



Title	山羊乳に関する研究
Author(s)	前野, 正久; MAENO, Masahisa
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(2), 169-175
Issue Date	1954-10-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11579
Type	departmental bulletin paper
File Information	2(2)_p169-175.pdf



山羊乳に関する研究

前野正久

(北海道大學農學部畜産製造學教室)

Studies on the Goat's Milk.

By

MASAHISA MAENO

(Institute of Dairy Science, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan.)

緒言

我國に於て、山羊乳の缺陷である所謂山羊乳臭及び脂肪球が牛乳より小さい事、其の他牛乳と異なる性質の爲、其の利用は牛乳に比し抑制されているのである。又集乳の困難な事を加え山羊は農家の家用乳を得る爲に飼養する事が本道であると説く人もある。然し我國の様な狭い山丘の多い濕島で高度に草を利用する爲には山羊を多く飼育する事が必要であると信ずる。更に都會に近い地方で之亦高度に草を利用するには小規模の山羊飼育も必要であつて、將來市乳として山羊乳の需要を増加させる事は困難ではなく且有望と考え従來研究を行つて來た。先ず山羊乳の一般性質と山羊乳臭の本体の究明更に山羊乳の利用に就て札幌近郊、道立瀧川種羊場、福島縣農林省種畜場に於ける山羊乳を使用して研究した結果を報告する。

I. 山羊乳の一般性質

供試山羊乳の一般組成は第一表に示す様なものである。

第1表 山羊乳一般分析結果 %

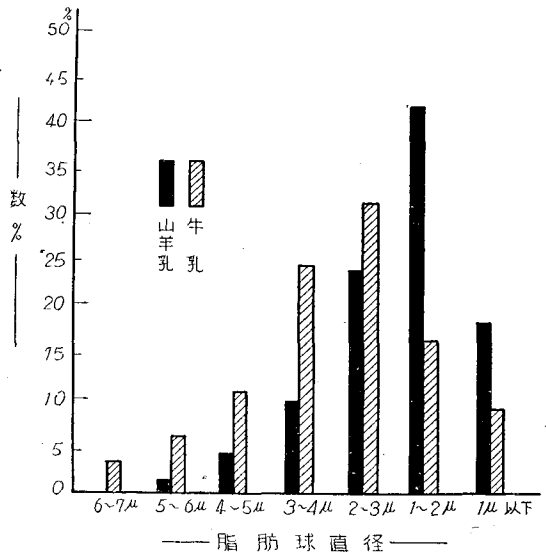
酸度	全固形分	脂肪	蛋白質		乳糖	灰分
			カゼイン	アルブミン		
0.16~0.24	12.66~16.62	3.5~5.8	3.0~3.5	0.6~1.0	4.6~5.2	0.8~0.9

以上の如く乳糖を除いては各組成共相當の差があるが之は特に札幌附近の雜種山羊乳に於て飼料が一定せず、夏期に青草を給與した場合脂肪率

の低い低濃度の山羊乳が得られる結果である。然し之等の山羊乳も冬期には相當高い脂肪率を示す様になる。而して濃厚山羊乳の酸度は新鮮な時も0.18%以上が多く、之は我國で現在山羊乳の酸度0.18%以下と規定している事の當を得ていない事を如實に物語つている。

次に山羊乳脂肪球の大きさ及び其の分布は第1圖の如くであつた。

第1圖 脂肪球の大きさ及びその分布状態



上圖で分る様に山羊乳の脂肪球は直径1~2ミクロンの小さいものが多く反對に7ミクロン以上のものは殆んど見られない。従つて山羊生乳を靜置しても脂肪球の浮上りは牛乳に比し著しく少

なくクリームラインは殆んど生じない。此の性質は山羊乳を殺菌して市乳とする場合著しい長所となるものである。次に山羊乳と牛乳の鑑別を風味及びクリームラインの程度以外に試験する方法について実験を行つた結果は次の如くである。

II. 山羊乳鑑別法

1. Steingger による鑑別法

山羊乳と牛乳との簡易鑑別法とされる Steingger 法に對して検討した結果は次の如くである。

第 2 表 Steingger の牛乳、山羊乳鑑別試験

時間	山羊乳	牛乳
30分	粘度著しく大	脂肪層割然、乳清は帶黄色
1時間	乳清は均等に凝固、蛋白により潤濁	脂肪層は凝固、蛋白を有し分界線判然
2時間	乳清は凝固、蛋白により潤濁	大体同上

その方法は供試乳の 20 cc を試験管に入れ、25% のアンモニア 2 cc を加えよく全体を混和し 50°C に 30 分～2 時間保つのである。

その結果は 30 分で牛乳と山羊乳の差を大目見分ける事が出来るのである。之は脂肪球の大きさの差によるものと思われる。次に供試山羊乳に對する耐熱性の一尺度であるアルコール試験及び

加熱の有無程度鑑別である storch 試験を行つた。

2. Storch による鑑別法

storch 試験は試料 10 cc に 0.2% H₂O₂ 水溶液 3 滴及び 2% Para phenylen diamin 水溶液を 3 滴加えて生ずる青色度を見るのである。

storch 試験の結果は次の如くである。

第 3 表 Storch 試験の山羊乳及び牛乳の差

加熱温度 °C	加熱時間 分	山羊乳		牛乳	
		加熱直後	冷却後(25°C)	加熱直後	冷却後(25°C)
75	8	赤紫色	—	赤紫色	—
〃	9	稀赤紫色	濃赤紫色	稀赤紫色	濃青紫色
〃	10	無色	赤紫色	稀青紫色	青紫色
〃	14	〃	無色	無色	無色に近し
〃	5	赤紫色	—	濃青紫色	—
77	7	無色	淡赤紫色	淡青紫色	青紫色
〃	8	〃	赤紫色	無色	淡青紫色
〃	9	〃	無色に近し	〃	微青紫色
〃	2	赤紫色	赤紫色	濃青紫色	濃青紫色
80	4	無色に近し	淡赤紫色	淡青紫色	淡青紫色
〃	6	無色	無色に近し	無色	無色に近し
備考	85°C 以上は無色				

以上の如く山羊乳は牛乳と比べてその中に含まれるパーオキシターゼは加熱に依つて破壊され易く、75°C 10 分でストルヒ試験は (-) となるのに對し牛乳は (+) となるのに 14 分を要する。

3. アルコールによる鑑別法

普通正常牛乳は 70% アルコール試験では凝固を見ない。ところが山羊乳ではアルコール試験

の結果は 70% の時は酸度が比較的低いにも拘らず (+) となるが加熱によつては凝固せず、之は明らかに牛乳と異なるところで興味がある。又 68%、65% のアルコール試験でも (+) となるものも多く、之はカゼインが多い爲もあるが明らかに牛乳のカゼインと比べて脱水され易いカゼインミセルと考えられる。然し此の際豫めエアレーションを行う

と凝固は(-)となるのも興味ある問題である。

III. 山羊乳臭の本体に就て

山羊乳はその有する不快臭のため乳固形物以上如く牛乳より遙に多量に含まれ、栄養價は高いのにも拘らず一般の需要は少なく敬遠され勝である。

そこで不快臭の原因の探究を目的として先ずその本体の探索を行つた結果大体究明し得たのでその結果を述べる。

實驗に用いた試料は札幌山羊乳協會の夏期の生産乳であり當教室附屬製乳所に於て處理したものに就て行つたのである。

文献に依ると山羊乳臭は Hirzinsäure (英語では Hircine 或は Hircic acid) によるとされているが、それが各種の同族脂肪酸の混合物であるという以外、その脂肪酸の種類を明記しているのをまだ寡聞にして見ないのである。

筆者は以前綿羊肉臭に就て實驗を行いそれが各種の水に不溶の揮發性脂肪酸の混合物である事を確めたので大体同様な推論の下に以下の實驗を行つたのである。

又煉粉乳、アイスクリーム、チーズ等の乳製品を實際に製造しても臭は依然残存したのである。

そこで脱脂乳を水蒸氣蒸溜したところ臭は變り所謂山羊乳臭は得られなかつたのである。

その爲次に新鮮な山羊乳クリームよりバターを製造して山羊乳脂肪を調製し之を同様に調製した牛乳脂肪と比較して先ずその屈折率、酸價

及び特數を測定したところ第4表の様になつた。

第4表 供試牛乳及び山羊乳脂の揮發性脂肪酸各價比較

試料	屈折率 25°C	A.V.	R.M.V.	P.V.	K.V.	A.價 B.價	
						A.價	B.價
牛脂	1.4585	0.0945	28.5	2.5	21.0	5.9	31.0
山羊乳脂	1.4590	0.281	29.3	2.7	21.5	6.2	31.5
備考	K.V.は Revis & Bolton 法に依る。						

第4表に依り特數及び屈折率に於て殆んど大差は認められないが酸價と遊離の揮發性の脂肪酸が山羊乳に於て多く、之が山羊乳臭の原因ではないかと考えられた。尙牛乳及び山羊乳の新鮮バター(水分約15%含有)を水蒸氣蒸溜したところ溜出液を中和するのにバター1gに就いてKOHを夫々0.084mg及び0.28mgを消費した。即ち明らかに山羊乳バターは少量ではあるが揮發性脂肪酸を牛乳バターより多く含有する事を知つた。

そこで次に山羊乳脂から揮發性脂肪酸の採取を行つた。即ち山羊乳バター100gを鹼化して稀硫酸を添加し混合脂肪酸を蒸溜しエーテルで抽出乾燥したのであり之により5~7gの混合脂肪酸を得た。而してこの臭を調べたところ明らかに強い山羊乳臭を有していた。尙水溶部には特有臭がなかつたのである。

次に此の混合脂肪酸を減壓蒸溜し5~10溜分に分ち各々の臭を検した。

その結果最初の減壓蒸溜部は殆んど酪酸の臭であるが次第に山羊乳臭を帯び申溜部で最も臭が強く最後は又別な臭となつた。尙揮發性脂肪酸の沸點は第5表の如くである。

第5表 揮發性脂肪酸の沸點、融點、屈折率

試料	分子式	融點 °C	沸點		屈折率
			750mm	減壓	
酪酸	C ₄ H ₈ O ₂	-8	119.9	75/25mm	1.399/20°C
イソ酪酸	〃	—	155.5	—	—
パレリアン酸	C ₅ H ₁₀ O ₂	-18~-20	185.5	87/15mm	1.407/19.1°C
イソパレリアン酸	〃	-51	174.0	—	1.4018/22.4°C
カプロン酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	-5.1	204.5	113/25mm	1.4145/19.6°C
イソカプロン酸	〃	7~8	207.7	—	—
カプリール酸	C ₈ H ₁₆ O ₂	16.5	237.5	139/25mm	1.4268/21°C
ベラルゴン酸	C ₉ H ₁₈ O ₂	12.5	253.5	—	—
カプリン酸	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	31.5	268.5	146/10mm	1.4286/40°C

第5表に於ては C₅~C₈部に臭が強い様であつた。

之は山羊乳脂を鹼化し蒸溜の際揮發性全脂肪酸量の約20%の油状に浮ぶ不溶性脂肪の臭が著しく山羊乳臭を有していた事からも裏付けられる事と思はれる。然し眞の山羊乳臭は全部の混合物に酷似していた。

その爲次に各揮發性脂肪酸の検出を行つて見たのである。その結果は第6表の如くになつた。

第6表 山羊乳バターの揮發性脂肪酸の凝固點

試料	屈折率	凝固點 °C		
		++	+	±
1	1.4125	-18	-15	+5
2	1.4170	-27	-18	-2
3	1.4202	-21	-19	+3
備考	揮發性不溶性混合脂肪酸の凝固は+6°C, 従つて Capron, 及び Capryl の混合物が主体			

此の表に於て注目すべき事は揮發性混合脂肪酸の凝固點が意外に低く且つ屈折率も大であつた事である。

依つて次に混合脂肪酸の沃素價, 中和價を測定したところ第7表の如くになつた。

第7表 山羊乳脂揮發性混合脂肪酸の沃素價及び中和價

沃素價	中和價	平均分子量
1.20	463.8	135.7
備考	沃素價は Hüble 法による。	

尙揮發性脂肪酸の各價は第8表の如くである。

第8表 揮發性脂肪酸の沃素價及び中和價

試料	沃素價	中和價	分子量
酪酸	0.36	637.05	85.06
ヴァレリアン酸	1.32	549.59	102.08
カプロン酸	0.33	483.28	116.09
カプリル酸	0.55	389.23	144.13
ペラルゴン酸	1.83	354.75	158.14
カプリン酸	0.31	325.86	172.16
備考	沃素價は Hüble 法に依る。		

之に依り現在迄のバター中の既知揮發性酸の外に他の脂肪酸の存在が考えられる。

即ち凝固點の異常に低いのはヴァレリアン酸

及びイソヴァレリアン酸の存在を, 又沃素價, 屈折率の高いのはペラルゴン酸等の存在を思わせるので各金屬鹽を調製しその結晶を生成せしめた所第9表の様になつた。

第9表 脂肪酸の検出

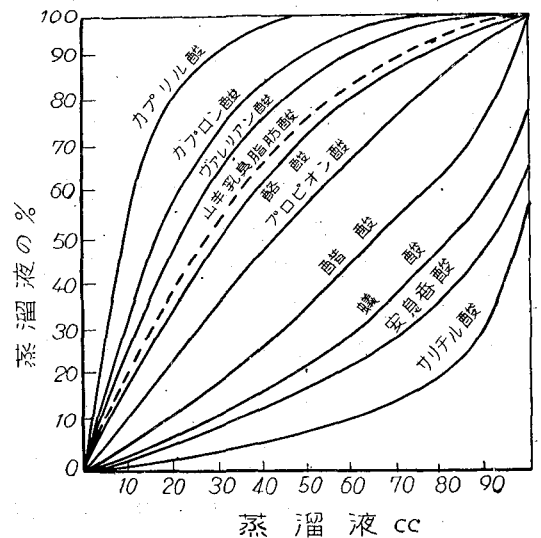
試料	結晶状態
ヴァレリアン酸	銀鹽結晶 小葉狀 +
イソバレリアン酸	銅鹽結晶 柱狀, 塊狀, 針狀 + + +
カプロン酸	亞鉛鹽結晶 / / /
カプリル酸	鐵鹽結晶 無晶形沈澱

山羊乳脂揮發性混合脂肪酸の各金屬鹽結晶中にみられた結晶形には + を付した。

大体以上に依つて明らかに山羊乳にはヴァレリアン酸の存在を知り得たのである。

次に Duclaux 法に依つて揮發性水溶性脂肪酸を分割蒸溜滴定して曲線を作成したところ次の様になつた。

第2圖 Duclaux 法揮發性脂肪酸検索及び定量曲線



此の方法は次の如くである。即ち揮發性脂肪酸の1~2%水溶液110ccを蒸溜しその10ccづつを正確に分溜し9ヶを取る。その各々を水酸化バリウムで滴定し脂肪のバリウム鹽を秤量し, バリウムを差引いた残りを脂肪酸量として曲線を作成するのである。

之により明らかに酪酸を主としより高級の脂肪酸の混在を知つた。尙揮發性混合脂肪酸にはアルデヒドとケトンの反應は見られなかつたのである。

山羊乳臭の除臭に就いて

山羊乳臭の除臭であるが山羊乳は吸収性が強い爲に山羊の混合飼養を避け、出来るだけ清潔にする事によつて或程度防ぐ事は出来るのであるが、強く攪拌する事も又効果は認められる。實驗では壓搾空氣の吹込み (Aeration) を行つたところ

著しく不快臭が減少したばかりでなく新鮮山羊乳に多いアルコール試験に依る2等乳を (之はカゼインの膠狀性が牛乳と異なる爲と考えられるか) 1等乳とする事が出来るのである。

更に完全に除臭をするには山羊乳に蒸氣を吹込めば良い。蒸氣吹込は原料乳の多寡に依つて多少異なるが5~15分で充分である。その結果は第11~12表の様にアルコール試験は陰性となるばかりでなく耐熱性を著しく高める事が出来る。之は煉粉乳の製造には特に効果がある。

第10表 除臭山羊乳の一般組成 %

試料	70%アルコール試験	酸度	水分	全固形分	脂肪	蛋白質	乳糖	灰分
正常乳	+	0.184	87.06	12.94	3.83	3.04	5.24	0.83
除臭乳	-	0.134	89.63	10.37	3.26	2.65	3.82	0.64
備考	除臭乳は生蒸氣を5分吹込む、温度85°Cに上昇約20%増量							

第11表 山羊脱脂乳加熱凝固試験

試料	酸度 %	70%アルコール試験	加熱凝固温度及び時間			
			120°C. 5分	120°C. 20分	120°C. 30分	130°C. 20分
生脱脂乳	0.189	##	##			
10分水蒸氣吹込、除臭乳	0.153	-	-	-	-	+
10分水蒸氣吹込、3時間空氣吹込	0.162	-	-	-	-	+
95°Cにて3時間泡立攪拌乳	0.180	+	-	-	+	
備考	蒸氣吹込みにより15kg.の原料は17kg.に増量するが試験は加水して同一濃度とす。					

第12表 山羊乳クリーム加熱凝固試験

試料	酸度 %	70%アルコール試験	脂肪 %	加熱温度及び時間			
				105°C. 5分	115°C. 5分	120°C. 5分	130°C. 5分
生クリーム	0.10	##	18.5	+			
15分蒸氣吹込除臭クリーム	0.09	+	18.0	-	-	-	+
95°Cにて3時間泡立攪拌	0.09	##	17.5	+			
備考	クリームの濃度は同一とす。						

以上の實驗により山羊乳臭はやはり揮發性脂肪酸の混合臭であり遊離のカプロン、カプリンの兩酸に加え酪酸、バレリアン酸、イソバレリアン酸等の夫々の有する悪臭の混合による事が明らかになつた。

山羊乳臭は Concussion を避けて高温で強く泡立てるか生蒸氣を吹込めば殆んど除き得る。然

し減壓の下にスーパーヒーティングを行えば短時間に除臭し得る。

IV. 山羊乳による乳製品の製造

先ずクリーム分離に對する實際の試験の結果山羊乳は牛乳より分離し難い事が分つた。然しセパレーターボールの回転數を牛乳より多くする事

により 0.1% 以下の脱脂乳を容易に得る事が出来る。

次にバター製造であるが之は牛乳の場合と殆んど變らぬ方法で容易に製造し得る事を知つた。ただ山羊乳バターは殆んど無色であるので脂肪に着色して商品價値を高め様と實驗を進めた結果、アナトー色素のない場合は極少量のビスマルクブラウンを原料クリームに添加する事により淡色の牛乳バターと酷似の色調を呈せしめ得る事を知つたが添加過度の時は褐色となるので注意を要す

る。尙バターミルクの脂肪損失は牛乳に比し多少多く約 0.7% である。

次にチーズ製造であるが第 13 表の様な小山羊の第 4 胃を用い前野の考案した鹽化石灰法によつてレンネットを調製しブリックチーズ、チェダーチーズを調製したのであるが山羊乳はそのアルブミンの多量のため、之に加えるレンネットは牛乳の場合より多くして凝固させる事が適當である事を知つた。

次に山羊乳チーズの醗酵に對する實驗を行つ

第 13 表 レンネット調整に用いた小山羊(牡)第 4 胃の状態

No.	状態	生後年齢(週)	生体量(kg)	生第 4 胃重量(g)	乾燥重量(g)	粉末重量(g)
1		2		31.0	6.0	4.5
2		2		25.0	4.3	3.2
3		1	3.0	25.5	4.8	3.8
4		1	3.5	31.0	5.7	4.5
5		2		35.0	7.2	5.0
6		2		32.0	6.2	4.5

たのである。その際チーズの發黴を防止する爲燻煙を行いその醗酵状態を燻煙しないチーズと對照してその細菌數の消長と可溶性蛋白の消長を測定

したのである。その結果スモークチーズは著しく發黴を防止し得たが第 14 表の如く熟成は遅れたのである。

第 14 表 山羊乳チーズの醗酵状態

試料種類	試験種類	水分%	全窒素%	可溶性窒素%	細菌數(檢鏡)	細菌數(培養)
燻煙	チー	38.77	3.76	0.685	570,000,000	154,000,000
普通	チー	40.80	3.88	0.756	930,000,000	226,000,000

次に山羊脱脂乳に乳脂以外の他の脂肪を約 3% 添加し均質化してから特殊チーズを製造した所、山羊乳臭の極めて強い特殊の風味のチーズを製造し得た。目下青黴をスターターとした山羊乳チーズ製造研究を行いつつあり近く報告し得ると思う。

次に煉乳と粉乳であるが、之は全く牛乳の場合と同様な操作で外觀良好な製品が出来たが唯其の不快感な山羊乳臭は製造後も残るのである。

それで筆者は此の臭氣を除去する爲色々實驗を行つたがその最も簡単な操作は原料乳のエアレーションを行うことであり、1 時間で激減する事を知つたのである。

次にアイスクリームの製造に於ては香料を多少多く加える事、及びフリーザーの温度を加減し且つ其の他の操作を工夫して組織を良好とすれば牛乳アイスクリームに劣らぬ製品を作り得る事を知つた。尙オーバーランは牛乳の場合より多く之は含有するアルブミンのためと考えられる。

次にカゼイン製造の場合牛乳と異なる所は、水洗の際カードが著しく細くなり勝の爲濾過には目の細かい布を使用しなければ損失が多くなる事である。

總括

札幌附近の山羊乳を主としてその一般性状を

調べ更に牛乳と異なる點を簡単に知る種々の鑑別法に就いて實驗した。

次に山羊乳の有する特有臭の本体と其の除去法に就いて研究した。其の結果山羊乳臭の本体は従來ヒルシン酸 (Hircic acid) と稱されて來た各種遊離の低級水溶性脂肪酸の混合臭である事を確めた。尙該脂肪酸中に酪酸を主としカプロン酸、カプリール酸の他にヴァレリアン酸、イソヴァレリアン酸を知り得た。

此の實驗の結果山羊乳特有臭の除去は加熱しつつ激しく蒸氣を吹込むか加熱減壓下に空氣吹込む事によつて大体其の目的を達し得たのである。

次に山羊乳を原料として各種の乳製品を製造したカ時に除去を行わぬ限り特有臭は製品に尙相當殘存する事を知つた。

尙本研究は農林省改良局應用研究費によつた。茲に謝意を表する。

Résumé

I experimented on general properties of goat's milk and differences or judgements between goat's milk and cow's milk.

Next as a result of researches on essential substances of goat's milk odor, I was able to recognize that its specific odor is so-called hircic acid and this acid in goat's milk was mixture of free butyric acid, caproic acid, caprylic acid, valeric acid and iso-valeric acid.

Consequently these acids are removed by mean of aeration into hot goat's milk or blowing into steam vapour.

Various goat's milk products have no small specific odor unless carry out removing method as mentioned above.