

學藝
叢書

農畜飼養學

凱爾納著
劉運籌譯
崔廷瓚

商務印書館出版

O. Kellner 著
劉運籌 譯
崔廷瓚

學藝叢書

農

畜

飼

養

學

商務印書館出版

目次

第一篇 飼料之成分消化及利用……………一

第一章 飼料之組成……………一

- (1) 水分——(2) 蛋白質——(3) 非蛋白質性之含氮物——(4) 脂肪及油——(5) 粗纖維——(6) 無氮浸出物
- (7) 礦物質或灰分

第二章 食物之消化……………一

- (1) 咀嚼——(2) 消化之程序——(3) 食物消化率之測定——(4) 在相異環境下消化之度

第三章 動物體內消化營養物之利用……………一五

- (1) 通論——(2) 研究法——(3) 能力之新陳代謝作用

第四章 新陳代謝作用……………三一

- (1) 斷食時之新陳代謝作用——(2) 飼養不足——(3) 豐富食物之供給

第五章 肌肉工作中食料與能力之利用——能力生產定律·····	六五
--------------------------------	----

(1) 肌肉能力之泉源——(2) 新陳代謝作用與肌肉工作間之關係

第二篇 飼料——論其性質貯藏調製及應用·····	七一
--------------------------	----

第一章 飼料之營養分含量適口性及耐久性·····	七一
--------------------------	----

第二章 飼料之貯藏·····	七六
----------------	----

(1) 乾飼之製造——(2) 酸芻及藏芻——(3) 穀粒類之貯藏——(4) 根及塊莖之保藏——(5) 飼料之人工乾燥法

第三章 飼料之調製·····	八六
----------------	----

第四章 論飼料·····	九四
--------------	----

(1) 生芻與乾草——(2) 秕糠與蕁稈——(3) 根及塊莖——(4) 穀粒與種子——(5) 磨麵廠之副產物——(6) 榨油之殘渣——(7) 製造澱粉之殘渣——(8) 製糖之副產物——(9) 醱酵作用所生之殘渣——(10) 動物質之飼料

(11) 家畜粉

第三篇 實際情形下之家畜飼養·····	一四三
---------------------	-----

第一章 通論·····	一四三
-------------	-----

第二章 牛休息時一日之維持飼糧

第三章 羊之每日維持飼糧

第四章 業已長成之動物之肥育

- (1) 反芻動物業已長成之肥育——(2) 豬業已長成之肥育

第五章 役用家畜之飼養

- (1) 役牛之飼養——(2) 馬之飼養

第六章 正在生長之動物或為種用或為肉用時之飼養

- (1) 犢之飼養——(2) 仔羊之飼養——(3) 幼豬之飼養

第七章 乳牛之飼養

- (1) 乳之組成——(2) 動物體力及於產乳之影響——(3) 影響於乳之生成之其他因素——(4) 檢定食物對於乳之分泌之效果之方法——(5) 食物對於牛乳生產之影響——(6) 乳牛之食物

附錄

飼糧計算表

表之用法

第一表 各種飼料之成分消化率及澱粉等量.....	二三一
--------------------------	-----

第二表 由農畜試驗所得之各種飼料消化率.....	二五六
--------------------------	-----

第三表 飼養標準.....	二七四
---------------	-----

農畜飼養學

第一篇 飼料之成分消化及利用

第一章 飼料之組成

動植界之自然產物，能充家畜之營養者，其成分極端差異。其中所含相異成分之下於三四十種者，實絕無僅有，且此數又常因繼續發明而有增無已。在此種錯綜參雜之各成分中，欲求其明確之了解，則必須將凡性質或營養價值彼此相似之各成分，相集歸類。一種飼料之化學試驗，僅限於如下諸成分之定量分析而已：(1)水分，(2)蛋白質 (protein or albuminoids)，(3)非蛋白質 (non-protein substances) 如醯胺 (amides) 及氨基酸 (amino acids)，(4)脂肪或油，(5)粗纖維 (crude fibre)，(6)無氮浸出物 (nitrogen-free extract substances) 或碳水化合物又稱醣 (carbohydrates)，(7)灰分及砂諸成分。

(1) 水分

食物於乾燥時所失去之部分，即稱曰水分或濕氣。欲測定一種飼料如草或乾草 (hay) 中所含水分之百分

率，設僅將其樣料置於通常溫度之空氣中而乾燥之，則實猶覺不足，蓋如此則水之全部猶不能完全逐去也。其餘一部分之水仍保留不失，其總重每自一一至二〇%不等，故此樣料不過僅爲風乾 (air dried) 者耳。然苟以食物之樣料磨爲細粉，置於攝氏百度繼續乾燥之，直至實體保留之重量不變，則水分已完全脫離，是即作精密化學分析時所用之方法也。多種飼料尤如凡已受細菌 (bacteria) 或黴菌 (moulds) 之作用者，如藏芻類，以及含有醚油 (etheral oil) 之植物及種子，熱至百度時，則於失去水分以外，又必失去若干其他揮發物 (volatile materials) 如醋酸 (acetic acid)，乳酸 (lactic acid)，酪酸 (butyric acid)，醚及氨 (ammonia) 等；故當測定含有此種物質之食物之水分時，則此等物質亦同存其中，尤須特別謹慎。

如上所述，凡完全除去濕氣後之剩餘物，稱曰乾物 (dry matter)。

本書附錄之表，列舉各種飼料所含水分之不同分量至爲明晰。如新鮮甜菜之切片，含水分最多，達九三%；其次爲根菜及塊莖類，含水分六八至九〇%；又次爲生綠 (green fodders)，含水分七〇至九〇%；乾草及藁稈 (straw) 含水約一一至一七%；穀粒一一至一五%；油餅及油餅粉 (oil cake) 僅有九至一三%；含油種子 (oily seeds) (七至九%) 及乾燥副產物如酒糟 (brewers' grains) 七至一十一%；大抵含濕氣之量爲最少。

飼料中含水量之多寡，關係甚重，此匪特可以指示其飼養價值之高下，而其貯藏之能否經久，亦得因此而決定之。多數粉類及餅類，若含水分過於一四%者，則易致分解。

(2) 蛋白質

蛋白質爲數種物質所集成，其性質雖頗不一致，然均含有氮素。卵之白 (albumin)、乳之酪素 (casein)、瘦肉、麥膠，卽爲是等物質之顯著者。其化學之成分雖各有差異，然而大同小異，固可以歸於一類也。蛋白質中有碳 (carbon) 五〇・六至五五・二%，氮 (nitrogen) 一五・〇至一八・四%，氫 (hydrogen) 六・五至七・三%，氧 (oxygen) 一〇・八至一二・六%，硫 (sulphur) 〇・三至一・三%。有時亦含磷 (phosphorus) 及鐵 (iron) 少許。當蛋白質純粹而乾燥時，則形成角質 (horny substance)，熔於火焰，復焦灼而爲黑炭狀之碎末，同時發出類乎焚燒毛髮之臭氣。至此物分解之生產物，則視其原來受熱焚燒之物質不同，而其性質亦遂大顯差異。

蛋白質依其在不同溶液如水、酒精 (alcohol)、鹽溶液、苛性鈉溶液 (caustic soda solution) 中溶解之難易足以區別之。亦可用他種性質而測知其特徵，如加熱則凝固 (coagulation on heating)，加金屬鹽 (metallic salts) 或鞣酸 (tannic acid) 之溶液則沉澱，或以各種試藥 (reagents) 處理之而區別其色澤。

在昔以爲凡飼料中之氮均爲蛋白之狀態而存在。本此理由，且又因自動植物所得之蛋白質，未克充分純粹，不能權其輕重。故惟有依習慣以測定食物之氮量，而蛋白質物質之百分率，卽可由氮量計算而得之。假設蛋白質平均含氮一六%，則以六・二五乘已知之氮量，卽可以求得蛋白質之重量。第此法不甚正確，蓋一種非蛋白質性質之氮化物，已於植物各部中發見矣。此等非蛋白質物之量，昔以爲實屬無多，不足注意。故生產物所有之蛋白質，

每按此法自食物中求得之氮計算之，稱爲粗蛋白質 (crude protein) 或氮化物 (nitrogenous substances)。直至比較的近代 (一八九七)，始證明非蛋白質性之氮化物分佈於動植物界中極廣，在若干飼料中，有不少之分量存在。而在粗蛋白質 (此質代表各種之含氮物質) 及純蛋白質 (pure protein 有稱之爲 *proteids* 者) 之間，遂判然有別。當飼料行化學分析時即利用其各有之特性，即蛋白質能與金屬鹽或鞣酸化合，非蛋白質則不如。依此方法，蛋白質得自非蛋白質分離，而各定其分量。當分析時，細研之飼料，先加溫水處理之，乃加入能令蛋白質沉澱之物質於沉澱後所餘溶液內或沉澱物之中，即可決定其氮素之分量。至蛋白質及非蛋白質兩者之量，皆得用同一之因數六·二五。

乾燥之動物質殘渣，如肉粉，魚粉，或麥膠，均含蛋白質最多。各種油餅，乾燥之酒糟穀粒，豆子，含油種子，乾豆羹，穀粒及其副產物次之。自禾本科所製之乾草，乾馬鈴薯與生秣，則貧於蛋白質。而藁稈秕糠 (*chaff*) 中，則含量極少，是均於附錄之表中可以見之。

(3) 非蛋白質性之含氮物 (nitrogen-containing substances of non-protein nature)

非蛋白質常稱爲醃胺或氨基酸即有機酸與氨之化合物，其性質極端差異。然均含有氮素惟其氮素非屬一種蛋白質或具蛋白質之性質耳。在此類中，氮可以列入，藏芻內足發見其微量。天冬精 (*asparagine*) 係一種結晶體，先於天冬次於若干幼芽及生長迅速之綠色植物內發見；甜菜精 (*glutamine*) 爲一種易溶體，能自甜菜根中

得之骨精 (lecithine) 類似脂肪，爲與游離脂肪酸 (free fatty acid) 甘油 (glycerine) 磷酸 (phosphoric acid) 等化合之氮化物。除此以外，尚有若干其他相似之化合物，可發見於動植物產品內。非蛋白質之含氮化合物之大部分，乃自方爲迅速生長之植物體內之蛋白質分解而來。其非蛋之他一部分，爲自簡單物質形成蛋白質之中間生產物，蓋含氮物 (硝酸 nitric acid 及氮) 則以根攝入，先成爲非蛋白質，嗣再化爲蛋白質也。凡細菌或黴菌繁殖處，通常均可發見蛋白質之分解，而非蛋白質於以形成。

求非蛋白質之形成及分佈，次列諸要點當注意及之：

(1) 一種植物之生長率愈速，即植物愈幼嫩則含有非蛋白質乃愈豐，在幼芽，原草 (meadow grass)，發芽種子等之中，足以發見多量。

(2) 植物愈近於成熟，則非蛋白質之氮素愈減少。已熟穀粒或藁稈，較乏於非蛋白質。

(3) 植物或植物之一部愈富於水分，則醃胺之氮素 (amide nitrogen) 之百分率乃愈大。於根作物，甜瓜科植物，漿果，液果中即易見之，其氮之大部不爲蛋白質之形。

(4) 飼料酸敗醱酵 (acid fermentation) 或已受細菌黴菌之作用時，則必多含非蛋白質物，較其在原始情形爲多。

粗蛋白質中，含有蛋白質及非蛋白質或醃胺已如前述。在一種食物內，若自粗蛋白質中減卻純蛋白質，則所

餘之氮素化合物，即爲非蛋白質或醃胺之形式。

附錄各表，於蛋白質及非蛋白質之間未加區別，然自消化粗蛋白質總量中減去消化蛋白質，即可以計算而得。此等氨基化合物 (amido compounds)，均能迅速溶於水中，又易通過動物膜，故可視以爲能完全消化也。

(4) 脂肪及油

脂肪及油，爲甘油與各種脂肪酸（如脂蠟酸 *stearic acid*，椶櫚酸 *palmitic acid*，油酸 *oleic acid* 是也）之化合物。每種脂肪或油中，皆有是等酸之幾種存在，視脂肪之爲液體半固體或固體而定其比例。若脂蠟酸或椶櫚酸占多分，則爲固體脂肪，類於牛羊之脂。反是，若油酸爲主要酸而存在，則脂肪在通常溫度中大半爲液體，普通即稱爲油。本書所用「脂肪」一詞，乃表示此類各物質，不分固體或液體。若干油類，如亞麻，大麻，向日葵種子等油，散佈爲薄層而曝於空氣時，則與氧化合而成固體。凡是等油，均可以乾油 (*drying oils*) 稱之。大半脂肪中，於由脂肪酸及甘油所化合之化合物外，又可有游離脂肪酸。新鮮脂肪由動物體或新熟種子中抽出者，含此種游離脂肪酸之量甚少。含油種子未全熟，或收穫之際天氣不佳，種子因而發芽者，則於此時有大量游離脂肪酸可以發見。

含脂肪豐富之飼料，當經久貯藏以後，其游離脂肪酸之百分率隨之俱增，而特以濕氣多時爲尤然。如是飼料得迅速酸敗，嗅之有一種酸氣，是乃原於游離脂肪酸之分解。

欲定飼料中脂肪之量，則先將樣料磨爲細末，然後用某種溶劑以溶解脂肪。醚即爲通常用以爲提取脂肪者，

醚蒸發後，將殘餘物乾燥之而秤其重量，惟依此法，不幸尙有其他物質——如蠟(wax)色素(colouring matters)及若干能溶解於醚之內之有機酸(organic acid)——均與脂肪相混，共同權量。此種化合物，欲自脂肪中析出，甚非易事，因是欲表明此種脂肪並非純粹，故均稱曰粗脂肪(crude fat)或醚浸出物(ether extract)。含油種子及動物質廢物如油渣、脂屑，在飼料中含有脂肪最多。其次則爲油餅、油餅粉、糟粕及自蒸餾所磨坊或澱粉廠所得之副產物。又其次則爲穀粒如燕麥、玉蜀黍、豆科植物如大豆(soy beans)或羽扇豆(lupines)。至於根菜、塊莖、生秣、乾草、藁稈等，則甚乏於脂肪。

(5) 粗纖維

磨碎食物之少量，加定量之稀硫酸，水，稀苛性鉀(dilute caustic potash)而次第煮之，終復又注以水而煮之，則有一種殘物留存，用酒精及醚洗滌後，乾燥而秤其重量。此殘物之主要物即粗纖維，次即爲粗蛋白質與礦物質少許，如以後此兩物分別測定其重量，自殘物之總量中減去，於是得粗纖維之真正分量矣。依上述方法所得之粗纖維，不含氮質，而爲木材質(cellulose)，戊醣原質植物細胞膜膠質(pentosans)，木纖維狀質(lignin)及皮質(cutin)等組織而成之一種混合物也。

木材質，就其化學成分論，極與澱粉相類，棉花脫去脂肪後，幾全爲木材質所成。木材質與粗纖維之其他諸成分同，不能溶於水，稀薄酸類及鹼質(alkalies)之中。然受強酸(硫酸、鹽酸)之侵攻，則改化爲葡萄糖(glucose)。

戊醣原質尙不能製爲純粹者。其存在於粗纖維中，乃係推度，蓋以稀薄酸類煮植物之纖維，特種的戊醣 (characteristic pentose sugars) 如木糖 (xylose) 者於以形成。故戊醣原質，須視爲此等糖類之母物質 (mother substance)。

木材質與戊醣原質有同一之百分組成 (碳四四·四%)，木纖維狀質與皮質雖不甚著稱，而含碳較富，前者有五五至六〇%，後者有六八至七〇%。粗纖維之成分，非常參差混雜，故木材質與戊醣原質之纖維，亦可潛於木纖維狀質與皮質之內。此兩種化合物，常統歸爲凝結物質 (incrusting materials)。粗纖維中所含木纖維狀質及皮質之百分率愈高，則愈近似木材。各種藁稈、穀芒、穀殼及乾草等物中，最富於粗纖維，在附錄第一表中已可概見。就他方面言，如根菜、塊莖、穀類無芒之種子及大部脫殼之種子中，祇具有微量。動物質之食料及糖漿 (molasses)，則幾毫無纖維云。

(6) 無氮浸出物

飼料中之無氮浸出物，係統括凡不屬於上述之任何類成分，且又不屬於礦物質者而言。故無氮浸出物之百分率，在任何食物中，係先將水分、粗蛋白質、脂肪、粗纖維與灰分，一共相加，復自一百之中減去是等物質相加之總數，即可求得。若求無氮浸出物之直接測定，則爲決不可能。蓋無氮浸出物一類中之各種物質，性質頗不相若也。蓋在此類中，常括有碳水化合物、戊醣原質、凝結物質，及有機酸四物。碳水化合物爲無氮浸出物之主要代表，包括葡萄糖，

果糖 (levulose or fruit sugar)、蔗糖 (saccharose or cane sugar)、乳糖 (lactose or milk sugar)、澱粉 (starch) 及糊精 (dextrines)。此類中之各分子，設猶未經區別如糖類者，以稀薄酸類煮之，即可改化爲葡萄糖。或果糖而成爲通常糖類之形狀。戊醣原質及凝結物質兩者，業已述及可分離爲兩部分。一部仍留爲不溶解，有如製備粗纖維中所見者；其他一部分或大部分，則可入於溶液中，故當以無氮浸出物視之。

有機酸僅有少量存於自然食物中，其一部爲游離狀態；一部與鉀鈉或鈣相結合而成鹽類。其在植物界中之主要代表爲蘋果酸 (malic acid)、酒石酸 (tartaric acid)、檸檬酸 (citric acid) 及草酸 (oxalic acid)。飼料之已經酸敗發酵者，含有許多乳酸，又有酪酸及醋酸，凡此皆細菌作用之結果也。

根菜、塊莖及其副產物如馬鈴薯、糖蘿蔔之切片及糖漿等，含無氮浸出物之分量頗負盛名。穀粒及飼粉類次之。動物界之產物如肉類、魚粉、乾血等最少。

(7) 礦物質或灰分

定飼料中礦物質或灰分之量，當先以已知量之飼料燃燒之，其所殘白燼即灰分也。依此處理，灰分中通常含有猶未經燃燒之碳之點末。若食物多具鈣或鉀，則灰分中或亦含有二氧化碳，有時二氧化碳 (carbon dioxide) 與灰分中之成分，每有堅固之化合，不能因燃燒而分離。因此之故，飼料樣料經燃燒後所餘之殘物，即稱之爲粗灰分 (crude ash)。爲通常應用計，粗灰分之測定或已敷用，至欲行精密之計算，則碳及二氧化碳亦應特別估計，而

自灰分中減其量，如是則所餘自爲純灰分 (pure ash) 矣。

若取任何食料乾物之總量加以分析，減卻灰分，則所存者乃有機物之分量。此等有機質，含有食物之各種可燃燒部分——粗蛋白質，粗脂肪，無氮浸出物。

植物食料中之灰分含有礦物質，其最普通者爲鉀，鈉，鈣，鎂，鐵與錳之化合物 (compounds of iron and manganese) 鋁，磷酸，矽，氯，是等物質，均爲根部攝自土中者。此外又有其他不易燃燒之細粒，如塵砂埃芥等，是皆附於植物而隨入灰分者。在販賣之飼料中，有時得偶然發見石膏白堊及微細之塵砂，然亦有以摻假爲目的而故意摻入者。有害物質之如砒銅錫鉛等，亦可入於灰分，蓋或先爲細砂微塵而黏附於植物，或自植物根部而吸入也。設此等有害之固體物質非爲黏附於植物者，則必以鑛渣碎末或溝渠污水爲泉源，隨根部吸收肥料而入於植物之體內。

芻秣植物中所含之鑛物質分量，不特依植物之種類及大小，且亦依土壤肥料與天氣而不同。大抵肥沃或施用多量鑛物之土地，其所生植物含灰分必多。在乾涸時期，植物中鑛物質之量減少，而特以鈣及磷酸爲尤然。

第二章 食物之消化

食物入口，歷若干時間之繼續變化，則化爲糞尿而排泄於體外。當其初入口時，由齒牙咀嚼之成爲碎片，復有各種相異之消化液作用於其間，俾食物得成可溶解之狀態而吸收於體內。

食物入口即行咀嚼，同時口中有數枚唾腺分泌唾液以飽和之，而助咀嚼之動作。

動物中如馬與豬惟具單胃，不若反芻類之能重嚼其食物。反芻類動物，其胃別爲四部，當食物入口，不過略爲咀嚼即行嚥下。嚥下後乃徐達於其胃之前兩部——瘤胃及蜂巢胃——此可純然視爲食物之貯藏所。食物在此胃之兩部中，與唾液及所飲之任何種水相混合，胃壁亦助此混合之進行。進食若干時後，其業已軟化之食物之一小部分，再反折而入口內，復分泌唾液而作第二次之咀嚼。食物之能重返於口中也，乃藉某種肌肉之收縮，更假助於自食物中發出之二氧化碳與沼氣（marsh gas）等氣體之推動。食物經重嚼以後，主要者均由食道達於第三胃（重瓣胃）。此胃之中腔，藉一種特別肌肉之黏膜，作葉狀開張以分隔之，結構頗似篩。以重瓣胃壁之緩慢收縮及葉狀膜之共同磨擦，而食物更捏搓揉搗。迨食物充分細碎，始入於反芻胃之第四部——皺胃，此即真正消化