

綠藻之降血糖作用

李宏圖 賴精二 董一致

正常雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 分爲二組，飼以臺糖小鷄用飼料者之血糖比較飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者之血糖；在第一星期後者即呈出顯著之降低，並於第八星期開始呈出有意義之降低，但並不因此而繼續減低至呈低血糖而死亡，而是維持在一定之範圍內（約在開始時之 68% 至 91% 之間），且後者之體重增加亦比前者爲大，雖然綠藻粉中含有比臺糖小鷄用飼料更高之蛋白質，脂質和醣類，相信綠藻粉中必含有某種降低血糖和促進生長之因子存在，是否爲綠藻精 (C. G. F.) 本研究室正在實驗研究中。

綠藻粉對於以四氧嘧啶 (alloxan) 引起糖尿病症之花鼠雖有少許之降血糖作用，但無法達到治療的目的，至於綠藻粉是否仍具有預防糖尿病之作用，本研究室亦正在進行中。

Key words: *chlorella*, hypoglycemic action.

綠藻在植物分類上與青苔同是綠藻類的一種，可是不像青苔是由很多的細胞聚集成爲葉狀體，而是一個一個的個體，由一個細胞來形成。因此它的形狀很小，直徑約爲 2 μ 到 8 μ ，沒有用顯微鏡是看不到的，所以有綠藻繁殖的水是不透明的綠色液體。那麼這麼小的植物爲什麼現在有許多人在注目它，而稱之爲「夢的食品」或「宇宙食」呢？其原因是綠藻在那麼小的個體中含有大量的營養素。根據日本綠藻工業株式會社武智芳郎博士的述說綠藻比白米、小麥、大麥、大豆等含有高量之蛋白質，約爲 53.76%，並有優越之氨基酸組成。此外含有多量之脂肪、碳水化合物、礦物質、維生素以及葉綠素，可說是一種理想的食品。

近來我國之綠藻工業逐漸壯大，有如雨後春筍，成爲外銷日本之一生力軍，日本人將它作爲日常生活之保健食品。但綠藻對於人體之生化學研究僅止於營養方面⁽¹⁻⁹⁾，認爲它是一潛力很高之食品，但仍有許多問題有待解決。

有趣的是綠藻粉中含有能促進 *Tetrahymena pyriformis* 生長的因子，雖然化學構造還不清楚，但根據奧田等⁽¹²⁾ 的研究這因子存在於綠藻粉的水抽出液內而在 260 nm 有最大吸收的性質。林⁽¹⁰⁾ 曾報告添加綠藻及綠藻精 (*chlorella growth factor*; C. G. F.) 於豆漿粉中能使幼鼠體重增加很多，促進發育及改善飼養效率 (feed efficiency) 又能增加其身長及血紅素量，亦即綠藻能提高豆漿粉的營養價值。本篇主要介紹本研究室對於綠藻對動物體影響之生化學研究開始；報告對大花鼠 (Long-Evans rats) 血糖之影響。

材料及方法

實驗 I：將體重 180 gm 至 200 gm 之雄性大花鼠 (Long-Evans rats) 14 隻均分成二組，每組 7 隻。對照組飼以臺糖小鷄用飼料，實驗組則飼以添加 3% 綠藻粉 (臺灣綠藻公司製品) 之臺糖小鷄用飼料。開始時及每週由鼠尾抽血一次，共採血 11 週，每次採血需經過夜之饑餓 (overnight fasting)，每次每隻採血 0.02 ml。血中之蛋白及類醣物質 (saccharoids) 以 0.5 ml 5% 硫酸鋅 (ZnSO₄) 溶液和 0.5 ml 0.3 N 氫氧化鋇 (Ba(OH)₂) 試劑來沉澱除去，靜置 5 分鐘後，在 3,000 R. P. M. 下離心 10 分鐘，血糖則利用 Folin 和 Wu⁽¹¹⁾ 之改良方法來測定之，此外並每週量體重一次。

實驗 II：將體重 180 gm 至 220 gm 之雄性大花鼠 18 隻均分爲三組，每組六隻。第一組爲對照組，第二、三組分別爲實驗對照組和實驗組。此三組之花鼠經過夜饑餓後，由鼠尾採血 0.02 ml 來測其血糖含量 (見實驗 I 所述) 後，第二、三組即以四氧嘧啶 (alloxan) 來皮下注射使之引起糖尿病症，其注射劑量爲 120 mg/kg 體重 (配成 10% alloxan monohydrate 之生理食鹽水溶液)。第一、二組之花鼠以臺糖小鷄用飼料飼之，第三組則以添加 3% 綠藻粉之臺糖小鷄用飼料飼之，48 小時以後每天由鼠尾採血 0.02 ml，來比較此三組花鼠之血糖含量。

結 果

表 1 爲表示正常雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料和飼以添加 3% 綠藻

表1 實驗 I 正常雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料者與飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者血中血糖濃度之比較

組別	實驗週數											
	血 糖 平 均 濃 度 (mg/100 ml ± S. E.)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
對照組(7)*	69.1± 6.47	70.0± 7.03	78.0± 4.25	73.9± 3.59	69.7± 5.38	66.7± 7.45	79.9± 5.08	75.6± 4.25	68.0± 5.19	68.4± 3.98	63.9± 5.92	67.7± 7.35
實驗組(7)**	84.3± 6.99	69.1± 2.98	76.5± 1.36	67.0± 3.29	69.0± 6.23	64.7± 9.74	68.5± 8.51	68.2± 8.21	64.2± 2.96	57.7± 4.06	60.2± 4.01	61.5± 4.54
P***									<0.05	<0.01	<0.02	<0.05

* 實驗花鼠隻數。

** 實驗花鼠隻數，但第3隻第2星期之血糖測定失敗，並於第四星期死亡，其因不明。

*** 為指實驗組各週血糖濃度與0週時比較 t test 的 P 值。

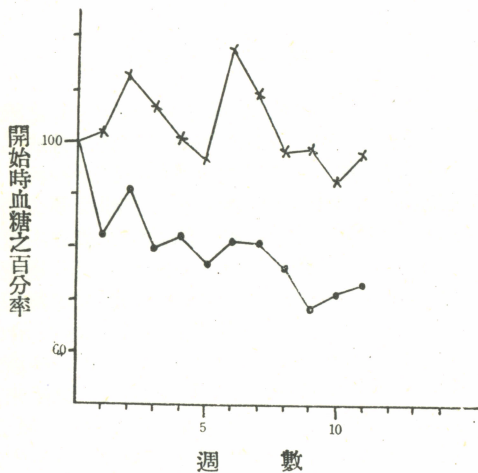


圖1 正常雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料和飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料，血中血糖濃度之比較。
 -x-x-x-: 飼以臺糖小鷄用飼料者。
 -.-.-.-: 飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者。

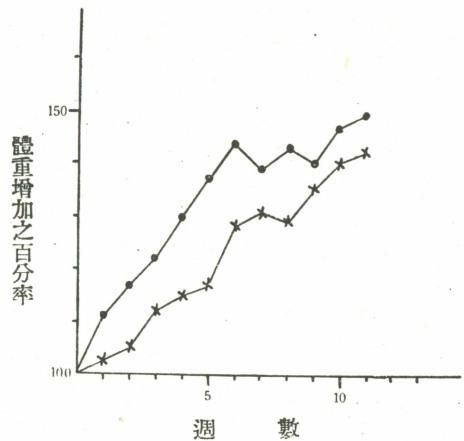


圖2 正常雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料和飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料，體重增加之比較。
 -x-x-x-: 飼以臺糖小鷄用飼料者。
 -.-.-.-: 飼以添加 3% 綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者。

粉之臺糖小鷄用飼料，每週測定血糖一次之血糖濃度。圖1則為表1之摘要比較，臺糖小鷄用飼料中添加 3% 綠藻粉對於正常雄性花鼠之降血糖作用在第一週起即有顯著之呈現，並在第8週以後即呈出有意義之降血糖作用，但此降血糖作用並不因此而繼續下降，而是維持在一定之範圍內（約在開始時之 68% 至 91% 間），且不會引起低血糖而死亡（雖有一隻在第四週時死亡，但其原因不明）。圖2為此二組花鼠體重之比較圖，可知飼以添加 3% 綠藻粉者其體重比未飼以添加 3% 綠藻粉者有顯著地增加。

表2為表示正常雄性花鼠 (180 gm 至 220 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料和以四氧嘧啶引

起糖尿病症之雄性花鼠 (180 gm 至 220 gm) 分別飼以臺糖小鷄用飼料與飼以添加 3% 綠藻粉之臺糖小鷄用飼料，每日採血一次之血糖濃度。圖3則是表2之綜合摘要比較，可知綠藻粉對於由四氧嘧啶引起糖尿病症花鼠之血糖並沒有很大之影響，雖然飼以添加 3% 綠藻粉飼料組花鼠較低些，實驗對照組與實驗組相比較之下，在第5, 6 和 11 日會呈出有意義之下降 ($P < 0.05$)，但在注入四氧嘧啶第十二天以後實驗對照組和實驗組之花鼠皆會因高血糖而陸續地死亡。且由表2可知由本實驗劑量之四氧嘧啶 (120 mg/kg 體重) 皮下注入正常大花鼠可以達到引起糖尿病症之目的。

表2 實驗II 正常雄性花鼠 (180 gm 至 220 gm) 飼以臺糖小鷄用飼料者與皮下注射四氧嘧啶 (120 mg/kg 體重) 於正常雄性花鼠分別飼以臺糖小鷄用飼料者和添加3%綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者, 血中血糖濃度之比較

組別	實驗日數										
	血 糖 平 均 濃 度 (mg/100 ml ± S. E.)										
	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
對 照 組 ^{(6)*}	68.0± 3.35	79.0± 5.23	78.0± 4.96	80.0± 5.93	75.5± 6.50	84.0± 6.19	88.0± 6.81	78.5± 3.83	90.0± 3.87	88.5± 3.93	86.0± 4.56
實 驗 對 照 組 ^{(6)*}	71.0± 6.32	591.5± 38.60	413.5± 22.98	422.0± 32.14	350.0± 14.75	353.3± 13.01	324.0± 38.53	363.3± 11.98	376.8± 32.47	341.8± 9.82	447.0± 15.76
實 驗 組 ^{(6)*}	81.0± 8.96	469.5± 48.60	543.5± 87.69	412.5± 22.35	298.2± 11.93	287.0± 19.37	338.5± 27.08	237.5± 16.80	307.5± 23.65	363.5± 30.81	315.5± 35.81
P**					<0.05	<0.05					<0.01

* 實驗花鼠隻數。

** 實驗對照組與實驗組花鼠相對日數血糖濃度比較 t test 的 P 值。

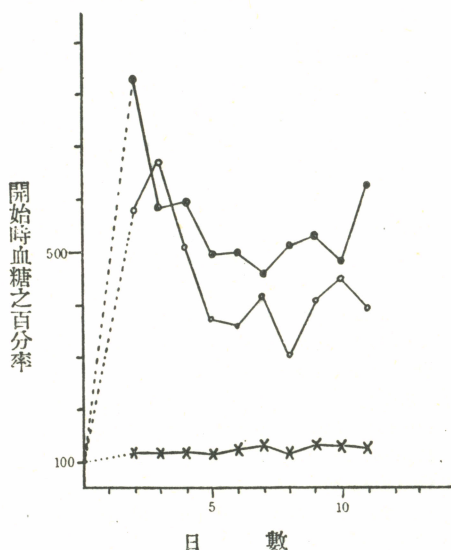


圖3 皮下注射四氧嘧啶 (120 mg/kg 體重) 於正常雄性花鼠 (180 gm 至 220 gm), 飼以臺糖小鷄用飼料和飼以添加3%綠藻粉於臺糖小鷄用飼料, 血中血糖濃度之比較。

- x—x—: 未經四氧嘧啶處理, 飼以臺糖小鷄用飼料者。
- o—o—: 皮下注射四氧嘧啶, 飼以臺糖小鷄用飼料者。
- o—o—: 皮下注射四氧嘧啶, 飼以添加3%綠藻粉於臺糖小鷄用飼料者。

討 論

由以上二個實驗得知綠藻粉對於正常雄性花鼠雖有降血糖作用, 但對於由四氧嘧啶引起糖尿病症之花鼠是無治療作用的, 因為四氧

嘧啶之作用主要是破壞蘭格罕氏小島 (Islets of Langerhans) 之 β -細胞, 使之不能分泌胰島素 (insulin), 而對於蘭格罕氏小島之 α -細胞並無什麼破壞力量, 因此綠藻粉對於正常花鼠之降血糖作用並不是由於 glucagon 之分泌或活性降低而引起, 而是由於胰島素之有效利用增加所引起的, 胰島素分泌增加之可能原因為刺激蘭格罕氏小島之 β -細胞分泌胰島素或抑制胰島素分解酶 (insulinase) 來減少所分泌出來之胰島素受到破壞, 或者是上述二種作用之綜合作用, 因此綠藻粉之降血糖作用機構是有待進一步之探討。

綠藻粉對於由四氧嘧啶引起糖尿病症之大花鼠無治療之效果, 但仍具有少許之降血糖作用, 那麼是否具有預防之作用呢? 是一有趣之問題, 本研究室現正從事此方面之研究。

如圖2所示飼以添加3%綠藻粉於臺糖小鷄用飼料之雌性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 在

表3 綠藻粉 (臺灣綠藻公司製品) 與臺糖小鷄用飼料一般成分之比較

種 類	綠 藻 粉*	小 鷄 用 飼 料**
水 分	4.32%	不超過 13%
蛋 白 質	61.57%	不低於 20%
脂 質	13.76%	不低於 2.5%
醣 類	14.20%	
纖 維	0.72%	不超過 6%
灰 分	5.43%	不超過 9%
夾 什 物		不超過 3%

* 根據臺灣綠藻公司之分析報告。

** 根據臺灣糖業公司之分析報告。

飼養至第11週時其體重比吃未添加綠藻粉飼料之雄性花鼠 (180 gm 至 200 gm) 增加約 7% 左右。如表 3 所示本研究用綠藻粉比臺糖小雞用飼料含有更高之蛋白質、脂質和醣類，因此可知綠藻粉可以加強或提高臺糖小雞用飼料之營養價值。綠藻粉之成分雖是很多，但一般有趣的是它含有促進生長的因素⁽¹²⁾——綠藻精 (chlorella growth factor; C. G. F.)，本實驗所用之綠藻粉含有 4% 之 C. G. F.，因此綠藻粉中降血糖之因子是由於 C. G. F. 或是其他因子所引起亦為本研究室有趣之問題，現正由臺灣綠藻公司所提供之綠藻精來從事此項研究。

本實驗承蒙劉堅信先生之實驗幫忙，臺灣綠藻公司黃書琅廠長之鼎力相助，以及該公司提供部份研究經費，特此致以謝意。

參 考 文 獻

- (1) MITSUDA, H., KAWAI, F., MURAKAMI, K. and SHIKANAI, T.: Studies on the utilization of chlorella for the food material. (III) Digestibility and biological value of the isolated protein. *Eiyo to Shokuryo*, **12**; 155-158, 1958.
- (2) MITSUDA, H., SHIKANAI, T., YOSHIDA, K. and KAWAI, F.: Studies on the utilization of chlorella as a foodstuff. (V) The effect of supplementation of isolated protein from *scenedesmus* to wheat flour. *Ibid*, **13**; 405-408, 1961.
- (3) POWELL, R. C., NEVELS, E. M. and MCDOWELL, M. E.: Algae feeding in humans. *J. Nutrition*, **75**; 7-12, 1961.
- (4) DAM, R., LEE, S., FRY, P. C. and FOX, H.: Utilization of algae as a protein source for humans. *J. Nutrition*, **86**; 376-382, 1965.
- (5) MORIMURA, Y. and TAMIYA, N.: Preliminary experiments in the use of chlorella as human food. *Food Technol.*, **8**; 179-183, 1954.
- (6) HAYAMI, H. and SHINO, K.: Nutritional studies on decolorized chlorella. II. Studies on the rate of absorption of the decolorized chlorella on adult men. Annual report of the National Institute of Nutrition, Toyamacho, Tokyo, Japan, pp. 59-62, 1958.
- (7) HAYAMI, H., SHINO, K. and MORIMURA, Y.: Chemical composition and applicability as food and feed of mass-cultured unicellular algae. IV. Test of digestibility with human beings. Final Report, No. 1, Contract NODA 92-557-FEC 33129, U. S. Army Research Development Group 9852, Far East, 1961.
- (8) MCDOWELL, M. E. and LEVEILLE, G. A.: Feeding experiments with algae. *Federation Proc.*, **22**; 1431-1438, 1963.
- (9) LUBITZ, J. A.: The protein quality, digestibility and composition of chlorella. 71105, ASD Technical Report 61-535, Contract No. AF 33 (616)-7375, Project No. 617-6373, Task No. 63124. Wright Air Development Center, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio. 1961.
- (10) LIN, Y. C.: The supplementary effect of algae on the nutritive value of soybean milk. *J. Formosan Med. Assoc.*, **68**; 15-21, 1969.
- (11) HENRY, R. J.: *Clinical chemistry: Principles and Techniques*, New York, Hoeber Co., pp. 648-652, 1966.
- (12) OKUDA, M., SANO, T. and NAKAO, H.: Chemical nature and physiological activity of extract from light-cultured chlorella cells. *Seiri Seitai*, **15**; 101-112, 1969.

HYPOGLYCEMIC ACTION OF CHLORELLA

HUNG-TU LEE, JING-ERH LAI and YIH-CHIH TUNG

When normal male rats (180 gm to 200 gm) were fed Taiwan Sugar Company Chicken Chow containing 3% chlorella powder it produced a significant reduction of blood sugar concentration and a significant increase of body weight, in one week, as compared with normal rats fed with Taiwan Sugar Company Chicken Chow only. The hypoglycemic action of chlorella powder maintained the blood sugar at a level between 68% to 91% of the initial

blood sugar concentration. Whether or not the "chlorella growth factor" (C. G. F.) is the one in the chlorella powder that possesses these functions is being studied in our laboratory.

Although chlorella powder can produce a slight hypoglycemic action on alloxan diabetic rats, it cannot cure the symptoms. Whether or not chlorella powder has a preventive effect on experimental diabetics is also being studied.