

Tab. 1. Klassifizierung der Exopolysaccharide, die von Milchsäurebakterien gebildet werden (de Vuyst und Degeest 1999)

| Polysaccharide | Vertreter | Milchsäurebakterien | |
|----------------|----------------------|--|---|
| Homo- | α -D-Glukane: | <i>Leuc.mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides</i> | |
| | Dextrane | <i>Leuc.mesenteroides</i> ssp. <i>dextranicum</i> | |
| | Alternane | <i>Leuc.mesenteroides</i> | |
| | Mutane | <i>Str.mutans</i> , <i>Str.sobrinus</i> | |
| | β -D-Glukane | <i>Pediococcus</i> spp. <i>Streptococcus</i> spp. | |
| Hetero- | Fruktane | <i>Str.salivarius</i> | |
| | Polygalaktane | <i>L.lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> | |
| | verschiedene | mesophile: | <i>Lc.lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lc.lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>L.casei</i> , <i>L.sake</i> , <i>L.rhamnosus</i> |
| | | thermophile: | <i>L.acidophilus</i> , <i>L.delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>L.helveticus</i> , <i>Str.thermophilus</i> |
| | | verschiedene | |

Tab. 2. Monosaccharidzusammensetzung der Exopolysaccharide von Laktobazillenstämmen, die auf verschiedenen, flüssigen Medien gezüchtet wurden (van Geel-Schutten et al. 1998)

| Monosaccharide | | Stamm LB 121 | | Stamm LB 181 | | Stamm LB 182 | |
|----------------------------|---|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | MRS-S | MRS-R | MRS-L | MRS-S | MRS-L | MRS-S |
| Glukose | % | 24 | 1 | 25,5 | 21 | 28,5 | 24 |
| Galaktose | % | | | 17 | 5 | 21 | 5 |
| Mannose | % | | | 31,5 | 23 | 27 | 16 |
| Fruktose | % | 75 | 96 | 0 | 30 | - | 41 |
| Glukuronsäure | % | | | 22 | 17,5 | 19,5 | 11 |
| Arabinose | % | | | 4 | 3,5 | 4 | 3 |
| andere | % | 1 | 3 | | | | |
| Gesamtgehalt an EPS (mg/l) | | 4800 | 2655 | 160 | 145 | 110 | 250 |

Abkürzungen: MRS-L = mit Laktose angereichertes MRS-Medium; MRS-S = mit Saccharose angereichertes MRS-Medium; MRS-R = mit Raffinose angereichertes MRS-Medium

Stammspezifische Bildung von Exopolysacchariden

Van Geel-Schutten *et al.* (1998) inkubierten 182 Laktobazillen-Stämme auf einem Saccharose-enthaltenden MRS-Medium. 60 waren EPS-positiv und 17 Stämme bildeten mehr als 100 mg/l lösliche EPS. In einer anderen Arbeit (van den Berg *et al.* 1993) wurden unter 400 aus traditionellen Lebensmitteln isolierten Milchsäurebakterien und nahezu 200 Milchsäurebakterienstämmen aus Kultursammlungen 30 Stämme mit einer EPS-Bildung nachgewiesen. Nach Stingle *et al.* (1997) bildeten nur zwei von 170 *L. helveticus*-Stämmen EPS. Frengova *et al.* (2000) inkubierten 10 *Str. salivarius* ssp. *thermophilus*- und 10 *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*-Stämme einzeln in Milch bei 45 °C während 4 bis 4^{1/2} Stunden. Die Streptokokken-Stämme bildeten EPS zwischen 41 und 270 mg/L und die Laktobazillen-Stämme zwischen 58 und 540 mg/L. Dabei stieg der EPS-Gehalt in den ersten 4 Stunden, in der Phase der erhöhten Säuerung, rasch an, um danach stetig abzusinken.

Die Monosaccharidzusammensetzung von EPS kann sich auch je nach verwendetem Medium zur Züchtung der Mikroorganismen unterscheiden. So setzten sich auf einem mit Laktose, Saccharose oder Raffinose angereicherten MRS-Medium die EPS der Lactobacillus-Stämme LB 121, 181 und 182 unterschiedlich zusammen (Tab. 2). Auch die produzierte Menge an EPS ist je

nach dem verwendeten Substrat im Medium unterschiedlich, wie das Beispiel des Stammes LB 121 zeigt (Tab. 2). Hinzu kommt, dass die beiden Stämme LB 121 und 180 in der exponentiellen Wachstumsphase EPS bildeten, der Stamm LB 180 aber auch noch in der stationären Phase.

Zudem synthetisierte der Stamm LB 121 auf dem mit Saccharose angereicherten Medium zwei unterschiedliche EPS: ein Glukan und ein Fruktan (van Geel-Schutten *et al.* 1998).

Auch die Viskosität der EPS verschiedener Stämme kann sich

unterscheiden. Die EPS der Stämme *L. helveticus* Äki4, Lb161 und K16 weisen eine Viskosität von -1, 8,8 und 69,2 mm²/s auf (Yang *et al.* 2000). Das Gleiche gilt auch für die Viskosität nach Posthumus der neutralen EPS von *Str. thermophilus* Rs und Sts, obwohl die gleiche Heptasaccharid-repetierende Einheit nachgewiesen wurde. Doch hatten die EPS dieser Stämme unterschiedliche Molekularmassen (Faber *et al.* 1998).

Exopolysaccharide in Käse

EPS-bildende Kulturen werden in der Milchwirtschaft vornehmlich bei der Herstellung von Joghurt und fermentierten Sauermilchprodukten eingesetzt (Duboc und Mollet 2001). Aus einem Weichkäse wurde der *L. casei*-Stamm CG11 isoliert, der ein Heteropolysaccharid mit hauptsächlich Glukose und Rhamnose sowie in geringerem Masse Galaktose und Arabinose als Zuckerbausteinen bildet (Kojic *et al.* 1992). Dagegen bildeten die aus griechischem Kasser Käse isolierten 32 *Str. macedonicus*-Stämme keine EPS (Georgalaki *et al.* 2000), im Gegensatz dazu fanden Vincent *et al.* (2001) in der Starterkultur von griechischen Schaf- und Ziegenkäsen

den EPS-bildenden *Str. macedonicus*-Stamm Sc136.

In der Patentliteratur (Pruss und Bahrs 1981; Nauth und Hayashi 1995) finden sich Hinweise, dass in der Käseherstellung fadenziehende Stämme zur Verbesserung der Textur und der funktionellen Eigenschaften verwendet werden. Dabei wurde bei der Herstellung von Weichkäse die Milch zuerst einer Membranfiltration unterworfen. Um das Auftreten einer mehligem und/oder sandigen Textur zu verhindern, wurde ein schleimbildender *Str. diacetylactis*-Stamm als Starterkultur erfolgreich verwendet (Pruss und Bahrs 1981). Auch zur Herstellung von Pasta-filata-Käsen mit einem tiefen Fettgehalt, insbesondere von Mozzarella, wurden fadenziehende *Str. thermophilus* und *L. bulgaricus* eingesetzt (Nauth und Hayashi 1995). Nach Aufnahmen im Raster-Elektronen-Mikroskop erscheinen in Mozzarella, die mit EPS-produzierenden Kulturen hergestellt wurden, die EPS als Filamente, die sich von den Mikroorganismen zur Proteinmatrix ausdehnen. Diese sind dünn und wiesen einen Durchmesser von 0,01 bis 0,05 µm auf. Dabei sind diese EPS mit den Streptokokken verbunden (Bhas-karacharya und

Shah 2000a). Andere Autoren (Perry *et al.* 1997, 1998; Fecera *et al.* 1995; Low *et al.* 1997) haben keine solchen fädigen EPS gefunden, da die dabei verwendeten Kulturen eher Kapseln als lose hängende EPS bildeten.

Neuerdings wurde vor allem bei der Fabrikation von fettarmem wie auch von fettreduziertem Mozzarella der Einsatz von EPS-bildenden Kulturen mehrfach untersucht (Bhaskaracharya und Shah 2000b; Broadbent *et al.* 2001; Low *et al.* 1998; Perry *et al.* 1997, 1998; Petersen *et al.* 2000). Denn die Verminderung des Fettgehalts führt zu mangelhaften Dehnungseigenschaften von Käse. Bei der traditionellen Herstellung von Mozzarella werden als Starterkulturen *L. helveticus* und *Str. thermophilus* verwendet.

Mozzarella aus Magermilch

Mozzarella wurden mit EPS- oder nicht-EPS-bildenden Starterkulturen (*Str. thermophilus* St 2010, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* Lb 2515) aus Magermilch hergestellt und wiesen weniger als 30 g/kg Fett auf. Die so genannten EPS-Käse zeigten einen um 17 g/kg höheren Wasser-Gehalt als die Nicht-EPS-Käse. Auch hatten die EPS-Käse im Vergleich zu den Nicht-EPS-Käsen eine verminderte Härte, Kohäsion (Festigkeit) und Adhäsion, dagegen waren sie elastischer. Auch die Mikrostruktur wurde beeinflusst, indem die Anzahl an leeren Löchern in den EPS-Käsen erhöht war (Bhaskaracharya und Shah 2000a).

Tab. 3. Zusammensetzung von fettarmem Mozzarella mit und ohne Exopolysaccharid-produzierende Starterkulturen

| Starterkultur | Zusatzkultur | Wasser g/100 g | Fett g/100 g | Protein g/100 g | Schmelzbarkeit nach 1 Tag cm |
|--|--------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------|
| Labormassstab (Perry <i>et al.</i> 1997) | | | | | |
| Nicht-EPS | - | 58,2±0,50 | 6,3±0,33 | 26,3±1,70 | 10,7±0,4 ^a |
| EPS | - | 61,0±0,47 | 6,2±0,20 | 25,9±0,63 | 12,1±0,6 ^a |
| Nicht-EPS | EPS | 60,9±0,12 | 6,2±0,20 | 26,5±0,60 | ~11,2 |
| EPS | EPS | 62,2±0,38 | 6,4±0,20 | 24,7±0,63 | ~14,8 |
| Pilot-Plant-Massstab (Perry <i>et al.</i> 1998) | | | | | |
| Nicht-EPS | - | 55,3±0,15 | 6,2 – 6,3 | KA | 9,5±0,1 |
| EPS | - | 57,1±0,35 | 6,2 – 6,3 | KA | 10,6±0,5 |

^a zitiert nach Broadbent *et al.* (2001)

¹ Bei den Käsen im Pilot-Plant-Massstab wurde die Milch bis zu einem pH 6,3 vorgesäuert, da bei einem pH-Wert von 6,0 der Bruch ganz klebrig wurde. Zudem wurde der Bruch nach dem Schneiden konstant gerührt, um zu vermeiden, dass der Bruch an den Schneidemesern haften bleibt (Perry *et al.*, 1998).

Fettarmer und fettreduzierter Mozzarella

Mozzarella mit einem Fettgehalt von 60 g/kg wurden im Labor- (Kapazität des Kessis: 10 kg Milch) (Perry *et al.* 1997) und im Pilot-Plant-Massstab (Kapazität des Kessis: 454 kg Milch) (Perry *et al.* 1998) produziert¹. Dabei wurden eine Nicht-EPS- (*Str. thermophilus* TA061, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* LH100) und eine EPS-Misch-Starterkultur (*Str. thermophilus* MR-1C, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* MR-1R) verwendet. Im Laborversuch wurde zudem noch eine EPS-produzierende Zusatzkultur SDSG-HB als Direktstarter in Form von tiefgekühlten Pellets der Milch hinzugefügt. Im Labor- wie auch im Pilot-Plant-Massstab erhöhte sich der Wassergehalt der mit EPS-Kulturen produzierten Käse und verbesserte sich deren Schmelzbarkeit im Alter von einem Tage (Tab. 3). Bei den im Labor hergestellten Käsen wurde die Schmelzbarkeit während 28 Tagen gemessen. Bei den Käsen mit Nicht-EPS-Kulturen veränderte sich die Schmelzbarkeit nicht, während sich bei denjenigen mit EPS-Starter-Kulturen die Schmelzbarkeit vom Tag 1 bis Tag 14 verbesserte und nachher bis zum Tag 28 wieder verschlechterte. Dabei zeigte sich, dass Käse mit höherem Wasser-Gehalt auch eine höhere Schmelzbarkeit aufwiesen (Perry *et al.* 1997).

In weiterführenden Studien wurde von Low *et al.* (1998) abgeklärt, ob für den erhöhten Was-

Tab. 4. Wassergehalt von fettarmem Mozzarella mit und ohne Exopolysaccharid-produzierende Starterkulturen (Low *et al.* 1998)

| Str. <i>thermophilus</i> | <i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> | <i>L. helveticus</i> | Wassergehalt (g/100 g) |
|--------------------------|--|----------------------|------------------------|
| MR-1C ^a | MR-1R ^a | | 62,8 |
| MR-1C ^a | | LH100 ^b | 62,7 |
| TA061 ^b | MR-1R ^a | | 61,5 |
| TA061 ^b | | LH100 ^b | 61,4 |
| DM10 ^c | | LH100 ^b | 57,7; 58,8; 58,8 |
| MR-1C ^a | | LH100 ^b | 61,2; 62,8; 61,8 |

^a Exopolysaccharid-positiv

^b Exopolysaccharid-negativer Mozzarella-Starter

^c Exopolysaccharid-negative Mutante des Stammes MR-1C

Tab. 5. Verwendung von Exopolysaccharid-produzierenden und Exopolysaccharide-nicht-produzierenden *Str. thermophilus*-Keimen auf verschiedene Parameter von fettreduziertem Mozzarella (Petersen *et al.* 2000)

| | | MR-1C Cps ⁺ | DM10 Cps ⁻ | MTC360 EPS ⁺ | TAO61 EPS ⁻ |
|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Ausbeute | g/10 kg Milch | 1083±3 | 993±7 | 1130±15 | 1013±7 |
| Wasser | g/100 g | 53,81±0,21 | 49,88±0,38 | 57,22±1,33 | 51,11±0,42 |
| Fett | g/100 g | 20,25±0,14 | 20,25±0,14 | 20,08±0,08 | 20,42±0,08 |
| Protein | g/100 g | 24,19±0,17 | 26,16±0,13 | 22,52±0,24 | 24,88±0,74 |
| Kalzium | g/100 g | 0,53±0,02 | 0,56±0,03 | 0,57±0,02 | 0,56±0,03 |
| Salz | g/100 g | 1,41±0,01 | 1,41±0,02 | 1,32±0,03 | 1,44±0,04 |
| pH | | 5,28±0,02 | 5,34±0,08 | 5,33±0,02 | 5,23±0,02 |
| Schmelzdistanz | cm | 10,4 ±0,52 | 8,8 ±0,19 | 12,5 ±0,55 | 9,3 ±0,40 |
| Viskosität | centipoise | | | | |
| | Molke nicht-konz. | 1,97±0,073 | 1,69±0,007 | 2,20±0,074 | 1,93±0,056 |
| | Molke konz. | 2,56±0,073 | 2,37±0,046 | 3,04±0,040 | 2,51±0,067 |

Abkürzungen: Cps⁺ = kapselbildender Exopolysaccharidbildner; Cps⁻ = kapselbildender Nicht-Exopolysaccharidbildner, EPS⁺ = fadenziehender Exopolysaccharidbildner, EPS⁻ = Nicht-Exopolysaccharidbildner

sergehalt in fettarmem Mozzarella *Str. thermophilus* MR-1C und/oder *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* MR-1R verantwortlich sind. In Käseversuchen, bei denen Käse mit diesen Stämmen wie auch mit einem EPS-negativem *Str. thermophilus* TA061 oder mit einer EPS-negativen Mutante von MR-1C (= DM10)

oder mit *L. helveticus* LH100 produziert wurden, war *Str. thermophilus* MR-1C der einzige Faktor für den erhöhten Wassergehalt (Tab. 4).

Fettreduzierter Mozzarella² wurde neben *L. helveticus* LH100 mit vier verschiedenen *Str. thermophilus*-Keimen produziert:

² Petersen *et al.* (2000) halten fest, dass sie einen fettreduzierten Mozzarella-Käse herstellten. In der Nährwerttabelle des USDA (http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl) weisen Mozzarella folgenden Wasser- und Fettgehalt auf (g/100 g):
 Vollmilch 54,14 21,60
 Vollmilch, Wassergehalt tief 48,38 24,64
 fettreduziert 53,78 15,92
 fettreduziert, Wassergehalt tief 48,57 17,12

Bezeichnung Cps⁺ mit der Fähigkeit, kapselförmiges EPS zu bilden oder Cps⁻ nicht zu bilden, Bezeichnung EPS⁺ mit der Fähigkeit, EPS zu bilden oder EPS⁻ nicht zu bilden (Petersen *et al.* 2000). Wie schon bei den fettarmen Mozzarella war durch die Verwendung von EPS-produzierenden Keimen eine statistisch signifikant höhere Ausbeute und ein höherer Wassergehalt erreicht (Tab. 5). Dagegen unterschieden sich der pH-Wert und der Gehalt an Fett, Kalzium und Kochsalz nicht voneinander, wohl aber der Proteingehalt. Auch auf das Schmelzverhalten der Käse hatte die Anwendung dieser Streptokokken ihre Auswirkungen: deutlich längere Schmelzdistanz bei den mit dem EPS⁺-produzierenden Keim MTC360 hergestellten Käsen (Tab. 5).

Petersen *et al.* (2000) unternahmen diese Studien, um den Einfluss der vier verschiedenen *Str. thermophilus*-Keime auf das Verhalten der Molke zu studieren. Bei deren Weiterverarbeitung mit Hilfe der Membrantechnologie ist eine Anreicherung von EPS in der Molke unerwünscht, da der Wirkungsgrad vermindert wird. Nicht-konzentrierte und Ultrafiltration-konzentrierte Molke von Käsen, die mit dem fadenziehenden Stamm MTC360 hergestellt wurden, waren visköser als die anderen Molken (Tab. 5).

Frischkäse

Für die Herstellung eines Brotaufstriches wird Frischkäse einer Hitzebehandlung unterworfen. Danach wird er körnig, mehlig und kreidig. Um dieses Resultat zu vermeiden, wird in einem Patent (Bodor *et al.* 2001) vorgeschlagen, die EPS-bildenden Kulturen *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* 291 und *L. helveticus* NCDO 766 zu verwenden. Diese bilden ein kapsuläres EPS im Gegensatz zu *Lc. lactis* ssp. *cremoris* H414, der freie EPS bildet.

Schlussfolgerung

Um diese Erkenntnisse bei der Käseherstellung, vor allem von fettreduzierten Käsen, anzuwenden, ist es erforderlich, dass die eingesetzten Kulturen auf ihre Fähigkeit EPS zu bilden, überprüft werden. Bereits Sebastiani (1994) hat erwähnt, dass alle Rotholzer Stämme bis auf wenige Ausnahmen als schwach schleimbildend einzustufen sind. Auch andere Autoren haben meist nur wenige EPS-bildende Milchsäurebakterien nachgewiesen. Bei einem solchen Screening von Laktobazillen und Kulturen ist zu bedenken, dass verschiedene Faktoren wie das verwendete Substrat (Tab. 2) und dessen Konzentration im Medium sowie die Dauer der Inkubation die Zusammensetzung der EPS beeinflussen können. Auch können die Milchsäurebakterien die Fähigkeit zur EPS-Bildung verlieren, da diese bei verschiedenen Stämmen auf Plasmiden lokalisiert ist (Duboc und Mollet 2001).

Literatur

- Bhaskaracharya R.K., Shah N.P., 2000a. A simplified method for examination of microstructure of mozzarella cheeses with scanning electron microscopy. *Aust. J. Dairy Tech.* **55**, 28-32.
- Bhaskaracharya R.K., Shah N.P., 2000b. Texture characteristics and microstructure of skim milk mozzarella cheeses made using exopolysaccharide or non-exopolysaccharide producing starter cultures. *Aust. J. Dairy Tech.* **55**, 132-138.
- Bodor J., Kuiper J., Ledebor A.M., Pleijsier M.T., de Smit J.C., Ijsseldijk Y.M., Vreeker R., 2001. Method of preparing a dairy spread. U.S. Patent 6217917.
- Broadbent J.R., McMahon D.J., Oberg C.J., Welker D.L., 2001. Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese. *Int. Dairy J.* **11**, 433-439.

- Bubb W.A., Urashima T., Fujiwara R., Shinnai T., Ariga H., 1997. Structural characterisation of the exocellular polysaccharide produced by *Streptococcus thermophilus* OR 901. *Carbohydr. Res.* **301**, 41-50.
- de Vuyst L., Degeest B., 1999. Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* **23**, 153-177.
- de Vuyst L., de Vin F., Vaningelgem F., Degeest B., 2001. Recent developments in the biosynthesis and applications of heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* **11**, 687-707.
- Duboc P., Mollet B., 2001. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *Int. Dairy J.* **11**, 759-768.
- Faber E.J., Zoon P., Kamerling J.P., Vliegthart J.F.G., 1998. The exopolysaccharides produced by *Streptococcus thermophilus* Rs and Sts have the same repeating unit but differ in viscosity of their milk cultures. *Carbohydr. Res.* **310**, 269-276.
- Fecera R.M., McMahon D.J., Oberg C.J., 1995. Effect of EPS-producing cultures on moisture retention in low fat mozzarella cheese. IFT Annual Meeting Technical Session 134, zitiert nach Bhaskaracharya und Shah (2000a).
- Frengova G.I., Simova E.D., Beshkova D.M., Simov Z.I., 2000. Production and monomer composition of exopolysaccharides by yogurt starter cultures. *Can. J. Microbiol.* **46**, 1123-1127.
- Georgalaki M.D., Sarantinopoulos P., Ferreira E.S., de Vuyst L., Kalantzopoulos G., Tsakalidou E., 2000. Biochemical properties of *Streptococcus macedonicus* strains isolated from Greek Kasseri cheese. *J. Appl. Microbiol.* **88**, 817-825.
- Gorret N., Maubois J.L., Engasser J.M., Ghoul M., 2001. Study of the effects of temperature, pH and yeast extract on growth and exopolysaccharides production by *Propionibacterium acidipropionici* on milk microfiltrate using a response surface methodology. *J. Appl. Microbiol.* **90**, 788-796.

- Kojic M., Vujcic M., Banina A., Cocconcelli P., Cerning J., Topisirovic L., 1992. Analysis of exopolysaccharide production by *Lactobacillus casei* CG11, isolated from cheese. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**, 4086-4088.
- Low D., McMahon D.J., Oberg C.J., Hornel D., Broadbent J.R., 1997. Influence of *Streptococcus thermophilus* 1 OJC EPS on the moisture of low fat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* **80** (S. 1) 107.
- Low D., Ahlgren J.A., Horne D., McMahon D.J., Oberg C.J., Broadbent J.R., 1998. Role of *Streptococcus thermophilus* MR-1C capsular exopolysaccharide in cheese moisture retention. *Appl. Environ. Microbiol.* **64**, 2147-2151.
- Nauth K.R., Hayashi D.K., 1995. Method for manufacture of low fat pasta filata cheese. U.S. Patent 5431931.
- Perry D.B., McMahon D.J., Oberg C.J., 1997. Effect of exopolysaccharide-producing cultures on moisture retention in low fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* **80**, 799-805.
- Perry D.B., McMahon D.J., Oberg C.J., 1998. Manufacture of low fat Mozzarella cheese using exopolysaccharide-producing starter cultures. *J. Dairy Sci.* **81**, 563-566.
- Petersen B.L., Dave R.I., McMahon D.J., Oberg C.J., Broadbent J.R., 2000. Influence of capsular and ropy exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* on Mozzarella cheese and cheese whey. *J. Dairy Sci.* **83**, 1952-1956.
- Pruss H.D., Bahrs L.W., 1981. Preparation of cheese with ropy lactic acid bacteria. U.S. Patent 4243684.
- Roberts C.M., Fett W.F., Osman S.F., Wijey C., O'Connor J.V., Hoover D.G., 1995. Exopolysaccharide production by *Bifidobacterium longum* BB-79. *J. Appl. Bact.* **78**, 463-468.
- Sebastiani H., 1994. Neues von den Rotholzer Kulturen. *Dt. Molke-rei-Ztg.* **115**, 586.
- Staaf M., Yang Z.N., Huttunen E., Widmalm G., 2000. Structural elucidation of the viscous exopolysaccharide produced by *Lactobacillus helveticus* Lb161. *Carbohydr. Res.* **326**, 113-119.
- Stingle F., Lemoine J., Neeser J.R., 1997. *Lactobacillus helveticus* Lh59 secretes an exopolysaccharide that is identical to the one produced by *Lactobacillus helveticus* TN-4, a presumed spontaneous mutant of *Lactobacillus helveticus* TY1-2. *Carbohydr. Res.* **302**, 197-202.
- van den Berg D.J.C., Smits A., Pot B., Ledebouer A.M., Kersters K., Verbakel J.M.A., Verrips C.T., 1993. Isolation, screening and identification of lactic acid bacteria from traditional food fermentation processes and culture collections. *Food Biotechnol.* **7**, 189-205.
- van Geel-Schutten G.H., Flesch F., ten Brink B., Smith M.R., Dijkhuizen L., 1998. Screening and characterization of *Lactobacillus* strains producing large amounts of exopolysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **50**, 697-703.
- Vincent S.J.F., Faber E.J., Neeser J.R., Stingle F., Kamerling J.P., 2001. Structure and properties of the exopolysaccharide produced by *Streptococcus macedonicus* Sc136. *Glycobiology* **11**, 131-139.
- Yang Z.N., Staaf M., Huttunen E., Widmalm G., 2000. Structure of a viscous exopolysaccharide produced by *Lactobacillus helveticus* K16. *Carbohydr. Res.* **329**, 465-469.

RÉSUMÉ

Microorganismes produisant des exopolysaccharides et production fromagère

Différents microorganismes peuvent produire des exopolysaccharides. De telles souches de bactéries lactiques produisant des «mucus» sont utilisées dans la fabrication de produits laitiers acidifiés scandinaves. Leur utilisation en production fromagère, particulièrement pour celle de Mozzarella à faible taux butyrique, conduit à une teneur plus élevée en eau et donc à une meilleure qualité de fonte.

SUMMARY

Exopolysaccharide-producing microorganisms and cheese fabrication

Several microorganisms are able to produce exopolysaccharides. Such slime-producing lactic acid bacteria strains are used for the fabrication of Scandinavian sour milk products. In cheese fabrication, particularly in fat-reduced mozzarella cheese, their use leads to a higher moisture content and therefore to an increased meltability

Keywords cheese, exopolysaccharide, lactic acid bacteria