

Etude organoleptique de pâtes alimentaires enrichies en levures-aliment à base d'huile de palme

J. GRAILLE¹, M. PINA¹, D. MONTET¹, R. RATOMAHENINA², C. MINIER³, P. GALZY²

Résumé — Après avoir optimisé l'étape de production de protéines d'organismes unicellulaires obtenues par culture de *Candida rugosa* sur huile de palme brute utilisée comme substrat carboné, ces levures-aliment ont été additionnées telles quelles à raison de 3 %, 7 % et 10 % dans des fabrications expérimentales de pâtes alimentaires de semoule de blé dur afin d'améliorer la densité protéique du produit de base. L'étude d'évaluation organoleptique a été effectuée par un jury de dégustation métropolitain. Le test d'appréciation hédonique montre que l'acceptabilité des échantillons diminue avec le taux d'enrichissement en levures. Les résultats de l'épreuve descriptive expriment bien cette appréciation. Toutefois, la simplicité de mise en oeuvre du procédé et la qualité nutritionnelle des levures-aliment obtenues font de cette étude un projet applicable à la plupart des pays dont le régime est déficient en protéines.

Mots clés. — Levures-aliment, huile de palme, pâtes alimentaires, enrichissement en protéines, évaluation sensorielle, épreuve descriptive, épreuve hédonique.

INTRODUCTION

Nous avons déjà montré au cours de travaux antérieurs [1-10] qu'il était tout-à-fait envisageable de produire une biomasse noble à partir de corps gras nobles ou à partir de sous-produits de l'industrie oléagineuse (pâtes de neutralisation par exemple), en utilisant des techniques microbiologiques simples. En particulier, on avait montré que la levure de *Candida rugosa* convenait parfaitement pour la transformation en levures de l'huile de palme, de ses fractions ou de ses sous-produits avec des rendements quasi quantitatifs [7,11].

La valeur protéique intéressante de cette levure nous a amené à envisager son introduction dans des pâtes alimentaires pour obtenir des pâtes enrichies en protéines pour les pays en voie de développement ou des équivalents de pâtes aux oeufs sans cholestérol en tant qu'aliment diététique pour les pays industrialisés.

Afin de concrétiser cette étude, il a été possible dans le laboratoire de R et D de la société Rivoire et Carret-Lustucru (RCL) de préparer plusieurs lots de pâtes contenant des concentrations croissantes en levures sur lesquels des tests d'acceptabilité organoleptique ont été effectués. Les principales conclusions inhérentes à ces tests font l'objet du présent article.

MATERIELS ET METHODES

Les méthodes utilisées dans l'étude des différents milieux de culture, des substrats, des conditions opératoires en réacteurs continu ou discontinu..., ont été largement développées dans la bibliographie précédemment citée. Nous nous en

tiendrons dans cet article aux caractéristiques de la levure-aliment mise en oeuvre dans la fabrication des pâtes enrichies en protéines.

Caractéristiques de la levure

Partant d'un produit noble comme l'huile de palme vierge (ou huile de palme rouge), le procédé de fabrication effectuée avec la souche de *Candida rugosa* conduit à l'obtention de levures-aliment d'excellente qualité. Il faut rappeler que la transformation par un microorganisme d'un substrat carboné en biomasse nécessite de pouvoir travailler préférentiellement en milieu parfaitement homogène. Le caractère biphasique du milieu de culture lié à l'apport d'huile de palme, pose des problèmes spécifiques d'homogénéisation. De plus, les besoins en oxygène dans le cas de composés carbonés du type glycérides ou acides gras ne renfermant que peu d'oxygène sont accrus. Enfin, le substrat doit être hydrolysé en acides gras pour que la souche puisse se développer ce qui sous-entend que les conditions de culture doivent donc assurer une synthèse suffisante de lipases.

Dans notre cas, la difficulté de l'homogénéisation et de la liquéfaction du substrat carboné a été contournée en préparant une émulsion stable d'huile de palme dans l'eau ce qui nécessite évidemment la présence d'un agent émulsifiant. Dans le cas de l'huile de palme vierge, la présence d'acides gras libres pouvait jouer ce rôle après salification de ces acides. La salification a été réalisée par apport d'ammoniaque 4N dans un rapport 1/1 avec l'huile de palme. L'huile de palme est donc émulsionnée dans ces conditions à 50 °C, c'est-à-dire au-dessus de sa plage de fusion (≈ 45 °C) et l'émulsion est maintenue dans cet état dans le réservoir d'alimentation du réacteur. L'émulsion est stable et le substrat est ainsi introduit dans le réacteur à pH 4 par apport d'acide phosphorique. Un réacteur pilote a permis ainsi d'obtenir plusieurs centaines de grammes de levures-aliment avec une productivité de 5,75 g/l/h. Il est à noter que le rendement de conversion est de l'ordre de 1, c'est-à-dire que 1 tonne d'huile transformée est convertie en 1 tonne de matière première sèche de levure. Les levures ainsi obtenues renferment 30 à 35 % de protéines et 40 à 50 % de lipides

(1) CIRAD-CP - Laboratoire de Lipotechnie, BP 5035 34032 Montpellier (France)

(2) ENSA-INRA, Chaire de Microbiologie Industrielle et Génétique des Microorganismes, Place Viala, 34060 Montpellier (France)

(3) Rivoire et Carret - Lustucru, 55, avenue Dr Heckel, 13011 Marseille (France)

dont les compositions sont données dans les tableaux I et II ainsi que 10 % d'acides nucléiques et 5 % de sels minéraux (Tabl. III). Il faut remarquer que la composition en acides aminés est voisine de celle de l'oeuf prise en référence et que la levure contient des quantités de lysine et d'acides aminés soufrés importantes, permettant de compléter à moindre coût les régimes à bases de céréales ou de légumineuses déficients respectivement en ces deux catégories d'acides aminés

TABLEAU I. — Composition centésimale en principaux acides aminés des protéines des aliments et de la souche de *Candida rugosa*

	Oeuf ⁽¹⁾ (étalon)	Farine blanche	<i>Candida rugosa</i>
Arginine	6,4	3,9	5,9
Histidine	2,1	2,2	2,3
Lysine	7,2	1,9	8,7
Tyrosine	4,5	3,8	8,0
Tryptophane	1,5	0,8	1,6
Phénylalanine	6,3	5,5	5,1
Cystéine	2,4	1,9	1,6
Méthionine	4,1	3,0	0,9
Thréonine	4,9	2,7	6,0
Leucine	9,2	9,1	6,7
Isoleucine	8,0	4,5	4,2
Valine	7,3	6,0	5,5

(1) OMS/FAO

TABLEAU II. — Composition centésimale en acides gras de *Candida rugosa* cultivée sur huile de palme brute

Acides gras	(%)
16:0	48,6
16:1	1,2
18:0	3,6
18:1	28,8
18:2	17,3
18:3	0,5

TABLEAU III. — Composition des sels minéraux de la levure de *Candida rugosa* cultivée sur huile de palme brute

	Levure non délipidée	Levure délipidée
(%) P	1,425	0,825
K	0,575	0,244
Mg	0,414	0,231
Na	0,033	0,030
Ca	0	0
(ppm) Cu	9,0	6,0
Fe	47,9	39,9
Mn	32,9	19,5
Zn	46,5	30,6

Fabrication des pâtes alimentaires de semoule de blé dur additionnées de levures-aliment

• Protocole expérimental

- mélange à sec des 2 matières premières (semoule RCL et levure-aliment de *Candida rugosa*),
 - pétrissage dans un malaxeur de presse pilote du laboratoire R et D de RCL avec incorporation d'eau de ville à 20 °C jusqu'à une teneur de 31,5 %,
 - extrusion à travers une filière en bronze de format macaronis rayés.
- coupe effectuée par un couteau rotatif en morceaux de 2 à 4 cm de longueur,
 - les pâtes tombent sur une grille soumise à un courant d'air à température ambiante pour éviter un éventuel collage,
 - le séchage final est réalisé en étuve pilote selon le diagramme classique.

• Les mélanges suivants ont été effectués :

- échantillon 1 : 100 % de semoule de blé dur ce qui correspond au témoin sans levures-aliment,
- échantillon 2 : 97 % de semoule de blé dur, 3 % de *Candida rugosa*,
- échantillon 3 : 93 % de semoule de blé dur, 7 % de *Candida rugosa*,
- échantillon 4 : 90 % de semoule de blé dur, 10 % de *Candida rugosa*.

Les pâtes ainsi fabriquées ont fait l'objet des analyses suivantes :

- humidité (g/100 g) : méthode gravimétrique par séchage à l'étuve à 105 °C jusqu'à poids constant,
- protéines brutes (g/100 g) : méthode de Kjeldhal avec le facteur de conversion azote-protéine égal à 6,25,
- lipides bruts (g/100 g) : par extraction au toluène/alcool dans un appareil de Soxhlet,
- cendres (g/100 g) : méthode gravimétrique par incinération à 550 °C pendant 1 heure.

Les résultats des déterminations effectuées sur les 4 mélanges sont indiqués dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — Composition des différents mélanges obtenus (les résultats sont exprimés en g/100 g pour l'humidité et g/100 g de matière sèche pour les autres)

	Humidité	Cendres	Protéines	Lipides
Echantillon 1	10,5	1	14,75	2,85
Echantillon 2	10,2	1,1	15,45	4,05
Echantillon 3	10,4	1,35	17,45	5,30
Echantillon 4	10,2	1,55	18,15	6,60

Evaluation sensorielle

Cette évaluation s'effectue sur les pâtes cuites 7 min à l'eau bouillante salée à raison de 10 g de NaCl pour 1,5 l d'eau. L'ensemble des principales propriétés organoleptiques des échantillons par rapport aux pâtes témoin, a été évalué selon deux tests par un jury d'analyse sensorielle de 12 personnes :

- une épreuve hédonique d'évaluation de l'acceptabilité des échantillons : la notation s'effectue de 1 à 5 (1 mauvais - 5 très bon) sur les 3 produits contenant 3 %, 7 % et 10 % de *Candida rugosa* ainsi que sur un témoin de pâtes supérieures (sans oeufs) sur les trois critères les plus importants pour les pâtes alimentaires : aspect, flaveur, texture, et sur l'ensemble des 3 critères réunis;
- une épreuve d'évaluation de l'intensité de cinq descripteurs caractéristiques : il est demandé de noter de 1 à 9 selon l'intensité de la sensation perçue qu'elle soit une qualité ou un défaut, les notes du témoin étant préfixées à 5. Pour cette épreuve, les 5 descripteurs à évaluer sont les suivants : odeur particulière, amertume, goût particulier, arrière-goût, caractère gras.

RESULTATS ET DISCUSSION

Test hédonique

Les résultats de ce test sont consignés dans le tableau V pour chacun des paramètres étudiés et pour leur appréciation globale. On peut remarquer que les pâtes à 3 % de levures sont perçues globalement de façon identique aux pâtes témoins et l'on peut noter que leur aspect et leur texture sont positivement exprimés par rapport à ce même témoin. Par contre, à mesure que la concentration en *Candida rugosa* augmente, les préférences du jury ont tendance à progressivement co-noter les pâtes de façon négative, surtout en ce qui concerne la flaveur qui est la synthèse du goût et de l'odeur. L'appréciation globale montre quant à elle que l'acceptabilité des échantillons diminue de façon caractéristique avec le taux d'enrichissement des pâtes en levures.

TABLEAU V. — Test hédonique (notation de 1 à 5)

	Témoin	3% <i>C. rugosa</i>	7% <i>C. rugosa</i>	10% <i>C. rugosa</i>
Aspect (A)	3.1	4.0	3.6	2.9
Flaveur (F)	4.0	3.6	2.7	1.8
Texture (T)	3.8	4.1	3.7	3.0
A + F + T	3.9	3.8	3.3	2.3

TABLEAU VI. — Test descriptif d'intensité (notation de 1 à 9, la notation du témoin étant préfixée à 5)

	Témoin	3% <i>C. rugosa</i>	7% <i>C. rugosa</i>	10% <i>C. rugosa</i>
Odeur particulière	5	5.1	6.4	6.8
Amertume	5	4.8	5.4	6.4
Goût particulier	5	5.2	6.2	6.9
Arrière-goût	5	5.3	6.3	7.6
Caractère gras	5	4.8	4.8	4.4

Test descriptif

Les résultats de cette épreuve sont consignés dans le tableau VI. A l'exception du caractère gras qui semble minimisé avec l'accroissement de la concentration en levure alors que cette dernière apporte des lipides, les autres paramètres sont traduits par le jury par une notation croissante par rapport au témoin au fur et à mesure que l'ajout de levures augmente dans les pâtes. Ce constat est surtout effectif en ce qui concerne l'arrière-goût des pâtes à 10 % de *Candida rugosa*. Les résultats de cette évaluation sensorielle expriment et confirment globalement l'appréciation formulée au cours du test hédonique précédent. Le goût des pâtes est sensiblement modifié par une addition de 3 % en levure. Aux concentrations supérieures, le goût devient très caractéristique.

CONCLUSION

Cette étude montre donc que l'enrichissement en protéines des pâtes de blé dur par ajout de levures-aliment ne pose pas d'importants problèmes de faisabilité et qu'elle améliore de façon sensible la densité protéique du produit de base. La simplicité de mise en oeuvre du procédé et la qualité nutritionnelle des protéines d'organismes unicellulaires obtenues font de ce travail un projet applicable à la plupart des pays dont le régime est déficient en protéines.

Si le taux d'incorporation semble limité par les caractéristiques organoleptiques des produits obtenus, il est toutefois important de noter que le jury ayant effectué cette évaluation n'est pas représentatif des populations ciblées par cette étude. En effet, l'objectif prioritaire est d'utiliser les pâtes alimentaires comme vecteur de protéines de levures-aliment dans les pays en développement pour lutter contre la malnutrition. Ce qui pourrait être perçu comme un inconvénient, voire un défaut, par les Européens et plus encore par les Français notamment l'amertume et un arrière-goût particulier, pourrait être au contraire bien accepté par les populations des régions chaudes habituées souvent à des saveurs beaucoup plus prononcées.

Remerciements. — Nous remercions vivement la société Rivoire et Carret-Lustucru, et plus particulièrement son laboratoire de Recherche et Développement, pour sa contribution décisive dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BA A., RATOMAHENINA R., GRAILLE J. et GALZY P. (1981). — Etude de la croissance de quelques souches de levures sur les sous-produits de l'huile d'arachide. *Oléagineux*, **36**, 439.
- [2] MARTINET F., RATOMAHENINA R., GRAILLE J. et GALZY P. (1982). — Production of food yeast from the solid fraction of palm oil. *Biotech Lett*, **4**, 9.
- [3] MONTET D., RATOMAHENINA R., PINA M., GRAILLE J. et GALZY P. (1983). — Production of single cell proteins from vegetable oils. *J. ferment. Technol*, **61**, 417.
- [4] BA A., RATOMAHENINA R., GRAILLE J., PINA M. et GALZY P. (1983). — Consideration on fatty acid metabolism by yeasts. *Riv Ital Sostanze Grasse*, **60**, 673.
- [5] MONTET D., RATOMAHENINA R., PINA M., GRAILLE J. et GALZY P. (1985). — Purification and characterization of a lipase from *Candida curvata* Lodder and Kreger Van Rij CBS 570. *Fat Sci Technol*, **87**, 1031.
- [6] MONTET D., RATOMAHENINA R., GALZY P., PINA M. et GRAILLE J. (1985). — A study of the influence of the growth media on the fatty acid composition in *Candida lipolytica* Diddens and Lodder. *Biotech Lett*, **7**, 733.
- [7] MONTET D., RATOMAHENINA R., LABORBE J.M., PINA M., GRAILLE J. et GALZY P. (1985). — Production de protéines d'organismes unicellulaires à partir de pâtes de neutralisation d'origine industrielle. *Oléagineux*, **40**, 505.
- [8] LABORBE J.M., RIEU Y., RATOMAHENINA R., GALZY P., MONTET D., PINA M. et GRAILLE J. (1987). — Essai de multiplication de cellules de *Geotrichum candidum* Link CBS 178-53 sur pâtes de neutralisation. *Oléagineux*, **42**, 83.
- [9] LABORBE J.M., DWEK C., RATOMAHENINA R., GALZY P., PINA M. et GRAILLE J. (1989). — Production of single cell proteins from palm oil using *Candida deformans* Diddens and Lodder CBS 613. *MIRCEN J. Appl. Microbiol. Biotechnol*, **5**, 517.
- [10] VAN AUCTRYVE P., RATOMAHENINA R., RIEUBLANC C., MITRANI M., PINA M., GRAILLE J. et GALZY P. (1991). — Spectrophotometry assay of lipase activity using Rhodamine 6G. *Oléagineux*, **46**, 29.
- [11] RIEUBLANC C., BOZEH., DEMUYNCK M., MOULIN G., RATOMAHENINA R., GRAILLE J. et GALZY P. (1992). — Optimisation of biomass production from palm oil in cultures using *Candida rugosa*. *Fat Sci Technol*, **94**, 46.

ABSTRACT

Organoleptic study of alimentary pasta enriched with palm oil - based yeast foods

J. GRAILLE, M. PINA, D. MONTET, R. RATOMAHENINA, C. MINIER, P. GALZY.
Oléagineux, 1993, **48**, N°8-9 p. 373-376

After optimization of the production of single cell proteins using *Candida rugosa* cultures from crude palm oil used as carbonated substrate, these yeast foods were added at the rates of 3 %, 7 % and 10 % into experimental alimentary pasta of hard wheat semolina to enhance the proteic density of the basic product. The organoleptic evaluation was carried out by a metropolitan testing panel. The hedonistic appreciation test shows that the acceptability decreases with yeast enhancement rate. The descriptive test results give good utterance to this appreciation. However, the process simplicity and the nutritional qualities of the yeasts obtained make this study a project applicable to most countries with deficient protein diet.

Key words. — Yeast foods, palm oil, alimentary pasta, protein enrichment, organoleptic evaluation, descriptive test, hedonistic appreciation test

RESUMEN

Estudio organoléptico de las pastas alimenticias enriquecidas con levaduras-alimento a base de aceite de palma

J. GRAILLE, M. PINA, D. MONTET, R. RATOMAHENINA, C. MINIER, P. GALZY.
Oléagineux, 1993, **48**, N°8-9, p. 373-376

Después de haber optimizado la etapa de producción de las proteínas de organismos unicelulares conseguidos al cultivar *Candida rugosa* en aceite de palma bruto que hace de substrato carbonado, estas levaduras-alimento fueron añadidas tal cual a razón de 3%, 7% y 10% en fabricaciones experimentales de pastas alimenticias de semola de trigo duro para mejorar la densidad de proteínas del producto básico. El estudio de evaluación organoléptica fue realizado por una comisión de examinadores de degustación metropolitana. El test de apreciación hedónica muestra que la aceptabilidad de las muestras disminuye a medida que va aumentando la tasa de enriquecimiento con levaduras. Los resultados de la prueba descriptiva expresan claramente esta apreciación. No obstante, lo sencillo que es realizar el procedimiento y la calidad nutricional de las levaduras-alimento logradas hacen que este estudio sea un proyecto aplicable a la mayoría de los países en donde el régimen alimenticio carece de proteínas.

Palabras claves — Levaduras-alimento, aceite de palma, pastas alimenticias, enriquecimiento con proteínas, evaluación sensorial, prueba descriptiva, prueba hedónica.

