

台灣青割玉米與青貯玉米的利用

光泉酪農部 梁宗寶

青貯玉米是台灣乳牛飼養本土化的機會：

台灣氣候高溫多濕、經常下雨，要在適當採收期採收青草、曬乾製成穩定高品質的乾草很困難。若要青割青草直接利用，青草品質每天都不一樣，對高產乳牛的營養配方有很多不可控的挑戰。因此在適當採收期採收、細切、碾碎的青割玉米，大量、迅速、厭氣發酵製成品質穩定的高品質青貯玉米，全年每天穩定利用是台灣草料本土化的機會。

高品質的青貯玉米才有機會取代昂貴高品質的進口乾草：

台灣泌乳牛群年平均每頭日產乳量超過 30 公斤已經很常見，沒有高品質的草料無法應付台灣高產乳牛的需求。台灣氣候高溫多濕，溫溼度指數長年超標，熱緊迫會影響高產牛的採食量。高產牛的營養需求高，採食量如果降低，草料品質又不好，能量負平衡的問題就成為台灣乳牛營養配方師頭痛的問題，因此高品質又穩定的進口乾草就逐漸取代本土品質不穩定的乾草、青草及青貯草。這是很殘酷的經濟現實，因為台灣乳價高、乳牛很珍貴，草料品質不好所帶來的經濟損失與牛隻健康問題，就成為本土牧草競爭失敗的主要原因。

光泉廠農通訊(131)

<https://www.kuangchuan.com/FacInfo/Dairy>

高品質的青貯玉米如何定義：

AI 的時代，我請 AI 幫我找一些我要的資料，再用我的專業知識跟 AI 討論，我把部分資料整理一下，跟大家分享。**1.** 我們要有優良的青貯玉米專用品種。**2.** 採收時機：剖開玉米粒，乳白線在中間 1/2-2/3 時採收（乾物量約在 32-38%）。**3.** 採收時：整株站立觀察，上下葉片多為綠色、少枯葉。**4.** 收割時的加工狀況：切碎後整把料的長度集中在 1.5-2 公分，沒有長短混亂或太長太粉的狀況。**5.** 切碎後之玉米粒多數已破裂（與玉米粒的消化率有關）。**6.** 收割時的加工狀況，手捏玉米粒，要輕捏就碎（收割機要有輾碎設備，尤其收割成熟期玉米，Kernel Processing Score(KPS) 通過 4.75 mm 篩網的澱粉 >70%）。**7.** 入窖與密封：站在窖面踩踏幾乎踩不下（扎實不凹陷），目標密度 $\geq 240 \text{ kg DM/m}^3$ 。**8.** 覆蓋緊貼、全覆蓋、沒皺摺、邊角沒漏氣。**9.** 開封時：切面平整、無洞、沒凹凸。**10.** 顏色黃綠、乾淨、沒有白點黑黴藍綠黴。**11.** 取料後 24-48 小時不發熱、不冒氣。

典型的青貯玉米成分分析表：

以下提供 NRC2001 及某配方軟體的實用成分資料表，給大家做為判斷與運用之參考。

| 青貯玉米的典型成分分析表 | | | | | | |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 來源資料 | NRC2001 | | | 某軟體 | | |
| 青貯玉米分類 | 未成熟 | 正常 | 成熟 | 49NDF | 45NDF | 41NDF |
| DM(%) | 23.5 | 35.1 | 44.2 | 25.0 | 35.0 | 40.0 |
| CP(%DM) | 9.7 | 8.8 | 8.5 | 9.5 | 9.2 | 8.0 |
| E. E (%DM) | 2.5 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| Ash (%DM) | 4.8 | 4.3 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.2 |
| NDF(%DM) | 54.1 | 45.0 | 44.5 | 49.0 | 45.0 | 41.0 |
| NDIP (%DM) | 1.40 | 1.30 | 1.30 | 1.52 | 1.47 | 1.31 |
| ADIP (%DM) | 0.90 | 0.80 | 0.90 | 0.67 | 0.64 | 0.39 |
| Lignin(%DM) | 3.50 | 2.60 | 3.10 | 4.90 | 4.05 | 2.87 |
| ADF (%DM) | 34.10 | 28.10 | 27.50 | 30.00 | 28.00 | 26.00 |
| NFC(%DM) | 30.30 | 40.00 | 41.10 | 35.83 | 40.08 | 44.92 |
| 澱粉(%DM) | | | | 27.59 | 30.87 | 35.49 |
| 糖 (%DM) | | | | 1.07 | 0.80 | 1.35 |
| 果膠 (%DM) | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 總酸(%DM) | | | | 6.04 | 7.16 | 7.43 |
| 乳酸 (%DM) | | | | 4.00 | 5.00 | 5.00 |
| 乙酸 (%DM) | | | | 2.04 | 2.16 | 2.43 |
| 丙酸 (%DM) | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 丁酸 (%DM) | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 其他酸(%DM) | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PAF | 1.00 | 0.94 | 0.87 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| TDN-1x %DM | 65.6 | 68.8 | 65.4 | 64.6 | 66.8 | 69.7 |
| DE-1x | 2.87 | 2.99 | 2.84 | 2.83 | 2.92 | 3.03 |
| NEL3x | 1.36 | 1.45 | 1.35 | | | |
| TMR 實際折率 | 94% | 94% | 94% | 94% | 94% | 94% |
| TDN p | 61.7 | 64.7 | 61.5 | 60.7 | 62.9 | 65.5 |
| NELp | 1.41 | 1.49 | 1.39 | 1.38 | 1.44 | 1.51 |

光泉廠農通訊(131)

<https://www.kuangchuan.com/FacInfo/Dairy>

青貯玉米的典型成分分析表

| 來源資料 | NRC2001 | | | 某軟體 | | |
|----------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 青貯玉米分類 | 未成熟 | 正常 | 成熟 | 49NDF | 45NDF | 41NDF |
| Ca (%DM) | 0.29 | 0.28 | 0.26 | 0.23 | 0.31 | 0.31 |
| P (%DM) | 0.24 | 0.26 | 0.25 | 0.21 | 0.27 | 0.27 |
| Mg (%DM) | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.13 | 0.22 | 0.22 |
| K (%DM) | 1.30 | 1.20 | 1.10 | 0.95 | 1.22 | 1.22 |
| Na (%DM) | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Cl (%DM) | 0.30 | 0.29 | 0.17 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| S (%DM) | 0.14 | 0.14 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Fe (ppm) | 157.00 | 104.00 | 92.00 | 184.00 | 184.00 | 184.00 |
| Zn (ppm) | 29.00 | 24.00 | 23.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Cu (ppm) | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |
| Mn (ppm) | 46.00 | 36.00 | 36.00 | 31.00 | 31.00 | 31.00 |
| Se (ppm) | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Co (ppm) | | | | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| I (ppm) | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

說明：

1. $NFC = 100 - (NDF - NDIP) - CP - E - Ash$ 。

NRC2001 的 NDF 含 NDIP。在青刈玉米與青貯玉米中的 NFC，主要成分為 1. 澱粉、2. 糖、3. 果膠、4. 有機酸(算出來的)，這些成分都不屬於 NDF，但可在瘤胃中被微生物發酵。青刈玉米的 NFC 中糖比較高(8-15%)、有機酸很少、在瘤胃中發酵速度快且不穩定。青貯玉米的 NFC 中糖變少(1-4%)、有機酸增加、瘤胃中發酵速度變穩定。青貯過程會消耗一部分水溶性糖(WSC)生成乳酸、有機酸，在計算上

有機酸通常仍被算進 NFC 內，但糖↓、澱粉相對比例↑。

2. 青刈玉米還沒成熟前採收：1. 莖葉比例高、2. NDF 高(但 NDF 嫩)、NFC 低。NFC(%)約 25-32、澱粉(%) 5-15、糖(%)8-15、NDF(%)50-65。優點：1. 糖多→瘤胃微生物反應快、2. 有助於提高乾物採食量(DMI)、3. 適合搭配低糖日糧。風險：1. 糖發酵非常快、2. 若 peNDF 不足→瘤胃 pH 波動大、3. 容易短時間產酸。成熟期採收：1. 玉米粒增加、2. NDF%↓(但 NDF 老化)、3. 相對 NFC%↑。NFC(%)約 35-45、澱

光泉廠農通訊(131)

<https://www.kuangchuan.com/FacInfo/Dairy>

粉(%) 25-35、糖(%)2-6、
NDF(%)35-45。**優點** 1. 澱粉為主→發
酵較平緩、2. 能量供應穩定、3. 高產
乳牛的主力 NFC 來源。**風險**：澱粉過
高+加工不足時(kernel processing
差)1. 澱粉逃逸、糞澱粉上升、2. 青
貯時過度發酵導致 SARA。因此晚期
採收的青割玉米建議輾碎玉米穗軸、
重壓緊實製作青貯來利用。

3. TDN-1x 草料

$=0.98*PAF*(100-(NDF-NDIP)-CP-E.E-Ash)+EXP(-1.2*ADIP$
 $/CP)*CP+IF(E.E<1, 0, (E.E-1)*2.25)+$
 $0.75*(1-(Lignin/(NDF-NDIP)))^{0.667}$
 $*(NDF-NDIP-Lignin) - 7。$

4. DE-1x 草料

$=0.98*PAF*(100-(NDF-NDIP)-CP-E.E-Ash)*0.042$
 $+EXP(-1.2*ADIP/CP)*CP*0.056+IF(E.E<1, 0, (E.E-1)*2.25)/2.25*0.094$
 $+0.75*$
 $(1-(Lignin/(NDF-NDIP)))^{0.667}*$
 $(NDF-NDIP-Lignin)*0.042-0.3。$

5. 從以上公式得知，NFC 的可消化營
養 TDN-1x 要 $*0.98*PAF$ ，NFC 的可消
化能 DE-1x 也要 $*0.98*PAF$ ，因此青
貯玉米的 PAF(加工校正係數)會影
響消化率與能量的供應。這也就是青
貯玉米採收細切與玉米穗軸碾碎加
工的重要性，玉米粒的粉碎加工程度
會影響乳牛的消化率與能量供應，在
台灣應特別注意。

6. NFC 在乳牛營養上的角色：**正面功
能**：1. 提供瘤胃微生物能量。2. 促進
微生物蛋白合成。3. 支撐乳糖合成→
乳量。**風險(NFC 過高→澱粉、糖過
多)**：1. 瘤胃 pH 降低、2. SARA(亞急
性瘤胃酸中毒)、3. 乳脂率下降。**高
產泌乳牛 TMR 之建議範圍** 1. NFC：
34-42%DM、2. 澱粉：22-28%DM、3.
糖 4-7%DM。必須搭配：1. 足夠 NDF、
2. 合理 peNDF、3. 合適澱粉發酵速率。
NFC 決定發酵速度與酸生成、peNDF
決定咀嚼、唾液與緩衝能力。

7. 發酵品質好壞對 NFC 的影響：**良好
青貯(乳酸型)**：1. 糖→乳酸、2. DM
損失低(<7%)、3. NFC 稍降，但能量
可用性高。**不良青貯(酪酸型、二次
發酵)**：1. 糖+乳酸被浪費、2. CO₂、
熱、滲出液損失、3. NFC 明顯下降(可
>5%DM)。**典型發酵**：乳酸 4.5-7.0%、
乙酸 1.5-3.0%、丙酸<0.3%、丁酸
<0.1%、pH3.6-3.9。

8. 糖：發酵速度非常快、瘤胃 pH 波
動大。乳酸：發酵速度快(部分直接
吸收)、瘤胃 pH 影響視適應而定。澱
粉：發酵速度中等、瘤胃 pH 較穩定。

9. 發酵後的青貯玉米：1. 瘤胃產酸比
較平滑、2. 較不容易造成劇烈 pH 震
盪、3. 更適合高泌乳牛。

10. 青貯玉米的營養，是採收期+發
酵品質一起決定的。

光泉廠農通訊(131)

<https://www.kuangchuan.com/FacInfo/Dairy>