

乳汁に關する研究 第1報 牛乳の無機成分に就て

所員 農學博士 近藤 金助
森 茂樹

A. 緒 言

牛乳中の無機成分の含量は第1表に示す通り約 0.7% にすぎない。之を其の固形物中の含量に換算しても約 5.5% にすぎない。

TABLE 1

Composition	In fresh milk	In total milk solid
	%	%
Water	87.17	—
Fat	3.69	28.76
Casein	3.02	23.55
Albumin	0.53	4.13
Sugar	4.88	38.03
Ash	0.71	5.53

牛乳無機成分は量に於ては斯くの如く僅少であるけれども、其の生理的機能は甚大である。即ち其の質の良否は牛乳の榮養價を左右するに與つて効あること恰も milk vitamins と同様である。例へば B. Sure¹⁾ 氏が第2表に示す食物にて白鼠の飼養試験を行つた結果を引用して牛乳無機成分の組成が牛乳の榮養價を完全ならしめる上に如何に有意義であるかを説明しよう。

第2表の食物の成分のうち脱脂粉乳は蛋白を約 34% 含有して居るが故に、此の食物は蛋白源として、少なくとも牛乳蛋白を 17% 含有す。のみならず牛乳中には鐵分が僅少であるが故に、之を枸橼酸鐵にて補ひ、且つ Vitamin A, B, D, E の各給源を全部配合して居る。故に此の食物は白鼠に對する食物としては其の榮養素の種類、

¹⁾ B. Sure, J. Biol. Chem., 69, 41 (1926).

品質、割合に於て何等缺けたる點なきものである。

TABLE 2

Constituents of Diet	Percentage
Skimmed milk powder	50.00
Ferric citrate	0.25
Agar-agar	2.00
Yeast-vitamin (B)	0.4-0.10
Cod liver oil (A & D)	2.0
Ethelial extract of wheat embryo (E)	5.0
Dextrin	39.75-40.35

理なるかな。此の食物にて白鼠を飼育して見れば雌雄共に能く生長し、第2代を正常に分娩哺育し、此の第2代は亦能く生長した。然るに此の第2代の雌鼠は懷妊分娩しない。その原因は食物蛋白又は無機成分の缺陷にあるを考へ第2代目に與へる食物の蛋白を特殊アミノ酸の添加によつて修正し或は Steenbock's salt mixture 32* を2% だけ添加しても第2代目は分娩しない。

然るに第2表に示した食物成分のうち枸橼酸鐵の代りに第3表に示す無機物を合計0.25% 添加して第1代目から飼育すれば第2代は勿論のこゝ第3代、第4代、第5代も永遠に繁殖する。但し第2代目から此の改善食にて飼育しても分娩しない。

今、此の原因に就て考究して見るに此の飼育試験に用いた脱脂粉乳は冬期舍飼牛乳から製造したものであつた。然るに夏期放牧牛乳から製造した脱脂粉乳を用ふれば第3表の鹽類を特に加へずとも第2表の食物にて第2代、第3代も順次に子孫を繁殖するこゝを實驗するのである。此の實驗事實から考察すれば試験に供した冬期牛乳は夏期牛乳に比して榮養價が劣るこゝは明瞭であつて、かゝる差が生ずるのは冬期牛乳は第3表に示したが如き無機鹽類を欠除して居るこゝに原因するこゝも亦明瞭で

*Steenbock's salt mixture 32

NaCl	g. 20.22	Ca ₂ H ₂ (PO ₄) ₂ ·4H ₂ O	g. 111.65
MgSO ₄ (Anhydrous)	31.17	Ca-lactate	28.96
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	52.65	Fe-citrate	13.85
K ₂ HPO ₄	111.58		

ある。

即ち斯くの如く微量の無機成分が含まれて居るゝ否こによつて牛乳及びその製品の榮養價に於て上述の如く明瞭に優劣の差が生ずるこを思へば、牛乳無機成分は僅か

TABLE 3

Constituents of mineral substances	Percentage
Fe-citrate	0.2000
NaF	0.0125
MnSO ₄ ·4H ₂ O	0.0125
AlK(SO ₄) ₃ ·12H ₂ O	0.0125
Na ₂ SiO ₃	0.0125

0.7% 内外に過ぎないけれども牛乳の榮養價値を上下せしめる重要な要素であるこは了解され得やう。

のみならず、牛乳無機成分の組成如何は乳製品の製造上考慮すべき働きをなすのである。斯くの如く牛乳無機成分は牛乳及び乳製品が食用に供せらるゝ際又は工業原料に供せらるゝ際に特に考慮せらるべき成分である。是に於て私等は先づ各搾乳期に於ける牛乳無機成分に就きて實驗精査したるゝころ、牛乳の榮養價を高める上に考慮すべき點を發見したれば茲に之を報告せんす。

B. 實 驗 成 績

a. 實 驗 材 料

Holstein 乳牛2頭 (C.W.S. 號及び M.I.P. 號) を選び 1927 年 11 月 29 日 を實驗用乳の搾取初日となしそれより 4 週目の搾乳を實驗に供した。即ち C.W.S. 號につきては分娩後約 15 週から約 71 週目迄の乳を 4 週間毎に實驗材料に供し M.I.P. 號につきては分娩後約 3 週目から約 43 週目迄の乳を 4 週間毎に搾取して實驗に供した。

搾乳は毎日午前 6 時、正午、午後 6 時の 3 回搾乳であつて毎回の乳量の aliquot portions を集めて供試乳となした。今使用乳牛の乳量、脂肪量、之に對する飼料等を掲げて實驗結果に對する考察の資に供しやう。

TABLE 6
Constituents of Fodder.

Kind of Feeding stuff	Nov. 12— Dec. 21, 1927			Dec. 21, 1927— Feb. 15, 1928			Jan. 11-23, 1928			Feb. 16-- Sept. 00, 1928		
	M. ¹⁾ Ration	P. ²⁾ Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total
	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.
Hay	15.0	—	15.0	12.0	—	12.0	12.0	—	12.0	5.0	—	5.0
Rice straw	2.0	—	2.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	10.0	—	10.0
Lucerne	—	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	2.0	—	2.0
Beet pulp	—	—	—	2.0	3.6	5.6	2.0	4.0	6.0	2.0	—	2.0
Wheat bran	—	5.0	5.0	1.0	3.0	4.0	1.0	2.6	3.6	2.0	6.0	8.0
Barley	—	4.0	4.0	—	4.8	4.8	—	4.0	4.0	—	1.0	1.0
Corn	3.5	1.0	4.5	—	2.4	2.4	—	2.6	2.6	—	2.0	2.0
Beer cake	—	12.0	12.0	—	12.0	12.0	—	6.6	6.6	3.0	12.0	15.0
Soy bean cake	—	2.0	2.0	—	2.4	2.4	—	2.6	2.6	—	2.0	2.0
Linseed cake	—	2.0	2.0	—	1.1	1.1	—	1.3	1.3	—	—	—
Diastase cake	—	—	—	—	—	—	—	4.0	4.0	—	—	—
Dry matter	16.86	14.95	31.81	19.30	17.99	37.29	19.30	15.42	34.62	19.04	12.37	31.41
Digestible Protein	0.69	2.83	3.52	0.84	2.66	3.50	0.84	2.10	2.94	0.83	2.47	3.30
Starch value	6.95	10.27	17.23	6.78	12.92	19.70	6.78	11.44	18.21	7.70	8.08	15.78
Digestible Fat	0.27	0.68	0.95	0.20	0.53	0.72	0.20	0.44	0.63	0.24	0.61	0.84

1) Maintenance.

2) Production.

TABLE 7
Constituents of Fodder.

Kind of Feeding stuff	Oct. 29— Dec. 21, 1927			Dec. 22, 1927— Feb. 15, 1928			Jan. 11-25, 1928			Feb. 16, 1928		
	M. Ration	P. Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total	M. Ration	P. Ration	Total
	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.	lbs.
Hay	20.0	—	20.0	12.0	—	12.0	12.0	—	12.0	5.0	—	5.0
Rice straw	5.0	—	5.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	10.0	—	10.0
Lucerne	—	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	2.0	—	2.0
Beet pulp	—	—	—	2.0	3.0	5.0	2.0	3.0	5.0	2.0	—	2.0
Wheat bran	1.5	2.5	4.0	1.0	2.5	3.5	1.0	2.5	3.5	2.0	6.0	8.0
Barley	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	1.0	1.0
Corn	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0
Beer cake	—	12.0	12.0	—	10.0	10.0	—	5.0	5.0	3.0	12.0	15.0
Soy bean cake	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0
Linseed cake	—	1.0	1.0	—	1.0	1.0	—	2.0	2.0	—	—	—
Diastase cake	—	—	—	—	—	—	—	3.0	3.0	—	—	—
Dry matter	23.10	12.83	35.92	19.30	15.02	34.32	19.30	15.87	35.18	19.04	12.37	31.41
Digestible Protein	0.84	2.28	3.12	0.84	2.22	3.06	0.84	2.51	3.35	0.83	2.47	3.30
Starch value	6.87	8.72	15.58	6.78	10.51	17.29	6.78	11.43	18.21	7.70	8.08	15.78
Digestible Fat	0.25	0.53	0.78	0.20	0.54	0.74	0.20	0.59	0.79	0.24	0.61	0.84

T A B L E 4
Yield of milk and fat content of M. P. I.

Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content	Date	Yield	Fat Content
1927 Nov. 9	lbs. 12.0	% —	1927 Nov. 29	lbs. 29.5	% 3.6	1927 Dec. 27	lbs. 30.0	% 3.6	1928 Jan. 24	lbs. 31.5	% —	1928 Feb. 21	lbs. 29.0	% 3.6	1928 Mar. 20	lbs. 27.0	% 3.2	1928 Apr. 17	lbs. 31.0	% —	1928 May 15	lbs. 28.5	% 3.8	1928 June 12	lbs. 21.0	% 3.0	1928 July 10	lbs. 18.0	% 3.3	1928 Aug. 7	lbs. 16.5	% 3.6	1928 Sept. 4	lbs. 11.0	% 3.9
10	14.0	—	30	29.0	3.8	28	30.0	3.8	25	31.0	—	22	28.0	4.2	21	25.0	3.3	18	27.5	—	16	28.5	3.9	13	21.5	3.7	11	18.5	3.8	8	17.0	3.3	5	10.0	4.3
11	15.0	—				29	31.0	3.6	26	27.5	—	23	27.0	3.5	22	25.5	3.4	19	28.0	—	17	25.0	3.2	14	21.5	3.2	12	19.0	3.3	9	18.5	3.4	6	11.0	3.9
12	12.0	3.5	Dec. 1	27.0	4.2	30	32.0	3.5	27	30.5	—	24	27.0	3.2	23	25.5	3.5	20	28.0	—	18	24.0	4.2	15	23.0	3.2	13	19.0	3.4	10	19.5	3.7	7	9.0	4.6
13	18.0	3.8	2	32.0	3.8	31	31.0	3.9	28	30.5	—	25	27.0	3.6	24	26.0	3.1	21	29.5	3.2	19	24.0	3.8	16	21.5	3.3	14	18.5	3.5	11	19.0	3.6	8	—	—
14	20.0	3.5	3	26.0	4.2				29	26.5	—	26	30.0	3.7	25	26.5	3.5	22	28.5	3.2	20	22.0	3.7	17	20.5	3.3	15	16.0	3.6	12	19.0	3.1	9	4.0	—
15	21.0	3.4	4	30.0	4.0	Jan. 1	32.5	—	30	27.0	—	27	29.5	3.7	26	28.0	3.2	23	27.5	3.3	21	21.0	3.2	18	20.5	3.5	16	16.0	3.6	13	18.0	4.2	10	—	—
16	26.0	3.4	5	30.0	3.5	2	32.5	—	31	26.0	—	28	28.0	3.7	27	27.5	3.4	24	27.0	3.1	22	20.5	3.5	19	19.5	3.6	17	16.0	3.8	14	16.0	3.7	11	—	—
17	26.0	3.7	6	31.0	3.8							29	28.5	3.5	28	26.0	3.3	25	29.5	3.0	23	20.5	3.5	20	22.5	3.6	18	16.0	3.4	15	16.5	3.7	12	—	—
18	26.5	3.6	7	28.0	3.8	Feb. 1	31.5	—	2	25.0	—	Mar. 1	28.5	3.4	30	27.5	3.3	26	28.0	3.0	24	20.5	3.4	21	18.5	3.2	19	15.5	3.1	16	16.0	3.4	13	4.5	—
19	26.5	3.9	8	28.0	3.6	5	31.0	—	3	27.0	—	2	29.5	3.8	31	25.5	3.8	27	29.0	3.0	25	21.5	3.1	22	20.0	2.7	20	15.0	3.7	17	15.5	4.1			
20	26.0	3.4	9	29.5	3.8	6	30.5	—	4	29.0	—	3	29.0	3.5				28	30.0	2.9	26	21.0	3.0	23	22.0	3.2	21	14.0	3.7	18	15.5	4.0			
21	27.0	4.0	10	30.0	3.6	7	30.5	—	5	28.0	—	4	28.0	—	3	29.0	3.5	29	29.0	3.1	27	20.0	3.1	24	20.5	3.2	22	13.0	3.7	19	15.0	3.4			
22	26.5	3.6	11	31.0	4.1	8	29.5	—	6	29.5	—	5	28.5	3.4	Apr. 1	30.5	3.6	30	28.5	3.1	28	19.0	3.1	25	22.5	3.2	23	12.5	3.4	20	12.5	3.6			
23	26.5	4.1	12	31.5	3.7	9	29.5	—	7	30.0	—	6	26.5	3.3	2	29.5	3.1	May 1	27.0	3.1	29	20.0	3.0	26	20.5	3.8	24	13.5	3.2	21	13.5	3.8			
24	27.0	4.5	13	31.5	3.4	10	31.5	3.6	8	31.5	—	7	28.0	3.6	3	29.5	3.5	2	28.5	3.9	30	19.0	3.3	27	21.5	3.3	25	10.5	3.3	22	13.0	4.2			
25	30.5	4.0	14	30.0	3.8	11	33.0	3.1	9	28.0	—	7	28.0	3.4	4	27.0	3.6	3	28.5	3.3	31	20.0	3.1	28	20.5	3.3	26	18.0	3.5	23	13.0	3.9			
26	29.5	4.0	15	31.0	3.8	12	31.5	—	10	27.0	—	8	27.0	3.5	5	28.5	3.5	4	28.5	3.3				29	21.0	3.7	27	17.0	3.5	24	12.5	4.4			
27	29.0	4.0	16	31.0	3.6	13	29.5	—	11	27.5	—	9	22.0	3.5	6	28.0	3.4	5	27.5	3.3	June 1	24.0	3.6	30	20.5	3.6	28	17.5	3.5	25	12.0	4.6			
28	29.5	4.2	17	33.0	3.4	14	31.0	—	12	28.0	3.6	10	22.0	3.8	7	26.0	3.4	6	28.5	3.4	2	21.0	4.5				29	15.5	3.3	26	12.0	4.4			
			18	31.5	3.6	15	32.5	—	13	28.5	3.0	11	23.0	3.6	8	28.5	3.4	7	28.5	3.6	3	21.0	3.2	July 1	20.5	3.2	30	16.5	3.5	27	12.0	4.1			
			19	31.0	3.6	16	32.0	—	14	30.5	3.5	12	24.0	3.2	9	26.5	3.4	8	29.5	3.2	4	23.0	3.1	2	20.5	3.1	31	16.5	3.5	28	12.0	4.3			
			20	31.0	3.6	17	31.5	—	15	30.0	4.0	13	23.0	3.2	10	28.0	3.2	11	29.5	3.4	5	23.0	3.1	3	19.5	3.2				29	12.0	4.1			
			21	30.5	3.8	18	32.0	—	16	30.0	3.6	14	22.0	3.4	11	27.5	3.4	9	30.0	3.2	6	23.0	3.0	4	19.5	3.4	Aug. 1	15.0	3.1	30	12.5	4.2			
			22	31.5	3.8	19	30.5	—	17	28.5	3.9	15	23.5	3.1	12	28.5	3.0	10	31.0	3.3	7	23.0	3.0	5	18.5	3.1	2	17.0	3.3	31	12.0	4.1			
			23	32.5	3.8	20	30.5	—	18	27.0	3.6	16	24.0	3.3	13	31.0	—	11	29.5	3.1	8	23.0	3.6	6	18.5	3.1	3	18.5	3.6						
			24	34.0	3.6	21	29.5	—	19	29.5	4.0	17	22.5	3.3	14	28.0	—	12	28.5	3.0	9	22.0	3.1	7	20.5	3.3	4	18.0	3.7	Sept. 1	10.5	4.3			
			25	32.5	3.4	22	29.5	—	20	25.0	3.7	18	25.5	3.4	15	29.0	—	13	27.5	3.3	10	21.0	3.0	8	20.0	2.9	5	18.0	3.8	2	10.5	4.1			
			26	29.5	3.8	23	29.5	—	21	31.0	3.4	19	25.0	3.3	16	27.0	—	14	28.0	3.7	11	21.0	3.3	9	18.5	3.3	6	16.5	4.1	3	14.0	4.3			
Mean	22.8	4.04	Mean	30.5	3.73	Mean	31.1	3.52	Mean	28.3	3.65	Mean	26.3	3.49	Mean	27.6	3.37	Mean	28.6	3.22	Mean	22.2	3.36	Mean	21.3	3.29	Mean	16.3	3.50	Mean	14.5	3.90	Mean	8.3	4.17

T A B L E 5
Yield of milk and fat content of C. W. S.

[illegible]

b. 分析方法及び其の結果

乳汁を重湯煎上にて濃縮し之を小磁製皿に集め初めは砂皿上にて後は直火にて微熱し噴煙を發せざる塊狀物となるに至らば之を粉碎し電氣爐内にて 550°-600°C にて時々攪拌しながら數時間保てば純白の灰分を得。従つて水洗により又は酸化劑添加によつて灰分を精製することなくして直ちに以上の灰分を以て分析用に供した。

灰分分析は常法によつたが 2-3 の成分に就ては別法に従つた。即ち石灰は先づ磷酸石灰として沈降せしめ、然る後硫酸石灰として秤量し、鹽素は Volhard 氏の Silver Thiocyanate Ferric Alum Method¹⁾ に従つて定量したが滴定に際し液が混濁する不便を避くるためエーテル添加法²⁾を選んだ。

鐵は Leo Lorber³⁾ 氏に従ひアンモニヤ溶液内にて Fe^{++} が Sulphosalicylic acid と反應した時に生ずる黃色相を比較して定量した。今其の分析結果を表出すれば第 8 表及び第 9 表の通りである。但し此の數値は灰分中から炭酸量及び鹽酸不溶分量を取り除きたる純灰分中の組成分率である。

TABLE 8

Composition of pure ash of milk at the successive period of lactation. (M.I.P.)

Constituent Lact. Period	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl
	%	%	%	%	%	%	%	%
Nov. 29, 1927	18.160	10.407	2.342	23.832	0.004	36.341	2.008	6.498
Dec. 27, „	21.189	7.535	2.945	25.526	0.006	33.159	2.844	6.323
Jan. 24, 1928	21.632	7.808	2.662	24.195	0.006	34.247	2.140	7.040
Feb. 21, „	23.845	7.183	2.712	23.516	0.005	32.261	2.534	7.517
March 21, „	24.009	8.210	3.126	22.071	0.007	34.341	2.018	5.811
April 17, „	24.523	6.076	2.834	22.485	0.006	34.310	1.633	7.789
May 15, „	29.731	6.724	3.028	21.320	0.007	29.064	2.735	7.081
June 12, „	27.396	7.642	2.859	22.118	0.004	26.068	2.742	10.768
July 10, „	23.338	9.619	2.783	22.203	0.004	28.724	2.426	10.667
Aug. 7, „	21.982	8.476	2.784	26.168	0.007	27.095	2.400	10.641
Sept. 4, „	13.958	8.357	2.385	32.791	0.010	30.983	2.335	8.666

1) Scott, Standard Methods of Chem. Analysis 3, I. 149.

2) H. Beckurts, Die Methoden d. Maßanalyse, III, 962 (1912).

3) Leo Lorber, Biochem. Z., 181, 33 (1927).

TABLE 9

Composition of pure ash of milk at the successive period of lactation. (C.W.S.)

Constituent Lact. Period	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl
	%	%	%	%	%	%	%	%
Nov. 29, 1927	25.498	8.207	2.432	20.803	0.015	32.772	1.513	8.291
Dec. 27, "	24.003	6.363	2.834	21.908	0.006	33.119	3.310	7.873
Jan. 24, 1928	25.625	5.235	2.583	21.441	0.004	34.234	1.597	8.684
Feb. 21, "	23.246	9.073	2.702	21.892	0.007	32.185	1.984	8.290
March 21, "	18.565	10.353	2.782	23.382	0.007	36.911	1.472	6.208
April 17, "	23.283	8.079	2.650	21.424	0.008	34.996	1.659	7.281
May 15, "	25.116	8.736	2.422	20.345	0.009	27.847	2.379	12.757
June 12, "	23.911	9.944	2.524	21.155	0.010	31.064	1.587	9.315
July 10, "	24.172	8.684	2.576	21.614	0.006	29.295	2.450	10.808
Aug. 7, "	23.464	4.963	2.368	22.329	0.011	28.960	2.313	10.243
Sept. 4, "	22.607	7.067	2.604	23.315	0.009	33.294	1.384	9.329
Oct. 2, "	21.566	9.353	2.674	22.667	0.009	32.415	2.364	8.562
Oct. 30, "	21.675	8.480	2.677	22.421	0.010	33.010	1.692	9.280
Nov. 23, "	19.446	10.246	2.982	23.083	0.026	32.478	0.839	10.306

なほ此の分析結果に基き是等の無機成分が原乳 100g. 中に存在する量に換算すれば第 10 表及第 11 表となる。但 表中の Ash content は原乳 から調製した灰分即ち 0.01% 内外の鹽酸不溶分及び炭酸を含む灰分の原乳に對する百分率である。

TABLE 10

Amount of the ash-constituents of milk at the successive period of lactation. (M.I.P.)

Constituent Lact. Period	Ash Con- tent	In 100g. milk							
		K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl
	%	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
Nov. 29, 1927	0.722	131.56	75.41	16.97	172.63	0.03	263.27	14.54	47.07
Dec. 27, "	0.671	143.01	50.85	19.38	172.29	0.04	223.80	19.19	42.68
Jan. 24, 1928	0.658	142.39	51.40	17.52	159.26	0.04	225.43	14.09	46.34
Feb. 21, "	0.692	165.55	49.87	18.83	163.26	0.04	223.98	17.59	52.18
March 21, "	0.689	166.54	56.95	21.69	153.09	0.05	238.22	14.00	40.31
April 17, "	0.710	173.58	43.01	20.06	159.15	0.05	242.85	11.56	55.13
May 15, "	0.699	209.19	47.31	21.31	150.02	0.05	204.51	19.24	49.83
June 12, "	0.710	198.51	55.37	20.71	160.25	0.03	188.39	19.87	78.03
July 10, "	0.705	165.15	63.07	19.74	157.12	0.03	203.27	17.17	75.50
Aug. 7, "	0.731	161.85	62.41	20.49	192.67	0.05	199.49	17.67	78.35
Sept. 4, "	0.773	107.94	64.63	18.44	253.56	0.08	239.59	18.05	62.54

TABLE 11
Amount of the ash-constituents of milk at the successive
period of lactation. (C.W.S.)

Constituent Lact. Period	Ash Con- tent	In 100g. milk.							
		K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl
		mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
Nov. 29, 1927	0.711	183.47	59.05	17.51	149.66	0.10	235.77	10.89	59.66
Dec. 27, "	0.710	171.54	45.47	20.25	156.57	0.04	236.68	23.65	56.26
Jan. 24, 1928	0.756	196.05	40.05	19.76	164.04	0.03	261.91	12.22	66.44
Feb. 21, "	0.751	175.18	68.37	20.36	164.98	0.05	242.56	14.95	62.48
March 21, "	0.740	136.38	76.04	20.44	171.77	0.05	269.70	10.82	45.61
April 17, "	0.701	164.61	56.98	18.69	151.47	0.06	247.42	11.70	51.82
May 15, "	0.672	172.51	60.01	16.62	139.74	0.06	191.26	16.34	87.62
June 12, "	0.729	177.67	73.90	18.76	157.20	0.07	230.82	11.80	69.22
July 10, "	0.731	179.18	64.37	19.09	160.22	0.05	217.16	18.15	80.13
Aug. 7, "	0.742	214.63	37.35	17.91	167.88	0.08	217.74	17.39	77.05
Sept. 4, "	0.744	169.19	52.89	19.49	174.49	0.07	249.19	10.35	69.82
Oct. 2, "	0.758	165.47	71.77	20.52	169.96	0.07	248.73	18.14	65.70
Oct. 30, "	0.786	172.17	67.36	21.26	177.67	0.08	261.57	13.44	73.71
Nov. 28, "	0.765	150.96	79.55	23.15	179.19	0.20	252.13	6.51	80.01

C. 實驗結果に對する考察

a. 搾乳期と無機成分含量

乳量及び乳質は乳牛の品種、個性、年齢、飼料、健康状態等に影響せらるゝことは周知であるが、又季節、氣象状態、交配妊娠¹⁾等によつても亦影響せられるのである。

加之上記の要素がたゞへ同一であつても乳量及乳質が搾乳期間内にて或る一定方向に變移することは幾多の研究成績²⁾によりて知り得る。私等の實驗結果によるも牛乳無機成分の含量は搾乳期の進行と共に相互相關連して變動する。今その興味ある事實を指摘考察するために各乳牛に就ての搾乳量、含脂量、灰分量、及び牛乳 100g. 中の主なる無機成分量を搾乳期に對應して圖示すれば第1圖乃至第6圖なる。

¹⁾ Sander, J. Agri. Sci., 17, 339 (1927).

²⁾ Drakeley, J. Agri. Sci., 17, 118 (1927).
Simmon, Z. physiol. Chem., 33, 516 (1901).
Trunz, Ibid., 39, 390 (1903); 40, 263 (1903).
Nottbahrn, Biochem. Z., 95, 1 (1919).

Fig. 1.

Yield of milk and Fat content (M.I.P.)

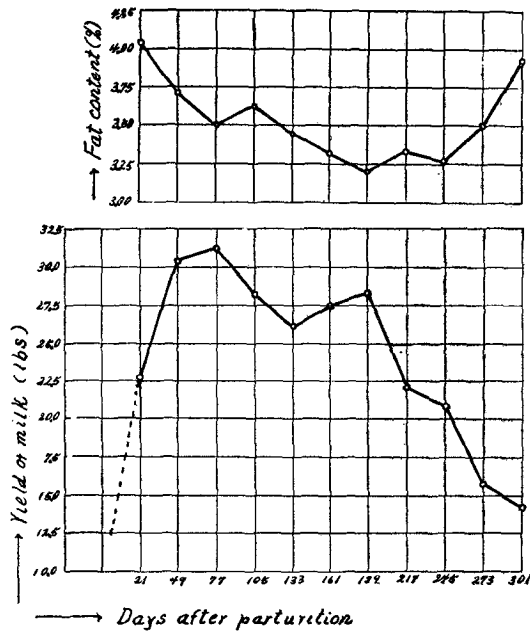
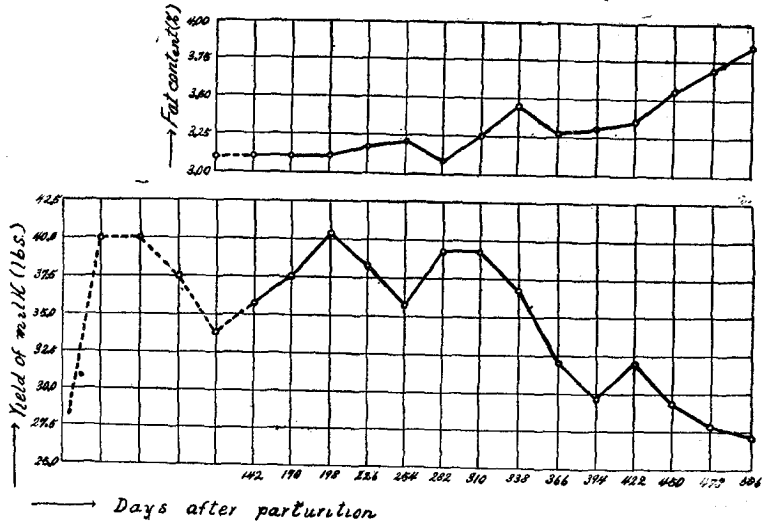
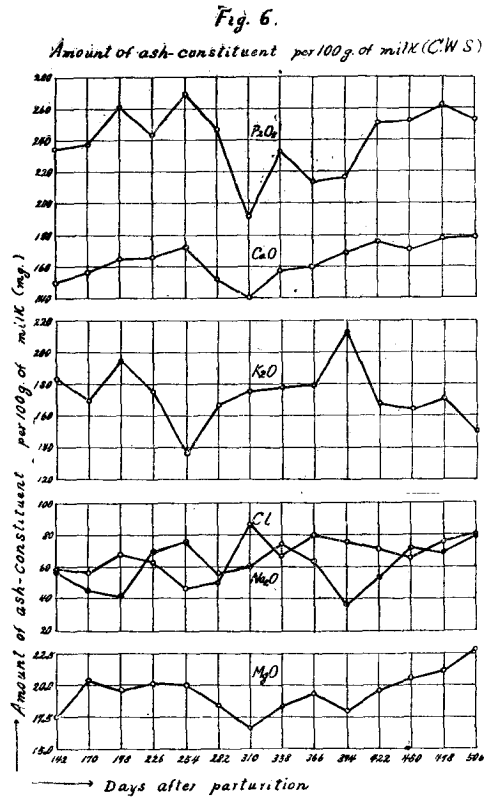
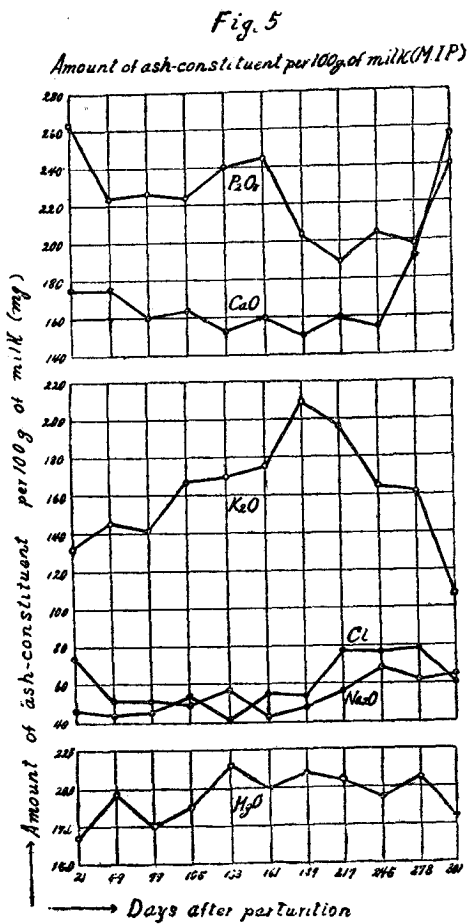
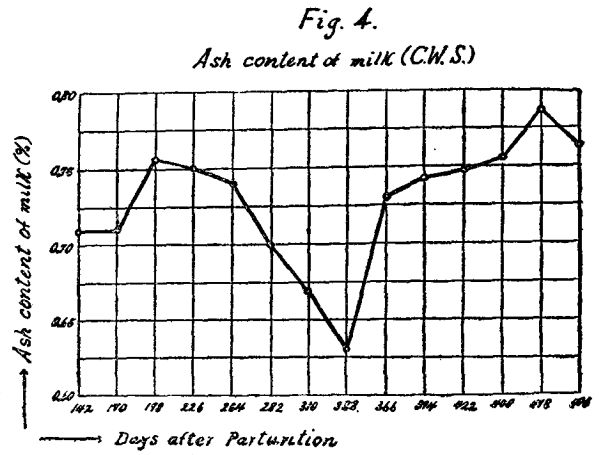
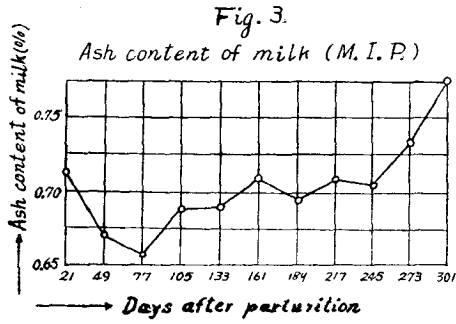


Fig. 2.

Yield of milk and Fat content (C.W.S.)





試用乳牛のうち C.W.S. 號の搾乳期は 500 日にも達して居る。之は多分、分娩後の交配によつて懷妊しなかつたが爲めである。斯くの如く搾乳期が長期に亘る場合には乳量及び乳質が正常でないことは豫測し得られる。けれども其の乳量及び乳質から推察すれば 500 日間に搾乳期を 2 度繰り返して居ることがわかる。即ち搾乳初期から 250 日頃に第 1 搾乳期の乾期が來たり、それ以後は第 2 期の搾乳期が開始せられ 500 日頃に到りて眞の乾期が到來したのである。故に實驗の結果から見れば C.W.S. 號に就ては 2 度の搾乳期に就て實驗成績を得たことになる。第 1 圖乃至第 4 圖によつて明らかなるが如く乳量、脂肪量、無機成分量は搾乳期の進行と共に規則的に増減する。脂肪量と無機成分量は平行的に増減するが、ひそり乳量の増減は之に反して居る。個々の無機成分量に就て見れば（第 5 及第 6 圖参照）加里は搾乳期の進行と共に漸次著しく増加し（分娩後約 200 日にて最高に達す）然る後規則的に減少し乾期前に到れば最も少なし。石灰、磷酸、曹達等は加里とは逆に其の量を變動して居るが鹽素は加里とは平行的に變動して居る。即ち加里及び鹽素は脂肪量とは逆に増減して居るが石灰、磷酸、曹達等は脂肪量と互に平行して居る。斯くの如く牛乳無機成分の酸性基と鹽基性基とが互讓して増減するのは乳腺が乳を生産するに當つて生理上特定の無機成分を増減せしめても乳の化學平衡を保たせて所謂 Milky appearance を常に與へるための妙作に外ならない。

牛乳中の磷酸は其の大部分が無機態であることは想像し得るるも有機態磷も亦微量ではない。¹⁾ 牛乳脂肪量と磷量とが平行的に移動することから考ふれば脂肪量の増減は單に脂肪そのもの、多少によつてのみ牛乳の品質營養價を上下せしめるだけではなく脂肪の増加は亦有機態磷の増加を隨伴して乳の營養價を一層高むるものである。

苦土は搾乳期が進むに従つて増加の傾向を示して居るが、其の變動は著しくない、けれども三田村氏²⁾の研究によれば牛乳中に苦土が微量たりとも増加する時には酒精凝固検査によつて陽性を呈するが故に搾乳期による苦土の増減は注意すべきである。

牛乳中には以上定量したる無機成分の外に微量ではあるが Cu, Zn, Si, Al, Mn, I,

¹⁾ E. Lenstrup, J. Biol. Chem., 70, 200 (1926).

²⁾ 三田村健太郎, 札幌農林學會報, 90, 679 (1928).

B, Ti, Rb, Li 及び Sr. 等が存在して居る。此等の成分は勿論、飼料、水質等によつて存否多少は不定なるも搾乳期によつても亦變動あることは推知するここが出来る。

以上論述せる如く牛乳中の無機成分量は搾乳期に應じて規則的に又相互的に變動するのである。外觀同様な牛乳も其の成分量に於て上記の如く著しき差あることを察知して之を調節すれば直接食料に供される時には栄養價は更に高まり、之より乳製品が製造せらるる時には其の品質が一層高まるのである。

b. P と Ca との比

食物はそのうちの P と Ca との含量が $\frac{P}{Ca} = 1$ の關係からはなれば Ricket producing diet になることは幾多の實驗によつて明瞭である。然らば牛乳又はその製品(粉乳又は煉乳)の如き單獨に幼児の食物に供せらるゝ物質にありては特に P/Ca の比價に就て留意すべきである。今前記の實驗結果から全乳中の P/Ca を算出すれば第12表の如くなる。

TABLE 12
 $\frac{P}{Ca}$ in Milk at successive period of lactation.

Lactation Period	M. I. P.			C. W. S.		
	In 100g. milk		P/Ca	In 100g. milk		P/Ca
	Ca	P		Ca	P	
	mg.	mg.		mg.	mg.	
Nov. 29, 1927	123.4	116.6	0.945	106.9	104.4	0.976
Dec. 27, "	123.1	99.1	0.805	111.9	104.8	0.937
Jan. 24, 1928	113.8	99.8	0.877	117.1	115.9	0.990
Feb. 21, "	116.6	99.2	0.850	117.9	107.4	0.911
March 21, "	109.4	105.5	0.964	122.7	119.4	0.973
April 17, "	113.7	107.5	0.946	108.2	109.5	1.012
May 15, "	104.7	90.5	0.845	99.8	84.7	0.849
June 12, "	114.5	83.6	0.920	112.3	102.2	0.910
July 10, "	112.2	90.0	0.802	114.4	96.2	0.840
Aug. 7, "	137.6	88.3	0.642	119.9	96.4	0.804
Sept. 4, "	131.1	106.3	0.806	124.6	110.3	0.885
Oct. 2, "	—	—	—	119.3	110.1	0.923
Oct. 30, "	—	—	—	126.9	115.8	0.912
Nov. 23, "	—	—	—	128.0	111.6	0.872

1) S. Karellitz & A. Shohl, J. Biol. Chem., 73, 655 (1927).

此の結果によれば搾乳期を通じて P/Ca が 1 に近づくことは稀であつて而も乾期に近づくに従つて益々 1 より遠ざかる傾向を示してゐる。従つて牛乳及び其の製品を幼児の食物に供する場合には Vitamin D の存否に留意すべきは勿論のこゝ、磷に豊富な物質を添加せば Rickets の難を完全に免れ得る理である。

c. 鐵 の 含 量

牛乳中に鐵の含量が少ないことは夙に認められたる事實であつて最近にも Whole milk diet にて Albino rat を飼育すれば Haemoglobin 減少のために約 10 週の後には斃死するこゝが報告せられて居る。¹⁾ 此の報告は従前の報告と一致した事實であるが

TABLE 13
Iron content of cow's milk.

Author	Fe in 1 liter. milk (mg.)	Method of Analysis	Year of Research	Literature
Bunge	2.4	—	1874	Z. Biol., 10, 295 (1874)
Söldner	35.0	gravimetr.	1870	Z. physiol. Chem., 40, 263 (1903)
Duclaux	35.0	—	1870	"
Schrodt & Hansen	5.0	—	1885	"
Anseln	0.87-1.03	—	1895	Biochem. Z., 38, 14 (1912)
Friedjung	1.2-2.6	colorimetr.	1901	"
Trunz	12.0-20.0	gravimetr.	1903	Z. physiol. Chem., 40, 263 (1903)
König	15.0	volumetr.	1904	Biochem. Z., 38, 14 (1912)
Fleischmann	15.0	—	1908	"
Glikin	0.53-0.94	—	1909	Biochem. Z., 21, 348 (1909)
Fendler, Frank & Stueber	4.0-12.0	volumetr.	1910	Ibid, 38, 14 (1912)
Mai	1.0-1.5	colorimetr.	1910	"
Lachs & Friedenthal	1.4	—	1911	"
Soxhlet	0.3-0.5	vol. & colori.	1911	Grimmer's Lehrb. d. Chem. u. Physiol. d. Milch.
Langstein	0.2-0.5	—	1911	"
Edelstein & Csonka	0.4-0.7	colorimetr.	1912	Biochem. Z. 38, 14, 1912
Stafford	0.18-0.84	—	1912	Grimmer's Lehrb.
Soxhlet	0.02-0.12	—	1912	Kirchner, Handb. d. Milchw., 6 Aufl. s. 38
Herpers	0.91	—	1914	"
Nottbohm & Dörr	0.03-0.13	—	1914	"
Mitamura	23.0	—	1927	札幌農林學會報, 85, (1927)
Peterson & Elvehjem	3.5-5.5	colorimetr.	1926	J. Biol. Chem., 78, 215 (1926)
Elvehjem	2.4	—	1928	Ibid., 67, 43 (1928)
Kondo & Mori	0.2-0.7	—	1929	—

¹⁾ W. E. Krauss, J. Dairy Sci., 12, 1, 74 (1929).

R. W. Titus & J. S. Hugnes, Ibid., 90.

牛乳中の鐵の含量は實驗者によつて著しくちがつて報告せられて居る。第13表は其の結果を報告せられた年代順に掲げて見たのである。

斯くの如く著しい差が生ずるのは、もこより乳牛の品種、搾乳期等も其の原因の一部を占めて居るのであるが其の大なる原因は定量法にあるのである。從來、普通に採用せられた鐵の定量法である重量法、及び酸化滴定法による時は試液内の鐵以外の成分をも鐵として定量する嫌がある。従つて是等の方法による時には實在量よりも多く計上することゝなる。之によつて鑑みれば既に定量報告せられたる鐵量のうちでは Edelstein 及び Csonka 氏の結果が最も眞に近かるべく私等の實驗結果と對照して考察すれば牛乳中の鐵量は其の1立中に 0.2-0.7mg. が眞の量であらう。

D. 要 約

1. Holstein 乳牛2頭について約300日間に亘つて4週間毎に搾乳してその無機成分量を定量した。
 2. 其の結果、乳量、脂肪量、全無機成分量等は相互間に相連關して搾乳期の進行と共に規則正しく變移することを認めた。
 3. 個々の無機成分も亦搾乳期に應じて規則的にその量を變動する。そのうち變動量に於て最も甚しいのは加里と磷酸である。而して此の兩者は量に於て互に逆關係をなして變動する。
 4. 又個々の無機成分のうち酸性基と鹽基性基とは互讓的に増減して牛乳の化學平衡を保たしめて居る。
 5. 牛乳中の P/Ca を算出して牛乳が Ricket-producing diet になり易きことを指摘した。
 6. 牛乳中の鐵含量に就て從來報告せられたるものを列舉して眞の含量を考察推定した。
-

私等は文部省自然科學研究獎勵費の補助によつて本研究を行つた。茲に同省に對し厚く謝意を表し度い。又本研究に使用せし材料は大阪府豊中町志方農藝科學研究所から得た。茲に所長志方貞三氏及び乳牛の飼養管理の勞をこられた井街農學士に對して深謝する。

1929 年 12 月 9 日