

Valeur nutritionnelle des protéines et de l'amidon dans deux variétés de riz étuvé

Pierre Besançon, Jocelyne Vallet, Jean-Max Rouanet

Par sa richesse en amidon facilement digestible, le riz constitue une excellente source d'énergie en alimentation humaine. Avec des teneurs faibles en sodium, comme dans toutes les céréales, et en lipides, le riz est considéré comme un aliment intéressant du point de vue nutritionnel. Les vitamines et éléments minéraux sont localisés dans les zones périphériques du grain [1,2] ; leur apport, faible mais non négligeable, varie donc selon que le riz est plus ou moins complet ou qu'il a subi un étuvage plus ou moins prononcé [2]. Si le riz est la céréale la plus riche en amidon, c'est aussi l'une des plus pauvres en protéines. Cependant ces protéines ne se présentent pas avec le même profil que dans les autres céréales. Le riz contient très peu de prolamines, protéines très pauvres en lysine ; en revanche les glutélines, moins déséquilibrées nutritionnellement en certains acides aminés, sont plus abondantes. Les albumines et globulines sont localisées en périphérie du grain, dans la couche à aleurone. Il s'en suit globalement un déséquilibre en acides aminés essentiels moins défavorable que dans les autres céréales. La lysine peut atteindre un taux de 3,7 % dans les protéines de riz, contre un maximum de 2,7 % dans celles de blé [1,2].

Mais la valeur nutritionnelle du riz est en fait assez variable en fonction, d'une part des variétés, et d'autre part des traitements subis. La filière classique comporte d'abord une étape de décorticage du riz paddy : le riz brun (ou cargo) ainsi obtenu est blanchi par usinage puis éventuellement poli. Une variante consiste à introduire au préalable une étape de trempage et d'étu-

vage avant le décorticage du paddy. Si globalement l'usinage appauvrit nutritionnellement le riz par perte des nutriments localisés dans les couches périphériques du grain (vitamines, minéraux, protéines riches en lysine), l'étuvage préalable permet en revanche de préserver une bonne valeur nutritionnelle en favorisant des phénomènes de migration des nutriments solubles de la périphérie vers l'intérieur du grain [2]. Les différentes variétés actuellement disponibles montrent des différences de comportement à l'étuvage en fonction des critères technologiques et culinaires [3]. On peut par ailleurs supposer que, comme tout traitement thermique, l'étuvage peut favoriser des interactions protéines-amidon, se traduisant par des modifications de la valeur nutritionnelle. En effet le léger brunissement observé sur les riz étuvés et usinés pourrait être imputé à des réactions de brunissement non enzymatique de type Maillard, conduisant à une réduction de digestibilité des protéines et à l'indisponibilisation de la lysine.

L'objectif du travail a été double :

- évaluer et quantifier les incidences nutritionnelles de l'étuvage sur les protéines et l'amidon, peu étudiées dans le cas du riz.

- comparer deux variétés se comportant de façon différente à l'étuvage : Bonnet Bell et Rocca. La variété Bonnet Bell qui présente une meilleure aptitude à l'étuvage est plus riche en protéines (11,8 vs 10,2 %) et en amylose (22,4 vs 19 %) que la variété Rocca (Mestres, communication personnelle). Il est intéressant de savoir si ces différences ont des incidences au niveau du comportement digestif et métabolique, et

si, en conséquence, de telles variétés peuvent avoir des vocations nutritionnelles différentes ou nécessiter des traitements technologiques adaptés.

Matériel et méthodes

Matières premières et échantillons expérimentaux

Les deux séries d'échantillons des variétés de riz Bonnet Bell et Rocca proviennent de la récolte Camargue 1988. Les grains ont d'abord été soumis à un trempage à 57° C durant 30 min pour Rocca, 120 min pour Bonnet Bell. L'étuvage proprement dit est réalisé à 110° C durant 30 ou 60 min : on obtient alors des échantillons de paddy étuvé 30 ou 60 min. Le riz est ensuite décortiqué par deux passages successifs sur un décortiqueur à rouleaux de caoutchouc Satake. Le blanchiment (usinage) est réalisé par abrasion durant 2 min sur une meule conique Olmia : on obtient les échantillons de riz usiné et étuvé 30 ou 60 min. Pour les besoins de l'expérimentation animale, seuls les échantillons de riz étuvé 60 min puis usiné sont repris et broyés par trois passages sur KT 30, afin d'obtenir une farine de granulométrie homogène.

M. Besançon, J. Vallet, J.-M. Rouanet : Laboratoire de Génie Biologique et Sciences des Aliments, Unité de Nutrition, Département Agroressources et Procédés Biologiques, Université de Montpellier II, 34095 Montpellier Cedex 5, France.

Techniques analytiques

Les matières sèches sont déterminées par passage à l'étuve (24 heures, 100°C) et les cendres au four à moufle (4 heures à 700°C). Les matières azotées sont dosées par la méthode de Kjeldhal, les lipides par extraction au Soxhlet. La teneur en fibres est déterminée selon Van Soest et Wine [4] après hydrolyse préalable par la Thermamyl 120. L'amidon est dosé par voie enzymatique selon Batey [5]. Le taux de gélatinisation est apprécié par un test de susceptibilité à l'amyloglucosidase d'*Aspergillus niger* : le glucose libéré est dosé par la méthode à la glucose-oxydase/péroxydase (Coffret Biotrol A 02460). Les acides aminés sont dosés, après hydrolyse acide, par HPLC après dérivatisation par le 9-fluorénylméthylcarbonyl chlorure (FMOC) selon Einarsson [6]. La lysine chimiquement réactive à l'acide orange 12 est dosée selon le protocole de Hurrel *et al.* [7] revu et adapté au laboratoire.

Essais sur animaux

• **Bilan et mesure de la digestibilité**
Des rats mâles de souche Sprague Dawley sont placés dans des cages à métabolisme individuelles, en enceinte thermostatée ($25 \pm 1^\circ \text{C}$). Pendant une période d'adaptation de 6 jours, ils reçoivent un régime semi-liquide constitué d'eau et de riz du commerce ; l'eau est fournie *ad libitum*. En début d'expérience, les animaux sont répartis en deux lots de 10 animaux de poids identiques ($191 \pm 7 \text{ g}$). Pendant 10 jours d'expérience, la consommation en matière sèche ainsi que le poids des animaux sont mesurés ; les fèces sont recueillies quantitativement et la matière sèche fécale déterminée.

• **Étude de la vidange gastrique**
Vingt-quatre rats mâles adultes de même souche et de même poids que ceux de l'expérience 1 sont adaptés pendant 10 jours à consommer en temps limité de 15 minutes un repas à base de riz. Puis, avant l'expérience, ces animaux sont soumis à un jeûne de 36 heures. Ils reçoivent alors un repas à base de farine de l'une ou l'autre variété de riz, et ceci en l'espace de 15 minutes. Les animaux sont alors sacrifiés à des intervalles de temps

déterminés à partir de la fin du repas. L'estomac, le duodénum, le jéjunum et l'iléon sont immédiatement prélevés ; leurs contenus sont récupérés quantitativement puis lyophilisés. La matière sèche des contenus est alors déterminée par pesée.

• Cinétique de la glycémie postprandiale

Sept animaux de 280 à 350 g ont été utilisés, sur lesquels un cathéter intracarotidien permanent non accessible à l'animal est posé après anesthésie. Un tel protocole est justifié dans la mesure où il est nécessaire de multiplier les prises de sang tout en évitant le stress de l'animal. Avant l'expérience, les animaux subissent un jeûne de 24 heures ; au temps zéro, ils reçoivent par gavage orogastrique une quantité bien déterminée de régime semi-liquide à base de l'une ou l'autre variété de riz. Onze échantillons de sang de 50 μl sont alors prélevés sur héparine en l'espace de 4 heures. La glycémie est mesurée sur le plasma grâce à un coffret de dosage Biotrol selon la technique à la glucose-oxydase/péroxydase. Les témoins ont reçu par gavage du sérum physiologique.

Résultats et discussion

Effets de l'étuvage sur la composition

• **Évolution de la teneur en protéines**
L'étuvage, tel qu'il est réalisé et quelle qu'en soit la durée (30 ou 60 min), ne

modifie pas notablement la teneur en protéines totales, et les fluctuations observées sont probablement liées à l'hétérogénéité du matériel analysé. L'usinage réalisé sur des grains préalablement étuvés s'accompagne de pertes de protéines moins importantes que celles du riz non étuvé. Lorsque l'on blanchit du paddy étuvé, la diminution de la teneur en protéines est de l'ordre de 13 %. Sur des échantillons industriels de variété Lido, étuvés 30 min par France Riz (Arles), la réduction de teneur en protéines après l'usinage était de 12 % (Bizot, communication personnelle). Donc l'étuvage limite la perte protéique à l'usinage.

• Lysine totale et lysine chimiquement réactive (Tableaux 1 et 2)

La lysine est obtenue par hydrolyse acide complète des protéines de l'échantillon analysé. La lysine chimiquement réactive, accessible à un colorant, l'acide orange 12, pourrait être un indice de disponibilité nutritionnelle de la lysine ; en effet, lorsque la lysine est bloquée par des sucres réducteurs lors de la réaction de Maillard, elle n'est plus accessible au colorant. Dans la variété Rocca, l'allongement de la durée de l'étuvage semble minimiser les pertes de lysine enregistrées lors de l'usinage. On peut considérer que la lysine chimiquement réactive des produits usinés reste constante quelle que soit la durée de l'étuvage ; les écarts observés sur du paddy en fonction de la durée de l'étuvage pourraient être liés à des différences d'accessibilité du colorant à la lysine, en fonction du degré de gélatinisation de l'amidon.

Tableau 1

Teneur en lysine totale (en g/100 g MS)*

Temps d'étuvage (min)	30	60
Rocca		
décortiqué	0,35 \pm 0,02	0,27 \pm 0,01
usiné	0,27 \pm 0,08	0,25 \pm 0,01
Bonnet Bell		
décortiqué	0,33 \pm 0,01	0,30 \pm 0,01
usiné	0,37 \pm 0,01	0,36 \pm 0,02

* Analyse par HPLC avec dérivatisation FMOC

Tableau 2

Teneur en lysine réactive (en g/100 g MS)*

Temps d'étuvage (min)	30	60
Rocca		
décortiqué	0,19 ± 0,01	0,23 ± 0,01
usiné	0,17 ± 0,01	0,17 ± 0,01
Bonnet Bell		
décortiqué	0,26 ± 0,01	0,26 ± 0,01
usiné	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01

* Lysine réactive à l'acide orange 12.

Dans la variété Bonnet Bell, la durée de l'étuvage n'entraîne pas de variation notable de la lysine chimiquement réactive. Il y a cependant un peu moins de lysine disponible dans le produit usiné que dans le riz décortiqué. Globalement la variété Bonnet Bell est peut-être un peu moins sensible aux effets d'un traitement hydrothermique que la variété Rocca pour ce qui concerne la lysine et sa disponibilité.

• Test à l'amyloglucosidase (Tableau 3)

Lorsque le taux de gélatinisation de l'amidon augmente, l'accessibilité aux amylases est améliorée, en particulier aux exoenzymes. Ainsi, l'amyloglucosidase d'*Aspergillus niger* hydrolyse d'autant plus facilement l'amidon qu'il est mieux gélatinisé. Ce test enzymatique constitue donc un moyen indirect d'apprécier le degré de gélatinisation.

On constate que la susceptibilité à l'amyloglucosidase est toujours supérieure lorsqu'elle est mesurée sur du riz usiné. On peut confirmer que la vitesse de gélatinisation est rapide et du même ordre de grandeur dans les deux variétés. Une étude cinétique faite par ailleurs montrait que l'essentiel de la gélatinisation se faisait dans les 10 premières minutes. Cependant, même si la cinétique de gélatinisation est la même dans les deux variétés, on peut constater que la prolongation du temps d'étuvage conduit chez Bonnet Bell à un taux de gélatinisation bien supérieur.

En conclusion, pour ces deux variétés, qui manifestent des différences de comportements à l'étuvage, on retrouve quelques différences de com-

position et de propriétés physicochimiques. La variété Bonnet Bell est plus riche en protéines (Tableau 4), en lysine, ainsi qu'en lysine disponible ou chimiquement réactive. Dans la variété Bonnet Bell qui présente un amidon plus riche en amylose, le taux de gélatinisation atteint au bout de 60 minutes d'étuvage est relativement plus

élevé. Dans aucune de ces deux variétés, il n'est possible de corréler les variations du taux de gélatinisation et la lysine réactive : la lysine ne serait donc pas significativement affectée par la durée du traitement hydrothermique et n'entre donc probablement pas dans une réaction de Maillard de manière significative.

Le Tableau 4 donne la composition comparée de ces deux variétés après étuvage de 60 minutes, usinage et mouture et montre les différences de composition en protéines et en amidon, et des teneurs strictement identiques pour les lipides et les fibres.

Tests *in vivo* sur rats

• Préparation des régimes expérimentaux

La meilleure texture et le minimum de gaspillage par les animaux ont été obtenus pour des régimes de 25 % de matière sèche. Les rations sont donc

Tableau 3

Susceptibilité à l'amyloglucosidase*

Temps d'étuvage (min)	30	60
Rocca		
décortiqué	31,8 ± 0,3	42,2 ± 0,3
usiné	44,4 ± 0,2	46,3 ± 0,4
Bonnet Bell		
décortiqué	31,0 ± 0,3	49,6 ± 0,2
usiné	44,8 ± 0,3	59,4 ± 0,2

* Résultats exprimés en % de glucose libéré par rapport à un amidon gélatinisé à 100 %.

Tableau 4

Composition du riz étuvé blanchi après mouture (g/100 g de produit brut)

Variété	Rocca	Bonnet Bell
Protéines (N × 5,95)	10,2 ± 0,3	11,8 ± 0,5
Lipides	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Amidon	66,4 ± 1,4	67,4 ± 0,6
Cendres	2,1 ± 0,3	1,0 ± 0,2
Fibres	1,9 ± 0,5	2,1 ± 0,3
Eau	19,1 ± 0,2	17,4 ± 0,1

constituées, pour Rocca, de 21,6 g de riz et 71,6 g d'eau, et, pour Bonnet Bell, de 21,2 g de riz et 71,2 g d'eau. Il est intéressant de noter que le régime est moins visqueux lorsqu'il est constitué de la variété Bonnet Bell, ce qui pourrait être dû à la teneur un peu plus importante en amylose. Enfin au cours de la préparation des rations, après mélange et homogénéisation du riz broyé et de l'eau, la viscosité du régime évolue au cours du temps (figure 1). Il faut noter que les régimes sont consommés par les animaux lorsque la viscosité a atteint sa valeur maximale.

• Mesure de la digestibilité (Tableau 5)

Les coefficients d'utilisation digestive (CUD) de la matière sèche, de l'amidon et de l'azote sont élevés et peu différents pour les deux variétés.

En ce qui concerne l'amidon, ces valeurs élevées témoignent bien du fait que l'amidon de riz est un des amidons les plus digestibles [8,9]. Néanmoins, il n'aurait pas été surprenant d'obtenir des taux de digestibilité différents entre les deux variétés puisque des facteurs tels que le degré de gélification de l'amidon [10] et la teneur en amylose [11,12] peuvent les

influencer. On notera également une très bonne digestibilité des matières azotées dans chacune des deux variétés, ce qui confirme le fait que le taux d'indisponibilisation de la lysine par réaction de Maillard est certainement très faible. Il apparaît donc globalement que les variétés Rocca et Bonnet Bell sont très digestibles et ceci de façon équivalente.

• Étude de la vidange gastrique

Compte tenu de la lenteur relative de la vidange gastrique, les teneurs en matière sèche des contenus intestinaux (duodénum, jéjunum, iléon) sont très faibles dans les conditions expérimentales de temps et ces résultats ne sont pas représentés ici.

La vidange gastrique a été exprimée en pourcentage de matière sèche résiduelle dans l'estomac par rapport à la matière sèche ingérée, et ceci en fonction du temps (figure 2).

On n'observe pas de différences entre les deux variétés de riz. Une analyse plus précise a été réalisée en linéarisant le phénomène sous forme de droites de régression : la comparaison point par point des deux équations par analyse de variance (test ANOVA) montre que dans ce cas aussi, il n'existe pas de différence significative

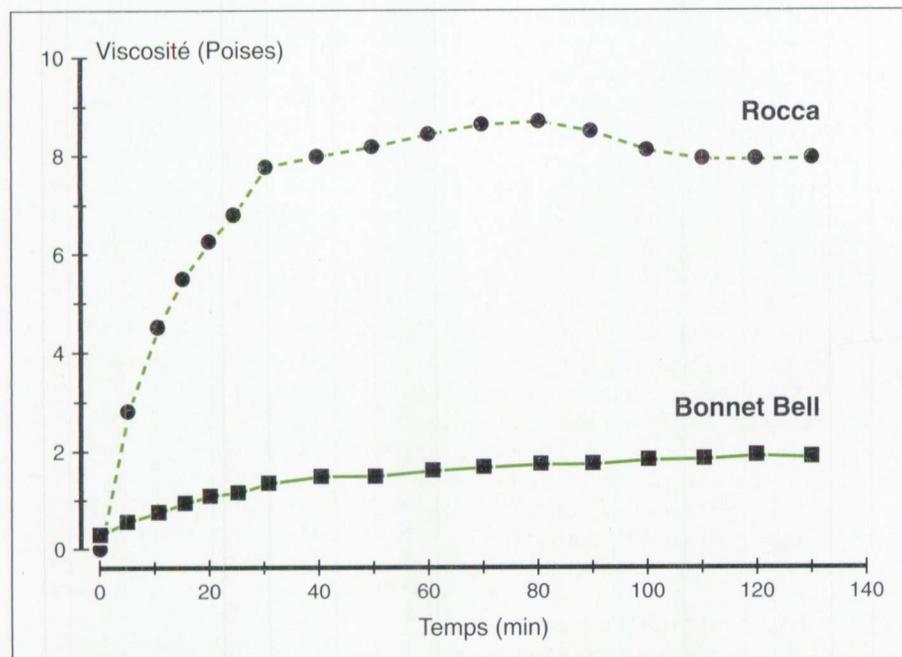


Figure 1. Variation de la viscosité en fonction du temps (mesurée au viscosimètre rotatif).

Figure 1. Relationship between viscosity and time as determined with a rotative viscosimeter.

Références

- Kennedy B M. In : Protein nutritional quality of foods and feeds. Friedman M, ed. New York : Marcel Dekker Inc, 1975 : 101-17.
- Juliano B O. Rice, chemistry and technology. The American Association of Cereal Chemists Inc, St Paul, Minnesota, USA 1985.
- Mestres C, Lahon M C. Aptitude à l'étuvage de certaines variétés de riz cultivées en Camargue. Rapport Centre Français du Riz, Arles, France 1988.
- Van Soest P J, Wine R H. Use of detergent in the analysis of fibrous feed. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J Assoc Off Agr Chem* 1967 ; 50 : 50-7.
- Batey I L. Starch analysis using thermostable alpha-amylases. *Starch* 1982 ; 34 : 125.
- Einarsson S. Selective determination of secondary amino acids using precolumn derivatization with 9-fluorenylmethylchloroformate and reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J Chromatography* 1985 ; 348 : 213-20.
- Hurrell R, Lerman P, Carpenter K J. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. *J Food Sci* 1979 ; 44 : 1221-6.
- Devadas R P, Chandrasekar U, Premakumari S. Nutritional evaluation of low-cost diets based on rice or ragi. III. Biological value and digestibility coefficients. *Nutr Rep Int* 1979 ; 20 : 229-33.
- Berry J W, Dreher C J, Dreher M L. Starch digestibility in foods : a nutritional perspective. *C R Food Sci Nutr* 1984 ; 20 : 47-71.
- Snow P, O'Dea K. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in food. *Am J Clin Nutr* 1981 ; 34 : 2721-7.
- Alary R, Laigle B, Feillet P. Effects of amylose contents on some characteristics of parboiled rice. *J Agric Food Chem* 1977 ; 25 : 261-4.
- Rao C N, Rao B S N. Influence of starches from different sources on protein utilisation in rats. *Br J Nutr* 1978 ; 40 : 1-8.
- Holm J, Hagander B, Bjork I, Eliasson A C, Lundquist I. The effect of various thermal processes on the glycemic response to whole grain wheat products in humans and rats. *J Nutr* 1989 ; 119 : 1631-8.
- O'Dea K, Nestel P J, Antonoff I. Physical factors influencing postprandial glucose and insulin responses to starch. *Am J Clin Nutr* 1980 ; 33 : 760-5.
- Wong S, O'Dea K. Importance of physical form rather than viscosity in determining the rate of the starch hydrolysis in legumes. *Am J Clin Nutr* 1983 ; 37 : 66-70.
- Goddard M S, Young G, Marcus R. The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. *Am J Clin Nutr* 1984 ; 39 : 388-92.
- Reiser S, Powell A S, Scheffeld D J, Panda P, Fields M, Canary J J. Day-long glucose, insulin and fructose responses of hyperinsulinemic and nonhyperinsulinemic men adapted to diets containing either fructose or high-amylose cornstarch. *Am J Clin Nutr* 1989 ; 50 : 1008-14.
- Holm J, Bjorck I, Sjoberg L B, Lundquist I. Starch availability *in vitro* and *in vivo* after flaking, steam-cooking and popping of wheat. *J Cereal Sci* 1985 ; 3 : 193-206.
- Panlasigui LN, Thompson LU, Juliano BO, Perez CM, Yiu SH, Greenberg GR. Rice varieties with similar amylose content differ in starch digestibility and glycemic response in humans. *Am J Clin Nutr* 1991 ; 54 : 871-7.

Tableau 5

Digestibilités *in vivo**

	Rocca	Bonnet Bell
CUD matière sèche	98,4 ± 0,2	98,4 ± 0,2
CUD amidon	99,9 ± 0,1	99,9 ± 0,1
CUD azote	93,2 ± 1,4	93,9 ± 1,0

* Les coefficients d'utilisation digestive ou CUD ont été calculés de la façon suivante : (Ingré - Fécal)/Ingré. Les valeurs sont exprimées en %.

($p < 0,05$) entre les deux droites, leurs pentes, c'est-à-dire les vitesses de vidange gastrique, étant identiques (-1,44 pour la variété Rocca, $r = 0,99$; - 1,40 pour la variété Bonnet Bell, $r = 0,98$).

La différence de viscosité initiale des deux régimes n'affecte en rien la vidange gastrique alors que l'on pouvait s'attendre à un phénomène plus lent après ingestion du régime le plus visqueux apporté par la variété Rocca. Les deux régimes quittent donc l'estomac de façon identique.

• **Étude des cinétiques de glycémie postprandiale**

Les courbes de glycémie postprandiale sont données sur la figure 3. L'allure

des courbes est tout à fait similaire à celle obtenue lors de tests de tolérance au glucose chez l'homme : après l'apparition rapide du pic glycémique, la concentration en glucose diminue progressivement pour revenir à la glycémie de base. D'autre part, les réponses obtenues ont été également comparées entre elles (Tableau 6), en rapportant l'aire des courbes, ramenée à la même ligne de base, à la quantité ingérée par gavage.

Le pic glycémique est très nettement plus précoce après ingestion de la variété Bonnet Bell (20 min) qu'avec la variété Rocca (45 min), ce qui suggère qu'une partie des glucides de l'amidon Bonnet Bell est hydrolysée et digérée plus vite chez Bonnet Bell que chez Rocca.

Par ailleurs, le rapport aire du pic glycémique/quantité ingérée (Tableau 6) est systématiquement plus important pour la variété Rocca : dans un espace de temps de 4 heures, il y a quantitativement plus de glucides qui passent la barrière intestinale avec cette dernière qu'avec la variété Bonnet Bell. Les natures des deux amidons seraient très différentes l'une de l'autre : globalement, dans la variété Bonnet Bell, il y aurait une fraction très rapide et une fraction beaucoup plus lente, alors que dans la variété Rocca, il y aurait plus d'homogénéité et donc moins de différences dans les types d'amidon. Le degré de gélatinisation de l'amidon est un autre facteur qui peut influencer la réponse glycémique : un faible degré de gélatinisation diminue l'accessibilité de l'amidon à l' α -amylase [13]. Or les résultats présentés dans le Tableau 3 montrent que pour un étuvage de 60 minutes, le degré de gélatinisation de la variété Rocca (46,3 %) est inférieur à celui de l'amidon de la variété Bonnet Bell (59,4 %) : la

Summary

Nutritional value of proteins and starch in two varieties of parboiled rice

P. Besançon, J. Vallet, J.-M. Rouanet

The effects of parboiling on nutritional value of rice were investigated on two varieties differing in their technological ability to parboiling : Rocca and Bonnet Bell. The protein content, total lysine and available lysine were higher in Bonnet Bell which showed also a higher content in amylose and a better gelatinization level after 60 minutes of parboiling. Nutritional assays were performed on growing rats in order to determine the starch and protein digestibilities, as well as the gastric emptying rate and the plasma glucose response after a single oral ingestion of rice.

Whatever the rice variety, parboiling ensures an excellent nutritional quality. The availability of starch, proteins and lysine was always high and not affected by the parboiling length. Lysine does not seem implicated in a Maillard reaction.

The comparison between the two varieties shows that, despite the difference in composition, the values of protein and starch digestibilities were similar, as well as the gastric emptying rate. As expected according to the differences in amylose content (22,6 % in Bonnet Bell and 19,0 % in Rocca), the glycaemic response, evaluated as the area under the plasma glucose curve, was a little more important with the Rocca variety. Nevertheless, Bonnet Bell triggered off a more precocious glycaemic response : the maximum of plasma glucose was obtained after only 15 minutes with Bonnet Bell, and 45 minutes with Rocca. It can be hypothesized that the physical state of starch was more heterogeneous in the Bonnet Bell variety, with a more rapid starch fraction. If such differences are confirmed on other varieties, it may be suggested to promote different rice varieties with specific nutritional applications.

Cahiers Agricultures 1992 ; 1 : 40-6.

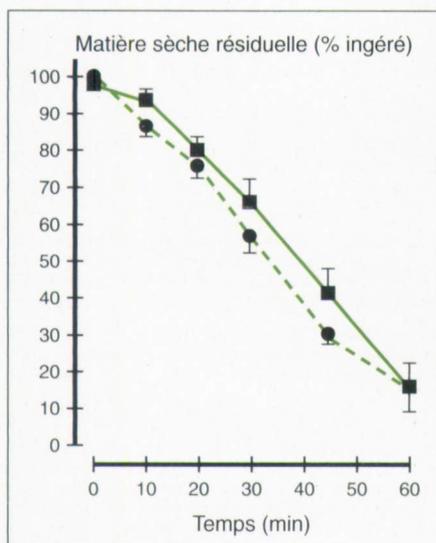


Figure 2. Mesure de la vidange gastrique après un repas à base de chaque variété de riz ; chaque point représente une moyenne obtenue avec 12 animaux.

Figure 2. Gastric emptying after a meal with either Bonnet Bell or Rocca ; each point represents the mean from an experiment on twelve animals.

vitesse d'hydrolyse peut donc être directement corrélée à l'état physique de la fraction amidon.

Il a été montré par ailleurs [14-17] qu'un taux élevé d'amylose diminue la réponse glycémique ; la teneur en amylose de la variété Bonnet Bell (22,4 %) est plus forte que celle de la variété Rocca (19 %), ce qui explique que les rapports aire du pic glycémique/quantité ingérée (Tableau 6) sont plus faibles avec Bonnet Bell.

D'autre part, Holm *et al.* [13, 18] ont rapporté que l'amidon de farine de blé se retrouve encapsulé dans une matrice protéique après traitement thermique. Si le même phénomène se produit dans le cas du riz, l'élimination de cette structure protéique par la pepsine pourrait donc permettre une meilleure susceptibilité de l'amidon à l' α -amylolyse et expliquer ainsi la différence observée dans les pics glycémiques.

Conclusion

Cette étude conduit à deux séries de

conclusions, les unes concernant les effets de l'étuvage, les autres la comparaison entre deux variétés.

On peut affirmer que le riz étuvé blanchi conserve malgré le traitement hydrothermique subi une valeur nutritionnelle excellente, du point de vue des apports énergétique et protéique. En effet la digestibilité des constituants majeurs — amidon, protéines — reste au niveau le plus élevé. La disponibilité de la lysine est bonne et n'est pas affectée par la durée de l'étuvage. Les

résultats laissent penser que la lysine n'est pas impliquée significativement dans des interactions protéines — sucres réducteurs du type réaction de Maillard, et que la légère coloration des grains de riz étuvé est plutôt imputable à la migration de pigments probablement de nature polyphénolique.

La comparaison des deux variétés montre que les différences de composition et de comportement à l'étuvage ne se traduisent pas nécessairement par des

Tableau 6

Rapports aire du pic glycémique/quantité ingérée (unités arbitraires)

Numéro de l'essai	Rocca	Bonnet Bell
1	36	29
2	39	19
3	35	18
4	-	11

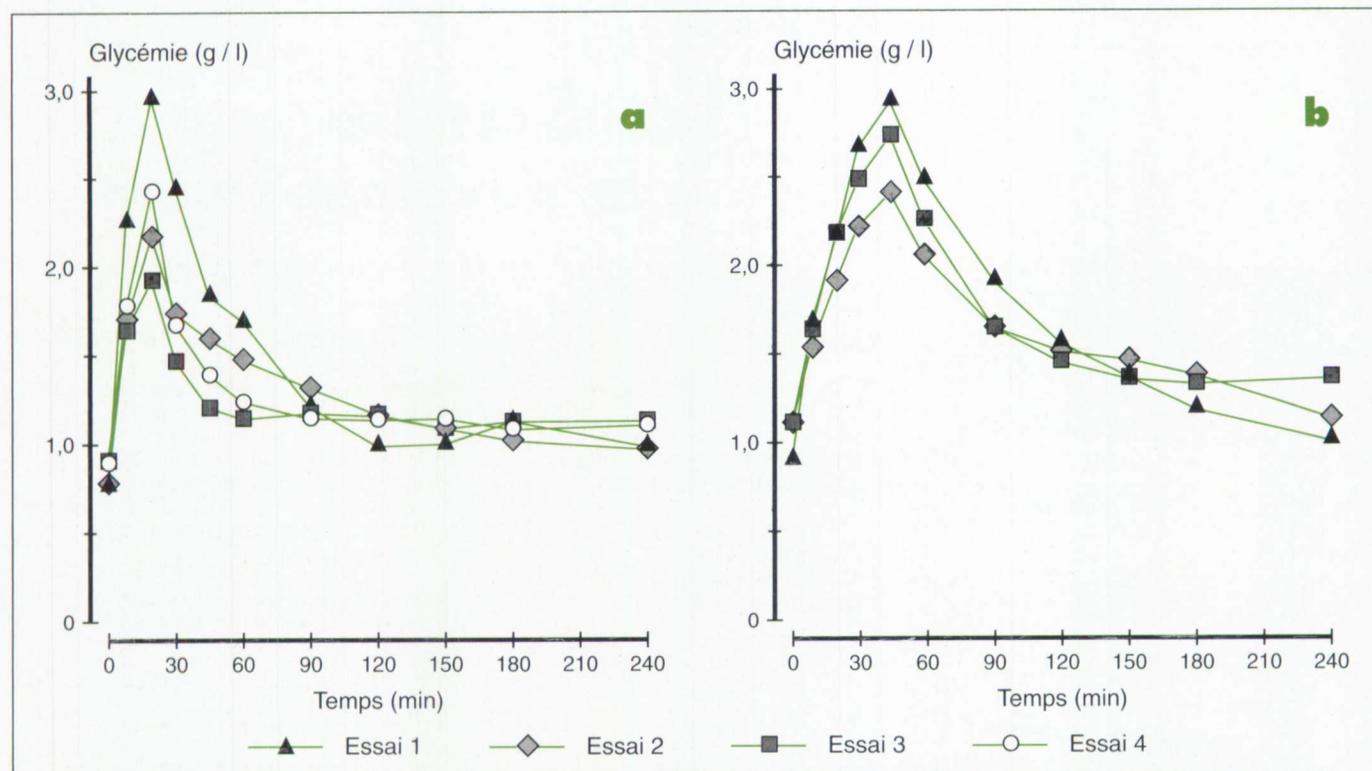


Figure 3. Cinétiques de glycémie postprandiale après repas par gavage orogastrique.

Figure 3. Postprandial glycaemic response after orogastric meal.

différences de qualité nutritionnelle si l'on compare les résultats de digestibilité et de transit gastrique. Contre toute attente en effet, les différences de degré de gélatinisation et de viscosité n'entraînent pas de variation significative de la vitesse de vidange gastrique. Cependant il semble que l'hétérogénéité physique de l'état de l'amidon entraîne des différences qualitatives au niveau de l'utilisation des sucres qui en sont issus, ce qui irait dans le même sens que les observations de Panlasigui *et al.* [19] qui démontrent que l'index glycémique peut varier même à taux d'amylose constant. On peut supposer que l'amidon de Bonnet Bell est plus hétérogène et comporte une fraction rapidement hydrolysable et assimilable conduisant à l'apparition précoce du pic de glycémie. En revanche, l'amidon de Rocca serait plus homogène et conduirait à une libération de glucose un peu plus étalée dans le temps mais en quantité

plus importante. Ces différences restent cependant assez faibles quant à leur signification nutritionnelle globale. Si de telles différences se retrouvaient dans d'autres variétés, cela permettrait peut-être de cibler l'utilisation diététique de différents types de riz, ce qui n'est pas le cas ici. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier C. Mestres et J. Faure, Directeur du Laboratoire de Technologie des Céréales de l'IRAT (Montpellier) pour leur aimable collaboration et notamment la fourniture d'échantillons et la réalisation des opérations d'étuvage et d'usinage. Cette étude a été financée par le Centre Français du Riz, Arles, France.

Résumé

Les effets de l'étuvage sur la valeur nutritionnelle du riz ont été étudiés sur deux variétés différant par leur aptitude technologique à l'étuvage : Rocca et Bonnet Bell. Bonnet Bell est plus riche en protéines, en lysine totale et en lysine disponible et présente un degré de gélatinisation supérieur après 60 minutes d'étuvage. Lors des essais nutritionnels réalisés chez le rat en croissance, les valeurs de la digestibilité de la matière sèche, de l'amidon et des protéines restent identiques et élevées, de même que les vitesses de vidange gastrique. Cependant, la variété Bonnet Bell permet l'apparition d'un pic glycémique postprandial plus précoce. Quelle que soit la variété, l'étuvage conserve au riz une excellente qualité nutritionnelle.

La Santé et le développement

Deux enjeux majeurs du XXI^e siècle

DES DONNÉES, DES RÉFÉRENCES, DES MÉTHODES, DES SYNTHÈSES

■ Un reflet de la science contemporaine appliquée à la santé des hommes

■ Une ouverture vers la compétition internationale par la publication scientifique

■ Un nouvel espace d'acquisition et de diffusion de la connaissance en santé

■ Un témoignage de la vitalité des équipes qui communiquent en français



CAHIERS/SANTÉ TARIFS D'ABONNEMENT 1992 (1 an - 6 numéros)

	Particuliers	Institutions	Étudiants (1)
France et autres pays CEE	380 FF	650 FF	250 FF
Afrique, Amérique latine, Asie du Sud-Est, Liban			
Europe orientale	190 FF	325 FF	125 FF
Canada, États-Unis	95 \$C	165 \$C	65 \$C
Autres pays	380 FF	650 FF	250 FF

Les frais de port sont inclus dans ces tarifs.

(1) Tarifs étudiants consentis sur présentation de la photocopie R*/V* de la carte d'étudiant en cours de validité.

Veillez m'abonner au tarif : _____ FF

Je joins à l'ordre de John Libbey Eurotext

un chèque bancaire un chèque postal

Nom de l'abonné _____ Spécialité _____

Adresse complète _____

Date _____ Signature _____

Adresser ce bulletin à : John Libbey Eurotext, 6, rue Blanche, 92120 - Montrouge, France