

Isolement et caractérisation de bactéries lactiques productrices d'exopolysaccharides à partir de laits du Burkina Faso

Aly Savadogo¹, Cheik Amadou Tidiane Ouattara²,
Aboubakar Sidiki Ouattara³ et Alfred S. Traoré⁴

Résumé

Dix souches de bactéries lactiques capables de produire des exopolysaccharides (EPS) ont été isolées et caractérisées à partir des échantillons de lait prélevés à Dori (province du Séno, région où le lait est beaucoup consommé). Six souches ont la forme coque et les quatre autres sont des bâtonnets. La production d'EPS lorsque du lait entier est utilisé varie de 232 mg/l à 1144 mg/l selon les souches. Deux souches ont donné des productions importantes : il s'agit de la souche 1 (916 mg/l) et de la souche 7 (1144 mg/l) ; la caractérisation de ces deux souches a montré que la souche 1 est homofermentaire et la souche 7 hétérofermentaire. Les caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques ont révélé que la souche 1 appartient au genre *Lactococcus* et la souche 7 au genre *Leuconostoc*. Ces deux souches présentent de bonnes aptitudes pour leur utilisation en technologie alimentaire et en médecine.

Mots-clés : Lait, fermentation, bactéries lactiques, exopolysaccharides (EPS), Burkina Faso.

Isolation and characterisation of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria from Burkina Faso milks

Abstract

Ten strains of exopolysaccharides (EPS) producing lactic acid bacteria were isolated from milk samples taken in Dori (province of Séno). Six strains have cocci form and four have rod form. The EPS production rate on fresh milk varied from 232 mg/l to 1144 mg/l. Two strains gave significant production of EPS : strain 1 (916mg/l) and the strain 7 (1144mg/l). These strains have been characterised ; strain 1 is homofermentaire and strain 7 is heterofermentaire. Morphological, physiological and biochemical characteristics showed that strain 1 belongs to *Lactococcus* genus and the strain 7 to *Leuconostoc* genus. These two strains present good aptitudes for their use in food technology and medicine.

Keywords: Milk , fermentation , Lactic acid bacteria , Exopolysaccharides (EPS), Burkina Faso.

¹ Doctorant au CRSBAN (Centre de Recherche en Sciences Biologiques Alimentaires et Nutritionnelles) DBM / UFR-SVT / Université de Ouagadougou / Burkina Faso 03 B.P. 7131 Ouagadougou 03 ; e-mail : aly.savadogo@univ-ouaga.bf

² Maître-Assistant au Département de Biochimie-microbiologie UFR/SVT Université de Ouagadougou, Burkina Faso CRSBAN 03 BP 7131 Ouagadougou 03 Tél/Fax : (226) 33 73 73

³ Maître de Conférences au Département de Biochimie-microbiologie UFR/SVT Université de Ouagadougou, Burkina Faso, CRSBAN, 03 B.P. 7131 Ouagadougou 03, Tel/Fax : (226) 33 73 73

⁴ Professeur au Département de Biochimie-microbiologie UFR/SVT et Directeur du CRSBAN 03 B.P. 7131 Ouagadougou, Burkina Faso 03 Tél./Fax : (226) 33 73 73

Introduction

Le Burkina Faso est un pays d'élevage avec un potentiel animal estimé en 1998 à 4 611 900 bovins et 14 544 000 petits ruminants (ovins et caprins). La production nationale était estimée en cette même année à 37 392 tonnes de lait commercial (Réseau Documentaire d'Élevage au Burkina Faso, 1998). Ce lait est consommé sous forme de lait cru, de lait caillé, de yaourt, de fromage et de beurre.

Eu égard à l'importance de la production laitière, des initiatives de transformation par des procédés traditionnels ou par des petites et moyennes entreprises se développent de plus en plus. Il se pose alors le problème de maîtrise de la technologie de fabrication et d'assurance de la qualité des sous-produits.

Les bactéries lactiques jouent un rôle capital dans la transformation par fermentation du lait. Les exopolysaccharides (EPS) produits par certaines bactéries lactiques dans les sous-produits fermentés à partir de lait assurent des propriétés rhéologiques (texture, viscosité, formation de gel) (CERNING *et al.*, 1986 ; CERNING, 1990) et physico-chimiques (arôme, goût, saveur) (CERNING, 1990 ; DESMAZEAUD, 1996). Ainsi, dans les villes scandinaves les souches productrices d'EPS sont utilisées dans les laits fermentés tels que le « viili » et le « Lonfil ».

Les EPS ont des activités anti-tumeur (DOCO *et al.*, 1990) ; en outre, ils protègent les cellules contre la dessiccation, la phagocytose et participent à l'utilisation des ions métalliques (CERNING, 1990). Ils sont aussi utilisés dans le traitement de certaines maladies gastro-intestinales.

Les bactéries lactiques et les EPS présentent un grand intérêt pour l'alimentation humaine. A notre connaissance à nos jours, aucune étude n'a été réalisée sur la production d'EPS par des bactéries lactiques de lait du Burkina, et /ou sur la préparation de starters locaux. Pour ce faire, l'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la qualité des sous-produits dérivés de la fermentation lactique du lait, par l'isolement et à la caractérisation de souches de bactéries lactiques productrices d'exopolysaccharides. Ce travail rapporte l'isolement et la caractérisation des souches de bactéries lactiques productrices d'EPS à partir de lait et sur milieu synthétique (milieu de culture reconstitué).

L'isolement des bactéries lactiques à partir de laits locaux est une étape de la préparation de starters locaux adaptés et performants. L'exploitation de ces starters dans les petites et moyennes entreprises contribuera certainement à l'assurance de la qualité totale.

Matériel et méthodes

Trente deux échantillons de lait fermenté ont été collectés dans des flacons stériles de 100 ml dans la région de Dori (province du Séno). Ces échantillons ont été transportés et conservés au laboratoire à + 4 °C en attente d'analyse.

Isolement de bactéries lactiques productrices d'exopolysaccharides

Les expériences ont été réalisées en aérobiose de la façon suivante : dans chaque échantillon de lait conservé à + 4 °C, 1 ml a été prélevé et introduit dans 9 ml d'eau physiologique (NaCl 9 ‰). Une dilution en cascade a été réalisée jusqu'à la dilution 10⁻⁹. Ces dilutions ont été utilisées pour l'ensemencement des milieux de cultures sélectifs. Une numération a été réalisée pour chaque

milieu de culture sélectif pour avoir une idée de l'importance des genres bactériens présents dans les échantillons. Ensuite à partir des dilutions les plus élevées des colonies bien individualisées et visqueuses ont été prélevées et étalées sur les boîtes de Pétri. Ces colonies isolées ont été prélevées une seconde fois et un repiquage par stries a été réalisé sur des boîtes de Pétri pour la purification. La pureté des souches isolées a été confirmée ensuite par des études morphologiques physiologiques et biochimiques. C'est après tous ces tests que nous avons réalisé le test de production d'EPS.

Les milieux d'isolement et de culture

Les milieux sélectifs utilisés sont : le milieu de Chalmers (ROISSART et LUQUET, 1994) pour l'isolement des lactocoques, deux milieux de ROISSART et LUQUET (1994) pour les *Leuconostoc* et les streptocoques, le milieu MRS pour l'isolement des lactobacilles, le milieu de base (MB) pour l'étude de la fermentescibilité des sucres (COMBET-BLANC, 1995) et le milieu de KIMMEL *et al.* (1998) pour la production de polysaccharides.

La température de stérilisation de tous les milieux a été de 120 °C pendant vingt minutes, sauf pour le milieu de base (MB) qui a été stérilisé à 110 °C.

Caractérisation des souches

L'étude morphologique a été réalisée en prélevant quelques gouttes de chaque suspension bactérienne en phase de croissance exponentielle et en les étalant sur une lame, cette préparation a été colorée au bleu de méthylène et observée au microscope.

La croissance des souches bactériennes a été suivie en mesurant directement la turbidité de la suspension bactérienne par la lecture de la densité optique (DO) des tubes à 650 nm toutes les 30 minutes.

L'étude de l'effet de la température sur la croissance bactérienne a été réalisée aux températures de 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C et 45 °C. Les DO ont été mesurées à des intervalles de 30 minutes pendant 24 heures, puis les taux de croissance ont été calculés.

Le test de sporulation a été effectué selon la méthode du choc thermique.

La recherche de la catalase a été effectuée à l'aide d'eau oxygénée (3%).

Le test de l'oxydase a été effectué avec le réactif de Kovacs (dihydrochlorure de tétraméthyl-P-phénylènediamine).

L'étude de la fermentescibilité des sucres a été effectuée dans des tubes à vis contenant le milieu de base (MB). Les solutions de sucres stérilisées par filtration à l'aide des filtres millipores de diamètre 0,22 μm ont été ajoutées dans les tubes de manière à obtenir une concentration finale en sucre de 3 g/l (COMBET-BLANC, 1995).

Pour l'identification des souches, une clé dichotomique a été utilisée (CHAMPAGNE, 1998).

Test de production d'exopolysaccharides

Les cultures bactériennes de 24 heures sont centrifugées pendant 10 minutes à 5 000 g ; 1 ml d'éthanol a été rajouté à 1 ml de surnageant de milieu de culture ; la présence de polysaccharides se traduit par la formation d'un anneau opaque à l'interface (ROISSART et LUQUET, 1994).

Isolement des exopolysaccharides

Au stade de fermentation, les cultures bactériennes ont été chauffées dans un bain-marie à 100 °C pendant 15 minutes pour inactiver les éventuelles exopolysaccharidases (CERNING *et al.*, 1992 ; KIMMEL *et al.*, 1998). Les cellules bactériennes et les protéines ont été éliminées par centrifugation à 8 000 g pendant 20 minutes à une température de 4 °C. Les polysaccharides ont été précipités par addition de 3 volumes d'éthanol ; le précipité a été récupéré par centrifugation à 12 000 g pendant 20 minutes à 4 °C dans de l'eau distillée. Une dialyse de ce précipité a été effectuée dans un tube à dialyse de mailles comprises entre 6 000 et 8 000 Da pendant 48 heures contre de l'eau distillée (KIMMEL *et al.*, 1998).

Dosage des exopolysaccharides

Le dialysât obtenu après 48 heures a été divisé en trois parts égales. La première part a été utilisée pour doser les carbohydrates totaux qui représentent les EPS par la méthode au phénol sulfurique (DUBOIS *et al.*, 1956). Le taux de sucres réducteurs a été déterminé par la méthode au Dinitro-salicylate (DNS) avant hydrolyse (seconde part) et après hydrolyse à l'acide trifluoroacétique 2M (troisième part).

Résultats

Caractéristiques morphologiques et biochimiques des souches isolées

Le test de production d'EPS a permis de retenir 10 souches (tableau I) sur un ensemble de 50 souches isolées. Ces résultats montrent que les échantillons de lait sont riches en bactéries lactiques parmi lesquelles on peut trouver des bactéries productrices d'EPS.

Toutes les 10 souches retenues sont Gram positif, non sporulantes, immobiles, catalase négative, oxydase positive. Parmi ces 10 souches, 6 ont la forme de coque et 4 ont la forme de bâtonnet. Les 6 souches en forme de coque se subdivisent en 4 groupes selon leur mode de regroupement (tableau I) : le premier groupe est formé de coques isolées et en courtes chaînettes (souches 1 et 3) ; le second groupe est formé de coques en paires et en courtes chaînettes (souches 2 et 6) ; le troisième groupe est formé de coques isolées et en longues chaînettes (souche 4) ; le quatrième groupe est composé de coques en paires et en longues chaînettes (souche 7).

Quant aux 4 souches en forme de bâtonnet elles se subdivisent en 3 groupes selon leur mode de regroupement : le premier groupe est formé de bâtonnets en paires et en courtes chaînettes (souche 5) ; le second groupe est formé de bâtonnets isolés (souches 8 et 10) ; le troisième est formé de bâtonnets en paires (souche 9).

Les souches 1 et 3 sont isolées sur le milieu Chalmers, les souches 2 et 6 sont isolées sur le milieu sélectif pour les *Streptococcus*, les souches 4 et 7 sont isolées sur le milieu sélectif pour les *Leuconostoc*. Quant aux quatre autres souches (5, 8, 9, 10) elles ont été isolées sur le milieu MRS.

L'utilisation de milieux de culture sélectifs d'une clé d'identification dichotomique ainsi que l'étude de la fermentescibilité des sucres et le type de fermentation ont permis de déterminer les genres des souches isolées. Ainsi parmi les quatre coques isolées les souches 1 et 3 sont de genre *Lactococcus*, les souches 2 et 6 sont des *Streptococcus* et les souches 4 et 7 sont des *Leuconostoc*. Les bâtonnets (5, 8, 9 et 10) appartiennent au genre *Lactobacillus*.

Tableau I. Caractères morphologiques et physiologiques des souches productrices d'exopolysaccharides isolées à partir des échantillons de lait.

Caractères	Souches									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Morphologie	coques	coques	coques	coques	bâtonnet	coques	coques	bâtonnet	bâtonnet	bâtonnet
Mode de regroupement	Isolées C.C	Paires, C.C	Isolées, C.C	Isolés, L.C	Paires, C.C	Paires, C.C	Paires, L.C	Isolés	Paires	Isolés
Sporulation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coloration Gram	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Catalase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxydase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ : test positif ; - : test négatif ; C.C : Courtes chaînettes ; L.C : Longues chaînettes.

Production d'EPS

Les 10 souches de bactéries lactiques isolées ont donné des résultats positifs pour la production d'EPS. Ces résultats montrent que la production d'EPS varie d'une souche à l'autre (tableau II). Les productions obtenues dans les cultures sur le lait varient de 232 mg / l à 1 144 mg/l. Deux souches offrent les plus fortes productions : il s'agit des souches 1 (*Lactococcus*) (916 mg/ml) et 7 (*Leuconostoc*) (1 144 mg/ml) ; les souches 2 ; 5 ; 6 ; 8 ; 9 et 10 ont une production moyenne de 758 ; 440 ; 474 ; 724 ; 586 et 678 mg/ml respectivement ; les taux de production d'EPS obtenus avec les souches 3 et 4 sont relativement faibles (234 mg/l pour la souche 3 et 232 mg/l pour la souche 4).

Par ailleurs, en culture sur les milieux synthétiques la souche 8 est la plus performante avec une production d'EPS de 1065 mg/l. A l'exception de cette souche, on constate aussi que pour toutes les autres souches les taux de production d'EPS en culture sur le lait sont nettement supérieurs à ceux obtenus en culture sur le milieu synthétique .

Tableau II. Taux de production des exopolysaccharides en mg/l de 10 souches sur du lait et sur un milieu synthétique après 24 heures d'incubation à 37 °C.

Support	Souches									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lait	916	758	234	232	440	474	1 144	724	586	678
Milieu synthétique	745	510	190	172	220	210	540	1 065	316	360

Concentration en sucres réducteurs des EPS

Les résultats (tableau III) montrent que le taux de sucres réducteurs de tous les échantillons analysés augmente après hydrolyse. En effet, les augmentations en pourcentage (%) des concentrations des sucres réducteurs d'exopolysaccharides après hydrolyse pour les souches 1, 2, 7, 8 sont respectivement de 168,44 ; 4,13 ; 30,28 ; 4,28 mg/ml.

Tableau III. Concentration des sucres réducteurs en mg/ml d'exopolysaccharides produits par les souches 1, 2 7 et 8 avant et après hydrolyse à l'acide trifluoroacétique 2M.

Concentration mesurée	Souche			
	1	2	7	8
avant hydrolyse	9,693	8,495	13,386	10,740
après hydrolyse	26,020	8,846	17,440	11,200

Fermentescibilité et type de fermentation

Les résultats de la fermentescibilité des sucres diffèrent selon les souches (tableau IV).

La souche 1 fait fermenter tous les sucres testés, exceptés le mélibiose et l'amidon. Quant à la souche 7 elle fait fermenter tous les neuf sucres testés (glucose, galactose, saccharose, lactose, maltose, rhamnose, mélibiose, raffinose, amidon).

Les résultats montrent également que seule la souche 7 (*Leuconostoc*) produit du gaz au cours de son métabolisme.

Tableau IV. Paramètres de croissance et de fermentation des sucres et production de gaz par les souches 1 et 7.

Paramètre	Souche 1	Souche 7
Croissance		
Temps de latence (h)	1	4
μ_{max} (h ⁻¹)	0,80	0,58
Température optimale de croissance (°C)	32-33	20,22
Fermentation des sucres, production de gaz		
D(+) Galactose	+ (gaz-)	+ (gaz+)
D(+) Glucose	+ (gaz-)	+ (gaz+)
D(+) Melibiose	- (gaz-)	+ (gaz+)
D(+) Lactose	+ (gaz-)	+ (gaz+)
Amidon	- (gaz-)	+ (gaz+)
L(+) Rhamnose	+ (gaz-)	+ (gaz+)
D(+) Raffinose	+ (gaz-)	+ (gaz+)
D(+) Saccharose	+ (gaz±)	+ (gaz+)
Maltose	+ (gaz-)	+ (gaz+)

+ : Fermentation ; - : Pas de fermentation ; gaz+ : Production de gaz faible ; gaz- : Pas de production de gaz.

Cinétique de la croissance

Les deux souches 1 et 7, au regard de leur taux de production d'EPS sur le lait (les souches 1 et 7) ont été retenues pour l'étude physiologique.

Le temps de latence de la souche 1 est de 1 heure et celui de la souche 7 de 4 heures (tableau IV) la phase de latence de la souche 1 est plus réduite que celle de la souche 7. La souche 1 (avec un temps de génération égal à 1 heure) atteint la phase stationnaire de croissance au bout de 7 heures et la souche 7 (avec un temps de génération égal à 1,5 heure) atteint la phase stationnaire de croissance au bout de 10 heures de croissance. Les résultats de la croissance de la souche 1 en fonction de la température (figure 1) montrent que sa température optimale de croissance est comprise entre 32 - 33 °C et un μ_{max} de 0,80 h⁻¹ (tableau IV). Elle ne croît pratiquement pas à 45 °C.

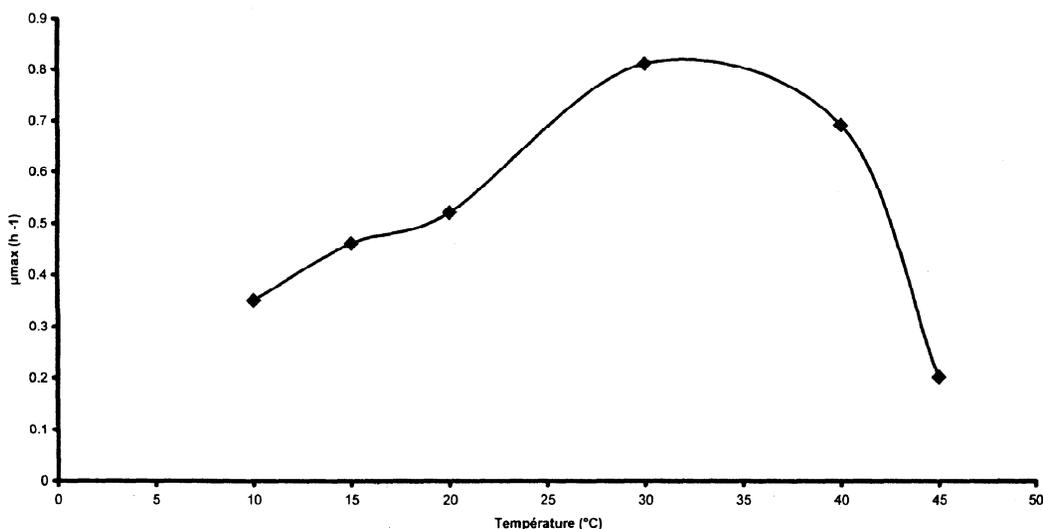


Figure 1. Croissance de la souche 1 en fonction de la température.

La croissance de la souche 7 (figure 2) en fonction de la température montre que sa température optimale de croissance est comprise entre 20 et 22 °C et un μ_{max} de 0,58 h⁻¹ (tableau IV). Une croissance a été observée à 45 °C.

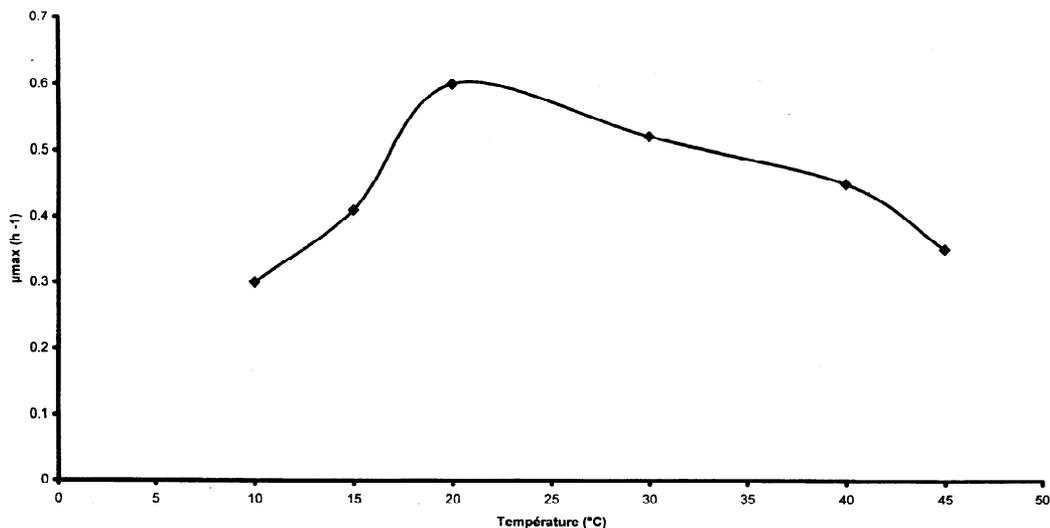


Figure 2. Croissance de la souche 7 en fonction de la température.

Discussion

Les résultats des caractéristiques morphologiques et biochimiques des souches (Gram, incapacité à former des spores, mobilité, catalase, oxydase) montrent qu'elles appartiennent au groupe des bactéries lactiques (KANDLER et WEISS, 1986 ; SCHLEIFER, 1986 ; FERESU et MUZONDO, 1990). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par ISONO *et al.* (1994) qui ont travaillé sur la caractérisation et l'identification de bactéries lactiques isolées de laits fermentés du Nord de la Tanzanie et qui ont montré que les laits fermentés traditionnellement sont riches en plusieurs genres de bactéries lactiques productrices d'EPS. Les travaux de SMITINONT *et al.* (1999) réalisés sur des souches productrices d'exopolysaccharides de produits fermentés de thaï ont montré des caractéristiques morphologiques et biochimiques similaires à celles de notre étude.

Les bactéries lactiques produisent du peroxyde d'hydrogène au cours de leur métabolisme ; le test de catalase étant négatif pour nos souches, elles devraient être tuées par le peroxyde d'hydrogène qui se formerait, car ne possédant pas de catalase, enzyme qui catalyse la dégradation du peroxyde d'hydrogène en oxygène et eau. Toutefois, la plupart des bactéries possèdent leurs propres moyens de défense contre la toxicité de l'oxygène soit en produisant une peroxydase flavinique, soit en intervenant par une pseudo-catalase non hémique, soit en accumulant des ions Mn^{2+} . Les bactéries lactiques sont anaérobies facultatives, micro-aérophiles capables de fermentation en anaérobiose comme en aérobiose.

Tous les genres que nous avons identifiés dans nos échantillons font partie de la flore habituelle des laits et de leurs sous-produits fermentés (CERNING *et al.*, 1991 ; DESMAZEAUD, 1996). Ils jouent un rôle capital dans la transformation par fermentation du lait en assurant la texture, la

flaveur, la salubrité et la conservation par la production d'EPS, d'acide lactique et quelquefois de bactériocines (DESMAZEAUD, 1996).

Les valeurs de taux de production d'EPS obtenues au cours de cette étude sont du même ordre que celles obtenues par CERNING *et al.* (1988 ; 1992) et par DOCO *et al.* (1990). En effet, les travaux que ces auteurs ont réalisés avec *S. thermophilus* ont indiqué des taux de production d'EPS variant de 50 à 350 mg/l de lait. Ceux réalisés avec *L. lactis* subsp *Cremoris* ont donné des taux de production d'EPS plus élevés, variant de 80 à 800 mg/l de lait. Deux de nos souches (souches 1 et 7) ont des taux de production plus importants que les souches de la littérature, ce qui nous permet de dire qu'elles sont performantes. De plus, plusieurs auteurs ont déjà montré que la composition du milieu de culture a une influence sur la quantité et la composition en monosaccharides des EPS produits (BEJAR *et al.*, 1998 ; CERNING, 1990 ; CERNING *et al.*, 1992 ; CERNING, 1995 ; DE VUYST et DEGEEST, 1999). En effet, le lait est un milieu naturel riche qui couvre en excès les besoins en sources de carbone, sources d'énergie et de facteurs de croissance des bactéries lactiques (milieu enrichi) ; tandis que les milieux synthétiques ont une composition définie quantitativement et qualitativement pour couvrir les besoins de croissance (milieu minimum) ; ce qui justifie cette différence de rendement sur les deux milieux. On sait que la production d'EPS requiert une source riche en carbone, en facteurs de croissance et en oligo-éléments qui sont plus disponibles dans le lait que dans le milieu synthétique (VAN NIEL et HAHN-HAGERDAL, 1999).

L'augmentation du taux (tableau III) de sucres réducteurs après hydrolyse acide de tous les échantillons analysés peut s'expliquer par le fait que l'acide trifluoroacétique rompt les liaisons entre les oses. En effet les oses qui composent les EPS produits par les bactéries comportent des liaisons α (1-2), α (1-3), α (1-6), β (1-2), β (1-3) (BEJAR *et al.*, 1998 ; DE VUYST et DEGEEST, 1999) ; l'hydrolyse acide rompt ces liaisons, ce qui justifie l'augmentation du taux de sucres réducteurs après l'opération.

La production de gaz par la souche 7 (*Leuconostoc*) et la fermentation de différents sucres conduisant à la production d'acide signifient que cette souche est hétérofermentaire ; quant à la souche 1 (*Lactococcus*) aucune production de gaz n'a été observée en plus de la fermentation des sucres, elle est homofermentaire. En effet, de nos jours parmi les streptocoques lactiques, seules les espèces du genre *Leuconostoc* sont reconnues pour leur aptitude à effectuer une fermentation hétérolactique. Les autres genres (*Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, etc.) sont en général homofermentaires.

La souche 1 a une température optimale de croissance comprise entre 32 et 33 °C, cet intervalle de températures cardinales la classe parmi les mésophiles (ISONO *et al.*, 1994 ; HOFVENDAHL *et al.*, 1999). Quant à la souche 7 sa température optimale de croissance est comprise entre 20 et 22 °C. Nous pouvons la classer dans le groupe des mésophiles (HOFVENDAHL *et al.*, 1999 ; ROISSART et LUQUET, 1994).

La synthèse maximale des EPS est souvent observée à des températures inférieures aux températures optimales de croissance (WOOD et HOLZAPFEL, 1995). Ainsi, la production d'EPS augmente chez *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* incubées à des températures comprises entre 32 et 37 °C au lieu de 42 °C.

Conclusion

Il ressort de cette étude que les échantillons de lait de Dori contiennent des bactéries lactiques productrices d'EPS. La production a été possible sur du lait et aussi sur un milieu synthétique utilisé à cet effet. Les bactéries lactiques isolées produisent plus d'EPS sur le lait qui est leur milieu naturel de croissance que sur le milieu synthétique que nous avons utilisé.

Deux souches se sont révélées performantes : la souche 1 a montré une croissance optimale à 32 - 33 °C ; quant à la souche 7 sa croissance optimale est observée entre 20 et 22 °C.

Si nous considérons les cinétiques de croissance, la souche 1 croit beaucoup plus vite que la souche 7. L'ensemble des tests morphologiques, physiologiques et biochimiques ont permis d'identifier la souche 1 comme appartenant au genre *Lactococcus* et la souche 7 au genre *Leuconostoc*. Il est assez intéressant de connaître les monomères et les types de liaisons qui forment ces EPS produits, d'identifier les plasmides responsables de leur synthèse, ce qui pourrait, après des études complémentaires de pathogénicité de ces souches, contribuer à l'amélioration de l'alimentation. Ces deux souches pourraient à ce moment être utilisées en technologie laitière (fromage, yaourt) et en médecine (probiotique). □

Références citées

- BEJAR V., LLAMAS I., CALVO C. and QUESADA E., 1998. Characterization of exopolysaccharides produced by halophilic strains of the species *Halomonas eurihalina*. *Journal of Biotechnology*, (61) : 135-141.
- CERNING J., 1990. Exocellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, (87) : 113-130.
- CERNING J., 1995. Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy *Propionibacteria*. *Abs. fre*, (75) : 463-472.
- CERNING J., BOUILLANNE CH., DESMAZEAUD M. J., and LANDON M., 1986. Isolation and characterization of exocellular polysaccharide produced by *Lactobacillus bulgaricus*. *Biotechnology letter*, (8) : 625-628.
- CERNING J., BOUILLANNE CH., LANDON M., and DESMAZEAUD M. J., 1988. Exocellular polysaccharide production by *Streptococcus thermophilus*. *Biotechnology Letter*, 10 : 255-260.
- CERNING J., BOUILLANNE CH., LANDON M., and DESMAZEAUD M. J., 1990. Comparison of exocellular polysaccharide production by thermophilic lactic acid bacteria. *Sciences des Aliments*, (10) : 443-445.
- CERNING J., RENARD C. M. G. C., THIBAUT J.F., BOUILLANNE C., LONDON M., PIARD JC. and DESMAZEAUD M., 1991. Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. oxygen metabolites and catabolism end-products. *Lait*. (71) : 525-541.
- CERNING J., BOUILLANNE CH., LANDON M., and DESMAZEAUD M. J., 1992. Isolation and characterization of exopolysaccharides from slime-forming mesophilic lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci*, (75) : 692-699.
- CHAMPAGNE P. C., 1998. Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière. ISBN : 2-89130-171-4 (EDISEM), Canada, 210 p.
- COMBET-BLANC Y., 1995. Caractérisation et étude physiologique d'une nouvelle bactérie lactique thermophile, *Bacillus thermoamylovorans* isolée du vin de palme. Thèse, Université de Provence, Aix-Marseille I. 104 p.
- DESMAZEAUD M., 1996. Les bactéries lactiques dans l'alimentation humaine : utilisation et innocuité. *Cahiers Agricultures*, (5) : 331-343.
- DE VUYST L., and DEGEEST B., 1999. Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, (23) : 153-177.

- DOCO T., WIERUSZESKI J.M., FOURNET B., CARCANO D., RAMOS P. and LOONES A., 1990.** Structure of an extracellular polysaccharide produced by *Streptococcus thermophilus*. *Carbohydrate Res.*, (198): 313-322.
- DUBOIS M. A., GILLES K. A., HAMILTON J. K., REBERS P. A., and SMITH F., 1956.** Colorimetric method for determination of determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, (28) : 350-356.
- FERESU B. S. and MUZONDO I. M., 1990.** Identification of some lactic acid bacteria from two Zimbabwean fermented milk products. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, (6) : 178-186.
- HOFVENDAHL K., VAN NIEL J. W. E., and HAHN-HAGERDAL, 1999.** Effect of temperature and pH on growth and product formation of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ATCC 19435 growing on maltose. *Applied Microbiology and Biotechnology*. , (51) : 669-672.
- ISONO Y., SHINGU I., and SHIMIZU S., 1994.** Identification and characteristics of lactic acid bacteria isolated from masai fermented milk in northern Tanzania. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, (58) : 660-664.
- KANDLER O., and WEISS N., 1986.** Regular, nonsporing gram-positive rods. *Bergey's manual of Systematic Bacteriology*. Williams and Wilkins, (2) : 1208-1234.
- KIMMEL S. A., ROBERTS R.F. and ZIEGLER G.R., 1998.** Optimization of exopolysaccharide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* RR grown in a Semi-defined medium. *Applied and Environmental Microbiology*, (64) : 659-664.
- RESEAU DOCUMENTAIRE D'ELEVAGE AU BURKINA FASO, 1997.** Revue de Presse sur l'élevage au Burkina Faso . Juillet 1997-décembre 1998. Syfia Bulletin de Presse.
- ROISSART H., et LUQUET F. M., 1994.** Bactéries lactiques : aspects fondamentaux et technologiques. ISBN : 2-9507477-0-1. Lorica, (1) : 605 p.
- SCHLEIFER H. K., 1986.** Gram-Positive cocci. *Bergey's manual of systematic bacteriology*, (2) : 999-1080.
- SMITINONT T., TANSAKUL C., TANASUPAWAT S., KEERATIPIBUL S., NAVARINI L., BOSCO M., and CESCUTTI P., 1999.** Exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria strains from traditional thai fermented foods : Isolation, identification and exopolysaccharides characterization. *International Journal of Food Microbiology*, (51) : 105-111.
- VAN NIEL J. W. E., and HAHN-HAGERDAL, 1999.** Nutrient requirements of *Lactococci* in defined growth media. *Applied Microbiology and Biotechnology*., (52) : 617-627.
- WOOD B. J. B., HOLZAPFEL W. H., 1995.** The genera of lactic acid bacteria. Blackil Academic and Professional, (2) : 398 p.