

Le riz dans la nutrition humaine

[Table des matières](#) (184 p.)

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1994

Préparé en collaboration avec la FAO par

Bienvenido O. Juliano

Unité de la biochimie

Division de la sélection, de la génétique et de la biochimie des végétaux

Institut international de recherches sur le riz

PUBLIÉ AVEC LA COLLABORATION DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHES SUR LE RIZ

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Catalogage avant publication de la Bibliothèque David Lubin

Juliano, B.O.

Le riz dans la nutrition humaine

(Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 26)

ISBN 92-5-203149-9

1. Riz

2. Nutrition humaine

I. Titre

II. Série

III. FAO, Rome (Italie)

IV. Institut international de recherches sur le riz.

Los Baños, Laguna (Philippines)

Code FAO: 80

AGRIS: S01

© FAO 1994

Droits d'auteur

La reproduction totale ou partielle, sur support numérique ou sur papier, de cet ouvrage pour usage personnel ou pédagogique est autorisée par la présente, sans frais ou sans qu'il soit nécessaire d'en faire une demande officielle, à condition que ces reproductions ne soient pas faites ou distribuées pour en

tirer un bénéfice ou avantage commercial et que cet avis et la citation complète apparaissent à la première page des dites reproductions. Les droits d'auteur pour les éléments de cet ouvrage qui sont la propriété de personnes physiques ou morales autres que la FAO doivent être respectés. Toute autre forme de reproduction, de republication, d'affichage sur serveurs électroniques et de redistribution à des listes d'abonnés doit faire l'objet d'une permission préalable expresse et/ou du paiement de certains frais.

Adresser les demandes d'autorisation à publier à:

Le rédacteur en chef

FAO, Via delle Terme di Caracalla

00100 Rome, Italy

adresse e-mail: copyright@fao.org

Table des matières (184 p.)

[Préface](#)

[Chapitre 1 - Introduction](#)

[Origine et extension du riz](#)

[Comparaison de la production mondiale de riz avec celle des autres céréales](#)

[Méthodes de production du riz](#)

[Moisson](#)

[Utilisation de la main-d'œuvre](#)

[Coûts de production](#)

[Variétés modernes à haut rendement](#)

[Unités d'exploitation](#)

[Le commerce du riz](#)

[Ravageurs et maladies](#)

[Conclusion](#)

[Chapitre 2 - La consommation de riz et les problèmes nutritionnels dans les pays consommateurs de riz](#)

[Problèmes nutritionnels dans les pays consommateurs de riz](#)

[Chapitre 3 - Structure du grain, composition et critères de qualité pour le consommateur](#)

[Classification du riz](#)

[Composition en nutriments bruts](#)

[Influence de l'environnement sur la composition du riz](#)

[Qualité du grain](#)

[Chapitre 4 - Valeur nutritionnelle du riz et des régimes alimentaires à base de riz](#)

[Composition en nutriments et qualité protéique du riz par rapport à d'autres céréales](#)

[Protéines du riz usiné](#)

[Riz à forte teneur en protéines](#)

[Indice glycémique, digestibilité de l'amidon et amidon résistant](#)

[Autres propriétés](#)

[Effet hypocholestérolémique du son de riz](#)

[Facteurs antinutritionnels](#)

[Besoins en protéines des enfants d'âge préscolaire et des adultes ayant un régime alimentaire à base de riz](#)

[Utilisation des protéines, de l'énergie et des minéraux dans le riz cargo, le riz usiné et les régimes à base de riz](#)

[Chapitre 5 - Traitement du riz après la moisson, étuvage et préparation à domicile](#)

[Emmagasinage](#)

[Étuvage](#)

[Traitement](#)

[Pertes postérieures à la moisson](#)

[Préparation et cuisson à domicile](#)

[Chapitre 6 - Principaux produits transformés à base de riz](#)

[Riz précuit et riz à cuisson rapide](#)

[Pâtes alimentaires](#)

[Gâteaux de riz, gâteaux de riz fermenté et puddings](#)

[Produits à base de riz expansé \(gonflé, éclaté à la chaleur\)](#)

[Produits de boulangerie à base de riz](#)

[Riz en conserve](#)

[Produits fermentés à base de riz](#)

[Farine et amidon de riz](#)

[Son de riz et huile de son de riz](#)

[Types de riz préférés pour les produits à base de riz](#)

[Effet du traitement sur la valeur nutritionnelle](#)

[Enrichissement](#)

[Chapitre 7 - Défis et perspectives](#)

[Faire face à l'expansion démographique](#)

[Considérations écologiques](#)

[Augmentation du potentiel de rendement](#)

[Biotechnologie du riz](#)

[Mutants d'amidon](#)

[Mutants de protéines](#)

[Autres mutants](#)

[Bibliographie](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Préface

[Table des matières](#) - [Suivante](#) ➤

Le riz a été traditionnellement la denrée alimentaire de base et la source principale de revenus pour des millions de personnes, et il restera un élément primordial dans la vie des générations futures. Dans bien des pays, les efforts de développement sont centrés essentiellement sur le riz afin de couvrir les besoins alimentaires sur le plan intérieur. Dans les pays en développement d'Asie; le riz est un article important dans le commerce international.

La FAO a inauguré sa collection d'études sur la nutrition avec Rice and rice diets: a nutrition survey. Depuis la publication de cet ouvrage en 1948, notre connaissance des propriétés du riz et des régimes alimentaires à base de riz a beaucoup progressé. Par ailleurs, on a enregistré une augmentation énorme de la production de riz et un perfectionnement croissant des techniques de transformation. Ce nouvel ouvrage sur le riz et la nutrition a été rédigé en réponse à la nécessité de fournir des informations complètes et techniques reflétant ces transformations considérables.

La présente édition a une portée très large et elle est riche en détails. Les pratiques de riziculture y sont examinées ainsi que les schémas de consommation du riz. Certains problèmes nutritionnels parfois soulevés par les régimes alimentaires à base de riz sont décrits, et des précisions très complètes sur la valeur nutritionnelle du riz sont fournies. L'ouvrage traite des caractéristiques du riz et des qualités qui influent sur sa consommation et son commerce, ainsi que des techniques de traitement et de préparation du riz. Il examine l'avenir de la production rizicole dans le contexte des préoccupations que suscitent l'expansion démographique et la protection de l'environnement. Enfin, l'ouvrage contient une bibliographie abondante.

Le riz dans la nutrition humaine a été rédigé à l'intention d'un large éventail de lecteurs travaillant dans l'administration, les universités et l'industrie. Il constitue une source générale d'informations sur la plupart des aspects de la production, du traitement, du commerce et de la consommation du riz. Nous espérons que cet ouvrage, ainsi que les informations commerciales complémentaires sur le riz publiées

par la FAO, répondra d'une manière satisfaisante aux questions posées par de nombreux lecteurs au sujet de cet aliment important et contribuera aux activités de développement et de formation dans tous les pays.

John R. Lupien

Directeur

Division des politiques alimentaires et de la nutrition

[Table des matières](#) - [Suivante](#) >

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 1 - Introduction

[Table des matières](#) - < [Précédente](#) - [Suivante](#) >

[Origine et extension du riz](#)

[Comparaison de la production mondiale de riz avec celle des autres céréales](#)

[Méthodes de production du riz](#)

[Moisson](#)

[Utilisation de la main-d'œuvre](#)

[Coûts de production](#)

[Variétés modernes](#) < [haut rendement](#)

[Unités d'exploitation](#)

[Le commerce du riz](#)
[Ravageurs et maladies](#)
[Conclusion](#)

Le riz (*Oryza sativa* L.) est la culture céréalière la plus importante dans le monde en développement et il constitue la denrée alimentaire de base de plus de la moitié de la population du globe. Le riz est généralement considéré comme une graminée annuelle semi-aquatique. Une vingtaine d'espèces du genre *Oryza* ont été identifiées, mais la presque totalité du riz cultivé est de l'espèce *Oryza sativa* L. En Afrique, on cultive de petites quantités de *Oryza glaberrima*, qui est une espèce pérenne. La plante dite riz sauvage (*Zizania aquatica*), cultivée dans la région des Grands lacs aux Etats-Unis, est apparentée plus étroitement à l'avoine qu'au riz.

En raison de son long passé de culture et de sélection dans des milieux très divers, *O. sativa* a acquis un large éventail d'adaptabilité et de tolérance, si bien qu'il peut être cultivé dans des conditions d'eau et de sol très diverses, depuis les terres fortement inondées jusqu'aux coteaux arides (Lu et Chang, 1980). En Asie, on a sélectionné et cultivé des cultivars qui tolèrent la submersion par les eaux de crue (IRRI, 1975) (figure 1) et une forte salinité, qui résistent à la toxicité de l'aluminium et qui tolèrent les températures fraîches au stade de la plantule ou du mûrissement (Chang, 1983). En Afrique, on a mis au point des cultivars qui tolèrent la toxicité du fer et les contraintes thermiques. Le riz est aujourd'hui cultivé dans plus de 100 pays sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique, depuis le 50e degré de latitude nord jusqu'au 40e degré de latitude sud et depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude de 3 000 m.

Origine et extension du riz

On ne connaît pas encore définitivement le site géographique de l'origine de la domestication du riz. Il est généralement admis que la domestication du riz s'est faite d'une manière indépendante en Chine, en Inde et en Indonésie, d'où trois races de riz: sinica (appelé aussi japonica), indica et javanica (appelé aussi bulu en Indonésie). Certains indices donnent à penser que le riz était cultivé en Inde entre 1500 et 2000 avant J.-C. et en Indonésie vers 1648 avant J.-C. Des découvertes archéologiques ont révélé que le riz tropical ou indica était cultivé à Ho-mu-tu, dans la province de Chekiang, en Chine, il y a au moins 7 000 ans (Chang, 1983). On a récemment découvert des vestiges de riz tempéré ou sinica (japonica) du même âge à Lou-jia-jiao, également dans la province de Chekiang

FIGURE 1 - Les terres à riz du monde classées en fonction du régime des eaux et du type de riz prédominant

(Chang, 1985). Le riz a été rapidement dispersé à partir de ses habitats tropicaux (Asie du Sud et du Sud-Est) et subtropicaux (Chine du Sud-Ouest et du Sud) vers des altitudes et latitudes beaucoup plus élevées en Asie, même aussi récemment qu'il y a 2 300 ans dans le cas du Japon (Chang, 1983). Il a été introduit dans des lieux aussi loignés que l'Afrique de l'Ouest, l'Amérique du Nord et l'Australie au cours des six derniers siècles. La culture du riz s'est fermement établie en Caroline du Sud, aux États-Unis, vers 1690 (Adair, 1972). Le riz était cultivé en Europe - Portugal et Espagne - à partir du 8^e siècle, et dès le 9^e ou 10^e siècle en Italie méridionale (Lu et Chang, 1980).

Comparaison de la production mondiale de riz avec celle des autres céréales

Le tableau I indique la production mondiale de céréales pour l'année 1989. Environ 95 pour cent du riz

Le riz dans le monde est produit dans les pays en développement, dont 92 pour cent en Asie. Par contre, environ 42 pour cent seulement du blé produit sont cultivés dans les pays en développement. Le tableau 2 indique la production de riz, les exportations et les importations, et donne une estimation des surfaces irriguées dans les principaux pays producteurs de riz. En 1988, la Chine était le principal producteur de riz (35 pour cent), suivie de l'Inde (22 pour cent), de l'Indonésie (8,5 pour cent), du Bangladesh (4,7 pour cent), de la Thaïlande (4,3 pour cent) et du Viet Nam (3,4 pour cent). Parmi les principaux producteurs de riz, seuls le Pakistan, les Etats-Unis et l'Egypte pratiquaient uniquement la riziculture irriguée (IRRI, 1991 a). La riziculture sans irrigation prédomine dans de nombreux pays, tels que la Thaïlande et le Brésil.

Parmi les céréales, la production du riz est celle qui utilise la plus forte proportion de terres. Sur les 147,5 millions d'ha de terres consacrées à la riziculture dans le monde entier en 1989, les pays en développement représentaient 141,4 millions d'ha, soit 96 pour cent. L'Asie représente 90 pour cent des terres cultivées en riz dans le monde; dans cette région, 132,1 millions d'ha sont consacrés à cette culture (FAO, 1990a).

Dans diverses régions du monde, en 1989, le rendement moyen des cultures céréalières était plus bas dans les pays en développement que dans les pays développés (FAO, 1990a) (tableau 3). Le rendement du paddy était le plus élevé en Océanie, notamment en Australie; puis venaient l'Europe, l'Amérique du Nord et l'Amérique centrale. Le rendement était le plus bas en Afrique et en Amérique du Sud.

[TABLEAU 1 - Production annuelle de cultures céréalières et production totale de tubercules, racines et légumineuses, par région, 1989 \(millions de tonnes\)](#)

TABLEAU 2 - Production de paddy, et importations et exportations de riz en 1988; estimation de la surface

rizicole irriguée en 1987

Région ou pays	Production de paddy (milliers de tonnes)	Importations de riz (milliers de tonnes)	Exportations de riz (milliers de tonnes)	Superficie irriguée (% de surface rizicole)
Monde	492 137	11 408	12 185	53
Asie	449 252	5 309	8 099	
Arabie saoudite	-	363	-	-
Bangladesh	23 097	674	-	19
Chine	173 515	314	802	93
Corée, Rép. de	8 260	1	1	99
Corée, Rép. pop. d'ém. de	5 400	-	200	67
Hong-Kong	-	364	12	-
Inde	106 385	684	350	44
Indonésie	41 676	33	-	81
Iraq	141	603	-	-
Japon	12419	16	-	99
Malaisie	1 783	284	5	54

Myanmar	13 164	-	64	18
Pakistan	4 800	-	1 210	100
Philippines	8 971	119	-	58
Singapour	-	213	3	-
Sri Lanka	2 477	194	-	77
Thaïlande	21263	-	5267	27
Viet Nam	17 000	176	97	46
Amérique du Nord et Amérique centrale	9 509	699	2 261	
Etats-Unis	7 253	0	2 260	100
Afrique	9 785	2 589	87	
Egypte	2 132	-	71	100
Madagascar	2 149	37	0	31
Nigeria	1	400 200	0	16
Amérique du Sud	17 741	255	467	
Brazil	11806	108	26	18
Europe	2 211	1 827	950	
Italie	1 093	95	510	

Australie	784	231	297	
URSS	2 866	498	22	

◆ Sur la base du riz usiné. Le coefficient de transformation du paddy en riz usiné est de 0,7. Sources: FAO, 1990a; IRRI, 1991a.

TABLEAU 3 - Rendement moyen des cultures céréalières par région, 1989 (tonnes/hectare)

Région	Blé	Paddy	Mars	Sorgho	Millet	Orge	Seigle	Avoine	Total de céréales
Afrique	1,47	1,95	1,77	0,81	0,65	1,12	0,13	0,21	1,22
Amerique du Nord et Amérique centrale	2,10	5,09	5,92	3,37	1,20	2,52	1,79	1,83	3,65
Amérique du Sud	1,90	2,50	2,10	2,23	1,11	1,71	1,02	1,45	2,09
Asie	2,32	3,56	2,90	1,04	0,77	1,41	1,44	1,51	2,71
Europe	4,60	5,35	4,96	3,74	1,22	4,04	3,03	2,89	4,26
Océanie	1,59	7,40	4,93	1,86	0,89	1,80	0,54	1,48	1,69
URSS	1,94	3,90	3,72	1,22	1,48	1,76	1,87	1,56	1,90
Monde	2,40	3,48	3,66	1,35	0,78	2,31	2,14	1,79	2,66
Pays développés	2,53	5,86	6,05	3,17	1,46	2,60	2,18	1,83	3,10
Pays en	2,24	3,40	2,31	1,08	0,72	1,32	1,40	1,36	2,37

Source: FAO, 1990a.

TABLEAU 4 - Comparaison du rendement en grains, du rendement en énergie alimentaire et du rendement en protéines des céréales, d'après la teneur en énergie et en protéines et le coefficient de transformation (taux d'extraction)

Quand on ajustait les rendements des diverses céréales en utilisant des coefficients de transformation basés sur les taux d'extraction on remarquait que, de toutes les céréales, c'est le riz qui avait le rendement alimentaire le plus élevé (tableau 4). Les rendements en énergie alimentaire étaient peu près proportionnés aux rendements alimentaires puisque la teneur en énergie est la même pour toutes les céréales. En revanche, le rendement en protéines alimentaires était plus élevé pour la farine blanche de froment que pour le riz usiné, parce que la farine de blé a une plus forte teneur en protéines que le riz usiné.

Méthodes de production du riz

Riz irrigué

L'analyse des méthodes de production du riz révèle que les pratiques sont très variables, depuis les très primitives jusqu'aux fortement mécanisées (De Datta, 1981; Luh, 1980; Yoshida, 1981). Les tracteurs et les motoculteurs à deux roues sont les machines agricoles les plus importantes utilisées en riziculture (Barker, Herdt et Rose, 1985). En 1980, le nombre des charrues utilisées pour 1 000 ha variait de 0,1-26 en Asie tropicale, 56 en Chine, 73 dans la province chinoise de Taiwan, 198 en République de Corée et 1 158 au Japon. En Asie, les animaux (buffle et buffle aquatique, carabao) sont encore utilisés

pour le labourage et le hersage. La préparation des terres peut être effectuée quand le sol est sec ou humide, selon l'approvisionnement en eau. Pour le riz irrigué, le sol est préparé à l'état humide, la boue étant piétinée en Asie; toutefois, le piétinage n'est pas pratiqué de façon générale en Amérique, en Europe et en Afrique. Dans les régions dépourvues de semelle de labour, c'est-à-dire où les animaux et les tracteurs s'enfoncent dans la boue, le sol est préparé au moyen de houes manuelles. Que la terre soit préparée à l'état humide ou sec, l'eau est toujours retenue dans les rizières de bas-fonds par des diguettes.

La majeure partie du riz irrigué est repiqué, encore que le semis en place soit de plus en plus pratiqué. Les graines sont prégermées et cultivées en couches humides pendant 9 à 14 jours, 20 à 25 ou 40 à 50 jours après le semis, puis les plantules sont repiquées à la main ou au moyen de repiqueuses mécaniques. Le nombre de plantules par poquet peut varier de un à huit. Pour le semis en place, les graines prégermées sont semées à la main ou volées en Asie ou semées sur l'eau par avion aux Etats-Unis ou en Australie. Les graines peuvent aussi être mises en place par forage mécanique sur le sol piétiné ou par forage sur le sol sec. Le riz cultivé en eau profonde est le plus souvent semé sec, mais il fait occasionnellement l'objet d'un repiquage simple ou double.

Pour bien faire, l'eau doit être conservée dans la rizière afin d'éviter les plantes adventices à l'époque de la croissance. Le désherbage manuel et les sarcloirs mécaniques ou rotatifs sont couramment utilisés. Les herbicides sont également économiques et efficaces. La fertilisation est normalement pratiquée pour accroître le rendement, surtout avec les variétés modernes semi-naines ou haut rendement qui répondent bien aux engrais sans verser. On utilise aussi bien les engrais minéraux que les engrais organiques, y compris les engrais verts, tels que la légumineuse arbustive *Sesbania* spp. et les plantes aquatiques *Azolla* et *Anabaena* spp. Avec les variétés modernes de riz, le rendement en grains augmente de 6 kg par kilogramme d'engrais appliqué pendant la saison des pluies

et de 9 kg par kilogramme d'engrais appliqué pendant la saison sèche. La quantité totale de nutriments fertilisants utilisés varie de 10-100 kg/ha en Asie tropicale à 200-350 kg/ha au Japon, dans la province chinoise de Taiwan et en République de Corée (Barker, Herdt et Rose, 1985).

TABLEAU 5 - Superficie cultivée, rendement et production de paddy dans 37 des principaux pays en développement producteurs de riz, par écosystème, 1985

Ecosystème	Superficie		Rendement (t/ha)	Production	
	(hectares)	(%)		(tonnes)	(%)
Culture irriguée	67	49	4,7	313	72
Riziculture pluviale de bas-fond	40	29	2,1	84	19
Riz de montagne	18	13	1,1	21	5
Eau profonde/riz aquatique d'étranger	13	9	1,5	19	4
Total	138	100	3,2	437	100

Moyenne pondérée.

Source: IRRI, 1989.

Autres écosystèmes rizicoles

Le riz pluvial de bas-fond est cultivé sur sol pigné dans des champs entourés de diguettes qui

peuvent retenir l'eau jusqu'à une profondeur allant de 0-25 cm (eau peu profonde) à 25-50 cm (profondeur moyenne), ces profondeurs n'étant que rarement dépassées (Huke et Huke, 1990). Ces rizières ne reçoivent pas d'eau d'irrigation à partir de détournements de cours d'eau, de réservoirs ou de puits profonds mais sont alimentées par la pluie ou par le ruissellement à partir d'un bassin local de réception. Les conditions climatiques et pédologiques prévalant dans les régions de riziculture pluviale en eau peu profonde sont extrêmement variables. Pour le riz pluvial de bas-fond cultivé en eau profonde (50-100 cm)? on ne peut pas utiliser les variétés modernes semi-naines. L'utilisation d'engrais est faible, l'établissement de plantations difficile, la lutte contre les ravageurs presque impossible et les rendements sont médiocres. Le riz pluvial de bas fond occupe par ordre d'importance le second rang après le riz irrigué pour ce qui est de la surface récoltée et de la production (tableau 5).

Le riz de montagne (ou riz de plateau) est cultivé dans des rizières sans levées, la terre étant préparée et ensemencée à sec et l'humidité fournie par la pluie (Huke et Huke, 1990). Au Brésil, on cultive surtout du riz de montagne. En Inde et dans toute l'Asie du Sud-Est, le riz sec est cultivé couramment sur les rives des fleuves quand les eaux se retirent à la fin de la saison des pluies. Le sol est généralement très lourd et la croissance est assurée uniquement par l'humidité résiduelle. Cette riziculture sèche va de la culture itinérante sur brûlis après défrichement de zones forestières montagneuses jusqu'aux opérations mécanisées de grande envergure. Entre ces deux extrêmes, la culture sèche du riz est pratiquée par des centaines de milliers d'agriculteurs sur les pentes des coteaux qui subissent une grave érosion et de fréquentes sécheresses. Cette culture sur les coteaux est pratiquée par les riziculteurs les plus pauvres, et les dégâts écologiques qu'elle provoque sont extrêmement graves. En Asie du Sud et du Sud-Est, la culture sèche est pratiquée sur quelque 13 pour cent de la superficie totale cultivée en riz, mais dans certains pays d'Afrique et d'Amérique latine la culture sèche dépasse 50 pour cent de la surface totale consacrée au riz. C'est ce riz de montagne qui fournit les rendements les plus bas (tableau 5).

Avec la riziculture en eau profonde, la profondeur de l'eau est d'au moins 1 m pendant une partie importante de l'époque de croissance. Dans une grande partie du Bangladesh ainsi que dans certaines régions des deltas du Mékong et du Chao Praya, la profondeur de l'eau peut dépasser 5 m, mais dans les autres régions elle se situe normalement entre 1 et 3 m (Huke et Huke, 1990). Dans les régions où le niveau de l'eau monte rapidement après le début de la mousson, le riz est couramment semé dans la volée dans des champs non piétinés, qui ne sont que rarement bordés de diguettes. Les variétés plantées sont à haute tige et feuillues, avec peu de talles. Elles ont une sensibilité photopériodique et mûrissent uniquement après la saison des pluies. Elles peuvent s'allonger et flotter à mesure que s'élève le niveau de l'eau. Au cours des deux dernières décennies, de grands projets de barrages et d'hydraulique fluviale ont transformé de nombreuses régions, naguère de riziculture en eau profonde, en rizières de culture pluviale ou irriguée au Bangladesh, en Inde, en Thaïlande et au Viet Nam méridional.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Moisson

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Le riz tropical est habituellement moissonné avec au moins 20 pour cent d'humidité une trentaine de jours après la moitié de la floraison, lorsque les grains donneront un résultat optimal pour le rendement total et le rendement en riz entier. La teneur en humidité au moment de la moisson est plus faible

pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies en raison de la dessiccation de la plante intacte par le soleil. La période effective de production de matière sèche ne dépasse guère 14 à 18 jours, après quoi le grain subit une dessiccation.

Pour la moisson, on coupe la tige, on sèche les grains au soleil puis on procède au battage, soit à la main en frappant les épis sur une plate-forme à fentes en bambou, soit en faisant piétiner le riz par des animaux ou des hommes, soit en utilisant des batteuses mécaniques. Les moissonneuses batteuses sont utilisées sur les grandes superficies, comme le domaine de Muda en Malaisie ou aux Etats-Unis, en Australie, en Europe et en Amérique latine.

Le séchage au soleil jusqu'à obtention d'une humidité de 14 pour cent est couramment pratiqué, mais il est peu fiable pendant la saison des pluies. De nombreux séchoirs mécaniques ont été conçus, mais ils n'ont pas connu beaucoup de succès auprès des cultivateurs et des industriels. Le paddy séché est vanné pour éliminer la balle soit avec un tarare manuel, soit avec un tarare en bois actionné à la main.

Utilisation de la main-d'œuvre

Les riziculteurs d'Asie qui cultivent les variétés modernes utilisent une main-d'œuvre plus abondante que ceux qui cultivent les variétés traditionnelles (Barker, Herdt et Rose, 1985). L'apport de la main-d'œuvre familiale et de la main-d'œuvre salariée est très variable selon les régions.

Les diverses étapes de la riziculture sont la sélection des semences, le semis en couches et la préparation du sol, le repiquage, le sarclage, la fertilisation, la lutte contre les ravageurs, la moisson, le battage, le séchage et la commercialisation. Huke et Huke (1990) estiment que les besoins en main-d'œuvre pour 1 ha de riziculture peu intensive en culture pluviale, utilisant des semences améliorées de IR36 et 50 kg d'urée comme engrais, sont d'environ 84 jours/ha avec un rendement de 2,5 tonnes

de paddy. Le rendement de 2,5 tonnes avec moisson à la faucille et battage manuel contre une grume nécessitera au moins 22 jours/homme. Par contre, l'apport de main-d'œuvre pour la riziculture californienne de haute technologie est d'environ 40 jours/homme pour 350 ha (Herdt, 1986).

TABLEAU 6 - Coût de production d'une tonne de paddy, 1987-1989 (dollars des Etats-Unis)

Pays	Riz irrigué	Riz de montagne	Riz de culture pluviale
Argentine	870	-	-
Colombie	204	-	194
Corée, Rép. de	939	-	-
Equateur	441	196	295
Etats-Unis	481	-	-
Inde	-	-	303
Indonésie	82	141	104
Italie	543	-	-

Japon	3 676	-	-
Népal	96	-	108
Philippines	124	-	-
Portugal	376	-	-
Thaïlande	98	-	-

Source: FAO. 1991.

Huke et Huke (1990) ont calculé que le rendement énergétique de la riziculture peu intensive en un lieu bien déterminé aux Philippines était de 12 calories pour chaque calorie dépensée. Avec un apport de moyen à élevé, le rapport était de 7 à 8 calories par calorie dépensée.

Alors que les femmes représentent de 25 à 70 pour cent de la main-d'œuvre dans la riziculture asiatique, leur rôle n'a pas été bien reconnu jusqu'à présent et le développement technologique ne répond pas à leurs besoins (Feldstein et Poats, 1990). Elles participent à la production de riz et à la production connexe, à la commercialisation et aux activités de transformation. Il est désormais largement admis que les femmes sont souvent actives dans la production agricole et qu'elles représentent, tout comme les hommes, des usagers et bénéficiaires potentiels de la technologie nouvelle. L'analyse selon le sexe est maintenant intégrée dans les projets de recherche, la priorité étant accordée aux technologies qui réduisent le fardeau supporté par les femmes rurales sans déplacer leur capacité de production de

revenus. Ces technologies portent notamment sur la lutte contre les ravageurs, la gestion des semences et l'utilisation et le traitement du riz après la récolte (Unnevehr et Stanford, 1985).

Couts de production

En 1987-1989 le coût total pour produire une tonne de paddy en culture irriguée, culture de montagne et culture pluviale est comparé au tableau 6. Le coût total à l'hectare et le rendement en grains étaient les plus élevés pour le riz irrigué et les plus bas pour le riz de montagne.

Variétés modernes à haut rendement

Dans les années 50, la croissance de la production de riz dans la plupart des pays d'Asie était due à l'extension des superficies plantées, mais dans les années 60 et 70 l'augmentation du rendement a joué un rôle plus important (Barker, Herdt et Rose, 1985). Les facteurs qui y ont contribué étaient l'introduction de variétés semi-naines et un apport d'engrais plus élevé.

Les variétés semi-naines mises au point à l'Institut international de recherches sur le riz (IRRI) sont d'un type végétal qui contraste avec celui des variétés traditionnelles à haute tige et à forte sensibilité photopériodique. Elles ont un feuillage à port érigé et beaucoup de talles, et sont peu sensibles au photopériodisme. Leur structure leur permet d'absorber les nutriments sans verser et elle laisse pénétrer la lumière solaire à travers le feuillage. La durée de la croissance est plus brève chez les variétés modernes, soit une centaine de jours à partir des semilles, ce qui permet d'obtenir trois récoltes par an. Avec peu de facteurs de production, leur rendement est comparable à celui des variétés traditionnelles. Dans tous les cas, cependant, les variétés modernes donnent de meilleurs résultats que les variétés traditionnelles, sous réserve d'un apport accru d'énergie, d'insecticides et d'engrais.

Dès 1981-1984, les variétés modernes occupaient 13 pour cent de la superficie totale des rizières en Thaïlande, 34 pour cent en République de Corée, 25 pour cent en Chine, 25 pour cent au Bangladesh, 36 pour cent au Népal, 54 pour cent en Malaisie, 46 pour cent au Pakistan, 49 pour cent au Myanmar, 54 pour cent en Inde, 82 pour cent en Indonésie, 85 pour cent aux Philippines et 87 pour cent à Sri Lanka (Dalrymple, 1986). Le faible taux d'adoption en Thaïlande est dû au fait que ce pays a besoin de variétés à grains longs (longueur du grain de riz cargo supérieure à 7 mm) pour l'exportation. A l'heure actuelle, plus de 60 pour cent des rizières dans le monde sont plantés en variétés de type amélioré.

Les nouvelles variétés modernes n'ont pas un potentiel de rendement meilleur que celui de la première variété moderne - le riz IR8 -, mais elles résistent mieux aux insectes nuisibles et aux maladies, et tolèrent davantage les contraintes écologiques. Toutefois, leurs résistances accrues sont des caractéristiques à gène unique que les ravageurs parviennent à vaincre en quelques années. On a pu vérifier que, dans certains cas de retour en force d'insectes, l'épandage d'insecticide avait eu pour effet d'accroître la population d'insectes au lieu de la réduire (Chelliah et Heinrichs, 1984). D'autres approches de résistance horizontale ou à lignées multiples sont jugées nécessaires car on assiste à une rapide diminution de la résistance à la delphacide brune par suite de l'apparition de nouveaux biotypes d'insectes. Chez le riz cultivé *O. sativa*, on n'a identifié aucune source de résistance à la maladie due au virus tungro. Par contre, des sources de résistance ont été identifiées chez des espèces sauvages et elles sont introduites chez *O. sativa* au moyen de larges croisements.

Unités d'exploitation

La superficie moyenne de l'exploitation rizicole est inférieure à 1 ha au Bangladesh, au Japon, en République de Corée et à Sri Lanka; elle dépasse 1 ha en Indonésie et au Népal; et d'environ 2 ha en Malaisie, au Pakistan et aux Philippines et elle est d'environ 3 ha en Thaïlande (IRRI, 1991a). Les modes de

faire-valoir les plus répandus sont le métayage et le bail fixe (Barker, Herdt et Rose, 1985). Le métayage est largement pratiqué au Bangladesh, en Inde, au Pakistan et en Indonésie. Des systèmes à bail fixe existent dans tous les pays de la région, mais ils sont moins courants que le métayage. A l'occasion de la réforme agraire en Chine, en République populaire démocratique de Corée, au Viet Nam et au Myanmar, les terres ont été expropriées par le gouvernement et intégrées dans le domaine public. Au Japon et dans la province chinoise de Taiwan, les anciens locataires ont été assimilés à des propriétaires. Aux Philippines, la réforme agraire de 1972 en faveur des locataires à bail fixe a été rapidement mise en œuvre, mais le transfert de la propriété des terres ne s'est effectué que lentement.

Le commerce du riz

Environ 4 pour cent de la production mondiale de riz entre dans le commerce international. En 1988, les principaux exportateurs étaient la Thaïlande, les Etats-Unis et le Pakistan, tandis que les principaux importateurs étaient l'Iraq, l'URSS, Hong-Kong, l'Arabie saoudite, la Malaisie, Singapour, Sri Lanka, le Nigéria, le Bangladesh et le Brésil (FAO, 1990a, tableau 2). Le Viet Nam est devenu troisième exportateur de riz dans le monde en 1989 avec 1,38 million de tonnes de riz usiné (IRRI, 1991a).

Ravageurs et maladies

Les ravageurs et les maladies posent de graves problèmes dans les régions tropicales, en particulier avec la monoculture du riz, puisque les hôtes sont continuellement présents dans l'environnement. Les rongeurs, les oiseaux et les mollusques réduisent tous les rendements du riz. Les principaux insectes nuisibles sont la chenille mineuse de la tige et la cicadelle verte du riz, qui est le vecteur du virus tungro, ainsi que la delphacide brune qui provoque le brunissement. On a cherché à combattre les insectes en sélectionnant des variétés accusant une meilleure résistance aux ravageurs. La lutte intégrée connaît un

regain de faveur en raison du problème du retour en force des insectes par suite de l'emploi excessif d'insecticides.

Les principales maladies des plants de riz en Asie tropicale sont encore le champignon de la pyriculariose et la flétrissure bactérienne des feuilles.

La lutte contre le champignon de la pyriculariose est difficile parce qu'il en existe plusieurs races. Cette brunissure du riz pose un problème particulier avec le riz de montagne. La principale maladie virale est le tungro, transmis par la cicadelle verte du riz. Les problèmes majeurs en Amérique latine sont le charançon du riz et la virose **hoja blanca, et en Afrique le virus de la bigarrure jaune et l'acalyptère.**

L'incorporation d'une résistance dans les variétés de riz est compliquée par la présence de nombreuses races de certaines maladies, par exemple la pyriculariose, et par l'existence de plusieurs biotypes chez les ravageurs, comme c'est le cas pour la delphacide brune du riz.

Conclusion

Les fortes augmentations de la production dans les années 60 et 70 ont été enregistrées dans les régions irriguées et dans les zones de bas-fonds propices à la riziculture pluviale, où les variétés semi-naines à courte période de croissance pouvaient exprimer leur fort potentiel de rendement. Dans bien des pays, le rendement moyen du riz irrigué n'est encore que d'environ 3 à 5 tonnes à l'hectare, mais certains agriculteurs peuvent obtenir le double. Les terres irriguées représentent actuellement à peu près la moitié de la surface totale cultivée, mais elles fournissent plus des deux tiers de la production totale et l'on s'attend qu'elles continuent de dominer le secteur (tableau 5). Les environnements moins favorables (bas-fonds peu favorables de culture pluviale, montagne, culture en eau profonde et zone humide d'étranger) produisent de 20 à 25 pour cent du riz mondial. Ces écosystèmes rizicoles doivent assurer la subsistance

de cultivateurs et de consommateurs qui, jusqu'à présent, n'ont guère profité des perfectionnements modernes de la technologie du riz.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 2 - La consommation de riz et les problèmes nutritionnels dans les pays consommateurs de riz

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Problèmes nutritionnels dans les pays consommateurs de riz](#)

Le riz est la denrée alimentaire de base dans 39 pays, mais la dépendance à l'égard du riz pour l'énergie alimentaire est beaucoup plus forte en Asie que dans les autres régions (FAO, 1984) (tableau 7). En Asie du Sud et du Sud-Est, la dépendance énergétique à l'égard du riz est plus forte que pour n'importe quelle autre denrée de base dans d'autres régions. D'autre part, c'est en Asie du Sud qu'on enregistre l'apport énergétique le plus faible. En Asie, le riz fournit de 35 à 59 pour cent de l'énergie consommée par 2,7 milliards de personnes (FAO, 1984). En moyenne, 8 pour cent de l'énergie alimentaire proviennent du riz pour 1 milliard de personnes en Afrique et en Amérique latine. D'après les statistiques de la FAO pour 1987- 1989, les disponibilités de riz usinées par personne dans différents

pays d'Asie représentaient de 19 à plus de 76 pour cent de la fourniture totale d'énergie alimentaire (tableau 8). Cette fourchette équivaut à des disponibilités de riz usiné variant de 40 à 161 kg par personne et par an.

Les bilans de disponibilités alimentaires de la FAO pour 1979-1981 indiquent que la contribution protéique du riz au régime alimentaire était de 69,2 pour cent en Asie du Sud et de 51,4 pour cent en Asie du Sud-Est (FAO, 1984) (tableau 7). Ces pourcentages dépassent la contribution de n'importe quelle autre protéine céréalière dans n'importe quelle région du monde.

A l'exception des pays d'Asie où les revenus sont les plus élevés, la consommation de riz par habitant est demeurée stable ou a augmenté de façon modérée au cours des 30 dernières années. La consommation totale continue d'augmenter, de pair avec l'expansion démographique et l'accroissement des revenus. L'approvisionnement en riz, le revenu individuel et les disponibilités et le prix des denrées de remplacement sont les principaux déterminants de la diversité dans les régimes alimentaires asiatiques, y compris la qualité du riz consommé. Toutefois, le facteur qui influe le plus sur la demande reste l'augmentation incessante de la population, notamment dans les pays les plus pauvres, où le riz constitue l'élément le plus important du régime (Huang, 1987).

[TABLEAU 7 - Contribution en énergie et en protéines au régime alimentaire dans les régions en développement, par produit, 1979-1981](#)

[TABLEAU 7 \(fin\)](#)

TABLEAU 8 Disponibilités de riz usiné par habitant et contribution du riz à l'énergie et aux protéines alimentaires dans certains pays consommateurs de riz

Pays	Disponibilités de ru usiné	Contribution du riz en pourcentage	
		Energie	Protéines
	(kg/habitant/an)		
Bangladesh	142	73	63
Belize	25	9	7
Brésil	41	16	14
Bron�i	94	36	23
Cambodge	173	80	71
Chine	104	38	27
Colombie	36	25	13
Comores	78	42	37
Corée, Rép. de	98	38	25
Corée, Rép. pop. d�m. de	125	48	29
Côte d'Ivoire	63	23	22
Gambie	98	40	32
Guinée	59	28	26
Guinée-Bissau	116	48	45
Guyana	86	33	29

Hong-Kong Inde	59 88	21 31	12 24
Indonésie	140	59	49
Japon	64	25	14
Libéria	110	43	49
Madagascar	111	53	50
Malaisie	84	31	26
Maldives	60	26	14
Maurice	71	26	16
Myanmar	187	76	68
Népal	94	44	35
Papouasie-Nouvelle- Guinée	39	1 6	14
Philippines	92	40	31
République dominicaine	44	1 9	1 8
Seychelles	68	30	21
Sierra Leone	89	44	41
Singapour	58	1 9	1 2
Sri Lanka	92	42	39

Suriname	103	35	30
Thaïlande	132	58	48
Vanuatu	43	17	12
Viet Nam	147	68	62

Source: FAO (Division de la statistique). moyenne 1987-1989 sauf pour la Chine dont la moyenne est celle de 1984-1986.

Dans chaque pays, la consommation de riz est plus forte en milieu rural que dans les zones urbaines. S'il est exact que l'élasticité-revenu du riz diminuera sans aucun doute mesure qu'augmenteront les revenus, seuls le Japon, la Malaisie, Singapour, la province chinoise de Taiwan et la Thaïlande ont des niveaux de revenus qui justifient des estimations négatives de l'élasticité-revenu du riz (Huang, David et Duff, 1991) (tableau 9). Cependant, la population et la consommation de riz dans ces cinq pays représentent moins de 10 pour cent du total pour l'Asie. Par conséquent, dans la plupart des pays d'Asie, le riz n'est pas un aliment inférieur, et il est probable que l'élasticité-revenu du riz restera positive pendant toute la décennie des années 90.

[TABLEAU 9 - Indicateurs clés des pays en développement d'Asie, rendement en paddy et élasticité-revenu du riz](#)

[TABLEAU 9 \(fin\)](#)

Problèmes nutritionnels dans les pays consommateurs de riz

La situation nutritionnelle dans les pays consommateurs de riz varie beaucoup en fonction de tout un

réseau de facteurs interdépendants touchant les conditions socio-économiques, le développement, le milieu culturel, l'environnement et le régime alimentaire. Quelle que soit la région, la plupart des économies tributaires du riz ont un taux de croissance démographique élevé, une riziculture à faible rendement (à l'exception de la Chine, de la Corée et de l'Indonésie) et un produit national brut peu élevé (IRRI, 1989) (tableau 9). Les parcelles cultivées sont de faible superficie, le pourcentage de la population économiquement active est bas et les taux d'alphabétisation sont variables en Asie tropicale (Banque asiatique de développement, 1989) (tableau 9).

La malnutrition n'est pas un simple problème de disponibilités alimentaires; c'est aussi un problème de revenus et de distribution des aliments et des revenus (Flinn et Unnevehr, 1984). Du fait que le riz est une importante source de revenus dans les régions rurales d'Asie et aussi un élément clé des dépenses privées, l'accroissement de la productivité peut réduire la malnutrition en augmentant les revenus des catégories les plus pauvres parmi les producteurs de riz, et en augmentant les disponibilités de riz et la stabilité des prix du riz.

Les problèmes nutritionnels que connaissent les pays consommateurs de riz sont résumés ci-après. Étant donné que 90 pour cent du riz sont produits et consommés par des populations de l'Asie du Sud-Est, la description est biaisée en faveur de cette région et, parmi les pays de la région, il est question tout particulièrement de ceux où une carence déterminée est largement répandue.

Parmi les principaux problèmes nutritionnels qui se posent dans les pays consommateurs de riz, le plus important est un apport alimentaire insuffisant et déséquilibré. Associé à d'autres facteurs défavorables, il conduit à une prévalence très répandue de malnutrition protéino-énergétique (MPE), d'anémie nutritionnelle, en particulier d'anémie ferriprive, d'avitaminose A et de troubles dus à une carence en iode (Chong, 1979; Scrimshaw, 1988; Khor, Tee et Kandiah, 1990). En outre, une carence du régime alimentaire en thiamine, riboflavine, calcium, vitamine C et zinc est répandue dans de

nombreuses régions, mais souvent elle ne se manifeste pas sous la forme d'un syndrome clinique patent.

Ces problèmes nutritionnels n'ont aucune relation directe de cause à effet avec la consommation de riz, mais ils reflètent l'impact global de plusieurs conditions analogues à celles que l'on rencontre dans d'autres pays en développement où le riz n'est pas une denrée alimentaire de base.

Disponibilités et apport alimentaire

Les données relatives aux disponibilités alimentaires et aux nutriments proviennent de deux sources: les bilans de disponibilités alimentaires de la FAO, et les enquêtes sur la nutrition et les études spéciales sur la consommation alimentaire.

Les données provenant des bilans de disponibilités alimentaires fournissent des estimations des disponibilités d'aliments et de nutriments par personne, compte tenu de la production alimentaire, des importations, des exportations, des utilisations non alimentaires, des aliments transformés et des pertes au niveau du détail. Une comparaison de l'absorption quotidienne de nutriments dans les pays développés et dans les pays en développement (FAO, 1990c) (tableau 10) a révélé que c'est en Extrême-Orient qu'on enregistre les plus faibles disponibilités de matières grasses, rétinol, thiamine, riboflavine et acide ascorbique. Les données individuelles concernant les pays consommateurs de riz (tableau 11) montrent que, outre l'énergie alimentaire, de nombreux pays consommateurs de riz ont des niveaux peu satisfaisants de matières grasses, calcium, fer, riboflavine et acide ascorbique. Si l'on tient compte des pertes au niveau des ménages, y compris la perte à la cuisson, la situation du point de vue de l'offre se révèle encore plus précaire.

[TABLEAU 10 - Comparaison de l'offre quotidienne de nutriments par habitant dans les pays en développement et dans les pays développés, 1986-1988](#)

[TABLEAU 11 - Offre quotidienne de nutriments par habitant dans 36 pays où le riz est la denrée alimentaire de base](#)

[TABLEAU 11 \(fin\)](#)

Les données issues des enquêtes sur la nutrition sont souvent fragmentaires et ne portent pas sur tous les pays. Même quand les données sont disponibles, il se peut qu'elles ne soient pas toujours représentatives et elles sont souvent périmées. Le tableau 12 contient des exemples de données disponibles sur la consommation moyenne d'énergie et de protéines dans certains pays. Dans l'ensemble, cette consommation est très peu satisfaisante, sauf en Chine et Maurice, quand on la compare avec les disponibilités de ces nutriments (tableau 11). Il semble y avoir un grand écart entre les disponibilités d'aliments et la consommation réelle, ce qui indique une influence non négligeable de facteurs liés à l'accès aux aliments et à leur utilisation. Cependant, ces valeurs d'apport révèlent nettement l'éventualité d'une prévalence très répandue de malnutrition protéino-énergétique chez les jeunes enfants. Les études sur la consommation de groupes particuliers, tels que les jeunes enfants et les femmes enceintes, indiquent également que leur régime alimentaire est faible en énergie, protéines, vitamine A, fer, riboflavine et calcium.

TABLEAU 12 - Apport moyen quotidien d'énergie et de protéines dans certains pays consommateurs de riz

Pays	Année de collecte des données	Apport d'énergie (kcal/personne/jour)	Apport de protéines(g/personne/jour)
Bangladesh	1980/81	1 943	48.0

Chine	1982	2 485	67,0
Colombie	1981	2 223	55,3
Côte d'Ivoire	1979	2 140	55,7
Guyana	1976	2 054	55,5
Indonésie	1980	1 800	43,0
Madagascar	1962	2 223	55,3
Maurice	1983	3 043	79,4
Népal	1985	2 440	66,0
Philippines	1987	1 753	49,7
Sri Lanka	1980/81	2 030	49,9
Viet Nam	1988	2 142	59,1

Source: FAO. profils de pays ci enquêtes nutritionnelles nationales.

Etat nutritionnel général

Le tableau 13 contient des informations sur quelques indicateurs importants de l'état nutritionnel global dans 34 pays consommateurs de riz (UNICEF, 1991). Il indique clairement que, dans la plupart de ces pays, le pourcentage d'enfants accusant une insuffisance pondérale à la naissance, la mortalité infantile et la mortalité chez les enfants de moins de 5 ans sont élevés et que la prévalence d'une insuffisance modérée ou prononcée du poids chez les enfants atteint des niveaux encore plus alarmants.

L'espérance de vie est également faible. La moitié environ de la population d'Asie du Sud et d'Afrique subsaharienne reçoit une quantité insuffisante d'énergie pour mener une vie active de travailleur. Quelque 470 millions de mal-nourris vivent en Asie du Sud. Toutes ces données reflètent le mauvais état nutritionnel de la population.

[TABLEAU 13 - Indicateurs nutritionnels pour certains pays consommateurs de riz](#)

[TABLEAU 13 \(fin\)](#)

Malnutrition protéino-énergétique

La malnutrition protéino-énergétique (MPE) est encore largement répandue dans beaucoup de pays consommateurs de riz. Les pays en développement à bas revenu sont le plus gravement atteints. La MPE se manifeste par un retard de croissance chez les enfants d'âge préscolaire. Par exemple, des enquêtes nutritionnelles ont révélé une prévalence de 71 pour cent et de 17 pour cent de l'insuffisance pondérale de modérée à grave chez les enfants d'âge préscolaire, respectivement au Bangladesh et aux Philippines. Dans bon nombre d'autres pays consommateurs de riz - notamment Inde, Laos, Madagascar, le Népal, la Sierra Leone, Sri Lanka et Viet Nam -, la MPE est l'un des principaux facteurs qui contribuent directement ou indirectement à une mortalité élevée chez les enfants de moins de cinq ans.

Avitaminose A

L'avitaminose A est très répandue chez les populations des pays d'Asie tropicale où l'on consomme du riz (DeMaeyer, 1986). Les pays le plus gravement atteints sont le Bangladesh, l'Inde, l'Indonésie, le Myanmar, le Népal, les Philippines, Sri Lanka et le Viet Nam. L'avitaminose A pose aussi un problème

dans le nord-est du Brésil.

Bien qu'il soit difficile de déterminer le nombre exact des cas nouveaux d'avitaminose A et de xérophtalmie qui se manifestent chaque année dans le monde entier, les données disponibles en Indonésie indiquent un taux annuel de 2,7 pour 1 000 enfants, ce qui conduit à estimer à 63 000 le nombre annuel des cas nouveaux dans ce pays. Si l'on applique un taux analogue au Bangladesh, l'Inde et aux Philippines, environ 400 000 enfants d'âge préscolaire risquent dans ces pays de souffrir de lésions actives de la cornée, qui aboutissent à une cécité totale ou partielle. On a en outre estimé que, dans le monde, quelque 3 millions d'enfants âgés de moins de 10 ans, dont environ 1 million en Inde, sont actuellement atteints de cécité pour cette raison. En outre, d'innombrables enfants qui ne présentent pas de symptômes de xérophtalmie souffrent de carence en vitamine A, état associé à une réduction de la résistance aux maladies infectieuses et à un accroissement de la mortalité et de la morbidité.

Anémies d'origine nutritionnelle

Les anémies d'origine nutritionnelle, qui sont principalement dues à des carences en fer, sont très répandues dans les pays consommateurs de riz. Elles ont pour cause un faible apport alimentaire de fer, une faible disponibilité biologique de fer dans la nourriture (Hallberg et al., 1977), des pertes de sang dues aux parasites intestinaux, en particulier l'ankylostome, et la non-satisfaction de la demande supplémentaire associée à la croissance rapide et à la grossesse.

Il y a anémie lorsque le taux d'hémoglobine est inférieur à un taux déterminé recommandé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en fonction de l'âge, du sexe et de l'état physiologique du sujet (les ajustements nécessaires étant faits pour les altitudes élevées). D'après une estimation de l'OMS pour 1980 (DeMaeyer et Adiels-Tegman, 1985), sur une population mondiale de 4,4 milliards

d'habitants, environ 1,3 milliard de personnes souffraient d'anémie, dont 1,2 milliard habitant des pays en développement. Les jeunes enfants et les femmes enceintes sont le plus touchés: à l'échelle mondiale, la prévalence est estimée à 43 pour cent et 51 pour cent, respectivement, pour ces deux groupes; viennent ensuite les enfants d'âge scolaire (37 pour cent), les femmes en âge d'avoir des enfants (35 pour cent) et les adultes de sexe masculin (17 pour cent).

En ce qui concerne les pays en développement, le taux global le plus élevé d'anémie est observé en Asie du Sud et en Afrique. Le taux d'anémie en Asie du Sud est estimé à 56 pour cent pour les enfants de moins de cinq ans, 50 pour cent pour les enfants de cinq à douze ans, 32 pour cent chez les hommes et 58 pour cent chez les femmes âgées de 15 à 59 ans (DeMaeyer et Adiels-Tegman, 1985). Un taux plus élevé (65 pour cent) est notifié pour les femmes enceintes; les taux indiqués pour l'Asie orientale, Chine non comprise, sont légèrement plus bas.

On ne dispose pas d'estimations de l'anémie due à une carence en folate et en vitamine B12, mais on a signalé que cette anémie était particulièrement répandue en Inde. Les tableaux de l'apport alimentaire donnent à penser qu'il existe un risque accru dans certaines parties de l'Asie du Sud-Est, mais les données sont insuffisantes pour le confirmer.

L'anémie est une cause importante de mortalité maternelle associée à l'accouchement. En outre, chez les adultes, elle entraîne une réduction de la capacité de travail et a été liée à une déficience immunitaire et à une moindre résistance à l'infection. D'autre part, l'anémie bénigne peut avoir une incidence très marquée sur les fonctions psychiques et sur le développement des facultés cognitives.

Troubles dus à une carence en iode

La prévalence des troubles dus à une carence en iode (TCI) est très forte chez de nombreuses

populations consommatrices de riz, en particulier dans les régions montagneuses du Brésil, de la Chine, de l'Inde, l'Indonésie et de la Malaisie, où la teneur du sol, de l'eau et des aliments en iode est généralement faible (Chong, 1979; Khor, Tee et Kandiah, 1990). Cette prévalence est également forte au Bangladesh du fait que les crues fréquentes éliminent l'iode du sol par lessivage. On a estimé qu'environ 800 millions de personnes dans le monde entier sont menacées de TCI (Nations Unies, 1987). Plus du quart des personnes exposées au risque ont le goitre, et l'on estime plus de 3 millions le nombre de celles qui manifestent un crétinisme patent. La majorité des personnes à risque se trouve en Asie, dont 300 millions en Chine et 200 millions en Inde.

Dans les régions à très forte carence en iode le goitre peut atteindre plus de 50 pour cent de la population, et le taux de crétinisme peut varier de 1 à 5 pour cent. De plus, 25 pour cent de la population peuvent souffrir d'une déficience mesurable des fonctions mentales et motrices. Dans certaines régions reculées de l'Himalaya, on a enregistré une prévalence de troubles dus à une carence en iode de 30 pour cent.

L'iode est indispensable pour assurer la croissance et le développement normaux du fœtus, ainsi que des activités physiques et mentales normales chez les adultes. Hormis les signes visibles de TCI, les populations accusant une carence en iode peuvent souffrir de diverses séquelles, dont une diminution des fonctions mentales, une léthargie généralisée et une augmentation de la mortalité et de la mortalité infantile.

Carence en thiamine et en riboflavine

La carence en thiamine et en riboflavine existe encore dans de nombreuses régions d'Asie. Le beribéri est une maladie caractéristique des communautés consommatrices de riz, surtout si l'on consomme du riz poli. On ne le voit que rarement chez les communautés où le riz est consommé à l'état brut ou

semi-blanchi. Le problème a été aggravé par le remplacement du décorticage manuel au pilon par l'usinage mécanique dans les zones rurales (Chong, 1979). C'est en Extrême-Orient que les disponibilités de thiamine et de riboflavine dans le régime alimentaire sont les plus basses (FAO, 1990c) (tableau 10).

Les résultats d'études cliniques et expérimentales donnent à penser que le développement des manifestations du béribéri nécessite un apport de thiamine de moins de 0,2 mg pour 1000 kcal. Des signes biochimiques peuvent être présents avec un apport de 0,3 mg pour 1000 kcal.

Le béribéri a eu tendance à disparaître au cours des années, à mesure que les conditions économiques s'amélioraient et que le régime alimentaire devenait plus varié. La prévalence des cas cliniques de béribéri visible chez les adultes a diminué mais dans de nombreux endroits on constate des cas sporadiques de béribéri chez les enfants nourris au sein. Ainsi, dans plusieurs régions rurales de la Thaïlande, les mères allaitantes qui ne mangent que du riz salé après l'accouchement avec très peu d'aliments nutritifs ont une forte propension à la carence en thiamine; leur lait a une faible teneur en thiamine, ce qui prédispose au béribéri les enfants nourris au sein.

D'autre part, la perlèche, un signe clinique souvent attribué à une carence en riboflavine, est aussi fréquemment observée chez les jeunes enfants, les femmes enceintes et les mères allaitantes parmi les populations consommatrices de riz du Bangladesh, de l'Inde et de la Thaïlande. Dans les villages thaïlandais, il a été signalé que la carence en riboflavine coexistait avec une carence en thiamine (Tanphaichitr, 1985).

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Chapitre 3 - Structure du grain, composition et critères de qualité pour le consommateur

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Classification du riz](#)

[Composition en nutriments bruts](#)

[Influence de l'environnement sur la composition du riz](#)

[Qualité du grain](#)

Le grain de riz (riz paille ou paddy) consiste en une enveloppe protectrice - la balle - et en un caryopse ou fruit (riz brun, riz cargo ou riz décortiqué) (Juliano et Bechtel, 1985) (figure 2). Le riz cargo comprend les couches externes du péricarpe, le tégument et le nucelle, ainsi que le germe ou embryon (tissu maternel) et l'albumen (l'endosperme). L'albumen comprend la couche de cellules aleurone, l'albumen proprement dit tant composé de la couche subaleurone et de la substance interne amylopectine. La couche d'aleurone recouvre l'embryon. La pigmentation se limite au péricarpe (Juliano et Bechtel, 1985).

La balle constitue environ 20 pour cent du poids du paddy, mais les valeurs varient de 16 à 28 pour cent. Le poids se répartit ainsi dans le riz cargo: péricarpe, 1-2 pour cent; aleurone plus nucelle et tégument, 4-6 pour cent; germe, 1 pour cent; scutellum, 2 pour cent; albumen, 90-91 pour cent (Juliano, 1972).

L'aleurone comprend de une **cinq couches de cellules**; elle est plus **épaisse du côté dorsal** que du **côté ventral** et plus **épaisse dans les riz grains courts** que dans les **riz grains longs** (del Rosario et al., 1968). Les cellules de l'aleurone et de l'embryon sont riches en **corps protéiques**, contenant des **globosides** ou du **phytate**, et en **corps lipidiques** (Tanaka et al., 1973; Tanaka, Ogawa et Kasai, 1977).

Les cellules de l'albumen ont une membrane mince et sont remplies d'amyloplastes contenant des granules d'amidon composés. Les deux couches de cellules les plus extérieures (la couche subaleurone) sont riches en **protéines** et en **lipides**, et les amyloplastes et les granules d'amidon composés y sont de **plus petite taille** que dans l'albumen interne. Les granules d'amidon sont des **polyèdres**; leur taille se situe principalement entre 3 et 9 μm , et leur distribution est unimodale. Les **protéines** sont présentes surtout sous forme de **corps protéiques sphériques** de 0,5 à 4 μm dans tout l'albumen (del Rosario et al., 1968; Bechtel et Pomeranz, 1978) (figure 3). Des **corps protéiques cristallins** et des **corps protéiques sphériques** de petite taille sont localisés dans la couche subaleurone. Le **corps protéique sphérique** de grande taille correspond au PB-I de Tanaka et al. (1980) et le **corps protéique cristallin** est identique au PB-II. Le PB-I et le PB-II sont répartis dans tout l'albumen du riz.

FIGURE 2 - Section longitudinale du grain de riz

Le riz non gluant (contenant de l'amylose en plus de l'amylopectine) a un albumen translucide, tandis que le riz gluant (de 0 à 2 pour cent d'amylose) a un albumen opaque en raison de la **présence de pores** entre les granules d'amidon et **l'intérieur** de ceux-ci. Par conséquent, le poids du grain de riz gluant **équivalait** environ 95-98 pour cent de celui du grain de riz non gluant.

FIGURE 3 - Diagramme schématique de divers corps protéiques et granules d'amidon composés dans la couche subaleurone de l'albumen

Classification du riz

Il n'existe aucune norme internationale pour la granulométrie et la forme du riz cargo. L'IRRI applique le barème suivant pour la taille: extra-long, > 7,50 mm; long, 6,61-7,50 mm; moyen, 5,51-6,60 mm; court, < 5,50 mm. Pour la forme du grain, le barème est fonction du rapport longueur/largeur: mince, > 3,0; moyen, 2,1-3,0; large, 1,1-2,0; rond, <= 1,0.

Examinant le projet de norme pour le riz, le comité de la Commission du Codex Alimentarius a proposé la classification suivante du riz usiné sur la base du rapport entre la longueur et la largeur du grain: grain long, <= 3,1; grain moyen, 2,1-3,0; grain court, <= 2,0 (Commission du Codex Alimentarius, 1990).

Les tolérances proposées pour les défauts dans le riz usiné sont les suivantes: matières étrangères organiques, 0,5 pour cent; matières étrangères non organiques, 0,5 pour cent; riz paddy, 0,3 pour cent; riz décortiqué (riz cargo), 1,0 pour cent; riz gluant, 1,0 pour cent; grains immatures, 2,0 pour cent; grains endommagés, 3,0 pour cent; grains chauffés, 3,0 pour cent; grains rouges, 4,0 pour cent; grains striés de rouge, 8,0 pour cent; grains crayeux, 11,0 pour cent (Commission du Codex Alimentarius, 1990). Les tolérances proposées pour le riz usiné étuvé sont identiques à celles qui s'appliquent au riz usiné avec les exceptions suivantes: aucune tolérance pour les grains crayeux; 6,0 pour cent pour les grains chauffés; des tolérances supplémentaires de 2,0 pour cent pour le riz usiné et de 2,0 pour cent pour les grains noirs d'étuvage (grains dont plus d'un quart de la surface présente une coloration noire ou marron foncé). Le chapitre 4 décrit l'usinage plus en détail.

Composition en nutriments bruts

Parmi les fractions d'usinage du riz, le son est celle qui a la plus forte teneur en énergie et en protéines

et la balle est celle qui en a la plus faible (tableau 14). Seule la fraction de riz cargo est comestible. L'usinage par abrasion ou par frottement pour éliminer le péricarpe, l'enveloppe, le tégument externe, la couche d'aleurone et l'embryon, afin d'obtenir du riz usiné, entraîne une perte de lipides, protéines, fibres d'éthergentes brutes et neutres, principes minéraux, thiamine, riboflavine, niacine et tocophérol alpha. Les glucides digestibles, s'agissant principalement d'amidon, sont plus abondants dans le riz usiné que dans le riz cargo. Les gradients pour les divers nutriments ne sont pas identiques, ainsi qu'il ressort de l'analyse de fractions d'usinage successives de riz cargo et de riz usiné (Barber, 1972) (figure 4). La teneur en fibres alimentaires est la plus élevée dans la couche de son (et la balle) et elle est la plus faible dans le riz usiné. La densité et la densité volumétrique sont également les plus basses pour la balle, suivie par le son, et elles sont les plus élevées dans le riz usiné en raison de sa faible teneur en matières grasses. Les propriétés nutritionnelles du grain de riz sont examinées au chapitre 4.

FIGURE 4 Schéma de répartition des principaux éléments constitutifs du riz cargo avec usinage au moyen d'une machine agissant par abrasion tangentielle

Les vitamines B sont concentrées dans les couches de son, tout comme le tocophérol alpha (vitamine E) (tableau 15). Le grain de riz ne contient ni vitamine A, ni vitamine D, ni vitamine C (FAO, 1954). Le gradient de localisation dans le grain de riz entier est plus accentué pour la thiamine que pour la riboflavine et la niacine, d'où un plus faible pourcentage de rétention de la thiamine (vitamine B1) dans le riz usiné (tableau 15). La moitié environ de la quantité totale de thiamine se trouve dans le scutellum, et de 80 à 85 pour cent de la niacine dans le péricarpe et la couche d'aleurone (Hinton et Shaw, 1954). L'embryon contient plus de 95 pour cent des tocophérols totaux (dont les tocophérols alpha représentent environ 30 pour cent) et près d'un tiers de la teneur en huile du grain de riz (Gopala Krishna, Prabhakar et Sen, 1984). D'après les calculs, 65 pour cent de la thiamine du riz cargo se trouvent

dans le son, 13 pour cent dans les résidus de polissage et 22 pour cent dans la fraction de riz usiné (Juliano et Bechtel, 1985). Les valeurs correspondantes pour la riboflavine sont 39 pour cent dans le son, 8 pour cent dans les résidus de polissage et 53 pour cent dans la fraction de riz usiné. Pour la niacine, la répartition est la suivante: 54 pour cent dans le son, 13 pour cent dans les résidus de polissage et 33 pour cent dans la fraction de riz usiné.

[TABLEAU 14 - Composition approximative du paddy et de ses fractions d'usage 14 pour cent d'humidité](#)

[TABLEAU 15 - Teneur en vitamines et minéraux du paddy et de ses fractions d'usage 14 pour cent d'humidité](#)

[TABLEAU 16 - Teneur en acides aminés du paddy et de ses fractions d'usage 14 pour cent d'humidité \(g /16 g N\)](#)

Les minéraux (cendres) sont également concentrés dans les couches extérieures du riz cargo ou dans la fraction constituée par le son (tableau 15). Une forte proportion (90 pour cent) du phosphore du son est du phosphore de phytine. Les principaux sels de la phytine sont des sels de potassium et de magnésium. Dans le riz cargo, les principes minéraux sont répartis 51 pour cent dans le son, 10 pour cent dans le germe, 10 pour cent dans les résidus de polissage et 28 pour cent dans la fraction correspondant au riz usiné; la distribution est identique pour le fer, le phosphore et le potassium (Resurrección, Juliano et Tanaka, 1979). Toutefois, certains minéraux accusent une distribution relativement plus uniforme dans le grain: le riz usiné retenait 63 pour cent du sodium, 74 pour cent du calcium et 83 pour cent de la teneur en azote Kjeldahl du riz cargo (Juliano, 1985b).

La teneur en acides aminés des différentes fractions d'usage est donnée au tableau 16.

Amidon

L'amidon est la principale composante du riz usiné, représentant environ 90 pour cent de l'extrait sec. C'est un polymère du glucose D lié liaison α -(1-4) et il se compose habituellement d'une fraction essentiellement linéaire, l'amylose, et d'une fraction ramifiée, l'amylopectine. Les points de ramification sont des liaisons α -(1-6). Grâce à des techniques novatrices, on a pu découvrir que l'amylose de riz a de deux à quatre chaînes avec un degré numérique moyen de polymérisation (DPn) de 900 à 1100 unités glucose et une limite d'amylose β de 73 à 87 pour cent (Hizukuri et al., 1989). C'est un mélange de molécules ramifiées et linéaires ayant respectivement un DPn de 1100 à 1 700 et de 700 à 900. La fraction ramifiée représente de 25 à 50 pour cent en nombre et de 30 à 60 pour cent en poids de l'amylose. L'affinité des amyloses de riz pour l'iode atteint de 20 à 21 pour cent en poids.

Les amylopectines du riz ont des limites d'amylose- β de 56 à 59 pour cent, une longueur de chaîne de 19 à 22 unités de glucose, un DPn de 5 000 à 15 000 unités de glucose et de 220 à 700 chaînes par molécule (Hizukuri et al., 1989). L'affinité de l'amylopectine du riz pour l'iode s'établit à 0,4-0,9 pour cent dans les riz à teneur en amylose basse à intermédiaire et à 2-3 pour cent dans les riz à teneur en amylose élevée. Les amylopectines déramifiées par isoamylase ont davantage de fractions à chaîne longue (DPn >100) (9 à 14 pour cent) dans les échantillons à teneur en amylose élevée présentant une affinité pour l'iode plus grande que dans les échantillons à teneur en amylose basse à intermédiaire (2 à 5 pour cent) et l'amylopectine de riz cireux (0 pour cent) (Hizukuri et al., 1989).

Sur la base de normes calorimétriques d'absorption de l'iode-amidon de 590 à 620 nm, le riz usiné est classé comme suit: cireux (1 à 2 pour cent), amylose très basse (2 à 12 pour cent), amylose basse (12 à 20 pour cent), amylose intermédiaire (20 à 25 pour cent) et amylose élevée (25 à 33 pour cent) (Juliano, 1979, 1985b). Des études interlaboratoires récentes ont indiqué que la teneur maximale en amylose vraie est de 20 pour cent et que la liaison supplémentaire à l'iode est due aux longues

chaînes linéaires de l'amylopectine (Takeda, Hizukuri et Juliano, 1987). Les valeurs d'amylose calorimétrique sont donc désormais nommées teneur en amylose apparente.

L'endosperme cireux est opaque et présente des espaces d'air entre les granules d'amidon qui ont une densité plus basse que les granules non cireux. La structure des granules d'amidon n'est pas encore bien connue, mais la cristallinité et le vieillissement sont attribués à la fraction d'amylopectine.

Protéines

On détermine la richesse en protéines en effectuant tout d'abord une digestion en micro-Kjeldahl et une distillation de l'ammoniac puis un titrage ou un dosage calorimétrique de l'ammoniac du digeste pour déterminer la teneur en azote, qui est ensuite convertie en protéines en appliquant le coefficient de 5,95. [Ce coefficient, fondé sur une teneur en azote de 16,8 pour cent pour la principale protéine du riz usiné (glutéline) est peut-être trop élevé; de nouvelles études semblent indiquer des valeurs de 5,1 à 5,5 (5,17 à 0,25) (Moss, Huet et Baudet, 1988; Moss, 1990), 5,24 à 5,66 (médiane 5,37) (Hegsted et Juliano, 1974) et 5,61 (Sosulski et Imafidon, 1990).]

Les protéines de l'endosperme (riz usiné) se composent de plusieurs fractions: 15 pour cent d'albumine (soluble dans l'eau), plus globuline (soluble dans les sels), de 5 à 8 pour cent de prolamine (soluble dans l'alcool) et le reste de glutéline (soluble dans les alcalis) (Juliano, 1985b). En ayant recours à l'extraction séquentielle des protéines, on a obtenu la répartition moyenne suivante sur 33 échantillons: 9 pour cent de prolamine, 7 pour cent d'albumine plus globuline et 84 pour cent de glutéline (Huebner et al., 1990). La teneur moyenne en prolamine de sept riz usinés de l'IRRI s'établissait à 6,5 pour cent des protéines totales (IRRI, 1991b). La teneur en lysine des protéines du riz est de 3,5 à 4,0 pour cent, soit l'une des plus élevées parmi les protéines céréalières.

Les protéines du son du riz sont plus riches en albumine que les protéines de l'albumen et se présentent sous forme de corps protéiques distincts contenant des globules dans la couche de cellules aleurone et dans le germe. Ces structures sont différentes des corps protéiques de l'albumen. Tanaka et al., (1973) ont signalé la présence de 66 pour cent d'albumine, de 7 pour cent de globuline et de 27 pour cent de prolamine, plus de la glutéline, dans les corps protéiques d'aleurone, et Ogawa, Tanaka et Kasai (1977) ont signalé la présence de 98 pour cent d'albumine dans les corps protéiques de l'embryon.

Les protéines de l'albumen sont localisées principalement dans les corps protéiques (figure 4). Les corps protéiques cristallins (PB-II) sont riches en glutéline, et les grands corps protéiques sphériques (PB-I) sont riches en prolamine. Ogawa et al. (1987) ont estimé que les protéines de réserve de l'albumen étaient composées de 60 à 65 pour cent de protéines PB-II, de 20 à 25 pour cent de protéines PB-I et de 10 à 15 pour cent d'albumine et de globuline dans le cytoplasme.

[TABLEAU 17 - Aminogramme \(g/16 g N\) de sous-unités acides et basiques de la glutéline du riz et des sous-unités majeures et mineures de la orolamine](#)

L'amylose des granules amyloacés du riz est liée à un maximum de 0,7 pour cent de protéines, s'agissant principalement des protéines du gène gluant ou de synthase amyloacée liée aux granules avec une masse moléculaire d'environ 60 kilodaltons (kd) (Villareal et Juliano, 1 989b).

La glutéline du riz se compose de trois sous-unités acides de 30 à 39 kd et de deux sous-unités basiques ou bêta de 19 à 25 kd (Kagawa, Hirano et Kikuchi, 1988). Les deux types de sous-unités sont formés par fractionnement d'un précurseur polypeptidique de 57 kd (Sugimoto, Tanaka et Kasai, 1986). La prolamine se compose principalement (90 pour cent) de la sous-unité de 13 kd avec en plus deux sous-unités mineures de 10 et de 16 kd (Hibino et al., 1989).

TABLEAU 18 - Rendement et composition de préparations de membranes de cellules dégraissées et traitées à la protéase-amylase provenant de différentes fractions histologiques de riz cargo usiné

La teneur en acides aminés essentiels de la sous-unité de glutéline (Juliano et Boulter, 1976; Villareal et Juliano, 1978) et de la sous-unité de prolamine (Hibino et al., 1989) révélait la lysine comme facteur limitant dans ces polypeptides, à l'exception de la fraction IEF3 de la sous-unité de prolamine de 13 kd, avec 5,5 pour cent de lysine et aussi comme facteur limitant la méthionine plus cystéine (tableau 17). Ainsi, la glutéline a un meilleur indice chimique (valeur en acides aminés) que la prolamine, abstraction faite de la sous-unité de la prolamine de 16 kd. La sous-unité de prolamine de 10 kd a une forte teneur en cystéine (6,8 pour cent).

Lipides

La teneur du riz en lipides ou matières grasses est principalement dans la fraction constituée par le son (20 pour cent de l'extrait sec), expressément sous forme de corps lipidiques ou sphérosomes dans la couche d'aleurone et le son, mais le riz usiné contient de 1,5 à 1,7 pour cent de lipides, principalement sous forme de lipides non amylics extraits à l'éther, au chloroforme-méthanol et au butanol saturé d'eau froide (Juliano et Goddard, 1986; Tanaka et al., 1978). Les corps protéiques, en particulier le noyau, sont riches en lipides (Choudhury et Juliano, 1980; Tanaka et al., 1978). Les principaux acides gras de ces lipides sont les acides linoléique, oléique et palmitique (Hemavathy et Prabhaker, 1987; Taira, Nakagahra et Nagamine, 1988). La teneur de l'huile de riz en acides gras essentiels est d'environ 29 à 42 pour cent pour l'acide linoléique et de 0,8 à 1,0 pour cent pour l'acide linoléique (Jaiswal, 1983). La teneur en acides gras essentiels peut augmenter directement sous l'effet de la température pendant le développement du grain, mais au prix d'une diminution de la teneur totale en huile (Taira, Taira et Fujii, 1979).

Les lipides de l'amidon sont principalement des lipides monoacyles (acides gras et lysophosphatides) associés avec l'amylose (Choudhury et Juliano, 1980). La teneur de l'amidon en lipides est la plus faible pour les granules d'amidon du riz gluant ($\leq 0,2$ pour cent) et la plus forte pour les riz à teneur en amylose intermédiaire (1,0 pour cent); elle est peut-être légèrement plus faible pour le riz riche en amylose (Choudhury et Juliano, 1980; Juliano et Goddard, 1986). Le riz usiné gluant contient plus de lipides non amyliques que le riz non gluant. Les lipides de l'amidon sont protégés du rancissement d'oxydation, et le complexe amylose-lipides est digéré par les rats en croissance (Holm et al., 1983). Cependant, les lipides de l'amidon ne contribuent que peu à la teneur du grain de riz en énergie. Les principaux acides gras des lipides de l'amidon sont les acides palmitique et linoléique, avec une moindre quantité d'acide oléique (Choudhury et Juliano, 1980).

Polyosides non amyliques

Les polyosides non amyliques se composent de polyosides hydrosolubles et de fibres alimentaires insolubles (Juliano, 1985b). Ils peuvent s'associer à l'amidon, et il se peut qu'ils aient un effet hypocholestérolémique (Normand, Ory et Mod, 1981; Normand et al., 1984). L'albumen a une plus faible teneur en fibres alimentaires que les autres constituants du riz cargo (Shibuya, 1989) (tableau 18). Les valeurs signalées pour les fibres détergentes neutres se situent entre 0,7 et 2,3 pour cent (Juliano, 1985b) (tableau 14). D'autre part, l'albumen ou membrane du riz usiné a une faible teneur en lignine mais une forte teneur en substances pectiques ou pectine. La pectine de l'albumen a une plus forte teneur en acide uronique, mais le rapport arabinose/xylose est moins élevé que dans les autres tissus du grain. L'hémicellulose de l'albumen a également un rapport arabinose/xylose plus faible que les trois autres tissus du grain.

Composés volatils

Les composés volatils caractéristiques du riz cuit sont l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré et l'acétaldéhyde (Obata et Tanaka, 1965). A la cuisson, tous les riz aromatiques contiennent comme principe aromatique principal la 2-acétyl-1-pyrroline (Buttery et al., 1983). Les composés volatils caractéristiques du rancissement des matières grasses sont les aldéhydes, notamment l'hexanol, et les cétones.

Influence de l'environnement sur la composition du riz

Les facteurs écologiques influent notablement sur la composition du grain de riz (Juliano, 1985b). La teneur en protéines a tendance à s'accroître avec un plus large espacement des plants et en réponse à une forte application d'engrais azotés, en particulier à l'époque de la floraison. Il se peut que la teneur en protéines augmente quand la période de croissance est brève et en cas de nébulosité pendant le développement du grain, par exemple la saison des pluies. Les contraintes, telles que la sécheresse, la salinité, l'alcalinité, une température élevée ou basse, des maladies ou des ravageurs, peuvent accroître la teneur du grain de riz en protéines. Cette augmentation de la teneur en protéines se fait essentiellement au prix d'une diminution de la teneur en amidon. Par ailleurs, les facteurs écologiques qui augmentent la teneur en protéines, tels que le type de sol, la température ambiante pendant le mûrissement et la durée de la croissance, augmentent aussi la teneur du riz cuit en principes minéraux, mais ils n'ont aucun effet sur sa teneur en lipides. La nutrition en minéraux influe sur la teneur du grain de riz en protéines: les matières organiques du sol, la quantité totale d'azote, le calcium échangeable, le cuivre et le molybdène disponibles et la quantité totale de chlore ont tous tendance à accroître la teneur du grain en protéines (Huang, 1990).

TABLEAU 19 - Effets de l'environnement, du traitement et de la variété sur la qualité du grain de riz aux différentes étapes du traitement après récolte

Traitement après récolte et propriétés du grain	Environnement	Méthode de traitement	Variétés
Récolte	+	+	+ (Durée de la croissance, photopériodisme, degré de mûrissement, dormance)
Battage	+	+	+ (Aptitude au battage, dégrenage)
Séchage	+	+	+ (Résistance aux fêlures)
Jaunissement	+	+	0
Emmagasinage/ vieillessement	+	+	+ (Le riz gluant vieillit moins que le riz non gluant)
Etuvage	+	+	+ (Température de gélatinisation)
Grains noirs d'étuvage	+	+	+ (Résistance au pentatome)
Décorticage	0	+	+ (Glumelles serrées et teneur en balle)
Usinage			
Riz entier	+	+	+ (Résistance aux fêlures)

Commercialisation			
Taille et forme	+	0	+ (Déterminés par des facteurs génétiques)
Degré d'usage (blanchiment)	+	+	+ (Profondeur des stries)
Riz entier	+	+	+ (Résistance aux fêlures)
Translucidité	+	+	+
Arome	+	+	+
Matières étrangères	+	+	0
Durée de conservation	+	+	0
Cuisson et consommation			
Teneur en amylose	+	0	+ (Expansion volumétrique et texture)
Température de gélification	+	0	+ (Durée de cuisson)
Consistance du gel	+	0	+ (Dureté du riz cuit)
Texture du riz cuit	+	+	+
Allongement du grain	+	+	+

↕+, qualit↕ affect↕e: 0, aucun effet.

Source: Juliano et Duff, 1989.

Il a ↕t↕ not↕ qu'en C↕te d'Ivoire, la culture pluviale avait un effet variable sur la teneur en prot↕ines des huit vari↕t↕s de riz qui y ↕taient cultiv↕es. Cinq vari↕t↕s accusaient une teneur plus faible du riz usin↕ en prot↕ines et deux une teneur plus forte avec la culture pluviale (Villareal, Juliano et Sauphanor, 1990). Au Pendjab (Pakistan), sur les quatre vari↕t↕s accusant des degr↕s de tol↕rance diff↕rents ↕ l'↕gard de la salinit↕, la teneur en prot↕ines du riz cargo ↕tait plus ↕lev↕e avec un sol salin chez trois d'entre elles, mais chez la quatri↕me la salinit↕ n'avait aucun effet sur la teneur en prot↕ines (Siscar-Lee et al., 1990). La carence du sol en soufre r↕duit le rendement du grain mais n'exerce aucun effet ind↕sirable sur la teneur des prot↕ines du riz en cyst↕ine et en m↕thionine (Juliano et al., 1987).

A mesure que la dur↕e de la croissance augmente, la teneur du riz cargo en prot↕ines diminue (IRRI, 1988b). Par contre, on n'observait pas toujours une corr↕lation n↕gative significative entre le rendement et la teneur du riz cargo en prot↕ines.

La teneur du grain en min↕raux est affect↕e par la teneur du sol et de l'eau d'irrigation en min↕raux. Par exemple, la forte teneur en cadmium de certains riz japonais, due ↕ la pollution de l'eau d'irrigation par des r↕sidus de mines, s'est r↕v↕l↕e nocive (Kitagishi et Yamane, 1981).

[Table des mati↕res](#) - [Pr↕c↕dente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Qualité du grain

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Critères pour les consommateurs

Quand les disponibilités de riz sur le marché augmentent, le consommateur demande davantage du riz de qualité supérieure. Bien que l'évaluation organoleptique effectuée par des laboratoires et des groupements de consommateurs donne une certaine indication des critères importants pour la qualité du riz, elle ne reflète pas les propriétés pour lesquelles les consommateurs sont disposés à payer un supplément dans les magasins de détail. En identifiant clairement les qualités appréciées par les consommateurs, les sélectionneurs peuvent choisir pour cibles de leurs travaux d'amélioration les attributs qui sont économiquement viables. Les résultats pourraient fournir aux spécialistes des sciences sociales un ordre du jour pour les travaux des pouvoirs publics portant sur la commercialisation du riz, l'évaluation de la technologie et la fixation des priorités en matière de recherche.

La qualité du grain de riz traduit différentes propriétés pour divers groupes après récolte (Juliano et Duff, 1989). Bien que la variété de riz soit le principal facteur qui contribue à la qualité du grain, une manutention satisfaisante après récolte peut maintenir celle-ci, voire l'améliorer (tableau 19). La teneur en humidité est le critère de qualité le plus important pour le paddy. Le cultivateur entend par qualité du grain la qualité de la semence pour la plantation et la qualité du grain sec pour la consommation, avec un minimum d'humidité, de détérioration microbienne et de décomposition. L'usineur-négociant recherche une faible humidité, une intégrité variétale et un rendement élevé pour le riz total et le riz usiné. La qualité commerciale est principalement déterminée par les propriétés physiques et l'appellation de la variété, tandis que la qualité à la cuisson et à la consommation est déterminée par les propriétés physico-

chimiques, en particulier la teneur apparente en amylose. Dans les pays où la température varie nettement pendant la période de maturation, des différences appréciables de qualité du grain ont été signalées pour une même variété. En Asie tropicale, les propriétés physico-chimiques du grain sont relativement constantes. La valeur nutritionnelle est principalement déterminée par la teneur du riz usiné en protéines.



Les principaux résultats de la recherche sur les aspects économiques de la qualité du grain effectuée de 1987 à 1989 par l'IRRI et par des programmes nationaux de recherche sur le riz en Indonésie, au Bangladesh, en Malaisie, aux Philippines et en Thaïlande sont que la qualité du grain de riz et les préférences en matière de qualité varient selon les pays et les régions, mais que certaines préférences du point de vue de la qualité sont largement partagées (IRRI et CRDI, 1991). Dans tous les pays étudiés, les consommateurs préfèrent un rendement plus élevé du riz entier et des grains plus translucides. Les consommateurs à revenu élevé paient un supplément pour obtenir un plus grand nombre de caractéristiques qualitatives que les consommateurs à bas revenu. Les préférences ne varient guère en fonction du revenu, à une exception près: les consommateurs à bas revenu préfèrent un riz qui soit plus substantiel. L'analyse en laboratoire a révélé que le riz des Philippines portant sur l'étiquette l'appellation d'une variété traditionnelle est habituellement une variété moderne dont la forme ou les caractéristiques de cuisson sont analogues à celles des variétés traditionnelles (Juliano et al., 1989b). Par conséquent, l'étiquette  traditionnel  signale au consommateur que ces riz possèdent certaines caractéristiques souhaitables.

TABLEAU 20 - Importance relative des indicateurs de qualité dans les programmes de sélection du riz

Programme de sélection	Propriétés physiques 	Texture de l'amidon 	Texture du riz cuit 
------------------------	---	--	--

Variétés traditionnelles	Principal	Facultatif	Facultatif
Variétés modernes	Important	Important	Vérification
Qualité du grain	Important	Vérification	Important

◆ Teneur en amylose valeur d'étalement alcalin (température de gélatinisation), consistance du gel
 ◆ Déterminée par l'évaluation organoleptique ou la méthode instrumentale: Instron Texturometer, Tensipresser, Viscoelastograph, etc. Source: Juliano et Duff, 1991.

Il semble qu'en Indonésie et aux Philippines les incitations qualitatives soient transmises depuis les prix de gros du riz jusqu'au prix du paddy (IRRI et CRDI, 1991). Toutefois, cette transmission n'est pas parfaite. Les études effectuées aux Philippines montrent que les obstacles à l'usinage influent sur la fixation des prix. Les études révèlent la complexité de la transmission, entre les consommateurs et les producteurs, des informations sur la qualité.

Etant donné l'importance que revêtent les caractéristiques relatives à la qualité pour créer et stimuler la demande, surtout chez la population urbaine à revenu plus élevé, il sera nécessaire de transmettre les informations sur les prix et le marché et d'assurer une meilleure intégration entre les exploitations et les marchés de gros et de détail en vue d'améliorer les prix à la production et d'inciter les agriculteurs à produire un riz de meilleure qualité. Qui plus est, les améliorations de la qualité du grain qui n'entraînent pas une baisse de rendement profiteront d'une manière générale à tous les consommateurs de riz en abaissant le coût du riz de meilleure qualité (Unnevehr et al., 1985). Si les variétés de plus haute qualité sont largement adoptées, les producteurs en tireront profit en conservant un riz de meilleure qualité pour

la consommation à domicile et en disposant d'un marché intérieur plus vaste pour leurs produits. En outre, les pays exportateurs de riz bénéficieraient des améliorations qualitatives propres à élargir leur marché potentiel.

[TABLEAU 21 - Diagramme de diffusion de la teneur en amylose et en protéines des riz usinés des variétés cultivées dans divers pays d'Asie \(IRRI 1963-1990\)](#)

Indicateurs de la qualité du grain

Les propriétés physiques, telles que la longueur, la largeur, la translucidité, le degré d'usinage, la couleur et l'âge du riz usiné sont des indicateurs de la qualité du grain. La teneur de l'amidon de riz en amylose est le principal facteur de qualité à la consommation. Cette teneur est directement en corrélation avec l'augmentation de volume et l'absorption d'eau pendant la cuisson et aussi la dureté, la blancheur et la matité du riz cuit (Juliano, 1985b). Les études génétiques ont montré que le non-gluant domine le gluant (Kumar, Khush et Juliano, 1987). Parmi les parents non gluants, la teneur élevée en amylose est totalement dominante sur la teneur faible ou intermédiaire, et la teneur intermédiaire est dominante sur la teneur faible (Kumar et Khush, 1987).

Par température de gélatinisation finale des granules d'amidon, on entend la température de l'eau à laquelle 90 pour cent au moins des granules d'amidon se sont gélatinisés ou ont perdu leur biréfringence (croix de Malte) ou ont gonflé de façon irréversible dans l'eau chaude. Pour les granules d'amidon de riz, la température de gélatinisation est classée comme suit: faible (55-69,5 °C), intermédiaire (70-74 °C) et élevée (74,5-80 °C). Dans le programme de sélection, la température de gélatinisation se traduit par la valeur d'étalement alcalin basée sur le degré de dispersion de six grains de riz usiné dans 10 ml d'hydroxyde de potassium à 1,7 pour cent après avoir trempé pendant 23 heures à 30 °C (Little, Hilder et Dawson, 1958).

Une température de gélatinisation élevée est peu fréquente, surtout dans les riz à forte teneur en amylose. Une faible température ambiante pendant le mûrissement peut accroître la teneur en amylose et réduire indépendamment la température de gélatinisation de l'amidon (Nikuni et al., 1969; Resurrección et al., 1977; Dien et al., 1987). La température de gélatinisation influe sur le degré de cuisson du riz en raison du gradient de cuisson depuis la surface jusqu'au cœur du grain. Il existe une corrélation directe entre la température de gélatinisation et la durée de cuisson, si bien qu'une faible température de gélatinisation permet d'économiser du combustible, à condition qu'il n'y ait pas d'effets indésirables sur la qualité à la consommation. La température de gélatinisation affecte aussi les propriétés moléculaires de l'amylopectine.

[TABLEAU 22 - Diagramme de diffusion de la teneur en amylose et en protéines des riz usinés des variétés cultivées dans divers pays en dehors de l'Asie \(IRRI 1963-1990\)](#)

[TABLEAU 22 \(fin\)](#)

L'épreuve de consistance du gel a été mise au point pour classer la dureté du riz cuit parmi les riz à forte teneur en amylose (Cagampang, Perez et Juliano, 1973). Le classement des riz en fonction de la consistance du gel est le suivant: molle, 61-100 mm; moyenne, 41-60 mm; dure, 27-40 mm. Une consistance du gel molle à moyenne est jugée préférable à une consistance dure, aussi bien pour les riz non gluants que pour les riz gluants. Une forte teneur en protéines contribue à rendre plus dure la consistance du gel. L'amylopectine contribue plus que l'amylose à la consistance et à la viscosité du gel amidon.

TABLEAU 23 - Type de grain de riz, selon la teneur apparente en amylose, préféré dans divers pays producteurs qui fournissent au moins 0,1 pour cent de la production mondiale totale de riz

Gluant	Faible	Intermédiaire	Elevée
Asie			
Laos	Chine (japonica)	Cambodje	Bangladesh
Thaïlande (nord)	Chine: Taiwan (japonica)	Chine (japonica)	Chine (Indica)
	Japon	Inde	Inde
	Corée, Rép. de	Indonésie	Pakistan (type IR6)
	Népal	Malaisie	Philippines
	Thaïlande (nord-est)	Myanmar	Sri Lanka
		Pakistan (Basmati)	Thaïlande (nord,
		Philippines	centre, sud)
		Thaïlande (centre)	
		Viet Nam	
En dehors de l'Asie			

	Argentine	Brésil (culture pluviale)	Brésil (culture irriguée)
	Australie	Côte d'Ivoire	Colombie
	Espagne	Cuba	Guinée
	Etats-Unis	Italie	Mexique
	(grains courts et moyens)	Libéria	Pérou
	URSS	Madagascar	
		Nigéria	
		Etats-Unis (grains longs)	

◆ Données communiquées par l'Institut national chinois de recherche sur le riz Hangzhou.

◆ Données communiquées par l'Institut international d'agriculture tropicale, Lagos, Nigéria.

Source: Juliano et Duff, 1991.

Parmi les riz du même type apparent pour l'amylose, la valeur d'étalement alcalin et la consistance du gel

peuvent être utilisées comme indices de qualité. Pour les riz à forte teneur en amylose, les consommateurs préfèrent une température de gélatinisation intermédiaire et une consistance molle du gel, plutôt qu'une température de gélatinisation faible et une consistance dure du gel (Juliano, 1985b). Parmi les riz à teneur en amylose intermédiaire dérivés du C4-63G, les consommateurs préfèrent un type de produit à température de gélatinisation intermédiaire à un type à faible température de gélatinisation, car le riz cuit est moins dur. Les valeurs de consistance du gel sont analogues parmi ces riz à teneur en amylose intermédiaire. Pour les riz à faible teneur en amylose et les riz gluants, les consommateurs préfèrent le type à faible température de gélatinisation au type à température de gélatinisation élevée. Du point de vue d'un programme de sélection visant à améliorer la qualité du riz, une consistance de gel dure est dominante par rapport à un gel de consistance moyenne ou molle, et une consistance de gel moyenne est dominante par rapport à une consistance molle (Tang, Khush et Juliano, 1989).

A mesure que de nombreux pays parviennent à l'autosuffisance pour la production de riz, la qualité du grain devient un objectif important des travaux de sélection (Juliano et Duff, 1991). Dans les programmes de sélection traditionnelle la qualité des deux parents est connue, de sorte que la qualité des lignées est prévisible au moyen d'indicateurs basés sur les propriétés physiques, à savoir la teneur apparente en amylose, la valeur d'étalement alcalin et la consistance du gel (tableau 20). Avec les variétés modernes ou semi-naines issues de parents dont les qualités de grain étaient opposées, les propriétés de l'amidon complètent les méthodes physiques pour classer la qualité des lignées. La sélection en vue de la qualité du grain implique un discernement parmi les souches dont l'amidon a les mêmes propriétés, comme c'est le cas aux Etats-Unis, au Japon, en République de Corée et à l'IRRI où l'indicateur primordial est la texture du riz cuit.

L'aptitude à hériter certaines caractéristiques en ce qui concerne la teneur en protéines est très faible, et l'on observe pour chaque variété une fourchette de 6 points de pourcentage (Coffman et Juliano, 1987).

Les facteurs environnementaux influent de façon significative sur la teneur en protéines. Le riz à forte teneur en protéines transfère plus efficacement l'azote de la paille dans le grain en développement, d'où un indice d'azote à la récolte plus élevé (N de la panicule/N de la particule + N de la paille) (Pereze et al., 1973).

Caractéristiques qualitatives des riz dans le monde - échantillons par pays

Dans les pays d'Asie, les riz à forte teneur en amylose prédominent (tableau 21). C'est le type de riz principal au Bangladesh, à Sri Lanka, en Thaïlande et au Viet Nam. Le riz à teneur en amylose intermédiaire prédomine au Bhoutan, au Myanmar et au Pakistan, tandis que le riz à teneur faible en amylose prédomine dans la province chinoise de Taiwan, au Japon et en République de Corée. Les riz à très faible teneur en amylose n'ont été observés qu'au Brunéi, en Indonésie, en République de Corée, au Laos, au Sarawak (Malaisie), au Myanmar, aux Philippines et en Thaïlande. Les riz gluants sont représentés en Chine, en Indonésie, au Japon, en République de Corée, au Laos, en Malaisie occidentale, au Myanmar, aux Philippines et en Thaïlande. Le riz gluant est la denrée de base au Laos et dans le nord et le nord-est de la Thaïlande.

La teneur en protéines de ces échantillons de riz usiné variait de 4 à 14 pour cent, et la teneur moyenne en protéines s'échelonnait entre 6,3 et 9,2 pour cent (tableau 21). La teneur moyenne globale en protéines était de 7,8 pour cent.

Pour les variétés cultivées en dehors de l'Asie, les riz à teneur en amylose faible, intermédiaire ou élevée sont représentés à égalité (tableau 22). Les riz à forte teneur en amylose prédominent en Colombie, au Ghana, au Guatemala, au Nigéria, au Paraguay, au Pérou, en Sierra Leone et au Venezuela. Les riz à teneur intermédiaire en amylose prédominent au Chili, en Grèce, en Hongrie, en République islamique d'Iran, en Italie, au Suriname et au Venezuela. Les riz à faible teneur en amylose prédominent en Argentine, en

Australie, en Bulgarie, en Egypte, en France, au Portugal, en Turquie, aux Etats-Unis et dans l'ex-URSS. Seuls les Etats-Unis ont un riz à très faible teneur en amylose et on y cultive des riz gluants, de même qu'en Australie. La teneur en protéines des échantillons de riz usiné cultivé en dehors de l'Asie variait de 5 à 13 pour cent et les valeurs moyennes de 6,2 à 10,5 pour cent (tableau 22). La teneur moyenne en protéines est de 7,2 pour cent, c'est-à-dire plus faible que pour le riz asiatique (tableau 21).

Le tableau 23 indique les types de riz qui, selon leur teneur en amylose sont préférés dans divers pays producteurs d'Asie et d'ailleurs produisant au moins 0,1 pour cent de la production mondiale totale (Juliano et Duff, 1991). Il semble que le riz à teneur intermédiaire en amylose soit le plus apprécié, suivi des riz à teneur forte ou faible en amylose et, au dernier rang, du riz gluant. Les riz à faible teneur en amylose étaient principalement des riz japonica, sauf en Thaïlande et en Argentine. Les riz thaïlandais sont du type jasmin, ou Khao Dawk Mali 105, qui commence à être apprécié aux Etats-Unis et en Europe. Les riz à teneur intermédiaire en amylose étaient préférés dans le plus grand nombre de pays; ils comprennent les riz basmati, les variétés indonésiennes bulu (javanica), les riz à tiges allongées du Myanmar Nga Kywe ou D25-4 et les variétés des Etats-Unis d'Amérique à grains longs. Dans la plus grande partie de l'Asie méridionale (Bangladesh, Inde, Pakistan et Sri Lanka), on préfère les riz à forte teneur en amylose dont la consistance du gel varie entre moyenne et molle parce qu'ils se prêtent bien à l'étuvage.

Qualité du riz sur les marchés internationaux

Les types de qualité des riz sur les marchés internationaux sont essentiellement les suivantes: riz long de haute qualité; riz long de qualité moyenne; riz à grains courts; riz étuvé; riz aromatique; riz gluant (Efferson, 1985). Chaque qualité est demandée sur différents marchés. Le riz long de haute qualité est vendu principalement en Europe et au Proche-Orient, le riz long de qualité moyenne dans les pays déficitaires d'Asie, le riz à grains courts dans diverses régions à demande spéciale, le riz étuvé de haute qualité au Proche-Orient et en Afrique et le riz étuvé de qualité inférieure sur des marchés spéciaux d'Asie

et d'Afrique. Le riz aromatique est demandé principalement au Proche-Orient. Le riz gluant répond aux besoins du marché au Laos, tandis qu'un volume plus faible est consommé dans d'autres pays.

Dans les économies traditionnellement consommatrices de riz de Hong-Kong et de certains quartiers de Rome (Italie), on a constaté dans les principaux commerces de détail que les caractéristiques de qualité influaient fortement sur le prix de détail (Kaosa-ard et Juliano, 1989). A Hong-Kong, on préfère les riz longs translucides à faible teneur en amylose, à proportion plus forte de riz entier et dont le gel a une consistance plus molle. A Rome, on a observé une corrélation positive entre le prix et le caractère crayeux du riz et une corrélation négative entre le prix et la consistance du gel. Les riz importés étaient plus chers que les variétés japonica locales, dont beaucoup étaient également étuvées. A Bonn (Allemagne), marché traditionnellement non consommateur de riz, la teneur en riz entier était la seule propriété du grain de riz statistiquement importante, le degré de traitement, la taille du lot et les types de conditionnement étant des considérations importantes pour le prix.

On a observé que les riz thaïlandais exportés avaient des propriétés plus variables pour l'amidon que les riz longs des Etats-Unis, principalement du type à teneur intermédiaire en amylose, ce qui reflète la plus grande hétérogénéité de la teneur en amylose et de la température de gélatinisation parmi les variétés thaïlandaises (Juliano, Perez et Kaosa-ard, 1990). Les brisures et le riz entier sont mélangés selon les besoins par l'importateur.

[Table des matières](#) - [◀Précédente](#) - [Suivante▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 4 - Valeur nutritionnelle du riz et des régimes alimentaires base de riz

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Composition en nutriments et qualité protéique du riz par rapport d'autres céréales](#)

[Protéines du riz usiné](#)

[Riz forte teneur en protéines](#)

[Indice glycémique, digestibilité de l'amidon et amidon résistant](#)

[Autres propriétés](#)

[Effet hypocholestérolémique du son de riz](#)

[Facteurs antinutritionnels](#)

[Besoins en protéines des enfants d'âge préscolaire et des adultes ayant un régime alimentaire base de riz](#)

[Utilisation des protéines, de l'énergie et des minéraux dans le riz cargo, le riz usiné et les régimes base de riz](#)

Le tableau 14 donne en gros la composition du riz et de ses diverses fractions d'usinage. Il montre que le riz est riche en énergie et qu'il constitue une bonne source de protéines. Le tableau 15 indique que le riz contient une quantité raisonnable de thiamine, riboflavine, niacine, vitamine E et autres nutriments. Le riz ne contient pas de vitamine C, D ou A. En raison de la quantité consommée, c'est la principale source d'énergie, de protéines, fer, calcium, thiamine, riboflavine et niacine dans le régime alimentaire en Asie.

Composition en nutriments et qualité protéique du riz par rapport d'autres céréales

La comparaison entre la teneur en nutriments des céréales de base avec 14 pour cent d'humidité et des tubercules alimentaires a plus forte teneur en humidité (tableaux 24 et 27) révèle une teneur légèrement plus élevée en énergie dans les céréales (tableau 24), mais une teneur plus élevée en acide ascorbique dans les tubercules (tableau 25). Le manioc a une teneur en protéines extrêmement faible (tableau 24), même après correction pour tenir compte des différences d'humidité. Le riz a la même teneur en protéines que la pomme de terre et l'igname sur extrait sec, mais de toutes les céréales c'est le riz qui a la teneur la plus faible. Le riz a également la teneur la plus faible en fibres alimentaires. L'analyse des acides aminés (tableau 26) a montré que le premier acide aminé essentiel limitant dans les protéines de céréales était la lysine, la teneur en lysine étant la plus élevée dans l'avoine et le riz parmi les protéines céréalières (Eggum, 1979) (tableau 26). En revanche, les protéines des tubercules ont une teneur suffisante en lysine, mais il y a carence d'acides aminés soufrés (cystéine et méthionine), en particulier aux niveaux protéiques élevés (Eppendorfer, Eggum et Bille, 1979; Food and Nutrition Research Institute, 1980). La qualité protéique de la farine complète de maïs était comparable à celle du blé en raison du grand germe qui a une forte teneur en protéines riches en lysine. La valeur calculée en acides aminés (indice chimique), d'après le modèle OMS/FAO/UNU (OMS, 1986), a révélé que les protéines des tubercules étaient supérieures aux protéines céréalières, sans toute fois qu'il soit tenu compte de la digestibilité réelle. Les tubercules contiennent davantage d'humidité que les céréales, de sorte que la densité de nutriments et d'énergie est moindre.

[TABLEAU 24 - Composition approximative des céréales et tubercules consommés comme denrées de base \(pour 100g\)](#)

De toutes les denrées de base, c'est le riz qui a la plus forte digestibilité des protéines (tableau 27). Les protéines de pomme de terre ont une plus forte valeur biologique que celles des céréales, ce qui correspond à l'indice

TABLEAU 25 - Teneur en vitamines et en minéraux des céréales et tubercules consommés comme denrées de base (pour 100g)

chimique plus élevé de la pomme de terre, mais pour cette denrée l'utilisation protéique nette (UPN) est plus faible que pour le riz. Les protéines utilisables étaient sensiblement identiques pour le riz cargo, le blé, le maïs, le seigle, l'avoine et la pomme de terre, mais inférieures pour le sorgho et plus élevées pour le millet. C'est le riz qui a la plus forte digestibilité d'énergie cela étant probablement dû en partie à sa faible teneur en fibres alimentaires et en tanin (tableaux 24 et 26)

Les protéines céréalières sont moins digestibles pour les enfants et les adultes que les protéines d'œuf et de lait, à l'exception de l'albumen du blé (OMS, 1986) (tableau 28). Les valeurs pour la digestibilité étaient plus faibles pour les protéines du riz usiné cuit que pour celles du riz usiné cru (presque 100 pour cent) lors d'essais effectués sur des rats en croissance, mais elles avoisinaient les valeurs relevées pour d'autres protéines céréalières, à l'exception de la faible valeur enregistrée pour le sorgho. Par rapport à la digestibilité réelle moyenne de l'œuf, du lait, du fromage, de la viande et du poisson, soit 95 pour cent, la digestibilité relative du riz usiné est de 93 pour cent (OMS, 1985). Les protéines du riz cuit ont chez l'homme une digestibilité réelle plus faible que les protéines du riz cru chez les rats en croissance (tableau 28). De même, les protéines de riz cuit ont une digestibilité réelle de 89 pour cent chez les rats en croissance (Eggum, Resurreccion et Juliano, 1977).

TABLEAU 26 - Teneur en acides aminés et en tanin des céréales complètes et des tubercules

Aliment	Digestibilité réelle de l'azote (%)	Valeur biologique (%)	Utilisation protéique nette (%)	Protéines utilisables (%)	Energie digestible	
					(kcal/g)	(% du total)
Riz cargo	99,7	74,0	73,8	5,4	3,70	96,3
Blé	96,0	55,0	53,0	5,6	3,24	86,4
Maïs	95,0	61,0	58,0	5,7	3,21	81,0
Millet	93,0	60,0	56,0	6,4	3,44	87,2
Sorgho	84,8	59,2	50,0	4,2	3,07	79,9
Seigle	77,0	77,7	59,0	5,1	3,18	85,0
Avoine	84,1	70,4	59,1	5,5	2,77	70,6
Pomme de terre	82,7	80,9	66,9	5,2	-	-

Sources: Eggum. 1969. 1977, 1979.

TABLEAU 28 - Digestibilité réelle chez les adultes et les enfants de certaines protéines céréalières par rapport à celle des protéines d'œuf, de lait et de viande

Source de protéines	Valeur moyenne	Digestibilité par rapport aux protéines de
---------------------	----------------	--

		référence
Riz, usiné	88 ± 4	93
Blé, entier	86 ± 5	90
Endosperme de blé (farine)	96 ± 4	101
Mais, entier	85 ± 6	89
Millet	79	83
Sorgho	74	78
Farine d'avoine	86 ± 7	90
Œuf	97 ± 3	100
Lait	95 ± 3	100
Viande, poisson	94 ± 3	100

± Valeur moyenne de la digestibilité réelle = 95 pour cent.

Sources: Hopkins, 1981; OMS, 1985.

Des études sur le bilan azoté effectuées chez des enfants péruviens d'âge préscolaire nourris de céréales cuites (Graham et al., 1980; MacLean et al., 1978,1979,1981) et de pommes de terre (Lopez de Romaña et al., 1980) ont révélé que l'absorption apparente d'azote était la plus élevée pour les pâtes alimentaires faites de blé, mais que la rétention apparente d'azote était la plus élevée pour la pomme de terre pelée et que la qualité protéique la plus élevée, d'après la rétention apparente d'azote avec des rations témoins de caséine, était constatée avec la pomme de terre et le riz usiné.

(tableau 29). Le chiffre le plus élevé pour les protéines utilisables a été relevé pour le blé et le riz. La qualité des protéines est inférieure pour le maïs opaque-2 ou forte teneur en lysine par rapport au riz usiné, mais elle est meilleure que pour le maïs normal. La digestibilité énergétique calculée en poids d'extrait fécal sec était la plus faible pour le sorgho, probablement à cause de sa forte teneur en tanin (tableau 26).

[TABLEAU 29 - Comparaison de l'utilisation protéique et du poids d'extrait fécal sec chez les enfants péruviens d'âge préscolaire nourris de céréales cuites et de pommes de terre](#)

Protéines du riz usiné

La valeur habituellement attribuée à la teneur du riz usiné en protéines est de 7 pour cent, sur la base d'un facteur de conversion Kjeldahl de 5,95. Toutefois, pour les études nutritionnelles on utilise le facteur de 6,25 pour que le bilan azoté du régime alimentaire corresponde à celui des protéines types. La digestibilité réelle des protéines de riz cuit est de 88+4 pour cent chez l'homme (OMS, 1985) (tableau 28). Leur indice chimique est d'environ 65 pour cent sur la base de 5,8 pour cent de lysine pour 100 pour cent (OMS, 1985). Chez les rats, l'utilisation protéique nette de riz usiné est d'environ 70 pour cent (Eggum et Juliano, 1973, 1975). Chez les rats en croissance, la valeur biologique est d'environ 70 pour cent pour le riz cru et d'environ 80 pour cent pour le riz cuit (Eggum, Resurrección et Juliano, 1977).

Les protéines du riz cru sont digestibles à 100 pour cent chez les rats en croissance (Eggum et Juliano, 1973, 1975). Bien que la cuisson ramène à 89 pour cent la digestibilité réelle chez les rats en croissance, la digestibilité de la lysine demeure proche de 100 pour cent (Eggum, Resurrección et Juliano, 1977; Eggum, Cabrera et Juliano, 1992). Ainsi, l'utilisation protéique nette du riz cuit est également d'environ 70 pour cent. Les effets de la cuisson sont examinés d'une manière plus

détailé au chapitre 5.

Riz forte teneur en protéines

Des essais d'alimentation chez des rats en croissance et une étude des données relatives aux taux de croissance (Blackwell, Yang et Juliano, 1966), des déterminations du rendement protéique et du bilan azoté (Bressani, Elias et Juliano, 1971), des études sur l'utilisation protéique nette (Eggum et Juliano, 1973, 1975; Murata, Kitagawa et Juliano, 1978) et les chiffres indiquant la valeur nutritive relative (Hegsted et Juliano, 1974) ont montré que si la teneur en protéines du riz usiné passe de 7 à 9 pour cent, cela a des avantages sur le plan nutritionnel, compte tenu des protéines utilisables (teneur en protéines x qualité des protéines) (tableaux 30 et 31). La teneur en lysine des protéines du riz ne diminue que légèrement quand la teneur du riz usiné en protéines augmente pour atteindre 10 pour cent, puis elle devient constante quand la teneur en protéines dépasse 10 pour cent (Cagampang et al., 1966; Juliano, Antonio et Esmama, 1973).

TABLEAU 30 - Effets de la teneur en protéines sur la qualité protéique du riz usiné d'après l'UPN et divers titrages du rapport de pente (gain de poids) et des protéines de référence chez des rats en croissance

Source de protéines du riz	Teneur en protéines (% N x 6.25)	Lysine (g/16 g N)	Indice chimique (%)	UPN (%)	Valeur nutritive respective (%)			
					I	II ⁴	III ⁵	IV ⁶

Intan Commercial	6,0 6,7	4,1 3,4	70 58	75 56	78 -	77 -	82 -	51
IR8	7,7	3,6	62	70	69	72	63	-
IR22	7,9	3,8	65	-	78	-	-	-
IR22	10,0	3,9	67	69	77	-	-	-
IR8	10,2	3,5	60	65	68	67	-	-
IR480-5-9	10,3	3,5	61	-	-	- 57	-	-
IR480-5-9	11,0	3,2	55	63,56	-	-	-	48
IR1103-15-8	11,6	3,6	63	71	65	-	-	-
IR58	11,8	3,5	60	68	-	-	-	-
IR480-5-9	11,8	3,3	58	64	53	-	-	-
IR480-5-9	12,3	3,3	58	-	54	-	-	-
BPI-76-1	15,2	3,2	55	66	46	60	42	-

◆ Sur la base de 5.8 pour cent de lysine pour 100 pour cent (OMS, 1986).

◆ Eggum et Juliano, 1973, 1975: Murata, Kitagawa et Juliano, 1978.

◆ Sur la base de rations ◆ 0. 28, 56 et 84 pour cent de riz et lactalbumine pour 100 pour cent (Hegsted et Juliano. 1974).

⁴ Sur la base de rations ◆ 0, 1, 2, 3. 4 et 5 pour cent de protéines et caséine pour 75 pour cent (Bressani. Elias et Juliano, 1971).

⁵Sur la base de rations 2, 5 et 8 pour cent de protéines et caséine pour 75 pour cent (B.E. McDonald, communication personnelle, 1974).

⁶Sur la base de rations 11, 4, 8, 12 et 15 pour cent de protéines et d'œuf pour 100 pour cent (Murata. Kitagawa et Juliano, 1978).

Ces preuves sur le rat ont été vérifiées par des études sur la correspondance du bilan azoté chez des enfants d'âge préscolaire au Pérou (MacLean et al., 1978) et aux Philippines (Roxas, Intengan et Juliano, 1979) (tableau 32). Bien que la rétention d'azote apparente ait été quelque peu inférieure pour le riz à haute teneur en protéines, la diminution ne représentait qu'une fraction de l'augmentation de cette teneur. Des études à court terme sur le bilan azoté ont également révélé une augmentation de la rétention apparente d'azote quand le riz à teneur moyenne en protéines (7,5-7,8 pour cent) était remplacé par un poids égal de riz à haute teneur en protéines (11,4-14,5 pour cent); chez les adultes, elle est passée de 3,6 à 11,7 pour cent avec un régime alimentaire composé de riz (Clark, Howe et Lee, 1971) et de 27,7 pour cent à 29,8 pour cent avec un régime composé de riz et de poisson (Roxas, Intengan et Juliano, 1975); chez les enfants, elle est passée de 21,6 pour cent à 31,6 pour cent avec un régime composé de riz et de haricots mungo et grains verts (Roxas, Intengan et Juliano, 1976) (tableau 33).

[TABLEAU 31 - Effets de la teneur en protéines sur la qualité protéique du riz usiné cru d'après le bilan azoté chez des rats en croissance](#)

[TABLEAU 32 - Données relatives au bilan azoté chez des enfants d'âge préscolaire de sexe masculin nourris de riz usiné à teneur élevée en protéines et de riz usiné à teneur moyenne en protéines](#)

Des essais d'alimentation à long terme effectués dans des établissements pour enfants en Inde et aux

Philippines ont prouvé que le remplacement du riz usiné à teneur moyenne en protéines (6-7 pour cent) par un poids égal de riz usiné à haute teneur en protéines (10 pour cent) dans le régime alimentaire des enfants améliorait la croissance, à condition que les autres facteurs nutritionnels, par exemple le zinc, ne deviennent pas limitants (Pereira, Begum et Juliano, 1981; Roxas, Intengan et Juliano, 1980). L'absence de réponse du point de vue de la taille ou du poids chez les enfants indiens ne recevant aucun complément de vitamines et de minéraux résultait peut-être d'une carence en zinc et autres minéraux ainsi qu'en vitamines avec l'apport plus élevé de protéines.

[TABLEAU 33 - Remplacement d'un riz à teneur moyenne en protéines par un riz à teneur élevée en protéines dans différents régimes: effet sur le bilan azoté d'adultes](#)

[TABLEAU 34 - Indice glycémique du riz usiné cuit et de produits à base de riz chez des sujets normaux et diabétiques \(diabète sucré\) non insulinodépendants \(%\)](#)

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Indice glycémique, digestibilité de l'amidon et amidon résistant

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

L'indice glycémique, basé sur l'augmentation relative du glucose plasmatique dans les trois heures qui suivent l'ingestion de glucides avec du pain blanc ou du glucose pour 100 pour cent, a été utilisé comme référence pour l'établissement du régime alimentaire des diabétiques (diabète sucré) non

insulinodépendants. L'indice glycémique était plus élevé pour les riz gluants et à faible teneur en amylose que pour les riz à teneur en amylose intermédiaire ou élevée (Godard, Young et Marcus, 1984; Juliano et Goddard. 1986; Jiraratsatit et al., 1987; Tanchoco et al., 1990; M.I. Prakoso. 1990, communication personnelle) (tableau 34) Le traitement tel que l'étuvage et la fabrication de pâtes alimentaires, a tendance à réduire l'indice glycémique du riz, en particulier celui des riz à teneur en amylose intermédiaire OU élevée (Panlasigui, 1989; Wolever et al., 1986) Par contre, Tsai et al. (1990) ont signalé que le riz gluant, la semoule de riz, le riz cuit à la vapeur et les pâtes alimentaires à base de riz avaient le même indice glycémique que le pain blanc chez des diabétiques non insulino-dépendants Parmi les riz riches en amylose, le riz IR42 à basse température de gélatinisation et à gel dur avait un indice glycémique plus élevé que les riz IR36 et IR62 à température de gélatinisation intermédiaire et à gel plus mou (Panlasigui, 1989) Cependant Srinivasa Rao (1970) a signalé que l'ingestion de riz IR8 à gel dur avait pour résultat un taux glycémique maximal moins élevé qu'avec le riz Hamsa à gel plus mou: tous deux ont une forte teneur en amylose et une basse température de gélatinisation.

On a émis l'hypothèse que la consommation prolongée de riz usiné contenant peu de fibres provoquait le diabète en raison de sa faible teneur en fibres solubles (0,1-0,8 pour cent), en particulier à des températures minimales supérieures à 15 °C (Trowell, 1987). Il a été signalé que l'amidon résistant aux enzymes est affecté par le traitement, en particulier le traitement à l'autoclave, et qu'il agirait comme une fibre alimentaire soluble dans le colon en exerçant peut-être un effet hypocholestérolémique (Englyst, Anderson et Cummings, 1983). Toutefois les valeurs signalées pour la teneur du riz en amidon résistant aux enzymes varient depuis de simples traces jusqu'à 0,3 pour cent (Englyst, Anderson et Cummings, 1983; Holland, Unwin et Buss, 1988). Les valeurs in vitro s'établissent à 0 pour cent pour le riz gluant cru ou cuit et à moins de 1 pour cent pour le riz non gluant cru et les pâtes alimentaires à base de riz, mais à 1,5 - 1,6 pour cent pour le riz non gluant cuit, y compris le riz étuvé. Ces faibles valeurs sont peut-être dues au fait que le riz est cuit en grains complets, ce qui évite une association étendue d'amidon. Un riz

usiné cru, s'agissant d'un mutant de IR36 à diluant de l'amylose, contenait 1,8 pour cent d'amidon résistant *in vitro*. En raison de l'importance que revêt le riz étuvé en Asie méridionale, l'Institut national des sciences animales de Foulum (Danemark) détermine actuellement la teneur en amidon résistant aux enzymes de riz IR à diverses teneurs en amylose en utilisant des antibiotiques pour supprimer la fermentation de l'amidon résistant dans l'intestin postérieur (Björck et al., 1987). La teneur en amidon résistant était plus élevée dans les riz cuits à température de gélatinisation intermédiaire que dans les riz à faible température de gélatinisation, et elle augmentait sous l'effet de l'étuvage (B.O. Eggum, données inédites). L'amidon résistant *in vitro* obtenu à partir de riz cuits avec utilisation de pullulanase et de bêta-amylase a été caractérisé comme étant essentiellement de l'amylose (limites de bêta-amylolyse de 90 à 96 pour cent) avec de 55 à 65 unités de glucose (IRRI, 1991 b), comme il avait déjà été signalé précédemment pour l'amidon de blé et de maïs (Russell, Berry et Greenwell, 1989).

La fermentation microbienne en anaérobiose de l'amidon résistant dans le côlon produit du lactate, des acides gras à chaîne courte (acétate, propionate et butyrate), du dioxyde de carbone et de l'hydrogène. Les acides gras sont absorbés à partir de la lumière intestinale dans les cellules épithéliales du côlon et fournissent de 60 à 70 pour cent de l'énergie qui aurait été disponible si les glucides avaient été absorbés sous forme de glucose dans l'intestin grêle (Livesey, 1990). Ainsi, la digestion complète de l'amidon du riz cuit gluant ou non gluant chez les nourrissons (De Vizia et al., 1975; MacLean et al., 1978) et de l'amidon cru chez les rats en croissance (El-Harith, Dickerson et Walker, 1976; Eggum, Juliano et Maniñgat, 1982; Pedersen et Eggum, 1983) comprend l'amidon résistant qui a subi une fermentation dans le côlon ou l'intestin postérieur. L'épreuve de détermination de l'hydrogène dans l'haleine d'enfants villageois âgés de 1 à 59 mois au Myanmar a révélé une forte prévalence de malabsorption des glucides du riz (66,5 pour cent) (Khin-Maung-U et al., 1990a). La moitié environ des enfants étaient déjà dans un état de dénutrition par suite d'une malnutrition antérieure, mais on n'a constaté aucune différence entre les enfants accusant une malabsorption des glucides du riz et les autres (Khin-Maung-U et al., 1990b). Levitt et al.

(1987) ont signalé que le riz était presque totalement absorbé par des adultes en bonne santé et ne provoquait qu'un accroissement minime de l'excrétion d'hydrogène par rapport à l'avoine, au blé complet, au maïs, aux pommes de terre ou aux haricots cuits.

Autres propriétés

Le riz étuvé ou la semoule de riz (Molla, Ahmed et Greenough, 1985), l'eau de riz (Wong, 1981; Rivera et a/., 1983) et le riz cuit par extrusion (Tribelhorn et a/., 1986) ont tous été utilisés avec des résultats efficaces pour le traitement de la diarrhée non infectieuse puisque l'amidon a une plus faible osmolalité que le glucose. Une solution de réhydratation orale ayant même une concentration aussi élevée que 80 g de riz par litre est buvable par les malades et elle est extrêmement efficace, fournissant quatre fois plus d'énergie que la solution normale de glucose (20 pour cent) utilisée pour la réhydratation orale (Molla, Ahmed et Greenough, 1985).

Une corrélation a été établie entre la consommation de produits céréaliers, y compris le riz, et les caries dentaires (Bibby, 1985). Les dentistes admettent d'un commun accord que les caries dentaires résultent de la déminéralisation des dents par les acides produits à la surface dentaire lors de la fermentation des bactéries provenant des glucides. L'étuvage, la cuisson sous pression et la cuisson par extrusion développent la formation d'acides par l'amidon dans la plaque dentaire. Le phytate est un facteur protecteur de l'émail, de même que les acides aminés, les phosphates, les lipides, etc. Le raffinage élimine des aliments à base de riz les facteurs qui protègent contre les caries et augmente l'aptitude de ces aliments à provoquer des caries. L'inclusion dans le régime alimentaire de l'homme de son de riz ou d'un extrait à l'eau chaude de son de riz a une action préventive contre les caries (Ventura, 1977).

Selon une croyance populaire, certaines variétés de riz ont des propriétés médicinales, par exemple la

variété du Myanmar appelée Na ma tha lay. Les Chinois croient aussi que le riz noir comporte une fraction de renforcement de l'organisme et a des vertus pharmaceutiques. Aussi est-il appelé riz de renforcement du sang, riz médicinal ou riz fournissant une contribution (Li et Lai, 1989). La teneur en pigment du riz noir est de 1 mg par 100 g. Cent grammes de riz noir contiennent 3 mg de vitamine C et 0,2 mg de riboflavine, et ce riz contient plus de fer, de calcium et de phosphore que le riz non pigmenté. Au Kérala (Inde), la variété Navara est réputée avoir des propriétés médicinales et elle est utilisée pour réactiver les nerfs en cas de paralysie: à l'état impur, l'oridine, un alcaloïde présent dans le riz, a quelques propriétés antineuropathiques (Chopra, 1933). Les pigments d'anthocyanine du riz rouge appelé Tapol, extraits à l'éthanol à 95 pour cent contenant 0,1 pour cent d'acide chlorhydrique, sont pour 70 pour cent du cyanidine-3-glucoside (chrysanthémine) et pour 12 pour cent du péonidine-3-glucoside (oxycoccicyanine) avec deux autres pigments d'anthocyanine (Takahashi et al., 1989). Des riz cargo pigmentés avaient une plus forte teneur en riboflavine que des riz IR non pigmentés, mais la teneur en thiamine était la même (Villareal et Juliano, 1989a). Il a été signalé qu'en Inde la teneur totale en glucides et en amidon des riz rouges usinés était plus faible que celle du riz usiné non pigmenté (Srinivasa Rao, 1976), probablement à cause de la plus forte teneur en protéines et des substances phénoliques résiduelles avec un usinage à 7 pour cent. De même que le riz cargo, le Perurutong pourpre avait une UPN plus faible chez les rats en croissance (59,1 pour cent) que le riz rouge (66,6 pour cent) et le riz cargo non pigmenté (66,7-70,6 pour cent) du fait de la digestibilité réelle extrêmement réduite de ses protéines (72,4 pour cent) à cause de la forte teneur en substance phénolique (anthocyanine) (0,62 pour cent au lieu de 0,01-0,25 pour cent) (Eggum, Alabata et Juliano, 1981). Ces différences disparaissent à l'usinage car celui-ci élimine la majeure partie des pigments.

On a constaté des différences variétales en ce qui concerne la teneur en cadmium (Cd) du riz cargo cultivé à Tsukuba (Japon) à partir de plants repiqués entre juin 1983 et juin 1985: cinq riz indica semi-nains contenaient 24-74 ppb de Cd contre 2-27 ppb de Cd pour des variétés japonica et 4-56 ppb de Cd pour

des variétés indica non naines (Morishita et al., 1987). La teneur moyenne en Cd du riz dans divers pays variait de 5 à 99 ppb à l'état humide, la teneur la plus forte étant relevée à Hokuriku (Japon); l'apport quotidien de cadmium à partir du riz allait de 1 à 36 μg et était également le plus élevé à Hokuriku, mais la même valeur (36 μg) était aussi observée dans l'île de Célèbes (Indonésie) où la teneur en Cd était inférieure mais l'apport en riz plus élevé (Rivai, Koyama et Suzuki, 1990). La forte teneur du riz en cadmium a été l'une des principales causes d'une épidémie de Itai-itai au Japon (Kitagishi et Yamane, 1981).

L'analyse effectuée entre 1979 et 1982 a révélé des carences en sélénium (Se) dans les produits d'alimentation animale dans 70 pour cent des régions de la Chine, où 80 pour cent des produits et fourrages analysés contenaient moins de 0,50 ppm de Se (Liu, Lu et Su, 1985). La teneur en sélénium du riz cargo et du riz usiné cultivés au Japon est signalée comme étant de 30 à 40 mg par gramme (Noda, Hirai et Dambara, 1987). Le sélénium est réparti à raison de 13 pour cent dans la balle, 15 pour cent dans le son et 72 pour cent dans le riz usiné (Ferretti et Levander, 1974).

Il a été signalé que la teneur en silicium (Si) du riz usiné était de 0,046 μg 0,030 pour cent pour six riz des Etats-Unis (Kennedy et Schelstraete, 1975); le silicium se trouvait principalement dans l'enveloppe du riz usiné. Les données récentes obtenues au fluorimètre ont révélé que la teneur moyenne en silicium (état humide) de sept riz IR s'établissait à 0,041 μg 0,016 pour cent pour le riz cargo et à 0,015 μg 0,009 pour cent pour le riz usiné (Villareal, Maranville et Juliano, 1991). Le titrage calorimétrique du silicium au phosphomolybdate a révélé que pour un riz usiné IR32 à 7 pour cent de protéines la teneur en silicium était de 0,035 pour cent dans la couche de subaleurone (les 9 pour cent extérieurs), de 0,014 pour cent dans l'albumen moyen (les 11 pour cent suivants) et de 0,009 pour cent dans l'albumen interne (80 pour cent) (Juliano, 1985b), ce qui équivaut à 0,010 pour cent de silicium dans le grain entier.

Effet hypocholestérolémique du son de riz

Chez des hamsters, l'addition au régime de 10 pour cent de fibres alimentaires provenant de son de riz stabilisé, de son de riz stabilisé et dégraissé et de son d'avoine a réduit de façon appréciable le taux de cholestérol dans le plasma par rapport aux témoins (Kahlon et a/., 1990). Lors de nouvelles expériences, seuls le son non dégraissé et le son d'avoine abaissaient le taux de cholestérol (Haumann, 1989). Le son de riz stabilisé à la chaleur, fournissant 7 pour cent de fibres alimentaires, abaissait le taux de cholestérol libre dans le foie et, associé à 5 pour cent d'huile de poisson, réussissait mieux que le son de blé à réduire le taux de triglycérides plasmatiques et hépatiques et la lipogenèse hépatique (Topping et al., 1990). De récentes études de confirmation sur l'homme ont mis en évidence l'effet hypocholestérolémique du son de riz non dégraissé (Gerhardt et Gallo, 1989; Nicolosi, 1990; Saunders, 1990). Cependant, des essais d'alimentation limités effectués sur des adultes n'ont pas confirmé l'activité hypocholestérolémique du son de riz chez des sujets japonais (riz cargo par opposition au riz usiné) (Miyoshi et a/., 1987a, 1987b) et des sujets philippins (Dans et a/., 1987).

L'effet hypocholestérolémique du son d'avoine est dû à sa forte teneur en hémicelluloses solubles. En revanche, l'activité hypocholestérolémique de l'huile de son de riz chez l'homme et les rats (Raghuram, Brahmaji Rao et Rukmini, 1989) est due à la fraction de substances non saponifiables (Suzuki et al., 1962; Sharma et Rukmini, 1986, 1987). L'huile de son de riz abaissait le taux de cholestérol sanguin chez l'homme plus efficacement que l'huile de tournesol, de maïs ou de carthame (Suzuki et al., 1962).¹¹ a également été signalé qu'une fraction de polyoside dans le son exerçait un effet hypocholestérolémique sur les rats (Vijayagopal et Kurup, 1972). L'effet hypocholestérolémique de l'hémicellulose du son de riz (son de riz dégraissé) (Ayano et al., 1980) était dû à la réduction de l'absorption de cholestérol alimentaire à partir de l'intestin grêle chez les rats (Aoe, Ohta et Ayano, 1989).

Facteurs antinutritionnels

Les facteurs antinutritionnels dans le grain de riz sont concentrés dans la fraction constituant le son (l'embryon et la couche de cellules à aleurone). Ils comprennent la phytine (phytate), l'inhibiteur de la trypsine, l'oryzacystatine et l'hémagglutinine-lectine. Tous, à l'exception de l'oryzacystatine, ont déjà été passés en revue (Juliano, 1985b).

Tous les facteurs antinutritionnels sont des protéines et tous, à l'exception de la phytine (phytate), sont sujets à dénaturation par la chaleur. La phytine se trouve en globoïdes de 1 à 3 μm dans l'aleurone et les corps protéiques de l'embryon sous forme de sel de potassium ou de magnésium. Ses groupes phosphates peuvent aisément provoquer la chélation avec des cations tels que le calcium, le zinc et le fer et avec des protéines. La phytine est thermostable et elle est à l'origine du bilan de minéraux plus médiocre observé chez les sujets nourris de riz cargo, par rapport à celui de sujets nourris de riz usiné (Miyoshi et al., 1987a, 1987b).

Un inhibiteur de la trypsine a également été isolé à partir du son de riz et caractérisé (Juliano, 1985b). L'inhibiteur partiellement épuré est stable avec un pH acide ou neutre et il conserve plus de 50 pour cent de son activité après 30 minutes d'incubation à 90 $^{\circ}\text{C}$ avec un pH de 2 et de 7. Le passage à la vapeur du son de riz pendant six minutes à 100 $^{\circ}\text{C}$ inactive l'inhibiteur de la trypsine, mais le séchage à sec à 100 $^{\circ}\text{C}$ pendant un maximum de 30 minutes n'est pas aussi efficace. L'inhibiteur est réparti à raison de 85 à 95 pour cent dans l'embryon et de 5 à 10 pour cent dans le son exempt de germe, mais il n'y en a pas dans le riz usiné.

Les hémagglutinines (lectines) sont des globulines qui agglutinent les hématies des mammifères et précipitent les glycoconjugués ou les polysides. La toxicité des lectines est due à leur aptitude à lier des

sites de récepteurs de glucides spécifiques sur les cellules de la muqueuse intestinale et à perturber l'absorption des nutriments à travers la paroi de l'intestin. La lectine du son de riz se lie d'une manière spécifique au 2acétamido-2-désoxy-D-glucose (Poola, 1989). Elle est stable pendant deux heures à 75 °C mais perd rapidement son activité après 30 minutes à 80 °C ou 2 minutes à 100 °C (Ory, Bog-Hansen et Mod, 1981). La lectine du riz agglutine les hématies des groupes A, B et O chez l'homme. Elle est située dans l'embryon, mais elle a des récepteurs aussi bien dans l'embryon du riz que dans l'albumen (Miao et Tang, 1986).

L'oryzacystatine est un inhibiteur (cystatine) de la protéinase de la cystéine (globuline) provenant de la semence du riz, et c'est probablement le premier membre bien défini de la famille des cystatines d'origine végétale (Kondo, Abe et Arai, 1989). L'incubation avec un pH de 7 pendant 30 minutes à 100 °C n'avait aucun effet sur son activité, mais l'inhibition tombait à 15 pour cent à 110 °C et à 45 pour cent à 120 °C. L'oryzacystatine réalisait effectivement l'inhibition des protéinases de cystéine telles que la papaïne, la ficine, la chymopapaïne et la cathepsine C et n'avait aucun effet sur les protéinases de la sérine (trypsin, chymotrypsine et subtilisine) ni sur la protéinase carboxyle (pepsine).

Une protéine allergène du grain de riz, qui provoque au Japon un eczéma constitutionnel associé à la consommation de riz, est une alpha-globuline et accuse une immunoréactivité stable (60 pour cent) même après avoir été portée à 100 °C pendant 60 minutes (Matsuda et al., 1988). Cette protéine est présente surtout dans le riz usiné plutôt que dans le son. On peut préparer des grains de riz hypoallergènes en laissant incuber le riz usiné dans de l'actinase pour hydrolyser les globulines en présence d'un tensio-actif avec un pH alcalin (Watanabe et al., 1990a) puis en effectuant un lavage. La couleur du grain traité est améliorée par un traitement à l'acide chlorhydrique à 0,5 N et par un lavage à l'eau (Watanabe et al., 1990b).

Besoins en protéines des enfants d'âge préscolaire et des adultes ayant un régime alimentaire à base de riz

Le niveau quotidien de sécurité des besoins en protéines des enfants philippins d'âge préscolaire ayant un régime alimentaire à base de riz (mesures effectuées selon la méthode à plusieurs niveaux du bilan azoté, les deux tiers de l'azote provenant du riz) est plus bas pour un régime riz/lait (1,11 g/kg de poids corporel) et un régime riz/poisson (1,18 g/kg) que pour un régime riz/haricots mungo à grains verts (1,34-1,56 g/kg) ou un régime composé uniquement de riz (1,44 g/kg) (Intengan et al., 1984; Cabrera-Santiago et al., 1986). La digestibilité réelle s'établissait entre 70 et 78 pour cent. L'indice chimique (valeur en acides aminés) de ces régimes de sevrage philippins basés sur 5,8 pour cent de lysine pour 100 pour cent était de 100 pour cent pour le régime riz/poisson, de 93 pour cent pour le régime riz/lait, de 90 pour cent pour le régime riz/haricots mungo complets à grains verts, de 81 pour cent pour le régime riz/haricots mungo à grains verts décortiqués et grillés et de 60 pour cent pour le régime composé uniquement de riz IR58. La qualité protéique du riz IR58 riche en protéines, telle qu'elle a été déterminée sur trois enfants d'après l'indice à très court terme du bilan azoté, correspondait à 79-80 pour cent de celle du lait (Cabrera-Santiago et al., 1986). Par rapport au niveau de sécurité des besoins en protéines du lait, soit 0,89 g/kg de poids corporel (Huang, Lin et Hsu, 1980), la qualité protéique du riz IR58 correspondait à 62 pour cent de celle du lait. Le fait de griller et de décortiquer les haricots mungo à grains verts avant de les mettre à bouillir n'améliorait pas de façon appréciable le régime riz/haricots mungo à grains verts, en raison de la décomposition des acides aminés pendant le grillage (Eggum et al., 1984). La digestibilité réelle des régimes riz/haricots mungo à grains verts (2:1 en poids) des enfants thaïlandais s'établissait à 72,7 pour cent \diamond 6,1 pour cent avec des haricots mungo complets et à 74,6 pour cent \diamond 5,9 pour cent avec des haricots mungo décortiqués (Hussain, Tontisirin et Chaowanakarn/kit, 1983).

TABLEAU 35 - Composition et valeur nutritionnelle des fractions d'usinage du riz cargo IR32 avec 14 pour

cent d'humidité

Fraction de riz	Protéines brutes (%N x 6.25)	FibresDétergentes neutres (%)	Lipides bruts (%)	Cendres brutes (%)	Total P (%)	Valeur énergétique (kJ/g)	Lysine (g/16 g N)	Indice chimique (%)
Riz cargo	8,5	2,6	2,4	0,8	0,14	15,9	3,8	66
Riz semi blanchi	8,3	1,8	1,5	0,6	0,14	15,7	3,6	62
Riz usiné	8,1	0,8	0,7	0,4	0,08	15,5	3,6	62
ET	0,3	0,3	0,4	0,3	0,06	ns	0,1	

Source: Eggum, Juliano et Maniñgat. 1982.

Des études à long terme chez des enfants d'âge préscolaire pour vérifier les apports protéiques révélés lors d'études à court terme ont été entreprises pour deux régimes de sevrage riz/poisson avec 1,7 g/kg/jour (Tontisirin, Ajmanwra et Valyasevi, 1984; Cabrera et al., 1987). Les résultats donnent à penser qu'au niveau de 1,7 g de protéines/kg/jour l'apport d'énergie actuellement recommandé de 100 kcal/kg/jour est insuffisant pour assurer la croissance, mais il est nécessaire de poursuivre les recherches

avec un plus grand nombre de sujets. Le niveau de sécurité calculé pour l'apport protéique chez un enfant âgé de six à neuf mois est de 1,75 g/kg/jour dans un pays en développement où les enfants sont exposés à des infections, voire à des disettes périodiques (OMS, 1986).

TABLEAU 36 - Données sur le bilan chez cinq rats en croissance

Les niveaux de sécurité des besoins quotidiens en protéines pour les adultes chinois (Chen et al., 1984; Huang et Lin, 1982) et philippins (Intengan et al., 1976) consommant un régime à base de riz variaient de 1,14 à 1,18 g/kg de poids corporel. En comparaison, le niveau de sécurité des besoins en protéines d'œuf chez les adultes s'établissait à 0,89 g/kg/jour (Huang et Lin, 1982) et à 0,99 g/kg/jour (Tontisirin, Sirichakawal et Valyasevi, 1981). La valeur globale pour des protéines hautement digestibles de bonne qualité chez des hommes jeunes en bonne santé s'établit à 0,63 g/kg/jour (OMS, 1986). Sur cette base, les régimes composés de riz fournissaient des protéines dont la qualité correspondait à 68-98 pour cent de celle des protéines de référence. On a estimé que l'UPN relative des protéines du riz chez les adultes japonais calculée selon la méthode du rapport de pente correspondait à 65 pour cent de celle des protéines d'œuf (Inoue et al., 1981), et l'on a signalé une UPN de 56 pour cent pour un régime d'œufs et de 43 pour cent pour un régime chinois composé de riz (Huang et Lin, 1982).

Des études à long terme (50-90 jours) chez des adultes, effectuées pour vérifier l'apport de protéines indiqué lors d'études à court terme, ont révélé qu'un apport de protéines de 0,94 à 1,23 g/kg/jour avec un apport énergétique de 37 à 63 kcal/kg/jour était suffisant pour des sujets chiliens, chinois, philippins, coréens et thaïlandais (Intengan et al., 1982; Rand, Uauy et Scrimshaw, 1984). L'indice chimique pour le régime philippin composé de riz était de 100 pour cent (Intengan et al., 1982) sur la base du mode de détermination OMS/FAO/UNU de l'indice chimique pour les enfants d'âge préscolaire (OMS, 1986). D'après les calculs, les régimes composés de riz contenaient suffisamment de lysine (Autret et al., 1968). Pour les régimes à base de riz, la digestibilité réelle calculée des protéines variait de 80 à 87 pour cent. Si

l'on admet que le niveau de sécurité des besoins en protéines correspond à 0,75 g de protéine de bonne qualité (OMS, 1986), la qualité des régimes à base de riz soumis aux épreuves correspondait à 61 -80 pour cent de celle des protéines animales de référence. Il semble que la digestibilité soit le facteur le plus important déterminant l'aptitude des sources de protéines dans un régime mixte habituel à répondre aux besoins protéiques des adultes (OMS, 1986). Ainsi, du fait que ses protéines ont une teneur relativement élevée en acides aminés soufrés et contiennent de 3,5 à 4,0 pour cent de lysine, le riz usiné complète dans le régime alimentaire de l'homme les protéines de légumineuses qui sont riches en lysine mais manquent d'acides aminés soufrés, et l'indice chimique du régime composé est plus élevé que celui du riz ou d'une légumineuse considérés isolément.

[TABLEAU 37 - Données sur le bilan chez cinq enfants d'âge préscolaire](#)

[TABLEAU 38 - Digestibilité et bilan azoté chez cinq hommes recevant une ration de riz cargo ou de riz usiné avec apport de protéines faible ou normal \(moyenne SE\)](#)

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Utilisation des protéines, de l'énergie et des minéraux dans le riz cargo, le riz usiné et les régimes à base de riz

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

La FAO, l'OMS et l'Université des Nations Unies ont passé en revue les résultats des recherches sur les besoins en énergie et en protéines en utilisant des régimes alimentaires typiques des pays en développement (Torún, Young et Rand, 1981; Rand, Uany et Scrimshaw, 1984).

Par rapport au riz usiné, le riz cargo a une plus forte teneur en protéines, en minéraux et en vitamines, et ses protéines contiennent davantage de lysine (Resurrección, Juliano et Tanaka, 1979; Eggum, Juliano et Maniñgat, 1982) (tableau 35); toutefois, le riz cargo a aussi une plus forte teneur en phytine, en fibres détergentes neutres et en facteurs antinutritionnels dans la fraction constituant le son (inhibiteur de la trypsine, oryzacystatine, hémagglutinine) dans la fraction constituant le son. Des études portant sur le bilan azoté chez les rats ont révélé une digestibilité réelle légèrement plus faible pour les protéines du riz cargo, mais la valeur biologique et l'UPN étaient semblables pour le riz cargo et pour le riz usiné (Eggum, Juliano et Maniñgat, 1982) (tableau 36). Le riz cargo IR480-5-9 (10,9 pour cent de protéines) avait une digestibilité réelle de 90,8 pour cent, une valeur biologique de 70,8 pour cent et une UPN de 64,2 pour cent (Eggum et Juliano, 1973). L'énergie digestible est plus faible dans le riz cargo que dans le riz usiné. La digestibilité des lipides était de 95,8 + 0,5 pour cent pour le riz usiné et de 95,0 + 0,4 pour cent pour le riz cargo (Miyoshi, Okuda et Koishi, 1988). La digestibilité des protéines était de 95,3 + 0,7 pour cent pour le riz usiné et de 94,1 + 0,5 pour cent pour le riz cargo.

Des études chez le rat portant sur le paddy et le son de riz italiens ont mis en évidence une énergie digestible de 80,1 pour cent pour le paddy et de 67,4 pour cent pour le son; pour le paddy, la digestibilité de l'azote était de 87,8 pour cent, la valeur biologique de 72,6 pour cent et l'UPN de 63,7 pour cent (Pedersen et Eggum, 1983). Pour le son du riz IR32 (5,8 pour cent de lysine l'énergie digestible était de 67,4 pour cent, la digestibilité de l'azote de 78,8 pour cent, la valeur biologique de 86,6 pour cent et l'UPN de 68,3 pour cent (Eggum, Juliano et Maniñgat, 1982). Les valeurs correspondantes en ce qui concerne les résidus de polissage du riz (5,0 pour cent de lysine étaient de 73,3 pour cent pour l'énergie digestible, de

82,5 pour cent pour la digestibilité apparente de l'azote, de 86,3 pour cent pour la valeur biologique et de 71,2 pour cent pour l'UPN. Les résidus de polissage du riz IR32 contenant 13,2 pour cent de protéines (4,4 g de lysine/16 g N) et 15,4 pour cent de lipides, constituant l'alimentation de rats en croissance, avaient 79,1 pour cent d'énergie digestible, 85,9 pour cent de digestibilité réelle de l'azote, 81,1 pour cent de valeur biologique et 69,7 pour cent d'UPN (Eggum et al., 1984). Même avec un mélange de minéraux dans leurs rations, les rats nourris de paddy, de riz cargo et de riz semi-blanchi étaient incapables de maintenir leur concentration fémorale de zinc; il semble que les dépôts de calcium et de phosphore étaient également atteints (Pedersen et Eggum, 1983).

Des études analogues sur le bilan azoté avec des riz cargo et des riz usinés ont été faites sur des enfants d'âge préscolaire dont le régime alimentaire était composé de riz et de caséine ou de riz et de blé (rapport N 2:1) (Santiago et al., 1984) (tableau 37). L'absorption d'énergie était meilleure avec le riz usiné qu'avec le riz cargo ou le riz semi-blanchi. Le bilan azoté étant le même pour le riz cargo et le riz usiné, le grand avantage nutritionnel du premier est sa forte teneur en vitamines B. Roxas, Loyola et Reyes (1978) ont signalé que la digestibilité réelle d'un régime riz/lait (1: 1 source N) chez des enfants d'âge préscolaire s'améliorait avec l'usinage: elle était de 78 + 5 pour cent avec le régime riz cargo/lait, de 85 ± 5 pour cent avec le régime riz semi-blanchi/lait, de 87 + 4 pour cent avec le régime riz usiné normalement/lait et de 88 + 4 pour cent avec le régime surblanchi/lait, la digestibilité des protéines étant très nettement inférieure avec le régime comportant du riz cargo.

Des études de digestibilité et de bilan effectuées sur des adultes japonais pour des régimes à base de riz cargo et de riz usiné avec un apport protéique faible (0,5 g/kg) ou normal (1,2 g/kg) ont mis en évidence une meilleure digestibilité énergétique, protéique et lipidique pour le riz usiné (Miyoshi et al., 1986) (tableau 38). L'apport de fibres détergentes neutres était au moins deux fois plus élevé avec le régime à base de riz cargo. Ces résultats concordent avec les données issues d'études faites sur des enfants et sur

des rats. Les études effectuées sur les mêmes sujets ont révélé un taux d'absorption apparente plus faible pour le sodium, le potassium et le phosphore, et un bilan phosphoré plus faible pour le régime à base de riz cargo avec un apport faible de protéines (Miyoshi et al., 1987b), l'apport de minéraux étant corrigé par adjonction d'un mélange de minéraux de façon à être le même pour les deux régimes. Avec le régime à teneur type en protéines, même avec des teneurs plus fortes en potassium, phosphore, calcium et magnésium pour le régime à base de riz cargo, les taux d'absorption du potassium et du phosphore étaient encore nettement plus bas pour ce dernier (Miyoshi et al., 1987a). Le facteur qui y contribue est sans doute la forte teneur en phytate de la fraction du riz cargo constituée par le son (aleurone et germe). Les résultats ont confirmé des études de bilan antérieures comparant le riz cargo et le riz usiné (FAO, 1954).

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 5 - Traitement du riz après la moisson, étuvage et préparation à domicile

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Emmagasinage](#)

[Étuvage](#)

[Traitement](#)

[Pertes postérieures à la moisson](#)
[Préparation et cuisson à domicile](#)

La teneur en humidité varie beaucoup parmi les grains d'une même panicule puisque la floraison et le développement s'effectuent du sommet de la panicule vers la base. Le poids des grains tend à être plus faible et la teneur en protéines plus forte à la partie inférieure d'une panicule. La teneur optimale en humidité pour la moisson varie selon l'époque de l'année, mais elle est habituellement atteinte environ un mois après la floraison. L'uniformité de la floraison parmi les panicules influe sur le pourcentage d'immatures dans la récolte, la floraison étant plus synchrone chez les riz à forte sensibilité photopériodique que chez les autres variétés. L'immaturité des grains réduit le rendement en riz entier et produit des grains à caractère extrêmement crayeux.

On récolte le riz le plus souvent en coupant la panicule de manière à laisser suffisamment de tige pour permettre le battage à la main. Les panicules sont séchées au soleil sur la diguette avant le battage manuel, le piétinage par l'homme ou un animal, ou le traitement par batteuse mécanique. Tout retard dans le battage du riz coupé et engerbé favorise la combustion par suite de la respiration de micro-organismes en anaérobiose sur la paille (de 70 à 80 pour cent d'humidité) et les grains. Les grains jaunissent ou prennent une coloration beige quand la température de la panicule atteint 60 °C pendant quelques jours (Yap, Perez et Juliano, 1990). Les grains décolorés ont un meilleur rendement en riz entier et sont plus translucides que les grains témoins. Il semble que le mécanisme soit un brunissement non enzymatique (Reilly, 1990) qui aboutit à une diminution de la teneur des protéines en lysine (environ 0,5 pour cent) et ramène la digestibilité réelle à 92 pour cent et l'UPN à 61 pour cent (Eggum et al., 1984).

Si la moisson est retardée par temps de pluie, il s'ensuit fréquemment une germination des grains sur la

panicule, en particulier pour les riz japonica sans dormance. La verse peut aussi provoquer la germination dans la panicule chez les riz sans dormance. On a observé une corrélation entre l'incidence des fortes pluies (cyclones) à l'époque de la moisson en Inde et une contamination de la récolte de riz par l'aflatoxine (Tulpule, Nagarajan et Bhat,1982; Vasanthi et Bhat, 1990). L'aflatoxine pose aussi un problème pour la préparation du pinipig, un produit des Philippines à base de riz, pour lequel les grains gluants fraîchement récoltés sont mis directement à tremper, sans séchage, avant d'être grillés et écaillés (Food and Nutrition Research Institute, 1987).

Kunze et Calderwood (1985) et Mossman (1986) ont passé en revue le séchage du paddy. Le séchage fait habituellement appel au rayonnement solaire, en particulier pendant la saison sèche. La capacité de séchage est limitée pendant la saison des pluies lorsqu'on cultive davantage de riz à cause des disponibilités en eau. Les séchoirs rapides sont un moyen idéal pour assurer le séchage préliminaire du paddy moissonné, afin d'en ramener la teneur en humidité à 18-20 pour cent, mais aucun séchoir mécanique n'a été largement adopté par les cultivateurs asiatiques (Habito, 1987; de Padua, 1988). Les fêlures du grain sont minimales quand l'humidité dépasse 18 pour cent (Srinivas et Bhashyam, 1985; IRRI, 1991b). Le séchage initial permettra d'emmagasiner le grain en toute sécurité pendant quatre à cinq semaines avant le séchage définitif. La déformation des particules de sphérosomes dans la couche des cellules à aleurone s'observe quand les grains séchés à l'air chaud à 50 °C sont emmagasinés pendant six à douze mois, ce phénomène s'accompagnant d'une diminution de la teneur en triglycérides et en phospholipides (Ohta et a/., 1990).

Les fêlures se produisent non pas comme le clivage par exposition au soleil, mais quand le grain trop sec absorbe l'humidité en refroidissant (Kunze, 1985).

Emmagasinage

Les transformations à l'emmagasinage, ou vieillissement, se produisent particulièrement pendant les trois ou quatre mois qui suivent la moisson et sont également appelées «mûrissement postérieur à la récolte» (Juliano, 1985b). Les éléments constitutifs du grain s'équilibrent probablement pour revêtir leur aspect physique plus stable, ce qui produit un grain plus dur de teinte ivoire (Yap, Perez et Juliano, 1990). Le mûrissement postérieur à la récolte aboutit à un rendement plus élevé de riz entier et usiné. Le riz emmagasiné accuse une expansion volumétrique plus forte et produit un riz cuit plus écaillé avec moins de matières solides dissoutes dans l'eau de cuisson qu'avec le riz fraîchement récolté. En Asie tropicale, la préférence est donnée au riz vieilli, et il coûte plus cher que le riz fraîchement récolté (Juliano, 1985b).

On ignore le mécanisme exact de ces transformations qui se produisent à l'emmagasinage, mais ces transformations ont lieu dans tous les aliments amylicés. Dans le riz, elles se produisent principalement aux températures supérieures à 15 °C (Juliano, 1985b). Dans des pays où les riz japonica sont préférés comme le Japon et la Corée, le vieillissement au printemps et pendant l'été réduit la qualité du grain.

Le grain de riz est extrêmement hygroscopique en raison de sa teneur en amidon et il s'équilibre avec l'humidité relative du milieu ambiant. On estime que dans les régions tropicales la teneur en humidité la plus sûre à l'emmagasinage est de 14 pour cent. Les ravageurs (insectes et micro-organismes) et les rongeurs provoquent des pertes de grains aussi bien quantitatives que qualitatives (Cogburn, 1985). L'emmagasinage n'a pas d'incidence sur la composition brute, mais la teneur en vitamines diminue progressivement (Juliano, 1985b).

Dans la plupart des régions tropicales, le riz est stocké sous forme de paddy, mais au Japon c'est le riz cargo qui est emmagasiné. L'emploi de décortiqueurs à rouleaux de caoutchouc réduit au minimum les meurtrissures à la surface du riz cargo et améliore la durée de conservation des grains décortiqués. Toutefois, le riz cargo est plus sensible au stress du milieu en l'absence de balle qui l'isole et l'enveloppe et il se fissure facilement pendant le transport.

Étuvage

L'étuvage traditionnel consiste à faire tremper le riz paddy pendant une nuit ou plus longtemps dans de l'eau à la température ambiante, puis à le faire bouillir ou le passer à la vapeur à 100 °C de façon à gélatiniser l'amidon lorsque le grain gonfle jusqu'à ce que la balle, la glumelle et la paléa commencent à se séparer (Gariboldi, 1984; Bhattacharya, 1985; Pillaiyar, 1988). Le riz étuvé est alors refroidi et séché au soleil avant l'entreposage ou l'usinage.

Suivant les méthodes modernes, le riz est trempé dans l'eau chaude à 60 °C -c'est-à-dire au-dessous de la température de gélatinisation de l'amidon - pendant quelques heures pour réduire la contamination par les aflatoxines pendant le trempage. Le lessivage des éléments nutritifs pendant le trempage aggrave la contamination; le recyclage de l'eau de trempage qui est habituellement pratiqué a le même effet. Le trempage de riz paddy sain dans de l'eau inoculée avec *Aspergillus parasiticus* n'a pas provoqué de contamination par les aflatoxines du riz étuvé (Yap et al., 1987), ce qui fait penser que la contamination du grain a lieu avant le trempage (Bandara, 1985).

[TABLEAU 39 - Effet de la méthode d'étuvage sur la teneur en thiamine et en protéines](#)

L'infiltration sous vide pour éliminer l'air des grains avant le trempage sous pression, de même que l'étuvage sous pression, est utilisée pour obtenir un produit de bonne qualité. La couleur du riz usiné varie de crème à jaune selon l'intensité du traitement à la chaleur. Le riz vieux peut donner un riz étuvé grisâtre, probablement parce qu'il présente un pH moins élevé en raison de la présence d'acides gras libres.

L'étuvage gélatinise les granules d'amidon et durcit l'albumen en le rendant translucide. Les grains de caractère crayeux et ceux qui ont la surface dorsale, la surface ventrale ou le cœur crayeux deviennent

complètement translucides à l'étuvage. La présence d'un noyau blanc dans les grains de riz étuvé indique un étuvage incomplet.

TABLEAU 40 - Propriétés nutritionnelles de riz usinés crus et étuvés¹

Le séchage sur sable chaud aboutit à l'étuvage du riz à plus forte teneur en humidité récolté pendant la saison des pluies, mais non du riz récolté pendant la saison sèche. L'étuvage provoque une diffusion de vitamines hydrosolubles vers l'intérieur, outre une dégradation partielle de la thiamine pendant le traitement thermique, sauf s'il y a séchage au sable chauffé (Padua et Juliano, 1974) (tableau 39).¹¹ ne réduit pas la teneur en riboflavine (Grewal et Sangha, 1990). Malgré la dégradation de la thiamine, le riz usiné étuvé a une plus forte teneur en vitamines que les riz usinés crus avec toutes les méthodes d'étuvage mises à l'épreuve (Padua et Juliano, 1974).

Des résultats antérieurs ont révélé que le riz usiné étuvé a une plus forte teneur en vitamines B hydrosolubles, thiamine, riboflavine et niacine que le riz usiné cru (Kik et Williams, 1945). Des observations au microscope ont révélé une diffusion de l'huile et des protéines vers l'extérieur pendant l'étuvage; la diffusion ne peut pas s'effectuer aussi aisément à travers la membrane des cellules que celle des vitamines hydrosolubles, mais la structure des sphérosomes est détruite. Avec un même degré d'usage, le riz usiné étuvé contient moins de protéines que le riz usiné cru (tableau 39) et le son du riz étuvé contient plus de protéines et d'huile que le son du riz cru (Padua et Juliano, 1974). La composition des fractions de mouture s'explique aisément par une moindre contamination du son par l'albumen dans le riz étuvé.

L'étuvage provoque un certain jaunissement du grain selon que le traitement thermique est plus ou moins prononcé. En outre, on observe une diffusion de taches noires formant des zones brun foncé ou noires, 25 pour cent au moins de la surface du grain étant colorée. Bien que le riz étuvé soit plus dur que

le riz cru, les grains peuvent se fissurer pendant le séchage, notamment si l'humidité est inférieure à 18 pour cent car l'eau libre se fait rare à l'intérieur des grains.

Le riz fraîchement étuvé peut être usiné directement avec peu de brisures puisque les grains sont flexibles avec une forte teneur en humidité. Par suite de l'endommagement de la structure de sphérosomes, le son du riz étuvé a tendance à s'agglomérer pendant l'usinage et à boucher les tamis. En outre, il faut une plus forte pression d'usinage pour le riz étuvé du fait que l'albumen a durci.

Bien que le riz étuvé soit réputé avoir une plus longue durée de conservation que le riz cru en raison de la gélatinisation de l'albumen amylicé, la balle légèrement ouverte accroît l'exposition aux atteintes des insectes. De plus, il est notoire que le riz usiné asiatique est contaminé par l'aflatoxine, ce qui est rare dans le riz cru (Tulpule, Nagarajan et Bhat, 1982; Vasanthi et Bhat, 1990). Toutefois, la plus grande partie de l'aflatoxine est éliminée par traitement.

L'étuvage avec injection de vapeur sous pression diminue la digestibilité réelle des protéines du riz chez les rats en croissance (Eggum, Resurreccion et Juliano, 1977; Eggum et al., 1984) (tableau 40). Toutefois, ce fait est compensé par une augmentation de la valeur biologique, si bien que l'utilisation protéique nette est comparable dans le riz cru et dans le riz usiné étuvé. Quand l'étuvage avec injection de vapeur sous pression a été prolongé de 20 à 60 minutes, la digestibilité des protéines du riz IR8 n'a pas diminué davantage.

D'autre part, l'étuvage élimine les composés volatils du riz cuit, y compris les acides gras libres, inactive les enzymes comme la lipase et la lipoxygénase, tue l'embryon et décompose certains anti-oxygènes (Sowbhagya et Bhattacharya, 1976). Aussi le riz étuvé cuit est-il dépourvu des composés volatils qui sont caractéristiques du riz non étuvé fraîchement cuit, à savoir l'hydrogène sulfuré, l'acétaldéhyde et l'ammoniac (Obata et Tanaka, 1965). Les composés volatils identifiés étaient principalement des

aldéhydes et des cétones (Tsugita, 1986).

Le riz étuvé met plus longtemps à cuire que le riz cru; pour que sa durée de cuisson soit la même que celle du riz cru, on peut le faire tremper au préalable dans de l'eau. Les grains cuits sont moins gluants, ne s'agglomèrent pas et résistent à la désintégration; les grains sont également plus durs. De plus, ils ont tendance à gonfler davantage en largeur qu'en longueur par rapport au riz cru.

La plupart des variétés étuvées au Bangladesh, à Sri Lanka, en Inde et au Pakistan sont les riz à forte teneur en amylose qui sont les plus courants dans ces régions. En Thaïlande, les riz à teneur en amylose intermédiaire ou élevée sont étuvés pour l'exportation. Aux Etats-Unis, l'étuvage porte principalement sur le riz à grains longs et à teneur intermédiaire en amylose, tandis qu'en Italie les riz étuvés sont des japonica grossiers à teneur en amylose intermédiaire à faible.

Le grillage des grains de riz trempés à 250 °C pendant 40 à 60 secondes provoque aussi l'étuvage, mais le produit obtenu a une texture plus douce puisque le séchage de l'amidon a lieu immédiatement sans permettre la recristallisation ni la régression du gel de l'amidon, s'agissant principalement de la fraction amylose. Les grains rôtis sont aplatis ou écaillés au mortier et pilon, ou avec un écailleur à rouleaux ou une meule (Shankara et al., 1984), avant d'être vannés pour éliminer la balle et le germe.

Traitement

Le décorticage du paddy pour obtenir le riz cargo s'effectue soit à la main (pilage manuel), soit mécaniquement. Les décortiqueurs mécaniques sont de trois types principaux: les décortiqueurs Engelberg, les décortiqueurs à meule en pierre et les décortiqueurs à rouleaux de caoutchouc. Les décortiqueurs à meule en pierre sont encore très répandus en Asie tropicale où le riz cargo meurtri en surface est immédiatement usiné par abrasion ou frottement. Les rouleaux de caoutchouc sont courants

au Japon où l'on emmagasine le riz sous forme de riz cargo plutôt que de paddy afin d'économiser l'espace.

Si le degré hygrométrique de l'atmosphère est élevé pendant l'usinage, le rendement de riz entier s'en trouve amélioré. En portant à 14-16 pour cent la teneur en humidité du grain par traitement à la vapeur avant l'usinage, on améliore aussi le rendement de riz entier et sa saveur (Furugori, 1985), puisque cette teneur de 14 à 16 pour cent représente le seuil critique pour la sensibilité aux fêlures dans la plupart des variétés de riz (Srinivas et Bhashyam, 1985). Les variétés sensibles se brisent aisément avec une teneur inférieure à 16 pour cent quand elles sont exposées à une plus forte humidité, mais les variétés résistantes deviennent sensibles avec une humidité de 14 pour cent. Par conséquent, le risque de brisures est réduit au minimum pour toutes les variétés si l'on porte l'hygrométrie du grain à 16 pour cent avant l'usinage. Toutefois, pour garantir l'emmagasinage en toute sécurité, il faudra peut-être sécher de nouveau le riz usiné pour ramener son degré hygrométrique à 14 pour cent.

Les machines utilisées en Asie pour l'usinage du riz sont variables, depuis l'appareil à monder Engelberg à étape unique jusqu'aux systèmes à plusieurs étapes. La technique manuelle comportant le pilage à la main produit un riz semi-blanchi qui est plus riche en vitamines B que le riz usiné à la machine, du fait que les couches de son ne sont pas complètement éliminées. Avec la machine Engelberg, du type décortiqueur, le décortilage et l'usinage sont effectués en une seule étape, mais davantage de grains sont brisés. Le sous-produit est une farine grossière contenant de la balle et du son. L'utilisation d'un décortiqueur avant celle de l'appareil à monder permet d'améliorer le rendement en riz entier et en riz usiné total. Les grains minces nécessitent moins de pression pour les usiner que les gros grains parce que leur couche d'aleurone est plus mince, mais ils risquent davantage de se briser pendant l'usinage. Dans les rizeries modernes, l'usinage comporte plusieurs étapes, le son et les résidus de polissage étant recueillis séparément. L'usinage de 10 pour cent de résidus de polissage à partir du riz cargo par abrasion

ou frottement élimine la totalité du péricarpe, du tégument et du nucelle et la presque totalité de la couche de cellules à aleurone et de l'embryon (figure 2), mais n'enlève que très peu de l'albumen non aleurone, sauf sur les crêtes latérales (Ellis, Villareal et Juliano, 1986).

La machine à monder par abrasion effectue facilement le surblanchiment pour obtenir des riz à cœur blanc et à faible teneur en protéines et en lipides pour la fabrication du saké (boisson japonaise alcoolisée obtenue par la fermentation du riz).

La présence de zones crayeuses dans l'albumen (surface ventrale blanche ou cœur blanc) favorise les brisures de grains à l'usinage. Il semble qu'un albumen hétérogène soit plus sensible à la fissuration puisqu'un matant de caractère crayeux (Srinivas et Bhashyam, 1985) et du riz gluant comportant un albumen uniformément crayeux (Khush et Juliano, 1985) donnent un bon rendement de riz entier à l'usinage.

On entend par «riz poli» le riz usiné qui est passé par des polisseuses pour éliminer le son adhérent à la surface du riz usiné et pour en améliorer la translucidité. La polisseuse comporte un cylindre ou cône horizontal ou vertical recouvert de bandelettes de cuir, qui élimine en douceur le son par rotation dans un compartiment entouré de grillage ou d'un écran en acier à fentes.

Certains consommateurs préfèrent un riz extrêmement brillant appelé «riz glacé». On prépare ce riz en ajoutant du talc sec et une solution de glucose à du riz bien usiné dans un tambour rotatif dont la rotation répartit le mélange sur les grains. Le talc utilisé pour glacer le riz à Hawaii ne provoque pas une plus forte incidence de cancer de l'estomac, comme on le prétend au Japon où le glaçage au talc est interdit (Stemmermann et Kolonel, 1978).

Parmi les innovations adoptées par les rizeries japonaises, figure la commande d'usinage par micro-

ordinateur en fonction du degré d'usinage ou de blancheur souhaité (Furugori, 1985; van Ruiten, 1985). On a couramment recours au triage électronique d'après la couleur pour éliminer les grains noirs d'étuvage. Le raffinage poussé du riz usiné, introduit en 1977, comprend une humidification par nébulisation à travers l'arbre creux avec injection d'air comprimé pendant l'usinage avec une machine à raffiner de type très spécial à rouleaux métalliques. L'eau s'évapore pendant l'usinage, maintenant le grain à une température plus basse que pendant l'usinage classique. On a inauguré en 1976 une machine à usiner le riz comportant des rouleaux abrasifs agissant doucement sous très faible pression et qui produit un riz usiné dont plus de 80 pour cent des grains conservent un germe intact. Ce riz à germe est très apprécié des consommateurs japonais parce qu'il est riche en thiamine, riboflavine, tocophérol, calcium et acide linoléique. De petits appareils à usiner fonctionnant avec des pièces de monnaie sont très appréciés au Japon car ils permettent de répondre aux besoins quotidiens d'une famille et de réduire ainsi au minimum le rancissement lipidique à l'emmagasinage.

L'aflatoxine se trouve principalement dans les résidus de polissage du riz cargo (Ilag et Juliano, 1982). Le décortiquage élimine de 50 à 70 pour cent de l'aflatoxine du riz cru, et l'usinage réduit encore la teneur en toxines à 20-35 pour cent (Vasanthi et Bhat, 1990). L'étuvage réduit la teneur en toxines du riz déjà infesté de 33 à 61 pour cent; le décortiquage ramène encore la teneur en toxines du riz étuvé à 19-31 pour cent et l'usinage à 728 pour cent. Cependant, le riz étuvé est un meilleur substrat pour la production d'aflatoxine que le riz cru, probablement parce que dans le riz étuvé les lipides sont plus facilement métabolisés par *Aspergillus parasiticus* (Breckenridge et Arseculeratne, 1986).

La durée de conservation est habituellement la plus brève pour le riz usiné, suivi du riz cargo puis du paddy à cause du rancissement lipidique. Les lipides dans les cellules superficielles du riz usiné subissent l'hydrolyse par la lipase, suivie d'une oxydation par lipoxygénase des acides gras insaturés libres. Avec le riz cargo, le facteur critique est le décortiqueur; l'appareil à rouleaux de caoutchouc est jugé préférable à

la meule en pierre pour réduire les meurtrissures superficielles du grain qui déclenchent l'action de la lipase sur les lipides.

Pertes postérieures à la moisson

Les pertes de riz se produisent à tous les stades après la récolte. Si les pertes quantitatives sont habituellement simples à évaluer, en revanche les pertes qualitatives sont plus difficiles à définir, et il faut s'en remettre davantage à des jugements subjectifs et à des perceptions culturelles. Les chiffres admis pour les pertes quantitatives de riz postérieures à la moisson varient de 10 à près de 40 pour cent, ventilés comme suit:

- moisson: de 1 à 3 pour cent;**
- manutention: de 2 à 7 pour cent;**
- battage: de 2 à 6 pour cent;**
- séchage: de 1 à 5 pour cent;**
- emmagasinage: de 2 à 6 pour cent;**
- usinage: de 2 à 10 pour cent.**

[TABLEAU 41 - Pertes de nutriments en pourcentage pendant le lavage et la cuisson dans un excédent d'eau](#)

Ces chiffres, recueillis à l'origine en Asie du Sud-Est (de Padua, 1979), ont été confirmés ultérieurement dans d'autres régions d'Asie et en Afrique, notamment lors des activités sur le terrain du programme de la FAO sur la prévention des pertes alimentaires; ils représentent désormais les valeurs types pour les pertes de riz.

L'époque de la moisson influe sur l'ampleur des pertes de riz. Selon les variétés tout retard survenu dans la récolte du riz parvenu à maturité abaisse le rendement, par suite de la verse et de l'égrenage ainsi que de l'exposition du grain mûr dans les rizières aux insectes, aux oiseaux et aux rongeurs. Il conduit aussi à des pertes postérieures à la moisson en réduisant le rendement à l'usinage et la récupération des épis.

Les techniques de battage traditionnelles entraînent souvent des pertes. Ces techniques sont les suivantes: battre les tiges sur un lattage à travers lequel les grains tombent dans des baquets ou des seaux; battre les tiges par piétinage, ou occasionnellement en utilisant un tracteur ou un rouleau tiré par un tracteur. La qualité est atteinte puisque les grains peuvent se briser, ou bien des pierres et de la terre peuvent se mélanger au riz battu.

Il arrive souvent que des quantités importantes de grains soient éparpillées et dévorées par la volaille et les animaux familiers. Cependant, même si cette quantité est jugée perdue pour la consommation humaine, elle devient productive dans le cadre de l'économie totale du ménage.

Le paddy battu est couramment emmagasiné dans des sacs ou en vrac. Les sacs permettent de séparer les variétés selon les besoins, mais ils ne protègent pas le riz contre les insectes et les rongeurs. Les pertes peuvent être limitées dans des proportions non négligeables grâce à une bonne gestion des lieux d'entreposage, à l'utilisation d'un caillebotis approprié et à des conditions d'hygiène satisfaisantes.

Dans les activités de grande envergure, l'emmagasinage en vrac et en atmosphère contrôlée est efficace et relativement peu coûteux s'il est organisé correctement. Toutefois, pour être efficace cette opération nécessite l'investissement de capitaux considérables et une main-d'œuvre qualifiée, ce qui dépasse souvent les moyens d'un agriculteur opérant isolément.

[TABLEAU 42 - Propriétés nutritionnelles moyennes de divers riz crus et riz usinés lyophilisés cuits avec](#)

[14 pour cent d'humidité](#)

[TABLEAU 43 - Propriétés des corps protéiques complets et traités à la pepsine des riz usinés cuits IR480-5-9 et IR58¹](#)

Le stockage du riz sous forme de paddy présente des avantages par rapport au riz usiné puisque la balle protège les grains contre les insectes et les champignons. Cette possibilité dépend dans une certaine mesure de la situation économique locale ainsi que de l'offre et de la demande de paddy et de riz usiné aux différentes époques de l'année.

[Table des matières](#) - [◀Précédente](#) - [Suivante▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Préparation et cuisson à domicile

[Table des matières](#) - [◀Précédente](#) - [Suivante▶](#)

Le lavage du riz usiné avant la cuisson est une pratique très répandue en Asie pour éliminer le son, la poussière et les souillures puisque le riz est souvent conservé dans des fûts sans couvercle et donc exposé à la contamination. Pendant le lavage, certains nutriments hydrosolubles sont éliminés par lessivage et perdus. Il ressort du tableau 41, qui indique les pertes de nutriments au lavage et à la cuisson pour divers types de riz, que des quantités appréciables de protéines, de cendres et de vitamines et minéraux hydrosolubles, ainsi que les deux tiers des lipides bruts, peuvent être éliminés pendant le lavage. La commercialisation de riz propre conditionné encouragera les consommateurs à renoncer au lavage ou à le

réduire. Ainsi, les pertes de nutriments au lavage seront supprimés ou diminués.

L'ébullition dans trop d'eau provoque le lessivage de nutriments hydrosolubles, dont l'amidon, et leur perte quand l'eau de cuisson est jetée. Par exemple, deux lavages éliminaient 0,8 pour cent de l'amidon dans trois riz usinés, mais 14,3 pour cent de l'amidon se trouvaient en poids dans la semoule après une cuisson d'environ 20 minutes dans 10 volumes d'eau (Perez et al., 1987). Le lavage et la cuisson supprimaient respectivement 0,4 et 0,5 pour cent des protéines. La livraison du riz étuvé dans des sacs en plastique perforés permet de le cuire dans un excédent d'eau d'une manière simple et commode. Dans la méthode comportant un niveau d'eau optimal, la substance lessivée colle à la surface du riz cuit à mesure que l'amidon absorbe l'eau. La couche inférieure est plus pulpeuse que la couche supérieure.

Si la proportion des brisures dans le riz usiné passe de 0 à 50 pour cent en poids, la perte de matières solides lors de la cuisson du riz cru passe de 13 à 27 pour cent (Clarke, 1982). L'un des facteurs qui y contribuent est la durée de cuisson plus brève des brisures: la perte proportionnelle calculée au cours de l'expérience s'élevait à 22 pour cent pour les brisures de forte taille et à 47 pour cent pour les petites brisures.

D'autre part, l'ébullition une quantité suffisante d'eau réduit de moitié la teneur du riz usiné en aflatoxine (Rehana, Basappa et Sreenivasa Murthy, 1979). La cuisson à la vapeur détruit 73 pour cent de l'aflatoxine, et la cuisson dans un excédent d'eau en détruit 82 pour cent.

L'ébullition réduit de 10 à 15 pour cent la digestibilité réelle des protéines du riz usiné, mais elle n'a aucun effet sur les autres protéines céréalières (Eggum, 1973). Toutefois, elle améliore la valeur biologique des protéines à tel point que l'utilisation protéique nette chez les rats ne diminue pas parce que la digestibilité de la lysine n'est pas réduite (Eggum, Resurrección et Juliano, 1977) (tableau 42). Les protéines non digérées, qui sont évacuées du tube digestif sous forme de particules de protéines fécales,

représentent le noyau riche en lipides des corps protéiques sphériques (Tanaka et al., 1978), qui est pauvre en lysine mais riche en cystéine (Tanaka et al., 1978; Resurrección et Juliano, 1981) (tableau 43). Des mutants à moindre teneur en fractions mineures de prolamine du riz riches en soufre (10 kd et 16 kd) sont en cours de mise au point, afin d'améliorer la digestibilité des protéines du riz cuit puisque les fractions mineures de prolamine sont probablement au cœur du grain. L'étuvage réduit encore la digestibilité des protéines et accroît d'une manière correspondante la valeur biologique sans exercer le moindre effet indésirable sur l'utilisation protéique nette (Eggum, Resurrección et Juliano, 1977; Eggum et al., 1984) (tableau 40). La digestibilité réelle signalée pour le riz usiné cuit est de 88 + 4 pour cent chez les adultes et les enfants (Hopkins, 1981) (tableau 28).

Tanaka et Ogawa (1988) ont découvert que le riz indica contenait plus de grands corps protéiques sphériques (PB-I) (30 pour cent) que le riz japonica (20 pour cent) (Ogawa et al., 1987), et ils ont émis l'hypothèse que les protéines du riz indica cuit étaient peut-être moins digestibles que celles du riz japonica cuit. Cependant, Tanaka, Hayashida et Hongo (1975) et Tanaka et al. (1978) ont signalé le même degré de digestibilité *in vitro* pour les corps protéiques du riz japonica et pour ceux du riz indica.

La faible teneur en lysine des protéines des corps protéiques traités à la pepsine et des particules protéiques fécales (Tanaka et al., 1978) explique pourquoi la lysine des protéines du riz reste hautement digestible après la cuisson. C'est également la forte teneur en cystéine qui explique pourquoi, de tous les acides aminés des protéines du riz, c'est la cystéine qui est la moins digestible (Tanaka et al., 1978).

La méthode FAO/OMS d'évaluation de la qualité des protéines est basée sur l'indice chimique (valeur en acides aminés) x digestibilité réelle chez les rats (FAO, 1990c). L'application de cette méthode à la ration cuite composite comportant du riz des enfants d'âge préscolaire et des adultes philippins et à la composante constituée de riz cuit (Eggum, Cabrera et Juliano, 1992) a indiqué des valeurs de la qualité des protéines inférieures de 6 à 8 pour cent (56 pour cent pour le riz; 89 et 80 pour cent pour les régimes

alimentaires à base de riz) à celles qui étaient calculées sur la base de la digestibilité de la lysine (62 pour cent pour le riz; 95 et 88 pour cent pour les régimes alimentaires à base de riz). La digestibilité réelle était de 88 à 90 pour cent pour les trois échantillons et la digestibilité de la lysine était de 95 à 96 pour cent pour les régimes à base de riz et de 100 pour cent pour le riz cuit. La digestibilité de l'énergie et des protéines était meilleure pour le riz usiné que pour les régimes à base de riz, mais la valeur biologique et l'utilisation protéique nette étaient inférieures. L'indice chimique et la qualité protéique des régimes à base de riz étaient aussi élevés ou plus élevés que leur utilisation protéique nette, mais pour le riz usiné l'utilisation protéique nette était plus élevée que l'indice chimique et la qualité des protéines. Ainsi, la nouvelle méthode sous-estimerait la qualité protéique du riz cuit, mais non celle du riz cru dont la digestibilité des protéines et de la lysine est de 100 pour cent chez les rats en croissance (Eggum, Resurrección et Juliano, 1977).

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Chapitre 6 - Principaux produits transformés base de riz

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Riz précuit et riz cuisson rapide](#)

[Pâtes alimentaires](#)

[Gâteaux de riz, gâteaux de riz fermentés et puddings](#)

[Produits base de riz expansés \(gonflés, éclatés la chaleur\)](#)

[Produits de boulangerie](#) ➤ [base de riz](#)

[Riz en conserve](#)

[Produits fermentés](#) ➤ [base de riz](#)

[Farine et amidon de riz](#)

[Son de riz et huile de son de riz](#)

[Types de riz préférés pour les produits](#) ➤ [base de riz](#)

[Effet du traitement sur la valeur nutritionnelle](#)

[Enrichissement](#)

C'est sans doute au Japon que la consommation du riz sous forme de produits transformés est la plus élevée; elle représentait environ 9,5 pour cent de la consommation totale de riz en 1987 (4,8 pour cent pour le saké, 1,0 pour cent pour le miso, 2,0 pour cent pour les biscuits, 1,0 pour cent pour la farine, 0,4 pour cent pour les gâteaux de riz conditionnés et 0,4 pour cent pour les produits base de riz bouilli) (Hirao, 1990). En comparaison, les produits transformés base de riz représentaient environ 2 pour cent de la consommation de riz aux Philippines (Food and Nutrition Research Institute, 1984), environ 1 pour cent (sous forme de pâtes alimentaires) en Malaisie (FAO, 1985) et plus de 1 pour cent en Thaïlande (Maneepun, 1987).

Pour compenser la diminution de la consommation de riz bouilli par personne dans les pays comme le Japon et la République de Corée, on s'efforce de maintenir le niveau de consommation en mettant au point des produits nouveaux et en améliorant les produits traditionnels afin de conserver la production totale de riz. C'est au Japon qu'on trouve le plus large éventail d'aliments-service base de riz, avec du matériel de cuisine automatisé pour la restauration (Juliano et Sakurai, 1985). Par ailleurs, de nombreux programmes nationaux visent à améliorer la qualité et la durée de conservation des

produits traditionnels \diamond base de riz (FAO, 1985). Le programme japonais de recherche sur le riz permettra d'inclure dans les nouveaux riz japonais certaines caractéristiques préférentielles des riz étrangers (Yokoo, 1990).

Les produits transformés \diamond base de riz peuvent être fabriqués avec du paddy, du riz cargo, du riz usiné, du riz cuit, des brisures, de la farine de mouture sèche ou humide ou de l'amidon de riz (Juliano et Hicks, 1993) (figure 5). Le tableau 44 récapitule la composition en nutriments de certains produits \diamond base de riz.

[FIGURE 5 - Liste des produits transformés ayant pour matière de base le riz](#)

Riz précuit et riz \diamond cuisson rapide

Le riz précuit est utilisé pour les aliments-service \diamond base de riz dont les ingrédients autres que le riz sont conditionnés séparément et mélangés seulement au moment où l'on chauffe le plat. Au Japon, on produit le riz stérilisé en plaçant de façon hermétique du riz gluant et non gluant cuit dans des sacs plastifiés comportant ou non une doublure d'aluminium, et en le pasteurisant \diamond 120°C sous pression (Juliano et Sakurai, 1985; Tani, 1985).

[TABLEAU 44 - Composition en nutriments pour 100 g de certains produits](#)

[Tableau 44 \(fin\)](#)

Au Japon, ces plats \diamond base de riz stérilisés sont composés \diamond raison de 80 pour cent de riz gluant cuit \diamond la vapeur avec des haricots rouges, la production annuelle étant de 8 030 tonnes en 1983 (Tani, 1985) et de 4 264 tonnes en 1986 (Iwasaki, 1987). Le sac plastifié \diamond doublure d'aluminium est chauffé

directement dans de l'eau chaude pendant 10 à 15 minutes, tandis que les sacs en matière plastique peuvent être perforés et mis à chauffer dans un four à micro-ondes pendant 1 à 2 minutes.

Le riz cuit surgelé dans des sacs étanches à l'air en matière plastique représentait une production de 10841 tonnes en 1983 au Japon (Tani, 1985); 22 575 tonnes ont été produites en 1986 (Iwasaki, 1987). La surgélation sans déshydratation est la meilleure façon d'empêcher le riz cuit de se dégrader (durcissement). Le riz surgelé produit dans des centres de préparation est livré aux restaurants et succursales multiples, où il est réchauffé dans des fours à micro-ondes avant d'être servi au client.

Les riz à cuisson rapide nécessitent une durée de cuisson nettement moins longue que les riz usinés crus (de 15 à 25 minutes). Diverses méthodes sont employées pour fissurer le riz cru ou pour sécher le riz cuit afin de lui conférer une structure poreuse. Les méthodes à chaleur sèche consistent à chauffer le riz usiné et le riz cargo dans de l'air à 57-82 °C pendant 10 à 30 minutes ou dans de l'air à 272 °C pendant 17,5 secondes pour fissurer les grains. Les entreprises japonaises chauffent le riz cargo dans un contre-courant d'air chaud à 105- 130 °C pendant 30 minutes, puis le refroidissent rapidement à moins de 30 °C (Juliano et Sakurai, 1985). On peut faire du riz cargo à partir du riz à cuisson rapide en décupant environ 1 pour cent du poids du périscarpe afin d'éliminer la couche extérieure et l'eau (Desikachar, Raghavandra Rao et Ananthachar, 1965). Les traitements auxquels est soumis le riz précuit à cuisson rapide sont les suivants: tremper-bouillir-passer à la vapeur-sécher, gélatiniser-sécher gonfler, gélatiniser-passer au rouleau ou sécher au tambour, congeler décongeler, gonfler sous pression, lyophiliser et soumettre à un traitement chimique (Roberts, 1972).

Au Japon, la production de riz pré-gélatinisé ou riz à l'alpha a atteint 13 900 tonnes en 1983 (Tani, 1985) et 14 500 tonnes en 1986 (Iwasaki, 1987). Le riz cuit est rapidement séché à l'air chaud pour fixer l'amidon à l'état amorphe avec environ 8 pour cent d'humidité. Le riz gélatinisé est consommé en

cas d'urgence et comme ration sur les navires et pour les alpinistes, en raison de sa longue durée de conservation (trois ans) (Imai, 1990) et de son faible poids (Juliano et Sakurai, 1985). Avant de le consommer, il faut l'hydrater, le cuire ou le chauffer pendant une dizaine de minutes, puis le laisser reposer environ 15 minutes. Le riz surgelé reconstitué par addition d'eau chaude est celui qui s'assimile le plus au riz cuit. Au Japon, on prépare la semoule de riz instantanée avec de la farine de riz cargo pré-gélatinisé ou des grains aplatis en ajoutant de l'eau chaude ou en réchauffant à feu doux pendant plusieurs minutes, ce produit pouvant être utilisé comme aliment de sevrage.

Dans la province chinoise de Taiwan, deux types de riz cuit séché sont produits dans le commerce. L'un est un riz congelé type cantonais produit avec des brisures de riz usiné non gluant (faible teneur en amylose), lavé, écrasé dans un broyeur à marteaux avec un tamis de 5 mm, précuit dans six fois le volume d'eau, séché au tambour pendant trois minutes sous une pression de vapeur de 5 kg/cm² avec un décollage de 1,5 mm, caillé, mélangé avec de la viande séchée cuite, des légumes, du sel, du glutamate monosodique et d'autres aromatisants, puis emballé dans des sacs. L'autre produit est le guo-ba, un bloc mince de riz gluant cuit séché. Le riz gluant est lavé, trempé, cuit, étalé à la main en une couche mince de 0,6 cm sur des plateaux perforés tapissés de téflon, cuit à la flamme à 135 °C pendant 40 minutes ou à 165 °C pendant 15 minutes, découpé en blocs de 6 x 6 cm, puis séché au soleil jusqu'à obtention d'une teneur en humidité de 12 pour cent. Le guo-ba peut être conditionné en vue d'un usage ultérieur, aromatisé et frit; on peut le consommer comme en-cas prêt à être mangé ou pour le petit-déjeuner, ou encore l'ajouter comme ingrédient dans des plats préparés. Pour ces deux produits, il faut étaler le riz cuit en couches à la main, ce qui non seulement prend du temps mais constitue aussi une source potentielle de contamination.

La fabrication du produit commercial à base de riz précuit sec consiste à préparer et cuire une bouillie, qui est ensuite séchée dans un séchoir atmosphérique à double tambour, caillé et

conditionnée (Brockington et Kelly, 1972). Les matières solides constituant la bouillie, la vitesse de rotation des tambours et la température, ainsi que l'espacement entre les tambours, sont soigneusement contrôlés. Les préparations pour nourrissons hydratées, précuites et prêtes à être mangées doivent avoir la consistance requise, c'est-à-dire assez molles pour être aisément avalées mais assez épaisses pour ne pas se renverser. On peut y ajouter du malt et de l'alpha-amylase fongique, afin de contrôler la quantité de liquide requise pour reconstituer le produit céréalier séché et pour l'édulcorer par hydrolyse partielle de l'amidon.

Les aliments de sevrage à base de riz sont appréciés dans l'Asie du Sud-Est, par exemple la préparation Kaset composée de riz cuit trifilé et de soja à teneur complète en matières grasses (Luh et Bhumiratana, 1980). Les ingrédients thermolabiles, tels que le lait, sont ajoutés de préférence après le trifilage pour éviter la dégradation de la lysine et de la cystéine dans la protéine.

Pâtes alimentaires

Les pâtes alimentaires laminées ou trifilées et le papier de riz sont préparés traditionnellement avec une farine dont la mouture a été effectuée à l'état humide au moyen d'une meule en pierre ou en métal. La matière première est constituée de brisures de riz à faible teneur en lipides, s'agissant de préférence d'un produit fraîchement usiné à partir de riz vieilli à forte teneur apparente en amylose et ayant une consistance de gel dure.

Pour fabriquer les pâtes alimentaires, on place de la pâte de riz usiné à l'état humide avec une consistance de 42 pour cent en poids sur une machine à fabriquer les pâtes jusqu'à ce que le tambour soit à moitié immergé. On imprime alors au tambour lisse un lent mouvement de rotation. La pâte qui y adhère est raclee au moyen d'une tôle en acier inoxydable formant un angle d'environ 45°, et

elle s'écoule sur une courroie transporteuse mobile en coton rigide ou en acier inoxydable pour ensuite pénétrer dans un tunnel à vapeur pendant 3 minutes pour la gélatinisation (jusqu'à obtention de 62 pour cent d'humidité) (Juliano et Sakurai, 1985; Maneepun, 1987). La plaque trempe provisoirement dans de l'huile d'arachide avant d'être pliée puis découpée en feuilles de 50 cm x 50 cm vendues directement comme pâtes alimentaires fraîches. Avec ce procédé, la dégradation de l'amidon est très faible.

Le papier de riz et l'enveloppe des nems (rouleaux de printemps) sont également préparés avec de la pâte de riz forte teneur en amylose usinée l'état humide au Viet Nam, en Thaïlande et dans la province chinoise de Taiwan. Un volume mesuré de pâte de riz ayant la consistance requise est versé avec une louche peu profonde sur une mousseline tendue au-dessus d'une bouilloire. Cette pâte est ensuite étalée sur toute la surface par le mouvement circulaire de la louche et soumise à l'action de la vapeur jusqu'à gélatinisation. On retire ensuite la feuille avec un rouleau à pâtisserie et on la déroule sur un plateau de séchage à fentes en bambou. Le papier de riz est plus mince que l'enveloppe de nems; il est utilisé comme emballage comestible dans les friandises. Du sel peut être ajouté à l'enveloppe de nems.

Aux Philippines, une bouillie de riz cuite avec addition de colorants alimentaires est versée sur diverses feuilles, séchée, puis pelée et utilisée pour décorer les maisons lors de la fête annuelle du 15 mai à Lucban, Quezon. Ces motifs décoratifs comestibles, appelés kiping, conservent la trace des veines des diverses feuilles sur lesquelles la bouillie a été versée.

Les pâtes trifilées (bihon, bijon, bifun, mehon ou vermicelle) sont préparées traditionnellement à partir de brisures vieilles forte teneur en amylose. On usine l'état humide le riz trempé, on le pétrit en boulettes de la taille du poing et on gélatinise la surface des boulettes de farine (environ 500 g) dans de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'elles flottent; il faut ensuite mélanger de nouveau, trifiler au

moyen d'une presse hydraulique avec un moule, soumettre les pâtes tréfilées à un traitement thermique pour gélifier la surface, les tremper dans de l'eau froide, puis les sécher au soleil sur des supports (Juliano et Sakurai, 1985). En Thaïlande, des machines pétrissent la farine en cylindres, qui sont passés à la vapeur sur des supports portatifs et mélangés mécaniquement dans la tréfileuse. Les tréfileuses peuvent aussi être utilisées pour cuire et pétrir la farine usinée et séchée, puis la livrer sous forme de nouilles à l'extrémité du tube. Le tréfilage provoque une dégradation considérable de l'amidon, à tel point que la consistance du gel n'est plus dure mais molle. La qualité des protéines ne se détériore que très peu. Les nouilles de riz fraîches tréfilées et fermentées sont très appréciées en Thaïlande. Les brisures sont mises à tremper pendant trois jours pour la fermentation, le pH étant ramené de 7 à 3,5 avec *Lactobacillus* spp. et *Streptococcus* spp. (Maneepun, 1987), puis elles sont traitées de la même manière que les nouilles non fermentées. La teneur en protéines tombe de 1,54 pour cent après une journée de fermentation à 1,14 pour cent après trois jours à 70 pour cent d'humidité.

Pendant la mouture à l'état humide, l'amidon est endommagé et les nutriments hydrosolubles sont perdus au stade de la filtration. Les nutriments perdus comprennent les vitamines, les minéraux, les acides aminés et sucres libres, les protéines (albumine) et polysides hydrosolubles, et les lipides. Les eaux usées posent un problème de pollution; pour y remédier, beaucoup de fabriques philippines de pâtes alimentaires tréfilées utilisent de l'amidon de maïs. Les pâtes alimentaires contenant de l'amidon de maïs ont une moindre valeur nutritionnelle (moins de 1 pour cent de protéines), mais elles sont plus translucides que les pâtes à base de riz.

Gâteaux de riz, gâteaux de riz fermentés et puddings

La farine de riz gluant ou non gluant de mouture humide peut être pétrie avec de l'eau et transformée

en gâteau de riz sucré par addition de sucre et d'autres ingrédients avant la cuisson à la vapeur. Aux Philippines, on produit un gâteau de riz fermenté à la levure (puto) pour lequel le riz vieilli à teneur intermédiaire en amylose fournit le maximum d'expansion volumétrique et une mollesse optimale après passage à la vapeur (Perez et Juliano, 1988). Il existe trois types de nenkau, un gâteau de riz chinois traditionnel: un gâteau sucré fabriqué avec du riz gluant et du sucre; un gâteau de riz avec des radis fabriqué avec du riz à forte teneur en amylose mélangé à des radis broyés; un gâteau de riz fermenté fabriqué avec une pâte à forte teneur en amylose et du sucre. En Inde, on prépare l'idli (quenelle de riz) et le dosai (gâteau de riz) à partir d'un mélange de riz usiné et de haricots mungo et grains noirs (*Phaseolus mungo*) dans le rapport de 3:1 en poids; ils sont consommés le plus souvent pour le petit-déjeuner (Hesseltine, 1979; Steinkraus, 1983). Le riz et les haricots mungo et grains noirs décortiqués sont lavés séparément, mis à tremper pendant 5 à 10 heures dans 1,5 à 2,2 fois leur poids d'eau, et moulus séparément à l'état humide pour obtenir une farine de riz granuleuse (0,6 mm) et une pâte de haricots mungo gélatineuse et lisse. La farine et la pâte sont mélangées avec 0,8 pour cent de sel, et on laisse la pâte épaisse fermenter pendant toute la nuit, après quoi on la cuit à la vapeur (idli) ou on la fait frire (dosai), ces plats étant servis chauds. Les ingrédients ajoutés pour donner de la saveur à l'idli sont les noix de cajou, le ghee, le poivre, le gingembre, le babeurre acidifié et la levure. Le dosai contient habituellement moins de haricots mungo et grains noirs. La qualité de la pâte d'idli est attribuée à la globuline des protéines et à l'arabinogalactane des haricots mungo et grains noirs (Susheelamma et Rao, 1979). Les riz et grains à forte teneur en amylose conviennent pour la confection de l'idli. Pendant la fermentation, il y a augmentation des vitamines B et de la vitamine C (Sont et Sandhu, 1989) et la moitié du phytate environ est hydrolysée.

Le gâteau de riz philippin appelé bibingka est fabriqué avec de la farine de riz gluant ou non gluant (mouture à l'état humide) avec du sucre et du lait de coco qu'on fait cuire dans une casserole tapissée de feuilles de bananier sur un fourneau à charbon de bois, des tisons de charbon de bois étant placés

sur le dessus jusqu'au brunissement. Un autre gâteau de riz appelé puto kutsinta est un gâteau sans levain dont la texture est semblable à celle d'une quenelle rigide; il est préparé à partir de farine de riz moulu à l'état humide avec du sucre et une solution alcaline.

On prépare traditionnellement le gâteau de riz japonais (mochi) à partir de riz usiné gluant. On lave ce dernier, on le passe à la vapeur à 100 °C pendant une quinzaine de minutes pour lui conférer une hygrométrie de 40 pour cent, on le broie (en pétrissant ou en utilisant un mortier et un pilon), puis on l'enveloppe dans une feuille de plastique; on le pasteurise ensuite pendant 20 minutes à 80 °C et on le laisse refroidir (Juliano et Sakurai, 1985).

Depuis peu, on fabrique directement par extrusion de la farine de riz gluant gélatinisé qui a diverses applications, notamment pour le mochi. Le mochi est habituellement découpé en morceaux (par exemple en cubes), grillé et assaisonné avec une sauce de soja ou enveloppé et consommé comme encas. Les riz gluants auxquels on accorde la préférence ont un amidon dont la température de gélatinisation finale est de 66 à 69 °C (Palmiano et Juliano, 1972). Le mochi prêt à être consommé est pasteurisé à 95 °C dans des récipients spécialement conditionnés (Tani, 1985). La consommation annuelle au Japon était de 42 000 tonnes en 1983 et de 52 305 tonnes en 1986 (Iwasaki, 1987).

Les en-cas ou desserts traditionnels philippins à base de riz gluant sont les gâteaux de riz (suman) fabriqués avec du riz usiné. Le suman su antala et le suman sa ibos sont cuits avec du lait de coco et du sel. Le suman sa antala est enveloppé dans des feuilles de bananier frottées à la chaleur puis cuit à la vapeur pendant 30 à 35 minutes, mais pour le suman su ibos on enveloppe le mélange de riz gluant et de lait de coco sans le serrer dans des feuilles de palmier du type nipa ou autre (ibos) et on le fait bouillir pendant deux heures ou jusqu'à ce qu'il soit suffisamment cuit. Pour le suman sa lihiya, le riz gluant trempé est traité avec une solution alcaline, enveloppé dans des feuilles de bananier et bouilli

pendant deux heures ou jusqu'à ce que son état soit jugé satisfaisant. Le suman su ibos est habituellement servi avec du sucre, alors que le suman sa lihiya est servi avec de la noix de coco râpée et du sucre. On préfère pour ces gâteaux les riz gluants à basse température de gélification. On ajoute au riz gluant du riz gluant pourpre de mouture humide pour préparer le puto bumbong pour lequel la farine de riz est cuite à la vapeur dans des cylindres en bambou. On utilise désormais un colorant alimentaire pour conférer sa couleur pourpre au produit, lequel est consommé également avec de la noix de coco râpée et du sucre. Le palitaw est confectionné avec une pâte aplatie de riz gluant de mouture humide qu'on plonge dans l'eau bouillante, puis dans l'eau froide quand les gâteaux flottent pour les empêcher de s'agglomérer. Les gâteaux sont ensuite égouttés et servis avec de la noix de coco râpée et des graines de sésame crues. L'espasol est fabriqué avec du lait de coco et un sirop sucré auquel on ajoute du riz gluant cuit puis du riz gluant pulvérisé et grillé. La pâte est étalée au rouleau à pâtisserie puis découpée en diverses formes. De la poudre de riz est saupoudrée sur la pâte pour l'empêcher de coller. Le tamales contient du riz grillé broyé, ainsi que des arachides, du sucre, des épices et de la viande; on fait cuire le mélange jusqu'à ce qu'il soit assez consistant, après quoi il est enveloppé dans des feuilles de bananier et cuit à la vapeur pendant deux heures.

Le pudding de riz japonais, appelé uiro, se compose de farine de riz gluant, d'amidon de maïs, de sucre, d'eau et d'aromatisants; les ingrédients sont mélangés et cuits à la vapeur pendant 60 minutes à 100 °C puis servis avec un caillé de haricots sucrés, du thé vert, du café, des cerises et d'autres fruits (Juliano et Sakurai, 1985). Pour préparer le pudding de riz chinois, on utilise des riz à grains courts ou moyens et à faible teneur en amylose (Li et Luh, 1980). Le riz est cuit à l'eau bouillante, passé et mélangé avec le lait avant la fin de la cuisson. On y ajoute du jaune d'œuf, du sucre, de la vanille et de la crème léguée avec divers mélanges de fruits. Le pudding de riz en conserve contenant du lait et des fruits est en vente en Australie et au Royaume-Uni depuis plus de 20 ans.

Produits base de riz expans (gonflé, éclaté la chaleur)

Le riz gonflé (soufflé la chaleur) et le riz éclaté la chaleur sont des plats traditionnellement consommés au petit-déjeuner ou comme en-cas (Juliano et Sakurai, 1985). On fait éclater traditionnellement le riz cru en chauffant du paddy (de 13 à 17 pour cent d'humidité) environ 240 °C pendant 30 à 35 secondes ou 275 °C pendant 40 à 45 secondes, ou encore dans un bain d'huile 215-230 °C. La balle contribue à la rétention de la pression avant l'éclatement la chaleur, comme le prouve le plus faible pourcentage d'éclatement du riz cargo. Les variétés de riz qui éclatent bien la chaleur ont une balle serrée, un certain espace entre la balle et le grain de riz cargo et, juste après la moisson, les grains sont dépourvus de fissures (Srinivas et Desikachar, 1973). Le resserrement de la balle, la dureté du grain et le degré de translucidité pourraient expliquer la variation de 80 pour cent constatée en ce qui concerne l'expansion par éclatement parmi 25 variétés de riz (Murugesan et Bhattacharya, 1991).

On peut transformer le riz cargo caillé ou battu et le riz usiné étuvé en riz gonflé en le chauffant à l'air chaud ou en le grillant dans du sable chaud (Juliano et Sakurai, 1985; Villareal et Juliano, 1987). Avec le riz usiné étuvé normal, le volume de gonflement est directement proportionnel au degré d'étuvage (teneur en eau équilibrée du grain trempé avant l'étuvage), et c'est pour le riz gluant qu'il est le plus élevé (Antonio et Juliano, 1973). Les riz gonflés gluants et à faible teneur en amylose ont généralement un plus grand volume de gonflement que les riz à teneur intermédiaire ou élevée en amylose seulement quand les grains ne sont pas complètement étuvés ou cuits avant le gonflement à l'huile (Villareal et Juliano, 1987). Toutefois, quand la température et la durée de grillage du paddy augmentent c'est le riz à forte teneur en amylose (27 pour cent) qui fournit le volume de gonflement maximal (Chinnaswamy et Bhattacharya, 1984). Le riz non gluant gonflé et le riz gluant aplati sont caramélisés et moulés, et ils constituent des en-cas très souvent consommés aux Philippines.

L'okoshi est un gâteau de riz japonais typique fabriqué avec des brisures gonflées mélangées et moulées avec de la gelée de millet, du sucre et un aromatisant.

Le riz usiné humide gonfle sous pression peut être considéré comme du riz soufflé à la chaleur plutôt que du riz éclaté puisque les grains sont gélatinisés avant l'expansion. Le taux d'expansion était plus élevé pour le riz usiné gluant que pour le riz non gluant (Villareal et Juliano, 1987). On a relevé une corrélation négative entre le taux d'expansion du riz usiné gonflé sous pression ou du riz usiné bouilli ou étuvé gonflé à l'huile et la teneur en protéines, exception faite des riz étuvés sous une pression de vapeur de 0 kg/cm² avant gonflement à l'huile.

Pour le gonflement par explosion continue du riz cargo, méthode mise au point au Japon en 1971, on utilise un long tuyau dans lequel les grains sont dispersés à très grande vitesse par un courant de vapeur surchauffée (Sagara, 1988). Après que le riz a été chauffé et séché pendant 3 à 10 secondes, il est déchargé dans l'atmosphère par une vanne rotative pour gonfler et exploser. On obtient un taux d'expansion du riz cargo de 5,4 sous une pression de 6 kg/cm² avec une température de vapeur à la sortie de 200 °C. La digestibilité de l'amidon du produit gonflé est de 94 pour cent après ébullition pendant 15 minutes. La thiamine n'est pas détruite aux températures égales ou inférieures à 200 °C, mais elle est totalement détruite si la température de la vapeur à la sortie est de 240 °C (Sagara, 1988).

Dans les pays développés, les produits céréaliers secs à base de riz consommés au petit-déjeuner comprennent les flocons de riz, gonflés au four, sous pression ou par extrusion, le riz râpé et les céréales à grains multiples (Brockington et Kelly, 1972; Luh et Bhumiratana, 1980). Ils sont du type prêt à la consommation, l'amidon du riz fournissant les propriétés qui modifient la texture; en outre, le riz confère au produit sa propre saveur particulière. Parmi les propriétés importantes d'une céréale prête à être consommée il y a son aptitude à conserver sa texture et son craquant dans le

lait pendant la consommation. Le conditionnement assurant l'étanchéité et l'humidité est un facteur critique pour garantir une durée de conservation optimale. Aux Etats-Unis, on consomme au petit-déjeuner des riz à faible teneur en amylose et à basse température de gélatinisation, tandis qu'aux Philippines on utilise des riz à teneur en amylose intermédiaire ou élevée, mais il faut bien contrôler le degré de cuisson pour obtenir un volume de gonflement des grains acceptable. La plupart de ces produits commerciaux sont enrichis avec des vitamines B et des minéraux, en particulier du fer.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Produits de boulangerie à base de riz

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

On a mis au point pour les personnes atteintes de maladie cœliaque un pain à la levure contenant 100 pour cent de farine de riz; il se compose ainsi: farine de riz, 100 pour cent; eau, 75 pour cent; sucre, 7,5 pour cent; huile, 6 pour cent; levure fraîche comprimée, 3 pour cent; méthylcellulose hydroxypropyle, 3 pour cent; sel, 2 pour cent (Bean et Nishita, 1985). Bien que tous les riz non gluants donnent du pain de même aspect, seuls les riz à faible teneur en amylose et à basse température de gélatinisation fournissent une croûte à texture douce. Les riz à teneur intermédiaire en amylose et à température de gélatinisation intermédiaire fournissent du pain à croûte sèche et friable. Cependant, parmi les riz à basse température de gélatinisation, les riz à faible teneur en amylose fournissent des miches de pain de plus faible volume que les riz à teneur en amylose intermédiaire ou élevée (IRRI, 1976). La

farine de mouture humide assure une meilleure texture que la farine de mouture sèche. Ce produit devrait être de plus en plus apprécié cause de sa longue durée de conservation.

En remplaçant la farine de blé par une farine composée de trois parts de farine de riz faible teneur en amylose pour une part de farine de riz gluant, on a produit des petits pains satisfaisants pour les personnes sensibles au gluten (Stacy Johnson, 1988).

En règle générale, au Japon on fabrique le pain en mélangeant de 10 à 20 pour cent de farine de riz de la farine de blé, comme diluant, selon la teneur en gluten de la farine de blé (Tani, 1985). Une récente formulation japonaise comprenait 60 pour cent de farine de riz, 30 pour cent de farine de blé et 10 pour cent de gluten. Des dilutions analogues de farine de blé avec de la farine de riz et d'autres farines amylopectines ont été mises au point pour la boulangerie dans plusieurs pays, mais il est préférable que l'amidon ait une basse température de gélification (moins de 70 °C) (Bean et Nishita, 1985).

On a aussi utilisé la farine de riz pour produire un pain pakistanais semblable au roti, le pain plat sans levain couramment fabriqué avec de la farine de blé (Juliano et Sakurai, 1985). Le pain que l'on préfère, analogue à un chapatti de blé, est gonflé, assez léger, souple, rond et ferme, mais non rugueux. Pour le pain de riz pakistanais, on préfère utiliser dans certains villages du Sind du riz rouge comme le riz rouge nain gunja (Dwarf Red Gunja). On peut aussi ajouter de la farine de blé jusqu'à 15 pour cent de farine de riz; si l'on a ajouté 21 pour cent de riz dans la farine du chapatti, on obtient une texture encore acceptable mais difficile à plier.

L'amidon pré-gélatinisé frais est utilisé pour préparer le pain sans blé; l'amidon (16 pour cent en poids) agit comme un liant à la place du gluten, comme pour les pâtes alimentaires tréfilées à base de riz (Satin, 1988). La méthode est applicable à la farine de riz, mais la croûte n'est pas aussi

satisfaisante que celle du pain de froment et il faudra en améliorer les propriétés. Peut-être est-il possible d'utiliser la farine de riz sèche pré-gélatinisée pour produire ce pain plus rapidement sans aucun problème de gélatinisation incomplète de l'amidon pendant la cuisson en présence de saccharose. On a aussi mis au point une recette de tourte contenant 100 pour cent de farine de riz pour les régimes sans blé (Bean et Nishita, 1 985). Elle comporte 100 parties de farine de riz, 80 parties de sucre, 15 d'huile et de 5 à 7 de levure à double effet. Les riz à faible teneur en amylose et à basse température de gélatinisation sont jugés préférables pour cette recette? car les riz à teneur en amylose intermédiaire et à température intermédiaire de gélatinisation donnent une texture sèche et friable. Le niveau élevé de saccharose augmente la température de gélatinisation de l'amidon; ainsi, dans 50 pour cent de saccharose, les riz à basse température de gélatinisation ont une température de gélatinisation de 80 °C, tandis que les riz à température de gélatinisation intermédiaire ont une température de gélatinisation de 92 °C. Quand le niveau de saccharose est réduit pour obtenir une température de gélatinisation de 80 °C pour le riz à température de gélatinisation intermédiaire, le volume et le contour des gâteaux sont améliorés, mais ceux-ci conservent leur texture friable. On peut améliorer la texture et le volume des gâteaux en hydratant la farine de riz par un malaxage intense de la farine et de l'eau et en pliant le mélange hydraté (Perez et Juliano, 1 988).

Les gâteaux de riz ou biscuits de riz fabriqués au Japon sont le senbei et le arare. Le arare est un biscuit confectionné avec du riz gluant bouilli, qu'on écrase pour former un gâteau qui est ensuite emmagasiné à 2-5 °C pendant deux ou trois jours pour assurer le durcissement, puis découpé, séché à 20 pour cent d'humidité à 45-75 °C et cuit. Le senbei est un en-cas comme un biscuit fabriqué avec une farine de riz non gluant cuite, qui est pétrie et roulée en feuilles, découpée, séchée à 70-75 °C avec 20 pour cent d'humidité, laissée pendant 10 à 20 heures à la température ambiante, de nouveau séchée à 70-75 °C avec 10-12 pour cent d'humidité, puis cuite

200-260 °C sans traitement de refroidissement. Le arare gonfle davantage pendant la cuisson; il a une texture molle et fond facilement dans la bouche. Le senbei est plus dur et plus rugueux. On peut mélanger la pâte de riz des graines de sésame, des morceaux d'algues séchées, des arachides, des crevettes pulvérisées, du fromage ou des épices, selon son goût. Des pétrins du type extrudeuse sont utilisés pour brasser le riz gélatinisé. Au Japon, la production de biscuits de riz atteignait 103 000 tonnes d'arare et 118 000 tonnes de senbei en 1983 (Tani, 1985) et l'équivalent de 215 000 tonnes de riz cargo en 1987 (Hirao, 1990).

En Chine, on confectionne des gâteaux ou biscuits de riz non gluant (xianggao) aussi bien avec du riz faible teneur en amylose qu'avec du riz forte teneur en amylose. Le gâteau fabriqué avec du riz forte teneur en amylose est plus dur, plus blanc et plus craquant que l'autre. Aux Philippines, on fabrique un produit analogue appelé puto-seko avec du riz teneur intermédiaire ou forte en amylose. Ces biscuits se brisent facilement quand on les manipule.

Riz en conserve

Aux Etats-Unis, le riz en conserve le plus apprécié est blanc, avec des grains non agglomérés, un minimum de fissuration longitudinale et d'irrégularité sur les côtés et les extrémités, et avec un liquide limpide (Burns et Gerdes, 1985). Pour la plupart de ces préparations en conserve, on préfère les riz à grains longs (teneur intermédiaire en amylose) cause de la stabilité exigée pour le riz cuit. Les riz non à grains longs forte teneur en amylose, en particulier ceux dont le gel a une consistance dure, conviennent aussi, mais il se peut que la texture soit trop dure. Pour le riz en conserve, il est recommandé que le pH soit inférieur à 4,6, afin de réduire la contamination microbienne parce que le riz en conserve cuit l'autoclave peut ne pas être complètement stérilisé.

Au Japon, du riz usiné faible teneur en amylose est placé dans des boîtes en fer blanc, avec de l'eau, du bouillon ou quelque autre assaisonnement. Les boîtes sont chauffées à la vapeur pendant une trentaine de minutes, puis scellées et stérilisées dans un autoclave à 112 °C pendant 80 minutes (Juliano et Sakurai, 1985). Le riz en conserve est chauffé dans de l'eau bouillante pendant 15 minutes avant d'être servi. Le riz cuit assaisonné est commercialisé principalement pour les rations militaires et comme aliment d'urgence. Aux Philippines, on utilise du riz à teneur intermédiaire en amylose pour les conserves destinées aux militaires. En 1983, le Japon avait atteint une production annuelle de riz en conserve de 1 472 tonnes, mais la popularité de ce produit diminue (Tani, 1985) et 1 159 tonnes seulement avaient été produites en 1986 (Iwasaki, 1987). Dans la province chinoise de Taiwan, on produit des riz en conserve conditionnés aussi bien à l'état humide qu'à l'état sec (Chang, 1988). La production journalière de riz à l'état humide est de 360 000 boîtes de 340 ml à ouverture facile, tandis que la production de riz conditionné à l'état sec est très limitée. Pour les préparations à base de riz en conserve conditionnées à l'état humide, généralement appelées congelées, on utilise du riz gluant; tous ces riz sont sucrés, la préparation la plus appréciée comportant du riz gluant comme ingrédient de base avec des longanes séchés, des haricots rouges, des arachides, de la farine d'avoine et du sucre. Pour le riz frit conditionné à l'état sec, on utilise du riz à faible teneur en amylose.

Produits fermentés à base de riz

On prépare divers vins à base de riz gluant en faisant fermenter du riz usiné gluant cuit à la vapeur avec des champignons, une levure servant de ferment (Steinkraus, 1983; Juliano et Sakurai, 1985). On obtient d'abord un produit sucré qui est ensuite transformé en alcool à mesure que se poursuit la fermentation. Le liquide est éliminé par décantation. On peut citer comme exemples le lao-chao en Chine, le khaomak en Thaïlande, le tapai en Malaisie, le tape ketan en Indonésie et le tapuy aux Philippines. On préfère utiliser pour le tapuy des riz rouges qui sont souvent grillés avant la cuisson.

(Sanchez et al., 1989). Pendant la fabrication du tapuy, la production d'ethanol est plus élevée pour le riz gluant et faible teneur en amylose que pour le riz à teneur intermédiaire ou élevée; l'amidon non digéré était principalement de l'amylose (Sanchez et al., 1988). Pour produire le vin de riz à Taiwan, on utilise chaque année 67 000 tonnes de riz usiné, la saccharification étant assurée par *Aspergillus oryzae* (vin shaohsing) ou *Rhizopus sp.* (hua-tiao) (Chang, 1988). Le riz gluant surblanchi (20 pour cent de résidus de polissage) est lavé, trempé dans l'eau, passé à la vapeur et inoculé avec des spores de *A. oryzae*, après quoi on le laisse incuber pendant 45 heures à 35-38 °C pour obtenir un ferment de riz cargo à faible teneur en amylose.

Les ferments du type ragi (bubod aux Philippines) sont disponibles sur les marchés de la plupart des pays d'Asie (Steinkraus, 1983). Ce sont généralement de petits gâteaux (3-6 cm), ronds et plats de farine de riz sur lesquels on a cultivé les micro-organismes désirés. Ces gâteaux sont séchés à l'air ou au soleil, la déshydratation et la croissance des micro-organismes étant simultanées. Les micro-organismes sont la moisissure *Rhizopus sp.* ou des associations des levures et moisissures essentielles qui sont requises pour les différents types de fermentation alcoolique.

Le riz est l'unique substrat commercial des boissons alcoolisées japonaises à base de riz comme le saké (Yoshizawa et Kishi, 1985). La matière première est du riz finement usiné (de 25 à 30 pour cent de résidus de polissage en poids de riz cargo) à faible teneur en amylose et à basse température de gélatinisation et à cœur blanc, ces caractéristiques facilitant le gonflement, la cuisson et la pénétration par le mycélium de *A. oryzae*. Un usinage excessif réduit la teneur en protéines (5-6 pour cent) et en lipides non amyliques (0,1 pour cent), ainsi qu'en potassium et en phosphore. Le riz cuit à la vapeur est inoculé avec le koji, une culture de *A. oryzae* obtenue sur du riz passé à la vapeur et de la pâte de graines. La levure du saké est cultivée sur du riz koji cuit à la vapeur contenant 70 ml d'acide lactique pour 100 litres d'eau à 12 °C. Les substances sont ajoutées encore trois fois pour

maintenir la fermentation. En 1985, on a utilisé au Japon environ 500 000 tonnes de riz usiné pour fabriquer du saké (Tani, 1985).

Le lait de riz a été utilisé comme succédané du lait liquide et du lait en poudre d'origine animale; et il peut être préparé soit avec de la farine de riz gonflé, soit avec de la farine de mouture humide avec du sucre et de l'huile d'arachide comme aromatisants. Le riz cargo fournit un lait de meilleure qualité que le riz usiné, le meilleur indice organoleptique ayant été obtenu avec une formulation de 3,5 pour cent (poids/volume) de riz cargo, 2 pour cent d'huile d'arachide et 7,5 pour cent de sucre (Lin, Shao et Chiang, 1988). Le lait de riz contient 87,7 pour cent d'humidité, 0,8 pour cent de protéines, 0,8 pour cent de lipides, 0,1 pour cent de fibres brutes, 0,1 pour cent de principes minéraux et 10,4 pour cent de glucides; la teneur totale en matières solides est de 11 pour cent et la viscosité est de moins de 3 poises. L'emploi d'amylases bactériennes pour hydrolyser l'amidon peut accroître la teneur du lait en matières solides sans en augmenter indûment la viscosité (Mitchell, Mitchell et Nissenbaum, 1988).

Le mirin est une boisson sucrée limpide que l'on confectionne en ajoutant du riz gluant cuit à la vapeur et du koji au shochu, qui est une boisson alcoolisée à base de genièvre obtenue par distillation d'un type de saké fabriqué à partir de brisures de riz indica. On laisse fermenter le mélange en présence de 40 pour cent d'éthanol provenant du shochu jusqu'à ce que l'amidon du riz soit transformé en sucres (deux mois à 25-30 °C). Après filtration et traitement au tanin et au gluten et refiltration, le mirin en bouteille contient 14 pour cent d'éthanol et 45 pour cent de sucres. Il est utilisé soit comme boisson (saké sucré), soit pour assaisonner des plats japonais. En 1986, la production au Japon s'est élevée à 78 000 kl (Sagara, 1988).

[TABLEAU 45 - Type d'amylose et autres propriétés préférées pour les produits transformés à base de riz](#)

TABLEAU 46 - Effet du traitement thermique et de la transformation sur la teneur en lysine et en cystine et l'utilisation protéique nette du riz chez les rats en croissance

Le vinaigre de riz résulte de l'achèvement de la fermentation de l'amidon de riz, et c'est un produit japonais et chinois traditionnel (Iwasaki, 1987). La fermentation de l'acide acétique s'effectue par mélange de vinaigre de graines avec le vin de riz et dure de un à trois mois. Le produit est mûri, filtré, pasteurisé et embouteillé (Lai, Chang et Luh, 1980). Son acidité totale est de 4 à 5 pour cent (sous forme principalement d'acide acétique, auquel s'ajoutent un peu d'acide lactique et d'acide succinique. La production de vinaigre de riz était de 40 000 kl au Japon en 1983 (Tani, 1985) et de 52 000 kl en 1986 (Sagara, 1988).

Les brisures de riz, de même que le gruau de maïs, sont un adjuvant de brasserie pour la fabrication de la bière aux Etats-Unis et au Japon (Yoshizawa et Kishi, 1985). La préférence est accordée au riz plutôt qu'au maïs à cause de sa faible teneur en protéines et en lipides (moins de 1,5 pour cent). Les brisures de riz sont obtenues à partir de l'usinage normal du riz cargo dans la plupart des pays' sauf au Japon où les brisures sont usinées à partir de brisures de riz cargo. Les brisures de riz ne doivent pas être contaminées par le son afin de réduire la teneur en protéines et en lipides. On utilise des riz à basse température de gélatinisation et à faible teneur en amylose parce que les riz à température de gélatinisation intermédiaire et à teneur intermédiaire en amylose sont relativement résistants à la liquéfaction de l'amidon. Les grains de riz ne sont pas utilisés pour le maltage en remplacement de l'orge en raison de la plus faible production d'alpha-amylose (IRRI, 1988b).

Les autres produits fermentés à base de riz sont le miso japonais, le riz Sierra (amarillo ou requemado) d'Amérique latine et l'angkak (anka, riz rouge). Le miso est un assaisonnement japonais traditionnel pâteux et brun' surtout consommé comme potage au petit-déjeuner. Il est obtenu à partir du koji (A.

oryzae) provenant du riz usiné mélangé du soja cuit et haché, du sel et un ferment composé d'une culture de levure et de bactéries d'acide lactique. On place les ingrédients dans des cuves fermées par un couvercle et on les laisse fermenter 25-30 °C pendant un à trois mois (Wong, 1980). Il y a environ deux fois plus de riz que de soja. La production de miso japonais a atteint 471 000 kl en 1986 (Sagara, 1988). Le riz Sierra est tiré du paddy humide qui fermente sous l'action de micro-organismes naturellement présents, le riz étant chauffé 50-70 °C. Le grain vire au jaune puis au brun et il est essentiellement précuit et précigé. L'angkak peut être produit par la moisissure *Monascus purpureus* sur des riz cuits avec 35 pour cent d'humidité et un pH de 6,5 à la température ambiante (Dizon et Sanchez, 1984). 11 est utilisé comme colorant alimentaire, par exemple avec le poisson fermenté (Hesseltine, 1979).

Farine et amidon de riz

Au Japon, la farine de riz est obtenue avec du riz gluant ou non gluant et avec du riz cru ou gélatinisé, la mouture ayant été effectuée par laminage, pilage, concassage, broyage à la meule en pierre, broyage dans un moulin latéral en acier ou broyage à l'état humide avec une meule en pierre. Au Japon, la production de farine de riz s'est élevée en 1985 à 67 000 tonnes à partir de riz cru plus 140 000 tonnes à partir de riz précigé (Tani, 1985). En 1987, on a utilisé 105 000 tonnes de riz cargo pour produire la farine de riz (Hirao, 1990).

En 1985 pour préparer une tisane à partir de riz cargo grillé au Japon, on a utilisé 23 800 tonnes de riz non gluant et 1 200 tonnes de riz gluant (Tani, 1985). En 1986, la production s'est élevée à 20 000 tonnes (Sagara, 1988).

Les farines de riz riches en protéines pour l'alimentation des nourrissons peuvent être obtenues

partir du riz usiné cuit par un traitement d'élimination de l'amidon et l'alpha-amylase (Resurreccion, Juliano et Eggum, 1978; Hansen et al., 1981). Un sirop de riz riche en fructose et une farine de riz riche en protéines ont été obtenus à partir de brisures par utilisation d'alpha-amylase, de gluco-amylase et de glucose isomérase. Ce procédé a permis d'obtenir un rendement de glucose de 80 pour cent à partir de brisures (base amylic de 91 pour cent) transformées en 50 pour cent de glucose, 42 pour cent de fructose et 3 pour cent de maltose (Chen et Chang, 1984). La farine à haute teneur en protéines (28 pour cent) a été récupérée avec un rendement de 30 à 32 pour cent. D'autres chercheurs ont obtenu des farines à 80 pour cent de protéines (Resurreccion, Juliano et Eggum, 1978). On produit aussi des maltodextrines à partir de la farine de riz usiné à 80 °C en utilisant de l'alpha-amylase thermostable (Griffin et Brooks, 1989).

La production d'amidon de riz comporte principalement la mouture humide de brisures avec de 0,3 à 0,5 pour cent d'hydroxyde de soude pour éliminer les protéines (Juliano, 1984). Les brisures sont trempées dans une solution alcaline pendant 24 heures puis moulues à l'état humide au moyen de broyeurs à marteaux ou d'une meule en pierre avec la solution alcaline. Après que la pâte a été entreposée pendant 10 à 24 heures, les fibres (membranes des cellules) sont éliminées par tamisage; l'amidon est recueilli par centrifugation, soumis à un lavage approfondi à l'eau puis séché. On peut récupérer les protéines dans l'effluent par neutralisation et utiliser le précipité comme aliment d'appoint pour le bétail.

Dans la Communauté économique européenne, environ 8 800 tonnes de brisures de riz sont traitées chaque année pour produire 7 000 tonnes d'amidon dans cinq à six usines en Allemagne, en Belgique, en Italie et aux Pays-Bas (Kempf, 1984). Cet amidon est utilisé exclusivement dans le secteur de l'alimentation humaine, surtout pour fabriquer des préparations pour nourrissons et des nouilles. L'Égypte, la Syrie et la Thaïlande produisent aussi de l'amidon de riz.

Son de riz et huile de son de riz

Le son de riz est une source extrêmement appréciée de fibres alimentaires en raison de la propriété hypocholestérolémique de sa fraction huileuse. On dispose maintenant de son de riz stabilisé grâce à l'emploi de la tréfileuse Brady aux Etats-Unis pour stabiliser le son à teneur complète en lipides par inactivation de sa lipase (Saunders, 1990). Ce son de riz est utilisé pour fabriquer les produits céréaliers pour petit-déjeuner, les en-cas et les produits de boulangerie. On a incorporé jusqu'à 20 pour cent de son de riz stabilisé dans le pain complet, les petits pains, les biscuits au beurre d'arachide et les biscuits à la farine d'avoine. La présence de 3 à 8 pour cent de sucre dans le son de riz contribue peut-être aussi au brunissement au four. La forte capacité d'absorption de l'eau du son de riz aide à maintenir l'humidité et la fraîcheur et améliore ainsi la durée de conservation. Sa capacité de produire de la mousse facilite l'incorporation de l'air et l'action du levain.

En Asie tropicale, les applications alimentaires du son de riz devront attendre qu'on ait réduit la contamination par la balle due à l'emploi de meules Engelberg. Cependant, le son de riz stabilisé est un excellent aliment pour la volaille puisque son inhibiteur de la trypsine a été inactivé par la cuisson par extrusion.

La production d'huile de son de riz a atteint environ 679 000 tonnes en 1990 (données communiquées par la Division de la statistique de la FAO), soit quelque 13 pour cent de la production potentielle sur la base de 7 pour cent de son provenant du paddy, 15 pour cent pour la récupération de l'huile du son et une production mondiale de riz de 507 millions de tonnes. Les principaux producteurs d'huile de son de riz sont l'Inde (370 000 tonnes), le Japon (83 000 tonnes) et la Chine, y compris Taiwan (122 000 tonnes).

L'huile de son de riz a une valeur d'absorption de l'iode de 92 à 115 et contient de 29 à 42 pour cent

d'acide linoléique et de 0,8 à 1,0 pour cent d'acide linoléique (Jaiswal, 1983). Elle est considérée comme une huile pour salade riche en vitamine E et en divers stérols végétaux (Juliano, 1985b).

Types de riz préférés pour les produits à base de riz

Pour la plupart des produits à base de riz, on préfère un certain type d'amylose, lequel est en rapport avec le type de riz bouilli le plus apprécié par les consommateurs dans le pays (tableau 45). Tous les types de riz sont utilisés pour l'étuvage, mais en Thaïlande et aux Etats-Unis on emploie habituellement des riz à teneur intermédiaire ou élevée en amylose. Des riz à forte teneur en amylose sont utilisés au Bangladesh, en Inde, au Pakistan et au Sri Lanka. Les riz en conserve, les riz précuits, les riz à cuisson rapide, les produits à base de riz gonflés, les préparations céréaliers au riz et les encas correspondent aux types préférés de riz bouilli. Pour les produits fermentés, la préférence est donnée au riz à basse température de gélatinisation puisque l'amidon du riz peut être gélatinisé à 70 °C et il a donc moins besoin d'être refroidi avant l'inoculation. Le riz à faible teneur en lipides ou hautement usiné, de préférence fraîchement usiné pour réduire au minimum l'odeur de ranci, est jugé préférable pour les produits à base de riz. Les riz gluants sont le plus appréciés pour les desserts et les friandises parce que l'amidon du riz bouilli ou cuit à la vapeur durcit moins vite.

Effet du traitement sur la valeur nutritionnelle

Les traitements thermiques peuvent influencer sur les propriétés des protéines et de l'amidon (tableau 46). L'effet de l'ébullition et de l'étuvage est examiné au chapitre 5. Le riz jaune provenant de la combustion de paddy engerbé a une plus faible teneur en lysine et une moindre UPN que le riz normal (Eggum et al., 1984). La cystine et le tryptophane ne sont pas affectés. La cuisson par extrusion réduit la

teneur en lysine et en cystine, mais non la teneur en tryptophane, et elle réduit l'UPN des protéines du riz usiné (Eggum et al., 1986). On observe de l'hydrogène sulfuré pendant la cuisson du riz par extrusion. D'autres traitements thermiques décomposent la lysine (IRRI, 1984a; Juliano, 1985a), à l'exception du gonflage sous pression qui influe sur la teneur en cystine (Villareal et Juliano, 1987). C'est probablement au cours de l'étape ultérieure de grillage que se produit la décomposition de la lysine (Khan et Eggum, 1979; Chopra et Hira, 1986). Les résidus de tryptophane dans les protéines d'aliments modèles sont plus stables pendant le traitement et l'emmagasinement que ceux de méthionine et de lysine (Nielsen et al., 1985).

La fermentation de la pâte de riz réduit la teneur en phytate - qui est de 0,45 pour cent - de 45 pour cent après un jour, de 74 pour cent après deux jours et de 80 pour cent après trois jours (Marfo et al., 1990). On a également signalé l'hydrolyse du phytate de légumineuse pendant la fermentation de l'idli.

Enrichissement

L'enrichissement a pour but de restituer au riz usiné les vitamines B et les minéraux éliminés du grain pendant l'usinage. Du point de vue technique, c'est plus difficile que l'enrichissement de la farine de blé puisque le riz est consommé sous forme de grains complets. Les méthodes traditionnelles sont l'étuvage, l'étuvage à l'acide (avec 1 pour cent d'acide acétique), l'enrichissement à la thiamine, l'enrobage, la production de riz artificiel, l'enrichissement à la dibenzoyl-thiamine et l'enrichissement aux polynutriments par adjonction d'un mélange enrichi aux nutriments (Mickus et Luh, 1980; Misaki et Yasumatsu, 1985). Le mélange est obtenu en faisant tremper le riz usiné dans une solution d'acide acétique contenant des vitamines hydrosolubles, de la thiamine, de la riboflavine, de la niacine, de l'acide pantothénique et de la pyridoxine. Il est ensuite passé à la vapeur, séché, recouvert de

plusieurs couches séparées de vitamine E, de calcium et de fer, puis d'un enrobage de protection et d'un colorant alimentaire naturel pour éviter la perte de nutriments au lavage. La teneur en nutriments est la même que celle du riz cargo. Ce riz enrichi aux polynutriments est mélangé du riz usiné raison d'une partie pour 200. Seulement 10 pour cent de chaque nutriment sont perdus lors de l'opération normale de lavage avant la cuisson, et encore 10 pour cent pendant la cuisson.

Les études expérimentales d'enrichissement effectuées sur le terrain dans la province de Bataan aux Philippines, de 1948 à 1950, ont montré que l'enrichissement du riz était réalisable, des réductions frappantes de l'incidence du beriberi étant enregistrées dans les régions où l'enrichissement a été introduit (Salcedo et al., 1950; Williams, 1956).

Selon une étude de la FAO (1954), les facteurs qui font obstacle à l'introduction satisfaisante de l'enrichissement du riz selon la méthode du mélange préalable sont les suivants:

- ◆ le coût du mélange préalable important;
- ◆ la difficulté d'assurer que le mélange préalable est ajouté au riz usiné dans la proportion correcte à l'usine;
- ◆ le coût légèrement plus élevé du riz enrichi par rapport au riz normal, qui influe sur sa vente aux catégories de population à bas revenu;
- ◆ les pertes de vitamines ajoutées qui peuvent se produire quand le riz enrichi est cuit dans un excédent d'eau ensuite éliminé, comme cela se fait dans certains pays consommateurs de riz;

◆ les questions relatives aux normes et ◆ l'analyse, en particulier du riz

◆ le de connaissances au sujet des pertes de nutriments ajoutés qui peuvent se produire pendant le stockage.

On a eu recours au semi-blanchiment pour conserver les vitamines B dans le riz usiné, mais le riz semi-blanchi a une durée de conservation plus brève que le riz usiné, et il est moins blanc (FAO, 1954). Certains consommateurs procèdent de nouveau ◆ l'usinage du riz semi-blanchi pour ◆liminer l'enveloppe extérieurement rance et pour que le riz soit plus blanc, d'où une perte de vitamines B. Le riz usiné a aussi ◆t◆ utilisé pour des programmes d'enrichissement en vitamines A et B en Thaïlande et aux Philippines (Gershoff et al., 1977). Les résultats de l'addition dans tout un village d'un complément de lysine thréonine, thiamine, riboflavine et vitamine A au bénéfice d'enfants thaïlandais d'âge préscolaire n'ont pas ◆t◆ probants en ce qui concerne l'enrichissement en lysine-thréonine.

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#) - [Suivante ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 7 - Définitions et perspectives

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#) - [Suivante ▶](#)

[Faire face ◆ l'expansion démographique](#)
[Considérations ◆cologiques](#)

[Augmentation du potentiel de rendement](#)

[Biotechnologie du riz](#)

[Mutants d'amidon](#)

[Mutants de protéines](#)

[Autres mutants](#)

Faire face à l'expansion démographique

Il est prévu que la population mondiale, qui était de 5 milliards de personnes en 1990, atteindra 8 milliards en 2020. Les populations des pays peu développés, qui sont actuellement au nombre de 3,7 milliards, s'élèveront à 6,7 milliards en 2020. Les 2,1 milliards de consommateurs de riz que comptent actuellement les pays en développement seront 3,7 milliards en 2020 (IRRI, 1989).

Pour répondre à l'augmentation projetée de la demande de riz (compte tenu de son remplacement par d'autres aliments) et mesure que les revenus s'améliorent, la production de riz, qui était de 490 millions de tonnes en 1988, devra atteindre 556 millions de tonnes en 2000 et 758 millions de tonnes en 2020, soit un accroissement de 65 pour cent (1,7 pour cent par an) (IRRI, 1989). Cependant, pour les principaux pays producteurs de riz de l'Asie du Sud et du Sud-Est, la production de riz devra s'accroître d'environ 100 pour cent d'ici 2020 (2,1 pour cent par an).

Considérations écologiques

L'augmentation de la production totale de riz a provoqué des préoccupations croissantes: elle a atteint un maximum puis a amorcé un déclin selon des études à long terme (IRRI, 1990b). La comparaison

entre les données provenant des rizières et stations expérimentales en Indonésie, aux Philippines et en Thaïlande a confirmé que les potentiels de rendement ont atteint un palier et que l'écart diminue entre le potentiel et le rendement réel dans les exploitations. Par ailleurs, on dispose d'indices solides mais non probants selon lesquels les rendements de riz et la productivité seraient davantage en diminution que ceux du blé dans les systèmes de culture riz/ blé. La carence en zinc et la réponse au phosphore, outre l'azote, sont désormais plus fréquentes.

Les tendances actuelles de la production sont la stabilité et la durabilité écologique de la production de riz, sa viabilité économique et son équité. L'emploi d'engrais organiques, tels que *Sesbania*, et la fixation biologique de l'azote par des organismes comme *Azolla* et *Anabaena* se poursuivent en vue de remplacer en partie l'utilisation d'engrais azotés inorganiques. Le rendement des engrais azotés n'est que d'environ 40 à 50 pour cent en raison de la volatilisation de l'ammoniac, de la nitrification et de la dénitrification, du lessivage et du drainage superficiel. Il est possible de réduire les pertes en ayant recours à des engrais à libération lente et contrôlée (De Datta, 1989). L'enfouissement en profondeur, à la main ou à la machine, semble également prometteur, mais les essais effectués en vue de l'enfouissement en profondeur à la machine n'ont pas donné des résultats cohérents. Il faut de nouveau étudier l'époque optimale pour l'application fractionnée des engrais azotés avec les variétés de brève durée actuellement cultivées. Selon une étude récente (Conway et Pretty, 1988), l'utilisation des engrais dans les pays en développement ne fera t courir en réalité que fort peu de risques sur le plan de la santé et de la contamination de l'environnement.

La lutte intégrée contre les ravageurs est en cours d'introduction afin de réduire l'emploi des pesticides et le problème de pollution qui en résulte. L'escalade enregistrée dans l'utilisation des insecticides dans les régions rizicoles, de 1960 à 1980, n'a pas été compensée par une amélioration générale de la lutte contre les insectes nuisibles (IRRI, 1984b). Parmi les conséquences indésirables, il

faut citer le retour en force des ravageurs, la résistance multiple aux insecticides chez les principaux ravageurs des régions à grande utilisation, la destruction des communautés de prédateurs naturels des ravageurs, la réduction draconienne des populations de poissons constituant une source locale de protéines, la multiplication inquiétante des cas d'intoxication chez l'homme et les animaux domestiques. Tout schéma de protection stable des récoltes à long terme doit reposer sur les tactiques de lutte primordiales portant sur la résistance variétale, le contrôle des cultures et la lutte biologique. Quand ces tactiques n'assurent pas une protection suffisante, on peut utiliser des insecticides en fonction des populations de ravageurs et de l'ampleur des dégâts économiques. L'interdiction de l'utilisation persistante des pesticides dans la plupart des pays de riziculture a considérablement réduit le problème des résidus de pesticides et de la pollution. Par exemple, on a observé que les résidus de carbofurane étaient inférieurs à la limite de tolérance de 0,2 ppm dans le paddy de plants de riz traités avec 0,5- 1,0 kg/ha d'ingrédient actif selon diverses méthodes (Seiber et al., 1978). En 1987-1988, les quantités de pesticides organophosphorés totaux dans le ruissellement d'eau d'irrigation dans l'exploitation de l'IRRI étaient faibles (de l'ordre de 1 ppb) en moyenne, et aucune trace de pesticides organochlorés n'a été détectée (IRRI, 1988b).

Les problèmes d'environnement en rapport avec la riziculture portent sur les changements de climat dans le monde: augmentation du dioxyde de carbone, du méthane et des oxydes d'azote dans l'atmosphère, diminution de l'ozone dans la stratosphère avec pour corollaire une augmentation du rayonnement ultraviolet B atteignant la surface du globe, rétention du rayonnement solaire (effet de serre) et réchauffement de la planète. Les rizières ont été impliquées comme principaux producteurs de méthane et d'oxyde d'azote; des études sont en cours pour vérifier le bien-fondé de ces observations (IRRI, 1990a).

On estime que la perte de sol dans les 13 pour cent de rizières correspondant à la zone de culture du riz

pluvial (18 millions d'ha) s'élève de 2-4 cm par an, soit l'équivalent de 200 à 400 tonnes par hectare et par an dans les systèmes d'agriculture en plein champ de l'Asie du Sud-Est (IRRI 1990b). Le problème est confirmé par le fait que les grands fleuves de l'Asie du Sud-Est acheminent vers la mer 10 fois plus de sédiments que les bassins fluviaux des autres régions du monde.

La dégradation du sol provoquée par l'eau comprend l'engorgement des sols par l'eau et le développement de la salinité dans les terres et cultures irriguées intensives. En outre, une sédimentation excessive due aux résidus de mines et la pollution industrielle influe sur la productivité du sol (IRRI, 1990b). Il est impératif d'aménager les réseaux d'irrigation pour assurer des systèmes de production durables, notamment l'aménagement de l'eau pour les sols acides et sulfates et le renforcement de la productivité dans les régions salines du littoral. Dans les exploitations sans irrigation la conservation de l'eau de pluie pour stabiliser le rendement et accroître la productivité, grâce à un réservoir représentant environ 7 pour cent de la superficie des rizières, est utile dans les bas-fonds de culture pluviale vulnérables à la sécheresse.

Le paludisme, la schistosomiase et l'encéphalite japonaise sont d'importantes maladies transmises par des vecteurs associés à la production rizicole dans les pays en développement (IRRI, 1988a). Les agents pathogènes sont associés directement ou indirectement à l'environnement aquatique. Les moustiques sont les vecteurs des agents infectieux du paludisme et de l'encéphalite. Certaines espèces de mollusques servent d'hôtes intermédiaires pour les parasites qui provoquent la schistosomiase: les cercaires, qui nagent librement dans l'eau contaminée après avoir été expulsés par les mollusques.

Augmentation du potentiel de rendement

Plus de 60 pour cent des rizières dans le monde sont actuellement plantées en variétés de types

améliorés. Le potentiel de rendement n'a guère augmenté depuis l'introduction des variétés améliorées, vers 1965, lorsque les efforts visaient à y incorporer une résistance contre les maladies et les insectes, l'abrégement de la durée de croissance et l'amélioration de la qualité du grain. Le rendement est fonction de la matière sèche totale et de l'indice récolte (panicule/panicule et paille). Les variétés semi-naines ont un indice de récolte d'environ 0,45-0,50, la différence des variétés traditionnelles à haute tige qui ont un indice de récolte d'environ 0,3-0,4 (Yoshida, 1981). Des efforts sont en cours pour porter l'indice de récolte des variétés semi-naines à environ 0,6 afin d'accroître les rendements. Les variétés modernes ont de 20 à 25 talles dont 15 à 16 seulement produisent de petites particules comptant de 100 à 120 grains chacune. On s'efforce de sélectionner du riz n'ayant que quatre à cinq talles productives mais de grandes particules d'environ 250 grains, afin d'obtenir un rendement maximal de 13 tonnes à l'hectare par rapport au rendement maximal des variétés actuelles qui est de 10 tonnes à l'hectare (IRRI, 1989). Ces riz doivent avoir des tiges robustes pour soutenir de grandes panicules, un feuillage épais de couleur vert foncé, un port érigé et un système racinaire vigoureux, et ils doivent avoir une hauteur d'environ 90 cm. Le type de plant proposé devra faire l'objet d'un aménagement différent de celui des riz modernes actuels à talles hautes, qui ont été sélectionnés en vue du repiquage. Les plants proposés conviendront mieux au semis en place. On développe actuellement la diversification génétique du riz tropical en procédant à des croisements entre des riz japonica et des espèces sauvages grâce à un vaste programme d'hybridation.

La résistance à la sécheresse est importante, notamment pour les riz de montagne et les riz aquatiques de culture pluviale. Les facteurs tels que la profondeur d'enracinement, le degré de fermeture des ostioles et la résistance de la cuticule à la vapeur d'eau entrent en ligne de compte dans les différences variétales en ce qui concerne la résistance aux contraintes liées à l'eau.

Les riz d'eau profonde ou riz flottants sont capables d'allonger l'entrenœuds pour faire face à la montée

des eaux. Ces conditions d'eau profonde prédominent dans les deltas, les estuaires et les vallées de fleuves de plusieurs pays: Bangladesh, Cambodge, Inde, Indonésie, Myanmar, Thaïlande et Viet Nam, où les eaux de crue atteignent chaque année une profondeur variant de 0,5 m à 5 m. En outre, certains de ces riz peuvent résister à la sécheresse. La résistance au froid aux stades des plantules, du tallage ou de la maturation est importante dans les montagnes et les collines du Bangladesh, de l'Inde, de l'Indonésie, du Népal et des Philippines, où les riz semi-nains jaunissent et meurent ou sont rabougris par suite des basses températures de l'air ambiant ou de l'eau d'irrigation. En revanche, dans les régions chaudes comme le sud de l'Iran, le Pakistan et le Sénégal, il se pose un problème de stérilité dû principalement à une perturbation de la pollinisation et de la viabilité du pollen.

Aucune variété moderne n'a été sélectionnée en vue de résister parfaitement i) aux sols acides à sulfate de certaines régions de l'Inde, du Viet Nam, etc.; ii) aux sols salins des régions désertiques de l'intérieur dans certaines parties de l'Inde et du Pakistan et au sel des eaux saumâtres des régions côtières; iii) aux sols alcalins; iv) aux sols organiques (histosols). La toxicité du fer et les carences en fer, en zinc et en phosphore sont des problèmes pédologiques non négligeables.

Les pertes dues aux insectes, aux maladies et aux plantes adventices varient dans la région de 10 pour cent à plus de 30 pour cent selon les pays. Étant donné la disparition rapide de la résistance des plants de riz aux insectes ravageurs par gène dominant unique (environ trois ans pour le gène Bph 1 de résistance à la delphacide), les recherches doivent être axées surtout sur une résistance modérée durable. Ce type de résistance est recherché pour contrôler la pression sélective sur les insectes ravageurs afin d'éviter pour une variété le développement aisé de souches résistantes par mutation, dérive génétique (le processus par lequel des sous populations moins nombreuses détiennent des séries subsidiaires aléatoires de la variation génétique totale), migration ou sélection. Il est nécessaire de poursuivre les études sur la génétique des populations d'insectes pour

déterminer comment, parmi les sous-populations de ravageurs, la variation génétique diffère de l'aptitude à se nourrir de variétés résistantes. Pour gérer la résistance, il nous faut comprendre quelles sont, aussi bien chez les populations que dans les régions, les différences de variation génétique pour surmonter la résistance. Parmi les démarches possibles figurent l'addition de deux (ou plus) gènes de résistance, l'approche multisouches et la résistance horizontale. On a recours à de multiples croisements avec des espèces sauvages d'Oryza en vue d'incorporer les gènes de résistance des riz sauvages. La même stratégie devrait être appliquée pour tous les gènes de résistance aux ravageurs.

La vigueur des semences est probablement un facteur aussi important que leur viabilité car elle tend à diminuer, selon la variété, au cours des quelques mois d'entreposage qui suivent la moisson, d'où un maintien inégal des plants de riz, surtout en cas de semis en place (Seshu, Krishnasamy et Siddique, 1988). C'est là un facteur particulièrement critique pour le riz irrigué semé en place car le grain prégermé est déposé à au moins 2,5 cm au-dessous de la surface du sol sous l'eau. Les études sur la productivité globale doivent porter non seulement sur le riz, mais aussi sur le système asiatique de riziculture dans sa totalité afin de déterminer le schéma qui convient le mieux à chaque région.

Biotechnologie du riz

Le Programme international de la Fondation Rockefeller sur la biotechnologie du riz, inauguré en 1984, a les buts suivants: i) veiller à ce que soit adaptées pour le riz les nouvelles techniques d'amélioration génétique des cultures basées sur les progrès de la biologie moléculaire et cellulaire; ii) faciliter le transfert de ces biotechnologies aux programmes de sélection du riz dans les pays en développement, afin de produire des variétés améliorées qui répondent aux besoins prioritaires; iii) aider à mettre sur pied le potentiel de recherche scientifique nécessaire au développement et à l'application continues

de nouvelles techniques d'amélioration génétique du riz dans certains pays en développement (Toenniessen et Herdt, 1989).

Les activités comprennent une large hybridation pour transférer les traits utiles des souches sauvages aux riz cultivés et le développement d'une base de connaissances et d'outils biotechnologiques. Il s'agit notamment du développement de cartes et de marqueurs génétiques basés sur des séquences d'ADN cloné, des techniques de protoplaste servant de véhicule et diverses manipulations génétiques, des techniques de transformation génétique, du clonage et de la caractérisation des gènes du riz, d'outils diagnostiques et de l'étude de l'interaction hôte/agent pathogène, ainsi que de gènes nouveaux pour l'amélioration du riz. Parmi les gènes nouveaux étudiés pour améliorer le riz figurent des gènes viraux, par exemple un gène de protéine tegumentaire conférant une résistance au virus tungro du riz, les gènes de la toxine de *Bacillus thuringiensis* pour conférer une résistance à la chenille mineuse de la tige et d'autres insectes ravageurs, et des gènes du blé comme inhibiteurs de l'amylase du charançon du riz. L'objectif est de produire des plants de riz transgéniques contenant ces gènes utiles pour conférer une résistance ou une tolérance à l'égard des ravageurs et des maladies, ou encore des contraintes liées à l'environnement, afin d'assurer des rendements stables et élevés.

On cherche actuellement à incorporer dans le grain de riz le gène Y1 du maïs (bêta-carotène de l'albumen) (Buckner, Kelson et Robertson, 1990) ou un gène de caroténoïde de la provitamine A (par exemple, le phytonène de la tomate) (Cheung et Kawata, 1990), afin de réduire l'incidence de l'avitaminose A en Asie (voir chapitre 2). Toutefois, un précurseur non pigmenté, comme c'est le cas pour le maïs blanc, est préférable pour répondre aux objections formulées par les consommateurs à l'égard du riz albumen jaune. Les gènes codés pour la synthèse de la caroténoïde sont présents dans le riz, comme dans tous les végétaux de photosynthèse, mais ils sont exprimés dans le tissu de

photosynthèse et non dans l'albumen.

On examine actuellement dans le maïs et le blé les inhibiteurs de l'alpha-amylase des insectes, en particulier le charançon du riz, en vue de leur éventuelle incorporation dans le grain de riz pour en améliorer la durée de conservation et réduire les pertes à l'entreposage. On étudie aussi l'oryzacystatine qui inhibe les enzymes digestives du charançon du riz (protéase sulfhydryle) (Reeck, Muthukrishnan et Kramer, 1990).

Le gène de la glutéline du blé qui influe sur la qualité des produits de boulangerie (MacRitchie, du Cros et Wrigley, 1990) est en cours d'introduction dans le riz. L'effet de ce gène sur la teneur en protéines du grain et sur la qualité des plants de riz transgéniques sera sans doute intéressant. Un gène de glutéline du blé à poids moléculaire élevé s'accumule dans l'albumen du tabac transgénique à raison d'environ 0,1 pour cent des protéines totales de l'albumen (Robert, Thompson et Flavell, 1989). Par ailleurs, il se peut que l'introduction du gène de l'alpha-amylase de l'orge améliore la vigueur des semences et la qualité de maltage des grains de riz.

Mutants d'amidon

Des mutants d'amidon de riz japonais ont été créés par traitement du riz Sasanishiki au sulfonate d'éthyle méthane ou du Norin 8 aux rayons bêta de Co^{60} , OU par traitement de cellules d'ovules fécondés de Kinmaze à l'urée N-méthyle-N-nitroso (Omura et Satoh, 1984; Juliano et al., 1990). Ils ont été transférés au riz IR36 par deux croisements en retour. Les mutants sucrés contiennent du phytoplycogène et ont une forte teneur en sucres libres. Les mutants rétrécis ont une faible teneur en amidon. Les mutants sucrés ou rétrécis donnent du riz cargo ridé, mais l'albumen est dur chez les mutants sucrés et mou chez les mutants rétrécis (Omura et Satoh, 1984). Les grains farineux ont un

albumen mou de caractère crayeux. Les mutants mats contiennent de 2 à 14 pour cent d'amylose sur la base d'amidon (alors que l'amidon du riz gluant en contient de 0 à 2 pour cent), et leur albumen est blanc et dur. Les mutants à succédané d'amylose contiennent des granules d'amidon de forme irrégulière qui sont caractéristiques de l'amidon de maïs à forte teneur en amylose. Les mutants issus du riz IR36 avaient des grains plus légers et de plus faible densité que ceux de l'IR36, et leur teneur en amylose était plus élevée que celle des mutants japonais originels, sauf pour les mutants mats (Juliano et al., 1990).

Les mutants à succédané d'amylose issus du riz IR36 ont une teneur apparente en amylose de 40 à 42 pour cent et une température de gélification de 73-80 °C (Juliano et al., 1990). La teneur en lysine de leurs protéines est supérieure de 0,8 pour cent à celle du riz cargo IR36 et de 0,5 à celle du riz usiné IR36 (Juliano et al., 1990). La protéine du mutant issu du maïs à succédané d'amylose avait aussi une plus forte teneur en lysine (Glover et al., 1975). Ce mutant à succédané d'amylose et d'autres mutants de l'amidon d'albumen ont les mêmes schémas d'électrophorèse du gel SDS-polyacrylamide que les parents (IRRI 1983b; IRRI, données inédites, 1990).

Mutants de protéines

Les protéines du grain contenaient environ 0,5 pour cent de plus de lysine chez les mutants produits par traitement de riz des Etats-Unis (Schaeffer et Sharpe, 1983) à la 5-2-aminothiyle-L-cystéine (Juliano, 1985a). Cette augmentation de 0,5 pour cent a également été mise en évidence lors du tri de lignées de la banque de génomes du riz pour en déterminer la teneur en lysine (Juliano, Antonio et Esmama, 1973). La protéine des mutants à succédané d'amylose du riz IR36 contenait aussi 0,5 pour cent de plus de lysine que le IR36 (Juliano et al., 1990).

Un programme de tri de lignées a été mis en route pour les mutants en ce qui concerne les corps protéiques de réserve du riz PB-I et PB-II, qui sont situés dans l'albumen amyloacé. Le corps cristallin PB-II est riche en glutéline et le grand corps sphérique PB-I est riche en prolamine (voir chapitre 3). La glutéline a un meilleur indice chimique que la prolamine, abstraction faite d'une sous-unité mineure de la prolamine (voir tableau 17). Le programme de tri de lignées avait donc pour but d'améliorer la qualité nutritionnelle des protéines du riz en augmentant la proportion des protéines PB-II ou en réduisant la proportion des protéines PB-I (Kumamaru et al., 1988). On a recensé un certain nombre de mutants qui répondaient à ces critères, et leurs corps protéiques ont été isolés et caractérisés (Ogawa et al., 1989).

Des hybrides riz/sorgho et riz/blé provenant de la République Populaire de Chine ont également fait l'objet d'une nouvelle vérification pour déterminer leur composition en acides aminés, notamment en lysine parce que les protéines du riz sont plus riches en lysine (3,5-4 pour cent) que celles du sorgho (1-2 pour cent de lysine et celles du blé (2-3 pour cent). La teneur en lysine de quatre hybrides riz usiné/sorgho de 3,1-3,6 g/16,8 N était plus proche de celle du riz que de celle du sorgho (IRRI 1980). On a relevé une teneur de 4,1 g de lysine/16,8 g N dans un échantillon d'hybride riz usiné/ blé contenant 10,8 pour cent de protéines, avec un schéma d'électrophorèse du gel SDS-polyacrylamide caractéristique de la glutéline du riz usiné (IRRI, 1983a).

Des études sur la biosynthèse des protéines de réserve dans les graines de riz en développement (Yamagata et al., 1982) ont révélé qu'une glutéline du riz et une glycine du soja étaient issues d'un gène ancestral commun (Higuchi et Fukazawa, 1987). Les spécialistes de la biologie moléculaire étudient actuellement la biosynthèse des protéines, afin de renforcer la biosynthèse de la glutéline et ainsi améliorer la qualité nutritionnelle de la protéine du riz. Une autre démarche consiste à supprimer la biosynthèse des polypeptides de la prolamine qui n'ont qu'une faible teneur en lysine (voir

tableau 17), par exemple la sous-unité de 10 kd de la prolamine qui intervient probablement dans les corps protéiques PB-I indigestibles du riz cuit.

Autres mutants

La taille des embryons de mutants géant est le double ou le triple de la normale, et la teneur en lipides du riz cargo est de 4 pour cent au lieu de 2,5 pour cent (Omura et Satoh, 1984). Chez certains mutants, la couche des cellules aleurone est plus épaisse (>50 µm) que la normale, qui est de 30 µm, et l'on y voit éventuellement un moyen d'accroître la teneur en lipides du grain de riz. La variété Hokkai 269, un mutant géant, contient 14 pour cent de son contre 7 pour cent pour le riz courant, mais en revanche la teneur du son en huile n'est que de 18 pour cent au lieu de 21 à 22 pour cent (A. Nagao, communication personnelle, 1990).

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#):81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Bibliographie

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Adair, C.R. 1972. Production and utilization of rice. In D.F. Houston, ed. Rice chemistry and technology, p. 15. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Antonio, A.A. & Juliano, B.O. 1973. Amylose content and puffed volume of parboiled rice. J. Food Sci., 38: 915-916.

Aoe, S., Ohta, F. & Ayano, Y. 1989. Effect of rice bran hemicellulose on the cholesterol metabolism in rats. Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi, 42: 55-61.

Asian Development Bank. 1989. Key indicators of developing member countries of ADB, Vol. 20. Manila, ADB. 388 pp.

Autret, M., Perisse, J., Sizaret, F. & Cresta, M. 1968. Protein value of different types of diet in the world: their appropriate supplementation. Nutr. Newsl., 6(4): 1-29.

Ayano, Y., Ohta, F., Watanabe, Y. & Mita, K. 1980. "Dietary fiber" fractions in defatted rice bran and their hypocholesterolemic effect in cholesterol-fed rats. Eiyo To Shokuryo, 33: 283-291.

Bandara, J.M.R.S. 1985. Study on the relationship between fermented odour, presence of bran and mould in parboiled rice, and aflatoxin content in Sri Lanka. In FAO/UNDP Regional Field Workshop on Rice Grading, Inspection and Analysis, Lahore & Karachi, Pakistan, 11-18 March 1985, p. 218-225. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

Barber, S. 1972. Milled rice and changes during aging. In D.F. Houston, ed. Rice chemistry and technology, p. 215-263. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Barker, R.X., Herdt, R.W. & Rose, B. 1985. The rice economy of Asia. Washington, D.C., Resources for the Future; Manila, IRRI. 324 pp.

Bean, M.M. & Nishita, K.D. 1985. Rice flours for baking. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ed., p. 539-556. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Bechtel, D.B. & Pomeranz, Y. 1978. Ultrastructure of the mature ungerminated rice (*Oryza saliva*) caryopsis. The starchy endosperm. *Am. J. Bot.*, 65: 684-691.

Bhattacharya, K.R. 1985. Parboiling of rice. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ed, p. 289-348. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Bibby, B.G. 1985. Cereal foods and dental caries. *Cereal Foods World*, 30: 851-855.

Björck, I., Nyman, N., Pedersen, B., Siljeström, M., Asp, N.-G & Eggum, B.O. 1987. Formation of enzyme resistant starch during autoclaving of wheat starch: studies in vitro and in vivo. *J. Cereal Sci.*, 6: 159-172.

Blackwell, R.Q., Yang, T.H. & Juliano, B.O. 1966. Effect of protein content upon growth rates of rats fed highrice diets (Abstr.) *Proc. 11th Pac. Sci. Congr., Tokyo*, 8: 15.

Bradbury, J.H. & Holloway, W.D. 1988. Chemistry of tropical root crops: significance for nutrition and agriculture in the Pacific. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research. 201 pp.

Breckenridge, C. & Arseculeratne, S.N. 1986. Laboratory studies on parboiled and raw rough rice and their milling fractions as substrates for the production and accumulation of aflatoxin. *Food Microbiol.*, 3: 67-79

Bressani, R., Elias, L.G. & Juliano, B.O. 1971. Evaluation of the protein quality of milled rices differing in protein content. *J. Agric. Food Chem.*, 19: 1028-1034.

Brockington, S.F. & Kelly, V.J. 1972. Rice breakfast cereals and infant foods. In D.F. Houston, ed. *Rice*

chemistry and technology, p. 410418. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Buckner, B., Kelson, T.L. & Robertson, D.S. 1990. Cloning of the Y, locus of maize, a gene involved in the biosynthesis of carotenoids. Plant Cell, 2: 867-876.

Burns, E.E. & Gerdes, D.L. 1985. Canned rice foods. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ea., p. 557-567. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Buttery, R.G., Ling, L.C., Juliano, B.O. & Turnbaugh, JAG. 1983. Cooked rice aroma and 2-acetyl-1pyrroline. J. Agric. Food Chem., 31: 823-826.

Cabrera, M.I.Z., Loyola, A.S., Alejandro, E.R., Yu, G.B., Kuizon, M.D., Intengan, C. Ll., Roxas, B.V. & Juliano, B.O. 1987. Effect of reduction in energy intake on nitrogen balance and growth of preschool children: a preliminary study. Philipp. J. Nutr., 40: 22-31.

Cabrera-Santiago, M.I., Intengan, C.Ll., Roxas, B.V., Juliano, B.O., Perez, C.M., Loyola, A.S., Alejandro, E.R., Abadilla, J.W., Yu, G.F.B. & Mallillin, A.C. 1986. Protein requirements of preschool children consuming rice-milk, ricetoasted mung bean, and rice diets. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 36: 167- 178.

Cagampang, G.B., Cruz, L.J., Espiritu, S.G., Santiago, R.G. & Juliano, B.O. 1966. Studies on the extraction and composition of rice proteins. Cereal Chem., 43: 145155.

Cagampang, G.B., Perez, C.M. & Juliano, B.O. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agric., 24: 15891594.

Chang, P.Y. 1988. The utilization of rice in Taiwan, Republic of China. Food Fert. Technol. Cent. Asian Pac.

Reg. Ext. Bull., 273: 1-9.

Chang, T.T. 1983. The origins and early cultures of the cereal grains and food legumes. In D.N. Keightley, ed. The origins of Chinese civilization, p. 65-94. Berkeley, CA, USA, University of California Press.

Chang, T.T. 1985. Crop history and genetic conservation-rice: a case study. Iowa State J. Res., 59: 425455.

Cheigh, H.-S., Ryu, C.-H., Jo, J.-S. & Kwon, T.-W. 1977a. Effect of washing on the loss of nutrients of rice. Korean J. Food Sci. Technol., 9: 170-174 (in Korean).

Cheigh, H.-S., Ryu, C.-H., Jo, J.-S. & Kwon, T.-W. 1977b. A type of postharvest loss: nutritional losses during washing and cooking of rice. Korean J. Food Sci. Technol., 9: 229233.

Chelliah, S. & Heinrichs, E.A. 1984. Factors contributing to rice brown planthopper resurgence. In Proceedings, FAO/IRRI Workshop on Judicious and Efficient Use of Insecticides on Rice, IRRI, 21-23 February 1983, p. 107-115. Manila, IRRI.

Chen, W.-P. & Chang, Y.-C. 1984. Production of high-fructose rice syrup and high-protein rice flour from broken rice. J. Sci. Food Agric., 35: 1128-1135.

Chen, X.C., Yin, T.A., Yang, X.J., Bai, JAG. & Huang, Z.S. 1984. Protein requirements of Chinese male adults. UN Univ. Food Nutr. Bull. Suppl., 10: 96-101.

Cheung, A.Y. & Kawata, E. 1990. Isolation of genes involved in carotenoid biosynthesis and accumulation in plants. Abstracts 4th Annual Meeting Rockefeller Foundation's International Program on Rice Bio technology, IRRI, 9-12 May 1990. New York, Rockefeller Foundation.

Chinnaswamy, R. & Bhattacharya, K.R. 1984. Relationship between amylose content and expansion characteristics of parboiled rice. J. Cereal Sci., 21: 273279.

Chong, Y.H. 1979. Malnutrition, food patterns and nutritional requirements in Southeast Asia. In Proceedings UNU/IRRI Workshop on Interfaces Between Agriculture, Nutrition and Food Science, IRRI, 1977, p. 1-17. Los Baños, Laguna, the Philippines, IRRI.

Chopra, N. & Hira, C.K. 1986. Effect of roasting on protein quality of cereals. J. Food Sci. Technol., 23: 233235.

Chopra, R.N. 1933. Indigenous drugs of India. Calcutta. 655 pp. Cited in E. Quisumbing, 1978. Medicinal plants in the Philippines. Quezon City, the Philippines, Katha Publishers.

Choudhury, N.H. & Juliano, B.O. 1980. Effect of amylose content on the lipids of mature rice grain. Phytochemistry, 19: 1 385- 1 389.

Clark, H.E., Howe, J. M. & Lee, C.J. 1971. Nitrogen retention of adult human subjects fed a high protein rice. Am. J. Clin. Nutr., 24: 324-328.

Clarke, P.A. 1982. Cooking losses in rice-a preliminary study of the effect of grain breakage. J. Food Technol., 17: 507-511.

Codex Alimentarius Commission. 1990. Proposed draft standard for rice. FAO Food Standards Programme CX/CPL/90/5. Rome, FAO. 8 pp.

Coffman, W.R. & Juliano, B.O. 1987. Rice. In R.A. Olson, ed. Nutritional quality of cereal grains: genetic and

agronomic improvement. Agron. Monogr. 28, p. 101-131. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America.

Cogburn, R. R. 1985. Rough rice storage. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ea., p. 265-287. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Conway, G.R. & Pretty, J.N. 1988. Fertiliser risks in the developing countries: a review. London, International Institute for Environment and Development, Sustainable Agriculture Programme. 70 pp.

Dalrymple, D.G. 1986. Development and spread of high-yielding rice varieties in developing countries. Washington, D.C., Agency for International Development, Bureau of Science and Technology. 117 pp.

Dans, A.L., Florete, O.G., Paz, E.T., Tamesis, B.R., Añonuevo, J.E. & Zarcilla, F. 1987. The efficacy, safety, and acceptability of high-fiber rice-bran diet (darak) in the control of diabetes mellitus. 4th Congress ASEAN Federation of Endocrine Societies, Manila, 5-10 December.

De Datta, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. New York, J. Wiley & Sons. 618 pp.

De Datta, S.K. 1989. Integrated nutrient management in relation to soil fertility in lowland rice-based cropping systems. In Rice farming systems. new directions, p. 141-160. Manila, IRRI. del Rosario, A.R., Briones, V.P., Vidal, A.J. & Juliano, B.O. 1968. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel. Cereal Chem., 45: 225-235.

DeMaeyer, E.M. 1986. Xerophthalmia and blindness of nutritional origin in the Third World. Child. Trop., No. 165.

DeMaeyer, E.M. & Adiels-Tegman, M. 1985. The prevalence of anaemia in the world. *World Health Stat. Q.*, 38(3): 302316. de Padua, D. B. 1979. A critical review of the losses in the rice post-production system in some South east Asian countries. In *Interfaces between agriculture, nutrition, and food science. Proceedings of a UNU-IRRI workshop, IRRI, 1977*, p. 89104. Los Baños, Laguna, the Philippines, IRRI. de Padua, D. 1988. Some imperatives in crop drying research. In *Research and development issues in grain postharvest problems in Asia*, p. 31 37. Eschborn, Germany, GTZ Group for Assistance on Systems Relating to Grain after Harvest.

De Vizia, B., Ciccimarra, F., De Cicco, N. & Auricchio, S. 1975. Digestibility of starches in infants and children. *J. Pediatr.*, 86: 50-55.

Desikachar, H.S.R., Raghavandra Rao, S.N. & Ananthachar, T.K. 1965. Effect of degree of milling on water absorption of rice during cooking. *J. Food Sci. Technol.*, 2: 110112.

Dien, L.D., Trinh, N.B., Lieu, L.T. & Hieu, L.H. 1987. Influence of seasons on several biochemical criteria of rice seeds (*Oryza sativa* L.). *Tap Chi Sinh Hoc*, 9(2): 15-21, 31.

Dizon, E.L. & Sanchez, P.C. 1984. Mass production of red mold rice ("angkak") and stability of the *Monascus* pigment. *Philipp. Agric.*, 67: 25 -41.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.

Efferson, J.N. 1985. Rice quality in world markets. In *Rice grain quality and marketing*, p. 1 - 13. Manila, IRRI.

Eggum, B.O. 1969. Evaluation of protein quality and the development of screening techniques. In *New*

approaches to breeding for improved plant protein, p. 125- 135. Vienna, IAEA.

Eggum, B.O. 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. Publ. 406. Copenhagen, Agricultural Research Laboratory. 173 pp.

Eggum, B.O. 1977. Nutritional aspects of cereal protein. In A. Muhammad, R. Aksel & R.C. von Boustel, eds. Genetic diversity in plants, p. 349369. New York, Plenum Press.

Eggum, B.O. 1979. The nutritional value of rice in comparison with other cereals. In Proceedings, Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality, p. 91-111. Los Baños, Laguna, the Philippines, IRRI.

Eggum, B.O., Alabata, E.P & Juliano, B.O. 1981. Protein utilization of pigmented and nonpigmented brown and milled rice by rats. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 31: 175- 179.

Eggum, B.O., Cabrera, M.I.Z. & Juliano, B.O. 1992. Protein and lysine digestibility and protein quality of cooked Filipino rice diets and milled rice in growing rats. Plant Foods Hum. Nutr., 42: (in press).

Eggum, B.O. & Juliano, B.O. 1973. Nitrogen balance in rats fed rices differing in protein content. J. Sci. Food. Agric., 24: 921-927.

Eggum, B.O. & Juliano, B.O. 1975. Higher protein content from nitrogen fertilizer application and nutritive value of milled rice protein. J. Sci. Food Agric., 26: 425-427.

Eggum, B.O., Juliano, B.O., Ibabao, M.G.B. & Perez, C.M. 1976. Effect of extrusion cooking on nutritional value of rice flour. Food Chem., 19: 235-240.

Eggum, B.O., Juliano, B.O., Ibabao, M.G.B., Perez, C.M. & Carangal, V.R. 1987. Protein and energy

utilization of boiled rice-legume diets and boiled cereals in growing rats. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 37: 237-245.

Eggum, B.O., Juliano, B.O. & Mani~~g~~at,, C.C. 1982. Protein and energy utilization of rice milling fractions by rats. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 31: 371 -376.

Eggum, B.O., Juliano, B.O., Villareal, C.P. & Perez, C.M. 1984.

Effect of treatment on composition and protein and energy utilization of rice and mung bean by rats. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 34: 261 -272.

Eggum, B.O., Resurrecci~~n~~ A.P. & Juliano, B.O. 1977. Effect of cooking on nutritional value of milled rice in rats. Nutr. Rep. Int., 16: 649655.

El Bay~~e~~, A.W., Nierle, W. & Wolff, J. 1980. Substanzverluste beim Kochen von Reis. Getreide Mehl Brot, 34: 4346.

El-Harith, A.E.-H., Dickerson, J.W.T. & Walker, R. 1976. On the nutritive value of various starches for the albino rat. J. Sci. Food Agric., 27: 521-526.

Ellis, J. R., Villareal, C.P. & Juliano, B.O. 1986. Protein content, distribution and retention during milling of brown rice. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 36: 17-26.

Englyst, H.N., Anderson, V. & Cummings, J.H. 1983. Starch and nonstarch polysaccharides in some cereal foods. J. Sci. Food Agric., 34: 14341440.

Eppendorfer, W.H., Eggum, B.O. & Bille, S.W. 1979. Nutritive value of potato crude protein as influenced

by manuring and amino acid. *J. Sci. Food Agric.*, 30: 361-368.

FAO. 1954. *Rice and rice diets-a nutritional survey*, rev. ed. Rome, FAO. 78 pp.

FAO. 1984. *Food balance sheets, 1979-81 average*. Rome, FAO.

FAO. 1985. *Rice processing industries*. FAO/UNDP Regional Workshop, Jakarta, 15-20 July 1985. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 293 pp.

FAO. 1990a. Rice. *FAO Q. Bull. Stat.*, 3(1): 20-28, 55, 73.

FAO. 1990b. *FAO production yearbook, 1989*. FAO Stat. Ser. No. 88, Vol. 43. Rome, FAO.

FAO. 1990c. *Protein quality evaluation*. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bethesda, MD, USA, 4-8 December 1989. Rome, FAO. 66 pp.

FAO. 1991. *Cost of producing rice in selected countries*. FAO Committee on Commodity Problems, Intergovernmental Group on Rice, 34th Session, 25-28 March 1991. Rome, FAO. 37 pp

Feldstein, H.S. & Poats, S.V. 1990. *Women in rice farming systems review report*. Manila, IRRI. 26+ pp.

Ferretti, R.J. & Levander, O.A. 1974. Effect of milling and processing on the selenium content of grains and cereal products. *J. Agric. Food Chem.*, 22: 1049-1051.

Flinn, J.C. & Unnevehr, L.J. 1984. Contributions of modern rice varieties to nutrition in Asia-an IRRI perspective. In P. PinstрупAndersen, A. Berg & M. Forman, eds. *International agricultural research and human nutrition*, p. 157178. Washington, D.C., International Food Policy Research Institute; Rome, UN

Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition.

Food and Nutrition Research Institute. I 1980. Food composition tables, recommended for use in the Philippines. FNRI Handbook 1, 5th rev. Manila, FNRI. 313 pp.

Food and Nutrition Research Institute. 1984. Second nationwide nutrition survey, Philippines, 1982. FNRI-84RP-ns-10. Manila, FNRI. 228 pp.

Food and Nutrition Research Institute, 1987. Aflatoxin content of selected Filipino food items. Manila, FNRI, Biological Hazards Section, Food Composition and Quality Program (Unpublished typescript).

Furugori, K. 1985. Rice processing manufacturing industries in Japan. Recent trends in technologies. In FAO/UNDP Regional Workshop on Rice Processing Industries, Jakarta, 15-20 July 1985, p. 82-87. Bangkok,

FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

Gariboldi, F. 1984. Rice parboiling. FAO Agric. Serv. Bull. 56. Rome, FAO. 73 PP.

Gerhardt, A.L. & Gallo, N.B. 1989. Effect of a processed California medium grain rice bran and germ product on hypercholesterolemia. Poster paper presented at the Annual Meeting, Am. Assoc. Cereal Chem., Washington, D.C.

Gershoff, S.N., McGandy, R.B., Suttapreyasri, D., Promkutkao, C., Nondasuta, A., Pisolyabutra, U., Tantiwongse, P. & Viravaidhyaya, V. 1977. Nutrition studies in Thailand. II. Effect of fortification of rice with lysine, threonine, thiamine, riboflavin, vitamin A and iron on preschool children. Am. J. Clin. Nutr., 30: 1185-1195.

- Glover, D.V., Crane, P.L., Misra, P.S. & Mertz, E.T. 1975. Genetics of endosperm mutants in maize as related to protein quality and quantity. In High quality protein maize, CIMMYT-Purdue University International Symposium, El Batan, 1972, p. 228-240. Stroudsburg, PA, USA, Dowden, Hutchinson & Ross.**
- Goddard, M.S., Young, G. & Marcus, R. 1984. The effect of amylose content on insulin and glucose response to ingested rice. Am. J. Clin. Nutr, 39: 388-392.**
- Gopala Krishna, A.G., Prabhakar, J.V. & Sen, D.P. 1984. Effect of degree of milling on tocopherol content of rice bran. J. Food Sci. Technol., 21: 222224.**
- Graham, G.G., Glover, D.V., Lopez de Romaña, G., Morales, E. & MacLean, W.C. Jr. 1980. Nutritional value of normal, opaque-2 and sugary-2 opaque-2 maize hybrids for infants and children. I. Digestibility and utilization. J. Nutr., 110: 10611069.**
- Grewal, P. & Sangha, J.K. 1990. Effect of processing on thiamin and riboflavin contents of some highyielding rice varieties of Punjab. J. Sci. Food Agric., 52: 387-391.**
- Griffin, V.K. & Brooks, J.R. 1989. Production and size distribution of rice maltodextrins hydrolyzed from milled rice flour using heat-stable alpha-amylase. J. Food Sci., 54: 190193.**
- Habito, C.F. 1987. A stochastic evaluation of mechanized rice postharvest technology through systems simulation modelling (will reduced risk and uncertainty sell paddy dryers?). In B.M. de Mesa, ed. Grain production in postharvest systems. Proceedings 9th ASEAN Technical**
- Seminar on Grain Postharvest Technology, Singapore, 26-29 August 1986, p. 253-271. Manila, ASEAN Crops Postharvest Programme.**

- Hallberg, L., Bjorn-Rasmussen, E., Rossander, L. & Suwanik, R. 1977. Iron absorption from Southeast Asia diets. II. Role of various factors that might explain low absorption. Am. J. Clin. Nutr., 30: 539-548.**
- Hansen, L.P., Hosek, R., Callon, M. & Jones, F.T. 1981. The development of high protein rice flour for early childhood feeding. Food Technol., 35(1): 38-42.**
- Haumann, B.F. 1989. Rice bran linked to lower cholesterol. J. Am. Oil Chem. Soc., 66: 615-618.**
- Hayakawa, T. & Igaue, 1.1979. Studies on the washing of milled rice: scanning electron microscopic observation and chemical study of solubilized materials. Nippon Nogei Kagaku Kaishi, 53: 321-327.**
- Hegsted, D.M. & Juliano, B.O. 1974. Difficulties in assessing the nutritional quality of rice protein. J. Nutr., 104: 772-781.**
- Hemavathy, J. & Prabhakar, J.V. 1987. Lipid composition of rice (*Oryza sativa* L.) bran. J. Am. Oil Chem. Soc., 64: 1016-1019.**
- Herdt, R.W. 1986. The economics of rice production in developing countries. Food Rev. Int., 1: 447-463.**
- Hesseltine, C.W. 1979. Some important fermented foods of mid Asia, the Middle East, and Africa. J. Am. Oil Chem. Soc., 56: 367-374.**
- Hibino, K., Kidzu, T., Masumura, T., Ohtsuki, K., Tanaka, K., Kawabata, K. & Fujii, S. 1989. Amino acid composition of rice prolamin polypeptides. Agric. Biol. Chem., 53: 513-518.**
- Higuchi, W. & Fukazawa, C. 1987. A rice glutelin and a soybean glycinin have evolved from a common ancestral gene. Gene, 55: 245-253.**

- Hinton, J.J.C. & Shaw, B. 1954. The distribution of nicotinic acid in the rice grain. *Br. J. Nutr.*, 8: 65-71.
- Hirao, M. 1990. Trend of rice consumption in Japan. *Farming Jpn.*, 24(1): 14-20.
- Hizukuri, S., Takeda, Y., Maruta, N. & Juliano, B.O. 1989. Molecular structures of rice starch. *Carbohydr. Res.*, 189: 227-235.
- Holland, B., Unwin, I.D. & Buss, D.H. 1988. Cereal and cereal products. Third Supplement to McCance, R. A. & Widdowson, E.M. The composition of food, 4th ed. Nottingham, Royal Society of Chemistry. 147 pp.
- Holm, J., Björck, I., Ostrowska, S., Eliasson, A.-C., Asp, N.-G., Larsson, K. & Lundquist, I. 1983. Digestibility of amylose-lipid complexes in-vitro and in-vivo. *Starch*, 35: 294-297.
- Hopkins, D.T. 1981. Effect of variation in protein digestibility. In C.E. Bodwell, J.S. Adkins & D.T. Hopkins, eds. *Protein quality in humans: assessment and in vitro estimation*, p. 169-193. Westport, CT, USA, AVI Publishing Co.
- Huang, J., David, C.C. & Duff, B. 1991. Rice in Asia: is it becoming an inferior good? (Comment.) *Am. J. Agric. Econ.*, 73: 515-521.
- Huang, J.-F. 1990. The relation between soil nutrients and rice qualities. *Trans. 14th Int. Congr. Soil Sci.*, Kyoto, 12- 18 Aug. 1990, 4: 170175.
- Huang, P.C. 1987. Changing pattern of rice grain production, consumption and dietary life in Taiwan. In *Proceedings, International Symposium, Dietary Life of Rice-Eating Populations, Kyoto, 24 October 1987*, p. 47-52. Kyoto, Research Institute for Production Development.

Huang, P.C. & Lin, C.P. 1982. Protein requirements of young Chinese male adults on ordinary Chinese mixed diet and egg diet at ordinary levels of energy intake. J. Nutr, 112: 897907.

Huang, PC., Lin, C.P. & Hsu, J.Y.

1980. Protein requirements of normal infants at the age of about one year: maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. J. Nutr., 110: 17271735.

Huebner, F.R., Bietz, J.A., Webb, B.D. & Juliano, B.O. 1990. Rice cultivar identification by high-performance liquid chromatography of endosperm proteins. Cereal Chem., 67: 129-135.

Huke, R.E. & Huke, E.H. 1990. Rice. then and now. Manila, International Rice Research Institute. 44 pp.

Hussain, T., Tontisirin, K. & Chanwanakarnkit, L. 1983. Protein digestibility of weaning foods prepared from rice-minced meat and rice-mungbean combination in infants using a short term nitrogen balance method. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 29: 497-508.

Ilag, L.L. & Juliano, B.O. 1982. Colonisation and aflatoxin formation by *Aspergillus* spp. on brown rices differing in endosperm properties. J. Sci. Food Agric., 33: 97-102.

Imai, T. 1990. Rice-based products in Japan. Farming Jpn., 24(1): 21 -28.

Inoue, G., Kishi, K., Fujita, Y., Yamamoto, S. & Yoshimura, Y. 1981. Interrelationships between effects of protein and energy intakes on nitrogen utilization in adult men. UN Univ. Food Nutr. Bull. Suppl., 5: 247-258.

Intengan, C.LI., Roxas, B.V., Bautista, C.A. & Alejo, L.G. 1976. Studies on protein requirements of Filipinos.

Philipp. J. Nutr., 29: 9498.

Intengan, C.LI., Roxas, B.V., CabreraSantiago, M.I.Z., Loyola, A.S., Alejandro, E.R., Abadilla, J.N. & Yu, G.F.B. 1984. Protein requirements of Filipino children 18-30 months old concerning local diets. I. Rice-fish and rice-mungbean diets. Philipp. J. Nutr., 37: 87-95.

Intengan, C.LI., Roxas, B.V., Santiago, M.I. & Juliano, B.O. 1982. Protein requirements of adult Filipinos concerning local diets. Philipp. J. Nutr., 35: 112- 119.

IRRI. 1975. Annual report for 1974, p. 1-50. Manila, IRRI.

IRRI. 1976. Annual report for 1975, p. 83-90, 111-125. Manila, IRRI.

IRRI. 1 1980. Annual report for 1979, p. 25-38. Manila, IRRI.

IRRI. 1983a. Annual report for 1981, p. 77-82. Manila, IRRI.

IRRI. 1983b. Annual report for 1982, p. 70-75. Manila, IRRI.

IRRI. 1984a. Annual report for 1983, p. 61-66. Manila, IRRI.

IRRI. 1984b. Proceedings of the FAO/IRRI Workshop on Judicious and Efficient Use of Insecticides on Rice. Manila, IRRI. 180 pp.

IRRI. 1988a. Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. Manila, IRRI (in collaboration with WHO/FAO/UNEP Panel of Experts on Environmental Management for Vector Control). 237 pp.

IRRI. 1988b. Annual report for 1987, p. 4354, 188-193. Manila, IRRI.

IRRI. 1989. IRRI toward 2000 and beyond. Manila, IRRI. 66 pp.

IRRI. 1990a. Program report for 1989, p. 200-205. Manila, IRRI.

IRRI. 1990b. Sustainability aspects of rice culture. External review, summary papers. Manila, IRRI.

IRRI. 1991a. World rice statistics, 1990. Manila, IRRI. 320 p.

IRRI. 1991b. Program report for 1990. Manila, IRRI.

IRRI & IDRC (International Development Research Centre). 1992. Consumer demand for rice grain quality. Manila, IRRI (in press).

Iwasaki, T. 1987. Measures for the enhancement of rice consumption and diversification of rice utilization. Paper presented at the International Seminar on the Diversification of Rice Utilization, 12- 17 October, Bangkok. 3 pp.

Bibliography (J-M)

Jaiswal, P.K. 1983. Specification of rice bran oil and extractions. In Rice bran oil: status and prospects. Proceedings of a seminar, Southern Zone, Hyderabad, 13 August 1983, p. 64-77. Andra Pradesh, Oil Technologists' Association of India.

Jiraratsatit, J., Mangklabruks, A., Keoplung, M., Matayabun, S. & Chumsilp, L. 1987. Glycemic effects of rice and glutinous rice on treatedtype II diabetic subjects. J. Med. Assoc. Thailand, 70: 401 -409.

Juliano, B.O. 1972. The rice caryopsis and its composition. In D.F. Houston, ed. Rice chemistry and technology, p. 1674. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Juliano, B.O. 1979. The chemical basis of rice grain quality. In Proceedings, Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality, p. 69-90. Los Baños, Laguna, the Philippines, IRRI.

Juliano, B.O. 1984. Rice starch: production, properties, and uses. In R.L. Whistler, J.N. BeMiller & E.F. Paschall, eds. Starch: chemistry and technology, 2nd ea., p. 507-528. Orlando, FL, USA, Academic Press.

Juliano, B.O. 1985a. Factors affecting nutritional properties of rice protein. Trans. Natl. Acad. Sci. Technol. (Philipp.), 7: 205-216.

Juliano, B.O., ed. 1985b. Rice: chemistry and technology, 2nd ed. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem. 774 pp.

Juliano, B.O., Antonio, A.A. & Esmama, B.V. 1973. Effects of protein content on the distribution and properties of rice protein. J. Sci. Food Agric., 24: 295306.

Juliano, B.O. & Bechtel, D.B. 1985. The rice grain and its gross composition. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ea., p. 17-57. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. Cereal Chem.

Juliano, B.O. & Boulter, D. 1976. Extraction and composition of rice endosperm glutelin. Phytochemistry, 15: 1601-1606.

Juliano, B.O. & Duff, B. 1989. Setting priorities for rice grain quality research. Paper presented at 12th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology, Surabaya, Indonesia, 29-31 August.

Juliano, B.O. & Duff, B. 1991. Rice grain quality as an emerging research priority in national rice breeding programs. In Rice grain marketing and quality issues, p. 5564. Manila, IRRI.

Juliano, B.O. & Goddard, M.S. 1986. Cause of varietal difference in insulin and glucose responses to ingested rice. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr., 36: 35-41.

Juliano, B.O. & Hicks, P.A. 1993. Utilization of rice functional properties to produce rice food products with modern processing technologies. Int. Rice Comm. Newsl. (Special Issue: Proc. 17th Session Intl. Rice Comm., 1990), 39: 163- 179.

Juliano, B.O., Ibabao, M.G.B., Perez, C. M., Clark, R.B., Maranville, J.W., Mamaril, C.P., Choudhury, N.H., Momuat, C.J.S. & Corpuz, I.T. 1987. Effect of soil sulfur deficiency on sulfur amino acids and elements in brown rice. Cereal Chem., 64: 27-30.

Juliano, B.O., Perez, C.M. & Kaosaard, M. 1990. Grain quality characteristics of export rices in selected markets. Cereal Chem., 67: 192-197.

Juliano, B.O., Perez, C.M., Kaushik, R. & Khush, G.S. 1990. Some grain properties of IR36-based starch mutants. Starch, 42: 256-260.

Juliano, B.O., Perez, C.M., Komindr, S. & Banphotkasem, S. 1989a. Properties of Thai cooked rice and noodles differing in glycemic index in noninsulin-dependent diabetics. Plant Foods Hum. Nutr., 39: 369-374.

Juliano, B.O., Perez, C.M., Maranan, C.L., Abansi, C.L. & Duff, B.

1989b. Grain quality characteristics of rice in Philippine retail markets. Philipp. Agric., 72: 113 - 122.

Juliano, B.O. & Sakurai, J. 1985. Miscellaneous rice products. In B.O. Juliano, ed. Rice chemistry and technology, 2nd ea., p. 569-618. St Paul, MN, USA Am. Assoc. Cereal Chem.

Juliano, B.O. & Villareal, C.P. 1991. Grain characteristics of milled rices grown in rice-producing countries. Manila, IRRI.

Kagawa, H., Hirano, H. & Kikuchi, F. 1988. Variation in glutelin seed storage protein in rice (*Oryza sativa* L.). Jpn. J. Breeding, 38: 327-332.

Kahlon, T.S., Saunders, R.M., Chow, F.I., Chui, M.C. & Betschart, A.A. 1990. Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglyceride in hamsters. Cereal Chem., 67: 439-443.

Kaosa-ard, M.S. & Juliano, B.O. 1989. Assessing quality characteristics and price of rice in selected international markets. Paper presented at 12th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology, Surabaya, Indonesia 29-31 August.

Kempf, W. 1984. Recent trends in European Community and West German starch industries. Starch, 36: 333-341.

Kennedy, B.M. & Schelstraete, M. 1975. A note on silicon in rice endosperm. Cereal Chem., 52: 854-856.

Khan, M.A. & Eggum, B.O. 1978. Effect of baking on the nutritive value of Pakistani bread. J. Sci. Food Agric., 29: 1069-1075.

Khan, M.A. & Eggum, B.O. 1979. Effect of home and industrial processing on protein quality of baby foods

and breakfast cereals. J. Sci. Food Agric., 30: 369-376.

Khandker, A.K., de Mosqueda, M.B., del Rosario, R.R. & Juliano, B.O. 1986. Factors affecting properties of rice noodles prepared with an extruder. ASEAN Food J., 2: 31 -35.

Khin-Maung-U, Bolin, T.D., Pereira, S.P., Duncombe, V.M., Nyunt-NyuntWai, Myo-Khin & Linklater, J.M. 1990a. Absorption of carbohydrate from rice in Burmese village children and adults. Am. J. Clin. Nutr., 52: 342-347.

Khin-Maung-U, Pereira, S.P., Bolin, T.D., Duncombe, V.M., Myo-Khin, Nyunt-Nyunt-Wai & Linklater, J.M. 1990b. Malabsorption of carbohydrate from rice and child growth: a longitudinal study with the breathhydrogen test in Burmese village children and adults. Am. J. Clin. Nutr., 52: 348-352.

[Continue](#)

[Table des matières](#) - [◀ Précédente](#) - [Suivante ▶](#)