

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOCHIMIQUE DE QUELQUES CONSTITUANTS DE VARIÉTÉS DE RIZ DE MADAGASCAR

par Mme E. RALAMBOFETRA,
Maître ès Sciences Naturelles
DEA de Sciences Biologiques Appliquées.
Lycée J.-J.-Rabearivelo

M. B. LOZZANO
Laboratoire d'Analyses Organiques et Biochimiques
GERDAT — Montpellier
Avenue du Val de Monferrand — 34.035 — Montpellier CEDEX.

Mme L.-H. RAKOTOVAO
Maître de Conférences
Laboratoire de Biochimie
EES Sciences, BP 906
Université de Madagascar.

Résumé :

La teneur en protéines de différentes variétés de riz cultivées à Madagascar a été déterminée, ce qui a permis de distinguer la variété *Java 52* (n° 2 765), la seule à avoir une teneur en protéines supérieure à 10 p. 100 et les hybrides *Madirat 20* (2 516), et *Madirat 72* (2 568) d'un degré moindre. Les aminogrammes des protéines totales de ces mêmes variétés ont indiqué qu'elles ont une bonne valeur nutritive.

L'extraction et l'étude des différents groupes protéiniques du riz ont été effectuées. La détermination de la teneur en amylose des différentes variétés a montré qu'elles possèdent une bonne qualité technologique.

Abstract :

The determination of the protein content in the different kinds of rice grown in Madagascar has led up to the distinction of the variety *Java 52* (n° 2 765) the only one having a percentage superior to 10 % and the hybrids *Madirat 20* (n° 2 516) and *Madirat 72* (n° 2 568) of a minor degree.

The aminograms of the total proteins of these very varieties showed that they have a great nutritive value.

The extraction and the study of the different proteinic groups of rice have been done. The determination of the amylose content of the different varieties has shown that they possess a good technological quality.

INTRODUCTION

Etant donné l'importance des protéines, ainsi que la place que tient le riz dans l'alimentation des malgaches, le présent travail est destiné à apporter une contribution à une étude biochimique des constituants de différentes variétés de riz de Madagascar = l'étude des protéines a pour but d'en déterminer la valeur nutritive et de rechercher les variétés susceptibles d'être sélectionnées ; la teneur en amylose et en amidon a été déterminée pour chaque variété compte tenu du fait qu'il existe une relation directe entre cette teneur en amylose et la valeur technologique du riz.

I. — MATÉRIEL D'ÉTUDE

Les différentes variétés de riz étudiées sont cultivées à Madagascar, elles nous ont été fournies par le Département de Recherche Agronomique du Centre National de la Recherche Scientifique (CENRADERU). Leurs caractéristiques sont données dans les tableaux I et II.

Un premier lot est originaire de la collection centrale de la station d'Alaotra, il a été cultivé sur des terres d'alluvion « Baiboho » de la station. La fertilisation apportée est la suivante :

60 unités d'azote sous forme d'urée ;

90 unités de P_2O_5 sous forme d'hyper Réno ;

90 unités de K_2O sous forme de ClK.

Nous avons fait suivre de la lettre C les variétés cultivées dans ces conditions de fertilisation (34 C, 1300 C, etc.).

Un second lot est issu, d'essais variétaux, et les variétés ont reçu des fertilisations différentes.

Ce matériel d'étude est constitué de parents et d'hybrides stabilisés, parmi lesquels on remarque :

— le *Makalioka 34* : qui est le premier riz de luxe de Madagascar.

— le *Chianang 8* : qui est une variété miracle s'adaptant, à tous les milieux malgaches, connu pour son bon rendement.

— Plusieurs hybrides stabilisés provenant du croisement de ces deux variétés.

Nous avons ainsi effectué nos déterminations sur 46 variétés de riz, dont six variétés sont représentées par deux échantillons appartenant à chacun des lots cités.

II. — ETUDES DES PROTÉINES

II.1. — Méthodes.

II.1.1. Préparation de la farine

Tous les dosages ont été effectués sur du riz cargo. Le paddy a été décortiqué par une machine à décortiquer : « Satake rice machine » dont les mâchoires sont en caoutchouc laissant les couches périphériques du caryopse. Les grains décortiqués sont ensuite broyés par un autre appareil : « Fritsch pulverisette ».

II.1.2. Dosage des protéines totales

La méthode utilisée a été celle de « Kjeldahl », deux conditions ont été choisies.

— *Première condition* (condition A) : la minéralisation de l'azote est effectuée sur 300 milligrammes de farine avec le « DS 20 Tecator Digestion System » et en utilisant comme catalyseur un mélange de 98 p. 100 de K_2SO_4 et 2 p. 100 de Se. Le NH_4^+ du minéralisat est ensuite dosé, après distillation par le « Tecator », par titration avec l'électroburex Taccussel (burette à affichage numérique).

— *Deuxième condition* (condition B) : la minéralisation est effectuée dans des matras de 50 millilitres, qui sont chauffés avec une rampe de bec bunsen et utilisant comme catalyseur un mélange d'acétate mercurique et de sulfate de potassium. Le dosage a été effectué par colorimétrie à l'aide du réactif de Nessler.

II.1.3. *Composition en acides aminés des protéines.*

La méthode utilisée a été celle de KOHLER et HOUSTON pour la préparation de l'hydrolysate et de MOORE et STEIN pour le dosage chromatographique des acides aminés. Les protéines sont hydrolysées par de l'acide chlorhydrique 6N pendant 24 heures à 110°C, sous atmosphère d'azote. Les acides aminés ainsi libérés sont dosés ensuite par chromatographie d'échange d'ions à l'aide d'un analyseur d'acides aminés Durrum, la Norleucine étant utilisé pour le contrôle du dosage.

Dosage de la cystéine.

L'hydrolyse des protéines est effectuée en présence de HCl 6N, la cystéine oxydée avec du DMSO (diméthyle sulfoxyde Merck 2 931) et l'acide cystéique formé, dosé de la même façon que les autres acides aminés.

Dosage du tryptophane.

Le tryptophane est plus stable en milieu basique, qu'en milieu acide ; pour notre part, nous avons effectué l'hydrolyse basique en présence de baryum. Le tryptophane libéré est dosé par colorimétrie avec le para diamino benzaldehyde (16).

II.1.4. *Fractionnement des protéines du riz et l'étude des différents groupes protéiniques.*

La méthode choisie a été celle de MONOD, MARIE, FEILLET (13), qui est une variante de la méthode d'OSBORNE (14) dans laquelle les protéines de chaque groupe protéinique sont extraites à l'état natif, par un solvant approprié : eau distillée pour les albumines, NaCl 5 p. 100 pour les globulines, éthanol 60 p. 100 pour les prolamines et NaOH 0,05 N pour les glutelines. Le schéma d'extraction et d'étude des différents groupes protéiniques est représenté dans la figure 1.

Vingt grammes de farine sont mis en suspension dans 120 millilitres d'eau distillée. Après une heure d'agitation et 30 minutes de centrifugation à 30 000 g à 5°C, l'insoluble est remis en suspension dans 80 millilitres d'eau distillée. Après 3 extractions, le résidu est ensuite repris par le solvant suivant et ainsi de suite.

Tableau I
Variétés de riz de Madagascar

		Parents						
No de collection	Nom	Provenance (P) Origine (O)	Longueur	$\frac{L}{T}$	Translucidité (échelle 1 à 10)	Cycle	Aristation	Autres caractères
34	Makalioka	Lac Alaotra (O) ...	7,6 mm	3,5	8	195 J	Mutique	1 ^{er} Riz de luxe : Sensible à la photopériodité.
90	Tsipala	Lac Alaotra (sélection)	8 mm	3	8	155	Mutique	
347	Tsaramandrondrona	Diégo-Suarez (O) ..	6,8 mm	2,7	5	165	Mutique	
421	Tsipala	Port-Berger (O)	7,7 mm	4	6	165	1 mm	
462	Vary Vato							
473	Kalila							
1 283	Ambalalava							
1 285	Rajafotsy							
1 300	Ambilobe (O Inconnue)	5,3 mm	1,7	6	115	Peu aristé	Précose.
1 347	Balaoulé	RCA (Centre-Afrique)	7,7 mm	3,4	3,4	195	Peu aristé	
1 583	All-Combo	Marovasy (O)	8,8 mm	3,3	8	170	Mutique	2 ^e Riz de luxe après le 34 : Variété miracle, pousse partout à Madagascar. (So-phistique) → 12 t/ha.
1 632	Chianang 8	Formose	4,6 mm	1,7	Très translucide	165	Mutique	
1 657	Thailande 1	Formose	4,8 mm	1,6	Très translucide	130	Mutique	
1 811	IR-B Ambanja	Majunga (P)	Demi-long	2,5	Mi-chemin	180	Mutique	Sélection IRAT (Montpellier)
1 852	IR-9-60	Philippine (IRRI) ..	Demi-long	2,6	5	170	Peu aristé	
1 875	Kao-Shung (ligne 64)	Thaïwan	5	3,1	9	160	Mutique	Caractéristiques non déterminés.
1 935	Dec-Geo-Woo-Gen	Formose	6,6	3	9		Apex	Introduit en 1970.
2 072	Tetep.	Philippine (IRRI) ..						Origine Inconnue.
2 152	IR. 20	Philippine (IRRI) ..						
2 407	RS 25 T.							
2 765	Java 52.	Ivoloïna (sélection) .						
1 329	Madinika.							

Tableau II
Variétés de riz de Madagascar

Hybrides stabilisés						
N° de collection	Nom	Provenance	Croisement ♀ X ♂	Longueur du grain	Aristation	Remarques
2 507	Madirat 11	Pour la mensuration : culture Lac Alaotra Multiplication : culture Tamatave	1 935	Demi-long	Mutique (sans barbe)	Riz de luxe (Madrigal) Long = makalioka.
2 516	Madirat 20		1 583	Demi-long	Mutique	
2 523	Madirat 27		1 347	Long	Mutique	
2 525	Madirat 29		421	Long	Mutique	
2 532	Madirat 36		90	Demi-long	Mutique	
2 568	Madirat 72		347	Demi-long	Mutique	
2 581	Madirat 85		34	Long	Mutique	
2 592	Madirat 96		34	Long	Mutique	
2 595	Madirat 99		34	Long	Mutique	
2 601	Madirat 105		34	Varilava	Mutique	
2 608	Madirat 112		34	Long	Peu aristé (2 mm.)	
2 596			34	Long	Mutique	
2 597			34	Long	Mutique	
2 599			34	Long	Mutique	
2 609			34	Long	Mutique	
2 619	Madirat 123		34	Long	Peu aristé	
2 627	Madirat 131		1 632	Long	Mutique	
2 636		1 632	Long	Mutique		
2 646		1 632	Long	Mutique		
2 647		1 632	Long	Mutique		
2 667	Madirat 165	1 852	Long	Mutique	Lignée 29-5-19 { 29 ^e lignée Sous-sous-famille 19	
2 733	Madirat 187	1 632	Rond	Mutique		
2 734	Madirat 188	1 632	Demi-rond	Mutique		
	Madirat 226	1 875	Demi-rond	Apex		
2 831						

Des fractions aliquotes de chaque extrait sont utilisées pour le dosage de l'azote par la méthode de Kjeldahl ; la partie restante est dialysée et lyophilisée pour les analyses d'acides aminés et des groupes protéiniques.

Pour l'étude électrophorétique des protéines des différentes variétés de riz, nous avons utilisé la méthode de GASQUEZ et COMPOINT utilisant le courant pulsé, (isotachoelectrophorèse), le tampon trisglycine pH : 8,3, et un gel de polyacrylamide avec trois phases de concentrations différentes.

II.2. — Résultats et discussions.

II.2.1. *Teneur en protéines totales*

Les valeurs obtenues pour les différentes variétés de riz sont données dans le Tableau III.

Durant la minéralisation, il y a perte d'une certaine quantité d'azote. Mais avec les blocs de digestion, tel le «DS 20 Tecator Digestion System », la vitesse d'analyse est augmentée considérablement, diminuant ainsi les pertes d'azote. Les valeurs obtenues avec les conditions B sont plus faibles par rapport à celles obtenues par utilisation du Tecator.

Pour les différentes variétés cultivées dans les mêmes conditions (variétés C), on observe que la teneur en protéines varie de 6,19 p. 100 à 10,79 p. 100, la moyenne est de 7,69 p. 100 et l'écart type est de 0,91. D'après l'étude de JULIANO et al. (9), la teneur en protéines du riz cargo pour les variétés qu'ils ont étudié est comprise entre 6,6 p. 100 et 16,48 p. 100, ce qui nous montre que les variétés de riz cultivées à Madagascar ont une teneur en protéine assez faible. Il est à remarquer que la variété 2 765 (*Java 52*) est la seule ayant une teneur en protéines supérieure à 10 p. 100 : nous signalerons également les hybrides 2 568 et 2 516 (*Madirat 72 et 20*) qui contiennent respectivement 9,42 et 8,91 p. 100.

Selon BALDI G. (4), la teneur en protéines d'une variété de riz dépend de son origine génétique ; d'après les travaux de HARN et al. (7) ainsi que ceux de BRESSANI et al. (5), la teneur en protéines dépend de l'apport azoté : cette teneur peut doubler sous l'effet d'un apport important en engrais azoté, soit 7 à 10 p. 100. Pour notre part, nous avons pu constater de pareilles modifications dans les teneurs en protéines suivant les variétés et suivant les conditions de culture : toutefois, des travaux ultérieurs nous permettront de mieux préciser ces résultats.

II.2.2. *Composition en acides aminés des protéines des différentes variétés de riz.*

Les résultats qui sont donnés dans les tableaux IV, V, permettent de constater que les différentes variétés de riz de Madagascar ont une teneur élevée en acide aspartique, en leucine, en arginine et en acide glutamique.

En outre, l'étude statistique des teneurs en chaque acide aminé montre qu'il existe une bonne corrélation entre eux (le coefficient de corrélation varie de 0,70 à 0,97), sauf pour les acides aminés soufrés notamment la cystine dont le coefficient de corrélation varie de 0,38 à 0,63. La plus faible corrélation s'observe entre la teneur en lysine et la teneur en cystine : le coefficient de corrélation est de 0,38.

Tableau III

Teneur en protéines des différentes variétés de riz

(% N × coefficient 5.95) par rapport à la matière sèche.

Condition A : avec le *DS 20 Tecator Digestion System*

Condition B : dans les matras de 50 millilitres

C = Cultivés dans les mêmes conditions.

N°	N° de collection	Condition A % P/P _s	Condition B % P/P _s	N°	N° de collection	Condition A	Condition B
1	34	8,68		27	2 507C	6,94	6,07
2	34C	6,81	5,52	28	2 507	8,43	
3	90C	8,54	7,55	29	2 516C	8,91	8,15
4	347C	7,83	6,78	30	2 523C	8	6,90
5	421C	7,74	6,78	31	2 532C	7,71	7,20
6	426	7,83		32	2 525C	7,55	
7	473	7,00		33	2 568C	9,24	
8	1 283	8,75		34	2 581C	8,13	7,85
9	1 285	7,79		35	2 592C	6,63	6,07
10	1 300C	8,63	8,27	36	2 595C	6,90	6,24
11	1 300	7,95		37	2 596	6,08	
12	1 347C	7,29	7,08	38	2 597	7,05	
13	1 583C	6,56		39	2 599	5,87	
14	1 632C	7,34	6,90	40	2 601C	6,50	6,00
15	1 632	7,86		41	2 608C	7,91	7,20
16	1 657C	8,08	7,49	42	2 609	6,14	
17	1 811C	7,24	6,48	43	2 619C	7,40	6,60
18	1 852C	8,28	8,33	44	2 627C	6,19	5,47
19	1 875C	8,15	7,26	45	2 636	7,71	
20	1 929	5,91		46	2 646	7,91	
21	1 935	8,25		47	2 647	7,02	
22	1 935C	7,98	6,72	48	2 667C	7,20	
23	2 073C	6,81	5,71	49	2 733C	7,16	6,30
24	2 152C	8,18	7,02	50	2 734C	7,15	6,07
25	2 152	8,08		51	2 765C	10,79	9,69
26	2 407	7,14		52	2 831C	7,87	7,20

Si on considère le rapport teneur en protéines / teneur en chaque acide aminé, il existe une bonne corrélation : en effet, contrairement aux observations de BALDI (4), la corrélation est bonne entre la teneur en protéines et la teneur en tyrosine, le coefficient de corrélation étant de 0,82 ; comme BALDI (4), mais contrairement aux résultats de GARCHA et al. (6), nous n'avons pas observé de corrélation négative entre la teneur en protéines et la teneur en lysine.

D'après les recommandations de la FAO, une protéine de bonne valeur nutritive doit contenir au moins 32 p. 100 d'acides aminés indispensables ; les différentes variétés de riz étudiées ont une bonne teneur en acides aminés indispensables, cette teneur varie de 36 à 43 p. 100. Etant donné que la qualité de la protéine dépend aussi de la proportion entre les acides aminés indispensables, nous avons fait le calcul du MEAA (Modified Essential Amino Acid index) par rapport à la protéine standard de la FAO (1973), cette étude a montré que les protéines du riz ont une bonne proportion pour chaque acide aminé indispensable le MEAA varie de 89 à 98.

La courbe représentant la variation du MEAA en fonction de la teneur en protéine montre qu'il existe une corrélation négative entre eux (figure 2). En effet, d'après les travaux de KAUL, KHAN et al. (Institute of Nuclear Agriculture Bangladesh) (12), il existe une corrélation négative entre la teneur en protéines et la valeur nutritive de la protéine du riz.

En accord avec les résultats donnés par PECORA et al. (15) ainsi que ROSENBERG et al. (17), le calcul des scores chimiques indique que la lysine est le premier acide aminé limitant.

II.2.3. *Fractionnement des protéines du riz et étude des différents groupes protéiniques.*

La quantité extraite pour chaque groupe protéinique est donnée dans le tableau VI. La composition en acides aminés de chaque groupe protéinique est donnée dans les tableaux VII et VIII.

Les résultats obtenus pour la teneur en chaque groupe protéinique sont compris dans les intervalles de valeurs obtenues par différents auteurs ; on observe que les glutélines constituent le principal groupe protéinique et que c'est la teneur en prolamine qui est la plus faible. La teneur en albumine est supérieure à celle de la globuline pour les quatre variétés étudiées, ce qui pourrait être dû au fait que l'albumine est la première protéine extraite, et que toutes les substances azotées non protéiniques solubles dans l'eau sont passées dans la solution d'extraction.

En ce qui concerne la composition en acides aminés de chaque groupe protéinique, on remarque qu'il n'y a pas de grandes différences entre les quatre variétés étudiées.

En accord avec ce qui a été obtenu par T AIRA, 1963 (19) les albumines sont riches en acide aspartique, en leucine, en acide glutamique et en lysine. Les globulines sont riches en arginine, en acide glutamique, mais leur teneur en lysine est plus faible que pour les albumines. Les prolamines se reconnaissent par leur faible teneur en lysine. Les glutélines ont un aminogramme se rapprochant de celui des protéines totales.

La composition en acides aminés des différents résidus ne correspond à aucune de celles des différents groupes protéiniques, et ne correspond pas

Tableau IV

Composition en acides aminés des différentes variétés de riz (p. 16.8 g d'N)

N°	No de collection	Provenance	(1)	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ileu	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	Try	Teneur en acides aminés indispensables	
1	34	Madagascar		9.01	3.52	5.03	18.49	4.16	4.88	5.80	3.52	5.95	2.44	3.96	6.93	3.96	4.58	2.29	3.66	9.32	1.43	41.95	
2	34 C	»		9.35	3.95	5.27	19.10	4.77	5.10	6.42	2.96	5.76	2.80	3.95	9.55	4.61	4.61	2.30	3.78	7.90	1.31	43.28	
3	90 C	»		9.58	3.67	5.11	18.63	4.72	4.85	6.03	2.36	5.90	2.49	3.93	8.66	5.01	5.25	2.36	3.67	8.00	1.31	42.25	
4	347 C	»		8.68	3.41	4.84	16.94	4.41	4.55	5.55	2.27	5.55	2.56	3.70	7.83	4.55	4.55	2.27	3.55	7.26	1.28	39.25	
5	421 C	»		9.14	3.57	5.16	18.95	4.42	4.42	5.74	2.44	5.45	2.15	3.73	8.14	4.71	5.14	2.28	3.42	7.14	1.43	40.18	
6	462	»		8.47	3.44	4.88	17.23	4.59	4.45	5.74	2.44	5.45	2.29	3.87	8.04	4.59	4.45	2.15	3.44	7.61	1.43	39.44	
7	473	»		9.20	3.71	4.84	17.12	4.52	4.84	5.81	2.42	5.49	2.74	3.87	8.07	4.68	5.16	2.42	4.03	7.75	1.45	41.62	
8	1283	»		9.85	3.67	5.49	19.70	5.33	5.00	6.30	3.39	6.13	2.42	3.87	8.56	4.36	4.68	2.42	3.71	8.23	1.45	42.44	
9	1285	»		8.11	3.18	4.34	15.64	4.63	4.34	5.50	2.60	5.50	2.60	3.76	7.94	4.48	4.48	2.17	3.76	6.95	1.44	39.76	
10	1300 C	»		9.44	3.39	5.16	18.88	4.42	4.56	5.45	3.27	5.75	2.05	3.83	8.70	3.98	4.41	2.35	3.39	9.44	1.47	40.70	
11	1300	»		9.33	3.43	5.07	18.50	4.58	4.58	5.40	2.94	5.73	2.62	3.76	8.79	4.10	4.42	2.30	3.43	9.22	1.60	40.82	
12	1347 C	»		8.76	3.53	4.92	19.07	4.46	4.61	6.15	2.61	4.30	2.15	3.53	7.69	4.45	4.77	2.00	3.07	6.15	1.34	37.63	
13	1583 C	»		8.23	3.19	4.36	15.62	3.69	4.36	5.04	2.18	5.37	2.18	3.36	7.56	3.86	4.36	2.01	3.36	6.88	1.51	36.93	
14	1632 C	»		9.90	3.60	5.25	18.45	4.50	4.65	5.55	2.40	5.55	2.10	3.76	8.10	5.10	4.65	2.40	3.60	8.25	1.50	40.35	
15	1632	»		9.37	3.34	5.01	18.57	4.68	4.56	5.35	2.67	5.68	2.00	3.85	8.70	4.34	4.68	2.33	3.51	9.20	1.66	40.43	
16	1657 C	»		9.69	3.55	5.32	18.96	4.37	4.78	5.73	2.89	5.60	2.18	3.82	8.33	4.91	4.78	2.45	3.68	7.64	1.36	40.80	
17	1811 C	»		9.26	3.64	5.16	17.92	4.70	4.70	6.20	2.27	5.77	2.58	3.79	8.20	4.70	4.55	2.27	3.79	7.44	1.31	40.80	
18	1852 C	»		8.59	3.30	4.49	17.19	4.62	4.33	4.42	2.12	5.42	2.11	3.57	7.80	4.36	4.36	1.98	3.17	7.80	1.45	37.78	
19	1875 C	»		8.48	3.10	4.58	16.84	4.58	4.17	5.12	2.55	5.25	1.88	3.50	7.81	4.17	4.17	1.88	2.69	6.87	1.35	36.47	
20	1929	»		9.98	3.95	5.27	17.89	4.52	5.27	6.21	2.44	5.65	2.82	3.95	8.09	4.33	4.70	2.63	4.33	8.09	1.50	41.76	
21	1935 C	»		9.30	3.64	4.98	16.98	4.71	4.58	5.79	2.56	5.66	2.42	3.50	7.55	4.44	4.98	2.39	3.91	8.22	1.08	39.74	
22	1935	»		9.41	3.60	4.84	17.58	4.84	4.70	5.81	2.35	5.40	2.35	3.73	7.89	4.39	4.43	2.07	3.46	7.34	1.38	38.88	
23	2073 C	»		9.48	3.85	5.14	18.48	4.66	4.82	6.10	2.73	5.78	2.57	4.01	8.35	4.65	5.46	2.41	4.17	8.03	1.29	42.87	
24	2152 C	»		10.12	3.91	5.39	19.97	4.58	5.12	6.34	2.42	5.80	2.29	4.04	8.63	4.72	5.26	2.42	4.04	9.04	1.35	42.46	
25	2152	»		8.61	3.33	4.72	17.64	4.58	4.58	5.83	2.50	5.83	2.22	3.89	8.05	4.72	4.86	2.36	3.75	8.47	1.54	42.08	

Tableau V
Composition en acides aminés des différentes variétés de riz (p. 16.8 g. d'N)

N°	No de collection	Provenance	(1)	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ileu	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	Try	Teneur en acides aminés indispensables	
26	2.407	Madagascar	9.66	3.74	5.29	18.38	4.83	4.98	6.07	2.33	5.61	2.64	3.89	8.57	4.83	4.98	2.49	4.05	8.88	1.40		42.03	
27	2.507 C	»	9.00	3.69	4.98	17.68	4.66	4.82	5.94	2.73	5.94	2.73	3.85	8.19	4.34	4.34	2.25	4.01	7.71	1.61		41.43	
28	2.507	»	8.86	3.57	5.03	17.87	4.36	4.83	5.82	2.64	5.56	2.25	3.83	8.07	4.50	4.50	2.25	3.57	7.54	1.45		39.94	
29	2.516 C	»	9.73	3.86	5.49	20.34	5.11	4.99	6.24	6.11	2.54	3.91	6.48	4.49	5.11	4.49	3.62	8.48	1.50			42.06	
30	2.523 C	»	9.46	3.89	5.42	19.34	4.31	5.14	6.26	2.08	5.84	2.36	3.61	8.35	4.73	5.15	2.36	3.75	8.35	1.54		41.30	
31	2.532 C	»	9.99	3.76	5.93	20.13	4.78	4.92	5.79	2.60	5.93	2.17	3.76	8.54	4.63	5.06	2.46	3.33	8.54	1.44		41.22	
32	2.532 C	»	9.06	3.71	3.05	17.96	4.31	4.75	5.79	2.67	5.79	2.52	3.86	8.17	4.75	4.90	2.37	3.71	7.73	1.48		41.56	
33	2.568 C	»	8.81	3.45	4.88	17.39	4.52	4.40	5.36	2.14	5.60	2.26	3.45	7.74	4.40	4.88	2.26	3.45	7.98	1.31		38.70	
34	2.581 C	»	9.24	3.45	4.96	17.25	4.55	4.55	5.65	2.34	5.38	2.20	3.59	7.87	4.69	4.96	2.20	3.59	8.14	4.30		42.37	
35	2.592 C	»	10.08	3.86	5.54	18.64	4.70	5.37	6.21	2.52	5.37	2.35	3.86	8.40	4.36	4.70	2.52	3.86	8.40	1.67		40.95	
36	2.595 C	»	10.00	3.87	5.55	19.53	5.08	5.24	6.51	2.69	5.87	2.70	4.12	8.73	4.76	5.24	2.54	4.12	8.73	1.58		43.78	
37	2.596	»	10.92	4.01	5.47	18.44	4.93	5.11	6.02	2.74	6.02	2.92	3.83	8.21	4.56	5.11	2.00	4.20	8.94	1.46		43.06	
38	2.597	»	10.21	3.92	5.65	19.01	4.71	5.34	6.44	2.04	5.97	2.67	3.77	3.48	4.35	4.87	2.51	3.92	8.95	1.41		41.60	
39	2.599	»	10.68	4.12	5.62	19.31	5.06	5.62	6.56	2.62	5.81	2.81	3.75	8.25	3.93	4.12	3.43	4.12	7.68	1.30		41.03	
40	2.601 C	»	9.50	3.73	5.09	18.98	4.36	5.20	5.88	2.52	5.54	2.35	3.86	8.40	4.53	4.70	2.52	3.69	6.72	1.31		40.83	
41	2.608 C	»	9.85	3.65	5.48	18.71	4.92	4.92	6.05	2.81	6.19	2.33	3.94	8.44	4.78	4.92	2.39	3.80	8.72	1.40		42.46	
42	2.609	»	11.01	4.15	3.78	18.92	5.28	5.60	6.68	2.70	5.96	2.33	3.61	7.35	3.97	4.87	2.70	3.97	7.22	1.44		41.15	
43	2.619 C	»	9.98	3.87	3.66	19.67	4.62	4.36	6.40	2.53	5.66	2.23	3.72	8.19	5.21	5.51	2.53	3.87	9.68	1.49		42.28	
44	2.627 C	»	9.86	4.00	5.54	20.19	4.93	4.93	6.16	2.46	6.01	2.62	4.00	8.47	4.77	5.39	2.46	3.85	8.94	1.38		42.95	
45	2.636	»	9.33	3.37	4.92	18.01	4.53	4.53	6.70	2.07	5.83	2.20	3.75	8.16	4.66	4.79	2.33	3.63	8.03	1.42		39.88	
46	2.646	»	9.33	3.67	5.09	17.95	4.52	4.66	5.94	2.82	5.93	2.40	3.81	8.06	4.52	4.94	2.26	3.81	7.91	1.41		41.37	
47	2.647	»	9.13	3.62	5.19	18.26	4.72	4.68	6.14	2.89	5.82	2.52	3.77	8.18	4.40	4.72	2.36	2.77	8.34	1.52		41.20	
48	2.667 C	»	10.32	4.11	5.64	20.29	5.18	5.34	6.56	2.88	6.22	2.44	3.81	8.40	4.12	4.88	2.59	3.81	7.94	1.57		40.36	
49	2.733 C	»	10.32	4.00	5.85	20.03	4.93	5.24	6.31	2.31	5.70	2.46	4.00	8.63	4.62	4.93	2.77	4.00	9.55	1.38		42.03	
50	2.734 C	»	10.01	3.85	5.70	19.72	5.08	5.24	6.16	2.31	6.01	2.15	3.85	8.47	4.47	4.77	2.62	4.00	8.93	1.35		41.26	
51	2.765	»	9.74	3.65	5.27	20.30	4.77	4.67	6.00	2.43	6.00	2.33	4.06	8.62	4.87	5.38	2.33	3.55	8.22	1.42		42.31	
52	2.831 C	»	10.13	3.74	5.83	20.13	4.85	5.13	6.24	2.08	6.10	2.08	4.02	8.88	4.72	5.00	2.50	3.88	9.02	1.52		42.02	

non plus à l'aminogramme des protéines totales ; on observe en particulier une augmentation de la teneur en plusieurs acides aminés dans le résidu, et une diminution de la teneur en arginine et en lysine par rapport aux protéines totales. Pour estimer la valeur nutritive de chaque groupe protéinique, nous avons fait le calcul de la teneur en acides aminés indispensables de chaque groupe.

- Pour les albumines elle est de 46 à 47 p. 100.
- Pour les globulines elle est de 33 à 35 p. 100.
- Pour les prolamines elle est de 35 à 38 p. 100.
- Pour les glutelines elle est de 38 à 40 p. 100.

Ainsi les albumines ont la plus forte teneur en acides aminés indispensables, suivies des glutelines, puis des prolamines et enfin des globulines. En tenant compte de la teneur en lysine, les albumines sont les plus nutritives, puis les glutelines, et les globulines, et enfin les prolamines qui ont une teneur en lysine très faible.

Les électrophorogrammes des différents groupes protéiniques sont représentés dans la figure 3. Les albumines ont donné 5 à 6 bandes ; or SILAËV (18) par électrophorèse en gel de polyacrylamide à pH = 8,65 a obtenu 9 à 11 bandes. Nous remarquons ici que les albumines des variétés étudiées sont moins fractionnées que celles de SILAËV, cette différence pourrait être due soit aux conditions utilisées pour l'électrophorèse, soit à l'origine génétique des variétés. Conformément aux résultats du même auteur, les globulines ont donné 4 à 6 bandes, pour les prolamines, au lieu de 2 bandes pour SILAËV, nous avons obtenu 3 bandes, une bande majeure et 2 petites. En transformant les glutelines en S cyanoéthyl-gluteline avec action du SDS, JULIANO (1976) (11) a démontré que ce groupe protéinique du riz donne en électrophorèse sur gel de polyacrylamide 3 bandes correspondant à des sous-unités de poids moléculaires : 38 000, 25 000, 16 000. Pour notre part, les différentes glutelines fractionnées à l'état natif ont donné 3 bandes : une bande majeure et 2 bandes plus petites. Nous essayerons de vérifier si les trois bandes obtenues correspondent aux trois sous-unités de JULIANO.

Les résultats de la figure 3 montrent aussi qu'on obtient une meilleure résolution avec le courant pulsé qu'avec le courant normal.

III. — DOSAGE DE L'AMIDON ET DE L'AMYLOSE

On admet actuellement que l'amidon est constitué : d'amylose et d'amylopectine. L'amylopectine a une structure ramifiée, tandis que la structure linéaire de l'amylose est encore discutée.

L'amidon représente la plus grande partie du riz blanchi soit environ 90 p. 100 du poids sec. Dans le cas du riz blanchi non glutineux, l'amylose représente 7 à 33 p. 100 du poids sec soit 8 à 37 p. 100 de la teneur en amidon. L'amylopectine est le principal constituant du riz glutineux dont la teneur en amylose est de 0,8 à 1,3 p. 100 du poids sec, selon JULIANO (10).

La température de gélification de l'amidon est la température à laquelle les grains d'amidon commencent à se gonfler irréversiblement. Cette température varie de 55° C à 79° C, et elle dépend de l'environnement et du mode de culture. Pour le riz glutineux, l'absorption d'eau commence à une faible température et s'arrête à la température de gélification qui est faible. Mais

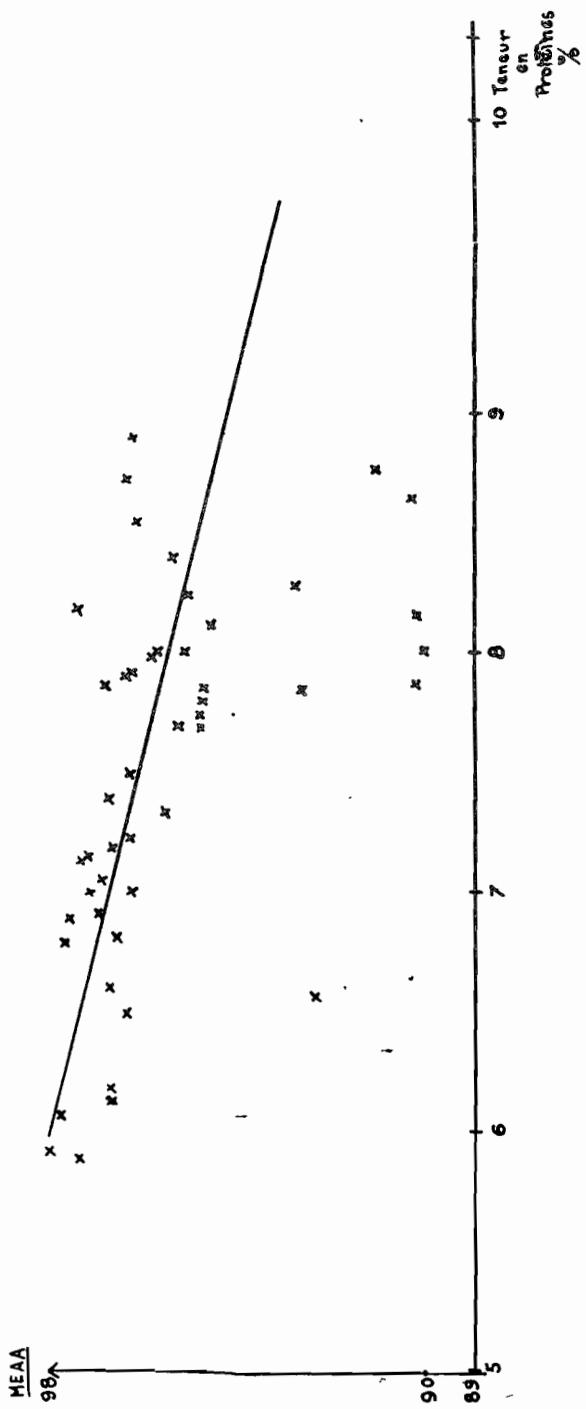


Figure 2
 Courbe : MEAA en fonction de la teneur en protéines

Tableau VI

Etude de variétés de riz de Madagascar

Quantité extraite pour chaque groupe protéinique (Résultat en milligrammes à partir de 20 grammes d'échantillon)
 (T = % sur la quantité de protéines totales)
 (Ext = % sur la quantité de protéine extraite)

Riz 34	% Ext.		Riz I 632		% Ext.		Riz 2 646		% Ext.		Riz I 300		% Ext.	
	T.	Ext.			T.	Ext.			T.	Ext.			T.	Ext.
Alb ₁ :	⇒ 170		129,20		⇒ 182,76		124,41		⇒ 165,72		132,57		⇒ 178,69	
Alb ₂ :	11	14,34	37,56	16	13,2	16,66	30,65	10,66	11,71	15,09	29,73	12,6	15,79	
Alb ₃ :											16,39			
Glo ₁ :	⇒ 162,85		132,17		⇒ 160,51		113		⇒ 137		123,97		⇒ 156,67	
Glo ₂ :	10,56	13,74	21,43	6,91	11,50	14,60	20	3,94	9,68	12,47	23,03	11,06	13,84	
Glo ₃ :											9,67			
Pro ₁ :	⇒ 43,81		24,50		⇒ 43,36		26,80		⇒ 41,30		24,86		⇒ 44,01	
Pro ₂ :	2,8	3,69	12,10		3,20	3,96	9,30		2,9	3,7	17,31	3,1	3,8	
Pro ₃ :			6,76				5,20				4,84			
Glu ₁ :	⇒ 808,07		553,35		⇒ 707,97		582,48		⇒ 754,04		603,50		⇒ 752,01	
Glu ₂ :	52,40	68,20	108,62		51,15	64,67	116,05		53,32	68,67	107,85	53,10	66,46	
Glu ₃ :			46				55,93				40,65			
Résidu.		20,26	295,45		20,62		316		22,34		306		21,61	
Q. de P. ext.		76,80	1 094,60		79,08		1 096,06		77,65		1 131,38		79,86	
Q. T. de P.			1 384				1 414				1 416			

Tableau VII

Composition en acides aminés des différents groupes protéiniques

(en g / 100 g de fraction protéinique)

N°	Nom	Prove- nance	I	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ileu	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	Try
	Albumine	1 (34)		9.78	3.79	4.50	12.55	4.83	5.40	6.52	—	7.63	2.35	4.95	10.32	5.00	5.94	2.51	6.44	7.43	—
		2 (1 632)		8.72	3.67	3.39	12.01	4.61	7.05	6.33	—	6.75	3.16	5.38	10.65	5.00	5.47	2.48	6.11	6.41	—
		3 (2 646)		9.17	4.06	4.01	11.20	4.74	6.35	7.45	—	8.96	3.28	4.74	9.84	4.89	5.88	2.70	5.68	7.03	—
		4 (1 300)		10.14	4.44	4.31	12.72	5.33	6.31	7.69	—	7.20	3.33	4.67	9.69	4.93	5.60	2.89	6.31	6.30	—
	Globuline	1 (34)		8.75	2.98	5.11	18.22	4.88	6.72	6.95	—	5.90	2.79	3.14	7.44	5.13	4.38	2.76	3.47	11.45	—
		2 (1 632)		7.54	2.47	5.10	18.18	5.35	6.63	7.22	—	5.42	3.82	2.75	7.35	5.50	4.08	8.75	3.15	14.53	—
		3 (2 646)		8.11	2.68	4.91	17.01	5.39	6.54	6.42	—	5.76	3.42	2.87	7.21	5.03	4.29	2.66	3.04	14.58	—
		4 (1 300)		7.96	2.90	4.93	16.98	5.43	6.53	6.51	—	6.18	3.04	2.83	7.16	4.63	3.80	3.10	3.15	14.66	—
	Prolaine	1 (34)		8.23	2.74	4.59	21.28	6.05	4.82	7.21	—	5.88	2.22	4.05	9.93	7.04	5.61	1.92	1.31	7.06	—
		2 (1 632)		8.47	2.37	4.40	20.52	6.00	4.65	7.00	—	5.70	1.32	3.67	10.42	7.60	5.15	1.92	0.90	7.35	—
		3 (2 646)		8.76	2.82	4.23	21.73	5.97	5.17	7.45	—	6.04	1.95	3.98	9.59	5.82	5.17	2.02	1.84	7.92	—
		4 (1 300)		9.90	2.62	4.05	19.19	6.00	5.70	7.20	—	5.83	1.73	3.74	9.63	5.91	4.57	2.46	1.78	9.60	—

Tableau VIII

Composition en acides aminés des glutélines et des résidus
(en g / 100 g de fraction protéinique)

N°	Nom	Prove- nance	I	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val	Met	Ileu	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	Try
	Glutéline	1 (34)		10.27	3.64	5.17	19.32	4.58	4.54	5.27	—	5.90	1.83	4.21	8.64	5.62	6.00	2.64	3.73	8.58	—
		2 (1 632)		10.56	3.50	5.00	19.05	4.47	4.45	5.12	—	5.58	1.50	4.26	8.65	5.63	6.19	2.67	3.61	9.75	—
		3 (2 646)		10.39	3.78	4.96	17.39	4.55	4.65	5.35	—	5.91	1.75	4.40	8.58	5.54	6.41	2.70	4.11	9.26	—
		4 (1 300)		10.41	3.57	5.31	18.91	4.48	4.52	5.16	—	5.86	1.37	4.30	8.86	5.62	5.85	2.60	3.42	9.72	—
	Résidu	1 (34)		8.25	4.36	5.24	20.08	5.24	4.80	6.98	—	6.11	3.93	4.36	10.04	4.80	6.11	2.18	2.18	5.24	—
		2 (1 632)		9.03	4.21	5.42	18.07	5.42	4.82	6.62	—	7.83	3.61	4.21	9.63	4.81	6.02	2.40	2.40	6.02	—
		3 (2 646)		8.62	4.06	5.58	20.30	5.38	4.56	7.10	—	6.09	4.06	4.56	9.64	4.56	6.09	2.03	2.03	5.07	—
		4 (1 300)		8.06	4.03	5.64	20.16	5.64	4.83	7.25	—	5.64	5.64	4.03	9.67	4.83	5.64	2.42	1.61	4.03	—

pour le riz non glutineux, elle commence à une température plus faible et continue au-delà de la température de gélification qui est élevée. Ce qui fait que le riz non glutineux absorbe plus d'eau et sa cuisson prend plus de temps. D'après JULIANO (1965) (9), la teneur en amylose de l'amidon est le principal paramètre pour la détermination de la qualité du riz cuit : une plus grande teneur en amylose, montre une plus grande capacité des grains d'amidon à absorber de l'eau, et à augmenter de volume sans « collapsing ».

Cela a été confirmé par JULIANO et al. (1972), ZAKINDDIN et BRATTACHARGA (1972), BURN (1972), FEILLET et al. (1975) (1).

En 1976, FEILLET et al. (1) ont montré qu'il existe une corrélation positive entre la teneur en amylose du riz et :

- la couleur jaune du riz étuvé ;
- la fermeté du riz étuvé ;
- la qualité et la fermeté du riz en conserve.

Etant donné cette importance de l'amylose dans la qualité du riz cuit, nous nous sommes proposés de faire le dosage de l'amylose des variétés cultivées à Madagascar.

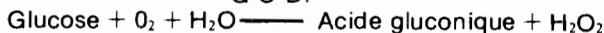
III.1. Dosage de l'amidon

III.1.1. Technique.

a. Principe.

La technique employée est celle utilisée au Laboratoire d'analyses organiques et biochimiques du GERDAT de Montpellier (16). L'amidon est hydrolysé en milieu acide, et le glucose libéré est dosé par colorimétrie enzymatique, le GOD (glucose oxydase) oxyde le glucose en gluconolactone, puis en acide gluconique

G O D.



Le peroxyde d'hydrogène formé oxyde en présence d'un peroxydase (P OD) un chromogène ABTS, incolore à l'état réduit et coloré à l'état oxydé.

b. Mode opératoire.

50 mg de farine sont mélangés avec 10 ml d'HCl 1% dans des tubes hermétiquement fermés, et placés dans une étuve à 110° C pendant 2 h 30 mn. Le dosage du glucose de l'hydrolysate est effectué par le Technicon.

c. Résultats.

Les résultats sont donnés dans le Tableau IX.

Les valeurs varient entre 72 p. 100 à 81 p. 100, ce qui est faible par rapport aux valeurs données par du riz blanchi, cela est dû à ce que le riz Cargo contient encore le tégument et les couches de cellules à grains d'aleurone qui ne contiennent pas de grains d'amidon.

Moyenne = 77,58

Variance = 5,70

Ecart type = 2,38.

Tableau IX
*Teneur en amidon des différentes variétés de riz de Madagascar
(en p. 100 de matière sèche)*

N°	N° collection	% Ps d'amidon	N°	N° collection	% Ps d'amidon
1	34	77,03	27	2 507 C	78,05
2	34 C	81,95	28	2 507	77,63
3	90 C	76,21	29	2 516 C	76,17
4	347 C	76,27	30	2 523 C	79,18
5	421	79,13	31	2 532 C	77,82
6	462	76	32	2 525 C	86,22
7	473	81	33	2 568 C	75
8	1 283	78,74	34	2 581 C	77,70
9	1 285	74,52	35	2 592 C	80,35
10	1 300 C	77,26	36	2 595 C	72
11	1 300	78,04	37	2 596	79
12	1 347 C	80,19	38	2 597	77,21
13	1 583	79,55	39	2 599	78,72
14	1 632 C	78,17	40	2 601 C	79
15	1 632	79,20	41	2 608 C	80,66
16	1 657	73,79	42	2 609	79,48
17	1 811 C	77,14	43	2 619 C	76,25
18	1 852 C	78,05	44	2 734 C	77
19	1 875 C	77,65	45	2 733 C	79,64
20	1 929 C	76,24	46	2 831 C	75,75
21	1 935	75,15	47	2 765 C	72,93
22	1 935 C	79	48	2 667 C	76,47
23	2 073 C	78,38	49	2 647	78
24	2 152 C	81,29	50	2 646	76,44
25	2 152	77	51	2 627 C	78,24
26	2 407	81,00	52	2 636	76,39

III.2. Dosage de l'amylose.

III.2.1. Technique.

a. Principe.

La méthode employée est celle qui a été mise au point par le laboratoire de Technologie du blé dur et du riz (ENSAM, Montpellier), la méthode de référence est celle de WILLIAM (21). L'amylose est solubilisée dans de la soude. Le dosage de l'amylose est effectué ensuite par colorimétrie : l'amylose donne avec l'iode une coloration bleue dont l'intensité dépend de la quantité d'amylose présente.

b. Mode opératoire.

100 milligrammes de farine sont mélangés dans un tube avec 1 ml d'alcool 95° (éthanol) pour empêcher la formation de grumeaux, et 19 millilitres de NaOH N/2. Après 4 heures de digestion, l'amylose contenue dans la solution est dosée au colorimètre automatique à 620 nanomètre au Technicon.

III.2.3. Discussions.

D'après JULIANO et al., la teneur en amylose du riz non glutineux varie de 7 p. 100 à 33 p. 100 ; les valeurs obtenues, à part celles des variétés 1 300 et 1 632 varient de 22 à 26 p. 100. ce qui montre que les variétés étudiées ont une teneur relativement forte en amylose, et possèdent aussi une bonne qualité technologique.

Tableau X

Teneur en amylose des différentes variétés de riz

N°	N° de collection	% d'amylose	N°	N° de collection	% d'amylose
1	34	22,50	13	1 935	23,50
2	90 C.	22,40	14	2 152	23,30
3	347 C	24,25	15	2 407	23,10
4	421 C	24,40	16	2 507	24
5	462	26	17	2 596	22,80
6	473	26	18	2 597	22,80
7	1 283	26	19	2 599	22,80
8	1 295	24,10	20	2 609	22,80
9	1 300	18	21	2 636	23,70
10	1 593	24	82	2 646	23,30
11	1 632	17,20	23	2 647	24
12	1 929	22,20	—	—	—

Moyenne = 23,18 Variance = 4,12 Ecart type = 2,03

CONCLUSION

L'étude des différentes variétés de riz cultivées à Madagascar a montré que la variété *Java 52* (n° 2 765) mérite d'être étudiée de près étant donné sa teneur relativement élevée en protéines (10,79 %) ; nous citerons ensuite les hybrides *Madirat 20* (n° 2 516) et *Madirat 72* (n° 2 568) dont les teneurs en protéines sont respectivement de 8,91 p. 100 et 9,42 p. 100. Pour les autres variétés, les valeurs obtenues sont moyennes (8 %) ou faibles (5 à 6 %).

Il est nécessaire, vu l'importance des protéines dans l'alimentation, d'inclure la teneur en protéines parmi les critères de sélection ; c'est ce qui nous a conduit à établir une fiche technique pour chaque variété de riz étudié et que nous tenons à la disposition des organismes intéressés.

Si on considère la composition en acides aminés, et la valeur nutritive des variétés de riz de Madagascar, notre étude a confirmé que le riz a une meilleure valeur nutritive que les autres céréales. Ainsi comme l'avait dit JULIANO (9), pour le riz, le but serait donc d'augmenter la teneur en protéines, tout en gardant sa qualité protéinique. On sait que des variétés de riz à haute teneur en protéines ont pu être obtenues, par mutation, et par irradiation (20). Un fractionnement électrophorétique des différents groupes protéiniques a été effectué sur quelques variétés ainsi que la composition en acides aminés de chaque fraction, nous avons constaté une teneur en glutélines voisine de 52 p. 100 en albumines de 12,4 p. 100, en globulines de 9,8 p. 100 et une très faible teneur en prolamine (2,7 %). La composition en acides aminés varie peu. Bien que nous ayons obtenu les composants de chaque groupe protéinique, un travail urgent serait de les caractériser.

En outre, les protéines peuvent être utiles pour la chimiotaxonomie des plantes ; les graines servant d'organe d'analyse, des précautions doivent être prises pour leur conservation en vue d'éviter toute modification. De ce point de vue, la protéine à étudier peut être :

— soit une enzyme : G. BEZANCON et al. (Bulletin de l'IRAT) a ainsi montré que les enzymogrammes du riz diffèrent suivant les variétés étudiées.

— soit une protéine constitutive dans sa structure native ou à l'état dissocié : des cartes peptidiques ont été ainsi établies pour la détermination de la pureté des semences grâce à une clef de détermination établie suivant le protéinogramme des prolamines de chaque variété de blé (3). MONOD, MARIE et FEILLET (13) ont montré que pour le riz, les différences variétales s'observent surtout au niveau des prolamines et des glutélines ; pour notre part, nous nous proposons d'effectuer des protéinogrammes similaires sur les variétés de riz de Madagascar.

Du point de vue technologique, la teneur en amylose des différentes variétés de riz a révélé qu'elles ont une bonne qualité culinaire.

REMERCIEMENTS

Nous adressons notre profonde reconnaissance à M. P. ROCHE, du Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale, Montpellier pour l'accueil qu'il nous a réservé dans ses laboratoires, à M. FEILLET, Laboratoire de Technologie des Blés durs et du Riz, Montpellier, pour l'analyse de l'amylose, au Département des Recherches Agronomiques du CENRADERU qui a bien voulu nous fournir les échantillons de riz, à Madame L. RAHELARISOA, et M. L.-L. RAKOTO pour la réalisation matérielle de notre manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

1. R. ALARY, B. LAIGNELET, et P. FEILLET. — *Effect of amylose content on some characteristics of paraboiled rice.* — J. Agric. Food, Chem., Vol. n°6, n° 2 (1977), 261-264.
2. ANGLADETTE A. — *Le riz.* — Ed. G.P. Maison neuve et la Rose, Paris (1966).
3. AUTRAN J.-C. et BOURDET A. — *Identification des variétés de blés: établissement d'un tableau général de détermination fondé sur le diagramme électrophorétique des gliadines du grain.* — Ann. Amélior. Plantes, **25** (3) (1975), 277-302.
4. BALDI G. — *Istituto sperimentale per la coltura industriale*, Bologna, Italy... Genet. Agr., **23**, (1969), 108-110.
5. BRESSANI et al. — *All vegetable protein mixture of human feeding. Protein complementation between polished rice and cooked black beans.* — J. Food. Sci., **27**, (1962), 401.
6. GARCHA J.-S. et CHOPRA. — *Amino acid composition of different varieties of rice (Oryza Sativa) grown in the Punjab.* — J. Nutr. et Dietet., **5** (1968), 13.
7. HARN et al. — *Mutation breeding for improvement of rice protein.* Nuclear tech. for seed protein, imp. IAEA (1973).
8. *International rice research institute.* Annual report p. 27. Los Banos, Laguna, Philippines (1969).
9. JULIANO B.-O. et al. — *Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice.* — Food. Tech., **19** (1965), 1006-1011.
10. JULIANO B.-O. — *Studies on some physicochemical properties and the biosynthesis of rice starch.* — J. Japan. Soc. Starch. Sci., **18**, (1970), 35.
11. JULIANO B.-O. et al. — *Extraction and composition endosperm glutelin.* — Phytochemistry, Vo. 15, (1976). 1601-1606.
12. KAUL. A.-K., KHAN M.R., CHOUDHURY M.-H., SHAIKH. — *Nutritional acid cooking quality characters of some local rice cultivars of Bangla desh.* (IAEA — RC.57/17) in Seed protein improvement by nuclear techniques-Panel Proceedings series. IAEA Vienne, (1978), 167-179.
13. MONOD M., MARIE, et FEILLET P. — *Fractionnement des protéines de quelques variétés de riz par électrophorèse en gel de polyacrylamide.* — C.R. Acad. Sci., Paris, 274, D, **13** (1972), 1957-1960.
14. OSBORNE T.-B. — *The protein of wheat kernel*, Carnegie institution, Washington D.C. (1907).
15. PECORA L.J. et al. — *Nutritional improvement of white polished rice by the addition of lysine and thréonine.* — J. Nutr., **44**, (1951), 101.
16. PIOMBO G. et Y. LOZANO. — *Dosage automatique du tryptophane dans les farines de légumineuses et de céréales.* — Laboratoire de Biochimie du GERDAT, Montpellier.
17. ROSENBERG H.R. et al. — *Lysine and thréonine supplémentation of rice.* — J. Nutr., **69**, (1959), 217.
18. SILAEV A.B. et al. — *Investigation of protein of Viet Nam — rice by polyacrylamide gel electrophoresis.* — Prikl. Biochim. Mikrobiol., (1965), 250.

19. TAIRA H. et al. — *Amino acid composition of rice protein, Rice imported into Japan.* — *Eiyo-To Shokuny*, **16** (1963), 46.
20. TANAKA S. et TAMURA S.-A. — *Short report on gamma ray induced rice mutant having high protein content.* — *Japan Agr. Res. Quart* 3(3), (1968), 32.
21. WILLIAM V.R. et al. — *Varietal differences in amylose content of rice starch.* *J. Agric. Food. Chem.*, **8** (1958), 47-48.