炭水化物類の榮養價に就て

(I)

有山恒
高橋勝夫
(昭和四年五月、東京帝國大學農學部農藝化學鈴木研究室)

著者等は白鼠の飼育試驗に依て澱粉以下 29 種の炭水化物並びに之に類する物質の榮養價を測定せり。試驗に供したる物質は次の如し。

Stärke, Agar-Agar, Inulin, Dextrin, Glykogen, Funkan. (Harusame), Konjak Pulver, Rohrzucker, Maltose. Milchzucker, d- Glukose, d- Frukkosa, d- Galaktose, d- Mannose, d- Glukosamin, α- Methylglucosid, l- Arabinose, l- Xylose, Dioxyaceton, d- Mannit, Glycerin, Ethylenglykol, d- Glukonsäure, d- Zuckersäure, Schleimsäure, Glycerinsäure, Ethylalkohol, dl- Alanin, l- Phenyladanin.

試驗方法は基本飼料の一定量に上記試料の一定量を添加したるものを以て白鼠を飼育し其體重增加の割合を以て各試料の榮養價を比較したるが、基本飼料としては下の如き組成のものを使用せり。

馬肉蛋白	27%
牛酪	70%
マツカラム氏鹽	3%

（同　　として乾燥酵母 [illegible]（1日1匹）を與へたり。

試驗第1

供　試　料　：　Stärke, Agar-Agar, Inulin, Dextrin, Rohrzucker, Maltose, Milchzucker.

飼育試驗期　：　昭和3年4月より7月

平均室温　：　23°C.

體重 4—45gm なる雄鼠3匹を以て1區となし、金網製の籠を以て1匹づゝ飼育せり。即ち 4.2gm の基本飼料に各試料の 1.25gm（基本飼料の 30% に概當す）を添加したる食餌を以て飼育し行きたり。斯くして飼育後 70 日間に於ける動物の體重增加の割合は次の如し。（第1圖參照）

供　試　料	平　均　體　重　增　加	
	70日間（gm）	1日平均（gm.）
Maltose	114.0	1.63
Stärke	95.7	1.37
Dextrin	89.3	1.28
Milchzucker	89.0	1.27
Rohrzucker	81.3	1.16
Inulin	79.8	1.14
Agar-Agar	60.0	0.86
基本飼料（4.2gm）	62.5	0.89

以上の如く供試料の榮養價は Maltose 最も優れ、Stärke, Dextrin, Milchzucker, Rohrzucker, Inulin, 略々一線をなして之に次ぎ Agar-Agar は最も劣れり。尚 Agar-Agar は其生長の割合が基本飼料のみを以て飼育せしものに略々一致する點より見て榮養價なしと云ふを得べし。

試驗第二

供試料：Glukose, Fruktose, Galaktose, Mannose, Arabinose, Xylose, Mannit, Glycerin, Ethylenglykol, α-Methylglukosid.

（尚試驗第一と比較の爲め Stärke 及び Dextrin を同時に供試せり。）

飼育試驗期：昭和3年5月より8月

平均室溫：27°C

本試驗に於ては試驗方法を少しく變更して先づ基本飼量のみを以て動物を飼育して恒量に達せしめたる後初めて供試料を添加し試料添加後の體重增加の割合を以て榮養價を比較せり。基本飼料 4.2gm を以て動物が達する恒量は平均 95 gm にして之に要せし日數は平均 41 日なりき。供試料添加後の動物體重增加の割合は次の如し。（第二圖參照）

供試料	供試料添加後の平均體重增加	
	40日間 (gm).	1日平均 (gm)
Fruktose	55.0	1.38
Glukose	52.5	1.31

Stärke	52.0	1.30
Dextrin	51.3	1.28
Glycerin	49.0	1 23
Arabinose	35.7	0.89
Xylose	35.2	0.88
Galaktose	34.2	0.86
Mannose	32.8	0.82
Mannit	25.8	0.65
α-Methylglukosid	19.5	0.49

以上の如く Fruktose, Glukose, Glycerin の榮養價は Stärke, Dextrin の夫れに略々等しくして最も優れ Arabinose, Xylose, Mannose, Mannit は遙かに劣り、α-Methylglukosid は最も劣し。Ethylenglykol は 1.25gm の量に於て有毒にして該區の動物は飼育1日にして悉く斃れたり。Pentose 類の榮養價に關しては從來有効說と無効說とありて、其論說一定せざるが、著者等の試驗結果に於ては Pentose は明かに榮養上有効なり。

試驗第三

供試料：Glukonsäure, Zuckersäure, Schleimsäure, Glycerinsäure, Glykogen, Funkan, Konjak, Glukosamin, Dioxyaceton, Alanin, Phenylalanin, Ethylalkohol

（試驗第一及び第二と比較の爲め Stärke, 及び Glukose を同時に供試せり。）

尙 Glukonsäure, Zückersäure, Glycerinsäure は凡て Ca-Salz として、又 Schleimsäure は N.K-Salz として Glukosamin は Hcl-Salz として與へたり。)

飼育試驗期 ： 昭和4年1月より4月

平均室温 ： 16.5°C.

試驗方法は凡て試驗第二に準ず。基本飼料 4.2gm を以て養ふる動物の體重は氣温低かりし爲め試驗第二の場合より稍々小にして平均 80gm なりき。供試料添加後の動物體重增加の割合は次の如し。(第三圖參照)

供試料	供試料添加後の平均體重增加	
	40日間 (gm)	1日平均 (gm)
Ethylalkohol	49.0	1.23
Funkan	38.7	0.97
Glukose	35.3	0.88
Stärke	34.3	0.86
Glykogen	32.7	0.82
Alanin	21.8	0.55
Konjak	19.5	0.49
Glukonsäure	19.5	0.49
Zuckersäure	19.3	0.48
Dioxyaceton	7.2	0.18

上表に示すが如く Ethylalkohol の榮養價は最も優れ、Fumkan, Glykogen は Stärke, Glukose に略々等しくして、之に次ぎ Alanin, Konjak, Glukonsäure, Zuckersäure は遙かに劣り、Dioxyaceton は最も惡し。又 Schleimsäure, Glycerinsäure, Glukosamin, Phenylalanin は 1.25gm の量に於て等しく有害にして是等の試料を與へたる動物は2—25日の後に凡て斃死せり。尚 Ethylalkohol 區の動物は約二ケ月間飼育したる後解剖に附して其内臓を檢したるに何等の異狀も認めざりき。斯くの如く白鼠は他の動物に比して比較的多量の Alkohol に耐へ得るのみならず、よく之を同化利用し得るものなりと云ふべし。

供試炭水化物の Assimilierbarkeit

飼育試驗期の終りに於て各區動物の給食後一八時間内に排泄する尿を集め、Benedict の試藥を以て其還元性を檢し以て尿中還元糖の存在の有無を見たるに次の結果を得たり。

炭水化物	尿の還元力
Stärke	—
Dextrin	—
Inulin	—
Agar-Agar	—
Glykogen	—

Konjak	−
Rohrzucker	−
Maltose	−
Milchzucker	++
Glukose	−
Fruktose	−
Galaktose	+++
Mannose	++
α-Methylglukosid	+
Glukosamin	++
Arabinose	+++
Xylose	+++
Dioxyaceton	++

上表に見るが如く Milchzucker, Galaktose, Mannose, α-Methylglukosid, Glukosamin, Arabinose, Xylose, Dioxyaceton 凡の動物の尿は明かに還元力を呈し、是等糖類は動物體の利用を免れ部分的に其儘尿に排泄せらるゝを示すものにして斯く是等糖類の Assimilierbarkeit の低き事は、該試料の榮養價が概して低劣なる事の一因をなすものと見做すを得べし。但し Milchzucker は例外にして其 Assimilierbarkeit の低きに拘らず榮養價優秀にして殊に飼育初期に於て榮養

効果挙れり。

總括

（1）既生炭水化物を可及的に除去し脂肪を主成分とする馬肉蛋白27％、牛酪70％、マッカラム氏塩3％なる組成の基本飼料の一定量に試驗す可き炭水化物並びに之に類する物質の一定量を添加したるものを以て白鼠を飼育し其體重増加の割合を以て各供試料の榮養價を比較したり。

（2）供試料の榮養價順位を概括すれば次の如し。

Polysaccharid 及び Disaccharid に就ては Maltose 最も優れ Stärke, Dextrin, Milchzucker Inulin, Glykogen, Funkan 之に次ぎ、Konjak は遙かに是等に劣り Aga-Agar は榮養價全く無し。Monosaccharid に關しては Fruktose, Glukose は最も有効にして Stärke に比較し、Galaktose, Mannose, Arabinose, Xylose は遙かに劣り Dioxyaceton, α-Methylglukosid は最も悪し。Glukosamin は 1.5gm の量に於ては下痢を起し有害なり。

Alkohol 類に於ては Ethylalkohol 最も有効にして Stärke にも優り、Glycerin 之に次ぎ Mannit は遙かに劣れり。Ethylenglykol は 1.25gm の量に於ては有毒なり。酸類に就ては Glukonsäure, Zuckersäure, Alanin, の効果は Glukose の夫れに半ばし Schleimsäure, Glycerinsäure, Phenylalanin は 1.25gm の量を與ふる時は有害なる結果を示せり。

（3）Pentose 類即ち Arabinose, Xylose は著者等の試驗條件の下に於ては明かに榮養上有効なり。

（4）飼育期の終りに於て各區動物の排泄する尿を集め Benedict の試藥を以て其還元性の有無を檢したるに Milchzucker, Galaktose, Mannose, α-Methylglukosid, Glukosamin, Arabinose, Xylose, Dioxyaceton 區の尿には明かに還元糖の

存在を認めたり、而して是等糖類の Assimilierbarkeit の低き事は該糖類の榮養價が概して劣れる事の一因をなすものと見る可し。Milchzucker は例外にして其 Assimilierbarkeit の低きに拘らず、榮養價優れ殊に飼育初期に於て効果擧れり。

(Ⅱ) 炭水化物類の Assimilationsgrenze に就て

炭水化物の Assimilierbarkeit に就ては從來幾多の研究あるが其等は專ら人、犬及び兎等に就て行ひしものなり。著者等は糞の炭水化物類の榮養價試驗に於て、炭水化物の Assimilierbarkeit の如何は其炭水化物の榮養價に密接なる關係を有するものなる事を認め、次に白鼠を試驗動物となして Dextrin 以下13種の炭水化物の Assimilationsgrenze を測定したり。

試驗方法

試驗方法としては專ら Mendel 及び Jones (J. Biol Chem. 43: 491. 1920) が兎を以て行へる方法を參考としたり。白鼠の飼料としては次の如き組成のものを使用せり。

馬肉蛋白	15%
澱粉	70%
豚脂	10%
マツカラム氏鹽	5%

更に Vitamin A として Biosterin 0.5mg 及び Oryzanin (燐ウオルラム酸を以て精製せるもの) 0.01gm を添加給與

せり。右の飼料を以て約10日間白鼠を飼育したる後其排泄する尿を集め Benedict の試藥を以て其還元性の有無を檢し還元性を呈せざる動物は直ちに之を試驗に供したり。白鼠は 150gm 前後の雄なるを選び5匹を以て1組となし、かゝる組4組を設け1種類の炭水化物の試驗に1組を當て各組共反覆供用せり。

先づ供試糖類の一定量を飼料の一部と混和して鼠に與へ悉く食ひ盡さしめたる後殘部の飼料を與へて動物の飽食するを俟ちて直ちに各々を底部に漏斗を具へたる圓筒狀金網製の尿採集罐に移し、其18時間に排泄する尿を集めたり。尿は Benedict の定性的試藥を以て常法の如くして其還元性を檢し還元性を呈せざる時は供試物の量を動物の體重 100gm に就き 0.1—0.2gm づゝ順次增加し行きて終に尿中に還元糖を見出すに及びて止む。斯くして Glykosurie を生ずる供試糖類の最小量（體重 100gm に對する）を以て Assimilationsgrenze となし各種糖類の Assimilierbarkeit を比較試驗したり。

尚 Polysaccharid 及び Disaccharid を試驗したる動物の尿は 1% HCl を以て轉化したる後糖の檢出に供したり。又 Glukosamin HCl-Salz を與へたる鼠の尿は常に Benedict の試藥に感ずる糖以外の還元性物質を含めば、かゝる尿の檢出には Nylander の試藥を用ゐたり。尚2種混合試料の糖類は凡て等量の割合に混合せり。

試驗結果

試驗の結果は第一、第二、第三及び第四表に示すが如し。 Inulin 及び Dextrin を與へたる動物の尿は轉化したる後初めて還元性を呈するなり。

依て是等糖類は非還元性の Polysaccharid の形に於て尿に排泄せらるゝものなりと云ふべし。 Rohrzucker の尿は

其盛にて還元するものゝ轉化後初めて還元するものゝあり。依て該糖は其儘の形乃至は轉化糖の形に於て尿に排泄せらるゝなら可し。以上著者等の得たる結果を Mendel 及び Jones が、兎を以て試驗したる成績と比較すれば第五表に示すが如し。兩者を比較するに Maltose, Glukose, Rohrzucker, Fruktose に就ては略々近き數字を得たるが Dextrin に就ては著者等の値は 0.82gm にして Mendel 及び Jones の値 1.61gm の半ばに過ぎず。尚著者等の成績に於ては二種混合糖類の Assimilationsgrenze は各 Komponent の中間にあるが Mendel 及び Jones の結果に於ては各 Komponent の値の何れよりも小なり。

第　一　表

動物番號	體重 100gm. に對する Assimilationsgrenze		
	Galaktose	Milchzucker	Glukose＋Milchzucker
	gm	gm	gm
90	−0.10 ※	0.30	0.20
91	0.10	0.10	0.20
92	0.10	0.10	0.30
93	−0.10	0.10	0.40
94	0.10	0.20	0.20
平均	−0.10乃至0.10	0.16	0.26

（※ 負記號は Assimilationsgrenze が與へたる數字以下なる事を示す。）

第　二　表

動物番號	體重 100gm に對する Assimilationsgrenzu							
	Xylose	Arabinose	Fruktose	Rohrzucker	Rohrsucker + Dextrin	Rohrzucker + Maltose	Fruktose + Glukose	Dextrin + Maltose
	gm	gm	gm	gm	gm	gm	gm	gm
100	—0.10	0.10	0.40	0.80	0.80	1.10	1.00	1.40
101	〃	〃	0.50	0.70	0.80	1.00	0.90	1.40
102	〃	〃	0.60	0.80	0.70	1.20	1.00	1.20
103	〃	〃	0.40	0.70	0.70	0.70	1.00	1.20
104	〃	〃	0.60	0.80	0.80	0.90	1.00	1.40
平均	—0.10	0.10	0 50	0.76	0.76	0.98	0.98	1.32

第　三　表

動物番號	體重 100gm に對する Assimilationsgrenze						
	Mannose	Dextrin	Rohrzucker + Glukose	Dextrin + Glukose	Glukose	Maltose	Inulin
	gm	gm	gm	gm	gm	gm	gm
110	0.20	0.80	1.00	0.90	1.10	1.50	1.50
111	0.20	0.80	0.80	0 90	1.00	1.40	1.50
112	0.30	0.90	0.80	1.00	1.10	1.60	1.50
113	0.30	0.80	1.20	1.00	0.90	1.60	1.60
114	0.40	0.80	1.00	1.00	1.10	1.40	1.70
平均	0.28	0.82	0.96	0.96	1.04	1 50	1.56

第　四　表

動物番號	體重 100gm に對する Assimilationsgrenze	
	Dioxyaceton	Glukosamin HCl-Salz
	gm	gm
120	0.30	0.30
121	0.20	0.20
122	0.40	0.40
123	0.30	0.30
124	0.40	0.30
平均	0.32	0.30

第　五　表

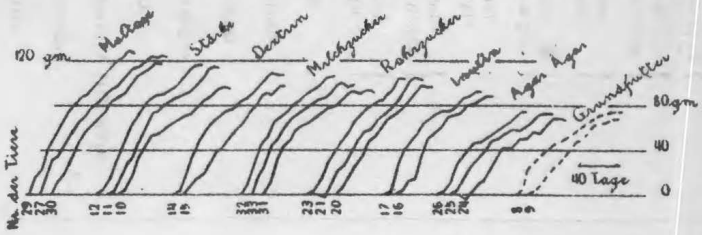
炭水化物	體重 100gm に對する Assimilationsgrenze (平均)	
	著者等	Mendel 及び Jones
	gm	gm
Inulin	1 56	—
Maltose	1.50	1.71
Glukose	1.04	1.30
Dextrin	0.82	1.61

Rohrzucker	0.76	0.75
Fruktose	0.50	0.80
Dioxyaceton	0.32	—
Glukosamin HCl-Salz	0.30	—
Mannose	0.28	—
Milchzucker	0.16	—
Arabinose	0.10	—
Galaktose	—0.10乃至0.10	—
Xylose	—0.10	—
Dextrin, Maltose	1.32	1.50
Rohrzucker, Maltose	0.98	—
Fruktose, Glukose	0.98	0.75
Rohrzucker, Glukose	0.96	—
Dextrin, Glukose	0.96	1.46
Rohrzucker, Dextrin	0.76	0.69
Milchzucker, Glukose	0.26	—

第　一　圖

全飼育期間の體重增加

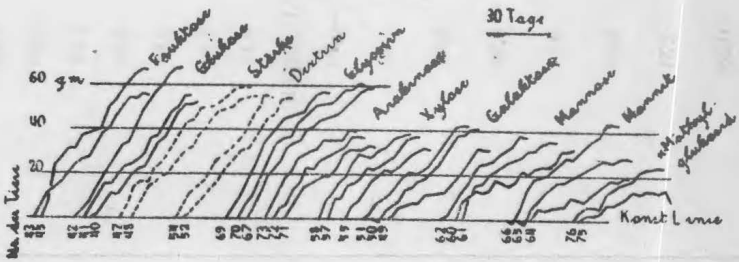
（試驗第一）



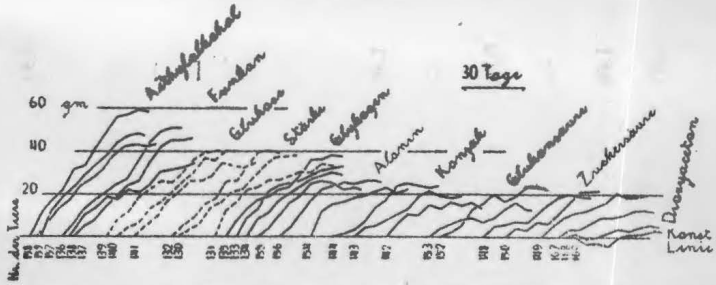
第　二　圖

試料添加後の體重增加

（試驗第二）



第　三　圖

試料添加後の體重增加

（試驗第三）