

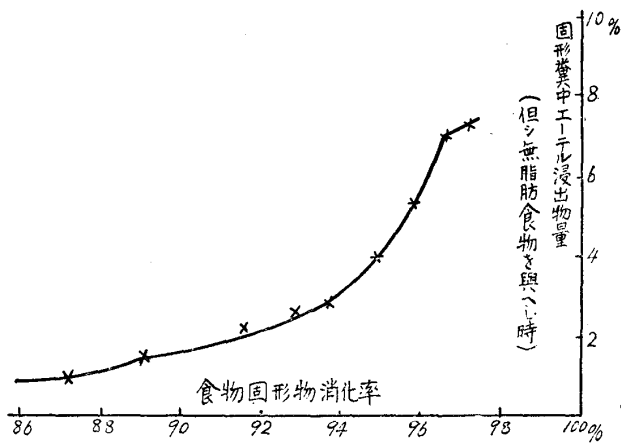
食物の消化に関する研究 (第二報)

脂肪真正消化率計算法について

農學士 鈴木重雄

第一報⁽¹⁾にて著者は犬に脂肪を含まざる食物を與へて消化器より糞に混入するエーテル浸出物の量は食物の固形物の消化率によりて増減するものなる事を報告し、且つその量の固形糞中の百分率は固形物の消化率の低下するに従ひて減少するを次の如き曲線を以て示したり。

第一圖



左圖より判斷して曲線が大體指數函數即ち $y=e^{aX}$ なる式にて表し得るものなる故に半對數方眼紙を用ひて算出せしに次の如き式を得たり。

$$\log y = 0.09345 (x - 88.1)$$

$$\text{即ち } y = e^{aX}$$

$$a = 0.215$$

$$X = x - 88.1$$

この式を用ふれば食物の固形物の消化率よりして容易に食物に由来せずして糞中に混入するエーテル浸出物の量を計算し得可し、而してその量を糞の全エーテル浸出物量より減ずれば食物より來る糞中のエーテル浸出物量を知る事を得。従つて脂肪の真正消化率を計算し得可きなり。

C. F. Langworthy 及び A. D. Holmes⁽²⁾ を初め從來の研究者は無脂肪の食物を動物に與へて糞中に消化器より混入するエーテル浸出物の平均量を測定しこれを糞の全エーテル浸出物量より減じて脂肪の真正消化量となせり、かくの如き法は食物の消化率に據りて消化器より糞に混入するエーテル浸出物の量の異なる事を無視せるものなる故に種々の消化率を有する各種の食物に適用するは不理なる可し。

然しながら著者の考案せる脂肪の真正消化率計算法にて算出せるものも實驗的に測定せるものとよく一致するものなるや否やの疑あり、據つてこれを知る爲に次の如き研究を行へり。即ち犬に無脂肪の基本食物に合成トリステアリンを加へ且つ濾紙を添加して與へ食物の消化率を左右しそれより生ずる糞中のステアリン酸を定量しこれをトリステアリンに換算して實驗的にトリステアリンの

真正消化率を測定し前記計算法によりて得たるものと比較せり。

實 験 の 部

1. 試験動物 幼時より動物飼育箱に入れ充分これに馴致したる小犬をもつてせり。

2. 米 鹿兒島高等農林學校農場生産のものを搗減り25%に精白し石臼にて碎き0.5mm.の篩を通過せしめたる後ソックスレット脂肪浸出器にて10時間浸出したるものにしてその組成次の如し。

水分 15.975%、 固形物 84.025%、 粗蛋白質 9.200%、 純蛋白質 8.334%、

可溶無窒物 74.033%、 澱粉 71.875%、 粗灰分 0.788%

3. 馬肉 市販のものを生肉の儘細割し1時間水にて煮沸した後80°C以下の温度にて乾燥した後粗碎してエーテルにて約15時間浸出し上澄液を傾瀉し脂肪の大半を除去したる後再び碎粉し0.5mm.の篩を通過せしめ後20時間ソックスレット脂肪浸出器にてエーテル可溶物を悉く除去せるものにしてその組成次の如し。

水分 5.946%、 固形物 94.054%、 粗蛋白質 91.325%、 純蛋白質 85.420%、

可溶無窒物 0.710%、 粗灰分 2.019%

4. 良鹽 藥局方のものを鹽化カルシウム真空乾燥器中に保ち無水物とせるものを用ひたり。

5. 濾紙 市販のものを細切し水中に揉み解き乾燥したる後ソックスレット脂肪浸出器にて浸出したる後鹽化カルシウム真空乾燥器中にて乾燥せしめたるものにして0.399%の粗灰分を含む。

6. トリステアリン 特に獨逸 Frankel 會社に依頼合成せしめたるものをエーテルに溶解し濾過後稀薄なる曹達溶液を加へ充分に振盪したる後エーテル層を分別し無水硫酸曹達にて脱水したる後エーテルを蒸發し再びエーテルより再結晶を行ひ精製したるものにして m. p. 72°C, 鹼化價 190.2 (理論數 191.4) なる白色板狀の結晶なり。

7. 飼育方法 供試食物は脱脂白米粉 100 g. につき脱脂馬肉類 4.5 g. 食鹽 1 g. トリステアリン 2 g. の割合に混合し尙ほこれに濾紙を適當に混合し水を加へ團子狀となし飯蒸器にて蒸して與へ水は隨意に飲ましめたり。其他の飼育方法は全く第一報⁽¹⁾に記述せるものと同様に施行せるも試験期間は糞採集の都合の爲め便宜伸縮せり。

8. 分・法 第一報にて報告せしと同様なれど糞のエーテル浸出の時間を特に延長し1週間行ひたり。これは比較的エーテルに難溶なるトリステアリンの浸出を完全に行ふ爲めなり、以下順次食下量及び糞量を示せば次の如し。

鈴木—食物の消化に関する研究(第二報)

第一期 基本食物消化試験

月日	食下脱脂 白米粉	食下脱脂 馬肉粉	食下食鹽	食下トリス テアリン	新鮮糞量	乾燥糞量	體 重
6/29	木炭末添加玄米飯を與ふ						2980 g
30	絶 食						
7/ 1	100 g	4.5 g	1 g	2 g	—	—	
2	100	4.5	1	2	—	—	
3	20	0.9	0.2	0.4	22. g	8.7 g	
4	100	4.5	1	2	10.4	6	
5	80	4	0.8	1.6	—	—	
6	20	0.9	0.2	0.4	4	1.5	
7	80	4	0.8	1.6	—	—	
8	100	4.5	1	2	—	—	
9	—	—	—	—	6.5	2.5	
10	80	4	0.8	1.6	12	6	
11	50	2.2	0.5	1	—	—	
12	80	4	0.8	1.6	—	—	
13	80	4	0.8	1.6	—	—	
14	80	4	0.8	1.6	20	7	
15	—	—	—	—	—	—	
16	80	4	0.8	1.6	32	15	
17	100	4.5	1	2	—	—	
18	100	4.5	1	2	12	5	
19	80	4	0.8	1.6	7	3	
20	50	2.2	0.5	1	—	—	
21	50	2.2	0.5	1	9	3.5	
22	100	4.5	1	2	8	3	
23	100	4.5	1	2	—	—	
24	100	4.5	1	2	9	4	2930
25	絶 食						
26	木炭末添加玄米飯を與ふ						
計	1730	80.5	17.3	34.6	163.9	79.2	

第二期 濾紙1%添加消化試験

鈴木一食物の消化に関する研究(第二報)

月日	食下脱脂 白米粉	食下脱脂 馬肉粉	食下食鹽	食下トリス テアリン	食下濾紙	新鮮糞量	乾糞 燥量	體 重
8/23	木炭末添加玄米飯を與ふ							3200 g
24	絶 食							
25	100 g	4.5 g	1 g	2 g	1.03 g	—	—	
26	100	4.5	1	2	1.03	—	—	
27	100	4.5	1	2	1.08	11 g	4 g	
28	80	4	0.8	1.6	0.86	13	4	
29	80	4	0.8	1.6	0.86	25.5	8	
30	100	4.5	1	2	1.03	7	2	
31	50	2.25	0.5	1	0.54	—	—	
9/1	50	2.25	0.5	1	0.54	6	1.5	
2	50	2.25	0.5	1	0.54	—	—	
3	—	—	—	—	—	28	8.5	
4	100	4.5	1	2	1.08	21	7.5	
5	80	4	0.8	1.6	0.86	—	—	
6	80	4	0.8	1.6	0.86	20	6.5	3015
7	絶 食					—	—	
8	木炭末添加玄米飯を與ふ					26	8.5	
計	970	45.25	9.7	19.4	10.45	157.5	50.5	

第三期 濾紙3%添加消化試験

月日	食下脱脂 白米粉	食下脱脂 馬肉粉	食下食鹽	食下トリス テアリン	食下濾紙	新鮮糞量	乾燥糞量	體 重
9/23	木炭末添加玄米飯を與ふ							3250 g
24	絶 食							
25	100 g	4.5 g	1 g	2 g	3.25 g	—	—	
26	100	4.5	1	2	3.225	—	—	
27	50	2.25	0.5	1	1.6125	20 g	6 g	
28	50	2.25	0.5	1	1.6125	—	—	
29	50	2.25	0.5	1	1.6125	30	9	
30	100	4.5	1	2	3.225	35	11	
10/1	200	9	2	4	6.45	11	3	

鈴木一食物の消化に関する研究(第二報)

2	100	4.5	1	2	3.225	37	11	
3	50	2.25	0.5	1	1.6125	19	6	
4	100	4.5	1	2	3.225	24	8	
5	50	2.25	0.5	1	1.6125	22	8	
6	50	2.25	0.5	1	1.6125	25	8	
7	50	2.25	0.5	1	1.6125	6	2	
8	50	2.25	0.5	1	1.6125	30	10	3120
9	絶食					19	6	
10	木炭末添加玄米飯を與ふ					6	2	
計	1100	49.5	11	22	35.475	284	90	

第四期 濾紙5%添加消化試験

月日	食下脱脂 白米粉	食下脱脂 馬肉粉	食下食鹽	食下トリス テアリン	食下濾紙	新鮮糞量	乾燥糞量	體重
10/24	木炭末添加玄米飯を與ふ							3320 g
25	絶食							
26	100 g	4.5 g	1 g	2 g	5 g	—	—	
27	100	4.5	1	2	5	27 g	8 g	
28	50	2.25	0.5	1	2.5	31	10	
29	50	2.25	0.5	1	2.5	16	5	
30	100	4.5	1	2	5	32	10	
31	100	4.5	1	2	5	30	9	
11/1	50	2.25	0.5	1	2.5	41	12	
2	50	2.25	0.5	1	2.5	9	3	3210
3	絶食					13	4	
4	木炭末添加玄米飯を與ふ							
計	600	27	6	12	30	218	61	

以上消化試験に於ける乾燥糞の組成を示せば次の如し。

	水分	固形物 %	粗蛋白質 %	粗脂肪 %	可溶無窒物 %	澱粉 %	粗纖維 %	灰分 %
第一期糞	6.63	93.37	37.84	8.59	27.82	18.93	—	9.12
第二期糞	8.77	91.23	20.72	8.06	22.29	10.35	20.39	6.46

鈴木一食物の消化に関する研究(第二報)

第三期糞	8.22	91.73	22.83	4.60	19.87	9.50	37.67	7.81
第四期糞	6.60	93.40	18.55	4.09	16.23	8.95	47.06	7.42

各期消化試験による消化率を計算すれば次の如し。

第一期消化試験消化率計算表

	食下量	排泄量	消化量	消化率
固形物	1581.245 g	73.949 g	1507.296 g	95.32%
粗蛋白質	232.677	29.970	202.707	87.12
粗脂肪	34.600	6.802	27.798	80.36
可溶無窒物	1281.343	29.953	1251.390	97.66
澱粉	1243.472	14.989	1228.483	98.79
灰分	32.557	7.223	25.334	77.81

第二期消化試験消化率計算表

	食下量	排泄量	消化量	消化率
固形物	897.162 g	46.074 g	851.038 g	94.86%
粗蛋白質	130.565	17.593	112.972	86.53
粗脂肪	19.400	4.070	15.330	79.02
可溶無窒物	718.152	11.254	706.893	98.43
澱粉	697.188	5.226	691.962	99.25
灰分	18.298	3.262	15.036	82.17
粗纖維	10.418	10.294	0.124	1.19

第三期消化試験消化率計算表

	食下量	排泄量	消化量	消化率
固形物	1039.307 g	82.602 g	956.705 g	92.05%
粗蛋白質	146.406	20.547	125.859	85.97
粗脂肪	22.000	4.140	17.860	81.18
可溶無窒物	814.714	17.333	796.831	97.80

鈴木一食物の消化に関する研究(第二報)

澱	粉	790,625	8,559	782,066	98.92
灰	分	20,803	7,029	13,779	66.21
粗	織 維	35,333	33,903	1,430	4.05

第四期消化試験消化率計算表

	食 下 量	排 泄 量	消 化 量	消 化 率
固 形 物	577.540 g	56.974 g	520.566 g	90.14%
粗 蛋 白 質	79.858	11.132	68.726	86.06
粗 脂 肪	12.000	2.494	9.506	79.21
可 溶 無 窒 物	444.390	9.931	434.459	97.77
澱 粉	431.250	5.460	425.790	98.73
灰 分	11.393	4.526	6.867	60.27
粗 織 維	30.000	28.70	1.293	4.31

以上の各固形物の消化率よりして食物に由来せずして糞中に混入せる粗脂肪の量を著者の考案せる方法にて算出しこれを各期乾燥糞の百分率より減ずれば食物よりのみ來れる糞中の粗脂肪の百分率を得可し。

即ち第一期に於て固形物の消化率は 94.85 %なるを以て食物に由来せずして糞中に混入せる粗脂肪の量は

$$\log y = 0.09345 \times (95.32 - 88.1) = 0.674709 \quad \therefore y = 4.718$$

となる。これを第一期乾燥糞の百分率に改算すれば 4.405 %となるを以てこれを第一期乾燥糞の粗脂肪の量 8.589 %より減じたる 4.184 %が食物よりのみ來れる糞中の粗脂肪の量なる可し、同様にして第二期第三期第四期乾燥粉の食物より由来せる粗脂肪の量を算出し脂肪真正消化率を計算すれば次の如し。

	食 下 脂 肪 量	食 物 よ り 由 來 せ る 脂 肪 排 泄 量	眞 正 脂 肪 消 化 量	眞 正 脂 肪 消 化 率
第 一 期	34,500 g	3,314 g	31,286 g	90.42%
第 二 期	19,400	2,097	17,303	89.19
第 三 期	22,000	2,514	19,486	88.57
第 四 期	12,000	1,611	10,384	86.57

鈴木—食物の消化に関する研究(第二報)

次に實驗的に眞正脂肪消化率を測定せんと欲し各期消化試験の糞のエーテル浸出物に就いてステアリン酸の量を測りトリストエアリンの量に改算しこれを食下トリストエアリンの量より減じ眞正消化量を定め消化率を算出せり。

ステアリン酸の定量法は供試品を多量採集する事極めて困難なる爲め次の如き簡單なる方法を行へり。即ち糞のエーテル浸出物をアルコール性加里を以て鹼化しエーテルにて石鹼溶液を反覆洗滌し全くステロールの反應なからしめ後稀鹽酸を加へて微酸性となし遊離せる混合脂肪酸をエーテルを以て抽出しエーテル溶液は鹽酸の痕跡なきまで蒸溜水にて洗滌したる後無水硫酸普達を投入し脱水したる後エーテルを驅除し得たる混合脂肪酸を Hehner 及 Mitchel⁽³⁾ の法に従ひステアリン酸を分離定量せり。

かくして得たる各期糞中のステアリン酸及トリストエアリンの量を示せば次の如し。

	固形糞中のステアリン酸	固形糞中のトリストエアリン	乾燥糞中のトリストエアリン
第一期糞	4.532%	4.735%	4.421%
第二期糞	4.282	4.473	4.081
第三期糞	3.206	3.349	3.074
第四期糞	3.107	3.152	2.944

以上の數より眞正トリストエアリン消化率を計算すれば次の如し。

	食下トリストエアリン	排泄トリストエアリン	消化トリストエアリン	眞正トリストエアリン消化率
第一期	34.600 g	3.510 g	31.090 g	89.86%
第二期	19.400	2.061	17.339	89.33
第三期	22.000	2.767	19.233	87.42
第四期	12.000	1.796	10.204	85.03

以上の研究によりて得たる脂肪の外觀的消化率、著者の考案せる法により算出したる眞正消化率及び實驗によりて得たる眞正消化率を列記し其の差を擧ぐれば次の如し。

	外觀的消化率	著者の法より得たる眞正消化率	(外觀的消化率との差)	實驗によりて得たる眞正消化率	(外觀的消化率との差)
第一期	80.36%	90.42%	+10.06%	89.85%	+ 9.50%
第二期	79.02	89.19	+10.17	89.33	+10.36

鈴木一食物の消化に関する研究(第一報)

第 三 期	81.18	88.57	+ 7.39	87.42	+ 6.25
第 四 期	79.21	86.57	+ 7.36	85.03	+ 5.72

之によつて見るに脂肪の外観的消化率は著者の考案せる方法に據りて算出せる真正消化率との間に7~10%の差あり又實驗に據りて測定せる真正消化率との間にも略同様の差あれども真正消化率相互間には僅か0.5~1.5%の差あるに過ぎず、即ち脂肪の消化率を表はすに從來の如く單に外観的消化率にて示すはあまりに誤差大なり據つて必ず真正消化率にて表はさざる可からず、然れども實驗に據りてこれを求めんとするには供試品の採集及び分析方法に多大の困難を生ず、されど langworthy⁽²⁾其他の研究者の如く消化率の如何に拘らず一定量を食物に由來せざるエーテル浸出物の量として糞の全エーテル浸出物量より除去する方法は消化率に據つて消化器より糞中に混入すべき量の異なるを無視せるものなる故不合理なり、殊に脂肪含量の少なき食物又消化率の低き食物に於ては負の價を得計算不可能なり、然るに著者の考案せる法はかくの如き缺點を補ひ且つ實驗に據りて得たる真正消化率とよく一致するを認めたり。

尙ほ今回の消化試験に於ても第一報に報告せし如く食物の固形物の消化率は添加纖維量の増加に伴ひて規則正しく低下すれどこれは主として纖維の消化せざる爲めにして他の成分の消化に及ぼす影響は比較的僅少なりといふ成績と略等しきを得たり。

摘 要

1. 食物に由來せず消化器より糞に混入するエーテル浸出物の量は食物の固形物の消化率如何に左右せらるゝといふ第一報の成績を基礎として脂肪の真正消化率算出法を考案せり。
2. 著者の考案せる法にて算出せる脂肪の真正消化率は實驗に據りて得たる成績と一致す。
3. 纖維の食物成分の消化に及ぼす影響は第一報に報告せるその影響僅小なりといふ成績と略同一の結果を得たり。

本研究に際し種々御便宜を賜りし校長吉村清尚博士及び實驗に多大の助力を盡されし仁科清彦氏に感謝の意を表す。

文 獻

- (1) 鈴木重雄, 無漏田哲雄: 日本農藝化學會誌, 第三卷, 第二册, 273頁 (1927).
- (2) C. F. Langworthy and A. D. Holmes: U. S. A. Depert. Agricul Bull., No. 3:0. p. 20. (1915).
- (3) Hoppe-Seyler, Thierfelder. physiol. u. pathol. chem. analyse, p. 82.