

選購飼料用磷酸鈣的原則 葉澤波

完全平衡飼料中家畜禽所需營養成分，以能量和蛋白質所佔原料成本最多，其次為磷的來源。換句話來，碳水化合物居首，蛋白質第二，磷源第三。因此磷源飼料如何經濟有效選用，對降低家畜禽飼料成本及提高飼養效果極為重要。

最近玉米等穀類和大豆粉、魚粉等主要飼料原料漲價幅度甚大，進口磷源亦有缺貨趨勢，迫使國內外磷酸鈣飼料價格上漲，因此，如何經濟有效選購品質優良而價格合理的磷酸鈣無機鹽供家畜禽飼料應用，頗值得注意。

尤其是目前本省市場銷售的磷酸鈣中劣質品或廢品甚多，希望本省從事畜牧業者及飼料製造廠商提高警覺。

化學成分和磷消化率

目前本省銷售的磷酸鈣供飼料用標準產品的化學分析如表1。由表可知，3種磷酸鈣鹽的氟含量甚低，皆在0.18%以下，符合國家標準規定氟含量必須為磷含量的百分之一以下。而磷含量皆為18%。因此，可依據磷含量和氟含量識別是否標準成品。

對豬的消化率方面，磷酸二鈣和三鈣對飼豬效果以磷消化率多寡而判別時，約有5%的差距，以所含磷的有效性來說，磷酸二鈣為 $18\% \times 80\% = 14.4\%$ ，磷酸三鈣為 $18\% \times 75\% = 13.5\%$ ，兩者間有效性磷相差0.9%，可見磷酸二鈣比三鈣對飼養豬效果較優。

表1 飼料用磷酸鈣標準成品的化學分析(1)

磷酸鈣成品	化學分析值(%)			對豬的磷消化率(%)
	鈣Ca	磷P	氟F	
磷酸二鈣(2)	18~25	18~21	0.06~0.12	80~83
磷酸三鈣(2)	30~32	18	0.06~0.18	75
去氟磷酸鈣(2)	20~25	18	0.08~0.18	73~75

註：(1)資料來源：陳陽鈺、蘇麗華(台糖畜研所) 1971。

(2)磷酸二鈣的主要成分化學名稱為磷酸氫鈣 $\text{Ca HPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
 磷酸三鈣的主要成分化學名稱為磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 去氟磷酸鈣為磷酸二鈣與磷酸三鈣的混合物。

臺大畜牧系沈添富(1978)曾進行童子雞和土番鴨飼養試驗，比較磷酸二鈣與磷酸三鈣的生物效用。對照組是以無添加任何磷源的玉米大豆粕為主飼料供

餵童子雞時，導致幼雞軟腳病死亡率達55~65%。飼料中添加磷酸二鈣或磷酸三鈣時，雞的發育生長正常，兩種飼料級鈣源皆與藥品級磷酸鈣的效果相同。

土番鴨試驗所得結果亦與童子雞試驗結果相同。茲將小雞骨鈣化試驗所測定的磷酸鈣鹽的比較生物價(以藥品級磷酸鈣的生物價指數作為100作比較)如表2。由生物價比較可知，藥品級的磷酸氫鈣和磷酸二氫鈣較磷酸鈣略高，含結晶水者比無結晶水者為高。飼料級的磷酸氫鈣與去氟磷酸鈣的生物價差異不大。去氟磷酸鈣中，因製造方法不同而有若干差異，即熔化處理較煅燒或沈澱處理者為低。

表2 各種磷酸鹽的比較生物價(對小雞)

磷酸鹽類	生物價
藥品級	
磷酸鈣(無結晶水) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	100
磷酸二氫鈣(含結晶水) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	113
磷酸氫鈣(無結晶水) CaHPO_4	90
磷酸氫鈣(含結晶水) $\text{Ca HPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	110
飼料級	
磷酸氫鈣	97
去氟磷酸鈣	
熔化(Fused)	82
煅燒(Calcined)	94
沈澱	99

磷酸鈣物理性

根據台糖畜產研究所飼豬試驗結果，磷酸二鈣的粗細度，較細者(即通過標準篩32目98%以上者)對豬的增重速率與脛骨強度比粗者(即通過32目52%者)有較優的趨勢。磷酸鹽的容積比重(Bulk Density)通常為1.20，去氟磷酸鈣較重即容積比重為1.56，碳酸鈣為1.20，石灰石粉為1.09。

容積比重與粗細度等物理性，關係到配合飼料的混合製造的均勻度，必須採用適當的容積比重和粗細度。

市場銷售的各種商品

目前省內市場普遍行銷的各種飼料用磷酸鈣鹽商

品如表 3。以往在國內市場銷售的磷酸二鈣或去氟磷酸鈣國內製造供應者較少，大部分為進口貨，貨品來自日本、美國、西德、比利時、瑞典、荷蘭、中東、澳洲等國家，貨品繁多，品質亦不一，市售價格相差懸殊。近年來經濟部設立中國磷業公司製售飼料用磷酸二鈣，繼之國內民間亦有私人投資設廠製售飼料用磷酸鈣。

茲以目前在本省市場行銷各種的磷酸鈣採樣化學分析與物理性測定結果（如表 3）為例，敘述選購飼料用磷酸鈣的各項原則和決定條件如下：

1. 由化學分析值判斷是否符合標準：通常磷酸鈣商品的磷含量應有 18% 以上為準，鈣含量在 18~36% 即與磷含量相等或其二倍為正常範圍，對家畜禽飼料配方計算方面亦較適合。

此次採樣分析結果，發現除了中磷公司產品的磷酸二鈣的磷含量為 18%，鈣含量 27%，可稱為正常的

商品之外，其他 8 家商品磷含量皆低於 18%。

氟含量以國家標準規定不超過磷含量的百分之一，換句話說，磷含量 18% 時，氟含量應該低於 0.18%，由表 3 可知，超過百分之一的商品有 5 家之多，僅 4 家符合規定。有些商品高達百分之十五或十七之多，對飼養家畜禽效果必有不良影響，應該避免採購。

2. 由物理性測定結果判別：通常磷酸鈣類的容積比重為 1.20 左右，此次測定 9 家商品僅有 1 家勝友化工公司商品的容積比重 0.51 較輕，其他商品皆在 1.04~1.31 之間。

以粗細度即成品的顆粒大小分佈情況來說，通過 32 目而不通過 100 目的比例應佔有相當比例，對飼料的混合操作上，容易獲得均勻的混合。粗細度不通過 32 目佔 14~19% 的 2 家商品皆為去氟磷酸鈣，對豬隻飼養效果較差。過分細的成品在飼料混合操作期間飛散塵埃而損失較多，因此過於細並非良好的商品。

表 3 目前本省市場行銷的各種磷酸鈣商品

製造廠商	中國磷業公司 (磷寶牌)	三木實業公司	勝友化工公司	祥寶公司 (磨粉加工)	中磷之磷寶牌 磷寶牌 製造廠不詳	小野田	Green Mill Enterprise 公司	不詳 (無進口資料) 冒牌ICI	中邦公司
品名	(1) 磷酸二鈣	(2) 磷酸二鈣	(3) 磷酸二氫鈣	(4) 天然磷酸二鈣	(5) 磷酸二鈣	(6) 磷鈣三鈣	(7) 去氟磷酸鈣	(8) 去氟磷酸鈣	(9) 鳥糞磷
化學分析值									
磷 P (%)	18.15	16.74	15.66	12.57	7.68	15.71	13.79	13.00	6.86
鈣 Ca (%)	27.36	18.56	22.37	26.76	34.51	33.37	28.50	31.09	35.29
氟 F (%)	0.11	0.27	0.74	0.51	0.05	0.08	2.14	2.22	0.13
氟磷比	0.61/100	1.61/100	4.93/100	4.06/100	0.65/100	0.51/100	15.52/100	17.07/100	1.90/100
物理性									
容積比重	1.19	--	0.51	1.14	1.22	1.29	1.31	1.25	1.04
粗細度 (%)									
+32目	3.30	--	1.20	0	2.30	1.91	14.28	19.31	0
-32/+60	30.55	--	2.21	15.48	20.30	10.39	39.44	29.86	23.77
-60/+100	14.80	--	1.00	7.91	13.20	7.17	5.35	12.70	10.58
-100	51.35	--	95.59	76.61	64.20	80.53	40.93	38.13	65.65
顏色	灰色	--	白色	褐色	灰色	乳白色	土黃色	乳黃色	棕色

註：化學分析與物理性狀測定資料由台糖畜研所營養系提供。

3. 由磷含量即有效性磷含量計算各種磷酸鈣的合理價格與目前市場售價如表 4。因此 9 家商品中磷寶牌中磷公司成品磷酸二鈣品質和化學分析結果符合標準，故以該產品作為對照計算各商品的合理價格。由此合理價格可判斷決定購買，始能符合經濟有效應用於家畜禽的飼養。

註：(1) 磷酸二鈣磷含量分析值 × 81% (磷酸二鈣對豬的磷質消化率) 為磷酸二鈣成品或鳥糞磷的有效性磷含量 (%)。

磷酸三鈣磷含量分析值 × 75% (對豬的磷質消化率) 為磷酸三鈣成品的有效性磷含量 (%)。

去氟磷酸鈣磷含量分析值 × 74% (對豬的磷質消化率) 為去氟磷酸鈣成品的有效性磷含量。

(2) 採用中磷公司磷酸二鈣成品的每公升售價 17.00 元作為對照，計算有效性磷含量 1% 的價格即 17.00 元 ÷ 14.70 = 1.156 元，由此價格計算各種磷酸鈣成品的合理價格。

表 4 本省市場行銷的各種磷酸鈣商品售價與有磷比計算的合理價格 (元/公升)

製造廠商	(1) 中國磷業公司 磷寶牌	(2) 三木實業公司	(3) 勝友化工公司	(4) 祥寶公司	(5) 中磷之磷寶牌 磷寶牌	(6) 小野田	(7) Green Mill Enterprise 公司	(8) 不詳 (ICI)	(9) 中邦公司
品名	磷酸二鈣	磷酸二鈣	磷酸二氫鈣	天然磷酸二鈣	磷酸二鈣	磷鈣三鈣	去氟磷酸鈣	去氟磷酸鈣	鳥糞磷
每公升售價 (NT\$)	17.00	16.00	15.50	12.00	15.00	17.80	11.00	13.00	10.00
有效磷含量 (%)	14.70	13.95	12.69	10.18	6.22	11.78	10.20	9.62	5.56
以有效磷含量 (%) 計算的合理價格 (NT\$)	17.00	15.67	14.67	11.77	7.19	13.62	11.80	11.12	6.42