

Marktblatt



Starterkulturen

November 2010

Eschenweg 31
85354 Freising
Tel: 08161 - 787 36 03
Fax: 08161 - 787 36 81
E-Mail: info@milchhandwerk.info
Internet: www.milchhandwerk.info



Starterkulturen

Die Basis für eine gute Säuerung, Loch- und Aromabildung

Für alle fermentierten Milchprodukte werden ausgewählte, speziell gezüchtete Milchsäurebakterien eingesetzt. Ihre Aufgaben sind insbesondere:

- Säuerung
- Gasbildung
- Aromabildung
- Konsistenzverbesserung

Obwohl sich Milchsäurebakterien stark unterscheiden, gibt es auch viele gemeinsame Merkmale:

- sie sind alle gram-positiv
- sie sind nicht sporenbildend
- sie wachsen anaerob, sind aber aerotolerant
- sie führen alle eine obligate Zuckerfermentation mit Milchsäure als häufigstes Endprodukt durch (Milchsäuregärung)
- sie bauen größtenteils durch Proteolyse Eiweiß und durch Lipolyse Fett ab

Aufgaben der Starterkulturen

Die Säuerung

Die wichtigste Eigenschaft der Starterkulturen ist die Säuerung der Milch durch die Umwandlung des Milchzuckers in Milchsäure. Das Molekül der Milchsäure kann in zwei Formen vorliegen

- rechtsdrehende Milchsäure (auch L(+)-Milchsäure genannt)
- linksdrehende Milchsäure (auch D(-)-Milchsäure genannt)

Welche Form der Milchsäure gebildet wird, hängt von der verwendeten Kultur ab. In der oft verwendeten Starterkulturmischung aus *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus* bildet *Sc. thermophilus* rechtsdrehende Milchsäure und *Lb. bulgaricus* linksdrehende Milchsäure. Deshalb ist im klassischen Joghurt die Verteilung von rechtsdrehender zu linksdrehender Milchsäure etwa 60:40.

Die Kulturen *Lactobacillus acidophilus* und *Lactobacillus bifidus* sind in der Lage beide Formen der Milchsäure herzustellen. Bei den mesophilen

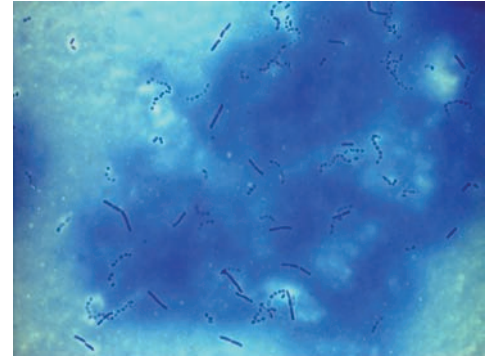


Abbildung 1: Joghurtkultur bestehend aus *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus*.

Foto: Insa Petersen

Autor

Insa Petersen

Molkerei-Ingenieurin

service@ip-ingredients.de

Kulturen bildet lediglich *Leuconostoc* linksdrehende Milchsäure, welcher allerdings in den meisten Mischungen nur zu 10% enthalten ist. Der in milchen Joghurts verwendete *Streptococcus thermophilus* bildet lediglich rechtsdrehende Milchsäure. Wenn auch alle Starterkulturen Milchzucker zu Milchsäure umwandeln, so unterscheiden sie sich doch beachtlich in der produzierten Menge an Milchsäure (Säuerungstiefe) sowie der Geschwindigkeit der Milchsäurebildung (Säuerungsaktivität).

Beide Parameter spielen eine wichtige Rolle bei der korrekten Kulturauswahl. So vermag es eine *Leuconostoc*-Reinkultur nicht, die Milch dickzulegen, weil das Säurebildungsvermögen und somit die Säuerungstiefe zu gering ist. Auch die Fermentationsdauer und -tiefe eines Joghurts läßt sich durch schnell- bzw. langsamsäuernde Kulturenstämme beeinflussen. Mit Ausnahme von Pasta filata-Käsen gilt grundsätzlich, je schneller die Säuerung, desto härter der Käse.

Die Gasbildung

Die durch heterofermentative mesophile Kulturen hervorgerufene Lochbildung hängt von zwei Faktoren ab:

- der Menge an gebildetem CO_2 aus der Citratfermentation
- dem Zeitraum der Gasbildung

Sowohl *Lactococcus diacetylactis* wie auch *Leuconostoc* können Citrate zu Diacetyl und CO_2 umwandeln, aber lediglich *Leuconostoc* kann CO_2 aus Laktose bilden.

Lactococcus diacetylactis baut Citrat früher ab, nämlich ab pH 6,2, während *Leuconostoc* erst bei pH 5,6 mit der Gasbildung einsetzt.

In Käsen mit geschüttetem Bruch, z.B. beim Tilsiter wird eine kräftige, frühe Gasbildung über beide Gasbildner benötigt, beim Gouda eher eine moderate Gasbildung, die zusammen mit dem Pressen unter Molke dann auch zu kleinen, runden Löchern führt.

Ein unausgewogenes Verhältnis der beiden Gasbildner, wie zum Beispiel durch falsche Temperaturführung bei der Betriebskulturenherstellung, durch zu hohe oder zu niedrige Reiferaumtemperatur oder schlicht durch falsche Kulturauswahl,

Milchsäure in der Ernährung

Der Mensch kann die linksdrehende Milchsäure (D(-)-Milchsäure) nicht abbauen. Dies führt zu der Annahme, dass linksdrehende Milchsäure beim Menschen zu Acetosen (pH-Abfall im Blut) führt. Die WHO (World Health Organization) hat daher eine Empfehlung ausgesprochen, die tägliche Einnahme von 100 mg/kg Körpergewicht nicht zu überschreiten.

Gegen eine Überbewertung des „Problems“ spricht, dass

- keine pH-Änderungen im Blut nachgewiesen werden konnte,
- der Gehalt an linksdrehender Milchsäure in Milchprodukten ist so gering, dass man täglich mehrere Kilogramm essen müsste, um den Wert zu überschreiten,
- durch den Trend hin zu mildgesäuerten Produkten geht das Angebot an D(-)-milchsäurehaltigen Milchprodukten immer weiter zurück.



Abbildung 2: Falscher Kultureneinsatz kann zur Rißbildung bei Käsen führen

Foto: VHM

führt zu Fehlern im Inneren durch Fehllochung oder Risse.

Die Aromabildung

Die Aromabildung erfolgt durch biochemische Abbauprozesse zu geruchs- und geschmacksintensiven Zwischen- und Endprodukten. Starterkulturen beeinflussen das Aroma vor allem durch die beiden ersten Abbauprozesse:

- Abbau von Lactose und Citrat
Einige Starterkulturen (*Lactococcus diacetylactis* und *Leuconostoc cremoris*) tragen durch die Bildung von Diacetyl und Acetaldehyd bei Frischprodukten zur Aromabildung bei.
- Eiweißabbau
Der Eiweißabbau führt zu einer Vielzahl an geschmacksintensiven Peptiden, Aminosäuren und deren Abbauprodukten. Starterkulturen gelten allerdings im Vergleich zu anderen Mikroorganismen (z.B. Pseudomonaden, Enterokokken) als schwach eiweißabbauend.
- Fettabbau
Der Fettabbau erfolgt vorwiegend durch Reifungskulturen (z.B. Blauschimmel). Es entstehen geschmacksintensive Abbauprodukte wie z.B. Fettsäuren, Ethylester, Ketone oder Aldehyde.

Die Konsistenzverbesserung

Vor allem im Bereich der fermentierten Frischprodukte spielen Viskositätsbildner eine wichtige Rolle. Die vornehmlich für diesen Zweck eingesetzten *Streptococcus thermophilus* Stämme bilden Exopolysaccharide, also lange Zuckerketten, die Wasser binden und sich auch mit dem Wabensystem eines Säuregels verbinden. Diese Kettenbildung ist stärker, je weiter die Bebrütungstemperatur aus dem Optimum der Kultur kommt. So wird der Joghurt bei Bebrütungstemperaturen unter 38°C schleimig.

Es gibt auch exopolysaccharidbildende *Lactobacillen*. Diese werden jedoch wenig eingesetzt, da die Kettenbildung erst sehr spät einsetzt.

Exopolysaccharidbildner gibt es auch bei *Lactokokken*, die ihren Einsatz bei Produkten wie Buttermilch, Dickmilch oder Kefir finden.

Abbauprozesse

Die Starterkulturen spalten den Zweifachzucker Laktose in Glukose und Galaktose. Die Vergärung der Laktose kann unterschiedlich erfolgen. Man unterscheidet zwei Abbauprozesse:

- **homofermentativ**
Laktose wird ausschließlich zu Milchsäure abgebaut.
- **heterofermentativ**
Neben der Milchsäure werden auch Ethanol und vor allem das Gas CO₂ produziert.

Die Vielfalt der Kulturenstämme

Wer sich mit Kulturen befaßt, wird schnell feststellen, dass Kulturen nach verschiedensten Kriterien in Gruppen zusammengefaßt werden. Bereits die Namensgebung ordnet die Kulturenstämme nach Aussehen und Physiologie. Gemäß einem einheitlichen Klassifikationsschema, einer sogenannten Taxonomie unterscheidet man wie folgt:

- Gattung (*Lactococcus*),
- Art (*Lactococcus lactis*),
- Spezies/Unterart (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*),
- Biovarietät (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*) und
- Stämmen (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* xy).

Aber es gibt eine Vielzahl weiterer Kriterien, nach denen sich Starterkulturen einteilen lassen:

- Zusammensetzung der Starterkultur
- Handelsform der Starterkultur
- Wachstumsbedingungen der Starterkultur
- Gasbildungsvermögen der Starterkulturen

Einteilung nach Zusammensetzung

Traditionell werden Mehrstammkulturen eingesetzt, die oftmals auch mehrere Spezies enthalten. Diese sind sehr robust, vor allem gegen Phagen (siehe auch Merkblatt "Bakteriophagen – Die kleinen Feinde jeder Starterkultur"). Alle heute kommerziell verfügbaren Mehrstammkulturen entstammen einer Hausflora (oder auch Sirtenkultur) aus alten Molkereien, meist aus den 20iger oder 30-iger Jahren. Diese wurden von unerwünschten Bakterien befreit und werden immer als Ganzes fermentiert.

Modernere Kulturen sind speziell selektierte Stämme mit besonderen Eigenschaften, die oft als Einzelstämme oder als Paket eingesetzt werden. Diese Kulturen sind oft sehr schnell und säuern präzise, aber sie sind auch empfindlicher als Mehrstammkulturen. Ihr Einsatz benötigt eine geschlossene CIP-fähige Anlage zum genauen Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln.

Einteilung nach Wachstumsbedingungen

Man unterscheidet zwischen mesophilen Kulturen, die sich im Temperaturbereich von 18-32 °C

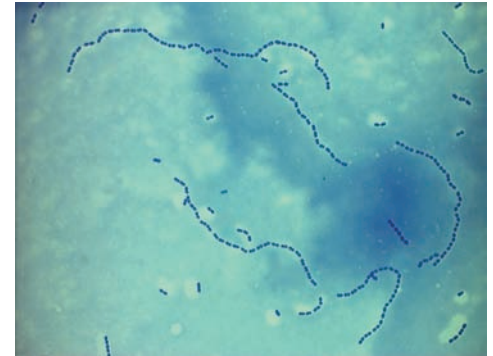


Abbildung 3: Lactokokken – Die Zellen sind rund (Kokken) und in Ketten angeordnet.
Foto: Insa Petersen

am besten vermehren und thermophilen Kulturen, die ihren optimalen Wachstumsbereich bei 37-45 °C haben.

Übersicht 1: Mesophile Milchsäurebakterien und ihre Einsatzgebiete

Stamm	Eigenschaften	Temperatur-Optimum	Funktion	Typische Anwendung
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	homofermentativ	30°C	Säuerung	Frischkäse, Feta
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	homofermentativ	30°C	Säuerung	Cheddar, Frischkäse
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetyllactis</i>	heterofermentativ	30°C	Säuerung / Aroma	Butter, Schnittkäse
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	heterofermentativ	18 - 24°C	Aroma	Käse, Sauermilch

Übersicht 2: Thermophile Milchsäurebakterien und ihre Einsatzgebiete

Stamm	Eigenschaften	Temperatur-Optimum	Funktion	Typische Anwendung
<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	homofermentativ	40 - 43°C	Säuerung	Joghurt, Hartkäse, Mozzarella
<i>Lactobacillus delbrückii</i> subsp. <i>lactis</i>	homofermentativ	40 - 45°C	Säuerung/ Aroma	Hartkäse
<i>Lactobacillus delbrückii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	homofermentativ	40 - 45°C	Säuerung/ Aroma	Joghurt, Weichkäse
<i>Lactobacillus helveticus</i>	homofermentativ	40 - 45°C	Aroma	Hartkäse

Einteilung nach Gasbildungsvermögen

Mesophile Starterkulturen werden zudem nach ihrem Gasbildungsvermögen in Grundtypen eingeteilt:

- **O-Kulturen:** bilden kein CO₂
- **D-Kulturen:** bilden CO₂ nur aus Citrat
- **L- und DL-Kulturen:** bilden CO₂ aus Citrat und Lactose

O-Kulturen enthalten nur homofermentative Säurebildner, klassische DL-Kulturen dagegen sowohl die Säurebildner, als auch heterofermentative Gasbildner. In der Käserei sind die letzteren für die Gasbildung zuständig, in Frischprodukten für das Aroma.

Übersicht 3: Grundtypen mesophiler Starterkulturen und ihre Zusammensetzung

Grundtyp	Eigenschaften	Zusammensetzung
O	Keine Gas- und Aromabildung	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. cremoris <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis
L	Gas- und Aromabildung durch <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. cremoris	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. cremoris <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. cremoris
D	Gas- und Aromabildung durch <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis biovar. diacetylactis	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. cremoris <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis biovar. diacetylactis
DL	Gas- und Aromabildung durch <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis biovar. diacetylactis und <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. cremoris	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. cremoris <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis <i>Lactococcus lactis</i> subsp. lactis biovar. diacetylactis <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. cremoris

Einteilung nach Handelsform

Direktstarter

Direktstartende Säuerungskulturen werden nicht mehr – wie die Betriebskultur – in der Molkerei hergestellt, sondern als Direktstarter von einem der Kulturenlieferanten. Zwei Varianten haben sich bewährt:

- Gefriertrocknung (Lyophilisierung)
Lyophilisate werden bei +4°C oder -20°C gelagert.
- Schockgefrieren in Form von Granulaten
Tiefgefrorene Granulate müssen bei -45°C gelagert werden.

Direktstarter sind einfach in der Anwendung, entlasten die Mitarbeiter von der Kulturbereitung, der Hersteller garantiert eine geprüfte und konstante Säuerungsaktivität und besonders geringe Keimzahlen von möglichen Rekontaminationskeimen. Direktstarter sind länger haltbar und bieten ein hohes Maß an Flexibilität, was die Produktion verschiedener Käsesorten an einem Tag angeht.

Betriebskultur

Betriebskulturen werden im Herstellungsbetrieb optimalerweise täglich neu zur Verfügung gestellt, die vor allem in der Rohmilchkäserei den nicht unerheblichen Vorteil der schnelleren Anfangssäuerung haben.

Ferner ist bei der Produktion aus bestimmten ethischen Gründen eine Betriebskultur unumgänglich, wie beispielsweise bei einer superkosheren Herstellung von Milchsäurebakterien, die nicht als solche kommerziell verfügbar sind.

Eine zweite Gruppe könnte der Biobereich werden. Bis heute gibt es keine kommerzielle Kultur, die auf einem Biomedium angezogen wird. Da sich die Zellen bei der Teilung Bausteine aus den Nähr- und Bausteinen des Nährmediums nehmen, ist auch eine Mehrfachüberimpfung auf Biomilch als Nährboden überlegenswert.

Weitere Merkblätter des VHM

- Die Reifungskulturen in Planung
- Kulturen – eine Marktübersicht in Planung
- Kulturen richtig einsetzen in Planung
- Die hofeigene Kultur in Planung
- Bakteriophagen – Die kleinen Feinde jeder Starterkultur