

大 專 用 書

飼 料 與 營 養

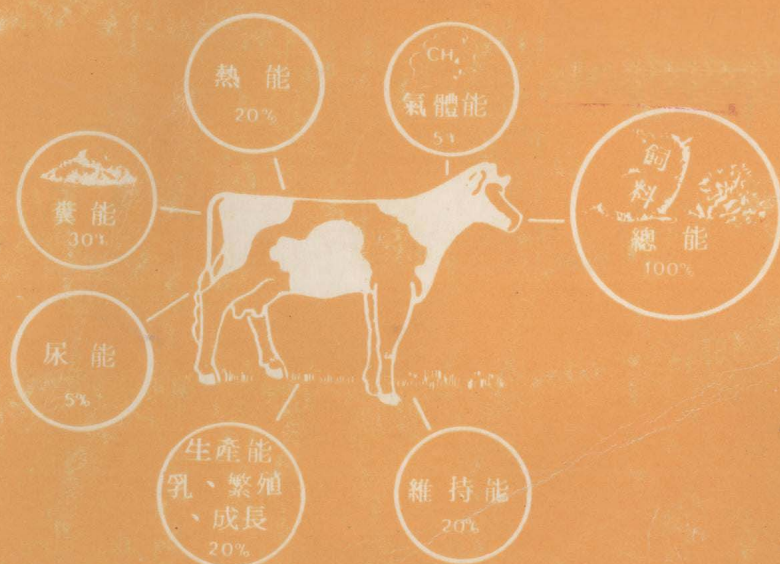
(第二冊)

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

(第二冊)

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

中華民國七十五年一月台初版

飼料與營養

(第二冊)

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

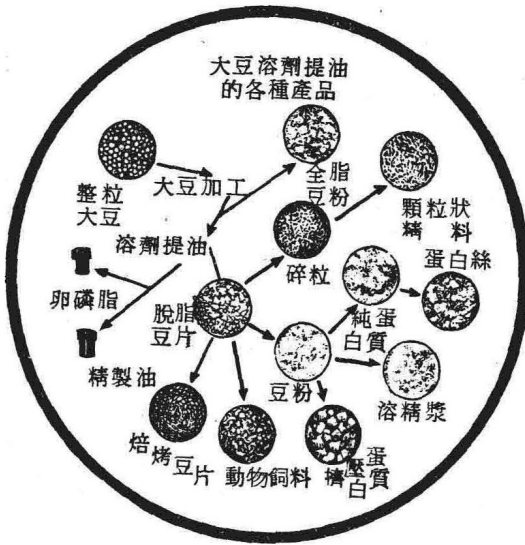
譯者：楊清白
 陳樂民
 吳春利

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



第十一章 蛋白質輔助料

內 容	頁
一、蛋白質需要量與胺基酸需要量	740
二、蛋白質飼料的重要性	745
三、植物性蛋白質	745
(一) 油性種子油粕	747
1. 大豆油粕(大豆粉)	748
2. 椰子油粕	752
3. 棉籽油粕	752
4. 亞麻仁油粕	753
5. 花生仁油粕和帶殼花生油粕	754
6. 菜籽油粕	755
7. 紅花籽油粕	756
8. 胡麻油粕	756

9. 向日葵籽油粕	756
10. 油性種子油粕的飼養價值	756
(二) 豆類蛋白質	759
(三) 葉蛋白精	759
四、動物性蛋白質	763
(一) 肉類包裝副產物	764
1. 肉類和肉類副產物	764
2. 肉雜和肉粉	765
3. 肉骨雜和肉骨粉	766
4. 動物肝粉和動物肝腺粉	767
5. 血粉	767
6. 乾燥肉溶精	768
7. 毛髮水解物	768
(二) 家禽廢棄物	768
1. 孵化場副產物	769
2. 家禽處理副產物	769
3. 羽毛粉	769
(三) 乳製品	770
1. 脫脂乳	770
2. 全脂乳粉	771
3. 酪乳	771
4. 煉酪乳	771
5. 脫脂乳粉和酪乳粉	772
6. 發酵脫脂乳粉和發酵脫脂煉乳	772
7. 乾酪粉	772

8. 乳蛋白質製品	772
(四) 水產副產物	773
1. 魚類加工	773
2. 魚類性飼料	775
(1) 魚粉	775
(2) 魚渣粉	778
(3) 魚溶精漿	778
(4) 魚溶精粉	778
(5) 蝦粉和蟹粉	778
(6) 魚肝腺粉	779
(7) 魚蛋白精	779
(8) 未加工魚和魚渣	779
五、非蛋白態氮飼料	779
(一) 尿素(脲)	780
(二) 其他非蛋白態氮飼料	794
六、單細胞蛋白	796
七、放牧於牧草地和天然牧野家畜用的蛋白質輔助料的類型	801
(一) 天然牧野大粒料或細粒料	801
(二) 定期手飼與每日給料	803
(三) 蛋白質磚料	805
(四) 液態蛋白質輔助料	805
(五) 任食用食鹽—飼料混合料	807
八、高蛋白副產物飼料	810
九、研究與討論的問題	810
十、參考資料	812

對蛋白質和其構成單位胺基酸的研究，以至認定為重要的膳食組成成分，已有一世紀以上。但是，到 1890 年之前尚無人將蛋白質或胺基酸添加於家畜日糧中。Minneapolis 的麵粉廠由於無人要購買麩皮而將麩皮傾倒入密西西比河。棉籽油粕倘若要加予利用，也只供肥料之用。大部分亞麻仁油粕則運送到歐洲去。大豆除了東方國家之外，少有人知道，而肉雜也未有人加予加工利用。

從約 1900 年開始，科學家們發現，家畜飼料中的蛋白質的種類和品質非常重要，因而邁入營養學的黃金時代。不久，這種競賽就着重於蛋白質豐富的飼料。許多過去曾一度污染美國全國河川的副產物，有了未有先例的需求。首先是當蛋白質輔助料用，隨後由於當中有許多具有維生素添加價值而需求更大。

蛋白質在植物體內，大量集中於成長快速的部位，特別是葉和種子。植物有能力將來自土壤和空氣的較簡單的化合物，二氧化碳、水、硝酸鹽、和硫酸鹽合成它們自己的蛋白質。（參閱第一章「光合作用」節）。因此，植物和一些能合成這類產品的細菌，乃所有蛋白質的原始來源。

蛋白質在動物體內，較在植物體內分佈為廣。動物體的蛋白質主要為許多結構組織和保護組織，如骨、韌帶、毛髮、蹄、皮，和包括器官和肌肉的柔軟組織等的主要組成成分。動物體的蛋白質總量，由非常肥的成熟動物的約 10 % 到瘦的年幼動物的約 20 %，有很大的變異。（參閱第二章，表 2 - 1 和表 2 - 2）。更進一步地加予對照，除瘤胃內的細菌作用之外，動物缺少植物所具有的由無機物料合成蛋白質的能力，此點甚值注目。因此，動物必須依賴植物或其他動物做為膳食蛋白質的來源。簡單地說，除了由微生物在反芻動物瘤胃內合成的高品質蛋白質之外，家畜日糧中必須含有胺基酸或完全蛋白質。

各種年齡和種類的家畜，需要適量的適當品質的膳食蛋白質，以供維持、成長、肥育、繁殖、勞役、和毛生產之用。

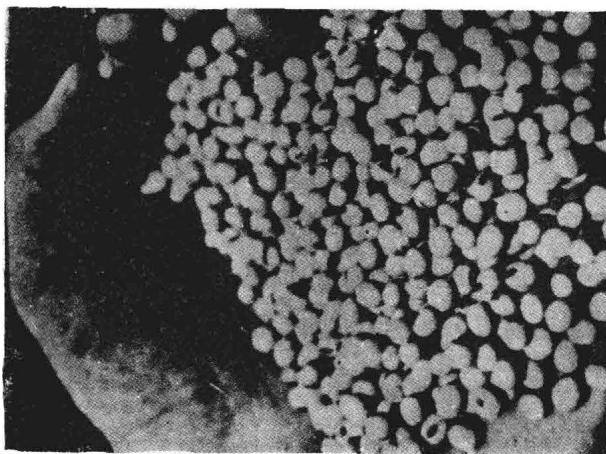


圖 11-1 大豆。美國最重要作物之一。與大多數植物一樣，蛋白質通常集中於葉和種子。

蛋白質存在於大多數家畜常用飼料中。蛋白質的量、消化率，和胺基酸的均衡，是均衡日糧時必須考慮的重要因子。一般，動物性蛋白質對於單胃動物（包括人）優於植物性蛋白質。例如，黍蛋白（一種玉米蛋白質）為品質低且不均衡的蛋白質，缺乏離胺酸和色胺酸等必需胺基酸。相反地，動物性蛋白質為離胺酸的優秀來源，且許多動物性蛋白質（特別是乳和蛋）含有豐富的色胺酸。（關於蛋白質品質和胺基酸的更完全的討論，在第四章 營養素——代謝）。

很幸運地，各種植物性和動物性蛋白質的胺基酸含量均不相同。因此，一種蛋白源所缺乏的，可以以混合另一種蛋白源而加予改進，而兩種蛋白質的混合物，通常比單獨使用其中一種時，具有更高的飼

養價值。所以，在設計日糧配方時，若未能使用具有特定胺基酸價的飼料或不添加個別胺基酸，則通常推薦數種蛋白質飼料配合使用。

過去，在非反芻動物的日糧中，普遍使用數種蛋白源，因此其蛋白質組成將可互相補足。現今，使用電算機以設計日糧配方，以及胺基酸輔助料的有效性提高，如甲硫胺酸經基同屬體，使營養人員設計出含最少種類蛋白質飼料的完全日糧配方。電算機能迅速地求出必須添加何種特別胺基酸及其添加水平。因此，趨勢傾向於使用更少種蛋白質飼料源，適當地添加特別胺基酸。關於使用電算機設計配方的利弊的詳細討論，在第十八章 飼養標準——日糧配方設計。

同時，值得注意的是研究者也以經由遺傳手段，改進穀物的蛋白質的含量和營養品質，來支援植物性蛋白源。高離胺酸玉米就是這類研究的成果之一。（參閱第十章 穀物——高熱能飼料，高離胺酸玉米——Opaque 2，或O₂節）。

一、蛋白質需要量與胺基酸需要量

許多飼養標準依據年齡、體重、性別和生產，列出蛋白質的需要量。但是，列出總蛋白質需要量的有效性，最近已經引起爭論。蛋白質並非經常可為家畜所消化或利用。某些加工方法，特別是加熱，會減低飼料中蛋白質的消化性或利用性。有時候却必須予以加熱以破壞飼料中有毒物質，即使已知這種處理方法會減低蛋白質價值。相反地，有些蛋白質經過加工後可增加利用度。總蛋白質觀念的另一個缺點是，未考慮蛋白質品質——即，飼料的胺基酸組成和利用性。關於胺基酸和蛋白質的代謝的更進一步資料，請讀者參閱第四章 營養素——代謝。

(一) 非反芻動物的胺基酸利用性

由於非反芻動物本身沒有合成某些胺基酸的能力，因此胺基酸的利用性在非反芻動物營養上，具有決定性的重要。所以，近年來非反芻動物營養專家，集中精力於建立特定家畜對特定胺基酸的需要量，而較不重視蛋白質水平的建立。某一種胺基酸的缺乏，有時是過剩，會嚴重地影響生產，即使總蛋白質水平為適量。

(二) 反芻動物的胺基酸利用性

由於飼予反芻動物的大量的膳食蛋白質，均在瘤胃被分解而轉化為微生物體蛋白質，因此研究人員正在尋求保護膳食蛋白質的有效方法，以使飼料蛋白質的組成保持較少的變化。許多由破壞膳食蛋白質釋放出來的氮，被合成為非蛋白質產物。例如，瘤胃微生物體的粗蛋白質氮中，估計有 20 % 實質上是來自核酸。因此，這一部分基本上是核酸的粗蛋白質，其大部分則在瘤胃以後的消化管道裂解形成尿素。此外，瘤胃微生物體的真蛋白質部分，有時也不如膳食蛋白質那樣易於消化。

灌注胺基酸或蛋白質入真胃（因而避免瘤胃的分解）的研究顯示，反芻動物事實上在某些胺基酸不足量水平下作業。倘若這類胺基酸能夠充分供應，則生產可以增加。就質而言，反芻動物在組織層次上，也有與非反芻動物同樣的必需胺基酸的需要。所以，倘若微生物體蛋白質缺乏某些必需胺基酸，則反芻動物無法達到最高育成。

許多因子影響瘤胃內的蛋白質分裂速率，其中有兩件非常重要，即(1)蛋白質的溶解度，和(2)通過瘤胃的流速。膳食蛋白質的分裂速度與蛋白質在瘤胃液中的溶解度成比例。倘若蛋白質極端難溶，則該蛋

白質不易被裂解。由於這個理由，最好不要飼予反芻動物高度易溶的高蛋白質飼料。一種存在於玉米的蛋白質，黍蛋白，極度難溶，有40～60 %能逃過瘤胃的裂解。相反地，酪蛋白（乳中的蛋白質）高度易溶，因而幾乎全部在瘤胃被裂解。表 11-1 列出各種精飼料的蛋白質溶解度。

逃過瘤胃裂解的蛋白質量，大受蛋白質在瘤胃滯留的時間長短的影響。吾人能以增加膳食蛋白質採食量，或飼予頻率，或減低飼料顆粒大小而加速飼料通過瘤胃的流速。飼予大量的鹽類而導致飲水量增加，也會使通過瘤胃的流速加快。因此，加速飼料通過瘤胃，終於使膳食蛋白質到達消化道後端的量增加。

近來，有許多保護蛋白質免於被瘤胃裂解的方法被研究討論。迄今，這些試驗的結果仍有很大的變異，因而減低了這些技術的經濟可行性。保護膳食蛋白質的方法有如下數種。

ㄅ. 熱處理。加熱蛋白質飼料使蛋白質分子內或分子間的自由胺基產生交叉連環。除改變蛋白質的溶解性質之外，這些交叉連環減低蛋白質與酵素接觸的表面，因而封鎖了酵素攻擊的位置。

ㄆ. 單寧處理。這種處理的機制尚未十分清楚，但是目前的假設是單寧與蛋白質形成氫鍵，因而保護蛋白質免於酵素分裂。當經過處理的蛋白質往消化道後端流入，則消化液的酸性改變，而單寧蛋白質複合體則解離。

ㄇ. 甲醛或其他醛類的處理。這是最普遍被研究的保護蛋白質方法。醛類與蛋白質的自由胺基和氮端胺基作用形成許夫氏鹼，並在蛋白質鏈間形成交叉連環。這個過程使蛋白質的溶解度減低而保護其免於酵素分裂。經處理過的蛋白質一旦進入高度酸性的環境，則反應逆行，而蛋白質被分裂。

表 11-1 各種精飼料的蛋白質溶解度⁽¹⁾

精 飼 料	可 溶 性 氮 (%)
熱能飼料：	
馬鈴薯粉	42.5
黑麥	41.3
蕎麥	39.1
小麥粉頭	39.1
馬鈴薯澱粉粕加糖蜜	38.6
小麥麩皮	34.3
小麥	29.7
燕麥	25.8
柑橘果渣	25.7
玉米澱粉粕	22.9
大麥	16.8
玉米粉	12.0
蒸菜渣	3.9
蛋白質輔助料：	
乳粉	93.2
亞麻仁油粕	50.8
大麥麥芽渣	48.5
乳清粉	41.4
花生仁油粕	40.0
菜籽油粕	39.0
蝦粉	38.3
玉米麩料	38.1
向日葵油粕	30.0
乾燥酒粕	26.3
苜蓿粉	22.9
玉米胚芽粉	17.8
肉骨粉	16.4

精 飼 料	可 溶 性 氮 (%)
大豆油粕	13.0
高粱酒粕	12.8
鱈魚粉	9.9
玉米麩粉	7.2
棉籽油粕	7.2
乾燥啤酒粕	2.8
高粱麩料	2.8

- (1) 錄自 "Measurement of Protein Solubility in Common Feedstuffs," by J. E. Wohlt, C. J. Sniffen, and W. H. Hoover, *Journal of Dairy Science*, 56:1052 (1973)

七. 胺基酸的膠囊化。雖然將胺基酸做成膠囊的理論，顯示簡易而有效地成為瘤胃分路，但是這種方法並未被證實為完全成功。使用為膠囊劑的材料有高嶺土、硬脂酸甘油三酯、胺基丙烯酸鹽或甲基丙烯酸鹽的基本聚合體、纖維素丙酸-3-氧氮陸園丁酸鹽，以及亞醯胺聚合體。

八. 胺基酸同屬體的使用。倘若這類同屬體能成功地使用於反芻動物日糧中，則這些同屬體必須是能逃過瘤胃分裂，且成為生物有效型地被吸收。有一種同屬體已顯示出不同的，但有希望的結果，這個同屬體就是甲硫胺酸經基同屬體 (MHA)。MHA 較甲硫胺酸不易溶於瘤胃液。結果，大部分的 MHA 逃過了瘤胃的分裂。

九. 瘤胃內微生物代謝的控制。曾經憶測添加某種化合物，如抗生素和蛋白質分解的抑制劑，能為保護膳食蛋白質和胺基酸的有效方法，但是迄今為止，這些研究的結果並不十分樂觀。

二、蛋白質飼料的重要性

由於蛋白質飼料通常是家畜日糧中較價貴的組成分，所以必須供應家畜足量的蛋白質以完成其指定的功能，但應避免給與超過所需量。蛋白質飼料的主要功能是提供(1)非反芻動物日糧中穀物部分所未能充分供應的胺基酸，或(2)反芻動物的微生物體蛋白質的氮前驅體。有些動物會利用大量的蛋白質以供應熱能，如貂和魚類可以由蛋白質獲得其所需一半以上的熱能。但通常有比蛋白質更經濟的熱能源。

粗蛋白質含量超過總重 20 % 以上的飼料組分，一般歸類為蛋白質飼料。蛋白質輔助料依據來源可再分類為(1)植物性蛋白質，(2)動物性蛋白質（哺乳動物、禽類和水產類），(3)非蛋白態氮，和(4)單細胞蛋白質。

植物供應 80 % 以上（1976 年為 83 %，參看表 6-3）的蛋白質飼料供家畜日糧之用。大部分植物性蛋白質飼料為油性種子加工品，其餘為碾磨副產物。許多動物性蛋白質飼料是來自不適合人類食用的部分。通常動物性蛋白質飼料也比植物性蛋白質飼料昂貴。值得注意的是由 1970 年到 1976 年的七年之間（參閱表 11-2），使用於家畜日糧的蛋白質飼料的種類和量，保持相當的穩定。

三、植物性蛋白質

反芻動物（牛、綿羊、山羊）所需要的蛋白質，絕大部分來自植物，這些物料在前胃經微生物發酵，提供滿足反芻動物所需要的特殊胺基酸。

植物的蛋白質含量，在種類之間有很大的變異。即使在同一種植

表 11-2 由 1970 年到 1976 年在美國供家畜飼用的商用蛋白質飼料⁽¹⁾

油 性 種 子 油 粕 (餅 和 粉)										動 物 性 蛋 白 質			碾 磨 副 產 物 (2)					總 計	
年 度 始 自 十 月	大 豆	棉 籽	亞 麻 仁	花 生	椰 子	合 計	肉 雞 與 肉 粉	魚 粉 (3)	乳 粉 (4)	合 計	小 麥 粉 料 與 穀 飼 料 粉 (5)	玉 米 粉 料 與 穀 飼 料 粉 (6)	碾 米	乾 啤 酒	乾 啤 酒 蒸 餾 渣	乾 燕 麥 渣 加 糖 蜜 (7)	苜 蓿 粉	合 計	計
1970	13,467	1,693	258	173	99	15,690	2,039	609	260	2,908	4,499	1,236	436	361	382	1,509	1,584	10,007	28,605
1971	13,173	1,885	264	174	100	15,596	1,889	752	330	2,971	4,364	1,067	479	369	404	1,570	1,568	9,821	28,388
1972	11,972	2,225	212	180	100	14,689	1,739	462	330	2,531	4,327	1,262	442	361	428	1,566	1,799	10,185	27,405
1973	13,854	2,096	184	130	—	16,264	1,854	350	315	2,519	4,332	1,361	467	348	458	1,375	1,550	9,891	28,674
1974 (1)	12,552	1,846	94	151	—	14,643	1,981	444	336	2,761	4,482	1,340	576	346	339	1,325	1,572	9,980	27,384
1975 (2)	15,613	1,266	87	313	—	17,279	2,001	504	354	2,859	4,667	1,490	547	321	400	1,650	1,552	10,627	30,765
1976 (3)	14,600	1,700	125	300	—	16,725	2,200	500	350	3,050	4,750	1,300	575	290	375	1,650	1,330	10,240	30,015

(1) 錄自 *Feed Situation*, USDA, May 1977.

(2) 未列出的碾磨副產物有，篩出物、玉米糠粉粕和燕麥飼料等，缺少統計資料可供引用。

(3) 包括脫脂乳粉、酪乳粉、飼料用乳清粉，但不包括在農場飼予的乳製品。

(4) 調整自外銷數字。

(5) 不包括濕的糖用燕麥渣。

(6) 初步資料。

(7) 預估數值。

物，成熟期不同或部位不同，也有很大的變異。植物的蛋白質，主要存在於代謝較旺盛的組織內，如葉、生長點，以及必須貯備有可代謝養分以供其在發育的一些臨界期所需的種子。即使其蛋白質含量與其他飼料比較，並不特別地高，許多植物的生長部在家畜日糧中提供了極大部分的蛋白質。理由很簡單，因為消耗量非常大。非由這類飼料供應的所需蛋白質，則通常得自一種或更多種的油性種子副產物——大豆油粕、棉籽油粕、亞麻仁油粕、花生油粕、向日葵油粕、菜籽油粕，或椰子油粕等。這類產品的蛋白質含量和飼養價值，因原料種子不同、栽培地不同、殼或種皮含量不同，以及榨油方法不同而異。有時也使用未經加工的種子同時做為蛋白質源和濃縮的熱能源。含油種子由於其所含的油而使其熱能含量特別高。

也可以由穀物碾磨、釀酒，以及澱粉製造時的副產物得到額外的植物蛋白質。大部分這類型工業利用了穀物和種子所含有的澱粉，然後將殘渣棄置，而這些殘渣却含有原來的植物種子所含的大部分蛋白質。

(一) 油性種子油粕

幾種含油量較高的種子用於生產植物性油供人類食用（模造牛酪，酥油，和沙拉油），以及供油漆和其他工業之用。這類種子的加工，可以得到做為家畜飼料非常有價值的高蛋白質產品。這類高蛋白質飼料有大豆油粕，椰子油粕，棉籽油粕，亞麻仁油粕，花生油粕，菜籽油粕，紅花子油粕，胡麻油粕，和向日葵籽油粕。

油乃由這些種子依溶劑萃取，水力榨取，或旋壓榨取等基本方法或改良法萃出或榨出。這三種加工方法均以大豆為例加以圖示討論，因為大豆是美國最廣泛使用的油性種子，而所有油性種子的加工原理

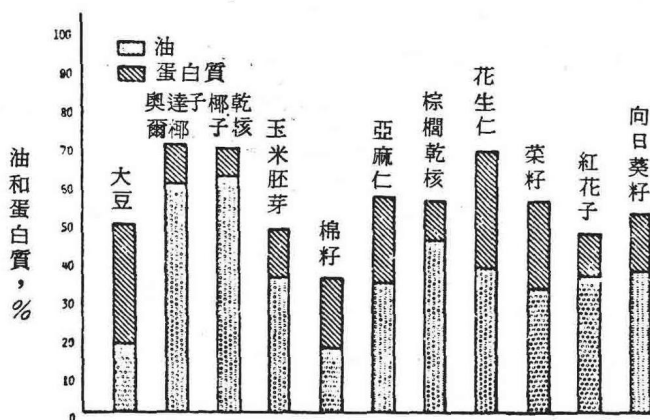


圖 11-2 常用蛋白質輔助料的油和蛋白質含量 (錄自 *Production-Consumption Relationships of Edible Fats and proteins from Animals and Oilseeds*, USDA, June 1973)

根本上是相同的。但是有一點必須注意的是，現今的大豆油粕已經很少是產自水力榨取或旋壓榨取方法的。

1. 大豆油粕

大豆油粕，由原產於東方的含油種子加工所得，是所有植物性蛋白質源中營養價值最高的。現在是美國最廣泛使用的蛋白質輔助料。

大豆的加工和大豆油粕（粉和餅）的生產，小規模開始於二十世紀初葉，而到 1928 年，American Milling Company 同意以契約方式，以最低保證價格每英斗美金 1.37 元購買產自伊利諾州兩萬公頃的所有大豆，才得到真正的獎勵。隨後，大豆栽培面積繼續擴大，而大豆油粕的生產也增加。在第二次世界大戰期間，當大豆栽培面積大量增加以供人類所需食用油和工業用油後，大豆油粕生產量則超過棉籽油粕的生產噸數。現今，美國生產約全球四分之三的大豆。

(1) 大豆油粕的加工