



單胃動物理想蛋白質胺基酸組成之建立

魏恆巍

國立台灣大學畜產學系

電話：(02)27327301#115；傳真：(02)27324070

e-mail：hwwei@ms.ansc.ntu.edu.tw

摘 要

建立單胃動物飼糧中理想蛋白質胺基酸組成，已成為蛋白質營養之需要量領域中研究之趨勢。一般常用之檢測法為分析飼糧胺基酸之組成、分析體胺基酸之組成、逐級添加法、移除法改變飼糧中胺基酸之模式、斜率法等五類。該組成之建立，將有助於評估飼糧中胺基酸組成之良窳。

關鍵詞：理想蛋白質、胺基酸組成、逐級添加法、移除法、斜率法。

一、前言

各必需胺基酸與整體非必需胺基酸之需要量，為決定單胃動物飼糧中蛋白質濃度之重要因素。在上個世紀早期，本領域之研究大多直接測定蛋白質於飼糧中之濃度適當與否？能否致使動物生長表現良好；或是比較不同來源之蛋白質(動物性與植物性)對動物生長之影響。隨著結晶態胺基酸製造技術之改進，以逐級添加法(Dose response)檢測各必需胺基酸於各種單胃家畜、禽飼糧中之需要量，則成為研究蛋白質營養之領域中之重要課題。由於大量之單一需要量研究結果之問世，從宏觀之角度探討各必需胺基酸間之適當比例，以及整體必需胺基酸與總非必需胺基酸間之關係，遂成為繼之而起之研究主題。

二、何謂理想蛋白質之胺基酸組成

Cole (1978)曾對理想蛋白質胺基酸組成之觀念，加以闡述。他認為因不同性別、品種、體重(即生長階段)所致使不同生長速率之生長豬，主要之差別乃是因其瘦肉組織之沈積速度不同所致，換言之，彼等飼糧蛋白質之需要量雖然不同，但是所需蛋白質之胺基酸組成卻應該是

一致的。其立論之基礎為豬隻瘦肉組織胺基酸組成之差異不大。

然而 Cole 之闡釋，存有爭議之處。姑且不論不同生長階段豬隻肌肉組織之胺基酸是否有統計上顯著差異之存在(Jelic, 1977; Duee *et al.*, 1980)，動物之生長除了瘦肉組織之蓄積外，各內臟組織也同時進行生長，不僅生長之速率各個階段不盡相同，各器官與瘦肉組織間之胺基酸組成亦不一致(Wei, 2000)。換言之，以蓄積瘦肉組織之胺基酸需求來充當飼糧中理想蛋白質之胺基酸組成，對涵蓋動物體之整體胺基酸需求而言，並不恰當。

ARC(1981)亦曾定義過何謂「理想蛋白質胺基酸組成」：於飼糧中，無論是各必需胺基酸間，還是必需胺基酸與非必需胺基酸整體間，皆達到一個平衡，此平衡能致使動物體對蛋白質之利用得到最高之效率，無論是在氮滯留，還是表面生物價之表現。換言之，此飼糧胺基酸之平衡組成，能同時滿足動物體對體蛋白質維持與蓄積之所需。

三、建立飼糧中理想蛋白質胺基酸組成之方法

共可分為分析飼糧胺基酸之組成、分析體胺基酸之組成、逐級添加法、移除法改變飼糧中胺基酸之模式、斜率法等五類。

所選用之指標，計有生長速率、飼料利用效率、瘦肉蓄積率、氮滯留、尿中氮濃度、血漿中尿素之濃度、血漿中胺基酸之濃度、胺基酸之氧化率、體氮或體胺基酸之蓄積。

(一)分析飼糧胺基酸之組成

本方法為最原始的方法，主要是針對能致使單胃動物生長表現優良之飼糧，分析其中蛋白質來源之胺基酸組成，將之視為該種動物之飼糧理想蛋白質之胺基酸組成。此法為 Becker *et al.* (1954)所採行，但其盲點存在，即當飼糧中之某些胺基酸輕度或中度過量時，並不一定會對動物之生長表現造成負面之影響，但這些過量之胺基酸卻不會被動物體所利用，在經過降解後，被排出體外，造成浪費。換言之，以該法所測得之胺基酸組成來餵飼動物後，被排出體外之含氮廢物，有可能較以其他方法所得之胺基酸組成者為高。

(二)分析體胺基酸之組成

有關體胺基酸組成之研究，最初乃發軔於評估動物之必需胺基酸需要量與檢測飼糧蛋白質之營養價值。Block & Bolling (1944)曾指出，如

果飼糧中之胺基酸組成，越近似於動物之生理與構造之所需，則此組成對動物體之總體需要量而言，越趨近於平衡。既然體蛋白質之胺基酸組成為胺基酸代謝與蓄積之結果，Mitchell (1950)便建議於測定動物體之各必需胺基酸之需要量時，可將逐級添加法與體胺基酸組成相結合，而加以估算。換言之，挑選一種必需胺基酸，以逐級添加法(因為該法可同時顧慮到生理功能與蓄積之所需)求出動物對其之需要量，再將此必需胺基酸於體組成中之濃度訂為 100，計算其他必需胺基酸與其之相對值，再乘上該必需胺基酸於飼糧中之需要量，便得到其他必需胺基酸之需要量。Williams *et al.* (1954)曾以此法評估大鼠、雞與豬之各必需胺基酸之需要量，並將之與逐級添加法所得之各必需胺基酸之結果相比較，結果顯示，凡是越被使用來沈積成體蛋白質之胺基酸，則兩種方法所求得之差異越小，譬如白胺酸、異白胺酸、纈胺酸與羥丁胺酸之需要量。

以體胺基酸組成充當飼糧中理想蛋白質之胺基酸組成時，必須注意兩個問題。第一. 動物體之胺基酸組成並非是一成不變的，常隨著年齡(即不同之生長階段)、性別、品種、內分泌之狀態或營養狀態而改變(Wei, 2000)。第二. 動物體對所吸收入體內之各必需胺基酸之蓄積效率並不一致(Gahl *et al.*, 1991)，換言之，若以動物之體胺基酸模式來提供飼糧胺基酸，吸收後尚須扣除在體內被氧化之部分，故於體內被蓄積之胺基酸間之比值，將異於原來之體胺基酸組成。

(三)逐級添加法(Dose response)

NRC (1988)綜合了採行逐級添加法之各研究報告，將單一的各必需胺基酸需要量之測定結果，整理成生長豬之理想蛋白質之胺基酸組成。而其之爭議處有二，第一. 就同一種必需胺基酸而言，各篇報告所採用之缺乏程度不一，故在某些採取較劇烈缺乏程度者之受檢測指標之表現，其受限於低採食量之因素，遠大於受制於該種必需胺基酸缺乏之因素，進而影響到迴歸線之斜率與兩條迴歸線之交點。第二. 姑且不論受測之必需胺基酸，僅就飼糧中其他必需胺基酸間是否處於適當之比例而言，倘若比例不當，是否會對生長之表現造成不當之影響？進而混淆了試驗之目的。

美國伊利諾大學所建議之童子雞理想蛋白質胺基酸之組成，於其發展之過程所採取之策略如下：Klain *et al.* (1960)依雞隻屠體之胺基酸組成(Price *et al.*, 1953)，調製出雞隻願意採食且生長表現不差之基礎飼

糧，後經該試驗室多年試驗，逐步修改此基礎飼糧中胺基酸間之比例，且於此基礎上，再以逐級添加法測定檢測單一必需胺基酸之需要量，進而建立起童子雞理想蛋白質之胺基酸組成(Baker & Han, 1994)。

Fuller *et al.* (1979a, b)以大麥為飼糧中唯一之蛋白質之來源，添加結晶態之胺基酸，檢測尿氮之排出量，先滿足生長豬之第一限制胺基酸(離胺酸)，接著以逐級添加法，求出第二限制胺基酸之需要量(羥丁胺酸)，再以此為基礎，以此類推，依序求出第三、第四、...限制胺基酸之需要量，最後將所求得飼糧之胺基酸組成，視為生長豬理想蛋白質之胺基酸模式。

(四) 移除法改變飼糧中胺基酸之模式

此法為 Wang & Fuller (1989)所採取之模式：選用某一蛋白質來源，其之胺基酸組成對生長豬而言為適當(參酌各逐級添加法之需要量結果)。配製兩種基礎飼糧，一種為高蛋白質濃度，另一種為低蛋白質濃度，兩者間蛋白質濃度之差異，以結晶態之胺基酸，依此蛋白質之胺基酸組成來補足，唯輪流缺乏一種必需胺基酸，照此模式配製成各組等氮、等能量之試驗飼糧。以氮滯留為檢測之指標。當某種胺基酸為高濃度基礎飼糧中第一限制胺基酸時，其試驗飼糧所致使之氮滯留值，將等於低濃度基礎飼糧者；當某種必須胺基酸於其試驗飼糧中之濃度高於需要量時，其所致使之氮滯留值，將等於高濃度基礎飼糧者；若其非第一限制胺基酸且濃度低於需要量者，則其試驗飼糧所致使之氮滯留值，將介於高、低濃度基礎飼糧者之間。以外差法求出濃度在試驗飼糧中低於需要量者之各必需胺基酸之需要量。進一步擴大高、低濃度基礎飼糧組間之差異，直至所有必需胺基酸之需要量被求出為止。以此法所求出各必需胺基酸需要量間之比值，即構成生長豬理想蛋白質之胺基酸模式。

(五) 斜率法

以逐級添加法，輪流檢測單一胺基酸缺乏時之氮平衡值，將之進行直線迴歸，所求得之各迴歸係數(即斜率)間之比值，即為蓄積時理想胺基酸之模式；而各必需胺基酸所致使之氮均衡值間之比值，則為維持時之理想蛋白質胺基酸組成。Fuller *et al.* (1989), Shin *et al.* (1991, 1994) 與 Edwards *et al.* (1999)皆採用過此種方法。

四、飼糧理想蛋白質胺基酸組成之應用

飼糧理想蛋白質胺基酸組成之功能，最主要是被當成標準，藉以評判飼糧中胺基酸組成之良窳，進而評估降低飼糧蛋白質濃度之可行性，與減少動物體所排出之含氮廢物，以期降低生產成本與對環境之衝擊。

五、參考文獻

- Agricultural Research Council. 1981. The nutrient requirement of pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Baker, D. H., and Y. Han. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poultry Science* 73 : 1441-1447.
- Becker, D. E., D. E. Ullrey, and S. W. Terrill. 1954. Protein and amino acid intakes for optimum growth rate in the young pig. *Journal of Animal Science* 13 : 346-356.
- Block, R. J., and D. Bolling. 1951. In: The amino acid composition of protein and foods III (Thomas, C. C., ed.), Springfield.
- Cole, D. J. A. 1978. Amino acid nutrition of the pig. In: Recent Advances in Animal Nutrition (Haresign, W., and D. Lewis. ed.), Butterworths & Co (Publishers) Ltd, London, UK.
- Duee, P. H., R. Calmes, and B. Desmoulin. 1980. Composition en acides des proteines musculaires du porc selon le type genetique. *Ann. Zootech.* 29 (I) : 31-37.
- Edwards, H. M., III, S. R. Fernandez, and D. H. Baker. 1999. Maintenance lysine requirement and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. *Poultry Science* 78 : 1412-1417
- Fuller, M. F., R. M. Livingstone, B. A. Baird, and T. Atkinson. 1979a. The optimal amino acid supplementation of barley for the growing pig. 1. Response of nitrogen metabolism to progressive supplementation. *British Journal of Nutrition* 41 : 321-331.
- Fuller, M. F., I. Mennie, and R. M. J. Crofts. 1979b. The amino acid supplementation of barley for the growing pig. 2. optimal additions of

- lysine and threonine for growth. *British Journal of Nutrition* 41 : 333-340.
- Fuller, M. F., R. McWilliam, T. C. Wang, and L. R. Giles. 1989. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. *British Journal of Nutrition* 62 : 255-267.
- Gahl, M. J., M. D. Finke, N. J. Benevenga, and T. D. Crenshaw. 1991. Use of a four-parameter logistic equation to evaluate the response of growing rats to ten levels of each indispensable amino acid. *Journal of Nutrition* 121 : 1720-1729.
- Jelic, T. 1977. Effect of various protein and lysine levels in the diet on the performance, nitrogen retention and amino acids content in protein of muscle tissue of pigs. *Arhiv za Poljoprivedne Nauke* 30, Sv. 109 : 101-132.
- Klain, G. J., H. M. Scott, and B. C. Johnson. 1960. The amino acid requirement of the growing chick fed a crystalline amino acid diet. *Poultry Science* 39 : 39-44.
- Mitchell, H. H. 1950. In: *Protein and amino acid requirements of mammals* (Albanese, A. A., ed.), pp. 17, New York, USA.
- National Research Council. 1988. *Nutrient requirements of swine*, Ninth Revised Ed., Washington, D.C., National Academy Press.
- Price, W. A., M. W. Taylor, and W. C. Russell. 1953. The retention of essential amino acids by the growing chick. *Journal of Nutrition* 51 : 413-422.
- Shin, I. S., F. N. Owens, J. E. Pettigrew, and J. W. Oltjen. 1991. Apportioning histidine requirements for maintenance *versus* growth. *Nutrition Research* 11 : 1451-1463.
- Shin, I. S., F. N. Owens, J. E. Pettigrew, and J. W. Oltjen. 1994. Apportioning threonine requirements for maintenance *versus* growth for rats. *Nutrition Research* 14 : 93-104.
- Wang, T. C., and M. F. Fuller. 1989. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *British Journal of Nutrition* 62 : 77-89.

Wei, H. W. 2000. Effect of long-term amino-acid deficiency on the amino-acid composition of the body. Ph.D. Thesis, University of Aberdeen, UK.

Williams, H. H., L. V. Curtin, J. Abraham, J. K. Loosli, and L. A. Maynard. 1954. Estimation of growth requirements for amino acids by assay of the carcass. *Journal of Biological Chemistry* 208 : 277-286.