

大 專 用 書

飼 料 與 營 養

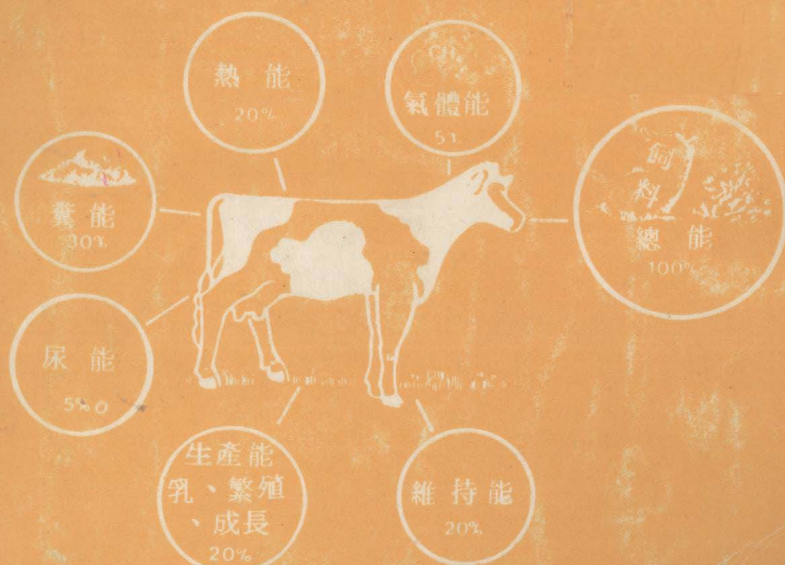
(第一冊)

M. E. Ensminger 原著
C. G. Olentine, Jr.

楊
陳
吳

清
樂
春

白
民
利 合譯



國 立 編 譯 館 出 版

大 專 用 書

飼 料 與 營 養

(第一冊)

M. E. Ensminger 原著
C. G. Olentine, Jr.

楊	清	白	合 譯
陳	樂	民	
吳	春	利	

國 立 編 譯 館 出 版

中華民國七十四年十二月一日台初版

飼料與營養

(第一冊)

版權所有
翻印必究

定價：全四冊 精裝新台幣壹仟叁佰陸拾元
 平裝 壹仟貳佰

譯者：楊清白
 陳樂民
 吳春利

出版者：國立編譯館

印行者：國立編譯館

館址：台北市舟山路二四七號

電話：三二一六一七一

目次

第一篇 營養	1
第一章 飼料與食物	5
第二章 營養學原理	37
第三章 消化與吸收	89
第四章 營養素——代謝	137
第五章 營養性疾病——毒素	293
第二篇 飼料	391
第六章 飼料的類型與功用	393
第七章 放牧地和天然牧野的青飼料	433
第八章 乾草	503
第九章 青貯料——半乾青貯料——高水分穀物	593
第十章 穀物——高熱能飼料	667
第十一章 蛋白質輔助料	735
第十二章 副產物飼料與作物殘株	815
第十三章 飼料輔助料——添加物——埋植劑	869
第十四章 飼料加工	923
第十五章 飼料分析——飼料價值評估	989
第十六章 購買飼料——商業飼料——飼料法規	1041

第三篇 飼養 1079

第十七章	動物行爲——環境.....	1081
第十八章	飼養標準——日糧配方.....	1157
第十九章	肉牛的飼養.....	1209
第二十章	乳牛的飼養.....	1489
第二十一章	綿羊的飼養.....	1579
第二十二章	山羊的飼養.....	1667
第二十三章	豬的飼養.....	1719
第二十四章	家禽的飼養.....	1825
第二十五章	馬的飼養.....	1935
第二十六章	兔的飼養.....	2039
第二十七章	貂的飼養.....	2087
第二十八章	魚的養殖.....	2131

第四篇 語彙 2191

第二十九章	營養學術語彙.....	2193
第三十章	飼料集註.....	2245

第五篇 飼料組成 2375

第六篇 附錄 2887

第一篇 營養

飼料始於藝術，以家畜的本能及照料者的狂熱、特性，和交易秘訣的揉合體為基礎。嗣後成為以化學、物理學、生理學和微生物學為基礎的科學。

多少年來，牧人們在飼養藝術的進步上有相當大的貢獻。他們注重實用，從不忽略效用價值或市場需要。沒有家畜得過牧人們的愛護，除非愛護是得自背上的肉，桶中的乳汁，被毛的重量和品質，每公斤飼料的增重公斤數，拖重或跑快的能力，或其他有實用價值的性能。及時地，科學家與牧人們聯合起來共同研究家畜飼養的改進，緩慢地，但很確實地，發展成為一門科學，叫做營養學。

飼養藝術與科學的成功合併——飼養與營養的結合——使畜牧邁進一個新的紀元。在過程中，也促進了對人體營養的興趣增加，因為養分需要都相似。因而產生一句話，「我們逐漸地學習飼養我們的子女和飼養我們的家畜」。許多困擾人類和家畜已久的疾病，已被探查出是膳食上的缺乏、不平衡和中毒所引起的。矯正了這些營養上的問題，即可增進各種家畜，包括人，的健康和性能。

過去，只是一連串事件的開端！二十世紀的最後一章，現在正開始要寫的，將是家畜營養上最具革命性和戲劇性的。

第一篇講述營養的基本原理，其內容大綱如下：

2 飼料與營養

第一章 飼料與食物

第二章 營養學原理

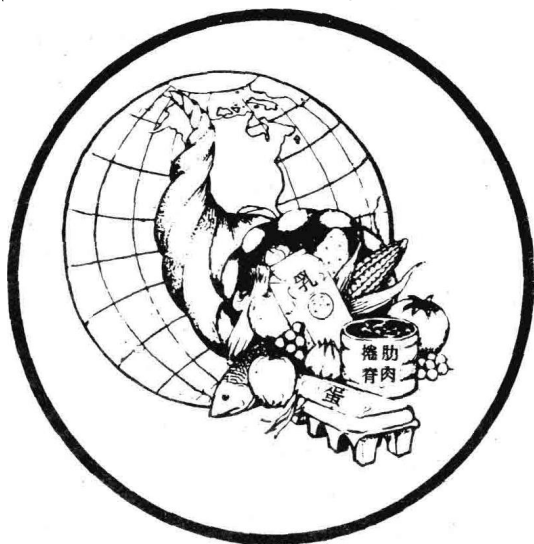
第三章 消化與吸收

第四章 營養素——代謝

第五章 營養性疾病——毒素



4 飼料與營養



第一章 飼料與食物

內 容	頁
一、肉即草.....	6
二、光合作用.....	7
三、能量保存.....	12
四、畜牧業.....	14
(一) 誰能吃?.....	15
(二) 只喜愛麵包.....	15
(三) 喜愛家畜.....	21
五、滿足飼料需求抑或食物需求.....	32
六、研究和討論的問題.....	33
七、參攷資料.....	35

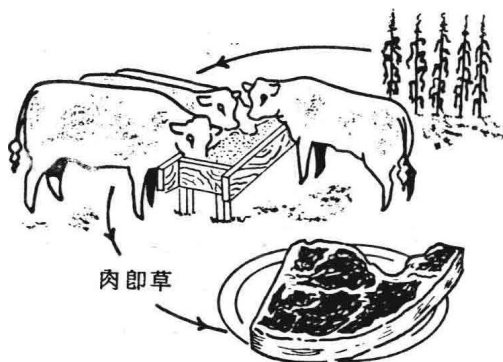
家畜賴飼料以生存，而飼料則賴土壤資源、春雨，和太陽能以生

6 飼料與營養

產。藉科學、技術和家畜之助，大小農戶生產美味可口的肉和蛋以供食用，生產乳油以供製造梨餡，生產乳酪以供製造餅乾，和生產乾酪以供製造通心麵布丁——所有這些都是透過光合作用的過程，得自太陽的。

一、肉即草

地球上的生命均依靠光合作用而活。無光合作用則無氧氣、無植物、無飼料、無食物、無家畜，和無人類。



■ 1—1 無光合作用則無氧氣、無植物、無飼料、無食物、無家畜，和無人類。

當化石燃料（煤、汽油、頁岩，和石油）——貯藏了幾千年的光合作用產物——耗竭時，耶經（Isaiah 40:6）上所說的「肉即草」將再復活。其焦點即在光合作用。植物能利用太陽能，是最重要且唯一能夠反覆生產能量的方法——雖然有某些類型的微生物，叫做化學自營生物，能夠由無機化合物獲得其所需能量，但除了這個次要例外

，支持地球上生命的能量均來自光合作用；是世界上唯一的食物製造的基本過程；也是地球表面（氣層）唯一的主要氧氣源。即使人腦細胞所利用的化學能或電能，也是陽光和綠色植物葉綠素的共同產物。因此，在世界糧食短缺時代，極為明顯地，經由光合作用捕捉太陽能，遠比所有地下的化石燃料更有價值——而當後者耗竭，則永遠耗竭。

二、光合作用

光合作用是由綠色植物含葉綠素的細胞，捕捉太陽能，並將其轉化為化學能的過程；經由該過程，植物由無機化合物——二氧化碳、水、礦物質——合成並貯藏有機化合物，特別是碳水化合物，同時釋放氧氣。

幾世紀以來，腐植質論盛行，學者都認為綠色植物由土壤有機質獲得其所需的養分。終於在約 1630 年時，比利時醫生 Jean van Helmont 完成了啓示性試驗，證明上述說法是不對的。Van Helmont 將 200 磅整的完全乾燥的土壤置於一容器內，種植 5 磅重的柳樹新苗，並且定期加雨水，但未加肥料於土壤。五年後，將已經長大的柳樹移去，根上所附土壤細心地包好送回容器，將柳樹乾燥稱重，也將土壤乾燥稱重。發現樹重為 169 磅 3 英兩，在五年期間內增重約 164 磅，而土壤重為 199 磅 14 英兩，顯示在同一期間內只有 2 英兩的損失。Van Helmont 下結論為柳樹單靠水以製造其體成分。這個古典的試驗證明了腐植質論的錯誤，即使 Van Helmont 的解釋只部分正確，因為他不知道二氧化碳在植物合成有機物時的角色。在 Van Helmont 的試驗之後，在化學能的觀念尚未充分發展到足於容許來自太陽的光能在光合作用過程以化學能型式貯藏於光合作用產物中的發現（1845

年)之前,更進一步的研究繼續着,但時光已逝兩個多世紀。隨後的研究加入到知識庫。今天,科學家已知綠色植物由土壤中的水和空氣中的二氧化碳,透過光合作用製成其大部分的固質物,並也知道綠色植物由土壤中吸收相當少量的固質物(礦物質養分)。

光合作用有賴於葉綠素——一種自土壤中出現之後在植物體迅速發展的綠色色素。葉綠素是一種化學催化劑——促進並使化學反應更易進行,但本身不起化學變化。藉太陽能,葉綠素能將無機分子,二氧化碳(CO_2)和水(H_2O),轉變為富含能量的有機分子如葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$),同時釋出氧氣(O_2)。葉綠素將太陽能轉換成為植物、動物和人類可利用的型式。由於這個能力,葉綠素被指為是非生物與生物間的鏈環,或是非生物元素變成生物體的一部分的通道。

經由光合作用過程,估計每天有十億噸以上的碳由二氧化碳(CO_2)轉化成為有機糖類($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ——葡萄糖),這些糖類可轉化為碳水化合物、脂肪,和蛋白質——三類主要的生物有機物。

光合作用是一系列的許多錯綜複雜的化學反應,包括下列兩階段:

第一階段——水分子(H_2O)分裂為氫(H)和氧(O);而這種動物呼吸所需的氣體,氧氣,則釋入大氣中。氫則與某些有機化合物結合,以供光合作用第二階段之用。葉綠素和陽光在這一階段參與作用。

第二階段——二氧化碳(CO_2)與釋出的氫結合成為單糖(葡萄糖)和水。這個反應由ATP(腺苷三磷酸),能的貯藏源,供應能量。在這一階段無葉綠素和光參與作用。

光合作用過程以圖1-2敘述之。

葉綠素將來自太陽光的能轉換為有機化合物的能的化學反應,是自然界奧秘之一。人類至今尚未能啓開這個奧秘,因為人類有許多這



光 合 作 用

光反應

場所：葉的含綠組織

需要：葉綠素、太陽能

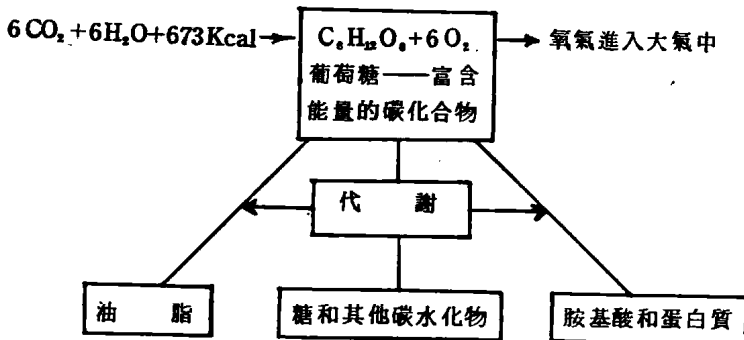
生產：富含能量的A T P

暗反應

場所：葉的葉綠體固形質

需要：不需要光線和葉綠素，
但需要富含能量的ATP

生產：葡萄糖——富含能量的
碳水化合物



10 飼料與營養

圖 1—2 (1)光合作用和(2)由單糖代謝合成有機化合物的綜合圖解。這個圖表示：

- ㄅ. 二氧化碳氣進入植物葉的含綠組織細胞。
- ㄆ. 植物在其某種代謝過程中，由空氣攝取氧氣，而在其他代謝過程中將氧氣釋回空氣中。
- ㄇ. 植物由土壤中攝取水和必需元素。
- ㄊ. 光合作用所需能量由陽光供應，而由葉綠素吸收。
- ㄋ. 淨進 6 分子二氧化碳和 6 分子水，則釋出 1 分子葡萄糖和 6 分子氧。
- ㄌ. 過程分光反應和暗反應兩階段，藉光反應合成暗反應所需的富含能量的 A T P。
- ㄎ. 在過程中，消耗 673 Kcal 的能量。
- ㄏ. 在光合作用所製造的糖（葡萄糖）能轉化為油脂、糖類和其他碳水化合物，以及胺基酸和蛋白質。

類的其他生命過程。加之，光合作用僅限於植物；而動物將能量貯藏於其產物——肉、乳和蛋中，但動物必須依靠植物來製造它。有關瞭解光合作用的額外事實如次：

ㄅ. 從地球的地質學而言，很早以前生長於比現今大氣含有更多二氧化碳的溫帶氣候的植物，生長比被消耗還要快。結果，極大量的碳，以有機物的型式成為化石燃料（煤、汽油、頁岩和石油），堆積於地球表面之下。這些燃料的燃燒供應目前家庭、工廠和運輸用的大部分能量。

ㄆ. 光合作用是一種需要能量的過程，利用光線做為能源。因此，只有在陽光照射在綠色植物組織上時，才會產生光合作用。

ㄇ. 植物的種和遺傳決定了植物是否合成高或低水平的專一性蛋白質、碳水化合物、礦物質、維生素等。例如，苜蓿經常比玉米含較大量的鈣，即使兩種植物併排生長。

ㄊ. 環境因素——包括日照量、空氣和土壤的溫度、空氣的濕度，和土壤的水分含量——也會對植物中的養分濃度有很重要的影響。

環境因素對植物養分的衝擊與牧人和營養人員有關，可由下述事項證明：(a)成熟番茄的維生素C含量主要由番茄的光照量控制；(b)在陰涼的陰天，有些禾草會堆積高水平的硝酸鹽；和(c)環境對植物組成的影響可能非常顯明，因為有些營養性疾病在某些年代頻頻發生，而在另些年代不常發生，即使在同一牧場。

力。植物的生理因素——健康、成熟度，和植物是否在開花——也都會左右光合作用的速率。

由上面所述的，顯然地家畜和人所需的各種養分在植物中的濃度受數種過程所控制，控制程度因土壤肥力，植物的遺傳特性，和植物生長的環境而異。任何一個因素均會左右飼料中或食物中的各種必需養分或有毒物質的含量。

雖然光合作用對生命本身非常重要，但是對捕捉潛在有效能量的效果很低。由太陽照射到地球的能量，只有大約一半抵達地面。其餘一半在大氣中被吸收或反射。抵達地面的大部分能量，迅速以熱的形式散發，或在其他重要過程供蒸發水分之用，使生命現象能順利營轉。只有大約2%的來自太陽的地球能量真正到達綠色植物，其中有一半（1%）由光合作用轉換貯藏於有機化合物。由植物所捕捉的能量，只有5%轉入可供人類食用的食物中。

潛在的、可用的太陽能真正用於形成植物組織的量，如此地少，所以對於葉綠素的作用有更佳的瞭解，似乎將可使過程的效率增高。有三個建議途徑：(1)增加地球上的光合作用量，(2)使植物能夠提高太陽能轉換效率，和(3)使以化學能型態固着於植物的總能，轉換為可供人類利用的型態的百分率（只有5%）更大。反芻動物為第三個建議途徑提供解答，因為反芻動物能由人類不能食用的植物性物料，如草、玉米稈和細稈秣等，將能量轉換為人類食物。同時，值得注意的是

12 飼料與營養

，家畜不需燃料來採食地上的草和收回貯藏於草中的能量。此外，牠們是完全可循環的，每年生產新作物，延綿其子孫。所以，經由改變植物以提高太陽能轉換力和利用反芻動物，使更多的植物所含的能量可供人類利用，對於解決世界將來的糧食問題，似乎更具潛力。



■ 1—3 反芻動物——牛、綿羊和山羊——將得自太陽能而貯藏於草中的光合作用的能量轉換為人類食物。

三、能量保存

人口成長率和糧食生產技術正產生未曾有的規模和緊急的飼料、食物和能量緊迫——對人類的生存產生威脅。這是由於人類蠶食天然資源快過地球綜合太陽能、雨水和土壤礦物質以生產食物的速度。

倘若全球突然仿用美國式耕種法和食物加工法，提高四十億人口的膳食至美國水平，則世界已知的石油貯藏量將在十三年內耗竭。

化石燃料如同銀行存款。提款並沒有錯，但並不是無窮盡的。大