



# Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés

## 1<sup>ère</sup> partie : classification et spécificité

LÉILA MEKHTICHE, CTSCCV

### RÉSUMÉ

Les domaines de connaissances sur les bactéries lactiques se sont considérablement développés en partie grâce au progrès des techniques analytiques en génétique et en physiologie. La compréhension des mécanismes d'action de ces micro-organismes permet d'améliorer leur sélection et d'optimiser leur maîtrise technologique, et contribue ainsi à la progression de la qualité des produits fermentés.

Le présent article est consacré à la description des bactéries lactiques en fonction de leur diversité et de leur spécificité. Dans une seconde partie, sera développée l'importance des caractéristiques de la matière première et de la technologie utilisée sur l'activité physiologique des bactéries lactiques.

### INTRODUCTION

Le développement de l'industrie agroalimentaire et, en particulier, l'utilisation de matières premières nouvelles ainsi que le besoin de créer de nouveaux produits expliquent l'intérêt accru porté au groupe de bactéries lactiques diverses (Novel, 1993). Après un bref tour d'horizon de la diversité des bactéries lactiques, seront décrites les propriétés spécifiques de celles qui ont une incidence favorable sur la qualité des produits carnés, à savoir sur le plan organoleptique (métabolisme glucidique et composés aromatiques, métabolisme des lipides, métabolisme des protéines/protéide/arginine) et sur le plan sanitaire (acidification, production de peroxyde d'hydrogène, production de bactériocines).

### DIVERSITÉ DES BACTÉRIES LACTIQUES PRÉSENTES DANS LES PRODUITS CARNÉS

Deux sortes de bactéries lactiques sont à distinguer : les souches naturellement présentes dans les produits carnés et les souches apportées par les ferments.

### LES SOUCHES NATURELLEMENT PRÉSENTES DANS LES PRODUITS CARNÉS

Les bactéries lactiques peuvent être naturellement isolées d'une diversité de milieux carnés (viandes fraîches ou fermentées telles que les saucissons). Les souches naturellement présentes dans les viandes et les produits carnés sont principalement (Montel et *al.*, 1991 et Hugas, 1998) :

# Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés

## 1<sup>ère</sup> partie : classification et spécificité

- *Lactobacillus casei subsp. casei*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*,
- *Carnobacterium piscicola*, *Carnobacterium divergens*,
- *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides*, *Leuconostoc gelidum* et *Leuconostoc carnosum*,
- *Pediococcus pentosaceus*.

Ces espèces sont caractérisées par un large spectre de fermentation.

### LES SOUCHES APPORTÉES PAR LES FERMENTS

Les micro-organismes naturellement présents dans les viandes triées ont suffi pendant longtemps à assurer les fermentations et les maturations. Quelquefois, des accidents de fabrication arrivaient malgré tout et rendaient les produits impropres à la consommation. Pour optimiser la maîtrise de leurs produits, les fabricants ont été amenés à utiliser des ensemencements de micro-organismes choisis et sélectionnés pour certaines actions spécifiques et bénéfiques pour l'évolution des produits (Dabin et al., 1994). Les bactéries lactiques produites comme ferments commerciaux dans les produits à base de viandes sont des cultures pures appartenant aux genres *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ou en mélange avec des microcoques (*Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*...). Les bactéries constituant ces ferments sont des espèces définies et leur activité globale caractérise les propriétés du ferment : l'acidification, la protéolyse, la formation d'arômes, l'obtention d'une texture,... (Novel, 1993). Les performances effectives des souches starter dans les conditions réelles du produit relèvent encore beaucoup de l'empirisme. Ces propriétés sont

Ces éléments seront plus spécifiquement développés dans la deuxième partie. (de cette étude)

évaluées encore très généralement sur des milieux modèles et non sur des milieux alimentaires.

### SPÉCIFICITÉ MÉTABOLIQUE DES BACTÉRIES LACTIQUES

Pour expliquer l'adaptation des bactéries lactiques dans le milieu de la viande et des produits carnés, différents travaux ont étudié leur croissance dans des environnements qui sont souvent effectués en milieu modèle. Les principales propriétés fondamentales physiologiques des bactéries lactiques ayant une incidence sur la qualité des produits à base de viande reposent sur les différents métabolismes protéique, lipidique et glucidique. Cette incidence a trait aux qualités organoleptiques et aux aspects sanitaires des produits.

#### A INCIDENCES SUR LA QUALITÉ ORGANOLEPTIQUE

Les bactéries lactiques participent à l'élaboration de la texture, de la couleur et de la flaveur (goût, odeur et arôme) des produits carnés à l'aide de différents métabolismes.

#### Le métabolisme lipidique

Dans les produits carnés fermentés, l'ensemble des micro-organismes, dont les bactéries lactiques, ont une action à la fois sur le tissu musculaire et sur le tissu adipeux. La protéolyse et la lipolyse des tissus sont prépondérantes. Toutefois, durant la maturation des saucissons, ces activités sont faibles aux valeurs de pH de ces produits (Montel et al., 1998).

La lipolyse est importante dès l'étuvage ; elle se produit pendant la maturation et se traduit par une augmentation constante des diglycérides, des mono-glycérides et des acides gras libres. Les enzymes tissulaires interviennent également dans ces dégradations.

Les lactobacilles auraient un rôle mineur dans l'activité lipolytique contrairement aux microcoques qui ont des activités lipolytiques importantes.

Des travaux menés par l'équipe de Moléna en 1991 ont mis en évidence un très net effet lipolytique des staphylocoques "utiles" et des bactéries lactiques sur des milieux modèles. Dans la même année, les mêmes auteurs ont montré qu'avec le pH des viandes et la composition du tissu adipeux en acides gras à longues chaînes, l'activité lipolytique des bactéries lactiques semblait négligeable

dans les produits carnés. De même, la dégradation des lipides par les lactobacilles est faible dans les produits carnés fermentés (Desmazeaud, 1996).

### Le métabolisme protéique

En plus de l'activité lipolytique, on recherche aussi une certaine protéolyse, les peptides et les acides aminés étant des précurseurs d'arômes dans ces produits (Desmazeaud, 1996). La dégradation des protéines en oligopeptides serait essentiellement due aux enzymes tissulaires, les enzymes microbiennes n'interviendraient que très faiblement. Toutefois, le potentiel enzymatique des bactéries constitue un avantage notable pour le développement rapide des caractéristiques de la flaveur et peut occasionner une plus grande diversification (Montel et al., 1998). Durant la maturation des produits carnés fermentés, les teneurs en composés azotés solubles (peptides, acides aminés) augmentent progressivement sous l'action d'enzymes endogènes combinées ou non à celle d'enzymes exogènes. Ces dernières peuvent être apportées par les micro-organismes contaminant naturellement les produits ou par les ferments microbiens (bactéries lactiques, *Staphylococcus* non pathogène) volontairement inoculés lors de la préparation des mûlées de départ.

Dans différents genres de bactéries lactiques (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*), c'est

une protéase liée aux enveloppes cellulaires qui, grâce aux ions Calcium, réalise la première étape du processus de dégradation des protéines (Beliard et al., 1991).

Des travaux récents effectués à l'INRA de Theix (2001) ont montré que pour *Carnobacterium piscicola*, à pH = 2,4 et 7,2, les principaux métabolismes détectés sont ceux du : 1-méthyle butanal, 1-méthyl butanol et de l'acide alpha-ketoisocaproïque tandis qu'à pH = 6,2, le catabolisme de la leucine est maximum et est caractérisé par une forte production d'acide 1-méthyl butanol. De plus, le catabolisme de la leucine était plus important pendant la phase de croissance (Larrouture-Thiveyrat et al., 2001).

D'un point de vue technologique et dans le cas du saucisson, l'activité protéolytique des bactéries lactiques est faible malgré l'aspect qualitatif dominant de celle-ci dans le produit. Néanmoins, l'activité des bactéries lactiques interviendrait indirectement dans la protéolyse par un abaissement du pH qui entraîne une diminution de la solubilité des protéines et augmente l'activité des protéinases acides. De même, les microcoques sont faiblement protéolytiques même si certaines souches sont capables d'hydrolyser la gélatine ou les protéines sarcoplasmiques (Desmazeaud, 1996).

### Le métabolisme de l'arginine

Tous les tissus utilisent de l'arginine pour la synthèse de leurs protéines et cet acide aminé est présent dans la plupart des protéines tant animales que végétales. Par exemple, l'arginine représente 6,9 g / 16 g d'azote dans le muscle de porc et 6,8 g / 16 g d'azote pour le muscle de veau (Guilhermet, 1996). C'est le deuxième substrat énergétique après le glucose qualifié d'"éventuellement" indispensable. Il est cependant peu abondant dans la viande en l'état. Sa disponibilité pour les bactéries nécessite une hydrolyse préalable des protéines, une importation des peptides résultants, puis une hydrolyse intracellulaire de ces mêmes peptides.

Pour *Lactobacillus sakei*, *Carnobacterium piscicola* et *Carnobacterium divergens* le métabolisme de l'arginine semble conditionné par la concentration



# Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés

## 1<sup>ère</sup> partie : classification et spécificité

en glucose. Il s'établit lorsque la concentration est inférieure à 0,02%. Au contraire, l'activité de *Pediococcus pentosaceus* n'est pas soumise à ce type de régulation. *Lactobacillus plantarum* et *Lactobacillus curvatus* sont, quant à eux, incapables de dégrader l'arginine (Montel et al., 1991).

L'arginine est indispensable à *Lactobacillus sakei*. Il est capable de la dégrader en produisant de l'ammoniac et de l'ATP. Une arginine aminopeptidase de cette espèce vient d'être caractérisée et contribue à l'arôme de produits carnés fermentés. L'activité de cette arginine aminopeptidase est optimale à pH = 2,0 et à + 17°C. Cette enzyme est inhibée par quelques cations divalents (Cu<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>) mais est activée par des agents réducteurs, des agents chélateurs et par du chlorure de sodium (Hamazaki et al., 2003).

### Le métabolisme glucidique et la production

#### des composés aromatiques (esters)

Les bactéries lactiques transforment les glucides essentiellement en acides qui peuvent être métabolisés en d'autres composés (cétones, alcools,...).

Toutes les souches de *Staphylococcus* synthétisent les esters d'éthyle. Ces derniers sont présents dans les produits fermentés et leur caractéristique aromatique contribue à la note fruitée des produits (Montel et al., 1998). Ils ont été détectés dans le jambon cru maturé pendant une longue période avec une teneur faible en flore bactérienne. Leur origine dans ce cas pourrait être chimique (Stahne, 1999). Le germe *Staphylococcus warneri* était le producteur le plus élevé par opposition au *Staphylococcus carnosus* dans le cas de milieu modèle mais ce résultat ne correspond pas à ceux obtenus sur produits (Stahne, 1999).

En 2002, l'INRA de Theix a mis en évidence une enzyme de la glycolyse, la phosphofructokinase, concernant la souche *Lactobacillus sakei* grâce à une approche protéomique. Cette enzyme est synthétisée à faible teneur à 4°C et en présence de NaCl.

### **B INCIDENCES SANITAIRES**

Le métabolisme des bactéries lactiques conduit à la formation de métabolites ayant un effet assainissant sur les produits.

#### L'acidification

Le métabolisme des sucres conduit, notamment, à la production de l'acide lactique résultant en un abaissement du pH du milieu. Cet effet est recherché dans la fabrication des produits alimentaires. Ce processus est également propice aux bactéries elles-mêmes et leur fournit de l'énergie (Desmazeaud, 1996). L'acidification qui résulte de la fermentation des glucides de la viande est peu importante du fait de la faible teneur en glucides de celle-ci (0,8 à 1,2 g/kg de viande). C'est pourquoi, l'acidification est très dépendante de l'ajout de sucres lors de la fabrication des produits carnés fermentés.

Les bactéries homofermentaires convertissent le glucose en excès, en acide lactique à plus de 90%, alors que les bactéries lactiques hétérofermentaires peuvent produire des quantités notables d'acides organiques (acide acétique notamment) autre que l'acide lactique.

L'action acidifiante est variable en cinétique et en intensité d'une souche à l'autre mais dépend aussi des conditions de milieu : nature et dose des sucres apportés, température d'étuvage, a<sub>w</sub> initiale, présence de composés activateurs ou inhibiteurs... (Montel et al., 1998 et Durand, 1999).

#### La formation de peroxyde d'hydrogène

L'action inhibitrice liée à la production de peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> par les bactéries lactiques a été établie par Wheeler en 1922. Les lactobacilles produisent des peroxydes et de l'eau oxygénée H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> qui s'accumulent dans le milieu malgré la présence de catalases tissulaires et microbiennes. Ces composés ont une action antimicrobienne notamment contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas*.

Parmi les bactéries lactiques isolées de la viande, un très grand nombre est susceptible de libérer du peroxyde d'hydrogène en aérobiose dans des milieux de culture glucosés. Ces composés

résultent essentiellement du métabolisme aérobie des glucides (Aliment Recherche, 1999).

L'accumulation de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> due au déséquilibre entre les moyens de synthèse et de dégradation dans les matières premières serait susceptible de provoquer des défauts de coloration et éventuellement un rancissement. Il n'est donc pas souhaitable de la favoriser. Notons que dans la viande où la teneur en glucides est réduite et l'aérobiose rarement utilisée pour le stockage, les conditions sont défavorables à la production de quantités importantes de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Aliment Recherche, 1999).

### **La production de bactériocines**

Ces dix dernières années, de nombreuses études ont été menées sur les bactériocines de bactéries lactiques en raison de leurs applications potentielles en industries alimentaires. Les bactériocines sont des protéines ou complexes protéiques ayant des effets bactériostatique et/ou bactéricide dirigés contre les espèces généralement apparentées aux bactéries productrices.

De nombreuses espèces de bactéries lactiques appartenant aux quatre genres *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* et *Leuconostoc* sont capables de produire des bactériocines, mais la plupart des molécules produites ont un spectre d'action limité à des souches voisines appartenant aux bactéries lactiques (Aliment Recherche, 1999 et Desmazeaud, 1996). Par contre, d'autres espèces produisent des inhibiteurs ayant un spectre d'action potentiellement intéressant incluant des germes pathogènes contaminants des produits carnés (Aliment Recherche, 1999).

Les effets des bactériocines sur la sécurité des aliments à base de viande sont limités à cause de la résistance des bactéries à Gram négatif, comme *Escherichia coli*, de leur inactivation dans la viande et de la possibilité de développer une résistance des micro-organismes cibles (Evans, 1999). C'est le cas de l'étude de Gänzle et al. (1999) qui a montré qu'une souche d'*Escherichia coli* était activée par l'addition de bactériocine. La grande majorité des études s'attache à mettre en évidence l'activité inhibitrice des bactériocines contre les

contaminants des viandes uniquement dans des milieux de culture sans passer par la réalisation d'essais d'application dans les produits carnés.

Malgré tout, les potentialités inhibitrices de bactériocines sont importantes et les progrès dans la connaissance des mécanismes d'inhibition devraient permettre d'accroître leur utilisation en tant qu'agent de conservation. C'est pourquoi l'étude de Callewaert et al. (2000) a montré que, pour de la viande frite au pH initial (5,7 – 6,2), la production de bactériocine par *Enterococcus faecium* RZSC2 est limitée aux premières heures de l'étape de développement et s'arrête quand la concentration devient plus dense. Il peut donc avoir un rôle possible en co-culture pour inhiber rapidement les bactéries indésirables au départ de la fermentation.

### **LA NISINE**

La nisine produite par *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* est reconnue comme conservateur et comme étant sans danger pour l'utilisation dans les aliments par le JEFCA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive) et les textes législatifs nationaux et communautaires des additifs dans les aliments. Son emploi est autorisé dans approximativement vingt pays. Son code est l'E234. Son large spectre d'action la rapproche des antibiotiques, alors que ses autres caractéristiques répondent à la définition des bactériocines (Aliment Recherche, 1999). Elle exerce une activité inhibitrice contre de nombreuses bactéries Gram positif mais elle est inactive contre les levures, les moisissures et les Gram négatif (sauf quelques souches de *Neisseria*).

Bien qu'un effet sporicide ait été démontré pour un nombre limité d'espèces majoritairement observé, l'effet serait plutôt sporostatique. Un tel effet est important pour la conservation des aliments traités thermiquement et cela signifie qu'une teneur suffisante en nisine doit être maintenue tout au long de la durée de conservation de l'aliment. Il a été également montré que l'altération à la chaleur, lorsque le traitement est progressif, augmente la sensibilité à la nisine. Sa stabilité dépend de l'intensité du traitement thermique, du pH et du type d'aliment.

# Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés

## 1<sup>ère</sup> partie : classification et spécificité

Dans les produits carnés, les applications concernent l'emploi de la nisine pour inhiber *Clostridium botulinum*. Elle exercerait en effet une inhibition notable sur la croissance mais cet effet serait plus faible sur la toxicogénèse (Aliment Recherche, 1999). Des résultats non probants concernent l'efficacité de la nisine sur les viandes fermentées salées par rapport aux produits laitiers. Les principales difficultés d'emploi de la nisine concernent sa faible solubilité, sa répartition inégale et son manque de stabilité. De plus, la quantité devant être utilisée pour obtenir une efficacité intéressante est trop élevée pour que ceci soit économiquement rentable.

### LA SAKACINE

La sécrétion des différentes sakacines dépend de leur bactérie d'origine. Tichaczek et al. (1994) ont montré que dans les saucisses fermentées :

- *Lactobacillus sakeii* Lb706 sécrète la sakacine A,
- *Lactobacillus sakeii* CTC494 sécrète la sakacine K, et dans le milieu viande :
- *Lactobacillus sakeii* LTH671 sécrète la sakacine P,
- *Lactobacillus sakeii* Lb674 sécrète la sakacine 674.

Katla et al. (2002) ont mis en évidence la production de sakacine P par *Lactobacillus sakei* sur poulet froid coupé conditionné sous vide.

L'activité de la sakacine vis-à-vis des pathogènes diffère selon les études. D'après Gänzle (1999), la survie d'*Escherichia coli* LTH 1600 dans des conditions variables montre qu'à un pH de 6,2, la teneur cellulaire reste inchangée au bout de 24 heures avec ou sans sakacine P. Par contre, Kröckel (1994) a montré une inhibition significative de *Listeria monocytogenes* par ajout de sakacines. Paradoxalement, il y a suffisamment de bactériocine active qui pourrait être extraite de saucisses au delà de 28 jours. De plus, en présence d'une faible concentration de *Lactobacille sakei* Lb674, la croissance de *Listeria monocytogenes* est élevée. Toutefois, son inhibition est élevée lorsque la sakacine P est présente dans le produit au départ. Dans ce cas, l'inhibition est effective pendant un jour. Katla et al (2002) ont montré que la sakacine P est stable sur le poulet froid coupé sous vide

pendant quatre semaines et que l'inhibition du développement de *Listeria monocytogenes* est due à une souche de *Lactobacillus sakeii*, différente de celle produisant la sakacine P.

### LA CURVACINE

La curvacine A est une bactériocine produite par *Lactobacillus curvatus* LTH 1174, souche isolée à partir de saucisse fermentée. La souche est très sensible au nitrite : une concentration de 10 ppm de nitrite a inhibé son développement. Les activités volumétriques des bactériocines et la teneur de la production spécifique des bactériocines étaient plus élevées en présence de nitrite de sodium que pendant la fermentation sous condition aérobie ou en conditions standard de supplément d'oxygène. Ces résultats indiquent que l'effet inhibiteur de l'agent salant est au moins partiellement masqué sous des conditions anaérobies (Verluyten et al., 2003).

### LA PÉDIOCINE

Hugas a montré en 1998 que les pédiocines Ach et PA-1 sont plus efficaces que la nisine. La souche *Pediococcus acidilactici* n'est pas une souche indigène des viandes et n'est pas capable de se développer ni de produire la bactériocine aux températures réfrigérées.

### LA LEUCOCINE

Des *Leuconostoc carnosum* isolés à partir de saucisses fermentées produisent la bactériocine leucocin F10 (Parente et al., 1996). Cette bactériocine était capable d'inhiber toutes les souches d'*Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus sakei*, de *Leuconostoc* et de *Listeria*, une souche de *Lactobacillus curvatus* et une souche de *Staphylococcus thermophilus*. La sensibilité maximum était observée parmi les souches de *Listeria*. Cette bactériocine est complètement inactivée par toutes les enzymes protéolytiques. Leucocine F10 est extrêmement tolérante à haute température, pH5 mais est rapidement inactivée à +100°C, pH7 et pH9. Le chauffage à pH5 a provoqué une augmentation de l'activité. Lorsque le pH est contrôlé à 5,5, 6 et 6,2 la production et la croissance de bactériocine augmente très sensiblement

comparativement à une fermentation à pH non contrôlée. La production maximale de bactériocines était obtenue à pH = 6. À pH2 et pH7 la croissance et la production de bactériocines étaient plus lentes. Toutes ces données sont similaires à celles observée pour la carnocine 24A produite par *Leuconostoc carnosum* et mesenterocine 22 produite par *Leuconostoc mesenteroide* et diffèrent seulement légèrement d'autres bactériocines produites par les leuconostocs (Dronisos, 1995).

## CONCLUSION

Les propriétés physiologiques spécifiques des bactéries lactiques contribuent à l'élaboration des qualités sensorielles et sanitaires. La deuxième partie s'intéressera aux actions des bactéries lactiques sur les produits carnés et sera axée sur leur chaîne technologique (traitements thermiques, ingrédients et additifs...).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELIARD E., THUAULT D., BOURGEOIS C. (1991). Propriétés inhibitrices des bactéries lactiques : Application à la conservation des produits carnés in Les bactéries lactiques - Actes du colloque, Caen 12-11 sept. 1991. Éd. ADRIA Normandie et Centre de publications de l'université de Caen, 202 – 212.
- CALLEWAERT R., HUGAS M., DE VUYST L. (2000). Competitiveness and bacteriocin production of *Enterococci* in the production of Spanish-style dry fermented sausages. International Journal of food microbiology, n° 27, 11-42.
- CHRISTIEANS S., SIRAMI J. (2002). Croissance et survie de E. coli O157 :H7 dans les produits fermentés. Posters 9èmes Journées des Sciences du muscle et technologies de la viande, 201-202.
- DABIN E., JUSSIAUX R. (1994). Le saucisson sec. Science et Technologie des Métiers de Bouche. Éditions ERTI.
- DESMAZEAUD M., (1996). Les bactéries lactiques dans l'alimentation humaine : utilisation et innocuité. Cahiers "Agricultures", vol. 2, n° 2, 111-142 et 9-10
- DURAND P. (1999). Technologie des produits de charcuterie et des salaisons. Éditions Tec et Doc. Collection sciences et techniques agroalimentaires
- EVANS J. (1999). Programme européen FAIR Décontamination de la viande et des produits carnés.  
Site web : [www.inra.fr/Internet/Unites/CRIAA](http://www.inra.fr/Internet/Unites/CRIAA)
- GÄNZLE M., WEBER S., HAMMES W.P. (1999). Effect of ecological factors on the inhibitory spectrum and activity of bacteriocins. International Journal of food microbiology, n° 46, 207-217.
- GRUFFERTY, C. (1981). Effects of fermentation sugar on hydrogen peroxide accumulation by *Streptococcus lactis* C10. Journal dairy res. n° 20, 481-489.
- GUILHERMET R.G. (1996). Fonctions nutritionnelles et métaboliques de l'arginine. INRA prod. Anim., vol. 9, n° 4, 262-272
- HAMAZAKI Y., AYAKI M., FUCHU H., SUGIYAMA M., MORITA H. (2003). Behavior of psychrotropic lactic acid bacteria isolated from spoiling cooked meat products. Applied Environment microbiology, jul., vol. 69, n° 6, 3668-3671
- HUGAS M. (1998). Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation of Meat and Meat Products. Meat Science, vol. 49, n° suppl. 1, S119-S120
- KATLA T., MØRETØ T., SVEEN I., AASEN I.M., AXELSSON L., RØRVIK L.M., NATERSTAD K. (2002). Inhibition of *Listeria monocytogenes* P and sakacine P-producing *Lactobacillus sakei*. Journal of applied microbiology, n° 91, 2-191
- KRÖCKEL L. (1994). Use of sakacin P and *Lactobacillus sake* LB674 to suppress growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged sliced Bologna-type sausage. Actes du colloque LACTIC.1991 fiche n° 24, 499-200
- LARROUTURE-THIVEYRAT C., MONTEL M.C. (2001). Effects of environmental factors on leucine catabolism by *Carnobacterium piscicola*. International Journal of food microbiology, n° 81, 177-184
- MONTEL C., MASSON F., TALON R. (1998). Bacterial role in flavour development. Meat science, vol 49, n° suppl. 1, S111-S121

# Les bactéries lactiques dans le milieu des viandes et produits carnés

## 1<sup>ère</sup> partie : classification et spécificité

- MONTEL C., TALON R., CANTONNET M., BERDAGUÉ J.L. (1991). Activités métaboliques des bactéries lactiques des produits carnés in Les bactéries lactiques Actes du colloque, Caen, 12-11 sept. 1991. Éd. ADRIA Normandie et centre de publications de l'université de Caen, 202 – 212.
- MONTEL M.C., TALON R., FOURNAUD J., LAR-PENT J.P. (1994). Fonctions des bactéries lactiques dans les produits carnés. Livre Bactéries lactiques II. Éditions Lorica, 181-189
- NOVEL G. (1993). Micro-organismes industriels : les micro-organismes d'intérêt industriel. Éditions Lavoisier Tec et Doc APRIA, 370-392, 307-323
- PARENTE E., MOLES M., RICCIARDI A. (1996) Leucocin F30, a bacteriocin from *Leuconostoc carnosum*. International journal of food microbiology, n° 33, 233-243
- SANZ Y., TOLDRÁ F. (2002) Purification and characterization of an Arginine Aminopeptidase from *Lactobacillus sakei*. Applied and environmental microbiology, vol. 68, n°4, 3980-3987
- TALON R., MONTEL M.C. (1997). Hydrolysis of esters by staphylococci. International Journal of food microbiology, n° 36, 207-234
- VERLUYTEN J., MESSENS W., DE VUYST L. (2003). The curing agent sodium nitrite, used in the producing meat starter culture *Lactobacillus curvatus* LTH 3374 under anaerobic conditions. Applied Environment microbiology, jul., vol.69, n° 7, 3833-3839
- STAHNE L.H. (1999). Volatiles Produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during growth in sausage minces. Part I. Collection and identification. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., n° 32, 357-364
- ALIMENT RECHERCHE. (1999). Décontamination de la viande et des produits carnés. Lettres Aliment recherche INRA.
- DRONISOS E.H., BOARD R.G. (1995). A survey of minced lamb packaged in modified atmospheres. Fleischwirtschaft, vol. 75, n° 3, 281-284

## ERRATUM

### BULLETIN DE LIAISON N° 6 NOVEMBRE – DÉCEMBRE 2003

Nous tenons à apporter une précision concernant  
l'article de Jean-Luc Martin intitulé  
"Sel et technologie en charcuterie-salaison" à la page 13.

Cet article correspond à son intervention à l'IFN, le 17 juin 2003.  
Il a été publié dans La lettre Scientifique de l'Institut Français pour  
la Nutrition,  
n° 94 du mois de juin 2003.