

農家別バルク乳の微生物学的乳質

原田 竹雄* 五ノ井幸男* 成田 忠正**

北海道根室管内における農家別バルク乳の微生物学的乳質について調査した結果、次のような成績を得た。総菌数が $5 \times 10^5/\text{ml}$ 以上であった試料数の全体に対する割合は 8.2% であり、 $2 \times 10^5/\text{ml}$ 以下であった試料は 71.2% 存在していた。また季節による総菌数レベルの変動は、ほとんど認めることができなかった。さらに、農家ごとに年間の相乗平均総菌数を求めたところ、その平均値が $10^5/\text{ml}$ 以下を示した農家は全体の 14.0% 存在していたが、9.8% の農家は $3 \times 10^5/\text{ml}$ 以上の平均値を示した。一方、生菌数及び低温細菌数の相乗平均値は、それぞれ $8.4 \times 10^4/\text{ml}$ 、 $1.1 \times 10^4/\text{ml}$ であり、また生菌数の多い試料ほど、生菌数に対する低温細菌数の比率が高まる傾向が得られた。さらに、体細胞数と総菌数の関係を調べたところ、体細胞数が多い試料は総菌数が $5 \times 10^5/\text{ml}$ 以上になる場合が多かった。

緒 言

わが国の微生物学的乳質¹²⁾はこの10年間ににおいて急速に改善された。その成果は個々の生産者および関係者の努力によるものであろうが、1970年代の前半から急速に導入された生乳保存用のバルククーラの影響も大きなものであった。

一方、近年、生乳の流通圏は次第に広域化し、生産地から大都市圏への生乳の長距離輸送が定着しつつあるが、この場合、低温下でも増殖可能な低温細菌を極力少なくすることが必要とされる。また、体細胞についても問題視されるようになり³⁾、その規制がすでに一部の生産者団体で実施されるに至っている。このように、わが国の微生物学的乳質は新たな局面を迎えているものと言えよう。

しかし、このような状況の中で、農家別バルク乳を対象とした微生物学的乳質についての近年の報告はない。本論文は乳質改善対策の資とするため、北海道根室管内における農家別バルク乳の微生物学的乳質に関して調査した結果、二・三の知見を得たので報告する。

材料及び方法

総菌数に関するデータは根室管内の農協において実施された農家別バルク乳に対してのブリード法¹¹⁾による検査（毎月3回）より、無作為に選択された104戸の農家についての、1980年1月から1982年12月までの結果について検討した。総検体数は3,744であった。また、体細胞数と総菌数に関するデータは、同様の検査のうち、1982年4月から1983年3月までの全検体数9,082を使用した。

生菌数及び低温細菌数の試料は、1980年10月から1982年12月までに無作為に抽出された152のバルク乳を対象とした。細菌数の測定はIDF法¹³⁾に準じ、生乳を十分攪拌した後、生理食塩水で試料を混釈し平板培養とした。平板を30℃で2日間培養後、平板に形成した集落から生乳1ml当たりの生菌数を得た。低温細菌数は生菌数測定と同様に作成した平板を7℃で10日間培養したのち測定した。

結 果

1. 総菌数について

Fig. 1 は農家別バルク乳の総菌数に関する成績を1980年から1982年までの年別の推移として表わしたものである。図より明らかなように、この3

1984年2月22日受理

* 北海道立根釧農業試験場, 086-11 標津郡中標津町

** 北根室地区農業改良普及所, 086-11 標津郡中標津町

年間における $5 \times 10^5 / \text{ml}$ 以上であったものは全体の 13.5%, 11.0%, 8.2% となっており, 総菌数の多いバルク乳の割合は漸減していた。Fig. 2 は 1982 年のデータを月ごとに表示した結果である。年間を通して $3 \times 10^5 / \text{ml}$ 以下の試料は 80% 前後であり, 全体として若干の月変動は認められるものの, 季節による明確な乳質の低下は認められなかつた。

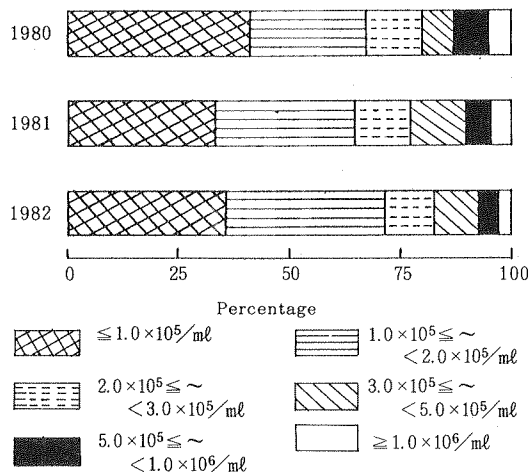


Fig. 1. Yearly changes in the distribution of the division classified into six groups on direct microscopic bacterial counts in farm bulk milk.

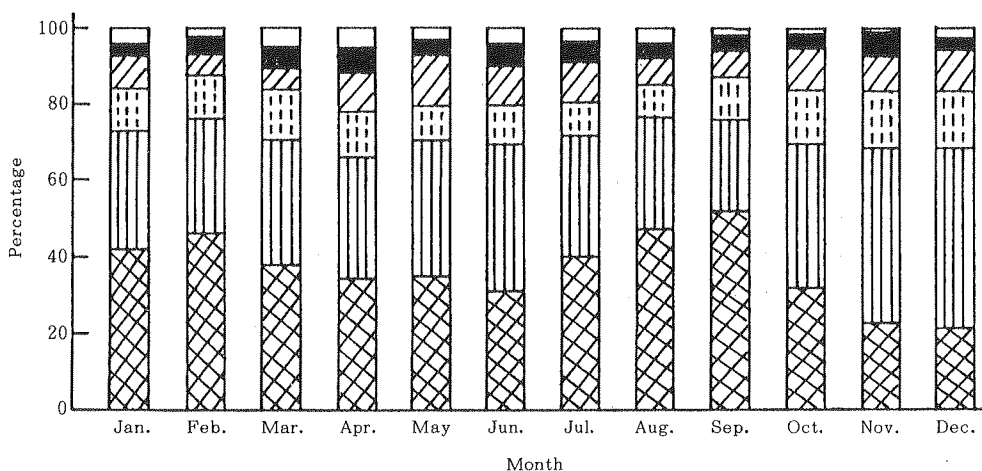


Fig. 2. Monthly changes in the distribution of the division classified into six groups on direct microscopic bacterial counts in farm bulk milk. (The symbols in this figure are the same as the ones described in Fig. 1.)

次に, 1 戸の農家につき年間 36 回の総菌数検査が行なわれたが, この結果の相乗平均値, すなわち 1982 年における農家別の年間平均総菌数を求め, これを度数分布図に表わしたものが Fig. 3 である。約半数の農家は対数値で $5.0 \leq \sim < 5.3 / \text{ml}$ にあったが, 年平均 $10^5 / \text{ml}$ 以下という良質な生乳を出荷している農家が 15 戸あった。一方, 対数値で $5.5 / \text{ml}$ 以上の農家も 9 戸存在していた。そこで, 年平均 $10^5 / \text{ml}$ 以下の農家から戸 (A 群), 年平均 $3 \times 10^5 / \text{ml}$ 以上を示した農家から 5 戸 (B 群) を無作為に選択し, 各群の年間 180 回の検査結果を度数分布図としたものが Fig. 4 である。A 群はそのほとんどが $10^5 / \text{ml}$ 以下を示し, $10^5 / \text{ml}$ を超えたものは全体の 11.6% であった。一方, B 群における $10^5 / \text{ml}$ 以下であったものは僅か 1.0% で, 22.7% が $10^6 / \text{ml}$ を超えたものであった。このように, 良質な生乳を出荷し続けている農家群がある反面, 年間を通して, $10^5 / \text{ml}$ 以下の生乳を出荷し得ない農家群も存在してくることが明らかにされた。

2. 低温細菌について

Fig. 5 は生菌数 (一般細菌数) と低温細菌数に関する度数分布図である。生菌数は $10^3 \leq \sim 10^4 / \text{ml}$ に 37.0%, $10^4 \leq \sim < 10^5 / \text{ml}$ に 42.2% が存在し

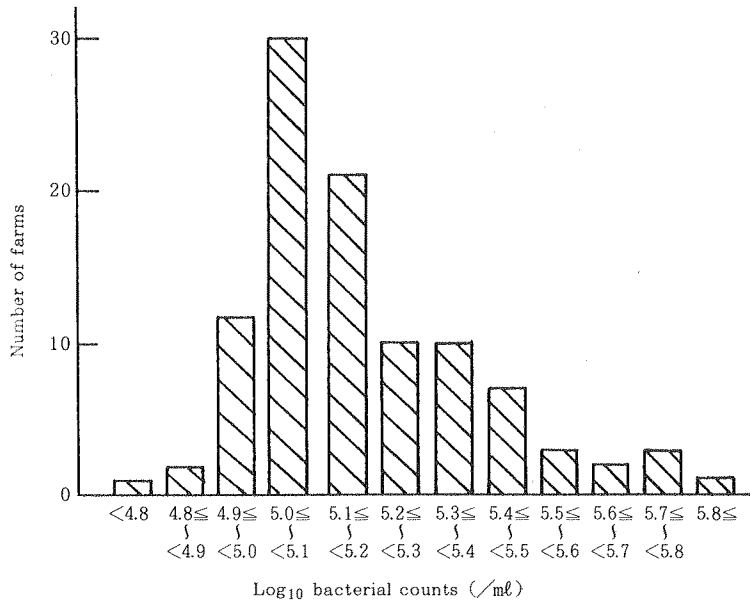


Fig. 3. Distribution of farms according to the yearly geometric mean of direct microscopic bacterial counts in bulk milk.

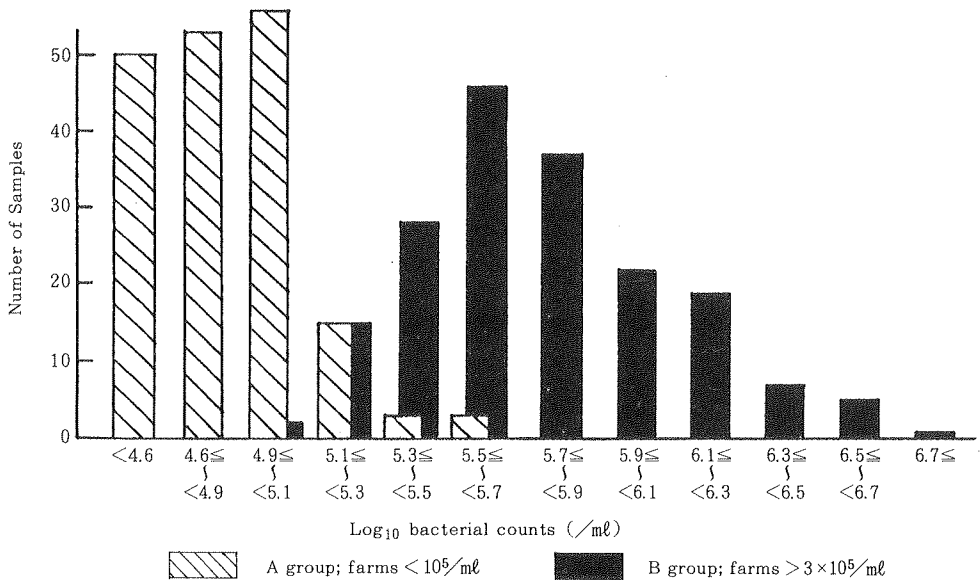


Fig. 4. Distribution of samples in farms grouped with the level of yearly geometric mean of direct microscopic bacterial counts in bulk milk.

ており、その相乗平均値は $8.4 \times 10^4 / \text{ml}$ であった。一方、低温細菌数は $10^2 \leq \sim < 10^5 / \text{ml}$ に広範な分布が認められ、このことより、生菌数に対する低温細菌数の割合は試料によって大きく異なることが予想された。そこで、全試料を生菌数のレベルで $2 \times 10^4 / \text{ml}$ 以下、 $2 \times 10^4 \leq \sim < 3 \times 10^5 / \text{ml}$ 、 $3 \times 10^5 / \text{ml}$ 以上の3群に分類し、さらにそれぞれの群における低温細菌数/生菌数の比率について検討した。その結果 Fig. 6 に示すように、生菌数の増加とともに低比率のものは減少、高比率のものについては増加が認められた。すなわち、生菌数が多い試料は低温細菌数の占める割合が大きく

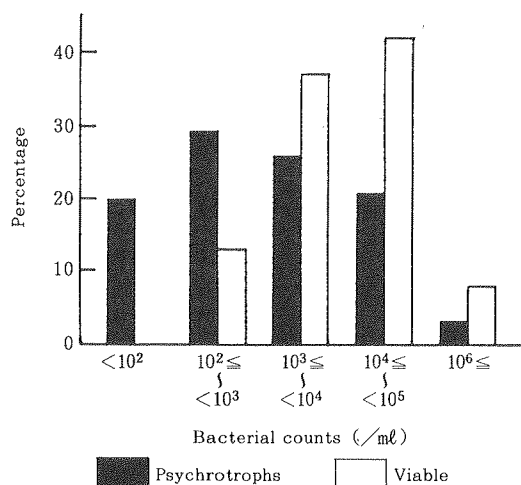


Fig. 5. Distribution of psychrotrophic and viable bacterial counts in farm bulk milk.

なる傾向が得られた。

3. 体細胞数と総菌数

Table 1 は体細胞数と総菌数のそれぞれについて、 $5 \times 10^5 / \text{ml}$ 以下、 $5 \times 10^5 \leq \sim < 7.5 \times 10^5 / \text{ml}$ 、 $7.5 \times 10^5 \leq \sim < 1.25 \times 10^6 / \text{ml}$ 、 $1.25 \times 10^6 \leq \sim < 2 \times 10^6 / \text{ml}$ 、 $2 \times 10^6 / \text{ml}$ 以上と区分し、農家別バルク乳の個々の検査結果について両者がどのような関係にあるかを検討したものである。体細胞数が $5 \times 10^5 / \text{ml}$ 以下であった試料のうち、総菌数が $5 \times 10^5 / \text{ml}$ 以上を示したものは1.4%であったのに対し、体細胞数が $5 \times 10^5 \leq \sim < 7.5 \times 10^5 / \text{ml}$ であった試料では55.7%が $5 \times 10^5 / \text{ml}$ 以上の総菌数を示した。同様に $7.5 \times 10^5 \leq \sim < 1.25 \times 10^6 / \text{ml}$ の試料は65.7%、 $1.25 \times 10^6 \leq \sim < 2 \times 10^6 / \text{ml}$ では75.3

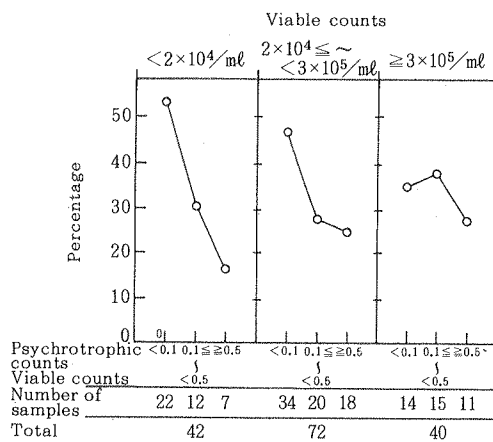


Fig. 6. Relationship between viable and psychrotrophic bacterial counts in farm bulk milk.

Table 1. Relationship between direct microscopic bacterial counts and somatic cell counts in farm bulk milk.

Somatic cell counts ($\times 10^5 / \text{ml}$)	Bacterial counts ($\times 10^5 / \text{ml}$)	Total	Number of samples $\geq 5.0 \times 10^5 / \text{ml}$ (%)
< 5.0	5.0 ≤ < 7.5	62	33
5.0 ≤ < 7.5	7.5 ≤ < 12.5	61	47
7.5 ≤ < 12.5	12.5 ≤ < 20.0	68	65
12.5 ≤ < 20.0		22	15
20.0 ≤		2	1
		9	10
		14	15
		26	29
		12	17
		7	7
		8,444	114 (1.4)
		246	137 (55.7)
		286	188 (65.7)
		89	67 (75.3)
		17	15 (88.2)

* Number of samples

%, $2 \times 10^6/\text{ml}$ 以上では 88.2% が $5 \times 10^5/\text{ml}$ 以上の総菌数を有していた。このように、体細胞数が多い試料は総菌数も多い傾向にあることが認められた。

考 察

北海道における生乳中の総菌数については、タンクローリ単位の合乳が $10^6/\text{ml}$ 以下を示したものは、1982年度で 93.1% と報告されている⁹⁾。この割合は他県における調査成績²⁾とほぼ同率であり、本道の総菌数からみた乳質は全国的なレベルにあるものと判断できよう。一方、本調査で得られた農家別バルク乳の成績では、この3年間で $5 \times 10^5/\text{ml}$ 以上の割合が漸次減少してきており、総体的な改善が認められた。さらに、月別の推移を検討してみると、夏季または農繁期における総菌数の増加はほとんど確認できず、高橋ら¹⁶⁾の指摘の通り、年間を通しての一定水準の衛生管理がなされているものと考えられる。

一方、農家ごとに総菌数の成績をみると、良質な生乳を出荷し続ける農家群がある反面、年間を通して総菌数が多い農家群の存在が認められた。このため、後者の農家と同一の集乳路線に存在する農家がたとえ良質な生乳を生産したとしても、タンクローリ単位の合乳は汚染される結果となる。年間平均 $3 \times 10^5/\text{ml}$ 以上の農家の生乳処理室を見てみると、種々の搾乳機器の管理状況に問題があったり、また、室内には不必要と思われる雑多のものが隅に放置されていたりで、これらの農家の生乳管理に対する衛生的な配慮の低さが首肯できた。今後はこのような総菌数の多い生乳を出荷している農家に対する衛生的意識向上への指導が急務であろう。

本調査より得られた生菌数及び低温細菌数の結果では、前者の $5 \times 10^4/\text{ml}$ 以下の全体の割合は 38.3%, 後者の $10^4/\text{ml}$ 以下の全体の割合は 38.2%, 後者の $10^4/\text{ml}$ 以下の割合は 49.3% であった。一方、欧米の酪農先進国における近年の報告では、これらの割合は、それぞれ 80% 以上及び 90% 以上とされており^{6, 15)}、現時点での水準は、まだまだこれらの諸国に及ばないものと言えよう。また、本調査では生菌数が多い試料ほど低温細菌数の占

める割合も高くなるという傾向が認められた。この点は Thomas¹⁷⁾ が衛生的レベルの低い搾乳施設からの生乳には、グラム陰性桿菌が多い傾向にあるという報告と関連しているものであろう。生乳中の低温細菌は、それが高レベルに達すると成分的乳質の劣化をもたらすものである⁴⁾。また、低温細菌の増殖は当初の細菌数が多いほど、その増殖における誘導期を短縮するという報告もある¹⁸⁾。これらのことを考えると、非衛生的な搾乳がなされた生乳は、単に細菌数が多いということだけでなく、それが低温に保持されたとしても、成分的乳質の劣化を短期間で被ることになるわけで、この点からも衛生的搾乳の重要性が問われるものと考えられる。

最後に体細胞数と細胞数についての問題であるが、バルク乳のこの両者の関連性はほとんど認められないという報告がある^{8, 10)}。体細胞数の増加は細菌の増殖を抑制する機能を有することから⁷⁾、体細胞数の多いバルク乳はむしろ細菌数が少ない場合があるとされている。事実、今回の調査でも体細胞数が多く ($5 \times 10^5/\text{ml}$ 以上)、総菌数が少ない ($5 \times 10^5/\text{ml}$ 以下) という例が 36.2% 認められた。一方、多数のバルク乳について調べた結果として、本調査によって得られた傾向と同様な報告がなされている¹⁴⁾。このように体細胞数と総菌数の間には、例外はあるものの、体細胞数が多いほど総菌数も多くなる傾向にあるものと考えられる。体細胞数は潜在性乳房炎と関連があることから、衛生的搾乳に配慮が欠ける農家では潜在性乳房炎の罹患牛が多く、また同時にミルクレーやパイプラインなどの搾乳機器の洗浄・殺菌が不完全で、結局は体細胞数とともに総菌数も多くなるということが予想される。一方、乳房内の細菌数が直接バルク乳に反映しているという場合も考えられる。分房乳中の細菌数について、Bacic et al⁵⁾ は体細胞数が $4 \times 10^5/\text{ml}$ 以下で健全な乳房と判断できる場合でも、生菌数で $10^4/\text{ml}$ 以上の泌乳を示すことがあると報告しており、また日越ら⁸⁾ は総菌数で $10^7/\text{ml}$ 以上の分房乳が存在することを認めており、細菌汚染については乳牛自体をも問題視すべきと指摘している。このように、細菌数のレベルが以前に比べて、かなり低くなっている現状において

は、高レベルの細菌数を含む分房乳が、バルク乳の細菌数に影響をもたらすことは容易なことかも知れない。いずれにしても、体細胞数が多い試料ほど総菌数も多くなるという傾向が認められた事実は、衛生的乳質と同時に、潜在性乳房炎乳による成分の変化¹⁾にも関連することは必至であり、乳質劣化は避けられないものとなる。

今後は分房乳の細菌数がどの程度、バルク乳に反映するものかについて詳細な検討が必要と考えられる。

謝 辞 本調査遂行に当たり、中春別農協木村忠則氏、中標津町農協板倉信康氏ならびに計根別農協大道安次・佐々木照弘の両氏に多大の御協力をいただいた。記して深甚なる謝意を表する。

また、本報告を取りまとめるに当たり、現滝川畜産試験場奥村純一場長ならびに同場和泉康史研究部長には、本報告の御校閲を賜り、貴重な助言・指導をいただいた。心から感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) Ali, A.E.; Andrews, A.T.; Cheesman, G. C. "Influence of elevated somatic cell count on casein distribution and cheese-making". *J. Dairy Res.* **47**, 393-400 (1980).
- 2) 荒井威吉. "宮城県における生乳の衛生的取扱いの進展". *酪農科学・食品の研究*. **31**, A-107-112 (1982).
- 3) 有馬俊六郎. "最近の乳質をめぐる諸問題". *日畜道支部会報*. **25**, 3-5 (1982).
- 4) Aylward, E.B.; O'Leary, J.; Langlois, B.E. "Effect of milk storage on cottage cheese yield". *J. Dairy Sci.* **63**, 1819-1825 (1980).
- 5) Bacic, B.; Jackson, H.; Clegg, L.F.L. "Distribution of bacteria in milk drawn directly from the cows udder". *J. Dairy Sci.* **51**, 47-49 (1968).
- 6) Bruce, J.; Cruickshank, E.G.; Johnson, D. W.; Lang, C.M. "The bacteriological quality of refrigerated bulk tank milk on farms in Scotland". *Dairy Sci. Abstr.* **45**, 410 (1983).
- 7) Harmon, R.J.; Schanbacher, F.L.; Ferguson, L.C.; Smith, K.L. "Concentration of lactoferrin in milk of normal lactating cows and changes occurring during mastitis". *Am. J. Vet. Res.* **36**, 1001-1006 (1975).
- 8) 日越博信, 久場良保, 大城義正. "レサズリンテストを中心とする生乳の細菌学的検査Ⅱ". *琉大農学報*. **25**, 411-420 (1978).
- 9) 北海道生乳検査協会編. "昭和57年度事業概要書". 1983.
- 10) Juffs, H.S.; Smith, S.R.J.; Andrews, R.J.; Butler, D. "Influence of mastitis on total bacterial count of farm milks". *Dairy Sci. Abstr.* **45**, 410-411 (1983).
- 11) 厚生省環境衛生局監修. "食品衛生検査指針Ⅰ". 日本食品衛生協会. 1973. p 87-107
- 12) 中江利孝. "最近における乳質問題とその改善(1)". *畜産の研究*. **31**, 1060-1064 (1977)
- 13) 日本国際酪農連盟編. "IDF standard 資料17号". 1979.
- 14) シャルム, O.W. "牛の乳房炎". 保坂安太郎訳. 学窓社. 1973. p 26.
- 15) Senyk, G.F.; Zall, R.R.; Wolf, E.T. "Assessment of raw milk quality in New York State". *Dairy and Food Sanitation*. **2**, 318-320 (1982).
- 16) 高橋正義, 古山清一, 板橋一男, 荒井威吉. "昭和51年度より昭和55年度までの宮城県産原料乳の細菌数の動向について". *酪農科学・食品の研究*. **31** A-23-27 (1982).
- 17) Thomas, S.B. "The microflora of bulk collected milk-part 1". *Dairy Inds.* **39**, 237-240 (1974).
- 18) 矢野信礼, 森地敏樹, 見坊寛. "冷蔵生乳における低温細菌の増殖". *畜試研報*. **28**, 41-44 (1974).

The microbiological qualities of bulk milk in farms

Takeo HARADA*

Yukio GONOI*

Tadamasa NARITA**

Summary

The microbiological qualities of farm bulk milk at Konsen district in Hokkaido were investigated for the purpose of obtaining the basic data for improvement of milk quality. The results obtained were as follows;

The ratio of the number of samples with the direct microscopic bacterial counts (DMBC) more than $5 \times 10^5/\text{ml}$ from 1980 to 1982 were 13.5, 11.0 and 8.2%, respectively. In 1982, 71.2% of the specimens were less than $2 \times 10^5/\text{ml}$ and the monthly levels of DMBC were recognized little variation. In 14.0% of the farms the yearly geometric mean of DMBC was less than $10^5/\text{ml}$, while 9.8% of the farms exceeded the mean of 3×10^5 . Thus, the existence of two groups, the farms that always produce the hygienic raw milk and the farms always produce the contaminated one, was recognized.

The geometric means of viable and psychrotrophic bacterial counts were $8.9 \times 10^4/\text{ml}$ and $1.1 \times 10^4/\text{ml}$, respectively. And there was such a relationship between them that the greater the viable counts, the higher was the rate of psychrotrophic counts to viable counts. On the other hand, the specimens which showed the higher level of the somatic cell counts tended to be greater in DMBC.

* Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11, Japan

** North Nemuro Agricultural Extension office, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-11, Japan