

## **Biotechnologies et Agro-alimentaire au Maroc**

Abdelrhafour TANTAOUI EL ARAKI

SUP'AGRO, 22, rue le Catelet, Belvédère, Casablanca

### **Résumé**

Les industries agro-alimentaires concernées par les biotechnologies au Maroc utilisent des technologies conventionnelles et importent les souches mères ou des levains prêts à l'emploi. Cependant, certaines d'entre elles parviennent à exporter (produits végétaux fermentés, levure boulangère, vin, bière sans alcool, etc.) ;

Par ailleurs, les recherches scientifiques dans ce domaine concernent essentiellement :

- la maîtrise de la fermentation de produits laitiers traditionnels : lben, smen, jben ;
- la maîtrise de la qualité hygiénique des produits alimentaires par l'usage de bactéries lactiques productrices de bactériocines ;
- la valorisation par fermentation de sous-produits agro-industriels ;
- la bioconversion de substances naturelles de peu de valeur pour les transformer en produits plus nobles.

Il existe peu de rapport entre les activités industrielles et les préoccupations des chercheurs en biotechnologies. Les recherches exigeant du matériel lourd ne peuvent se faire qu'en coopération avec les laboratoires

### **Introduction**

Parmi les nombreuses définitions proposées pour les biotechnologies, nous retiendrons celle qui les considère comme étant les voies d'exploitation des cellules, des tissus et de certains de leurs constituants (notamment les enzymes) pour les besoins de l'Homme. Les biotechnologies trouvent leurs applications essentiellement dans la santé, l'énergie, l'environnement et, enfin, l'agriculture et l'alimentation.

Nous tacherons, dans ce qui suit, de faire le point sur les activités industrielles, d'une part, et les recherches scientifiques, d'autre part, dans le domaine des biotechnologies appliquées à l'agro-alimentaire.

#### **1- Agro-industrie et biotechnologies.**

Les industries agro-alimentaires apparentées aux biotechnologies au Maroc sont relativement diversifiées. Elles concernent notamment :

- la fabrication de levure boulangère : 3 unités appartenant à la SOMADIR (à Casablanca et à El-jadida) et la SODERS (à Fès) ;
- la fabrication de bière : plusieurs unités appartenant au Groupe des Brasseries du Maroc ;
- la fabrication de vin par de nombreuses unités essentiellement près de Meknès ;
- la fabrication de produits laitiers fermentés (yaourt, lben, fromages, etc.) par de nombreuses entreprises ;
- la fabrication de produits végétaux fermentés (olives, cornichons, etc.) par diverses entreprises ;
- la fabrication d'éthanol à partir de mélasses de sucrerie : SOTRAMEG (à Sidi Yahya du Gharb).

Les technologies appliquées sont souvent conventionnelles et les souches employées sont généralement importées, même lorsqu'il s'agit de fabriquer du « lben », produit censé être typiquement local.

Certaines entreprises arrivent cependant à placer leurs produits sur le marché international, notamment les produits végétaux, les vins, la bière (sans alcool) et la levure sèche.

## 2- Biotechnologie et recherche scientifique en agro-alimentaire.

Les recherches menées en biotechnologie dans le domaine de l'agro-alimentaire peuvent être regroupées autour de 4 axes principaux :

- la maîtrise des fermentations traditionnelles ;
- la maîtrise de la qualité hygiénique des aliments par l'usage de souches productrices de bactériocines ;
- la valorisation de sous-produits agro-industriels par fermentation ;
- la revalorisation de substances naturelles par bioconversion.

### 2.1- Maîtrise des fermentations traditionnelles.

Ces travaux ont principalement concerné les produits laitiers fermentés traditionnels : lben (1), smen (2,3) et jben (4).

L'objectif était d'isoler, d'identifier et de caractériser les micro-organismes responsables de ces fermentations, puis de sélectionner parmi elles celles qui seraient les plus aptes à donner au produit fini, fabriqué dans des conditions contrôlées, les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du produit traditionnel.

Dans le cas du lben, on a réussi à obtenir un produit qui ne pouvait être distingué par dégustation du produit traditionnel du commerce en utilisant du lait écrémé pasteurisé inoculé avec un levain contenant des bactéries lactiques (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* et *Lc. lactis* subsp. *diacetylactis*) isolées de produits traditionnels. Le produit obtenu présentait, en plus des caractéristiques organoleptiques typiques, une qualité hygiénique irréprochable puisqu'il était fabriqué à base de lait écrémé pasteurisé (5).

Des études similaires ont été réalisées sur le jben (4,6).

Pour ce qui est du smen, Faïd et al. (7) ont pu obtenir en 5 jours un produit semblable au produit traditionnel en traitant le beurre pasteurisé avec une préparation de lipase d'origine microbienne, alors que le smen normal exige près de six mois de maturation.

### 2.2- Maîtrise de la qualité hygiénique des aliments par l'usage de souches productrices de bactériocines.

Certains micro-organismes sont responsables de troubles sanitaires plus ou moins sévères lorsqu'ils contaminent les aliments et s'y multiplient. *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus* sont parmi les plus dangereux. Ni les traitements thermiques des matières premières (pasteurisation du lait par exemple), ni les conditions physico-chimiques qui se créent dans le produit au cours de son évolution (pH, activité de l'eau) ne suffisent parfois à éliminer le danger.

Or, de nombreuses espèces de bactéries lactiques sont capables de produire des bactériocines, d'où l'intérêt d'utiliser des souches bactériocinogènes (Bac+) pour la préparation des produits alimentaires fermentés.

C'est ainsi qu'une souche de *Lc. lactis* Bac+ a permis de réduire par 2,7 log le nombre de *Listeria monocytogenes* dans le jben lorsque le taux de contamination était de  $10^7$  UFC/ml (Unités Formant Colonies par ml), et d'éliminer complètement le pathogène avec un taux de contamination de  $10^4$  UFC/ml, avec une amélioration de la durée de vie du produit de 5 jours (8).

La même amélioration de la durée de vie a été obtenue pour le yaourt fabriqué avec une souche Bac+ de *Streptococcus thermophilus* associée à une souche Bac- de *Lactobacillus bulgaricus*. Grâce à la bactériocine produite, le nombre de *Listeria monocytogenes*, inoculée à raison de  $10^3$  et  $10^6$  UFC/ml dans le lait de départ, a été abaissé au-dessous de la limite détectable 24 heures après la fabrication, alors que *S. aureus* ajouté dans les mêmes conditions survivait aussi bien avec les souches Bac+ qu'avec les Bac- après 10 jours de stockage à température ambiante (9).

De même, Benkerroum *et al.* (10) ont montré une réduction du nombre de *L. monocytogenes* (ajouté à raison de  $10^6$  UFC/g) dans la saucisse crue « merguez » aussi bien en présence d'une souche de *Lc. lactis* Bac+ qu'en présence d'une souche Bac-. Mais la réduction avec la souche Bac+ était plus forte (1,5 log cycle dans le produit préparé sans nitrites). Dans les produits fabriqués avec des nitrites (0,4%), la réduction du nombre de *L. monocytogenes* était toujours plus forte avec la souche Bac+, mais la différence était moins nette.

Un autre travail a été réalisé sur le saucisson sec (11). Deux souches Bac+ ont été cultivées à l'échelle pilote et lyophilisées : une de *Lc. lactis* subsp. *lactis* et l'autre de *Lactobacillus curvatus*. Chacune a été mélangée à part égale (1 : 1) avec un levain commercial Bac-. Alors que *L. monocytogenes* a été ajoutée à raison de  $10^2$  à  $10^3$  UFC/g, les produits préparés avec les souches Bac+ ne contenaient plus la bactérie pathogène en nombre détectable après 4 heures pour *Lb. curvatus* et après 15 heures pour *Lc. lactis*. A titre de comparaison, dans les produits témoins, le nombre d'UFC/g de la bactérie indésirable ne montrait ni croissance ni décroissance significatives.

### 2.3- Valorisation de sous-produits par fermentation

La fermentation constitue une des voies de valorisation des sous-produits et déchets, notamment ceux provenant de l'agro-industrie.

Une tentative réussie a été faite sur les sardines et leurs déchets mélangés avec de la mélasse de sucrerie (60 : 40 ; w : w). Une fermentation spontanée prenait place dans l'ensilage placé dans des jarres ouvertes à l'air : on atteignait un pH de 4,4 en deux semaines à 25°C et en une semaine à 35°C. Les meilleures conditions correspondaient à 25°C, avec un mélange de sardines et de mélasse de canne placé dans des jarres fermées avec agitation quotidienne du produit, le pH de 4,4 étant atteint en une semaine environ (12). Dans ce travail, les espèces responsables de la fermentation n'étaient pas identifiées.

Une fermentation mieux contrôlée a été réalisée par Cordova *et al.* (13) sur le grignon d'olive et la bagasse de canne pour produire des lipases en utilisant des souches thermotolérantes de *Rhizomucor pusillus* et *Rhizopus rhizopodiformis*.

Avec la bagasse de canne, la production maximale de lipase était de 4,99 U/g pour *Rh. pusillus* et de 2,67 U/g pour *Rh. rhizopodiformis*. Cependant, le mélange grignon d'olive/bagasse (50 :50) permettait d'avoir 79,64 U/g et 20,24 U/g, respectivement. Ces performances, de l'avis des auteurs, sont comparables à celles des micro-organismes hyperproducteurs de lipases.

## 2.4- Bioconversions

Une bioconversion est un processus biologique au cours duquel un substrat organique est converti en un métabolite par des réactions chimiques en un (des) site(s) ponctuel(s).

Les micro-organismes présentent sur les autres organismes vivants plusieurs avantages, dont notamment la possibilité de réaliser les réactions voulues de façon régio-stéréospécifique, ce qui permet de préparer un seul isomère.

En vue de valoriser des substances naturelles disponibles en abondance au Maroc, une équipe de chercheurs a essayé de réaliser la bioconversion de 2 monoterpènes issus de plantes aromatiques : la R(+) pulégone extraite de l'huile essentielle (HE) de *Mentha pulegium* (14) et l' $\alpha$ -thujone provenant de l'HE d'*Artemisia herba-alba* (15). Parmi plusieurs souches de champignons filamenteux, une d'*Aspergillus* sp. a été particulièrement active pour des hydroxylations régiosélectives sur ces 2 produits et sur la (-) menthone (16).

Cette métabolisation aisée des cétones monoterpéniques par *Aspergillus* sp. permet l'obtention en quantités préparatives de nouvelles molécules hydroxylées pouvant être utilisées dans divers domaines de la chimie fine, de la parfumerie ou de l'agro-alimentaire. Les auteurs ajoutent que la capacité particulière de ce micro-organisme à hydroxyler au pied d'un méthyle pour fournir un alcool tertiaire asymétrique pourrait être exploitée sur des cyclanones non terpéniques méthylsubstituées.

## Conclusion

On constate une incontestable divergence des préoccupations entre l'industrie agro-alimentaire, d'une part, et la recherche scientifique, d'autre part, en matière de biotechnologies.

La recherche souffre d'un manque de moyens ; la plupart des travaux nécessitant des équipements lourds sont réalisés en coopération avec des laboratoires européens (France, Belgique, etc.).

La législation en matière de produits alimentaires devrait être plus précise afin de défendre le consommateur et susciter davantage de coopération entre les chercheurs et les industriels (exemple du lben) ;

## Bibliographie

- 1- Tantaoui-Elaraki A., Berrada M., El Marrakchi A. & Berramou A., 1983. Etude sur le leben marocain. *Le Lait* 63, 230-245.
- 2- El Marrakchi A., Tantaoui-Elaraki A., El Mane A. & Tifrit L., 1988. La flore microbienne du smen marocain. I- Flore naturelle et flore d'intérêt hygiénique. *Le Lait* 68, 205-218.

- 3- El Marrakchi A., Tantaoui-Elaraki A., Hamama A. & Grini A., 1988. La flore microbienne du smen marocain. II- Flores lipolytique et caséolytique. *Le Lait* 68, 333-348.
- 4- Hamama A., 1997. Improvements of the manufacture of traditional fermented products in Morocco : case of jben (Moroccan traditional fresh cheese). In: Dirar, H.A. (Ed.), *Emerging Technology Series – Food Processing Technologies for Africa*. UNIDO, Vienna, pp. 85-102.
- 5- Tantaoui-Elaraki A., Berrada M., El Marrakchi A. & Berramou A., 1983. Préparation de lben marocain à l'aide de souches bactériennes sélectionnées. *Actes Inst. Agro. Vét. (Maroc)* 3, 49-58.
- 6- Mahi N., 1992. Fabrication du fromage frais à partir du lait pasteurisé à l'aide de levains lactiques sélectionnés. Thèse de Doctorat Vétérinaire, IAV Hassan II, Rabat, Maroc.
- 7- Faïd M. et al. ....
- 8- Benkerroum N., Oubel H., Zahar M., Dlia S. & Filali-Maltouf A., 2000. Isolation of a bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and application to control *Listeria monocytogenes* in jben. *J. Appl. Microbiol.* 89, 960-968.
- 9- Benkerroum N., Oubel H. & Ben Mimoun L., 2002. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in yoghurt fermented with a bacteriocin-producing thermophilic starter. *J. Food Prot.* 65, 799-805.
- 10- Benkerroum N., Daoudi A. & Kamal M., 2003. Behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw sausages (merguez) in presence of bacteriocin-producing lactococcal strain as a protective culture. *Meat Sci.* 63, 479-484.
- 11- Benkerroum N., Daoudi A., Hamraoui T., Ghalfi H., Thiry C., Duroy M., Evrart P., Roblain D. & Thonart P., 2005. Lyophilized preparations of bacteriocinogenic *Lactobacillus curvatus* and *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* as potential protective adjuncts to control *Listeria monocytogenes* in dry-fermented sausages. *J. Appl. Microbiol.* 98, 56-63.
- 12- Zahar M., Benkerroum N., Guerouali A., Laraki Y. & El Yakoubi K., 2002. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. *Bioresource Technol.* 82, 171-176.
- 13- Cordova J., Nemmaoui M., Ismaïli-Alaoui M., Morin A., Roussos S., Raimbault M. & Benjilali B., 1998. Lipase production by solid state fermentation of olive cake and sugar cane bagasse. *J. Molec. Catalysis B: Enzymatic* 5, 75-78.
- 14- Ismaïli-Alaoui M., Benjilali B., Buisson D. & Azerad R., 1992. Biotransformation of terpenic compounds by fungi. I- Metabolism of R-(+)-Pulegone. *Tetrahedron Letters* 33, 2349-2352.
- 15- Ismaïli-Alaoui M., Benjilali B. & Azerad R., 1994. Biotransformation of terpenic compounds by fungi. II- Metabolism of  $\alpha$ -(-)-Thujone. *Natural Prod. Let.* 4, 263-266.
- 16- Ismaïli-Alaoui M., Buisson D., Benjilali B. & Azerad R., 1992. Valorisation de quelques cétones monoterpéniques par bioconversion. *Actes Inst. Agro. Vét. (Maroc)* 12, 5-14.