

O culturesは、酸を生産する菌株である*Lactococcus lactis* subsp. *lactis/cremoris*のみから構成されています。このタイプのカルチャーは、製品内でのガス発生が望ましくないCheddar、Cottage Cheese、White Brined Cheese (Feta) などのチーズタイプで主に使用されています。Chr. Hansenの最もよく知られた中温性同型発酵カルチャーは、R、FRC、Mild Oシリーズです。

Cheddarやその他の早いチーズの製造のためにO型カルチャーの酸化活性を改善するために、中温性同型発酵カルチャーと*S. thermophilus*をブレンドした非常に速いシリーズのカルチャーが開発されています。典型的なCheddarの製造中、Oカルチャーは、30-32°C (86-90°F) の凝乳時に酸化を開始します。しかし、*S. thermophilus*カルチャーの好熱性のため、このカルチャーは37-40°C (98-104°F) のスカルディングステップ中に酸化を引き継ぎ、チェダリングプロセス中に継続し、製造業者は目標pHに迅速に到達できるようになっています。

サーモフィルス菌に属するST菌株は、主に以下のようなチーズに使用されます。

- ・硬質チーズ（例：Emmenthaler、Gruyere、Grana）で40～54°C (104～130°F) のスカルディング温度を使用する場合
- ・軟質チーズ（例：Cresenzaや安定したBrieタイプ）やモッツァレラ、ピザチーズのようなパスタフィラータタイプで、37°C (98°F) 以上の高いスカルディング温度を使用する場合

EmmenthalerやGruyereなどの硬質チーズの場合、通常*S. thermophilus*と*L. helveticus*が使用されます。*L. helveticus*は、*S. thermophilus*によって分泌されるガラクトースを発酵でき、高いプロテオリシス活性を持ち、必要なプロテオリシスや望ましい風味を提供します。

パスタフィラータタイプのチーズや、さまざまなアメリカ風ピザチーズの製造において、主に*S. thermophilus*が使用されます。場合によっては、*L. bulgaricus*や*L. helveticus*とブレンドされることもあり、チーズの特性を得るためです。パスタフィラータの製造には、非常に速い酸化能とファージ耐性のあるカルチャーが重要です。Chr. Hansenのこのアプリケーション用のカルチャーの例には、STI、TCC、TCC-20があります。

プロピオン酸菌は真の乳酸菌として分類されないかもしれませんが、大きな穴と甘くナッティな風味が望ましい特定のチーズ（エメンターラ、スイス、マースダムなど）の製造に使用されています。Chr. Hansenのこの用途向けの文化シリーズの例は、PSシリーズです。

フレーバーコントロール™菌株は、追加の菌株として添加される「パッケージ」として見なされます。この菌株は、フィルム熟成/無皮チーズを含む、熟成プロセスを修正するための適切な酵素を含みます。熟成中、追加された菌株は破壊され、細胞内酵素がチーズマトリックスに放出され、熟成プロセスを修正します。Chr. Hansenの例としては、CR-200、CR-300、CR Full Flavorシリーズがあります。









SWING®カルチャーは、主に4つの主要カテゴリーに分けられる嫌気性カルチャーです：カビ、酵母、ブレビバクテリウム、その他の微生物です。SWING®カルチャーは好気性なので、主にチーズの表面で生育します。

SWING®カビカルチャーは、主にブリー、カマンベールなどの白カビチーズ、およびゴルゴンゾーラなどの青カビチーズの製造に使用されます。最も重要なカビの種類は、白カビペニシリウム・カンジダムと青カビペニシリウム・ロックフォルチです。SWING®酵母は、乳酸の発酵によりpHを増加させる能力により、ブレビバクテリウムなどの他の微生物の表面での増殖を促進するためにしばしば使用されます。

SWING® Brevibacterium（または「スメアカルチャー」と呼ばれるもの）は伝統的に塩漬けの直後にチーズ表面に塗られます。

Brevibacteriumは非常に耐塩性があり、強いプロテアーゼ活性を持ちます。チーズ表面での成長中に、Brevibacterium linensは特徴的なオレンジ色の色合いとスメア層を作り出します。チーズ表面での高いタンパク質分解により、フレーバー化合物がチーズの中心部に浸透し、スメアチーズの特徴的な熟成味を与えます。

乳酸菌の特徴

模式図	 ST	 O	 O	 D	 L	 LbH	 LbB	 LbL
菌体	Streptococcus thermophilus	Lactococcus lactis subsp. cremoris	Lactococcus lactis subsp. lactis	Lactococcus lactis subsp. biovar diacetylactis	Leuconostoc sp.	Lactobacillus helveticus	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis
形状	球菌	球菌	球菌	球菌	球菌	桿菌	桿菌	桿菌
乳酸の異性体	L	L	L	L	D	DL	D	D
乳中の乳酸生成量 (%)	0.6	0.8	0.8	0.8	<0.5	2.0	1.8	1.8
クエン酸の代謝 (フレーバー)	-	-	-	+	+	-	-	-
温度環境	10°C	+	+	+	+	-	-	-
	40°C	+	+	+	-	+	+	-
	45°C	+	-	-	-	+	+	+
乳酸発酵能力	ブドウ糖	+	+	+	+	+	+	+
	ガラクトース	-	+	+	+	+	-	+/-
	乳糖	+	+	+	+	+	+	+

レンネット(凝乳酵素)

母乳の消化のために数種の哺乳動物の胃で作られる酵素の混合物のことで、チーズの製造に用いられます。凝乳酵素とも呼ばれ、主な活性酵素はキモシンであり、このキモシンは酸性領域に至適pH(6.2)を持つ酵素です。

1.凝乳のメカニズム

(1)乳酸発酵により乳酸が生成し、pHが5~6に減少し、タンパク質の分解で遊離したカルシウムイオンが増加します。

(2)ここにレンネットを加えると、タンパク質分解酵素キモシンが、カゼインミセルの表面のκカゼイン分子の105番目のアミノ酸であるフェニルアラニンと106番目のメチオニンの間のペプチド結合を加水分解し、分子鎖を切断します。

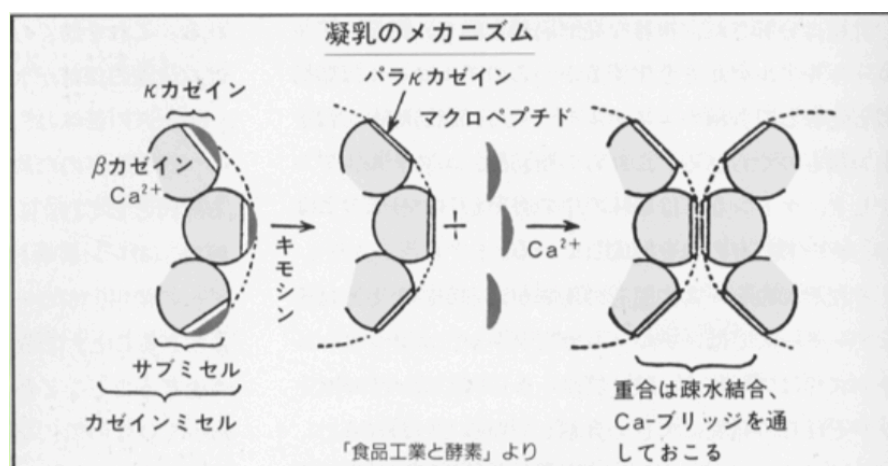
(3)それまでカゼインミセルを沈殿しないように保護していたκカゼインの親水性ポリペプチド鎖(グリコマクロペプチドと言われる)が分解により、ミセルから離れ、あとに残ったκカゼインの分子鎖は、パラκカゼインと言われます。

(4)この状態のカゼインミセルにカルシウムイオンが結合し、ミセル同士が次々に結合し、凝集していきます。

(5)このときホエーを内部に取り囲みながら凝集するので、ゲル化したように見えます。

(6)カードをナイフでカッティングすると、この内部のホエーが、結合したミセルの網目構造からにじみ出し、カードは収縮します。

(7)さらにかくはんしたり加温したりすると、カード内部からホエーがどんどん排出され、カード粒子はさらに収縮し硬いものになっていきます。



2. レンネットの種類

哺乳動物の離乳前の子牛の胃の中で乳が固まることは何千年も前から知られていました。屠畜した子羊や子山羊、子牛など反芻動物の胃袋から乳を固める成分を抽出したのが「動物性レンネット」で、その主成分の化学名は「キモシン(Chymosin)」です。一方、チョウセンアザミやイチジクなどにも乳を固める成分があり、特にチョウセンアザミのおしべから抽出されたエキスは「植物性レンネット」と呼ばれます。また、チーズの生産が大幅に増えた20世紀中ごろには、リゾムコールというカビから凝乳酵素を大量生産する日本発心の技術が確立し、「微生物性レンネット」として広く使われるようになりました。20世紀の終わりごろには、遺伝子組み換え技術を用いて微生物菌体内にキモシンを生成させる方法が実用化され、「発酵生産キモシン(FPC)」としてチーズづくりに使われ始めました。現在、世界では発酵生産キモシンが約60%、微生物性および植物性レンネットが約30%用いられています。日本では動物性レンネットと微生物性レンネットが多く使われています。

(1) 発酵生産キモシン(FPC)

子牛の第4胃で生産・分泌されるキモシンの遺伝子を、微生物(大腸菌、酵母、カビなど)に組み込んで酵素をつくります。できた酵素はキモシン100%のため、チーズの品質改良や収量増加が期待できます。別名バイオキモシン、遺伝子組み換えキモシン、リコンビナントキモシンとも呼ばれます。

(2) 微生物性レンネット

1960年代、原料の子牛の胃が不足したことから代替物として使われ始め、カビ属のリゾムコール・ミィハイ、リゾムコール・プシルスが主に使われています。微生物性レンネットは、タンク培養で大量生産が可能なため安価ですが、たんぱく分解活性が強く、子牛のレンネットより強い苦味が出やすいのが欠点です。

(3) 植物性レンネット