

農副產物部分取代高能精料與蛋白質飼料之應用原則

◎ 北區分所 廖曉涵、李佳馨、王思涵

近年玉米與豆粕等飼料原料價格波動明顯，依據畜產品價格查詢系統所示，進口玉米粒與國產黃豆粉的產地農場價格近 10 年來，分別由每公斤 6.78 元與 12.86 元提升到每公斤 8.35 元與 13.27 元，期間受國際戰事影響波動頻繁，讓酪農產業更關注替代原料的應用。將農副產物作為乳牛飼糧部分替代來源，不僅有助降低飼料成本，也能提升資源再利用價值。不過，農副產物並非單純「便宜就能用」，仍須依其營養特性與使用方式加以評估。

替代性飼料通常可分為以下幾種類型，分別以取代高能及蛋白質精料說明：

- 填充飼料 (fillers)：此類飼料對乳牛的營養價值較低，通常於纖維或飼料短缺情形下使用，如稻殼或棉籽殼。
- 澱粉：澱粉含量較高的飼料，如玉米粉、烘焙副產品或穀物副產品。
- 可消化纖維：此類飼料有助延長芻料貯存，如柑橘粕、甜菜粕或大豆殼。
- 蛋白質：富含蛋白質的飼料，如玉米筋粉。
- 蛋白質 / 纖維：此類為可同時提供蛋白質與纖維的飼料，如小麥麩皮或啤酒粕。
- 纖維 / 蛋白質 / 脂肪：此類為可同時提

供纖維、蛋白及脂肪的飼料，如玉米酒糟或全棉籽。

使用替代原料前，應先確定要取代的是哪一種原料與營養價值。

取代高能精料

在乳牛飼糧中，高能精料通常是玉米這類含高澱粉的飼料原料，澱粉能快速供給泌乳牛所需的能量，進而促進乳中乳糖形成並提高乳量。此外，乳牛可利用的能量並非澱粉一種，可消化纖維、果膠與醣類也可被利用，因此，甜菜粕、柑橘粕或大豆殼等副產物，常被作為部分取代的來源，以下用甜菜粕與大豆殼為例說明。

甜菜粕為甜菜製糖後的副產物，其富含果膠，醱酵後最終生成乙酸且非常適合用於非纖維性碳水化合物日糧中，可濕餵或乾餵。Voelker 等人 (2003) 以 6.1%、12.1% 和 24.3% 的甜菜粕取代高水分玉米，結果顯示，隨著甜菜粕增加，泌乳牛採食量呈線性下降；乳脂肪產量呈二次曲線反應，以取代 6.1% 時表現最好，3.5% 乳脂校正乳量也有類似趨勢。整體而言，過高的甜菜粕可能因瘤胃填充感飽足效應 (filling effects) 而降低採食量，但若適量取代則能有效維持甚至提升產乳

效能，實務上，牧場應根據甜菜粕與玉米的相對成本及對乳品質的需求，靈活調整取代比例。

大豆殼為大豆榨油後的副產物，雖富含纖維，但其粒徑較小因此不算是有效纖維，其纖維以果膠為主，於瘤胃發酵後以生成乙酸為主，因此對於降低乳脂率或引起酸中毒的風險較小。研究指出，在高穀物的飼糧中，大豆殼可取代玉米，當提供約 30% 的乾物質量時，不影響營養分在瘤胃的發酵或消化及牛隻泌乳表現；但作者也提醒，使用大豆殼的實際效益會取決於「被取代的是哪一種碳水化合物」、「日糧中原本芻料的種類、形態或長度」及「有效纖維是否足夠」等因素影響，取代率以佔日糧乾物質 20% 至 30% 為宜。

取代蛋白質精料

對乳牛來說，飼糧中蛋白質含量不只是看數值百分比高不高而已，更重要的是它在瘤胃中分解的速度、能否提供足夠的瘤胃不可降解蛋白 (rumen undegradable protein, RUP) 及小腸中可吸收胺基酸的品質。因此，兩種粗蛋白數值相近的原料，實際使用在泌乳牛飼糧後，呈現出的產乳量與乳蛋白率表現可能完全不同，以下用菜籽粕與玉米酒糟粕 (dried distillers grains with solubles, DDGS) 為例說明。

菜籽粕為菜籽榨油後的副產物，其可為泌乳牛日糧中高品質蛋白質來源，富含甲硫胺酸 (Met)、離胺酸 (Lys) 及組

織胺酸 (His)。研究指出，以菜籽粕取代其他蛋白質來源原料 (如黃豆粉、棉籽粕、玉米筋粉等) 後，可提升泌乳牛乾物質採食量，平均而言，當菜籽粕佔日糧乾物質的比例每增加 10% 時，每日採食量約增加 0.24 公斤；當日糧乾物質中含 17.2% 的菜籽粕時，每日產乳量平均可增加 1.07 公斤。實務上，建議菜籽粕在整體日糧乾物質的配置總量可抓在 10% 至 15% 左右。整體而言，可提升乳蛋白率、乳脂肪量，特別是在取代黃豆粉以外的其他蛋白源 (如玉米副產品) 或在以豆科青貯為主的日糧中效果最明顯。

DDGS 為玉米乙醇產業的副產物，含高比例的 RUP，其離胺酸 (Lys) 含量較低，但甲硫胺酸 (Met) 含量相對較高。研究顯示，以 DDGS 部分取代黃豆粉可增加乾物質採食量與產乳量，然而，過量使用可能因含有較多多元不飽和脂肪酸，導致乳脂合成下降；同時，使用上須留意 Lys 和 Met 的供應量，避免牛隻缺乏胺基酸。值得注意的是，玉米發酵製醇的過程會產生濃縮效應，若原料控管不佳，黴菌毒素濃度恐被濃縮約三倍，因此，在配方應用上必須嚴格監控黴菌毒素的風險，建議取代率以佔日糧乾物質 10% 至 20% 為宜。

整體而言，農副產物確實具有部分取代高能精料或蛋白質精料的應用潛力，但前提並不是「找到便宜原料就直接替換」，而是先釐清替代目標，再依原料的

表 1. 本文代表性農副產物之營養特性與應用重點

原料	取代目標	主要營養特性	使用優點	注意事項
甜菜粕	高能精料	果膠高、可消化纖維高	適量可維持甚至提升乳脂校正乳量	過量可能降低採食量
大豆殼	高能精料	可消化纖維高、非有效纖維	可部分取代玉米，酸中毒風險較低	受日糧粗料與有效纖維影響
菜籽粕	蛋白質精料	高品質蛋白來源	可提升採食量、乳量、乳蛋白率	須依日糧平衡重新配置
DDGS	蛋白質精料	RUP 高、Met 相對較高	可部分取代黃豆粉	Lys 較低，過量可能影響乳脂

營養特性進行合理配置。若要取代高能精料，重點在於能否提供足夠且適合的能量來源；若要取代蛋白質精料，則應進一步考量蛋白質的利用型態與整體日糧平衡，而不能只看粗蛋白數值高低。

從國外經驗來看，甜菜粕、大豆殼、菜籽粕及蒸餾副產物等，都可在適當條件下作為乳牛日糧中的替代原料（表 1）。然而，這些原料的實際效果仍會受到添加比例、原料品質、保存條件及牛群狀況影響，因此實務上較適合採漸進式導入，並持續觀察採食量、乳量、乳脂、乳蛋白及糞便狀況。對酪農場而言，農副產物的價值不在於完全取代傳統原料，而在於提高配方彈性、分散飼料成本風險，並在兼顧牛群健康與生產表現下，提升日糧利用效率。

參考文獻

畜產品價格查詢系統。 <https://price.naif.org.tw/query/QueryNow.aspx>
 Chesini, R. G., C. S. Takiya, M. S. S. Dias, T. B. P. Silva, A. T. Nunes, N. T. S.

Grigoletto, G. G. Silva, P. C. Vittorazzi, L. N. Rennó, and F. P. Rennó. 2023. Dietary replacement of soybean meal with heat-treated soybean meal or high-protein corn distillers grains on nutrient digestibility and milk composition in mid-lactation cows. *Journal of Dairy Science*. 106: 233-244.

Cullens, F. 2011. Can you use alternative feed ingredients to replace corn grain? Michigan State University Extension.

Kilmer, L. H. 2013. By-products for dairy cattle. Iowa State University Extension.

Martineau, R., D. R. Ouellet, and H. Lapierre. 2013. Feeding canola meal to dairy cows: A meta-analysis on lactational responses. *Journal of Dairy Science*. 96: 1701-1714.

O'Brien, D. 2016. Canola beats soybean as protein source for dairy cattle. USDA Agricultural Research Service.