériel végétal doit être stabilisé dans des conditions telles que les résultats d'analyses reflètent le plus fidèlement possible l'état et la teneur des substances de la plante vivante (1, 3, 4, 5).

Or, on peut regretter que ces conditions ne soient pas toujours remplies, principalement dans les laboratoires de chimie agricole où sont effectuées des séries plus ou moins importantes de déterminations chimiques. La technique de lyophilisation n'est pas courante dans ces laboratoires, et la fixation à l'alcool bouillant aussitôt après la récolte des organes à analyser n'est pas très commode à réaliser lorsque le nombre des échantillons est élevé.

Il n'est pas inutile de souligner que la lyophilisation n'est qu'un mode de déshydratation. Elle arrête l'activité enzymatique par le fait de la dessiccation mais ne détruit par les enzymes (7). Une réhydratation du matériel lyophilisé réactive le système

enzymatique. Lorsque l'on veut donc effectuer une analyse du matériel lyophilisé, on ne doit pas procéder par extraction directe à l'eau.

Il arrive donc dans la pratique courante de certains laboratoires de tourner la difficulté aux dépens de la précision des résultats.

BRUNEL (4) constate qu'il peut y avoir 30 % de pertes de sucres. PRIESTLEY (5) considère comme improbable que les pertes dépassent 10 %.

Afin de préciser, pour la banane, les erreurs susceptibles d'être commises lorsque l'on néglige de préparer les échantillons par des techniques appropriées, nous avons effectué une série d'expériences que nous relatons ci-dessous.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Notre travail a porté uniquement sur la pulpe de la banane.

Après ablation de la peau, et avant l'essai de stabilisation, la pulpe est découpée soit longitudinalement en quatre puis en fragments de 0,5 cm d'épaisseur, soit écrasée au broyeur à lames rotatives « mixer ».

Différents modes de fixation et de dessiccation ont été essayés ; ils sont exposés à propos de chaque expérience.

L'extraction des sucres en vue de l'analyse est effectuée à l'eau chaude,

— soit directement après fixation par l'alcool bouillant à 95°, épuisement par l'alcool bouillant à 75-80° et évaporation de l'alcool sous pression réduite ;

— soit après séchage des échantillons selon les différents procédés décrits.

Les dosages ont été réalisés par la méthode de SOMOGYI (6) ; l'hydrolyse enzymatique de l'amidon a été

faite par la pancréatine de porc (1).

Chaque série d'essais est effectuée sur un lot différent de bananes, présentant de surcroît un degré de maturation dissemblable. Il ne faut donc pas associer les résultats naturellement variables entre les séries et ne comparer les chiffres qu'au sein d'un même essai. Ainsi, chaque tableau ou partie de tableau représente les résultats d'une série d'essais et ne peut être comparée à un autre tableau.

ANALYSE DES RÉSULTATS

ESSAI 1

Différents modes de fixation.

Un lot de morceaux de pulpe de banane a été divisé en cinq parties qui ont subi les traitements suivants :

a) 105°-70° C.

Un premier échantillon a été placé à l'étuve à 105° pendant 5 minutes, puis à l'étuve à 70° pendant 48 heures.

b) 70° C.

Le deuxième échantillon a été mis à l'étuve à 70° pendant 48 heures, sans échaudage préalable.

c) 60° C sous vide.

Un troisième échantillon a été mis à l'étuve à la température de 60° pendant 48 heures.

d) Fixation éthanol et méthanol.

Les quatrième et cinquième ont été plongés dans l'alcool bouillant pendant 10 minutes.

Le tableau n° 1 présente les résultats des essais ci-dessus. Il s'en dégage que :

1°) Le séchage pendant 5 minutes à 105° C puis à 70° C et celui à 70° C directement donnent sensiblement les mêmes résultats.

2°) Le séchage à 60° C sous vide donne une teneur en sucres totaux

et sucres hydrolysables plus élevée et par conséquent un taux de sucres réducteurs inférieur à ceux obtenus par les deux modes de séchage à 70° C.

3°) Les modes de séchage par la chaleur provoquent d'une part des pertes de sucres, et d'autre part une hydrolyse très importante de la fraction sucres hydrolysables, ainsi qu'une altération de l'amidon.

ESSAI 2

Importance de la structure.

Les bananes ont été divisées en deux parties dans le sens longitudinal. Un lot a été découpé en morceaux, l'autre broyé au « mixer ». Chaque lot, morceaux ou pâte, a alors été subdivisé en deux échantillons ; un échantillon a été fixé à l'alcool, l'autre séché par la chaleur.

Dans ces essais, la température d'échaudage a été portée à 120° C, après quoi le matériel a été séché sous vide à 60° C pendant 48 heures.

Le tableau n° 2 démontre l'influence du degré de division du matériel végétal sur la tendance qu'ont les sucres à évoluer.

On peut remarquer que :

1) Les tendances évolutives des sucres sont ici identiques à celles que présente le tableau n° 1.

TABLEAU N° 1

	105° C- 70° C	70° C	Vide 60° C	Éthanol	Méthanol
Sucres totaux (% MS).....	52,8	52,3	55,7	62,2	63,5
Sucres réducteurs (% MS).....	52,3	52,0	42,2	31,5	34,1
Sucres hydrolysables (% MS).	0,5	0,3	13,5	30,7	29,4
Amidon (% MS).....	1,1	1,3	1,7	5,3	5,6

TABLEAU N° 2

	Morceaux 120° C (5') Vide 60° C	Pâte 120° C (5') Vide 60° C	Morceaux dans l'éthanol bouillant	Pâte dans l'éthanol bouillant
Sucres totaux (% MS)	48,0	45,8	51,4	50,4
Sucres réducteurs (% MS)	23,7	40,6	12,6	15,8
Sucres hydrolysables (% MS) ..	24,3	5,2	38,8	34,6
Amidon (% MS)	5,0	8,7	18,9	19,3

2) Elles sont beaucoup plus prononcées dans le cas de la pâte que dans celui des morceaux, sauf pour l'amidon.

3) Même dans le cas des fixations alcooliques, on n'a pas pu éviter une hydrolyse légère des sucres hydrolysables des pâtes par rapport aux morceaux.

ESSAI 3

Influence de la température pendant la préparation des échantillons sur le comportement des sucres.

Le troisième essai était destiné à vérifier l'évolution glucidique qui a

lieu pendant la durée de la préparation de l'échantillon jusqu'à la fixation dans l'alcool.

Pour cela un lot de bananes entières a été conservé à -7° C pendant 15 heures puis, après avoir enlevé la peau, on a procédé au découpage de la pulpe en (I) à -7° C et en (II) à 20° C.

20° C'est la température habituelle de nos laboratoires.

Un second lot de bananes entières a été conservé à 20° C pendant 15 heures puis, après avoir ôté la peau, on a réduit la pulpe en morceaux soit à la température de -7° C (III), soit à celle de 20° C (IV).

Pour tous ces échantillons, la durée de la préparation a été de 15 minutes,

après quoi il ont été fixés dans l'alcool bouillant.

On voit que la structure glucidique de la pulpe de banane n'a pratiquement pas évolué pendant le court laps de temps de la préparation des échantillons en vue des fixations dans l'alcool.

Ces résultats sont consignés dans le tableau n° 3. Les essais ne sont comparables que 2 à 2.

ESSAI 4

Évolution de la teneur en sucres réducteurs en fonction du temps mis pour la préparation des échantillons.

Dix échantillons de pulpe de banane ont été découpés en rondelles. Pour chaque essai dans le temps, correspond un essai de référence temps 0. Les fixations dans l'alcool sont effectuées 15 mn, 1 h 30', 3 h, 4 h 30' et 6 h après le découpage en rondelles.

Le tableau n° 4 montre l'augmentation de pourcentage en fonction du temps, des sucres réducteurs qui se forment au cours de la préparation des échantillons.

Il résulte de cet essai que plus on prolonge le temps de préparation des échantillons, plus la quantité de sucres réducteurs s'accroît au détriment des sucres hydrolysables.

TABLEAU N° 3

	I Conservation -7° C Découpage -7° C Fixation éthanol	II Conservation -7° C Découpage $+20^{\circ}$ C Fixation éthanol	III Conservation $+20^{\circ}$ C Découpage -7° C Fixation éthanol	IV Conservation $+20^{\circ}$ C Découpage $+20^{\circ}$ C Fixation éthanol
Sucres totaux (% MS)	50	49,5	54,0	53,3
Sucres réducteurs (% MS) ..	13,4	13,6	14,5	14,9
Sucres hydrolysables (% MS).	36,6	36,9	39,5	38,4
Amidon (% MS)	8,9	8,8	8,2	7,8

TABLEAU N° 4

	15'	1 h 30'	3 h 00'	4 h 30'	6 h 00'
Teneurs en sucres réducteurs au début de l'essai 20,14 (% MS).....	+0,21	+1,16	+2,46	+3,96	+6,11

TABLEAU N° 5

	Fixation par l'azote liquide Extraction H ₂ O 30° C	Fixation par l'azote liquide Extraction à partir d'éthanol bouillant
Sucres totaux (% MS).....	72,5	71,4
Sucres réducteurs (% MS).....	37,9	20,3
Sucres hydrolysables (% MS)...	34,6	51,1
Amidon (% MS).....	1,6	2,1

ESSAI 5

Influence d'une forte réfrigération.

Pour ce cinquième essai, on a plongé pendant 10 mn des bananes au préalable débarrassées de leur peau, dans l'azote liquide (— 190° C). Après réchauffage de l'échantillon à la température ambiante du laboratoire, on a découpé les bananes en deux parties longitudinales. Une première partie a été fixée dans l'alcool bouillant, sur l'autre partie on a procédé à une extraction directe des sucres par l'eau à 30° C.

Les résultats du tableau n° 5 démontrent que la congélation des doigts de bananes dans l'azote liquide ne préserve nullement le matériel d'une hydrolyse des sucres, laquelle est très importante dès que l'échantillon est dégelé.

Notons qu'il y a peu de modification de poids d'un échantillon après

son passage dans l'azote liquide : 10 mg pour 60 g de prise d'essai.

ESSAI 6

Séchage sous vide après congélation.

Pour cet essai, on a plongé dans l'azote liquide trois lots de pulpe de banane coupés en rondelles. Puis, chaque lot a été divisé en deux parties lesquelles ont été traitées de la manière suivante :

a) Séchage sous vide à 35° C pendant 72 h, puis extraction à l'eau à 20° C.

b) Séchage sous vide à 35° C pendant 72 h, puis extraction à l'eau à 60° C.

c) Extraction directe de l'échantillon traité par l'azote liquide, par de l'eau à 20° C.

Pour chaque lot, il y a une référence fixée dans l'éthanol bouillant.

Les essais ne sont donc comparables que 2 à 2.

Il ressort de cet essai qu'une congé-

TABLEAU N° 6

	Sucres totaux (% MS)	Sucres réducteurs (% MS)	Sucres hydrolysables (% MS)	Amidon (% MS)
Fixation alcool 95°.....	54,1	16,9	37,2	6,1
Séchage vide 35° C. Extraction H ₂ O 20° C.....	41,9	41,2	0,7	4,6
Fixation alcool 95°.....	53,5	20,2	33,3	6,2
Séchage vide 35° C. Extraction H ₂ O 60° C.....	45,2	44,2	1,0	4,1
Fixation alcool 95°.....	55,3	18,8	36,5	4,0
Extraction immédiate par H ₂ O 60° C.....	56,5	25,3	31,2	2,7

lation, suivie d'un séchage sous vide à 35° C n'empêche pas l'hydrolyse des sucres de se poursuivre.

On voit également qu'indépendamment de la température à laquelle on effectue l'extraction des glucides, le taux des réducteurs augmente considérablement. Il est à noter aussi que le séchage à basse température (35° C), bien que sous vide provoque une perte importante de sucres totaux.

ESSAI 7

Fixation par l'alcool bouillant avec ou sans carbonate après congélation à l'azote liquide.

Dans cet essai, on a traité des morceaux de pulpe de bananes par l'azote liquide, puis sans attendre leur ramollissement, on les a broyés au « mixer » et divisés en deux parties :

Une première partie additionnée de carbonate a été fixée dans l'alcool bouillant.

Une deuxième partie fixée dans l'alcool sans carbonate.

De cet essai, nous voyons que si après congélation des bananes dans l'azote liquide on fixe le matériel dans l'alcool bouillant, l'hydrolyse se trouve stoppée et cela d'autant plus facilement que le milieu est alcalinisé par du carbonate. C'est ce qu'illustre le tableau n° 7.

ESSAI 8

Différents modes de séchage après congélation à l'azote liquide.

On a traité des morceaux de pulpe de bananes par l'azote liquide, puis fabriqué une pâte homogène au « mixer ». L'échantillon a été ensuite

divisé en quatre parties qui ont subi les traitements suivants :

I. Extraction immédiate par l'eau à 50° C.

II. Séchage sous vide à 20° C pendant 4 jours.

III. Séchage sous vide à 60° C pendant 4 jours.

On obtient une pâte très brunâtre non collante et facile à manier.

IV. Séchage à 60° C pendant 4 jours.

Ici la pâte était très dure surtout en surface.

Après séchage de 4 jours de II, III, IV, on a procédé à des extractions aqueuses comme pour le I.

On voit dans le tableau n° 8 :

1) Que la congélation par l'azote liquide n'empêche aucunement l'évolution des sucres quel que soit le mode de séchage utilisé.

2) On note également une forte perte de sucres totaux dans le lot II.

Cette perte est due au développement de nombreuses moisissures.

3) L'hydrolyse est totale pour les essais II et IV.

TABLEAU N° 7

	Sucres totaux (% MS)	Sucres réducteurs (% MS)	Sucres hydrolysables (% MS)	Amidon (% MS)
Éthanol + carbonate.....	60,1	17,2	42,9	2,0
Éthanol (sans carbonate).....	61,1	20,7	40,4	1,5

ESSAI 9

Lyophilisation (*).

Après avoir fabriqué une pâte homogène à partir de pulpe de banane, cette

(* Nous tenons à remercier M. NIRSCH de nous avoir permis d'effectuer et d'avoir facilité la réalisation de cet essai au laboratoire du Phytotron de Gif-sur-Yvette.

TABLEAU N° 8

	I Extraction H ₂ O 50° C	II Vide 20° C (4 j) Extraction H ₂ O 50° C	III Vide 60° C (4 j) Extraction H ₂ O 50° C	IV Étuve 60° C (4 j) Extraction H ₂ O 50° C
Sucres totaux (% MS).....	51,7	44,3	49,0	51
Sucres réducteurs (% MS)...	32,3	44,3	39,7	51
Sucres hydrolysables (% MS).	19,4	0	9,3	0
Amidon (% MS).....	1,7	1,5	2,2	2,5

pâte a été divisée en trois échantillons.

Le premier échantillon a été fixé immédiatement dans l'éthanol bouillant plus carbonate, cependant que les deuxième et troisième échantillons étaient placés en précongélation pendant 3 h, en vue de leur lyophilisation.

La lyophilisation proprement dite a duré 48 h.

Nous nous sommes servi du lyophilisateur « Virtis ».

Après déshydratation totale, l'échantillon n° 2 a été plongé dans l'alcool bouillant plus carbonate, tandis que pour l'échantillon n° 3 on a procédé à une extraction directe par l'eau à 45° C-50° C.

Les résultats de cet essai sont repré-

sentés par le tableau n° 9. On voit donc que l'extraction des sucres à l'eau chaude du matériel lyophilisé provoque une hydrolyse très importante des glucides, en donnant une augmentation des sucres réducteurs.

Les échantillons lyophilisés doivent être traités d'abord par l'alcool si l'on désire éviter toute hydrolyse.

TABLEAU N° 9

	Traitement	Sucres totaux (% MS)	Sucres réducteurs (% MS)	Sucres hydrolysables (% MS)	Amidon (% MS)
1	Fixation éthanol bouillant + carbonate.....	58,45	17,45	41,00	5,26
2	Précongélation lyophilisation. Fixation éthanol bouillant + carbonate.....	59,63	16,07	43,56	5,94
3	Précongélation lyophilisation. Extraction directe par H ₂ O 45-50° C.....	58,11	35,41	22,70	6,68

CONCLUSIONS

Il ressort de ce travail qu'il est impossible d'arriver à des résultats corrects sur un matériel tel que la banane sans avoir, au préalable, arrêté le fonctionnement du système enzymatique.

Le séchage à la chaleur ainsi que le broyage du matériel activent les hydrolyses.

L'azote liquide agit d'une façon comparable au broyage, sans détruire le système enzymatique. Les hydrolyses des sucres se trouvent activées après décongélation du matériel végétal par suite de la destruction des membranes cellulaires et de l'augmentation de la surface de contact avec l'air.

La lyophilisation doit être suivie

d'un traitement détruisant le fonctionnement du système enzymatique avant de procéder à l'extraction aqueuse en vue de l'analyse des sucres.

Il est évident que les résultats ci-dessus ne peuvent être extrapolés sur un matériel végétal différent, par exemple sur un matériel moins hydraté que la pulpe de banane.

CONSEILS PRATIQUES

Les laboratoires Outre-Mer s'ils ne disposent pas des moyens matériels leur permettant d'effectuer eux-mêmes les dosages devront expédier, aux fins d'analyses, leur matériel soit après fixation dans l'alcool bouillant

immédiatement après la récolte, soit s'ils disposent d'un lyophilisateur, sous forme de poudre lyophilisée en tube scellé. Dans ce dernier cas, le laboratoire central devra néanmoins procéder avant l'analyse à une stabi-

lisation par l'éthanol à l'ébullition.

Tous les autres procédés entraînent une perte de glucides et un accroissement de la proportion de glucides réducteurs dont l'importance variera selon la nature du végétal.

BIBLIOGRAPHIE

- BELL (D. J.). — In « Modern methods of plant analysis », 1955, II, p. 1-4, ed. Peach (K), Tracey (M. V.) (Springer-Verlag, Berlin-Göttingen, Heidelberg).
- BOURDOUIL (C.). — *Bull. Soc. Chim.-Biol.* 1931, 809-813.
- BOVE (J.), BOVE (C.) et RAVEUX (R.). — *Rev. gen. Bot.*, 1957, 64, p. 572-592.
- BRUNEL (A.). — *Traité pratique de chimie végétale*, 1948, I, p. 333-345 (Georges Frère, Tourcoing, Nord).
- PRIESTLEY (C. A.). — *Carbohydrate resources within the perennial plant*, 1962, p. 17-18. (Com. Agric. Bureaux).
- SOMOGYI (M.). — *J. Biol. Chemistry*, 1945, p. 61-68.
- WYLAM (C. B.). — *J. Sci. Food agric.*, 1953, 4, p. 527.