

常用牧草與副產物的總消化道表面消化率⁽¹⁾

李春芳^{(2) (5)} 蕭宗法⁽³⁾ 陳吉斌⁽⁴⁾ 陳茂墻⁽⁴⁾

收件日期：93 年 6 月 7 日；接受日期：93 年 8 月 27 日

摘 要

為瞭解常用乳牛飼料的營養價值，以荷蘭肉公牛進行全糞收集法的活體消化率測定，11 項飼料包括自產盤固乾草、青刈狼尾草、青貯玉米、副產物日晒花生藤、乾燥高粱酒粕、乾燥啤酒粕、進口梯牧乾草、百慕達乾草、百慕達草桿、苜蓿粒與苜蓿乾草。荷蘭肉公牛乾物質採食量分佈為體重的 0.85% 到 2.74%，盤固乾草、梯牧乾草、百慕達乾草、百慕達草桿與乾燥啤酒粕為唯一飼糧時，無法提供牛隻維持營養需要，牛隻日失重 0.69 kg 到 1.17 kg，青刈狼尾草、青貯玉米、苜蓿粒、苜蓿乾草、日晒花生藤與乾燥高粱酒粕可以維持 -0.06 kg 到 0.69 kg 的日增重。11 項飼料的總可消化營養分數值分別為 58.5%、59.9%、64.9%、57.3%、72.1%、66.9%、58.2%、61.5%、56.0%、57.8% 與 59.0%。試驗結果顯示，自產禾本科牧草可以做為牛隻飼糧的良好長纖來源，建議配合適量豆科牧草以提高牧草營養濃度；高纖高消化率的副產物營養價值高，值得適量使用。第二部分試驗以盤固乾草分別探討牛隻體重與餵飼量對消化率的影響，得知體重 300 kg 與 400 kg 牛隻的活體消化率相近，且餵飼量為 90% 或 100% 任食量時，除了粗脂肪外，其他組成的活體消化率都相近。

關鍵詞：牧草、副產物、總消化道表面消化率。

緒 言

飼料的營養價值由動物採食量、營養組成與在動物體內的消化利用效率共同決定 (Waldo and Jorgensen, 1981)。活體消化率測定可以同時獲知以上三項數據，因此雖然活體消化率測定工作繁重、費時與經費高昂，但仍是飼料營養價值評定的基礎。國內反芻動物的飼糧來源包括牧草、副產物與穀類精料 (李及蘇, 1999)，隨著牛隻泌乳性能的增加，牧草進口量也逐年增加，因此本次試驗目的即在建立國內常用牧草與副產物的營養價值資料，以提供飼糧配方計算時的參考。

活體消化率測定工作多以肉公牛或閹公牛代替母牛進行，但公牛危險性隨體重增加而增加；同時待測飼料若以任食量提供時，牛隻會有挑食較幼嫩部分的情形，影響測定結果的代表性，而剩料的產生也會增加三分之一的化學組成分析工作，因此本次試驗也希望探討動物體重與飼料餵飼量對

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1243 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(4) 自行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所退休。

(5) 通訊作者，E-mail: cflee@mail.tlri.gov.tw

消化率測定的影響，以期瞭解進行活體消化試驗的適當條件。

材料與方法

I. 牧草與副產物的總消化道表面消化率測定

測試飼料共有 11 項，分別為自產牧草盤固乾草、青刈狼尾草與青貯玉米，自產副產物日晒花生藤、乾燥高粱酒粕與乾燥啤酒粕及進口牧草梯牧乾草、百慕達草桿（外觀黃色）、百慕達乾草（外觀綠色）、苜蓿粒與苜蓿乾草。飼料組成的分析與計算結果與 IVDMD，列於表 1 及其說明。由於盤固乾草為大型圓草包，餵飼不易，因此先拆開打成方草包後再切短餵飼。

以全糞收集法的活體消化試驗，測定常用牧草與副產物的總消化道表面消化率，每一種飼料測定的參試荷蘭肉公牛頭數與體重等資料列於表 2。每次測定除了待測飼料外，另補充適量維生素與礦物質，並以自動水碗提供飲用水。牛隻適應該飼料 10 到 14 天後，於代謝架上進行全糞收集七日，飼糧提供量為適應期任食量的 90% 到 100%。試驗前後牛隻空腹過磅，收糞期間分別採集飼料樣品、剩料及糞便樣品，經 60°C 48 小時烘乾與 1 mm 磨細後，分析及計算乾物質等各項組成 (A.O.A.C., 1984)、中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF, Van Soest *et al.*, 1991) 及試管乾物質消化率 (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD, 李等, 1984; Tilley and Terry, 1963)，進一步計算各組成的總消化道表面消化率、總可消化營養分 (total digestible nutrients, TDN) 及可消化能量 (digestible energy, DE) 等。詳細活體消化試驗敘述可參考李等 (1984) 報告。

由於 van Soest 等研究人員於 1970 年代的建議 (Goering and Van Soest, 1970)，纖維的分析方法由粗纖維逐步改為酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 與 NDF 系統，因此 TDN 以三種公式計算，分別為粗纖維與無氮抽出物的計算公式、品質指數 (quality index, QI, Moore, 1994) 中採用的有機物消化率估算公式，第三種公式為以 NDF 與非纖維性碳水化合物 (non-fiber carbohydrate, NFC, $NFC = 100 - \text{粗蛋白質} - \text{粗脂肪} - \text{粗灰分} - \text{NDF}$) 取代粗纖維與無氮抽出物的計算公式。

本次試驗在一段期間內分批完成，以各測定參試牛隻的平均值來表示該飼料組成的表面消化率，再進行分類的綜合討論，並不做飼料間差異的統計分析比較。

II. 牛隻體重與餵飼量對盤固乾草活體消化率的影響

為探討牛隻體重對消化率的影響，選擇體重 500 kg ($n = 8$)、400 kg ($n = 5$) 與 300 kg ($n = 5$) 的三組肉公牛，進行盤固乾草活體消化試驗如前一節所述，收糞期間提供牛隻 90% 盤固乾草任食。體重試驗結束後，立即接續進行餵飼量對消化率影響的探討，將體重 400 kg 與 300 kg 兩組牛隻改為 100% 任食量的盤固草餵飼，數日後開始牛糞收集工作。兩次試驗的盤固乾草組成與 IVDMD 列於表 1。

牛隻體重試驗為單因子變方分析設計，測定結果以 SAS (1988) 一般線性模式 (GLM) 分析，組間差異以最小平方均值 (least squares means, LSM) 比較，顯著差異水準訂為 5%。牛隻餵飼量試驗則以駢對 t-test 統計方法，分別在體重 300 kg 與 400 kg 兩組進行比較 ($n = 5$)，餵飼量 90% 組的消化率資料取自體重試驗，統計顯著差異水準訂為 5%。

結果與討論

I. 牧草與副產物的組成與總消化道表面消化率

表 1 列出牧草與副產物的組成與 IVDMD，表 2 列出荷蘭肉公牛消化試驗的乾物質採食量 (dry

matter intake, DMI)、日增重、每項飼料的各項組成總消化道表面消化率、TDN 及 DE。TDN 由傳統的粗纖維與無氮抽出物計算的數值，與以 NDF 與 NFC 取代後的計算值幾乎相同，由有機物與有機物消化率計算的 TDN 值較低，在副產物的差異值更大 (表 2)。

本次試驗 11 項飼料的採食量變化很大 (體重的 0.85% - 2.74%)，由於採食水準影響營養分的利用，因此建議讀者採用相關數據時要參考該數據來自何種採食量水準，如美國 NRC (1989) 乳牛營養需要量所列 TDN 值，為維持狀況下的測定或估算結果，其推測當每增加一倍採食量時，TDN 數值會降低 4%，而泌乳牛通常有三倍的維持採食量，因此其飼料的泌乳淨能 (Net energy for lactation, NEI) 估算公式為 $NEI (Mcal/kg) = -0.12 + 0.0245 * TDN (%)$ 。

- (i) 禾本科牧草的比較：與 NRC (1989) 各項飼料組成的粗蛋白質 (Crude protein, CP) 與纖維組成評估，青刈狼尾草有 8.6% 的 CP 及 69.2% 的 NDF，屬葉片末期的良好品質，盤固乾草、梯牧乾草、百慕達乾草及青貯玉米四種禾本科牧草，則各屬於其飼料的中等品質。禾本科組成的 CP 含量不高，除了青貯玉米及百慕達乾草外，都在 10% 以下；禾本科牧草纖維高，NDF 約佔組成的 70%；IVDMD 分佈在 53% 到 60% 範圍，以青貯玉米、青刈狼尾草及百慕達乾草的試管乾物質消化率較高。餵飼荷蘭肉公牛後，盤固乾草、梯牧乾草、百慕達草桿與百慕達乾草無法提供荷蘭肉公牛維持營養所需，牛隻每日失重 0.69 kg 到 1.17 kg；青刈狼尾草及青貯玉米則剛好符合維持需要，平均每日失重 -0.02 kg。

不校正體重變化的 TDN 測定結果，以青貯玉米的 64.9% 最高，依序為百慕達乾草的 61.5%、青刈狼尾草的 59.9%、盤固乾草的 58.5%、梯牧乾草的 58.2% 及百慕達草桿的 56.0%，除了百慕達草桿外，其餘五項牧草的 NRC (1989) 維持 TDN 值分別為 62.0%、46.5%、55.0%、40.0% 與 56.0%，本次試驗的青貯玉米、青刈狼尾草與梯牧乾草測定值高於 NRC 推薦值 2.2% - 4.9%，但盤固乾草與百慕達乾草的測定值明顯低於 NRC 值，差異高達 18.5% 與 15.0%，這個差異可能來自體重校正與否、採食量、草的品系、成熟度、生長季節及種植地區等等因素，由於牛隻可經由失重來提供身體所需營養分，因此本次試驗中造成失重的盤固乾草、百慕達乾草與百慕達草桿的 TDN 值，可能有高估的情形，然而依據研究小組多年的盤固草 A254 研究經驗推測，NRC 盤固草 40% 的 TDN 值，應該是偏低的。

本次系列測定中盤固乾草與青貯玉米的製備有些缺失，因而影響牛隻的日增重表現。盤固乾草 IVDMD 雖達到 55.8%，但 CP 僅 3.9%，李等 (1999) 報告盤固乾草 IVDMD 49.3% 時的 CP 達 5.9%，本次試驗第二部分中盤固乾草的 IVDMD 近 50% 時，CP 值平均為 5.7% (表 1)，CP 偏低可能是因為重新打包造成落葉的損失所致。青貯玉米的乾物質 19% 明顯偏低，CP 12.1% 與 NDF 69.4% 偏高，顯示收割時的生長期不足，玉米粒澱粉的累積尚未完全，使澱粉為主的 NFC 含量僅 7.9%，屬於 NRC (2001) 的不成熟青貯玉米等級 (immature, DM < 25%)，較接近牧草屬性。青貯玉米的 CP 與 TDN 含量良好，但牛隻體重 1.50% 的 DMI 並未明顯高於其他牧草，反而較青刈狼尾草的 1.65% 與苜蓿乾草的 1.74% 為低，因此牛隻也未有增重，三者牛隻日增重相近，分別為 -0.06 kg、0.03 kg 及 0.05 kg，推測 NFC 低及水分過高都會減低青貯玉米風味，而影響牛隻採食意願。

盤固乾草的 TDN 較進口百慕達乾草低 3%，但與梯牧乾草相當並高於百慕達草桿；青刈狼尾草 TDN 只較進口百慕達乾草低 1.6%，但高於進口梯牧乾草，且可以維持牛隻體重；青貯玉米 TDN 則為此次禾豆科牧草之冠，因此自產牧草可以做為牛隻良好長纖來源，泌乳牛飼養研究報告也顯示 CP 5.9% 盤固乾草與 CP 11.0% 百慕達乾草，當分別提供為 25% 的泌乳牛日糧後，牛隻的泌乳性能表現是相近的 (李等，1999)。國內牧草的種植與推廣若能與土地釋出、休耕與轉作政策配合，將可以為農業在環境保護的綠化工程方面做出重要貢獻。

(ii) 豆科與禾本科牧草比較：與 NRC (1989) 飼料組成比較，本次試驗使用的豆科苜蓿粒與苜蓿乾草品質屬中等，兩者 CP 高於中品質禾本科牧草兩倍餘 (19.5% vs. 8.6%)，但纖維含量低，NDF 為禾本科的 63% (44% vs. 70%)，苜蓿的 IVDMD 較禾本科牧草提高 8% (65% vs. 57%)，但 TDN 平均為 58.4%，低於青貯玉米、百慕達乾草及青刈狼尾草，也較低於 NRC 的 62.0%。苜蓿 CP 與 NFC 含量均衡 (19.5% 及 23.6%，表 1)，做為唯一飼糧時可以維持荷蘭肉公牛維持營養所需，尤其苜蓿粒因纖維細，使其 DMI 明顯提高為體重的 2.74%，較其他長纖牧草的 1.53% (1.09% - 1.80%) 增加約 80%，使荷蘭肉公牛達到 0.69 kg 的日增重。另外一種常用的苜蓿塊的活體消化率也與苜蓿粒及苜蓿乾草相近 (陳等，1993)。

(iii) 副產物的營養價值：隨著食品加工業的縮減，目前常見副產物的種類已大幅減少，平衡日糧手冊中乳牛部分使用花生藤、毛豆藤、豆腐渣、高粱酒粕與啤酒粕五種副產物，肉牛部分則僅用高粱酒粕與啤酒粕 (李及蘇，1999)。花生藤採收後經日晒打包儲存，不可避免的常有灰分偏高的缺點，本次試驗即得到 14.4% 的粗灰分，該組牛隻剩料的粗灰分也有高達 30% 到 40% 的情形；高粱酒粕與啤酒粕為製酒後副產物，多以新鮮狀態使用，也有少量烘乾保存的商品，本次試驗所購買的乾燥啤酒粕乾燥處理不均勻，正式收糞期間有發霉現象而明顯降低牛隻採食量。

花生藤、高粱酒粕與啤酒粕三項常用副產物的營養組成都相當良好 (表 1)，兩種酒粕的 CP 都高於中級苜蓿 (22.8% 與 27.3% vs. 19.5%)，粗脂肪含量也高達 5.6% 與 7.1%，有 46% 與 56% 的 NDF 含量，IVDMD 達到 59% 與 76%，花生藤的 IVDMD 也可以達到 56%。分別餵飼體重約 400 kg 及 300 kg 的荷蘭肉公牛後，花生藤與高粱酒粕得到體重 1.82% 的 DMI 及近 0.60 kg 的日增重，牛隻對啤酒粕的 DMI 僅達體重的 0.85%，導致每日失重 1.00 kg。花生藤、啤酒粕與高粱酒粕的 TDN 分別為 57%、67% 與 72%，啤酒粕 TDN 與 NRC (1989) 的 66% 相近，但 27.3% 的 CP 與 3.23 Mcal/kg 的 DE 高於 NRC 的 25.4% 與 2.91 Mcal/kg，高粱酒粕 TDN 較 NRC 的 83% 降低 11%，而 22.8% 的 CP 與 3.21 Mcal/kg 的 DE 也都低於 NRC 的 34.44% 與 3.66 Mcal/kg，這些差異應源自於各地製酒原料配方的不同所致。

同為酒粕的啤酒粕與高粱酒粕的 TDN 值差異達 5.2%，對牛隻日增重的影響也非常不同 (-1.00 kg vs. 0.58 kg)，究其原因，兩者在牛隻採食量、組成與消化率方面都有很大差異。牛隻對高粱酒粕的採食量高達體重的 2.01%，遠高於啤酒粕的 0.85%。兩者都是高 CP 副產物 (22.8% vs. 27.3%，表 1)，雖然高粱酒粕 CP 消化率較啤酒粕低 16.4%，但高粱酒粕 NFC 含量高 15.6% (20.3% vs. 4.7%，表 1)，NFC 消化率高出 8% (90.1% vs. 82.1%)，且四種纖維消化率也都較啤酒粕明顯高出 19% - 30% (表 2)。兩種酒的原料大麥與高粱的 NFC 差異不大 (63% vs. 67%，NRC 1989)，推測高粱是否因外殼粗硬，減少其內澱粉類在發酵製程中的被利用率，因此保留較多的 NFC 於酒粕中。作者曾以瘤胃袋方式 (in situ) 比較兩種酒粕在瘤胃被消化模式 (未發表資料)，得知磨細的啤酒粕在 0 hr 的可溶部分僅 25.0%，但磨細的高粱酒粕則高達 57.8%，差異十分明顯，這個在溫水中 10 min. 的處理差異，應該與高粱酒粕的高 NFC 含量有關。

花生藤的 TDN 與除了青貯玉米與百慕達乾草外的牧草相當，啤酒粕的 TDN 與 DE 值都稍高於青貯玉米，高粱酒粕的 TDN 值更較青貯玉米高出 7% (72% vs. 65%)，測定結果顯示高纖高消化率副產物確實可以善加利用，它們是介於穀類精料與長纖牧草之間的中性飼料，可以取代部分精料與牧草用量，這個飼養上的優點在夏季採食量低落時更為明確，目前推薦每頭成熟母牛每日可以採食 3 kg 日晒花生藤或 8 kg 到 10 kg 的酒粕 (餵飼基) (李及蘇，1999)。本次試驗的苜蓿粒也有中性飼料特色，因纖維細而顯著促進採食量，也可以在夏季飼糧內適

量採用。

由牧草與副產物消化試驗所呈現的結果，建議在乳牛平衡日糧的搭配時以禾本科牧草為基礎，補充適量豆科牧草以提高牧草部分的營養濃度，妥善應用適量的副產物後，再以穀類精料補充不足的營養需要。

II. 體重與採食量對盤固乾草活體消化率的影響

表 3 列出牛隻體重對盤固乾草消化率測定的影響。測定結果顯示，荷蘭肉公牛體重 300 kg 與 400 kg 的盤固草消化率沒有差異，但體重增加到 500 kg 後的消化率就有變化。盤固草 CP、ADF 與纖維素的消化率不受體重因素影響，但體重 500 kg 牛隻對乾物質與半纖維素的消化率，顯著高於 300 kg 與 400 kg 牛隻 ($P < 0.01$)，粗脂肪消化率則顯著較低 ($P < 0.01$)；體重 500 kg 牛隻的 NDF 消化率、DE 與 TDN 與 400 kg 牛隻相近，但顯著高於 300 kg 牛隻 ($P < 0.05$)。

採食量是影響消化率的因素之一，消化率會隨著採食量的增加而降低，主要因飼料通過消化道速度增加，減少瘤胃微生物及小腸消化酵素作用時間所致 (Reid *et al.*, 1966)。盤固乾草 90% 與 100% 餵飼量對其組成活體消化率的影響，列於表 4。提供牛隻任食盤固乾草或 90% 任食量，不會影響絕大多數盤固乾草組成的消化率，因此消化試驗常用的採食量稍限量方法，是可以接受的。採食量試驗中 400 kg 體重荷蘭肉公牛的粗脂肪消化率以 100% 組高於 90% 組 ($P < 0.001$)，此結果與採食量降低會增加消化率的預期不符，原因不甚清楚，由於牧草粗脂肪含量低，對 TDN 的影響很小，因此牧草研究方面較不著重粗脂肪部分。由兩次試驗結果顯示，消化試驗可以選用體重 300 到 400 kg 的牛隻進行，以減低牛隻過大的安全顧慮；餵飼量可以採取任食量的 90%，以免除動物的挑食與剩料組成分析工作的負荷。

表 3. 荷蘭肉公牛體重對盤固乾草總消化道表面消化率的影響

Table 3. Effects of body weight (BW) of Holstein bulls on their total tract apparent digestibility (dig.) of pangolagrass hay

Items ¹	BW, kg			Sig. ²
	500	400	300	
DM intake, kg/day	6.5	5.1	4.0	---
DM dig., %	59.1 ^a	56.8 ^b	55.7 ^b	**
CP dig., %	42.4	40.6	39.8	NS
EE dig., %	33.4 ^b	42.0 ^a	42.7 ^a	**
ADF dig., %	49.1	49.1	48.2	NS
NDF dig., %	55.5 ^a	53.6 ^{ab}	52.2 ^b	*
Cellulose dig., %	56.5	56.3	54.6	NS
Hemicellulose dig., %	63.9 ^a	59.7 ^b	57.5 ^b	***
DE, Mcal/kg	2.40 ^a	2.32 ^{ab}	2.29 ^b	*
TDN, %	57.0 ^a	56.0 ^{ab}	55.0 ^b	*

¹ See Table 1.

² *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$. NS: non-significant, $P > 0.05$. ---: not analyzed.

表 4. 盤固乾草餵飼量對荷蘭肉公牛總消化道表面消化率的影響

Table 4. Effects of amount of pangolagrass hay offered to Holstein bulls on their total tract apparent digestibility (dig.)

Items ¹	400 kg BW ¹		Sig. ³	300 kg BW ¹		Sig. ³
	90% ²	100% ²		90% ²	100% ²	
DM intake, kg/day	4.8	5.4	---	3.7	4.3	---
DM dig., %	56.4	57.3	NS	55.6	55.8	NS
CP dig., %	39.1	42.1	NS	40.7	38.9	NS
EE dig., %	37.9	46.1	***	39.4	46.1	NS
ADF dig., %	48.6	49.5	NS	48.2	48.3	NS
NDF dig., %	52.9	54.3	NS	51.8	52.6	NS
Cellulose dig., %	56.3	56.3	NS	54.5	54.7	NS
Hemicellulose dig., %	58.5	60.9	NS	56.5	58.5	NS
DE, Mcal/kg	2.29	2.35	NS	2.27	2.31	NS
TDN %	55.5	56.5	NS	54.7	55.2	NS

¹ See Table 1 and 2.

² Pangolagrass hay offered at 90% or 100% of *ad lib* level.

³ ***: P < 0.001. NS: non-significant, P > 0.05. ---: not analyzed.

誌 謝

活體消化試驗工作十分繁重，有賴同仁王斌財先生、曾鳳梅小姐與許美智小姐的全力協助，在此致上十分的感謝。

參考文獻

李春芳、沈添富、陳茂墻。1984。利用不同方法評估農作副產物之營養價值。中畜會誌 13 (3, 4)：35 ~ 51。

李春芳、陳吉斌、蕭宗法。1999。盤固草與百慕達草對荷蘭種泌乳牛飼養價值比較。畜產研究 32(4)：353 ~ 364。

李春芳、蘇安國。1999。乳牛與肉牛平衡日糧手冊。行政院農委會畜產試驗所專輯第 66 號，臺南，臺灣，中華民國。

陳吉斌、李春芳、蕭宗法、陳茂墻。1993。苜蓿在本省泌乳牛日糧之應用研究。畜產研究 26(1)：67 ~ 76。

Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. A.O.A.C., Washington, DC. USA.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber (Analyses, Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC. USA.

Moore, J. E. 1994. Forage quality indices: Development and application. in: Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ed. Fahey, Jr. G. C., ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI. pp. 977 ~ 998.

National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Press,

Washington, DC. USA.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC. USA.

Reid, J. T., P. W. Moe and H. F. Tyrrell. 1966. Re-evaluation of nutrient allowances for high-producing cows: Energy and protein requirement of milk production. J. Dairy Sci. 49: 215 ~ 223.

SAS. 1988. SAS User's Guide: Statistics. Releases 6.03 ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.

Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104 ~ 111.

van Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583 ~ 3597.

Waldo, D. R. and N. A. Jorgensen. 1981. Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. J. Dairy Sci. 64: 1207 ~ 1229.

Total tract apparent digestibilities of commonly used forage and by-products⁽¹⁾

Churng-Faung Lee^{(2) (5)}, Tzong-Faa Shiao⁽³⁾, Chi-Pin Chen⁽⁴⁾ and Mao-Chiang Chen⁽⁴⁾

Received : June 7, 2004 ; Accepted : Aug. 27, 2004

Abstract

To establish the feeding values of commonly used forage and by-products for cattle, total feces collection trials were conducted using Holstein bulls to measure the total tract apparent digestibility of each feed. Eleven feeds included domestically-produced pangolagrass hay, green-cut napiergrass, corn silage, sun-cured peanut vine, dried distiller's sorghum grains, dried brewer's grains, imported timothy hay, bermudagrass hay, bermudagrass straw, alfalfa pellet and alfalfa hay. Results showed that dry matter intake of these 11 feeds ranged from 0.85% to 2.74% of bull's body weight (BW). When pangolagrass hay, timothy hay, bermudagrass hay and straw, and dried brewer's grains were offered as the sole diet, nutrient supply was not sufficient for maintenance requirement. Bulls lost their BW from 0.69 kg to 1.17 kg daily. However, bulls fed on napiergrass, corn silage, alfalfa pellet, alfalfa hay, sun-cured peanut vine and distiller's dried sorghum grains could achieve -0.06 kg to 0.69 kg BW gain per day. Total digestible nutrients of these 11 feeds were 58.5%, 59.9%, 64.9%, 57.3%, 72.1%, 66.9%, 58.2%, 61.5%, 56.0%, 57.8%, and 59.0%, respectively. It was concluded that domestically-produced grass forage could be a good source of long fiber for ruminants. Proper amount of legume forage was suggested to add to promote the nutrient density of forage part in the diet. By-products with high fiber and high digestibility were valuable feed sources and deserved more utilization. Effects of bull's BW and intake level on *in vivo* digestibilities were investigated. Total tract apparent digestibilities of pangolagrass hay were similar between bulls of 300 kg and 400 kg BW. Except for the ether extract, nutrient digestibilities measured from 90% or 100% *ad lib* intakes were very similar.

Key words: Forage, By-products, Total tract apparent digestibility.

(1) Contribution No. 1243 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Animal Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

(3) Animal Industry Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

(4) Retired from Hsinchu Branch, COA-LRI.

(5) Corresponding author, E-mail: cflee@mail.tlri.gov.tw