チーズの欠陥と原因

チーズの欠陥と原因

チーズの種類	欠陥部分	考えられる原因
カッテージ	風味の欠陥:酪酸臭・発酵臭・飼料臭	・原料乳に問題がある。 ・ホエー排除が不十分である。 ・冷蔵庫へ入れる前の冷却が不十分だった。 ・保存温度が5°C以上あった。 ・器具の殺菌・滅菌が不十分だった。
ゴーダ	苦みが強い	・原料乳の殺菌温度が高すぎた。 ・原料乳のpHが低かった。 ・レンネットの添加量が多すぎた。 ・食塩添加量が少なかった。 ・熟成温度が高いと苦みを生じやすい。
	チーズがふくらんだ	・酪酸菌による酪酸発酵(熟成2~3ヶ月) ・大腸菌によるガス膨張(熟成1週間以内)
	組織がもろい	・スターターの品質や量の違いで過度に酸生成した ・セッテング時間が長すぎた。(pHが下がりすぎ: グリーンチーズはpH5.2)
ストリング	チーズの表面がヌルヌルする	塩水のpHがチーズのpHとあっていない　塩水に乳酸を数滴添加する、ホエーを混ぜるなどでpHを調製すると良い
	チーズの表面がブツブツと粗くなる	マッテングの時間が長すぎて、pHが下がりすぎてしまったストレッチテストをこまめに行い適時にストレッチングを行う。(ストリングチーズはpH5.3)

細菌汚染されたチーズの特徴

汚染菌	細菌の特徴	細菌汚染されたチーズの特徴	対策
大腸菌	人や哺乳動物等の腸内に常住し、糞便中に絶えず排出される。 飲料水や飲食物から検出された場合、排泄物で汚染されている証拠である。	熟成のごく初期段階で発生。 見た目も臭いも醜悪で、強い酸味がある。 内部がスポンジ状になる。	原料乳は殺菌する。 二次汚染防止のため、清潔な場所で製造する、手洗い、器具の洗浄・消毒等を徹底する。
黄色ブドウ球菌	代表的な化膿菌であり、エンテロトキシンという毒素を出す食中毒の原因菌でもある。	カットすると切断面に粘液が出る。	原料乳は殺菌する。 二次汚染防止のため、清潔な場所で製造する、手洗い、器具の洗浄・消毒等を徹底する。
リステリア菌	家畜全般・土壌など色々な環境に存在し、37°C前後で良く生育する。リステリア菌を原因とする食中毒では死亡に至ることもあり、特に妊産婦・乳幼児・免疫が落ちている人や高齢者等は注意が必要。	チーズの出来に影響しないので判定できない。	原料乳は殺菌する。 二次汚染防止のため、清潔な場所で製造する、手洗い、器具の洗浄・消毒等を徹底する。 チーズの出来に影響しない分 、より衛生面に注意が必要 。
酪酸菌	土壌菌の1つでチーズ中の乳酸から酪酸と水素ガスを生成する。 内生胞子という熱に強い形でも存在するので、チーズづくりに用いられる低温殺菌では死滅しない。	異常なガスホールができ、ひどいときには破裂する。 酪酸臭がする。	牛乳を汚染する原因がサイレージ由来なので、原料乳の品質管理が重要。 やむを得ない場合は、硝酸塩や塩化リゾチームなど異常発酵を抑えるものを添加する方法がある。

酪酸菌と酪酸発酵

特徴

土壌菌の1つてチーズ中の乳酸から酪酸と水素ガスを生成する。内生胞子という熱に強い形でも存在するので、チーズづくりに用いられる低温殺菌では死滅 しない。

汚染されたチーズの特徴

熟成２か月目くらいからガスホールを生成して異常膨張し、ひどいときには破裂します。

酪酸菌の耐熱性と滅菌温度

湿熱条件

80℃で30分、90℃で10分では全試験菌株が生存。

90℃20分では95％、100℃5分では30％の菌株が生存する。

滅菌温度

原料乳中の酪酸菌胞子数は、季節、乳質によって異なりますが、諸外国では0.1以下~10/ml であり、 また、試験では、チーズ乳の遠心除菌処理で排出される未滅菌スラッジ中には10~100/mlの酪酸菌胞子が検出される場合があることから、乳中に存在する酪酸菌胞子がたんぱく分解型のみであると仮定すると、この胞子を完全に滅菌するために必要な熱処理条件は、120℃で約20秒間、130℃で約4秒間となる。また、糖分解型のみであると仮定すると、その熱処理条件は、120℃で約4秒間、130℃で約1秒間となります。

諸外国では、通常、遠心除菌処理で排出されるスラッ ジは、脱気後、蒸気注入法で130~140℃の加熱処理を行なっており、酪酸菌胞子の完全滅菌を期待するためにはこの程度の熱処理条件が必要となります。

酪酸発酵の抑制

各種のチーズ製造では、酪酸発酵を抑制するためにチーズ乳へ硝酸塩の添加が一般的に行なわれていますが、添加した硝酸塩のままでは、たんぱく分解型胞子の生育を阻止できません。しかし、添加した硝酸塩は、チーズ熟成中にキサンチンオキシダーゼなどにより一部亜硝酸塩に還元されるので、酪酸菌胞子の発芽抑制には有効であると考えられています。我が国では、食品衛生法に基づき、硝酸カリウムのチーズへの使用が認められています。

硝酸カリウム

硝酸カリウムが酪酸菌の生育を抑制するのは、硝酸還元酵素（キサンチンオキシダーゼ）によって生成される亜硝酸塩の作用によるもので、硝酸塩はチーズの酸化還元電位を高めに維持し、偏性嫌気性である酪酸菌の生育を抑制、域いは遅延させる効果がある。尚、硝酸カリウムのチーズへの移行は、6.5%内外と言われています。

pH7.0において,たんぱく分解型胞子は,硝酸カリウム3~4%で,また,亜硝酸カリウム 0.001~0.005%(100ℓで1g～5g)で生育が阻止されます。

なお、発酵調整剤として硝酸カリウムはチーズ、硝酸ナトリウムは清酒のみに使用が許可されています。

硝酸カリウムは、毒性が強い食品添加物の一つで、ADI（1日許容摂取量）と使用限度が定められており、ADIは、体重1kgに対して5mgです。チーズへの使用限度は、原料乳1Lに対して0.20g(100ℓで20g)です。

硝酸カリウムの発がん性は、体内で食肉に含まれるアミンと結合して、発がん性物質のニトロアミンを生成することで、また中毒症状は、胃腸の働きが弱っている乳幼児や高齢者が起こしやすくなっています。

硝酸カリウムは、水や野菜の中にも存在し、これらから、1日にADIの約14%を摂取しています。また、塩が含まれている水で中毒を起こすケースが多く、注意が必要です。

このように天然の食品からも摂取している物質ですから、気をつけたい食品添加物の一つです。

硝酸カリウムの添加量(小型ガスホールチーズの製造適正化試験結果より抜粋)

硝酸カリウムによる酪酸菌、プロピオン酸菌、乳酸菌の生育に対する影響を試験した結果、酪酸菌は 50ppm 以上で生育が抑制されるのに対し、プロピオン酸菌、乳酸菌は 100ppm でも菌数が増加しており、生育に影響はないことが示唆された(図)。このことから、硝酸カリウム は

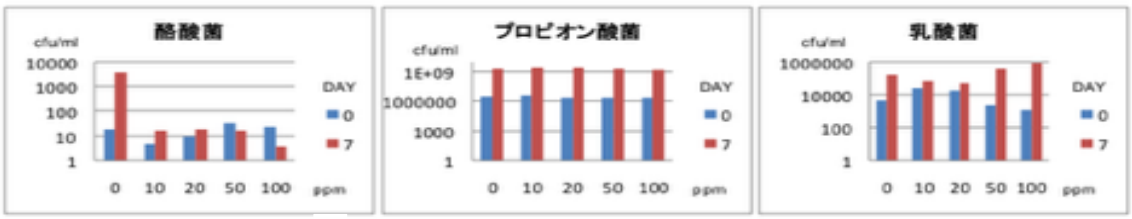

図　　硝酸 K の微生物生育への影響（抑制効果）

50~100ppm の範囲で添加する場合には酪酸菌だけを効果的に抑制し、他の菌への影響はないと考えられる。
50ppmは2万分の1で、100ℓの原料乳に5g添加することを意味する。
100ppmは1万分の1で、100ℓの原料乳に10g添加するこを意味する。
いずれも、ADIの4分の1から2分の1の範囲である。

酪酸菌の生育環境

編成嫌気性菌で酸化還元電位の低い環境下で生育する。
多様な生育を示す微生物の中には、培地の酸化還元電位が生育に影響を示す場合が多い。

一般的に、
・培地の酸化還元電位が低い：嫌気度が高い
・培地の酸化還元電位が高い：好気的である
と言える。

したがって酪酸菌生育環境より高めの酸化還元電位を持つ乳酸菌をスターターとして使用するか、スターターに添加することで、酪酸菌の生育を抑えることができる(ゴーダチーズにおける酪酸発酵抑制に関する研究より抜粋)。

チーズ製造でできる対策

・熟成温度を下げる(低い温度では酪酸菌が発育しにくい)
・酪酸菌の影響を受けにくいチーズを作る(セミハード・ハード以外のチーズや、チーズ内に塩を混ぜてから型詰めするセミハードチーズ)
・硝酸塩などの有用添加物の使用
・チーズの酸化還元電位を高めに維持する事で酪酸菌の生育を抑制し得ることから、酸化還元電位を高めに維持するために乳酸菌スターターに乳酸桿菌の一つであるlactobacillus helveticus(CHR.HANSEN : LH-B02) のバルクスターターを乳量の1%以上加える。

三谷談

　三谷さんは長年、雪印乳業でチーズの製造を行ってきた方で、更別チーズ工房(野矢さん)の先生でもある。この方から酪酸発酵について伺ったさい、以下のような話があった。
　昔は今のようにスラッジミルクの遠心分離や殺菌が行われておらず、酪酸発酵により膨らんだチーズが多数発生したそうです。その対策について会社でも色々議論されていたが、その対策が見つからないまま一年以上が経過し、それと共に酪酸発酵したチーズの熟成が進み、試しに、このチーズを食べてみると美味しいチーズとなっていたそうです。これを確かめるために、他の酪酸発酵したチーズを一年熟成させてから食べてみると、どれも美味しいチーズとなっていたそうです。すなわち酪酸発酵したチーズは一年以上ほったらかしにして(熟成させて)から、見た目が悪いのでシュレッドチーズとして食べた方が良いとのことでした。

ゴーダチーズの苦味はどうすれば防げるか

チーズの苦味のもとは、レンネットや、ある種の乳酸菌（苦味株）が乳の成分に働きかけて生成する苦味ペプチドです。製造条件が適正であれば、通常は、苦味ペプチドは分解されてチーズに移行することはありませんが、何らかの要因で生成と分解の均衡が崩れると、苦味となって製品に残ります。次の点に注意して最適の製造条件を確立します。

[乳の殺菌温度]	高温であるほどレンネットがチーズに移行し苦味を生じやすい。
[乳のpH]	高いほどレンネットがチーズに移行しやすいが、高酸度乳の使用、スターターによる乳の前熟、スターターの大量接種によってpHは低下する。
[スターターの種類]	苦味株を含むスターターの使用は苦味を生じやすい。
[レンネットの添加量]	多いほど苦味を発生しやすい。
[クッキング温度]	低いとレンネットがチーズに移行しやすく、 また乳酸菌が減少しないので苦味ペプチドが増える。35℃以上（35～39℃）が望ましい。
[食塩添加量]	多いほうが苦味が弱まる。
[熟成温度]	高いほど苦味を生成しやすい。

カマンベールチーズに白カビ以外のカビが生えるのを防ぐ方法

洗浄しやすい熟成室で適切な管理を

異種カビの防止は、熟成中の管理が最重要。室内の洗浄殺菌が容易にできる構造の熟成室で雑菌を除去し、熟成中の温度湿度を適確に管理するとともに汚染空気が浸入しないように充分注意します。

分離した熟成室で

カマンベールチーズと他のチーズを同じ室内で製造すると、白カビで他のチーズが汚染されることがありますから、製造室を分離するのが理想です。

［室内の殺菌］	熟成室内の殺菌は塩素水の噴霧やオゾン処理などの方法で行いますが、塩素水を使用する場合は金属部分の腐食に、オゾンを用いる場合は作業者の安全に注意を払う必要があります。 徹底した洗浄殺菌を行った後は、スターターに用いるものと同種の白カビを室内に噴霧して白カビの優勢を保ち、異種カビが繁殖しにくくします。
［熟成条件］	室内の温度湿度を常に適正にし、作業のための出入りに伴う汚染空気の侵入を防ぐとともに、作業者は服装や作業そのものの清潔に配慮します。汚染は、拡大しないうちに処置するのが良策ですから、小さい変化を見逃さないことが重要です。 熟成初期や、空気の循環が悪いため高湿度の時、耐塩性、耐酸性の酵母などが発育して白カビの生育を妨げることがあります。その場合は、チーズの塩分濃度を調節して水分蒸発を促し、適度に乾燥させます。

チーズが病原菌に汚染されないようにするには

全行程の徹底した衛生管理

リステリア菌や大腸菌群などは人間の生活環境のどこにでも存在する可能性がありますから、製造設備と製造機器の洗浄殺菌、作業従事者の履物の区別や手洗いなどにより製造施設を清潔に保つことが重要で、特に注意すべきは次の点です。

[洗浄]	製造に使用した機器は洗剤を用いて入念に洗浄します。洗い残しは殺菌不良の原因となる他、細菌の増殖、二次汚染を起こす恐れがあります。また、機器に傷があると洗浄が充分できなくなることがあるので、この点にも常に注意します。
[殺菌]	製造に使用する機器は、使用する前に殺菌します。蒸気による殺菌が最良で、機器の表面温度が85℃になってから10～15分間保持しますが、蒸気が液体になる部分（ドレン）は温度が充分上がらない場合があるので注意し、蒸気が溜まりやすい箇所は配管のネジを緩めてドレンを抜きます。 蒸気による殺菌ができない機器は、塩素水などに浸漬して殺菌します。
[手洗い]	手を石鹸でよく洗った後、100ppm程度の塩素水で消毒します。 100ppmの塩素水は、 市販の次亜塩素酸ソーダ20ミリリットルを水20リットル(バケツ1杯程度)に加えて調製しますが 、有効塩素濃度が低下したものを使い続けることのないよう、 こまめに更新します。

殺菌乳の汚染防止

原料となる生乳の確実な殺菌が第一の前提ですが、殺菌済み乳の汚染防止も重要で、次の点に留意する必要があります。

・	殺菌機に入れる際に生乳をはねさせない。 タンクの内壁や蓋などに付着した飛沫が充分殺菌されず、殺菌済みの乳に混入して二次汚染の原因となる。
・	殺菌済みの乳と未殺菌の生乳を接触させない。 二次汚染のもとになる。さらに、殺菌済みの機械器具と未殺菌乳の接触も避ける。
・	殺菌機の温度計を確実に管理する。 アルコール温度計は狂いが生じやすいので、少なくとも月に１度は試験室で標準温度計と比較し、誤差に応じた補正を行って常に正確な殺菌温度が保持できるようにする。比較試験の結果と補正内容は必ず記録し保存する。