平成23年度　成績概要書

研究課題コード：　2106－124211（重点研究）

１．研究成果

１）研究成果名：小規模チーズ工房における原料乳の酪酸菌制御法とそれを用いた中温熟成法

（予算課題名:小規模工房におけるﾌﾟﾚﾐｱﾑﾁｰｽﾞ製造を可能とする原料乳の酪酸菌等の制御法とﾁｰｽﾞ熟成法の確立(H21-23)）

２）キーワード：　酪酸発酵　小規模チーズ工房　酪酸菌数　最確数法　中温熟成

３）成果の要約：酪酸菌数が150MPN/L以下の高度清浄原料乳を用い、15℃で2ヶ月以上の熟成により、酪酸発酵のリスクが少なく、うま味や香りの強いチーズ製造ができる。高度清浄原料乳の生産には、牛体や蹄の汚染防止等の搾乳衛生対策が必要である。酪酸菌数の測定は、パウチを用いた最確数法により、小規模工房で実施可能である。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：根釧農試・研究部・乳牛G・窪田明日香

２）共同研究機関（協力機関）：帯広畜産大学、（株）べつかい乳業興社

３．研究期間：平成21～23年度（2009～2011年度）

４．研究概要

１）研究の背景

小規模チーズ工房(以下、小規模工房)では、特色のある製品の開発が求められている。熟成温度を低温域(9℃以下)から中温域(12-16℃)に上げて風味を高めることは特色のあるチーズを製造する手段の1つである。しかし、小規模工房でも主として製造されているゴーダチーズでは、熟成温度を高めると酪酸菌による熟成中期(1～2ヶ月)での異常発酵(大きなガスホールや亀裂)や異常風味が問題となる。この対策として小規模工房では、風味醸成に時間がかかる低温熟成に頼らざるを得ないのが現状である。熟成温度を中温域にするには、酪酸発酵のリスクが少ない高度清浄原料乳を生産する必要がある。高度清浄原料乳の酪酸菌数水準および中温熟成条件はチーズの種類やサイズで異なり、小規模工房で多く製造されている1kgサイズのゴーダチーズについては検討されてない。

２）研究の目的

酪酸発酵のリスクの少ない高度清浄原料乳の生産方法とそれを用いたチーズの中温熟成法を検討する。

５．研究方法

１）中温熟成に適した原料乳中酪酸菌数の水準の検討

・ねらい：小規模工房の日常検査法として利用できる酪酸菌測定法の提案と酪酸発酵リスクが低い原料乳中酪酸菌数を明らかにする。

・試験項目：原料乳中酪酸菌数水準と酪酸発酵の関連

２）酪農場における高度清浄原料乳の生産方法

・ねらい：酪農場における乳中への酪酸菌混入リスクの要因を明らかにし、その低減法を示す。

・試験項目：原料乳中酪酸菌数、牛舎環境中酪酸菌数、乳頭付着酪酸菌数

３）チーズの中温熟成技術の開発と商品化

・ねらい：チーズ風味を高める中温域を検討し、小規模工房(以下、A工房)における中温熟成チーズの商品化を行う。

・試験項目：熟成期間、熟成温度、遊離アミノ酸量、官能検査

＊注)原料乳：チーズ製造に用いる乳、バルク乳：農場のバルククーラーに貯蔵している乳、路線乳:乳業工場受入れ乳

６．研究の成果

1)-(1)従来の酪酸菌測定法(試験管を用いた最確数法:検出域300-110000MPN/L)とパウチ(酸素透過性が低い袋)による嫌気培養法をもとに、検出域が低く(3-1100MPN/L)小規模工房でも測定が可能なパウチを用いた最確数法を示した。

1)-(2)CTスキャンの観察では、15℃で熟成したチーズの異常膨張は5週目に確認され7週目で顕著となった。

1)-(3)酪酸菌数が150MPN/L以下の原料乳を用いた場合、15℃でも酪酸発酵による異常膨張がみられなかった(図1)。

2)-(1)根室管内の路線乳(60試料)のうち酪酸菌数が150MPN/Lを超えた割合は、68.3%であった。季節別では、冬期が77.5%であったのに対し夏期では50.0%と低い傾向が認められた。

2)-(2)昼夜放牧実施農場の原料乳中酪酸菌数は、放牧期ではすべて10MPN/L以下であったのに対して、舎飼期では変動が大きく、150MPN/Lを超える場合があった。

2)-(3)サイレージ(TMR)を給与している9農場において、牛舎環境中の飼料や糞便、乳房付近の敷料すべてから酪酸菌が多く検出され、平均値はそれぞれ3.6×10^{3}MPN/g、1.3×10^{4}MPN/gおよび3.6×10^{3}MPN/gであった。このことから、これらがバルク乳へ酪酸菌が混入する要因であると推察された。

2)-(4)清拭後の乳頭付着酪酸菌数(7農場)の平均値とバルク乳中酪酸菌数の間に相関は認められず、また乳頭付着の酪酸菌数は糞便等に比べ極めて少ないことから、これ以外の要因がバルク乳中酪酸菌汚染要因であると考えられた。

2)-(5)牛体の後肢・蹄の汚染スコア(5農場)とバルク乳中酪酸菌数の間には高い相関が認められた(R^2=0.83、p=0.04)。乳中酪酸菌数の増加は、酪酸菌汚染源が搾乳中に直接または後肢・蹄などの牛体を介し混入することが示唆された。

2)-(6)牛体や蹄の汚染防止、ライナーの汚染対策と落下防止などの搾乳衛生対策を実施した農場ではチーズ原料乳中酪酸菌数が150MPN/Lを超える割合が対策前の34回中9回(26.4%)から、対策後は94回中2回(2.1%)に減少した(図2)。

3)-(1)A工房で製造した従来品チーズを15℃で熟成した場合の遊離アミノ酸量は、全ての期間(1～4ヶ月)において9℃または12℃に比較して多かった(図3)。官能検査では、15℃で2ヶ月熟成したチーズは9℃に比べ有意($p<0.05$)にうま味が強かった。よって中温熟成法は、熟成温度15℃・熟成期間2ヶ月以上がよいと判断した。

3)-(2)A工房の15℃で熟成した商品化チーズの遊離アミノ酸量は、9℃に対する比が2ヶ月目では1.3倍、4ヶ月目で1.2倍であった。官能検査でも熟成2および4ヶ月目で熟成温度9℃に比べ香りが有意($p<0.05$)に良いまたは強いと判定された。15℃で4ヶ月熟成した商品化チーズは従来品(9℃・2ヶ月)に比べ遊離アミノ酸量とうま味に関与するグルタミン酸量は2倍以上であった(図4)。15℃で4ヶ月間熟成したゴーダチーズを平成24年4月に販売予定である。

＜具体的データ＞

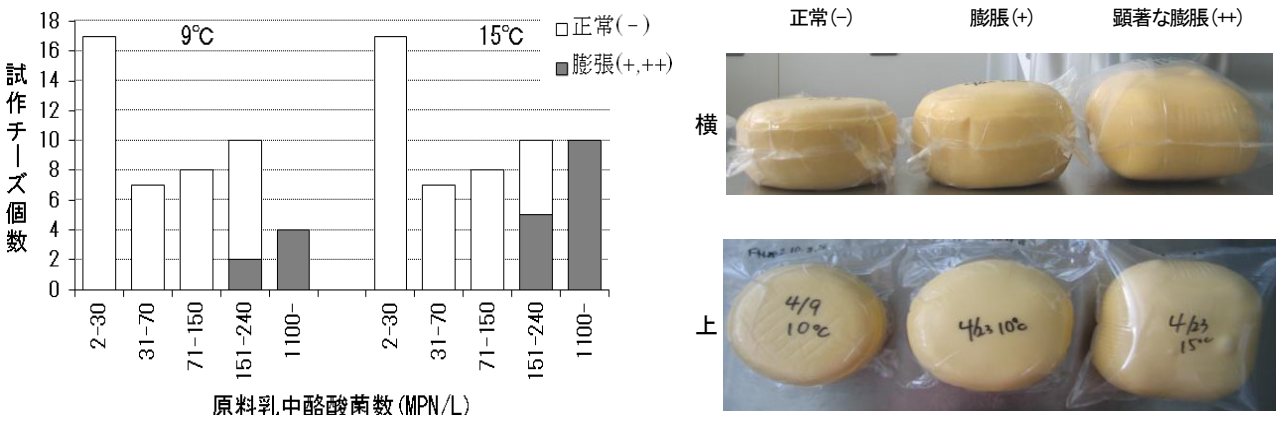

図１　原料乳中酪酸菌数と熟成中に膨張がみられたチーズ個数

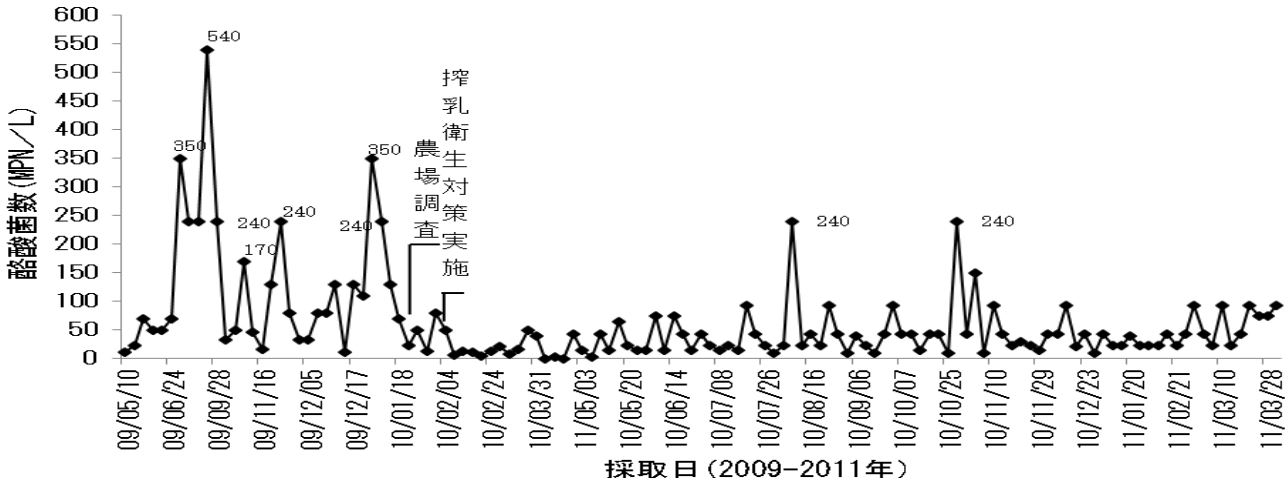

図２　搾乳衛生対策を実施した農場におけるチーズ原料乳中酪酸菌数の推移

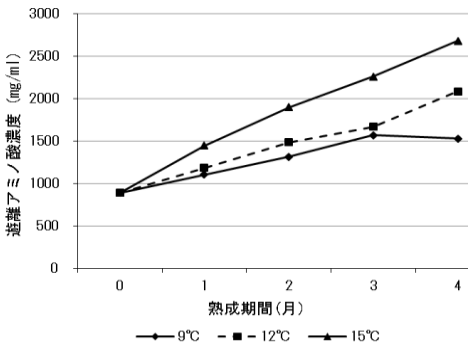

図３　熟成温度別チーズ中遊離アミノ酸量の推移

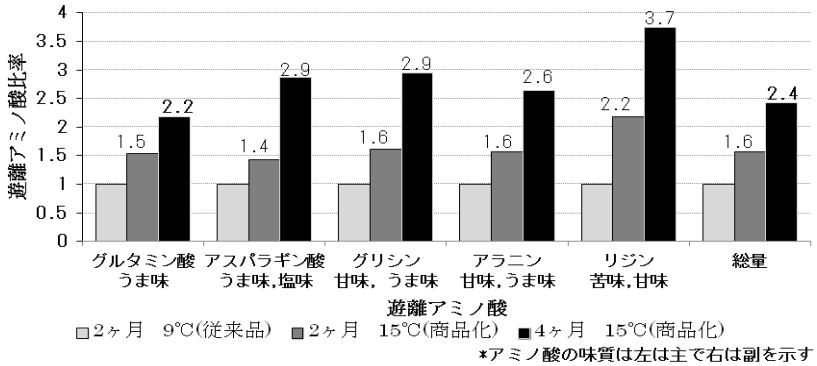

図４　Ａ工房における従来品と商品化チーズの各遊離アミノ酸量の比較
（2ヶ月・9℃の従来品を１とする）

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

(1)本成績は、小規模チーズ工房における中温熟成チーズの製造に利用できる。
(2)本成績は、1kg サイズのゴーダタイプチーズで得られた成績である。
(3)中温熟成チーズを製造する場合は、そのつど原料乳中酪酸菌数を測定する必要がある。
(4)中温熟成チーズは各小規模工房の販売方針に合わせて熟成期間やスタータを検討する必要がある。

２）残された問題とその対応