

植物ゴム質の栄養化学的研究 : アラヤゴムの體脂肪及びグリコーゲン生成能

岩田, 久敬
九州帝國大學農學部農藝化學教室

<https://doi.org/10.15017/20853>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 5 (4), pp.352-368, 1933-09. 九州帝國大學農學部
バージョン :
権利関係 :

植物ゴム質の栄養化學的研究

アラヤゴムの體脂肪及びグリコーゲン生成能

岩 田 久 敬

(昭和八年五月二十五日受理)

第一章 緒 言

植物ゴム質は糖分及び其の誘導體より構成せられたる分子構造の複雑なる膠狀體の一團に與へられたる名にして、其の最も著名なる一例はアラビヤゴムなり。吾人の食物及び家畜の飼料中に於ける植物ゴム質の分布は極めて廣汎にして其の含量も亦決して尠少ならず。其の種類亦多種多様に且又化學的組成複雑にして未だ充分研究せられざるも其の多くはアラビノース、ガラクトース、ウロン酸等より構成せられたるものにして其の性質概ねアラビヤゴムに類似す。即ち李ゴム、杏ゴム、ゲチレーゴム、ブラジルゴム、コルドファンゴム及び *Mangnifera indica*, *Cochlospermum gossypium*, *Feronia, elephantum* 等のゴム質を加水分解すればガラクトース 13.4--51.8 % 平均 31.1 %, アラビノース 33.2--76.3 % 平均 49.9 % を生ず⁽¹⁾。

南アフリカの Somaliland の土人はゴムを食用に供すに傳へらるゝも⁽¹⁾其の他人類及び一般草食動物も亦植物體內に含まるゝゴム質を喰下する事決して僅少ならず。然るに之れが動物によりて消化吸収せられたる後同化せらるゝや否や研究闡明せられたるもの殆んどなく、一般には殆んど同化せられざるものも信ぜらる⁽¹⁾。著者は先年ペントザンの栄養化學的研究に着手し稻藁及び橙心より分離製取せるキシランの家兎體內に於て脂肪及びグリコーゲンに同化せらるゝ事を發見し且その程度は澱粉の場合と略々相等しき事を認めたり⁽²⁾。是れ等の實驗を行ふに當りて同時に多糖類の栄養化學的研究の一端としてアラビヤゴムに關しても同様の研究を行ひたり。其の結果アラビヤゴムも亦家兎によりて消化吸収せられ次いで體脂肪及びグリコーゲンに同化せらるゝ事實を認めたり。茲に其の成績を報告すべし。尙著者の本研究を終りたる後昭和六年に至りて FÜRTH 及び ENGEL⁽³⁾ は鼠に櫻ゴム或はトラガントゴムを與へて實驗せる結果之等は肝臟グリコーゲンを殆んど増加せしめざりし事を報告せり。此の點は今茲に報告せんとする兎に就きての實驗結果と相違すれども、是れ恐らく一には供試ゴムの異なる事に基因すべく又一には著者の嘗つてペントザンに就て報告せるが如く⁽²⁾動物の異なる事にも基因すべし。

第二章 供試アラビヤゴムの性質

實驗に供したるアラビヤゴムは市販品にして水溶性の白色の粉末なり。其の一般成分を分析し、ペントザンをTOLLENS 及び KRÖBER 法により、ガラクトタンを米國公定法⁽⁴⁾により、ウロン酸を NANJI, PATON 及び LING 法⁽⁵⁾により、炭素及び水素を一般元素分析法により定量せり。又カロリー價は BERTHELOT-MAHLER 法により測定し且 REGNAULT-PFAUNDLER の式により溫度訂正をなし算出せり⁽⁶⁾。其れ等の結果は次の如し。

第一表 供試アラビヤゴムの成分

固 形 物	87.78 %
有 機 物	84.66
粗 蛋 白 質	2.01
粗 脂 油	0.01
粗 繊 維	0
可 溶 無 窒 素 物	82.64
轉 化 糖	71.55
一般ペントザン	26.02 (ウロン酸に關する訂正をなす)
ウロン酸無水物	7.20
ガ ラ ク タ ン	32.14
炭 素	37.64
水 素	5.25
カ ロ リ ー (小)	4078(有機物一瓦につき)

尙 HEFELMANN⁽⁷⁾によればアラビヤゴム中のペントザン含量は不定にして 20.65—51.21% にあり。又 NANJI, PATON 及び LING⁽⁵⁾の分析せるアラビヤゴムのウロン酸含量は 16.24% なり。又 NORMAN⁽⁸⁾によればアラビヤゴム中ウロン酸無水物 12.56—17.56% デラビノース生成量 23.32—29.89% ガラクトース生成量 67.92—68.80% なり。

第三章 アラビヤゴムの消化吸収

代謝試験を行ふに當りて先づ消化吸収量の測定を行ひたり。即ち二頭の成長せる牡家兎に基本飼料として紫雲英乾燥粉末 50 部、大麥粉末 45 部、白菜乾燥粉末 5 部を配合し、一日に 160 宛を給與し其の消化率を定めたる後之れに日々供試アラビヤゴム末 20 gr. 宛を添加して再び消化試験を行ひ其の消化率を査定せり。尙比較の爲めに澱粉に就いても同様の試験を行ひたり。試験經過を表示せば次の如し。

第二表 消化試験経過

試験期	月日(昭和四年)	飼料	糞排泄一日平均風乾量gr.
試験兎 第一號			
第一期	2月6日-24日	基本飼料のみ	67.8
第二期	3月5日-18日	澱粉20gr.添加	74.2
第三期	3月26日-4月6日	アラビヤゴム20gr.添加	69.8
第四期	5月2日-15日	基本飼料のみ	67.6
試験兎 第二號			
第一期	3月23日-4月1日	澱粉20gr.添加	80.5
第二期	4月8日-11日	アラビヤゴム20gr.添加	81.2
第三期	4月23日-5月2日	基本飼料のみ	74.3

次に消化試験中の飼料及び糞の分析結果を表示すべし。

第三表 飼料及び糞の成分%(アラビヤゴムの成分第一表参照)

	有機物	可溶無窒素物	轉化糖	ペントザン
基本飼料	83.30	52.81	43.42	11.46
澱粉	80.60	79.76	86.25	0
兎一號第一期糞	83.58	36.49	20.24	17.18
第二期糞	84.34	39.24	23.95	16.74
第三期糞	82.44	35.66	20.31	16.95
第四期糞	83.14	37.11	20.92	17.60
兎一號第一期糞	83.54	38.87	20.19	16.06
第二期糞	82.92	36.73	21.06	17.01
第三期糞	83.33	35.95	19.44	17.06

上掲の第一第二第三表に基きて各添加供試品の各成分消化率を算出し表示せば次の如し。

第四表 消化率%(見掛上)

添加供試品	成分	兎一號	兎二號	同平均
アラビヤゴム	有機物	93.44	67.99	80.7
	可溶無窒素物	100.12	81.19	90.7
	轉化糖	99.15	81.41	90.3
	ペントザン	98.85	78.27	88.6
澱粉	有機物	61.85	66.87	64.4
	可溶無窒素物	73.60	71.29	72.4
	轉化糖	77.74	89.51	83.6

上表によりて有機物より算出せる消化率と轉化糖より算出せる消化率の一致せざるを知るも是れは草食動物に於て常に目撃する所謂消化減退の現象にして是れ等供試炭水化物の眞の消化率は轉化糖の其れと合致すべきなり。故に轉化糖の消化量を以つて眞の消化量となしれと有機物の消化量の差を以つて消化減退量とすべきなり。此の關係を表示せば次の如し。

第五表 供試品の眞の消化率及び消化減退量(一日)

	眞の消化率%	眞の消化量 gr.	消化減退量 gr.
アラビヤゴム(二頭平均)	90.3	15.29	1.62
澱粉(二頭平均)	83.6	13.48	3.11

第四章 體脂肪の生成

第一節 實驗方法 概ねキシランに就いて行ひたる方法⁽¹⁾と等しきを以つて茲には大要を記述すべし。即ち家兎生體內に於ける炭素及び窒素の代謝試験によりて脂肪の生成量を測定せり。前章に述べたる消化試験中に於ける試験兎の糞尿及び呼氣の分析によりて炭素及び窒素の出入量を定め、其れ等の體內蓄積量を凡て體脂肪に換算せり。尙茲に用ひたる基本飼料は試験兎の健康並びに體重の維持に對して充分なる事を豫備試験及び代謝試験によりて證明せり。即ち試験兎は代謝試験中常に充分の食物を攝取しつゝありしなり。

試験兎の尿は日々に 250 c.c. に稀釋し内 25 c.c. 宛をこり一は重クロム酸加里を以つて一は昇汞を以つて防腐し一期間の尿を合併し分析に供したり。

試験兎の呼氣中炭素は PETTENKOFER 式の小呼吸試験装置を用ひて定量せり。尙家兎によるメタンガスの生成量は極めて微量なる事、既に報告せる處なるが⁽²⁾基本飼料 150 gr. を家兎に與へたる際のメタンガス生成量は炭素にして一日僅に 3—5 m.gr. 之れに 15 gr. のアラビヤゴムを添加したる際にも一日 5 m.gr. にして極めて微量なりき。尙又家兎の飲料水及飼料調理用水中に含まれし炭素の量は一日分僅かに 5—7 m.gr. にして、是れは前述のメタン態炭素と相殺すべき關係にあるを以つて此の兩者は特に計算上顧慮の要なきものとせり。

第二節 試験兎糞尿の炭素及び窒素 糞の炭素は乾式元素分析法により、尿の炭素は SIMONIS⁽³⁾ 及び WHITE⁽⁴⁾ の實施せる濕法を取捨し多少の改良を加へて定量せり。其の實驗操作は既に報告せる處に同じ⁽²⁾。窒素は KJELDAHL 法によりて定量せり。尙尿中の糖分を PAVY 隅川、須藤法により定量せり。

第六表 試験兎糞尿の炭素及び窒素(附、糖分)

試験兎	試験期	糞風乾物100分中		尿一日分中 gr.		尿一日分中 糖分 mgr.
		炭素	窒素	炭素	窒素	
一 號	第一期	43.10	2.033	2.26	1.600	455
	第二期	42.82	2.095	2.20	1.381	481
	第三期	42.46	2.161	2.24	1.366	490
	第四期	42.74	1.970	2.23	1.683	446
二 號	第一期	42.25	2.080	2.10	1.298	446
	第二期	42.24	2.215	1.80	1.007	410
	第三期	42.05	2.164	1.81	1.347	403

第三節 呼氣中の炭素 試験兎につきて實驗を行ふに先だちて呼吸試験装置の適否を確かめんが爲めに、其の装置中に於て鯨蠟燭を燃焼せしめ發生する炭酸ガスを測定せしに次の如き成績を得たり。

第七表 呼吸試験装置の檢定

	第一回實驗	第二回實驗
鯨蠟燭燃焼量	23.8080 gr.	21.1893 gr.
内炭素量(理論數)	18.6845 "	16.6294 "
炭素回收量	19.1600 "	16.5186 "
理論數に對する回收率	102.5 %	99.3 %

是れによりて本装置の正確に運用せらるゝ事を確かめ得たり。呼吸試験は一期につき二乃至三回行ひたり。朝 9 時に試験兎を呼吸試験箱内に入れ飼料及び水を與へ午後 4 時に再び飼料を與へ翌朝 9 時に兎を取り出し、後其のまゝ 2 時間丈け空氣を流し殘存せる炭酸ガスを全部捕集せり。試験装置を配置せる室は自動調節電熱器により一定の溫度に保ち刻々の溫度を自記寒暖計により記録せり。呼吸試験箱内を通過する空氣は大型ガソメーター一個と小型ガソメーター二個によりて計量せり。後者を通過せるものはバリタ水中に導きて炭酸ガスの定量に供せり。他に呼吸試験箱内に流入する直前の空氣の一部を刻々他の小型ガソメーター二個に採り其の炭酸ガスをバリタ水中に捕集して定量し、之れを箱内より流出せし炭酸ガスの量より控除し以つて兎の呼出炭酸ガスの量をなせり。實驗の結果は次の如し(炭素の量を以つて表はす)。

第八表 呼吸試驗經過

試驗 兎 番 號	試 驗 期 日	月	平 均 室 溫 (C)	免 體 重 k.gr.	空 氣 流 通 量 (e)			入室空氣分析用 (e)		
					大ガソメ ーターを 通過した る量	出室空氣分析用		小ガソメ ーター 一號	小ガソメ ーター 四號	
						小ガソメ ーター 二號	小ガソメ ーター 三號			
1	1	2月12日	12.6	3.39	140410	81.00	103.30	86.40	102.60	
		16日	13.5	3.37	136851	86.68	88.358	82.80	99.50	
		22日	16.3	3.39	134868	75.68	77.258	81.55	89.93	
	2	3月11日	15.8	3.47	131534	63.08	94.88	83.43	90.88	
		17日	16.4	3.54	132900	62.50	89.53	72.03	86.55	
	3	4月3日	16.5	3.53	127200	72.30	75.95	72.65	81.60	
		5日	17.3	3.56	134150	72.25	87.95	76.73	88.60	
	4	5月7日	17.6	3.54	129600	80.40	77.93	78.03	72.55	
		9日	17.7	3.60	128150	75.08	81.80	75.40	72.80	
	2	1	3月30日	17.0	2.95	127400	69.33	78.38	74.38	71.05
			4月1日	17.5	2.95	131950	73.13	78.33	78.18	76.78
		2	4月13日	16.2	2.99	124865	78.55	74.55	74.13	69.88
17日			19.4	3.00	130935	78.28	81.45	76.83	74.90	
3		4月27日	18.1	3.02	131450	78.05	79.38	75.75	78.18	
		29日	18.4	3.03	128150	78.63	76.38	73.05	71.48	

第九表 呼吸試驗成績

兎 番 號	試 驗 期 日	月	炭 素 (mgr.)				出室空氣 百立中 呼出炭素 (mgr.)	通 氣 量 合 計 (e)	一 日 間 呼出炭素 合 計 (gr.)
			入室前の空氣百立中		出室空氣百立中				
			ガソメ ーター 1	ガソメ ーター 4	ガソメ ーター 2	ガソメ ーター 3			
1	1	2月12日	20.49	20.24	43.42	43.68	22.68	140594	31.89
		16日	20.25	20.39	43.44	43.60	23.20	137026	31.79
		22日	21.42	21.52	45.39	44.52	23.49	135021	31.72
	2	3月11日	19.34	19.58	46.28	45.62	26.49	131692	34.88
		17日	21.02	21.12	47.29	46.94	26.13	133052	34.65
	3	4月3日	19.88	19.81	47.76	47.27	27.67	127348	35.24
		5日	20.57	20.17	46.53	46.76	26.27	134310	35.28

4	5月7日	21.84	22.02	46.74	46.89	24.89	129758	32.29	
	9日	21.45	21.46	47.19	47.13	25.70	128307	32.97	
2	1	3月30日	19.93	19.30	44.18	43.79	24.37	127548	31.08
		4月1日	18.69	19.34	43.58	43.14	24.35	132101	32.16
	2	4月13日	18.13	18.50	44.10	44.69	26.08	125018	32.60
		17日	19.30	19.91	45.01	44.28	25.04	131095	32.82
	3	4月27日	20.64	20.76	44.33	44.31	23.62	131607	31.08
		29日	20.24	20.17	44.82	44.10	24.26	128305	31.12

第四節 體脂肪生成量 KÖHLER⁽¹¹⁾による兎體肉の分析成績を参照して各代謝試験期に於ける家兎の體脂肪生成量を計算する事次の如くなせり。

$$\text{窒素蓄積量} \times 5.917 = \text{體肉量 (蛋白質)}$$

$$\text{體肉量} \times 0.5281 = \text{體肉中の炭素量}$$

$$\text{炭素蓄積量} - \text{體肉中の炭素量} = \text{純體脂肪態炭素の量}$$

$$\text{純體脂肪態炭素量} \times 1.893 = \text{純體脂肪の量}$$

$$\text{體肉量} \times 9484.5 \div 5616.6 = \text{體肉を體脂肪に換算せる量}$$

$$\text{純體脂肪の量} + \text{體肉を體脂肪に換算せる量} = \text{蓄積脂肪總量}$$

但し KÖHLER⁽¹¹⁾の研究によれば兎體肉無水無灰物 1 gr. は 5616.6 カロリにして、兎體純脂肪 1 gr. は 9484.5 カロリーなり。上の如くして計算せる結果は次表に示すが如し。

第十表 體脂肪の成量(炭素及び窒素の代謝)(一日につき)

試験兎 第一號 (單位 gr.)

試験期及び飼料	第一期		第二期		第三期 アラビヤゴム 添加		第四期		
	基本飼料のみ		澱粉添加				基本飼料のみ		
	炭素	窒素	炭素	窒素	炭素	窒素	炭素	窒素	
攝取	基本飼料160	64.5	13.17	64.51	3.176	64.51	3.176	64.51	3.176
	供試品20	0	0	7.16	0.004	7.53	0.064	0	0
排出	糞として	29.22	1.378	31.77	1.554	29.64	1.508	28.89	1.332
	尿として	2.26	1.600	2.20	1.381	2.24	1.366	2.28	1.683
	呼吸として	31.80	0	34.76	0	35.26	0	32.63	0
差体内に蓄積量	1.23	0.198	2.94	0.245	4.90	0.366	0.71	0.161	
體肉量(蛋白質)	1.172		1.450		2.166		0.953		
純體脂肪量	0.80		2.84		4.91		0.27		
蓄積脂肪總量	1.49		3.70		6.19		0.83		

試験兎 第二號 (單位 gr.)

試験期及び飼料	第一期		第二期 アラビヤゴム 添加		第三期 基本飼料のみ		
	澱粉添加						
	炭素	窒素	炭素	窒素	炭素	窒素	
攝取 { 基本飼料160	64.51	3.176	64.51	3.176	64.51	3.176	
	供試品 20	7.16	0.004	7.53	0.064	0	0
排出 { 糞として	34.01	1.674	34.30	1.799	31.24	1.608	
	尿として	2.10	1.298	1.80	1.007	1.81	1.347
	呼氣として	31.62	0	32.71	0	31.10	0
差体内に蓄積量	3.94	0.208	3.23	0.434	0.36	0.221	
體肉量(蛋白)	1.231		2.568		1.308		
純體脂肪量	4.30		2.44		-0.43		
蓄積脂肪總量	5.03		3.96		0.34		

次に供試品を添加したる場合の蓄積脂肪總量より基本飼料よりの脂肪生成量を控除し以つて供試品よりの蓄積脂肪總量を算出し更に可消化養分よりの蓄積量を算出せる結果は次の如し。但し可消化養分の量としては第三章に述べたる眞の消化量をされり。是れ元來消化減退に關與せし物質は同化困難なるものにしてたゞへ消化せらるゝも動物の營養充分なる場合には殆んゞ生産に與かる事なく呼氣又は尿中に再び排出せらるればなり。

第十一表 供試品の體脂肪生成量 (gr.)

供試品名	試験兎	蓄積脂肪總量(體肉も換算し合計す)	
		風乾物20gr.より	可消化有機養分1kgr.より
アラビヤゴム	一號	5.03	299.6
	二號	3.62	262.7
	平均	4.33	281.2
澱粉	一號	2.54	202.7
	二號	4.69	325.0
	平均	3.62	263.9

上表に見るが如く消化吸収水せる無水無灰のアラビヤゴム 1 kgr. より平均 281.2 gr. の體脂肪(體肉も換算して合計す)を蓄積し、同様に澱粉よりは 263.9 gr. を蓄積せり。尙著者の嘗つてキシランに就きて同様に實驗せし結果⁽²⁾は 269 gr. なりき。即ち此の三者は家兎にありては體脂肪生成能を略々相等しうするもの云ふべし。

第五章 消化及び同化カロリー

前述の消化吸収試験の結果を参照して消化吸収せられしカロリー價を算出すれば

アラビヤゴムの無水無灰物 1 gr. は 3682 カロリー (小)

澱粉の無水無灰物 1 gr. は 3459 カロリーなり。

又蓄積脂肪總量に 9484.5 カロリーを乗じて同化カロリー (生産的カロリー) (KELLNER の所謂 Dynamische Energie) (ARMSBY の所謂 Net Energy) を算出すれば

消化吸収せられたるアラビヤゴムの無水無灰物 1 gr. は 2667 カロリー (小)

消化吸収せられたる澱粉の無水無灰物 1 gr. は 2503 カロリーなり。

尙又消化吸収せられし養分中のカロリー價は喰下せられしもの、其れに大差なきものを見做すを常とするが故に、可消化アラビヤゴム無水無灰物 1 gr. は 4078 カロリーにして同様に澱粉は 4136 カロリーなり。之れに對して上述の同化カロリー價の百分比を算出すれば

アラビヤゴムにて 65.40 %

澱粉にて 60.51 % なり。

(嘗つてキシランに就きて實驗せし結果は⁽²⁾ 61.25 % なりき)。

是れを要するにアラビヤゴムの同化率は澱粉の其れに比して多少優れたるが如きも此の種の實驗の誤差は相當に大なるべきを以つて茲にはアラビヤゴムの同化率は澱粉の其れに略々相等しきものと結論せんを欲す。

第六章 グリコーゲンの生成並びに二三血液成分の變化

ペントース又はガラクトースを経口的に又は注射によりて動物に賦與する際其の體肉にグリコーゲンを蓄積する事に關しては CREMER,⁽¹²⁾ SALKOWSKI,⁽¹³⁾ NEUBERG u. WOHLGEMUTH,⁽¹⁴⁾ THOMAS, GRADINESCU u. IMAS,⁽¹⁵⁾ 咲山,⁽¹⁶⁾ VOIT,⁽¹⁷⁾ RAUSH u. SOCIN⁽¹⁸⁾ 其の他多數の人々によりて實驗的に證明せられ否定的結論を與へたるものは僅に FRENZEL,⁽²⁴⁾ GRUBE⁽²⁵⁾ MILLER & LEWIS⁽²⁶⁾ 氏に過ぎず。然れども是れを以つて直ちに是れ等の糖分及び其の誘導體の複雑なる結合より成れる植物ゴム質にグリコーゲンの生成能存するや否やを豫斷する事は殆んど不可能なるべし。左れども前章に報告せる如くアラビヤゴム澱粉は家兔に對して體脂肪生成能を等しくする事より察すればグリコーゲン生成能も亦互に等しかるべきは想像に難からざるべし。先年著者は其の眞否を實驗的に證明せん事を企てたり。而して著者の得たる結論は最近 FÜRTH⁽³⁾ 等の得たる結論とは相違すれども是れ試驗動物及び供試ゴムの相違に歸すべき事前述せる處なり。尙グリコーゲン

の生成に關聯して血液の二三成分の消長につきても實驗を行ひたり。

實驗の方法は先年キシランに關する報告中に述べたるを以つて茲には概要を摘録するに止むべし。體重 2 kgr. 内外の健康正常なる牡兎を一定時間絶食せしめたる後 10 gr. 内外のアラビヤゴムを 50 c.c. 内外の井水に和し少量の炭酸石灰を加へ是れをゴム製尿道カテーテルを以つて食道内に注入せり。然る後 8—15 時間絶食をつゞけ其の間血液成分の變化を検し、最後に實驗開始より 48 時間にして撲殺して手早やくグリコーゲンの定量をなし、又消化器内容物の検査をなしたり。實驗室温は電熱によりて 5°C. 以上に保てり。尙家兎は自己の排糞を直ちに喰下する習性を有するにより之れを防止せんが爲めブリキ製銅巻を施して飼育せり。

血液は耳朶靜脈より注射器内に約 1 c.c. を採り蔞酸加里を加へ氷にて冷却し直ちに分析に附せり。血糖は 0.1 c.c. の血液を用ひ HAGEDORN u. JENSEN 法⁽¹⁹⁾により、殘餘窒素は 0.1 c.c. の血液を用ひ BANG の *Micro-Kjeldahl* 法⁽²⁰⁾により、ヘモグロビンは 0.02 c.c. の血液を用ひ SAHLI 法⁽²¹⁾によりて定量せり。グリコーゲンは肝臟及び後肢筋肉につき別々に手早やく操作し PFLÜGER 法⁽²²⁾によりて定量せり。筋肉の重量は MORGULIS⁽²³⁾に従ひ體重に 0.47 なる係數を乗じて算出せり。尙實驗は 4 頭の家兎を用ひて行ひたり。其の成績は次の如し。

試験兎第一號。昭和 5 年 12 月 2 日午後 4 時絶食開始。

絶食開始後 39 時 40 分間。12 月 4 日午前 7 時 40 分採血分析。100 c.c. 中血糖 90 mgr, 殘餘窒素 48 mgr, ヘモグロビン 16.9 gr.

12 月 4 日午前 8 時、體重 1.90 kgr. アラビヤゴム 12 gr. 炭酸石灰 0.5 gr. 水 50 c.c. 注入。

絶食開始後 47 時 40 分間、給與後 7 時 40 分間。12 月 4 日午後 3 時 40 分採血分析。100 c.c. 中血糖 102 mgr, 殘餘窒素 45 mgr. ヘモグロビン 16.8 gr.

絶食開始後 48 時間、給與後 8 時間。12 月 4 日午後 4 時屠殺。體重 1.85 kgr. 肝臟 55 gr. 同グリコーゲン 1.160%, 後肢肉グリコーゲン 0.175%。

胃腸内にベントザン反應顯著、固形物殆んどなし。

筋肉重量 870 gr.

肝臟グリコーゲン總量 638 mgr. 體肉グリコーゲン總量 1523 mgr. 合計 2161 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するグリコーゲン含量 1168 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するアラビヤゴム給與量無水無灰物 5.49 gr.

試験兎第四號。昭和 6 年 1 月 15 日午後 5 時 30 分絶食開始。

絶食開始後 39 時 30 分間。1 月 17 日午前 9 時採血分析。100 c.c. 中血糖 94 mgr, 殘餘窒素 46 mgr. ヘモグロビン 17.0 gr.

1 月 17 日午前 9 時 30 分。體重 2.15 kgr. アラビヤゴム 12 gr. 炭酸石灰 1 gr. 水 60 c.c. 注入。

絶食開始後 47 時 30 分間、給與後 7 時 30 分間。1 月 17 日午後 5 時採血分析。100 c.c. 中血糖

107 mgr. 殘餘窒素 48 mgr. ヘモグロビン 16.8 gr.

絶食開始後 48 時間、給與後 8 時間。1 月 17 日午後 5 時 30 分屠殺。體重 2.08 kgr. 肝臓 60 gr. 同
グリコーゲン 0.951%, 後肢肉グリコーゲン 0.162%。

筋肉重量 978 gr.

肝臓グリコーゲン總量 571 mgr. 體肉グリコーゲン總量 1584 mgr. 合計 2155 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するグリコーゲン含量 1036 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するアラビヤゴム給與量無水無灰物 4.88 gr.

以上はアラビヤゴム給與後 8 時間にして屠殺せし場合にして、次は給與後約 15 時間にして屠殺せし場合なり。

試験兎第二號。昭和 5 年 12 月 19 日午前 8 時絶食開始。

絶食開始後 33 時間。12 月 20 日午後 5 時採血分析。100 c.c. 中血糖 97 mgr. 殘餘窒素 56 mgr. ヘモ
グロビン 17.0 gr.

12 月 20 日午後 5 時 20 分體重 1.80 kgr. アラビヤゴム 9 gr. 炭酸石灰 1 gr. 水 55 c.c. 注入。

絶食開始後 48 時間。給與後 14 時 40 分間。12 月 21 日午前 8 時採血分析。100 c.c. 中血糖 114 mgr.
殘餘窒素 47 mgr. ヘモグロビン 16.9 gr.

絶食開始後 48 時 30 分間、給與後 15 時 10 分間、12 月 21 日午前 8 時 30 分屠殺。體重 1.60 kgr.
肝臓 51 gr., 同グリコーゲン 0.617%, 後肢肉グリコーゲン 0.185%。

胃小腸内にベントザン反應顯著、固形物殆んどなし。

筋肉重量 752 gr.

肝臓グリコーゲン總量 315 mgr. 體肉グリコーゲン總量 1391 mgr. 合計 1706 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するグリコーゲン含量 1066 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するアラビヤゴム給與量無水無灰物 4.76 gr.

試験兎第三號。昭和 6 年 1 月 9 日午前 9 時 45 分絶食開始。

絶食開始後 32 時 15 分間。1 月 10 日午後 6 時採血分析。100 c.c. 中血糖 119 mgr.

1 月 10 日午後 6 時 10 分體重 2.11 kgr. アラビヤゴム 11 gr. 炭酸石灰 1 gr. 水 60 c.c. 注入。

絶食開始後 47 時 45 分間。給與後 15 時 20 分間。1 月 11 日午前 9 時 30 分採血分析。100 c.c. 中
血糖 121 mgr.

絶食開始後 48 時間、給與後 15 時 35 分間。1 月 11 日午前 9 時 45 分屠殺。體重 2.00 kgr, 肝臓
58 gr. 同グリコーゲン 1.424%, 後肢肉グリコーゲン 0.221%。

胃小腸内にベントザン反應顯著、固形物殆んどなし。

筋肉重量 940 gr.

肝臓グリコーゲン總量 826 mgr. 體肉グリコーゲン總量 2077 mgr. 合計 2903 mgr.

屠體重 1 kgr. に對するグリコーゲン含量 1452 mgr

屠體重 1 kgr. に對するアラビヤゴム給與量無水無灰物 4.66 gr.

尙此の外に對照として 5 頭の試験兎を終始 48 時間絶食せしめ、又比較の爲めに 7 頭の兎に澱粉を給與して同様の實驗を行ひしが之れ等は何れも既にペントザンの營養價值第二報²⁾中に記載せしを以つて茲には詳細なる實驗成績は省略し單に總括結果を表示するに止むべし。

第十二表 絶食試験及び澱粉給與試験成績

兔番號	絶食開始後屠殺迄の時間時分	給與後屠殺迄の時間時分	屠體重 (kgr.)	無水無灰物給與量 (gr.)	肝臟グリコーゲン總量 (mgr.)	筋肉グリコーゲン總量 (mgr.)	屠體重 1kgr. に對するグリコーゲン含量 (mgr.)	
絶食試験	14	48	1.80	0	55	806	478	
	15	"	1.60	0	30	241	171	
	16	"	1.30	0	32	251	218	
	17	"	1.45	0	60	266	225	
	18	"	1.38	0	49	513	407	
平均	"		1.51	0	45	415	300	
澱粉給與試験	7	52.20	4.00	1.82	8	243	787	566
	8	52.00	4.00	1.55	8	126	547	434
	9	52.20	4.20	1.50	8	163	592	503
	平均	52.13	4.07	1.62	8	177	642	501
	12	48.15	8.00	1.81	7.2	954	3030	2201
	13	49.40	9.00	1.38	6.4	296	565	624
	平均	48.58	8.30	1.60	6.8	625	1798	1413
	10	48.00	17.20	1.32	5.6	284	384	506
	11	49.00	18.00	1.64	6.4	330	1063	849
	平均	48.30	17.40	1.48	6.0	307	723	678

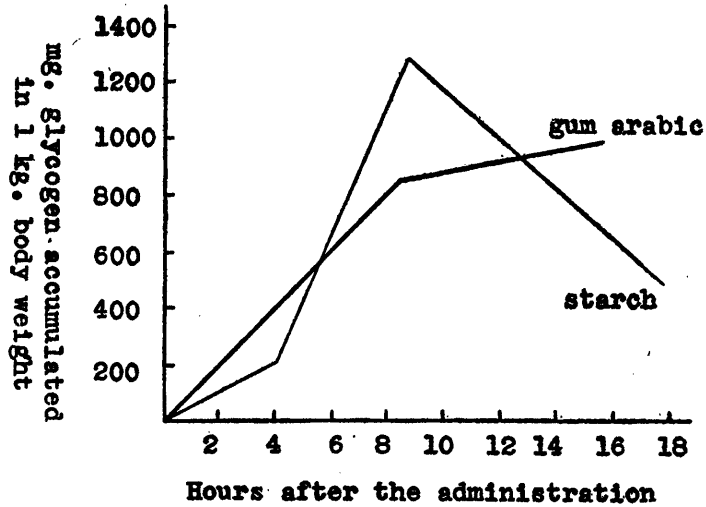
次にアラビヤゴム又は澱粉を給與せる家兎體重 1 kgr. に對するグリコーゲン含量より絶食兎のグリコーゲン含量を控除し以つて給與せる供試物質の單位量より直接間接に増蓄せしグリコーゲンの量を算出し表示すべし。

第十三表 グリコーゲン増蓄量

試験兎	絶食開始後屠殺迄の時間時分	給與後屠殺迄の時間時分	絶食兎に比し増蓄せしグリコーゲン體重 1kgr. に付 (mgr.)	増蓄グリコーゲン體重 1kgr. 給與無水無灰物 5gm. 1kgr. に付 (mgr.)
アラビヤゴム	2 頭平均	48.00	8.00	847
	2 頭平均	48.15	15.23	1018

澱粉	粉	3 頭平均	52.13	4.07	501	203
		2 頭平均	48.58	8.30	1413	1310
		2 頭平均	48.30	17.40	678	467

上表の成績を圖示すれば次の如し。



體重 1 kg. につき供試品無水無灰物 5 gr. を與へたる際のグリコーゲン増蓄量を示す圖

上掲の表及び圖によりて明らかなるが如く試験兔體重 1 kg. につき 5 gr. のアラビヤゴム無水無灰物を屠殺の 8 時間前に給與すれば其の屠體內に 847 mgr. のグリコーゲンを増蓄し、15 時間前に給與すれば 1078 mgr. を増蓄する事となれり。是れも同一の條件の許に澱粉を給與する事 8 時 30 分間前ならば 1310 mgr. 17 時 40 分間前ならば 467 mgr. を増蓄する事となれり。斯くの如きは澱粉は比較的速やかに消化吸収せられ従つて速やかにグリコーゲンの増蓄を來たし次いで又速やかに消耗せられ將又他物質に變化せらるゝなるべし。之れに反してアラビヤゴムは比較的消化困難にして従つてグリコーゲンの生成速度小なれ共家兔の消化管は比較的長き爲め長時間體內に留まり其の間によく消化吸収せられ遅くしながら多量にグリコーゲンの増蓄を來たすなるべし。

次に二三の血液成分の消長につき實驗せる結果、殘餘窒素並びにヘモグロビン含量には殆んど變化を認めざりしも、血糖の濃度は給與後 8 時間乃至 15 時間にして多少増加するを認めたり。然れども之れ等の變化は澱粉を給與せる場合よく類似し⁽²⁾決して過血糖を來たすが如き事なかりしなり。故に糖分の過剰は直ちにグリコーゲン等の形に轉化せしもの考ふべきなり。

是れを要するに上掲の圖上に於て曲線と横軸によりて圍まるゝ面積の略々等しき事によりて、アラビヤゴムも澱粉も家兔體內にありては直接又は間接に略々同量のグリコーゲンを生成せし事を承認し得べし（兩曲線の先端は時間又は其れ以内に零となるべきなり）。此の結論は第四章の體脂肪生成能の比較によりて得たる結論とよく一致するものにして、即ちアラビヤゴムと澱粉の栄養價値は草食動物家兔に對しては給與量過多ならざる限り、栄養不十分なる場合に於ても又充分なる場合に於ても共に略々相等しと云ふべきなり。

第七章 結論及び總括

人畜の食餌中にゴム質物の分布の極めて廣汎なるに鑑み其の代表としてアラビヤゴムを採り、其の體脂肪並びにグリコーゲン生成能を草食動物なる家兔につきて測定せり。其の結果を要約すれば次の如し。

1. 成長せる牡家兔に體重並びに健康維持に對し充分の基本飼料を與へ其の糞尿呼氣の分析によりて炭素及び窒素の代謝を明らかにし、之れにアラビヤゴム 20 gr. を添加して再び代謝試験を行ひ、炭素及び窒素の増蓄量を凡て體脂肪に換算せるに可消化物 1 kgr. につき 281 gr. となれり。比較の爲めに澱粉にて實驗せる結果は 264 gr. となれり。
2. アラビヤゴム無水無灰物 1 gr. の家兔による可消化カロリーは 3682 にして澱粉の其れは 3459 となれり。而して可消化物 1 gr. より家兔體內に蓄積せられしカロリー即ち同化又は生産的カロリー (*Dynamic energy or Net energy.*) はアラビヤゴムにて 2667, 澱粉にて 2503 となれり。可消化養分 1 gr. の持つ總カロリーに對する同化カロリーの比はアラビヤゴムにて 65.4%, 澱粉にて 60.5% となれり。
3. 飢餓状態の家兔に屠殺の 8 時間前又は 15 時間前に 10 gr. 内外のアラビヤゴムを食道内に注入せるに明らかにグリコーゲンの蓄積を認めたり。其の蓄積速度は澱粉給與の場合に比し小なりしも蓄積總量は兩者略々相等しくなれり。
4. 飢餓家兔にアラビヤゴムを給與せる際血糖濃度を少しく増加せしも、殘餘窒素及びヘモグロビンの濃度には何等變化なかりき。
5. 是れを要するに給與量過多ならざる限り、草食動物家兔に於ては栄養充分なる場合に於ても將又不十分なる場合に於ても共にアラビヤゴムの栄養價値は澱粉の其れと略々相等しと結論するを得べし。

附記。本研究の前半は九州帝國大學農藝化學教室に於て行ひ後半は盛岡高等農林學校に於て行

ひとり。稿を終るに臨み多大の好意を賜はりたる九州帝國大學農藝化學教室の諸先生に懇篤なる指導を賜はりたる故片山博士及多大の助力を與へられたる粟飯原氏に深甚の謝意を表す。又本報告發表に當り多大の好意を與へられたる恩師奥田博士に深謝す。尙又本研究費の一部を補助せられたる財團法人齋藤報恩會學術研究部の好意を深謝す。

引用文献

1. ABDERHALDEN: Biochemisches Handlexikon, Bd. 2, 2-23, (1911).
2. 岩田: 第一報(體脂肪): 日本農藝化學會誌, 6 卷, 804 頁. (1930). 第二報(グリコーゲン・血液): 日本農藝化學會誌, 7 卷, 513 頁. (1931). 第三報(グリコーゲン・鼠にて): 日本農藝化學會誌, 8 卷, 1175 頁. (1932). 第四報(消化): 日本農藝化學會誌, 8 卷, 1252 頁. (1932).
(IWATA): 1st report: Bulletin Agr. Chem. Soc. Japan, 7, 33. (1931). 2nd report: Bulletin Agr. Chem. Soc. Japan, 7, 35. (1931). 3rd report: Bulletin Agr. Chem. Soc. Japan, 8, 90. (1932). 4th report: Bulletin Agr. Chem. Soc. Japan, 8, 93. (1932).
3. FÜRTH u. ENGEL: Biochemisches Zeitschr., Bd. 237, 159. (1931).
4. A. O. A. C.: Methods of Analysis, 2nd Edition, 121. (1924).
5. NANJI, PARTON & LING: Jour. Soc. Chem. Ind., 44, 253 T. (1925).
6. KÖNIG: Chemie d. Mensch. Nahrungs- und Genussmittel, 4. Aufl., III. Bd., 1. Teil, 79. (1910).
7. HEFELMANN: Ochem. Zentrab., 1901, II. 195.
8. NORMAN: Biochem. Jour., 23, 524. (1929).
9. SIMONIS: Chem. Zeitung, 97, 917. (1921).
10. WHITE: Jour. Ind. & Eng. Chem., 17, 82. (1925).
11. KÖHLER: Hoppe-Seyler's Z. f. physiol. Chemie, 31, 499. (1901).
12. CREMER: Zeitschr. f. Biologie, 29, 484. (1892).
13. SALKOWSKI: Hoppe-Seyler's Z. f. Physiol. Chemie, 32, 293. (1901).
14. NEUBERG u. WOHLGEMUTH: Ber. d. d. Chem. Ges., 34, II. 1745. (901).
15. THOMAS u. GRADINESCU u. IMAS: Chem. Zentralb., 1929, I. 2897.
16. 咲山: 大阪醫學會雜誌, 31 卷, 377 頁及び 667 頁. (1932).
17. VOIT: Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, Bd. 2, 260. (1808).
18. RAUSH u. SOCIN: Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, Bd. 2, 260. (1893).
19. HAGEDORN u. JENSEN: Biochem. Zeitschrift, 153, 46. (1923).
20. 須藤: 日新醫學, 15 卷, 1 頁. (1925).
21. ABDERHALDEN: Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden, Alt. IV, Teil 3, 44.
22. PFLÜGER: Pflüger's Archiv. f. d. ges. Physiol. d. Mensch. u. d. Tier, 103, 169. (1904) 及び 129, 362. (1909).
23. MORGULIS: Fasting & Undernutrition, New York, 99. (1923). (Jour. of Biol. Chem., 86, 375. (1930) より).
24. FRENZEL: Pflüger's Archiv. f. d. Ges. physiol. d. Mensch. u. d. Tiere, 56, 273, (1894).
25. GRUBE: Pflüger's Archiv. f. d. Ges. physiol. d. Mensch. u. d. Tiere, 118, 1, (1907).
26. MILLER & LEWIS: Proceedings Soc. for Exp. Biol. Med., 28, 448, (1931).

NUTRITIVE STUDIES ON PLANT GUMS ON THE FORMATION
OF FAT AND GLYCOGEN

(Résumé)

Hisayoshi IWATA

Many kinds of plant gums are contained extensively in vegetable foods and fodders. Their nutritive properties have not, however, been thoroughly investigated yet, and their nutritive values have been generally considered to be inferior to those of starches and sugars for every species of animal. Recently Fürth and Engel have reported that rats could store only negligible quantity of glycogen in their livers when fed on the cherry gum or tragant gum.

The present work has been undertaken to see if any fat and glycogen can be accumulated in the bodies of rabbits when gum arabic was given to them as an example of the plant gums, and to determine the amount of each, if any.

1. Material: The gum arabic was taken; its caloric value was 4078 per gram of organic matter; it contained 26.02 % of pentosan, 32.14 % of galactan, 7.20 % of uronic anhydride, 37.64 % of carbon, and 0.322 % of nitrogen.

2. Experiments on the Metabolism: Two adult male rabbits were used for these experiments. The experimental diets for each period were as follows: The maintenance ration with 20 grams of gum arabic, and the maintenance ration with 20 grams of starch as a comparison. The income and outgo of carbon and nitrogen were estimated from the results of analysis of the diet, feces, urine, and exhaled gas for each respective period. Respiration experiments were made twice during each period, applying Pettenkofer's respiration apparatus. It must be noted here that the formation of methan gas by the rabbits were negligible. The following is the result:

The amount of carbon and nitrogen remained in the body were recomputed in terms of the amount of fat based on the data represented by Köhler. Thus, the average amount of fat accumulated from one kilogram of digested gum (organic part) was found to be 281 grams, and that of starch 264 grams. The net energy value, or dynamic energy value, of one gram of digested gum was likewise found to be 2667 calories, and that of starch 2503. The percentage of net energy value to the total caloric value of digested gum was found to be 65 %, and that of starch 61 %.

3. The Accumulation of Glycogen and the Composition of Blood: Eleven male rabbits of medium weight were kept fasting each in a metabolic cage. Each animal was armed with a tin belly-band in order to prevent its access to feces. After a period of fasting either gum arabic or starch was administered to the amount of 5 grams per kilogram of the body weight into the stomach by an urethral catheter. The blood samples were obtained from marginal ear veins at intervals. The blood sugar was analysed by the method of Hagedorn-Jensen, haemoglobin by Sahli's haemometer method, and non-protein nitrogen by the Bang's micro Kjeldahl method. About 48 hours after the fasting started, each rabbit was killed and the glycogen contents of its liver as well as the sartorius muscle were determined by Pflüger's method. Five control rabbits were likewise kept fasting for 48 hours and the same examinations were made as above mentioned. The results were as follows:

(a) The amounts of glycogen formed either from the gum or starch were calculated by subtracting the average amount of glycogen found in the control rabbits from the amount found in each of the animals receiving starch or glycogen. There was hardly any noticeable difference between the total amounts of glycogen formed when either the gum or starch was administered.

(b) Although the amount of non-protein nitrogen and haemoglobin remained unchanged, that of the total blood sugar was found somewhat increased as the result of the administration of either the gum or starch.
