

應用最新一代植酸酶來配製更經濟有效的豬飼料

Dr. Gary Partridge, Development and Technical Director, Danisco Animal Nutrition, Marlborough, UK.

眾所周知者，植酸酶具有改善豬隻飼料中磷的利用率並降低堆肥處理成本的能力；此舉導致全球使用植酸酶蔚為風潮。估計全世界豬料與禽料使用植酸酶的比例分別高達 70% 與 90% 以上。

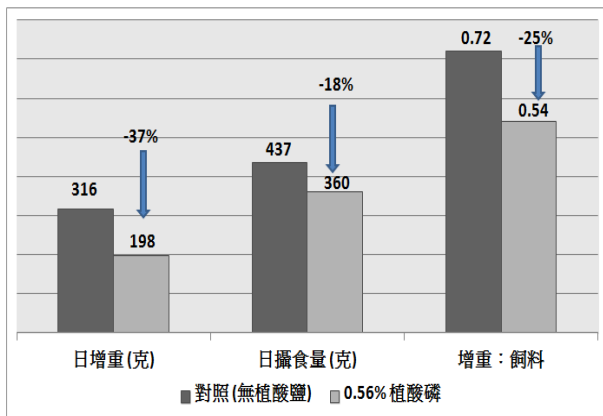
時值今日，豬營養學家與養豬業者經常提出的問題不再是：「我是否該使用植酸酶？」而是：「我該如何善用植酸酶？」使用者期望知道的是最優化的使用劑量，以及如何擴大植酸酶之鈣、磷、胺基酸與能量在飼料配方當

中的潛在營養價值，但不至於犧牲掉豬隻的生長性能。本文係針對植酸酶的最近研發結果以及如何應用植酸酶來獲取最大的潛在營養數值作論述。

抗營養效應

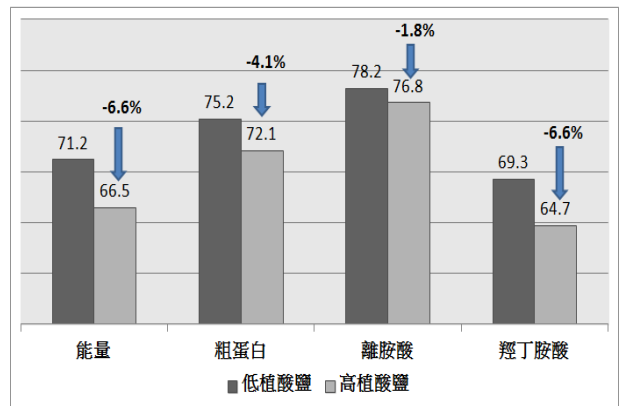
最近的科學研究顯示：哺乳豬日糧中植酸鹽的含量對仔豬生長有負面效應(圖 1)。類似的情形也發生於先前的生長豬試驗當中能量與蛋白質/胺基酸消化率的結果(圖 2)。植酸鹽會降低動物對營養份的利用率，原因來自於植酸鹽在腸道中會與蛋白質、鈣及微量礦物質結合並形成複合物，此一過程最終導致日糧中營養份的利用率變差。

圖1. 植酸鹽降低離乳仔豬(7.4公斤)生長性能。豬隻飼料含酪蛋白、玉米澱粉與植酸鹽之純化日糧 (Woyengo等,2012)



植酸鹽在消化道上段的酸性環境 (pH<4.5) 屬可溶性者，因此極容易與蛋白質鍵結。動物自身分泌的蛋白酶(如：胃蛋白酶)並無法處理此種“植酸鹽—蛋白質”複合物，結果造成胃蛋白酶與鹽酸之代償性分泌過度；最終導致內源蛋白質的高度損耗以及蛋白質與能量的消化效率變差。

圖2. 提高日糧植酸鹽濃度會降低生長豬(40.6公斤)迴腸營養份之消化率 (Liao等,2005)。低植酸鹽 P=0.22%；高植酸鹽 P=0.48%；植酸鹽效應 (p<0.001)。



植酸酶對營養份的貢獻值並非一成不變者；而是按日糧中植酸鹽濃度的高低與飼料中植酸酶的添加劑量而異。除此之外最關鍵之處決定於：在消化道上段對植酸鹽水解的速度與程度。因此，最有效力的植酸酶產品必須能夠在低酸鹼質環境下作用迅速以去除植酸鹽所帶來的負面效應。

磷對環境的污染

豬飼料原料中的總磷約有百分之六十至七十係以利用率差的植酸態存在。豬隻不能夠分解植酸鹽因此無法利用植酸磷。其結果造成飼料中多數的磷元素會隨糞便排放，最終對水源造成污染。

於 1980 年代率先上市的植酸酶，其目的主要用來幫助荷蘭養豬業者規避因未消化磷對水源污染所必須支付的“磷賦稅”。時至今日，在某些土地有限的地區，為了符合堆肥之磷規範而不得不支付的處理成本依然可觀。目前美國家畜堆肥處理的策略已經由氮本位轉成磷本位，其中每單位豬隻生產所需的成本提高了 0.56 至 21.74 美元；養豬業者的利潤因而受到顯著的壓縮。

藉著植酸酶的使用即可改善植物磷的生物可利用率、降低無機磷源的添加並減少糞便磷的排放。此舉尚且有利於飼料成本的節省並可減輕豬隻生產對環境的衝擊。例如：過去加拿大因運送豬隻糞便所花費的成本，現可透過飼料中添加植酸酶的手段予以節省，最終可提高整體利潤達 14% 以上。

植酸酶的進化

吾人對植酸酶在動物生產上所扮演的角色，從過去僅僅用來規避磷排放的罰鍰，近年來

已獲得巨幅的轉變。1990 年代以來添加植酸酶所帶來的利益包括：改善動物骨骼生長所需之磷的吸收、降低對高成本無機磷源的依賴，以及改善動物生產性能並節省成本。

於 2003 年間上市的第一代大腸菌植酸酶，其生物有效性與飼料成本節省效益比當時販售的真菌型產品高出 20% 以上。之後來到 2007 年間，一種獨特的熱保護技術(Thermo Protection Technology, TPT)確保了使用者能夠更有信心地將粉狀植酸酶應用於顆粒飼料。最近的研究則進一步證實不同大腸桿菌來源的植酸酶其生物有效性並不相同；因此，應用於日糧中對抗營養效應的消除能力自然互異。

此後，更先進的植酸酶產品陸續被研發出；譬如布丘氏菌屬(*Buttiauxella spp.*)來源之植酸酶。於 2013 年初率先在美國上市，該產品具有進一步提高動物對鈣、磷、能量與胺基酸的利用率的能力。既發表的商業試驗證實：此一最新型的植酸酶在酸性環境下擁有更高的活性，藉此可確保植酸鹽分子在早期消化過程即迅速並有效地被分解。

表一顯示離乳仔豬飼餵含 0.21% 植酸磷日糧並降低 0.20% 有效磷與 0.14% 鈣的消化率試驗結果。數據表明：按磷與鈣的消化率結果

表 1. 布丘氏菌(愛特康 PHY)與大腸菌植酸酶對 12-19 公斤離乳仔豬營養份消化率的差異比較

	正對照 (PC)	負對照 (NC)	NC+布丘氏菌植酸酶 (FTU/公斤)			NC+大腸菌植酸酶 (FTU/公斤)
			250	500	1000	500
磷消化率(%)	50.0 ^d	40.7 ^e	55.5 ^c	61.0 ^b	64.9 ^a	55.0 ^c
鈣消化率(%)	59.7 ^d	49.4 ^e	64.8 ^c	69.4 ^{ab}	73.1 ^a	66.2 ^{bc}

看來，半劑量的布丘氏菌植酸酶即可達到全劑量大腸菌植酸酶的效果。

同時，來自於 14 個離乳與生長肥育豬的消化率試驗結果(超過 550 個數據點)也證實：按每公斤飼料添加 500FTU 之傳統劑量下，布丘氏菌植酸酶對磷鈣的釋出值比大腸菌植酸酶高出 34% 以上。再考量消化能的貢獻值(每公斤飼料約 35 仟卡左右)，使用布丘氏菌植酸酶的飼料每公斤可以獲得比大腸菌來源產品多節省 1.00 到 1.30 美元的利潤。

從使用中的植酸酶身上獲取利益

當飼料業者企圖從某一植酸酶身上尋求可觀的經濟利益時，必須了解該產品所提供之潛在營養建議值來源。某些廠商企圖採取跨捷徑的作法並不可取(例如：套用肉雞的潛在營養數值供豬隻應用)。基於豬雞生理條件的差異，業者必須留意廠商所提供的資料來源。

此外，將粉狀植酸酶產品使用於顆粒飼料時，仍必須考慮其熱穩定性。正式使用前必須作一系列的飼料加工測試與品管。粉狀植酸酶產品的回收率性試驗必須同時檢測製粒前後力價的差異，以確保準確的耐熱能力。

一旦面臨到新植酸酶產品的選擇，惟有隨時留意如上所述的重點，方能確保植酸酶持續作為全球飼料工業最有價值的飼料添加劑之一，並獲致最佳的投資報酬。

資料來源：International Pig Topics—Volume 29
Number 2, 2014