

# AMINO ACID CONTENT IN RAW MATERIALS TYPICALLY USED IN ASIA

## 亞洲常用的生原料中胺基酸的組成

Torben Gosvig Madsen  
*Evonik Degussa (SEA) Pte. Ltd.*  
Singapore

佩真譯

在最近這兩三年間，所有的物價幾乎都有大幅的波動。包括常見的飼料主成份，例如黃豆、菜籽粕、玉米、小麥...等等。也因為這些變動進而促使我們開始關注這些最常被使用的原料中的實際價值。配方的應用必須結合生原料中精確的有效營養價值，才能夠配合家禽的需要量加以計算—不能太多(造成營養的浪費)也不能太少(對生長表現會有負面影響)。生原料的準確價值也與有效的營養份相關(例如：消化率和預期之變異)，而價格也是取決使用與否的主要因素。

當我們在評估蛋白質的品質時，並不只有注意粗蛋白質(CP)，其他還有動物所需的必需胺基酸，包括離胺酸、甲硫胺酸、羥丁胺酸和色胺酸等。這些第一限制胺基酸在評估品質與營養價時非常重要。本文的主旨是更新一些亞洲常用於蛋雞飼料的原料中之胺基酸等營養資訊，以便進行簡單的配方計算與評估。

### 推測生原料中所含胺基酸的組成

本文所示之原料分析數據為Evonik Degussa公司於2009年完成並發布的。分析方式主要是使用近紅外線光譜儀(AminoNIR<sup>®</sup>)，但是對於花生粕、粟米和芥子粕則無法以近紅外線光譜儀(NIR)分析其有效胺基酸，而是以化學方式分析之(AminoLab<sup>®</sup>)。表1-9是玉米、粟米、米糠、椰子粕、芥子粕、菜籽粕、黃豆粕與花生粕的平均值以及變異係數(CV)與AminoDat<sup>®</sup>數值的比較表。上述原料都能提供蛋雞飼料主要的胺基酸組成。這是因為在飼料中的使用量大(例如玉米和粟米)或是原料本身具有高量的胺基酸(例如花生粕和黃豆粕)。

表1的玉米分析值中，雖然粗蛋白值(CP)略低一些。但卻含有較高量的胺基酸組成，特別是離胺酸在粗蛋白質中所佔的百分比。對於這個粗蛋白質含量較低的原料，有一點必須考慮進去，那就是根據其平均值與變異係數(CV)同時也代表著它的差異性。

表 1. 玉米中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	玉 米 (Corn)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	1154		765	
Dry Matter(乾物質), %	86.8	2.1	88	-
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	7.44	9.77	8.37	12.30
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	2.01	5.52	2.01	8.70
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	4.29	4.04	4.22	6.70
LYS(離胺酸)	3.15	6.38	2.99	10.20
THR(羥丁胺酸)	3.61	2.22	3.55	3.70
TRP(色胺酸)	0.80	6.37	0.76	7.90
ARG(精胺酸)	4.88	4.84	4.72	7.70
ILE(異白胺酸)	3.36	2.90	3.29	5.40
LEU(白胺酸)	11.88	4.51	11.89	6.40
VAL(纈胺酸)	4.68	2.51	4.58	4.80

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

表2是粟米的分析值，在2009年的粗蛋白分析值明顯低於原分析值。然而，其粗蛋白質的分析值就像玉米一樣有很大的變異性(CV>19%)。請注意胺基酸組成中的離胺酸含量(% of CP)比原分析數值還高出近10%，但同時也發現到粗蛋白質含量的高度變異性。既然有這麼高的變異性，也表示當我們要依據分析表計算配方時必須將原本的分析值降低一些。

表 2. 粟米中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	粟 米 (Millet)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	25		124	
Dry Matter(乾物質), %	89.43	1.38	88	
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	10.90	19.16	12.57	18.40
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	2.28	13.47	2.21	13.30
CYS(胱胺酸)	1.82	5.35	1.79	8.00
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	4.07	8.31	4.00	9.80
LYS(離胺酸)	2.96	10.56	2.70	11.50
THR(羥丁胺酸)	3.79	3.38	3.72	4.80
TRP(色胺酸)	-	-	1.76	11.70
ARG(精胺酸)	4.45	6.49	4.31	6.70
ILE(異白胺酸)	4.04	4.68	4.11	4.60
LEU(白胺酸)	9.94	7.56	10.03	6.10
VAL(纈胺酸)	5.22	3.76	5.39	5.90

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

米糠又分成全脂與脫脂兩項分析值(即表3與表4)。表3中，全脂米糠的平均粗蛋白質與原分析數值相似，而且它的胺基酸組成也相去不遠。它的粗蛋白質和胺基酸組成的變異性似乎也比粟米小。

表 3. 全脂米糠中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	全脂米糠 (Ricebran – full fat)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	899		136	
Dry Matter(乾物質), %	89.3	3.6	88	-
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	13.68	7.08	13.06	14.80
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.95	4.25	2.00	5.90
CYS(胱胺酸)	2.13	3.51	2.06	6.00
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	4.11	3.02	4.06	4.70
LYS(離胺酸)	4.70	5.87	4.62	6.70
THR(羥丁胺酸)	3.78	2.08	3.80	5.10
TRP(色胺酸)	1.23	3.86	1.26	4.20
ARG(精胺酸)	7.70	4.42	7.86	5.50
ILE(異白胺酸)	3.42	2.29	3.51	5.10
LEU(白胺酸)	6.99	1.96	7.16	4.90
VAL(纈胺酸)	5.37	2.75	5.48	5.60

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

如同全脂米糠的分析值，脫脂米糠的平均粗蛋白質與胺基酸組成也很接近原表數值(表4)。其變異性和全脂米糠一樣都很低，但同樣要注意離胺酸相較於其他胺基酸的變異性最大。

表 4. 脫脂米糠中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	脫脂米糠 (Ricebran – de-oiled)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	998		41	
Dry Matter(乾物質), %	89.2	1.2	88	-
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	16.83	5.36	16.99	6.10
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.95	4.07	1.93	5.30
CYS(胱胺酸)	1.97	2.62	1.94	6.30
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	3.93	2.19	3.86	4.70
LYS(離胺酸)	4.48	5.88	4.43	7.30
THR(羥丁胺酸)	3.83	2.19	3.81	4.70
TRP(色胺酸)	1.23	3.44	1.24	3.80
ARG(精胺酸)	7.41	3.99	7.66	5.00
ILE(異白胺酸)	3.49	3.19	3.51	6.10
LEU(白胺酸)	7.10	2.72	7.13	4.90
VAL(纈胺酸)	5.52	3.81	5.57	6.30

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

圖1是全脂米糠與脫脂米糠的離胺酸(Lysine)、甲硫胺酸+胱胺酸(Met+Cys)、羥丁胺酸(Threonine)和色胺酸(Tryptophan)的組成，根據粗蛋白質的含量與各胺基酸佔粗蛋白質中的百分比值(%CP)表示之。圖中顯示粗蛋白質(CP)平均在15%以上的時候，脫脂米糠中的離胺酸(Lysine)與甲硫胺酸+胱胺酸(Met+Cys)含量(%CP)較低。這可能是因為在處理生原料時所造成的結果，我們最常見的熱處理方式會對離胺酸以及胱胺酸造成負面影響。

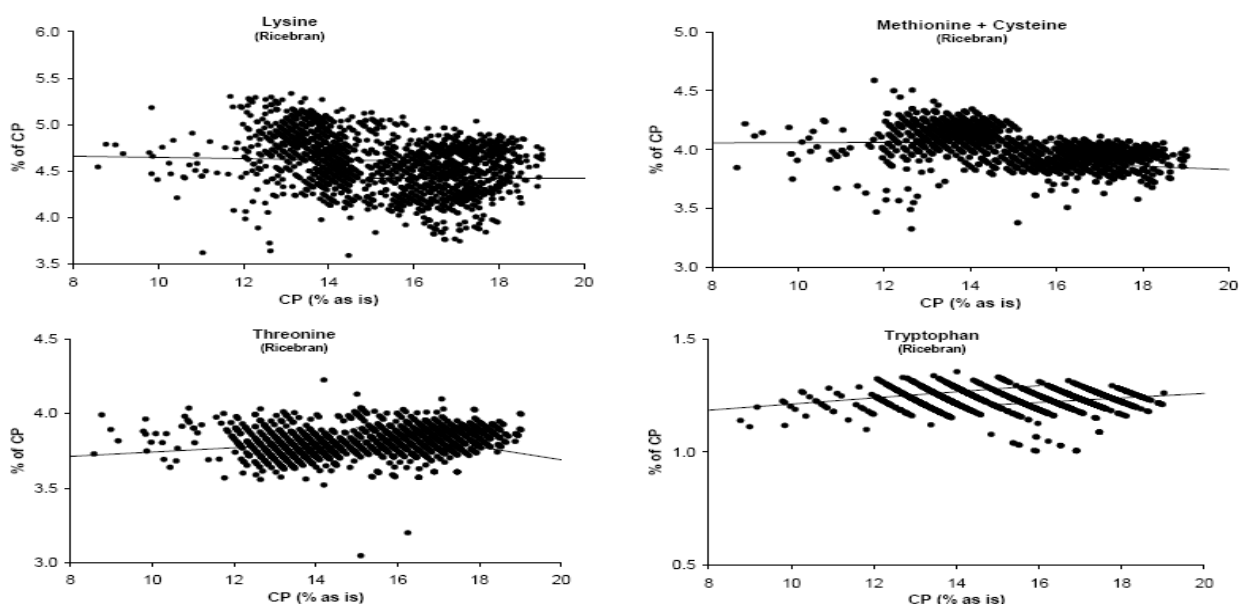


圖 1. 米糠中離胺酸(Lysine)、甲硫胺酸+胱胺酸(Methionine+Cysteine)、羥丁胺酸(Threonine)和色胺酸(Tryptophan)佔粗蛋白質的百分比值(% CP)。(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives).

表5是椰子粕的分析數值，顯示粗蛋白質較原資料數值高。但是，這個高含量的粗蛋白質可能是因為樣品的乾物質含量較高所致。另外，其離胺酸與甲硫胺酸+胱胺酸(Met+Cys)的平均值較原分析數值低。這也代表離胺酸含量(% CP)的變異性比其他胺基酸來得高。

表 5. 椰子粕中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	椰子粕 (Coconut meal)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	133		30	
Dry Matter(乾物質), %	96.32		88	
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	22.19	4.96	20.72	9.60
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.28	4.90	1.29	5.80
CYS(胱胺酸)	1.31	7.03	1.44	6.10
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	2.59	4.65	2.73	4.80
LYS(離胺酸)	2.41	11.18	2.63	13.40
THR(羥丁胺酸)	2.89	2.78	2.95	4.20
TRP(色胺酸)	0.77	3.00	0.75	5.60
ARG(精胺酸)	10.17	9.45	10.95	8.60
ILE(異白胺酸)	3.09	2.46	3.13	3.50
LEU(白胺酸)	6.02	2.29	6.04	2.10
VAL(纈胺酸)	4.75	2.21	4.83	3.50

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

芥子粕的粗蛋白質分析數值明顯比原分析數值高(表6)。胺基酸的組成則與原分析值相近。但是，芥子粕中離胺酸的變異性仍較其他胺基酸高。

表 6. 芥子粕中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	芥子粕 (Mustard Meal)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	29		10	
Dry Matter(乾物質), %	91.0	1.3	88	
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	37.52	5.18	36.28	7.40
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.88	4.45	1.82	3.50
CYS(胱胺酸)	2.52	5.15	2.45	5.80
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	4.40	3.33	4.27	3.30
LYS(離胺酸)	4.80	8.65	4.95	8.80
THR(羥丁胺酸)	3.93	2.62	4.01	7.10
TRP(色胺酸)	-	-	1.43	0.00
ARG(精胺酸)	6.22	6.10	6.47	4.50
ILE(異白胺酸)	3.77	2.28	3.84	6.30
LEU(白胺酸)	6.60	1.57	6.73	5.80
VAL(纈胺酸)	4.76	2.10	4.81	7.10

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

表 7是菜籽粕(包括油菜)的分析值，顯示其粗蛋白質含量與原分析值相近。此外，離胺酸的平均值(% CP)則比原分析數值高出5%。同樣的，離胺酸的變異性較其他胺基酸來得高。另外要注意的是，菜籽粕的離胺酸和羥丁胺酸比芥子粕還高出近10 %，顯示這兩項原料不能以同樣的方式使用之。

表 7. 菜籽粕中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	菜籽粕 (Rapeseed Meal)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	2134		232	
Dry Matter(乾物質), %	89.8	1.7	88	-
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	36.25	6.83	35.92	8.60
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.92	2.66	1.93	3.80
CYS(胱胺酸)	2.36	5.30	2.35	7.10
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	4.29	2.68	4.28	4.50
LYS(離胺酸)	5.17	8.42	4.92	15.10
THR(羥丁胺酸)	4.26	4.04	4.20	4.70
TRP(色胺酸)	1.34	2.19	1.33	4.60
ARG(精胺酸)	5.93	4.58	5.76	9.00
ILE(異白胺酸)	3.86	1.69	3.85	3.60
LEU(白胺酸)	6.85	1.91	6.82	2.80
VAL(纈胺酸)	4.97	2.27	4.94	4.00

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

表8是高蛋白黃豆粕的分析數值，發現其蛋白質含量明顯高於原分析值，而胺基酸的組成卻很相似。值得注意的是，黃豆粕的變異性非常小，這是因為本身含量就很高，但仍需注意其實際含量。

表 8. 黃豆粕中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	高蛋白黃豆粕 (Soybean Meal – High-Pro)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	1427		495	
Dry Matter(乾物質), %	88.3	1.1	88	
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	48.59	3.50	47.64	2.30
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.34	2.47	1.34	5.10
CYS(胱胺酸)	1.45	3.11	1.46	6.40
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	2.80	2.44	2.81	5.00
LYS(離胺酸)	6.08	2.38	6.10	3.00
THR(羥丁胺酸)	3.85	1.52	3.92	2.50
TRP(色胺酸)	1.33	2.22	1.36	2.40
ARG(精胺酸)	7.32	2.00	7.32	2.70
ILE(異白胺酸)	4.51	1.09	4.49	3.00
LEU(白胺酸)	7.56	1.07	7.56	1.50
VAL(纈胺酸)	4.71	1.29	4.70	3.20

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

花生粕的粗蛋白質平均分析值叫原分析數值高(表 9)，但是胺基酸的組成卻很相似。其粗蛋白質與胺基酸組成的變異性都很大，但在此案例中，離胺酸的變異性其實沒有比其他的胺基酸高。

表 9. 花生粕中的粗蛋白質(CP)與胺基酸組成

	花生粕 (Peanut Meal)			
	2009		AminoDat <sup>®</sup> 3.0	
	mean	CV, %	mean	CV, %
N(含氮量)	61		49	
Dry Matter(乾物質), %	91.2	2.0	88	
		--- as is (%) ---		
CP(粗蛋白質)	47.59	9.99	45.90	9.70
		--- % of CP ---		
MET(甲硫胺酸)	1.08	7.95	1.02	6.30
CYS(胱胺酸)	1.29	6.53	1.29	5.80
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	2.37	6.72	2.30	5.20
LYS(離胺酸)	3.22	6.99	3.18	5.70
THR(羥丁胺酸)	2.57	2.74	2.59	2.80
TRP(色胺酸)	0.96	2.07	0.99	1.90
ARG(精胺酸)	11.02	2.76	11.14	3.90
ILE(異白胺酸)	3.22	1.90	3.18	3.10
LEU(白胺酸)	6.14	1.70	6.18	1.70
VAL(纈胺酸)	3.90	2.74	3.91	3.10

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives)

若將表1 - 9的數值以圖表示之, 會發現所有原料的粗蛋白質含量的變異性都比胺基酸組成還要高, 但黃豆粕除外(CV > 5%)。特別是離胺酸的差異性最大, 而椰子粕和粟米的整體變異係數分別為12與15%以上。

這些分析數值同樣也可發現胺基酸組成的高度差異性。例如菜籽粕的離胺酸含量就比原本的分析數值高出兩倍以上(1.01 vs. 2.30%)。因此, 我們該如何掌握採購進來的原料含有我們預期的成份是一大問題。

其中一個最簡單快速的方法就是依據分析數值來推算出原料的營養組成。但很明顯地, 若變異性太大則無法提供一個精確的營養分析數值。另一個方法則是根據蛋白質含量來推算出胺基酸的組成含量, 因為在蛋白質的成分中, 胺基酸的組成比例是固定且可各別推算的。這個推測方式會比一般簡易型的計算值還要好。

然而, 從圖 1與圖 2可明顯看出有一些組成比率並不存在。在圖 2中有從加拿大/美國(Canada/USA)、中國(China)和印度(India)等不同來源之菜籽粕的離胺酸(lysine)、甲硫胺酸+胱胺酸(Methionine + Cysteine)、羥丁胺酸(threonine)和色胺酸(tryptophan)等組成比率(% CP)。來自印度的菜籽粕似乎具有較低的離胺酸含量(% CP); 而來自加拿大/美國的菜籽粕普遍來說都具有較高量的離胺酸。中國的菜籽粕則分成兩大區塊。這可能是受到不同製作方式的影響, 當原料受到

過熱處理(熱損, Heat damage)時會對離胺酸甚至胱胺酸帶來負面影響。也許這就是為什麼我們會覺得離胺酸在蛋白質中的比值變異性那麼大的原因。熱損又與梅納反應(Millard reaction)有關，離胺酸的  $\epsilon$ -胺基酸群( $\epsilon$ -amino group)會與醣類反應而結合成一個沒有營養價值的物質。

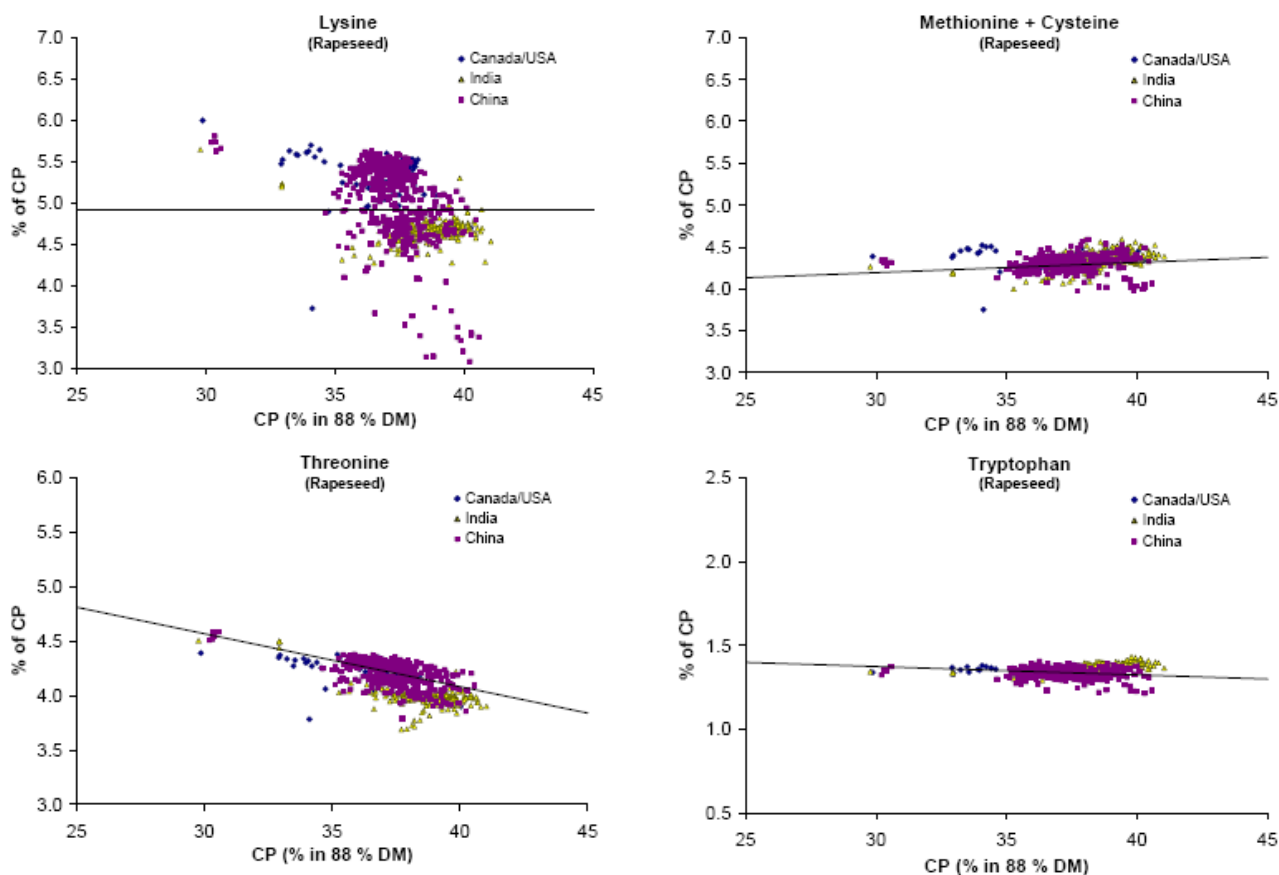


圖 2. 菜籽粕中離胺酸(Lysine)、甲硫胺酸+胱胺酸(Methionine+Cysteine)和色胺酸(Tryptophan)佔粗蛋白質的百分比值(% CP)。(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives).

但如果用蛋白質中的胺基酸組成來計算飼料中胺基酸含量的話，有時候會出現高於或低於預估的胺基酸含量。從上述的資料可得知擁有精準的胺基酸組成等資訊對於選購優質原料的判斷有多麼地重要。這些分析數據同時也顯示出使用原分析資料數據是不夠的，而且若只根據佔蛋白質的比例來計算胺基酸組成也是略顯不足。所以最理想的解決辦法就是對每批進貨進行胺基酸的成分檢測。事實上，使用紅外線光譜儀(NIR)與Evonik Degussa Feed Additives等級判別方式來分析飼料原料中的胺基酸組成可以將費用降至最低。

## 消化率會影響生原料的價值

當我們在計算原料的營養時，不僅營養的總含量很重要，營養物質的消化率更重要。因為各種胺基酸的消化率也和原料種類有關。表10就是本文中各原料的消化率。

表10. 各種生原料的胺基酸消化率

	玉 米	粟 米	米 糠	芥子粕	菜籽粕	椰子粕	黃豆粕	花生粕
Lys (離胺酸)	92	78	74	-	80	52	90	76
Met (甲硫胺酸)	94	88	77	-	84	84	91	86
M+C (甲硫胺酸+胱胺酸)	90	84	72	-	80	70	86	82
Thr (羥丁胺酸)	85	80	69	-	73	60	85	85
Trp (色胺酸)	81	85	79	-	80	51	89	87
Arg (精胺酸)	93	78	86	-	87	84	93	91
Ile (異白胺酸)	95	88	75	-	79	78	89	89
Leu (白胺酸)	94	93	73	-	82	80	89	90
Val (纈胺酸)	92	86	75	-	79	79	88	89

(資料來源: Evonik Degussa Feed Additives).

上表資料中顯示離胺酸的消化率較低的原料稱為替代性原料。這個資訊對於經濟效益的評估非常重要。表11是一個以玉米、米糠、黃豆粕和玉米酒粕為主的蛋雞飼料配方，並附有粟米、芥子粕、菜籽粕、椰子粕與花生粕等影子價格(shadow price)的計算。當飼料配方以胺基酸為主計算時，所有原料的影子價格都很高。但是，若只根據有效胺基酸，則家禽是無法得到最佳效益，而且若使用這些含有低消化率的胺基酸組成之飼料原料，將會帶來負面的生長表現。因此，這些原料的實際價值(包括影子價格shadow price)應該要以各原料中的可消化胺基酸含量而定。

表11.計算蛋雞飼料中各營養成分的影子價格，每隻蛋雞每日餵食 110 g (110 g/hen/day of intake)

項 目	成 本 (USD/噸)	成 份 (g/kg)	最低限量 (g/kg)	
玉米 (Corn, ASA 2010)	210	380	粗蛋白質 (Crude protein)	160
米糠 (Ricebran, ASA 2010)	150	221	粗脂肪 (Crude fat)	5-6
黃豆粕 (SBM, ASA 2010)	510	167	亞麻油酸 (Linoleic acid)	1.0
玉米酒粕 (DDGS, corn based)	200	120	粗纖維 (Crude fiber)	4.5-5.5
石灰 (CaCO <sub>3</sub> )	300	82.5	代謝能 (ME, kcal/kg)	2600
二磷 (DCP, 22%)	400	19.7	離胺酸 (SID Lys)	7.5
食鹽 (NaCl)	85	3.4	甲硫胺酸 (SID Met)	3.8
維生素礦物質 (Vit + Min)	-	4.9	甲硫胺酸+胱胺酸 (SID Met + Cys)	6.8
甲硫胺酸 (DL-Methionine)	4500	1.90	羥丁胺酸 (SID Thr)	5.2
離胺酸 (L-Lysine HCL)	2200	0.70	精胺酸 (SID Arg)	7.7
羥丁胺酸 (L-Threonine)	2900	0.05	異白胺酸 (SID Ile)	5.9
<b>合 計</b>	<b>264</b>	<b>1000</b>	纈胺酸 (SID Val)	6.6
影子價格 (Shadow price)	總胺基酸 (Total AA)	SID AA	鈣 (Calcium)	37.0
粟米 (Millet, ASA 2010)	223	221	磷 (Dig. Phosphorus)	4.0
芥子粕 (Mustard, ASA 2010)	361	337	鈉,最低量 (Sodium, min)	1.7
菜籽粕 (Rapeseed, ASA 2010)	362	336	氯,最高量 (Chloride, max)	2.5
椰子粕 (Copra meal, ASA 2010)	242	227		
花生粕 (Peanut meal, ASA 2010)	325	314		

### 變異性會影響生原料的價值

由上述內容中已得知原料的高變異性會影響原料的營養價值，同時也是在採購原料時，與成本和營養消化率同樣被列入考量的取決要素。變異性越高會讓原料的價值越低，因為它會造成採

購時對原料中營養含量之安全限量判斷的問題。以統計的角度來看，如果將平均值減去標準偏差 (std)，每項原料的營養份至少會變成原來的83%。所以在計算飼料配方的時候，必須將安全範圍設定在1/2 ~ 1的標準偏差之間(1/2 ~ 1 std)，也就是說要將平均值減去1/2 ~ 1個標準偏差值。表12是根據不同的來源國以及中國來源並含有不同比例之離胺酸的菜籽粕中胺基酸的平均值與變異係數。根據資料顯示，三項原料的平均值與扣除1個標準偏差的安全值都具有相當大的差異性。特別是中國的低離胺酸菜籽粕，其安全值(1.57%)比平均值(1.71)還低了8%以上。

表12. 三個不同來源的菜籽粕中粗蛋白(CP)與胺基酸組成的平均值與安全值(1個標準偏差, 1 std)

	菜籽粕 (Rapeseed meal)								
	印度 India (N = 313)			中國-低離胺酸 China - Low (N = 218)			中國-高離胺酸 China - High (N = 388)		
	平均值	mean	- 1 std	平均值	mean	- 1 std	平均值	mean	- 1 std
MET(甲硫胺酸)	0.71		0.69	0.71		0.67	0.72		0.70
CYS(胱胺酸)	0.97		0.91	0.88		0.82	0.88		0.84
M+C(甲硫胺酸+胱胺酸)	1.68		1.60	1.59		1.51	1.61		1.55
LYS(離胺酸)	1.79		1.72	1.71		1.57	1.98		1.92
THR(羥丁胺酸)	1.54		1.50	1.54		1.49	1.59		1.56
TRP(色胺酸)	0.53		0.50	0.49		0.47	0.50		0.49
ARG(精胺酸)	2.41		2.27	2.13		1.98	2.20		2.13
ILE(異白胺酸)	1.48		1.43	1.42		1.36	1.43		1.39
LEU(白胺酸)	2.56		2.48	2.51		2.41	2.56		2.50
VAL(纈胺酸)	1.88		1.82	1.82		1.74	1.84		1.80

根據上表中的安全數值，若應用於蛋雞的飼料配方計算並將成本列入考量的話，印度菜籽粕的成本(影子價格)約為321 US\$/ton (請見表11的營養成分以及各原料的使用成本)。若是未計算安全值而用胺基酸組成的平均值，則影子價格約為332 US\$/ton. 這個簡單例子很清楚地說明原料的變異性，也就是安全數值，會影響原料的價值。

因此，原料中蛋白質等營養價值/成本(value/price)的計算是決定採購的重要參考資料，同時也是根據飼料配方中的實際胺基酸含量以及影子價格。若是決策時只考慮一些主要營養成分例如粗蛋白質(CP)以及能量，購買者將會耗費較多的原料成本而造成飼料價格的負面效益。

### 校正預測值對產品生產結果的必要性

對原料的錯誤評估不單單只影響到飼料的價格。可能還會對生產表現帶來極大的影響。圖3為不同消化率的離胺酸成分在飼料轉換率(FCR)上對輕重兩型蛋雞品種的影響。

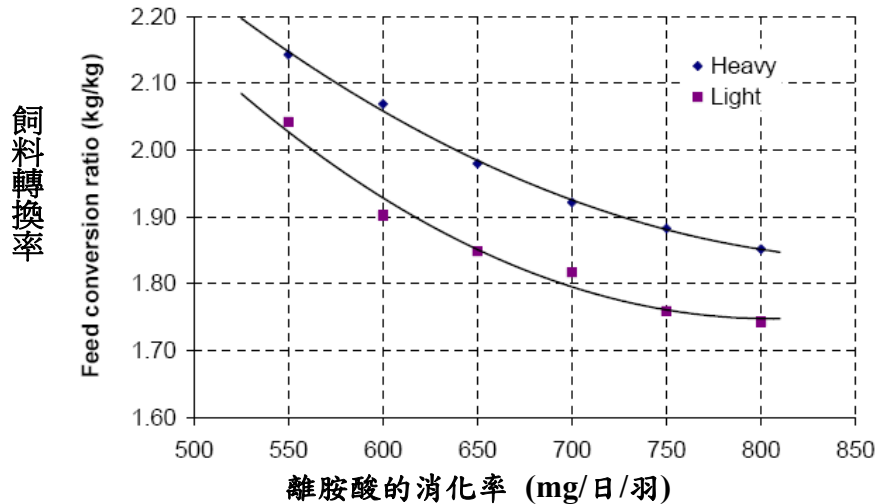


圖 3. 輕型(Lohmann LSL Classic)與重型(Lohmann Brown Classic)兩品種的蛋雞在不同的離胺酸餵食量下的飼料轉換率(Bonekamp et al., 2007)

上圖曲線顯示蛋雞在每日餵食量為750 mg，也就是離胺酸的含量減少10%時，其飼料轉換率(FCR)將明顯變差，也就是等級在5-7點之間。事實上，輕型蛋雞的餵食量已從750 mg降至675 mg時，其飼料轉換率則是從1.88上升至1.95。如果不去精算採購進來的原料所含之胺基酸組成也沒注意其差異性，恐將造成平衡蛋白質無謂地損失近10%。

## 結 論

綜觀所有的分析數值，會發現在某些原料中的胺基酸組成具有高度的差異性。尤其是離胺酸的變異最大。根據文中的資料可清楚發現大部分的原料是無法單憑文獻的參考值或粗蛋白質含量就能推算其胺基酸組成。因此要有一個重要的觀念，那就是要取得確切的胺基酸組成數值以便直接計算飼料原料與配方並可避免因高估了胺基酸的組成含量而影響動物生長或生產表現。

本文中同時也看到了消化率對原料及其變異性的影響，如果沒有正確地掌握資訊，將對這些原料的實際價值造成極大的影響。倘若不去注意消化率和變異性，將會造成飼料生產時的浪費，而且飼料中的胺基酸組成不僅偏低而解還會影響整理的生產效益。

## 參考文獻

Bonekamp, R.P.R.T., Lemme, A., Wijtten, P.J.A. and Sparla, J.K.W.M. (2007) 16th European Symposium on Poultry Nutrition, p. 113-116