

有機酸和精油之發展

有機酸添加於豬飼料已行之數十年，當初之目的是降低年輕小豬胃中的酸度，而最近有機酸發展乃朝向取代抗生素之新策略。最新報告指出，當飼料中添加植物萃取物(如精油)明顯增加有機酸之效果。

■降低 pH 之效用

對於幼小豬而言，有機酸主要作用模式為飼料 pH 降低而成為酸性物質。就一頭發育良好體重 50 公斤豬隻而言，胃中鹽酸生成量往往是不足的。於 1970 年代，小豬飼料中通常添加 1~2% 的延胡索酸或檸檬酸。在乾燥的型式上此二者不具酸味，在添加處理上較易，然而實質上降低 pH 效果上卻不大。甲酸具有最強的降低 pH 效果，此乃歸因於其小分子量及低酸解離常數值之化學結構特性，縱使和無機的磷酸相比，甲酸仍具有較強的降低 pH 效果。有機酸的最適氫離子釋放值，取決於成份中的緩衝能力，飲用水中因不含任何緩衝成份，故 pH 值降低的很快。根據酸的種類而言，若欲使 pH 降至 4 以下，需每 1000 公升飲水添加 0.3 ~ 2.5 公斤酸量。然而大部分的酸添加於飼料中，若 pH 欲降到 4.5 以下，則需添加酸 9.5~30 公斤/噸。此種差異乃因飲水和飼料中之緩衝因子不同所致。故飼料富含如蛋白質和礦物質緩衝因子，則需更多的酸化作用方可達最適之緩衝能力。

有機酸用於飼料中另一個重要原因是抗菌作用。有機酸已普遍使用在食品工業中，用於防止因不同微生物所引起之腐壞。在飼料工業方面，使用丙酸避免原料及物料儲存期間霉菌之生長。亦有報告指出，有機酸可抑制受污染原料中之沙門氏桿菌生長。有機酸亦被證實，對豬及家禽之腸胃道的病原菌有調控之效。由於不同的有機酸對抗微生物生長有不同之效用，研究建立了有機酸抗微生物作用之資料庫。

利用不同 pH 值飼料飼養，以測試屠宰動物腸道之特定微生物群落，在進行體外試驗方面，建立了腸道測試模式。

為測試有機酸間作用之差異，培養基中之 pH 值不可低於 4.5，因為低於此值大部分微生物均無法生存。因此，建議 pH 值應在 5~7 之間。短鏈脂肪酸(如甲酸、乳酸)有很強的抗菌作用。在 pH 5 時，添加乳酸(5 公斤/噸)的飼料已具有殺菌之功用。檸檬酸、延胡索酸和無機之磷酸，在不同 pH 值下，均無抗菌之效。

小分子有機酸(甲酸和乳酸)在低 pH 值下，會以非解離型式通過細菌細胞膜。一旦進入後，便解離出氫離子，使細菌細胞內 pH 值下降，故菌體必須消耗能量，以重建其正常酸鹼平衡。

有機酸解離產生之羧基陰離子(ROO^-)可破壞 DNA 和蛋白質之合成。故菌體處於含有機酸之環境壓力下，將會迅速影響其複製之能

力。大分子有機酸(如檸檬酸、延胡索酸和無機磷酸鹽)由於不具有親脂基的特性，故無法穿透細胞壁。若在較高 pH 6~7 下，甲酸和乳酸會解離而帶陰電荷，無法進入菌體。所以，在 pH 7 時，便不具殺菌作用。

■ 增強作用之模式

增強有機酸作用之模式，乃是植物萃取物或精油的添加，這用於食品工業上已有多數年。其可增進食品之口感和風味，且因具抗菌作用，故有防止食品腐敗之功用。添加精油於飼料中，在於如何正確添加以改善品質而不影響其風味又具抗菌保存功用。精油可破壞病原菌的細胞膜，使其「敞開」而利於處在較高 pH 下的有機酸，以陰離子型態穿透細胞壁，進而達到破壞 DNA 之效果。

以乳酸和甲酸之加成作用為例，當兩者於較高的 pH 6~7 時，會以陰離子狀態存在，故只需和少量的必需油脂作用便具有殺菌之功效。在 pH 6 時，複合有機酸(乳酸+甲酸)加上低劑量之精油(2.0 公斤/噸)即可有強化效用的產生。控制組之大腸桿菌生長 7 代，而複合有機酸組則只生長 4.25 代。然而，複合劑則每 4 小時可抑制 1 代菌之生長。

此明顯看出，在較高 pH 值時，精油可強化有機酸之效用。複合作用若運用於動物營養時，亦可在小腸前段部分(pH 6~7)，發揮殺菌

作用。在活體小豬接受感染大腸桿菌攻毒試驗中亦證實，藉由檢測糞便中大腸桿菌的數目，並考量下痢和豬隻健康等因素，證實添加之效果。利用此感染模式模擬高度感染之實際環境下，比較單獨有機酸之作用和添加精油後之作用，發現同時使用有機酸與精油，可快速降低大腸桿菌之生長。另外，亦可增加 5% 之生長率及降低下痢之發生等。

混合有機酸與精油已成功地使用於豬及家禽的飼料以取代抗生素，此類產品可直接添加於飼料或預混料，或加於飲水中飼養動物。

(石振宏譯/游義德審 International Pig Topics, 20(3):11-13, 2005)