



Title	泌乳期における牛乳の組成特に無脂固形分の変化について
Author(s)	広瀬, 可恒; 上山, 英一; 長尾, 保義; 星野, 貞夫
Citation	北海道大学農学部附属農場報告, 12, 141-145
Issue Date	1964-02-28
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/13275">http://hdl.handle.net/2115/13275</a>
Type	bulletin (article)
File Information	12_p141-145.pdf



[Instructions for use](#)

# 泌乳期における牛乳の組成 特に無脂固形分の変化について

広瀬可恒・上山英一  
長尾保義・星野貞夫

## I. 緒 言

牛乳の取引において、従来所謂脂肪買いが慣行であったため、牛乳成分を代表する脂肪率に重点がおかれた乳牛の改良が進められてきた。しかし近年栄養的見地から牛乳成分に対する需要は、乳脂肪から無脂固形分(S.N.F.)にその重みに移行しつつあり、乳価の建値にこれが反映される傾向が世界的に強まってきている。そこで一方においては、牛舎あるいは集乳工場などの現場においても牛乳蛋白質含量あるいはS.N.F.含量を、乳脂肪率と同様に、迅速簡易に測定算出する方法の研究が進められており、他方においては牛乳蛋白質含量あるいはS.N.F.含量の高い乳牛の育種、およびこれら牛乳成分の生産を高める飼養法の確立の必要性が指摘されるに及んでいる。

著者らは乳牛の高蛋白質乳生産に関する研究の一環として、北大農学部附属第二農場に繋養中の乳牛群について、1乳期間における牛乳諸成分含量の変化を、特にS.N.F.含量との関連において検討を行なったので報告する。

なおこの研究は、文部省科学試験研究費の補助を受けて実施したものである。

## II. 試 験 方 法

1. 供試牛 北大第二農場繋養中のホルスタイン種延20頭、およびガーンジー種延10頭で、各個体の生年月日、供試時の分娩月日並びに産次は第1、第2表に示した通りである。

2. 試験期間 測定を実施した期間は1958年3月より1961年1月に至る間で、各供試牛共、分娩後半月日より半月毎に1回宛、ホルスタイン種

Table 1. Cows Used  
Holstein

Cow No.	Date of Birth	Date of Calving	Lactation No.
527	Nov. 6, '46	Sept. 27, '58	6
540	Nov. 28, '47	Jan. 1, '59	8
574	Apr. 24, '52	Oct. 27, '59	6
576	Aug. 27, '58	July 15, '58	4
"		June 27, '59	5
581	Dec. 21, '52	Dec. 10, '58	4
"		Dec. 18, '59	5
593	Sept. 29, '54	Aug. 28, '59	3
595	Apr. 30, '55	Feb. 19, '59	2
"		Mar. 15, '60	3
597	May 15, '55	Aug. 2, '58	2
"		Sept. 22, '59	3
598	May 28, '55	June 23, '58	2
602	Oct. 1, '55	Nov. 15, '59	2
603	Oct. 30, '55	Dec. 16, '58	2
604	Nov. 16, '55	May 8, '58	1
605	Jan. 4, '56	May 1, '58	1
606	June 18, '56	Nov. 12, '58	1
"		Mar. 25, '60	2
610	June 27, '57	Aug. 19, '59	1

Table 2. Cows Used  
Guernsey

Cow No.	Date of Birth	Date of Calving	Lactating No.
281	Aug. 19, '48	June 17, '58	7
282	May 5, '52	Mar. 23, '59	4
283	Apr. 21, '54	Oct. 26, '58	3
"		Oct. 10, '59	4
284	Apr. 24, '54	Feb. 2, '59	2
"		Apr. 26, '60	3
286	Oct. 10, '55	Feb. 27, '59	2
288	May 26, '56	Oct. 9, '58	1
"		Sept. 16, '59	2
289	Jan. 3, '57	July 12, '59	1

は10カ月間、ガーンジー種は8カ月間にわたって各牛乳成分含量の測定を実施した。

3. 牛乳成分含量の測定 分析試料は、2回搾乳の朝乳および夕乳を、生産乳量比に従って採取混合したものを用いた。組成成分の測定は固形分、脂肪(Gerber法)、蛋白質(Kjeldahl法)、乳糖(Lane-Eynon直接滴定法)および灰分について行ない、同時に泌乳量の測定も行なって、牛乳成分含量と比較検討した。

4. 飼養法 第二農場の慣行の飼養法で飼育し、この試験のために特別な飼料給与を行なわなかった。10月中旬から5月中旬までは、完全な舎飼方式で、粗飼料給与の基準は、体重100kg当り乾草1kg、デントコーンサイレージ4kg、家畜ビート3kg(又はビートパルプ0.3kg)で、濃厚飼料給与量は、蛋白質量16%程度の配合のものを、乳量の1/4~1/5の割合である。5月下旬より放牧を開始し、10月上旬までは夏型の飼養方式で、午前2時間放牧を行ない、このほか青刈りおよびサマーサイレージを体重100kgにつき5~6kgを給与し、放牧地の草生量に応じて、適宜乾草を補足的に与へ、濃厚飼料は乳量の1/7~1/8の給与量である。この間の青刈りはライ麦(5月下旬~6月上旬)、赤クローバー(6月中旬~7月上旬、8月中旬~9月上旬)、燕麦(7月中旬~8月上旬)、デントコーン(9月中、下旬)である。

### III. 試験結果および考察

1. 泌乳時期による牛乳諸成分の変動 供試牛の1泌乳期間中に、半月毎に測定した牛乳諸成分含量ならびに1日の泌乳量を、品種別に算術平均して、乳期の推移に伴う変動曲線として取りまとめ第1図に示した。

牛乳成分中、脂肪および蛋白質含量は、分娩後の初乳期をすぎると1~2カ月目まで、急速に減少し、以後漸増する傾向が見られたが、乳糖は前二者と逆の変化を示し、かつ変動幅も前二者に比較し、非常に少なかった。灰分含量は、初乳期後にやや高いが、それ以降は殆んど変化が認められない。従ってS.N.F.含量は蛋白質の変動と略等しい傾向を示したのに対し、全固形分曲線は変動の

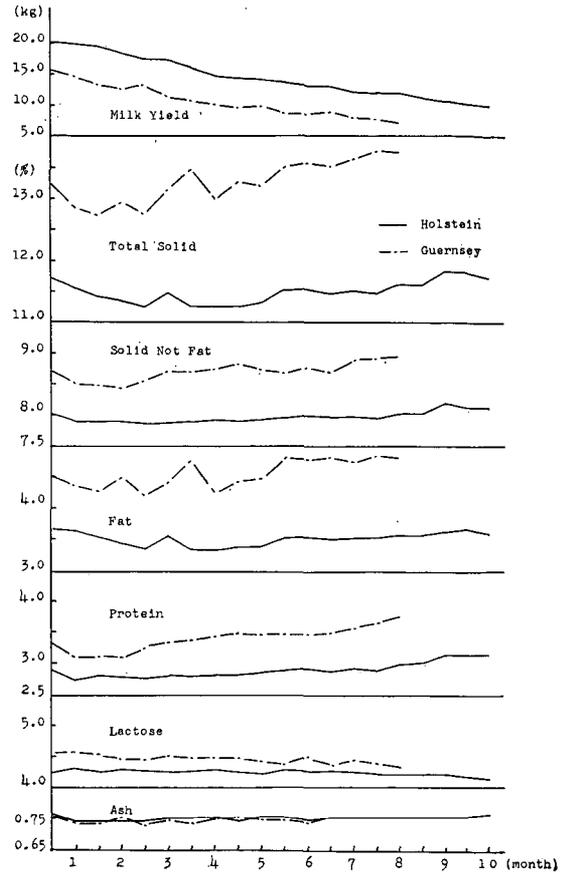


Fig. 1 Effect of Stage of Lactation

激しい脂肪含量の推移と似た動きを示している。

この図は、乳期以外に牛乳成分含量に影響を及ぼすと考えられる季節、ならびに飼養条件等の要因に対する補正が全くなされてないが、脂肪と全固形分の曲線以外は、比較的スムーズな一定の傾向を示す曲線を描いている。つまり脂肪を除く牛乳の諸成分含量は、乳期の推移によって蒙る影響が最も顕著であることを示していると解せられる。脂肪含量は、測定時毎の変動が他成分に比較してかなり大きく、第1図に示された脂肪率曲線からも、乳期以外の要因の影響を推察出来る。

S.N.F.中の蛋白質と乳糖と関係について、LEGATE<sup>9)</sup>は負の相関を認めているが、本試験においては、有意の負の相関を認めなかった。

灰分含量に関しては、S.N.F.含量の変動を考察するに当り、殆んど無視しうる程度の変化より認められない。

2. 牛乳諸成分の季節的変動 第2図に牛乳諸成分含量の月別の変動を、ホルスタイン種とガーンジー種とに分けて示した。泌乳期による補正を行っていないため、変動曲線はかなり複雑した様相を呈しているが、脂肪率は青草について乳量が著しく増加する6月上旬より8月下旬にかけて激減して最低となり、以後漸増している。蛋白質含量は、長い舎飼い末期の、乳牛の栄養状態のおちる4月下旬より5月上旬にかけて、最も低い値を示し、青草につく5月下旬より6月上旬に亘って急昇し、7月より8月の夏期にやや低下した。以後12月頃まで漸増し、それより4月下旬まで再び漸減した。しかしその変動幅は、脂肪率に較べれば遙かにせまい。乳糖も変動幅の少ない曲線ではあるが、蛋白質とはほぼ逆の傾向の推移を示している。ただ4月下旬から5月上旬へかけての低減、その直後の急激な上昇だけは、蛋白質と同様

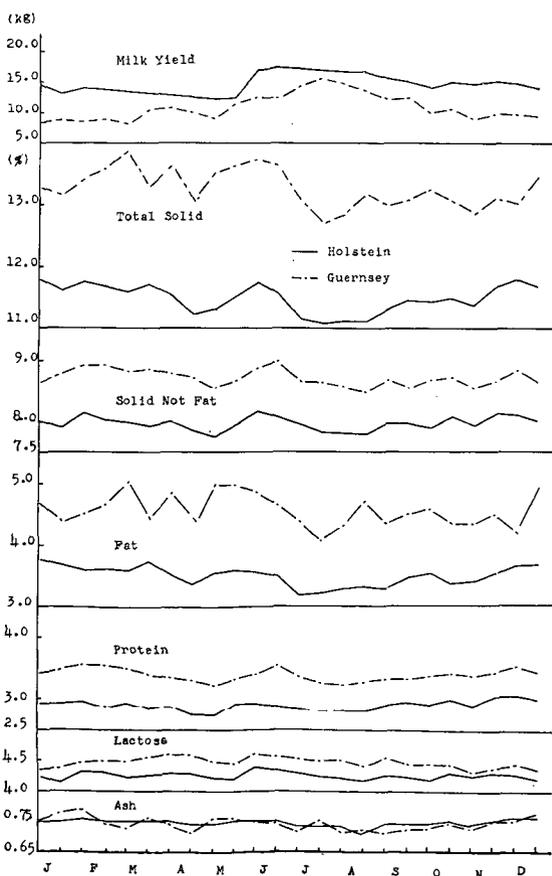


Fig. 2 Effect of Season

な変動である。灰分は他成分に比較して、全固形分、S.N.F. 含量への影響を殆んど考える必要のない程度の変化である。

S.N.F. の変動曲線は、ホルスタイン種およびガーンジー種ともに、大体同一傾向の推移を示し、蛋白質と乳糖含量の変動を反映して、4月下旬より5月上旬にかけての、はっきりした減少と、それ以後6月中旬頃までの急速な増加が特徴的である。それ以外は、夏期に僅かの低下が認められる程度で、脂肪率、全固形分等に較ぶれば、変動が少ない。S.N.F. 含量の著しい上昇が、放牧開始時期に起きていることは、放牧による何等かの影影が示唆せられ、WAITE<sup>10)</sup>等も同様な影響を報告している。BURTLETT<sup>9)</sup>等は、春先の放牧地の若草のあるものに多く含まれる estrogenic substances が牛乳の S.N.F. 含量の上昇に影響しているのではないかと、FOLLEY<sup>12)</sup>等の研究結果を基礎に考えている。一方 BROWING<sup>11)</sup>等は乳牛に Diethylstilbestrol を飼料に添加飼養した実験結果から、これを否定している。また Rook<sup>9)</sup>等および WAITE<sup>11)</sup>等は、春の放牧開始前に、飼養標準の 115~130% に相当する十分な栄養供給を行なった乳牛群にあつては、前述のような S.N.F. 上昇の効果が認められなかったことから、放牧開始後に認められる S.N.F. 含量の増加は、単に放牧による栄養摂取量の増大に起因するもので、若草中の特殊成分の影響ということを考慮する必要がないと結論している。このことは HOLMES<sup>5-7)</sup>等、BURT<sup>9)</sup>等の栄養摂取量と生産牛乳組成との関係についての研究成績からも推察されうる。当農場においても、4月から春季放牧開始の5月下旬に至る間は、粗飼料の端境期に当り、毎年各牛とも、やや低飼養の状態におかれるので、第2図の乳量の推移と併せ考察するとき、前述の栄養摂取量が、この時期に観察せられる S.N.F. 含量の大きな変動の主要要因となっているものと思考される。

以上の様な飼養条件の他に、気候的な要因も牛乳の S.N.F. 含量に影響しているかの如き様相が、7~8月の夏期の低下に認められるが、泌乳期による補正を施していない本実験成績からは、推論を控えたい。

3. 牛乳諸成分含量の相互関係 1 泌乳期間における牛乳諸成分含量の変動の相互関係, 特に S.N.F. 含量との関係を検討する目的で, 品種別にこれらの相関係数を求めて第 3 表に示した。

Table 3. Correlation Coefficient (r)

	Holstein	Guernsey
SNF × Protein	0.864	0.723
SNF × Fat	0.536	0.351
SNF × Lactose	0.291	0.068
SNF × Total Solid	0.772	0.643
SNF × Milk Yield	-0.357	-0.440
Fat × Protein	0.529	0.339

これによると S.N.F. 含量は, 蛋白質含量と最も高い正の相関があることが認められ, もう 1 つの主要構成成分である乳糖含量とは, その変動に相関性の乏しいことが明らかにせられた。また脂肪率との正の相関も見られるが, 蛋白質との相関係数程高くなく, 前項の知見等をも併せ考察するとき牛乳の S.N.F. 含量の変動は, 蛋白質含量の変動に最も大きく支配されると結論せられる。

乳量と S.N.F. 含量との関係は, 高くはないが一応負の相関を示したことは, 6 月より 7 月にかけての乳量増加に平行しての S.N.F. の上昇が, 寧ろ特殊的性格の一現象にすぎず, 泌乳期の進行に伴なう乳量の減少と, S.N.F. 含量の変動の相互関係が強く示されたものと解せられる。

次に第 4 表に牛乳諸成分測定値の変異係数を算出して示したが, 脂肪率が測定時毎の変動が最も大きいことが認められ, 従来乳牛の能力検定および牛乳の取引において, 牛乳成分を代表するものとして, 脂肪のみが採用されてきていることの妥当なりや否やの問題と併せ考えるとき, 将来大いに検討されて然るべき点であろう。

Table 4. Coefficient of Variation (%)

	Holstein	Guernsey
Fat	10.80	12.02
Protein	6.92	7.21
Lactose	3.19	2.36
Ash	3.88	4.42
Total Solid	4.71	4.02
Solid Not Fat	4.23	2.51

4. 品種間および個体間の差異 個体別 1 乳期間の牛乳諸成分含量の平均値ならびに

蛋白質含量/脂肪率, S.N.F. 含量/脂肪率の値を, ホルスタイン種牛については第 5 表に, ガーンジー種牛については第 6 表に示したが, 分散分析の結果, 殆んどすべての成分含量において品種間ならびに個体間に有意な差が認められた。また蛋白質含量/脂肪率, S.N.F. 含量/脂肪率の比較についても, 品種間および個体間に有意差が認められ, 今後高蛋白質牛乳の生産という点で, 育種上重要な配慮がなされるべき問題点であると思考する。

Table 5. Milk Composition (%)

Cow No.	Holstein							
	TS	SNF	Fat	Prot.	Lact.	Ash	P/F	SNF/F
527	11.48	7.91	3.57	2.88	4.20	0.74	0.778	2.171
540	11.01	7.76	3.25	2.76	4.19	0.71	0.819	2.344
574	10.70	7.57	3.13	2.61	4.14	0.75	0.810	2.395
576	12.09	8.19	3.90	3.28	4.05	0.76	0.825	2.087
"	11.38	8.02	3.36	3.02	4.13	0.75	0.882	2.347
581	11.54	7.88	3.66	2.81	4.19	0.78	0.748	2.135
"	11.05	7.64	3.41	2.60	4.18	0.77	0.743	2.206
593	11.83	8.15	3.68	2.88	4.41	0.77	0.768	2.193
595	11.40	8.01	3.39	2.87	4.33	0.72	0.831	2.292
"	11.61	7.91	3.70	2.79	4.33	0.71	0.733	2.132
597	11.89	8.27	3.62	3.17	4.23	0.75	0.850	2.241
"	11.75	8.21	3.54	2.87	4.51	0.75	0.781	2.272
598	11.50	8.08	3.42	3.02	4.23	0.74	0.860	2.322
602	11.95	8.09	3.86	2.85	4.39	0.75	0.728	2.060
603	11.58	8.09	3.49	3.05	4.21	0.74	0.880	2.333
604	11.74	8.11	3.63	2.97	4.33	0.72	0.750	2.194
605	11.23	7.90	3.33	2.85	4.21	0.74	0.793	2.231
606	11.55	8.03	3.52	2.93	4.24	0.77	0.806	2.234
"	11.17	7.88	3.29	2.86	4.16	0.76	0.850	2.366
610	11.17	7.78	3.39	2.79	4.14	0.76	0.795	2.267
Av.	11.49*	7.97*	3.52*	2.89*	4.24*	0.75	0.801*	2.241*
	±0.51*	±0.29	±0.41	±0.26	±0.17	±0.03		
LSD	±0.23	±0.12	±0.16	±0.09	±0.02			
	5%							

\* Significant at 1% Level a : Standard Deviation

**Table 6.** Milk Composition (%)  
Guernsey

Cow No.	TS	SNF	Fat	Prot.	Lact.	Ash	P/F	SNF/F
281	13.34	8.61	4.73	3.59	4.13	0.78	0.747	1.872
282	13.52	8.46	5.06	3.44	4.25	0.77	0.647	1.647
283	13.58	8.89	4.69	3.49	4.57	0.74	0.728	1.867
"	13.47	8.73	4.74	3.36	4.50	0.74	0.706	1.821
284	13.29	8.83	4.46	3.38	4.65	0.71	0.745	1.956
"	13.17	8.68	4.49	3.34	4.48	0.76	0.735	1.927
286	12.88	6.57	4.31	3.20	4.59	0.68	0.809	1.964
288	13.25	8.68	4.56	3.43	4.40	0.76	0.735	1.876
"	13.02	8.65	4.37	3.42	4.37	0.77	0.768	1.962
289	13.03	8.87	4.16	3.44	4.63	0.70	0.809	2.102
Av.	13.26*	8.70*	4.56*	3.40*	4.46*	0.75*	0.735*	1.899*
	$\pm 0.66^a$	$\pm 0.26$	$\pm 0.56$	$\pm 0.24$	$\pm 0.21$	$\pm 0.04$		

LSD  $\pm 0.23 \pm 0.11 \pm 0.25 \pm 0.11 \pm 0.07 \pm 0.05$

5%

\* Significant at 1% Level a: Standard Deviation

#### IV. 要 約

1. 北大農学部附属第二農場繋養の乳牛ホルスタイン種延べ20頭、ガーンジー種延べ10頭について、1乳期間半月毎に牛乳諸成分の測定を行ない、その変動の状態を、特にS.N.F.含量の関連において検討した。

2. 牛乳成分含量は泌乳期の推移とともに、それぞれ特有の変動を示すが、脂肪率は泌乳期以外の要因にも、かなり大きく影響をうけて変動する。S.N.F.含量および蛋白質含量は、分娩後1~2カ月までは減少し、以後漸増するのに対し、乳糖は顕著な変動を示さず、乳期後半に僅かながら低減する傾向が認められた。

3. 季節的変動は、脂肪率が最も顕著であり、夏乳に低く冬乳が高い傾向を示すが、S.N.F.含量の変動曲線に、4月下旬より5月上旬にかけての

低減、それ以後6月中旬までの急速な上昇が特徴的である。この変動は単に季節的要因による見ると、飼養事情による栄養摂取量の急激な変化が、大きく影響するものと考えられる。

4. 牛乳諸成分相互の関係では、S.N.F.と蛋白質の含量の変動に、密接な正の相関が認められたのに反し、S.N.F.と乳糖の含量の変動間には、相関性の乏しいことが明らかにされた。また脂肪率は、他成分に比較して、測定時毎の変動が最も大きい。

5. 牛乳組成は品種ならびに個体によって差があり、今後の乳牛育種の分野において、ひとり脂肪率にとどまらず、蛋白質ならびにS.N.F.等の含量についても配慮がなされるべきものとする。

#### 参 考 文 献

- 1) BROWNING, C. B., FOUNTAINE, F. C., MARISON, G. B. & ATKESON, F. W. (1957): J. Dairy Sci., 40, 1950.
- 2) BURT, A. W. A. (1957): J. Dairy Res., 24, 283.
- 3) BURTLETT, S. & HUTTON, J. B. (1959): Intern. Dairy Congress, 1, 135.
- 4) FOLLEY, S. J., WATSON, H. M. & BOTTOMLEY, A. C. (1941): J. Dairy Res., 12, 1.
- 5) HOLMES, W., WAITE, R., MACLUSKY, D. S. & WATSON, J. N. (1956): J. Dairy Res., 23, 1.
- 6) HOLMES, W., REID, D., MACLUSKY, D. S., WAITE, R. & WATSON, J. N. (1957): J. Dairy Res., 24, 1.
- 7) HOLMES, W., ARNOLD, G. W. & PROVAN, A. L. (1960): J. Dairy Res., 27, 191.
- 8) LEGATES, J. E. (1960): J. Dairy Sci., 43, 1527.
- 9) ROOK, J. A. F., LINE, C. & ROWLAND, S. J. (1960): J. Dairy Res., 27, 427.
- 10) WAITE, R., WHITE, J. C. D. & ROBERTSON, A. (1956): J. Dairy Res., 23, 65.
- 11) WAITE, R., CASTLE, M. E. & WATSON, J. N. (1959): J. Dairy Res., 26, 173.