

狼尾草及盤固草之濾袋式試管乾物真消化率測定⁽¹⁾

陳嘉昇^{(2) (3)} 王紓愷⁽²⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：91 年 8 月 12 日；接受日期：91 年 11 月 11 日

摘 要

本研究以狼尾草及盤固草為材料，探討濾袋式試管乾物質真消化率（*In vitro* dry matter true digestibility, IVTD）測定之精確度及與纖維含量之相關，並評估以濾袋式 IVTD 處理大量樣品之能力及做為例行分析之適用性。參試材料涵蓋各種季節及成熟度變動之樣品，故纖維含量及消化率測值之變異大。以總平均而言，中、酸洗纖維含量及濾袋式 IVTD 在兩個草種間並無太大差異，但原位乾物質消失率（*in situ* dry matter disappearance）卻相差 17%，可能與動物的飼糧效應影響有關。本試驗適割期樣品的 IVTD 測值約在 65-75% 左右，比傳統二段式試管乾物質消化率測定約高出 15%。狼尾草原位乾物質消失率與濾袋式 IVTD 之相關係數達 0.9，但盤固草之相關性較低。狼尾草與盤固草原位乾物質消失率、濾袋式 IVTD 與酸洗纖維（ADF）、中洗纖維（NDF）間之相關均達極顯著水準。纖維含量與濾袋式 IVTD 之相關高於與原位乾物質消失率之相關，消化率與 ADF 之相關高於與 NDF 之相關，狼尾草內之相關又高於盤固草。以 ADF 來預估濾袋式 IVTD，兩草種之迴歸式極為接近，在相同的 ADF 含量之下，狼尾草的濾袋式 IVTD 估值約比盤固草高 2%。本研究另將盤固草樣品置於瘤胃緩衝液內進行 48 小時及 96 小時的培養，兩者之相關係數高達 0.98，顯示濾袋式 IVTD 測定之再現性高。濾袋式 IVTD 是一個操作方便且速度較快的方法，可考慮應用於牧草育種選拔及例行的品質檢測。

關鍵詞：原位乾物質消失率、試管消化率、牧草品質。

緒 言

牧草的品質因物種、成熟度及環境而異（Nelson and Moser, 1994；Buxton and Fales, 1994），牧草的研究幾乎是環繞著品質問題進行。消化率是品質的要項之一，消化率的評估是一個重要且廣泛討論的課題。雖然動物的表現是最好的指標，但活體消化率之測定耗時、成本高且需用大量樣品，應用於牧草育種等須進行多量樣品的直接評估有其困難，難以成為例行分析。因此牧草的消化率常借助其他方式加以評估，如：迴歸或預估方程式（纖維成分與消化率的關係）、加總法（各成分可消化部分能量的總合）、試管消化率測定等。Marten *et al.* (1975) 以酸洗纖維（ADF）、中洗纖維（NDF）、酸洗木質素（ADL）、及 ADL/ADF 等化學分析值作為評估玉米及高粱青貯料消化率之指標，結果顯

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1146 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者。

示以 ADF 的預測效果最好；Rohweder *et al.* (1978) 曾以 ADF、NDF 含量進行美國地區乾草之相對飼養價值評估與分級。ADF 仍是目前美國牧草分析最常用的測值，國內亦以 ADF、NDF 為牧草品質的例行性分析（成等，1995；陳等，2000a）。但是以 ADF 預測消化率的迴歸係數受樣品族群影響，且其相關係數僅約 0.8 或更小（Weiss, 1994）；而加總法雖不受物種或樣品族群影響，但化學測定的項目更多，成本高且耗時。試管消化率是直接模擬胃分解的方法，此法假定影響牧草消化率的主要因子是分解的速度及在胃中停留的時間。Tilley and Terry (1963) 提出之二段式測定法被普遍採用，此法不僅考慮瘤胃消化也模擬真胃的消化，在許多的牧草及副產物試驗中被認為可以準確的估計活體消化率（De Boever *et al.* 1988；李等，1984），然而亦有一些研究指出此一方法雖對乾草消化率的估測準確，但對草桿及青貯草等的準確度稍差（Givens, *et al.*, 1995；Adesogan *et al.*, 2001）。Van Soest *et al.* (1966) 所提出的試管真消化率（*In vitro* true digestibility）的測定也廣泛被採用，此法是以中性洗劑消化迴流取代二段法中胃蛋白酶的分解，留下未分解的細胞壁，以更接近包含瘤胃後（post ruminal）的消化率。除此之外，為了簡化操作程序，或以洗劑、酵素取代瘤胃液等，有多種的修飾方法被提出探討，但其與消化率之迴歸關係依狀況而異，難以通用（Adesogan, 2001）。不管如何，上述方法均必須將一個個樣品在個別的容器內培養、離心或過濾，操作過程繁瑣而費工。濾袋式（filter bag）試管消化率是近年來發展出的改良方法，操作時將各別樣品分別置於密封的小濾袋中，再將樣品同時放置於含瘤胃緩衝液之培養瓶內培養，以簡化傳統試管消化率測定之程序。目前已有數位學者發表了濾袋法與傳統方法的比較。Traxler *et al.* (1995) 表示，以四種牧草比較濾袋式與傳統式（Van Soest *et al.*, 1966）之乾物質真消化率測定，兩者之結果相當。Vogel *et al.* (1999) 以 23 個樣品試驗結果指出，濾袋法測定之結果與傳統法一致，且具有節省時間、易於操作之優點；Julier *et al.* (1999) 以濾袋法進行細胞壁消化率的三種不同估測；Wilman and Adesogan (2000) 同時進行試管表面消化率（*In vitro* apparent digestibility）及試管真消化率（*In vitro* true digestibility）之傳統法與濾袋法之比較，濾袋法對傳統法迴歸之精確度以試管真消化率高於試管表面消化率，其結論指出對大批樣品的測定而言，若強調的是節省勞力而不是最準確的結果，濾袋法比傳統試管法更可接受的方法。

盤固草與狼尾草是國內最大宗牧草，與盤固草品質有關之化學成分變動已有系列報告，狼尾草之相關試驗亦陸續進行之中（陳等，1999；陳等，2000a；陳等，2000b；王等，2000；王等，2002）。國產牧草之育種及栽培研究或產品品質檢測等，需要能對大批樣品進行消化率快速評估的工具，濾袋式消化率測定在盤固草與狼尾草的應用值得嘗試。本研究利用 ANKOM DAISY II（ANKOM Technology）裝置，以 Van Soest *et al.* (1966) 方法測定盤固草與狼尾草之試管消化率，探討其精確度及與化學成分之關係等，並評估本法處理大量樣品之能力及做為例行分析之適用性。

材料與方法

I. 材料：本試驗材料含狼尾草兩個品種(系)及盤固草A254。狼尾草材料取自週年刈割期試驗，品系有台畜草二號及No. 7728，割期處理分別為 35-40、50-55、65-70 及 80-85 天等四種。小區面積 $3\text{ m} \times 4\text{ m} = 12\text{ m}^2$ ，RCBD設計，四區集。以台肥二號（N：P₂O₅：K₂O = 11：9：18；400 kg/ha）為基肥，每次收割後，四種處理各施以台肥一號（N：P₂O₅：K₂O = 20：15：10）200、300、400 及 500 kg/ha。收穫取樣時將莖葉分開，分別烘乾（80℃，48 hr）磨粉（通過 1 mm網目）備用，本研究以其中 118 個樣品進行試驗，涵蓋兩品系、不同成熟度的莖或葉。盤固草A254 樣品亦來自週年性割期試驗材料，刈割間隔分別為 29-35、44-47、49-56、64-67 天。小區面積 $4\text{ m} \times 5\text{ m} =$

20 m²，RCBD設計，四區集。以台肥二號為基肥，每次收割後，四種處理各施以台肥一號 350、450、500 及 650 kg/ha。收穫時逢機取樣，樣品烘乾磨粉方法同上。本研究以其中兩個田間區集的 76 個樣品進行試驗。

- II. 濾袋式試管乾物真消化率（以下簡稱濾袋式IVTD）測定：本試驗以ANKOM F57 濾袋及DAISY II 200 乾物消化器（ANKOM Technology）進行（Anonymous, 1995）。方法如下：秤取樣品 0.25 g，裝入濾袋並密封，再將濾袋置於含瘤胃緩衝液之培養瓶中。每一培養瓶之瘤胃緩衝液含緩衝液 1600 ml（1.67% KH₂PO₄, 0.083% MgSO₄·7H₂O, 0.083% NaCl, 0.017% CaCl₂·2H₂O, 0.083% urea, 12.5% Na₂CO₃, 0.83% Na₂S·9H₂O）及 400 ml牛瘤胃液，取瘤胃液及瘤胃液製備時均須充入CO₂。每一培養瓶放置 25 個濾袋（其中含一個空白袋及兩個校正用之標準樣品），充入CO₂，將培養瓶置入DAISY II乾物消化器內，於 39.5°C 下轉動培養 48 小時。消化器內可同時放置四個培養瓶。培養完成後將濾袋取出清洗，然後於ANKOM Fiber Analyzer中以中洗溶液煮沸 1 小時，清洗後以 80°C，48 小時烘乾秤重，由樣品重差值計算其乾物質真消化率。每一樣品重複二次。瘤胃液取自二頭裝有瘤胃廔管的荷蘭閩公牛，平均年齡約三歲，每日以兩公斤精料及青貯狼尾草任食餵飼。
- III. 原位乾物質消失率測定：試驗以上述二頭瘤胃廔管試驗牛進行，牛隻之飼養，以每日兩公斤精料及青貯狼尾草任食餵飼。每一樣品秤取約 3 g 重封入尼龍袋（尼龍袋長 15 cm 寬 8 cm，孔隙 50-70 μm），將尼龍袋裝入網袋中綁好，於 35°C 溫水中浸泡 10 分鐘後放入瘤胃中，再將網袋以長繩扣在廔管蓋上。培養 48 小時後收回網袋，以洗衣機清洗，再以流水沖洗至尼龍袋外側無殘餘物後，以 80°C、48 小時烘乾秤重，計算乾物質消失率，每一樣品重複二次。
- IV. 纖維分析：酸洗纖維、中洗纖維依照 Van Soest (1967) 之方法測定，每一樣品重複二次。

結 果

參試材料涵蓋各種季節及成熟度（割期長短）之樣品，纖維含量及消化率測值之變異大。樣品的纖維含量、濾袋式 IVTD 與原位乾物質消失率的平均值及標準偏差列於表 1。纖維含量之平均值方面，狼尾草樣品酸洗纖維 39.9%，中洗纖維 67.6%；盤固草樣品酸洗纖維 38.2%，中洗纖維 69.2%，平均值略低於一般牧草產品，是因為參試樣品中生長期短的樣品數較多之故。以個別樣品而言，纖維含量之變異範圍相當大，狼尾草酸洗纖維含量之變域介於 27-54%之間，中洗纖維介於 51-80%之間；盤固草 A254 酸洗纖維介於 29-54%，中洗纖維介於 44-84%之間，涵蓋各種纖維含量之樣品，適合本研究目的之用。乾物消化率測定結果，狼尾草原位乾物質消失率介於 51-89%之間，平均值為 72.3%，濾袋式 IVTD 介於 52-94%之間，平均值為 75.7%。盤固草原位乾物質消失率介於 37-75%之間，平均值為 55.2%，濾袋式 IVTD 介於 57-89%之間，平均值為 74.1%。隨著刈割日數的增加，三個牧草品系之中、酸洗纖維含量逐漸提高，原位乾物質消失率及濾袋式 IVTD 逐漸下降。

值得注意的是，以總平均而言，中、酸洗纖維含量及濾袋式 IVTD 在兩個草種間並無太大差異，但原位乾物質消失率卻相差 17%。狼尾草原位乾物質消失率僅略低於濾袋式 IVTD（相差 3.4%），盤固草原位乾物質消失與濾袋式 IVTD 之差別卻高達 18.9%。

由兩重複測定樣品間關係之散佈圖（圖 1 及圖 2），可看出濾袋式 IVTD 測定之精確度高。濾袋式 IVTD 重複測定之誤差小，散佈圖幾成直線排列，僅有極少數樣品重複間之差異超過 5%（狼尾草為 1/118，盤固草為 3/76）；原位乾物質消失率重複測定之差異較大，重複間誤差超過 5%之比例頗高，狼尾草及盤固草分別為 28/105 及 30/76。其中盤固草樣品測定之精確度尤差，散佈圖呈團狀（圖 2），本研究中曾重複進行多次，但精確度並無改善。

狼尾草原位乾物質消失率與濾袋式 IVTD 迴歸之決定係數為 0.80（圖 3），以樣品個數 106 之多，

其相關性頗高。但盤固草之結果不同於狼尾草，不僅平均值差距大，原位乾物消失率對濾袋式 IVTD 迴歸之決定係數僅 0.57，其相關雖達極顯著水準，但兩指標間之不一致性仍高（圖 4），兩草種結果之差異值得探討。

ADF、NDF 含量常做為消化率之估測，本試驗結果盤固草、狼尾草之原位乾物質消失率、濾袋式 IVTD 與 ADF、NDF 間相關均達極顯著水準（ $P < 0.01$ ），但相關高低程度有別（表 2）。纖維含量與濾袋式 IVTD 之相關高於與原位乾物質消失率之相關，消化率與 ADF 之相關高於與 NDF 之相關，狼尾草內之相關又高於盤固草。以 ADF 來預估濾袋式 IVTD，兩草種之迴歸式極為接近，分別為：

$$\text{IVTD}\% = 127 - 1.35\text{ADF}\% \text{ (盤固草)}$$

$$\text{IVTD}\% = 129 - 1.34\text{ADF}\% \text{ (狼尾草)}$$

表示在相同的 ADF 含量之下，狼尾草的 IVTD 約比盤固草高 2%。ADF 與原位乾物質消失率之關係在兩草種間則有相當大的差異，可能與原位乾物質消失率測定易因瘤胃液來源動物的飼糧種類或瘤胃環境不同而影響測定結果有關。

研究另將盤固草樣品於消化器內進行 48 小時及 96 小時的培養，兩者之相關係數高達 0.98（圖 5），亦顯示濾袋式 IVTD 測定的再現性極高。

討 論

本試驗旨在探討近年發展出的濾袋式試管乾物質消化率測定在盤固草與狼尾草之應用，以應大批樣品評估或例行分析之需。據 Wilman and Adesogan (2000) 之結果，濾袋法對傳統法迴歸之精確度以 IVTD 高於試管表面消化率（Tilley and Terry, 1963），且 IVTD 測定比試管表面消化率測定節省兩天的時間，因此本試驗以濾袋式 IVTD 測定為探討對象。除有關動物營養之研究外，國產牧草品質之評估向來以 ADF、NDF 為主，少數有試管消化率的測定則都採用 Tilley and Terry (1963) 之二段法，並無 IVTD 之資料。歷來適割期國產牧草之二段式試管乾物質消化率分析值約在 50-60% 左右（李等，1991；卜等，1993），本試驗適割期樣品之濾袋式 IVTD 測值約在 65-75% 左右，其間約有 15% 之差值。

據 Van Soest *et al.* (1966) 以 12 種禾本科牧草及 8 種豆科牧草之研究結果，IVTD 之測值約為試管表面消化率之測值乘以 0.92 加 162 g/kg。其他試驗亦顯示試管表面消化率與 IVTD 間約有 10-15% 差值（Wilman and Adesogan, 2000）。此外，據 Vogel *et al.* (1999) 表示，濾袋法還是比傳統試管法有約 3% 的高估。高估的原因為濾袋法完全浸泡於溶液中且不停轉動，可能滲出部分的微生物及微細顆粒，降低剩餘物重量，提高消化率測值（Adesogan, 2001）。因此，本試驗之測值應屬合理範圍，只是在對測值的認知上必須與過去習用的二段式試管乾物質消化率的測值有所區別。

Rohweder *et al.* (1978) 曾歸納出盤固草 ADF 與乾物質表面消化率間的關係式如下：

$\text{DDM (In vivo)} = 44 + 2.01\text{ADF} - 0.0491\text{ADF}^2$ ，與本試驗導出之關係式相較，在 ADF 為 35-45% 之範圍內（兩草種產品之 ADF 極少在此範圍之外），二種消化率之差值介於 14.5-15.5%，亦即兩者間有約 15% 等距的差值。實際上，絕對數值的「正確度」是難以證實的，尤其是所謂的「真消化率」，然由以上討論，濾袋式 IVTD 的測值，如同其他傳統方法的測定，用於樣品間的相對比較應是可行的。

育種是提昇熱帶牧草消化率的重要手段。牧草育種家一直在尋求準確且快速的評估方法，以進行有效率的選拔，由於傳統試管消化率測定操作上仍嫌繁瑣，除應用於最後品系的消化率評估外，極少用於大規模的品系篩選，僅有少數育種計畫直接進行消化率的選拔（Vogel *et al.*, 1984; Corrs *et al.*, 1986; Burton and Monson, 1988; Vogel and Sleper, 1994）。本研究所探討之濾袋法操作簡易，一台

乾物消化器可同時進行約一百個樣品的分析，經過瘤胃緩衝液 48 小時的分解後，IVTD 測定以中性洗劑取代胃蛋白酶的分解，又較二段式 IVDMD 測定節省兩天的時間，從操作人力、方便性與時間的考量，濾袋式 IVTD 測定已達到育種上所謂「選拔工具」的要求。利用濾袋法，可將 IVTD 納入品系早期篩選，提高育種效率，使消化率的早期選拔成為可行。此外，國外已有牧草品質化驗室將濾袋式 IVTD 列為收費服務的分析項目，而國內對濾袋法的應用尚在起步階段，應可逐步被應用於牧草消化率的評估。

表 1. 狼尾草、盤固草不同割期處理組樣品之原位乾物質消失率、濾袋式試管乾物真消化率(IVTD)、酸洗纖維(ADF)及中洗纖維(NDF)含量之平均值與標準差

Table 1. Means and standard deviations of *in situ* dry matter disappearance, *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, filter bag), acid-detergent fiber (ADF), and neutral-detergent fiber (NDF) for napiergrass and pangolagrass sample sets from different cutting intervals

Forage	Cutting interval	No. of harvest	<i>In situ</i> dry matter disappearance	IVTD	ADF	NDF
	days		Mean \pm SD (%)			
Napiergrass TLG2	35-40	30	77.0 \pm 6.8	81.7 \pm 6.5	36.7 \pm 4.8	62.8 \pm 5.5
	50-55	17	73.2 \pm 5.7	76.1 \pm 6.0	40.7 \pm 4.2	66.7 \pm 6.2
	67-70	14	70.2 \pm 9.1	73.2 \pm 7.4	41.6 \pm 5.9	68.4 \pm 3.5
	80-85	17	64.0 \pm 9.6	69.6 \pm 9.3	43.4 \pm 6.9	70.4 \pm 3.5
No.7728	35-40	15	80.7 \pm 5.4	80.9 \pm 6.4	36.9 \pm 4.1	65.9 \pm 5.7
	50-55	6	75.4 \pm 5.0	80.1 \pm 2.8	39.0 \pm 3.8	67.7 \pm 3.7
	67-70	10	65.9 \pm 7.3	67.9 \pm 4.8	41.6 \pm 3.2	72.7 \pm 2.4
	80-85	9	66.9 \pm 7.9	68.0 \pm 7.8	44.5 \pm 4.4	75.5 \pm 4.2
Mean		118	72.3 \pm 8.8	75.7 \pm 8.6	39.9 \pm 5.6	67.6 \pm 6.1
Pangolagrass A254	29-35	26	57.3 \pm 7.8	75.7 \pm 5.1	37.8 \pm 2.6	67.2 \pm 5.9
	44-47	20	56.6 \pm 8.2	75.1 \pm 6.4	37.2 \pm 4.3	68.9 \pm 4.4
	49-56	16	53.2 \pm 9.9	73.3 \pm 7.6	38.1 \pm 2.8	69.9 \pm 5.6
	64-67	14	51.8 \pm 9.4	70.7 \pm 8.9	40.6 \pm 3.1	72.3 \pm 7.8
Mean		76	55.2 \pm 8.9	74.1 \pm 6.9	38.2 \pm 4.0	69.2 \pm 6.7

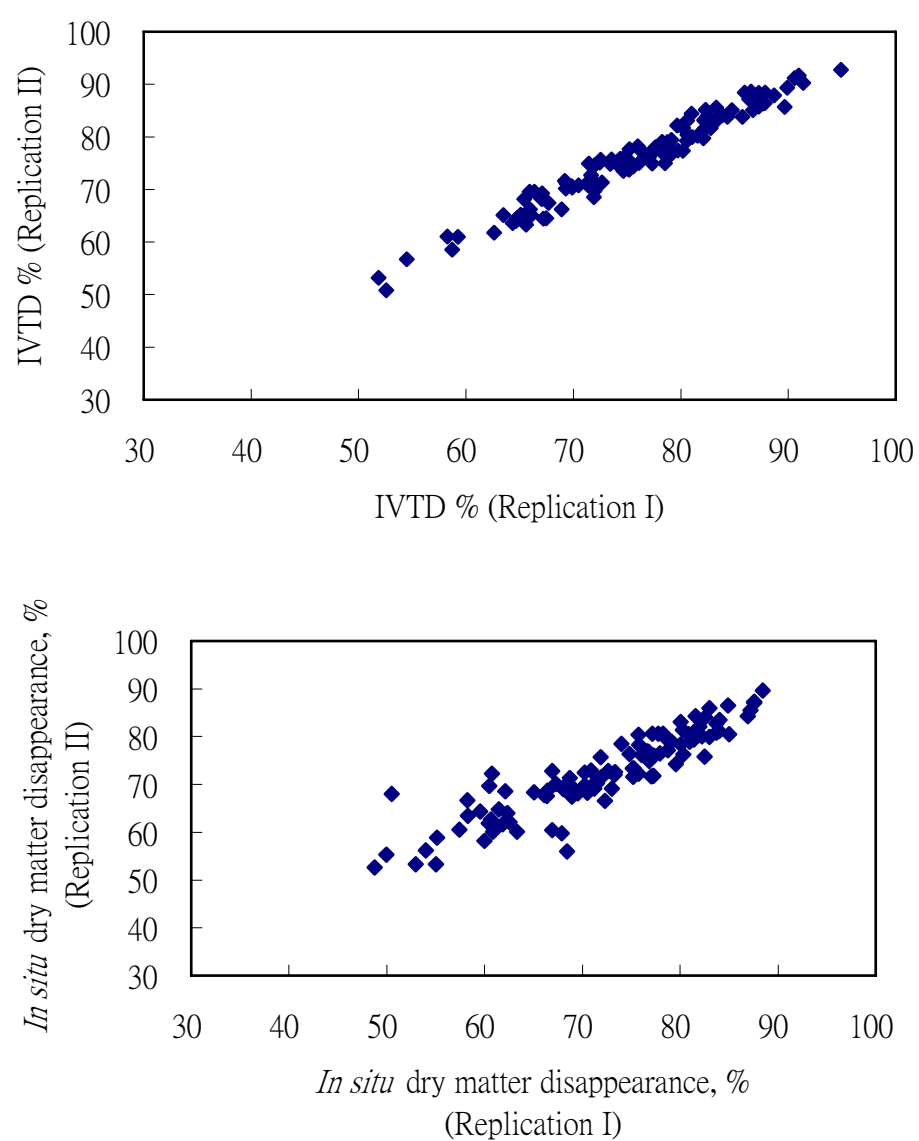


圖 1. 狼尾草重複測定樣品間關係之散佈圖。上圖為濾袋式試管乾物真消化率，下圖為原位乾物質消失率。

Fig. 1. The scatter plots of measurements between two replications for *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, above) and for *in situ* dry matter disappearance (below) in napiergrass.

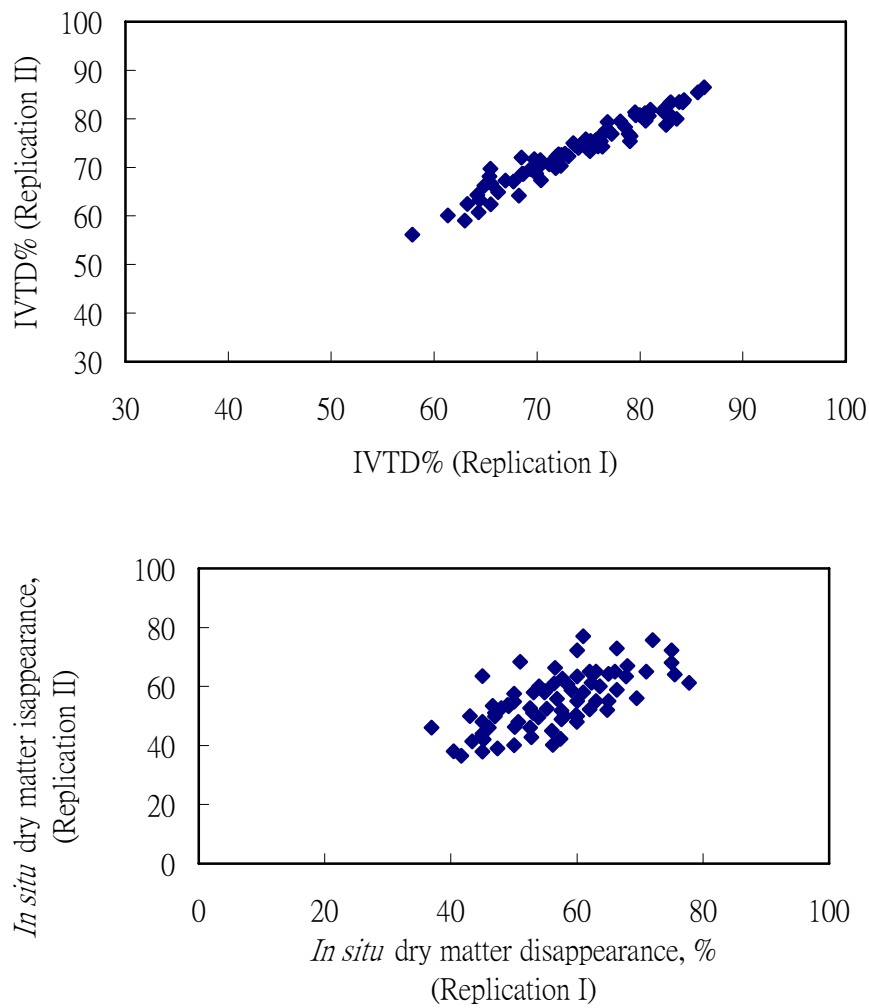


圖 2. 盤固草兩重複測定樣品間關係之散佈圖。上圖為濾袋式試管乾物真消化率，下圖為原位乾物質消失率。

Fig. 2. The scatter plots of measurements between two replications for *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, above) and for *in situ* dry matter disappearance (below) in pangolagrass.

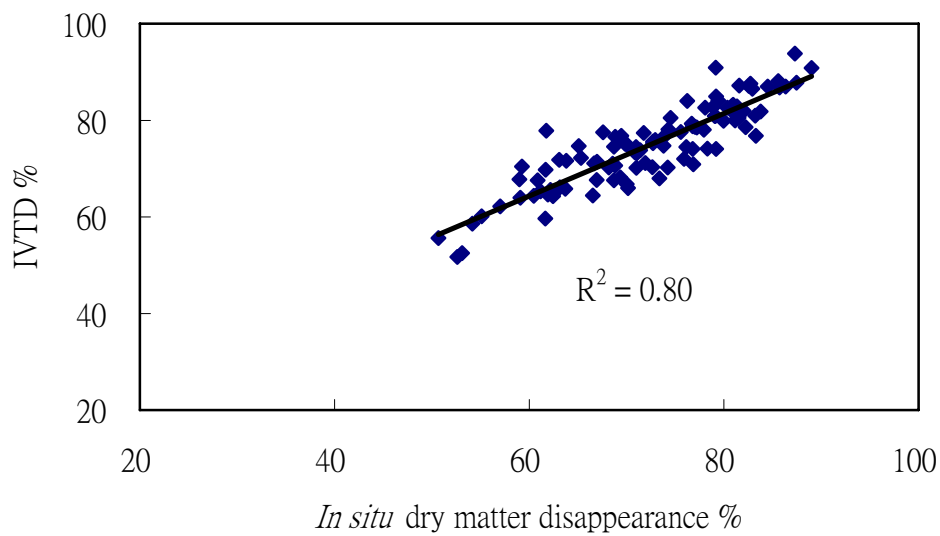


圖 3. 狼尾草原位乾物質消失率對濾袋式試管乾物真消化率測值之迴歸。

Fig. 3. Regression of *in situ* dry matter disappearance on *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, filter bag) in napiergrass.

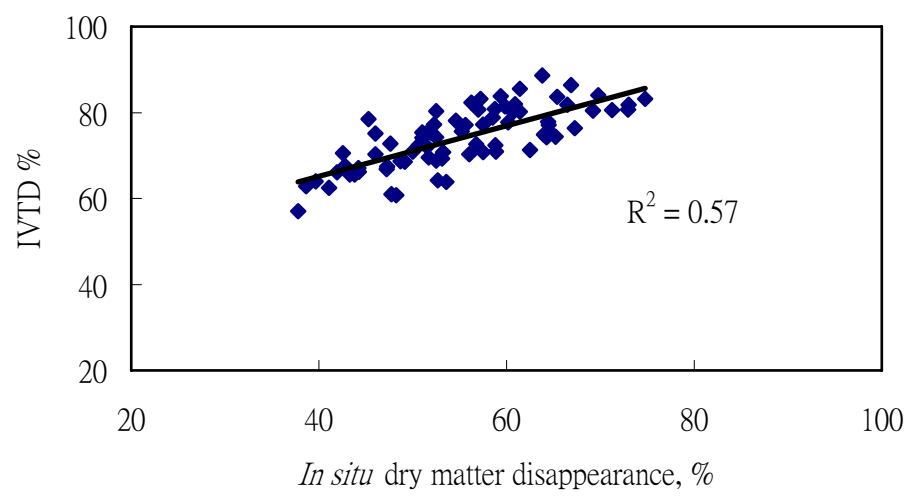


圖 4. 盤固草原位乾物質消失率對濾袋式試管乾物真消化率測值之迴歸。

Fig. 4. Regression of *in situ* dry matter disappearance on *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, filter bag) in pangolagrass.

表 2. 狼尾草、盤固草原位乾物質消失率、濾袋式試管乾物真消化率(IVTD)與酸洗纖維中洗纖維之相關係數

Table 2. Coefficients of correlation of *in situ* dry matter disappearance and *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD, filter bag) to acid-detergent fiber (ADF) and neutral-detergent fiber (NDF) in napiergrass and pangolagrass

	Napiergrass		Pangolagrass	
	<i>In situ</i> dry matter disappearance	IVTD	<i>In situ</i> dry matter disappearance	IVTD
ADF	-0.84** (106)	-0.87** (118)	-0.62** (76)	-0.72** (76)
NDF	-0.65** (106)	-0.72** (118)	-0.51** (76)	-0.57** (76)

** : Significant at 1% level.

() Sample size in parenthesis.

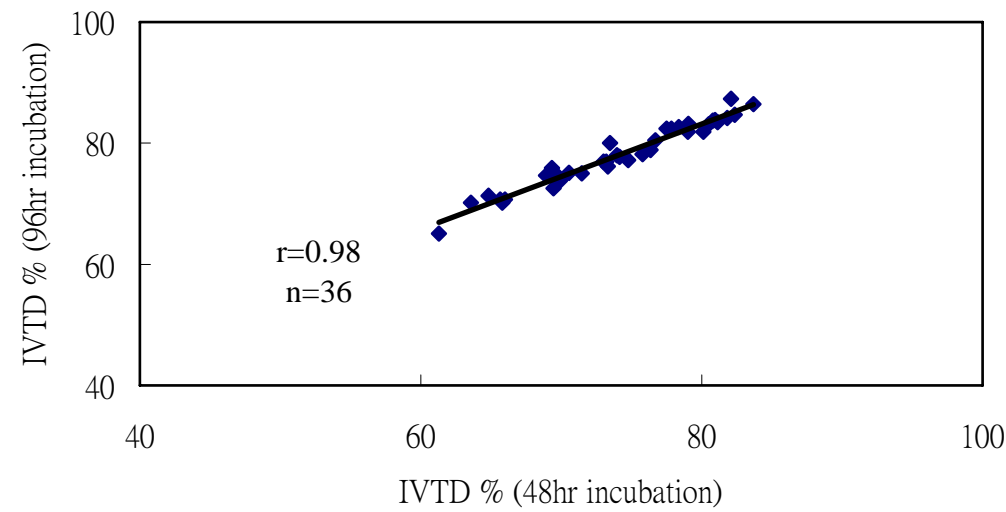


圖 5. 盤固草樣品分別於瘤胃液中培養 48 小時及作用 96 小時後，所測得之濾袋式試管乾物真消化率間關係。

Fig. 5. Relationship between *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD) of pangolagrass obtained from two kinds of incubation periods—48 hr and 96 hr.

參考文獻

- 卜瑞雄、施意敏、陳吉斌、陳茂墻。1993。不同割期對盤固草產量、化學成分與營養價值之影響。畜產研究 24：59~65。
- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。2002。熱帶牧草水溶性碳水化合物日變化之研究。畜產研究 35：69~75。
- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。2000。狼尾草品系水溶性碳水化合物含量與青貯品質的關係。畜產研究 33：352~361。
- 成游貴、陳嘉昇、吳建福。1995。矮性狼尾草產量與品質改良。畜產研究 28：285~294。
- 李春芳、沈添富、陳茂墻。1984。利用不同方法評估農副產物之營養價值。中畜會誌 13:35~51。
- 李春芳、卜瑞雄、施意敏、陳茂墻。1991。盤固草 A254 (*Digitaria decumbens*, A254)不同生長期之營養價值。畜產研究 24：59~65。
- 陳嘉昇、黃耀興、王紓愍、成游貴。1999。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質與氣象因子的關係。畜產研究 32：255~265。
- 陳嘉昇、顏素芬、王紓愍、成游貴。2000a。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質含量的預測。畜產研究 33：25~36。
- 陳嘉昇、王紓愍、顏素芬、成游貴。2000b。盤固草品系水溶性碳水化合物與植體緩衝能力變異性的探討。畜產研究 33：252~262。
- Adesogan, A. T. 2001. Where are feeds worth?: A critical evaluation of selected nutritive value methods. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, pp. 33~47.
- Anonymous. 1995. *In vitro* true digestibility using ANKOM's DAISY II. Ankom Technology Corporation, Fairport, NY.
- Burton, G. W. and W. G. Monson, 1988. Registration of 'Tifton 78' bermudagrass. Crop Sci. 28:187~188.
- Buxton, D. R. and S. L. Fales. 1994. Plant environment and quality. In Forage quality, evaluation, and utilization. pp.155~199. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, USA.
- Coors, J. G., C. C. Lowe and R. P. Murphy. 1986. Selection for improved nutritional quality of alfalfa forage. Crop Sci. 26:843~848.
- De Boever, J. L., B. G. Cottyn, J. I. Andries, F. X. Buysse and J. M. Vanacker. 1988. The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages. Anim. Feed Sci. Technol. 19:247~260.
- Givens, D. I., B. G. Cottyn, P. J. S. Dewey and A. Steg. 1995. A comparison of the neutral detergent-cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility *in vivo* of maize silages from the three European countries. Anim. Feed Sci. Technol. 54:55~64.
- Julier, B., M. Lila, V. Furstoss, V. Travers and C. Huyghe. 1999. Measurement of cell-wall digestibility in *Lucerne* using the filter bag technique. Anim. Feed Sci. Technol. 79:239~245.
- Marten, G. C., R. D. Goodrich, A. R. Schmid, J. C. Meiske, R. M. Jordan and J. G. Linn. 1975. Evaluation of laboratory methods for determining quality of corn and sorghum silage: II. Chemical methods for predicting *in vivo* digestibility. Agro. J. 67: 247~251.
- Nelson, C. J. and L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. In Forage quality, evaluation, and utilization. pp. 115~154. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, USA.
- Rohweder, D. A., R. F. Barnes and N. Jorgensen. 1978. Proposed hay grading standards based on

- laboratory analyses for evaluating quality. J. Animal Sci. 47 : 747~759.
- 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. 19:363~372.
- Traxler, M. J., J. B. Robertson, P. J. Van Soest, D. G. Fox and A. N. Pell. 1995. A comparison of methods for determining IVDMD at three time periods using the filter bag technique versus conventional methods. J. Dairy Sci. 78 (Suppl.1): 274.
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. Anim. Sci. 26:119~128.
- Van Soest, P. J., R. H. Wine and L. A. Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. In proceedings of the Xth International Grassland Congress, Helsinki. Finnish Grassland Association, Helsinki, pp. 438~441.
- Vogel, K. P., J. F. Pedersen, S. D. Masterson and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. Crop Sci. 39 : 276~279.
- Vogel, K. P., R. Britton, H. J. Gorz and F. A. Haskins. 1984. *In vitro* and *in vivo* analyses of hays of switchgrass strains selected for high and low *in vitro* dry matter digestibility. Crop Sci. 24:977~980.
- Vogel, K. P. and D. A. Sleper. 1994. Alternation of plants via genetics and plant breeding. In forage quality, evaluation, and utilization. pp.891~921. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, USA.
- Weiss, W.P. 1994. Estimation of digestibility of forage by laboratory methods. In Forage quality, evaluation, and utilization. pp. 644~681. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, USA.
- Wilman, D. and A. Adesogan. 2000. A comparison of filter bag methods with conventional tube methods of determining the *in vitro* digestibility of forages. Anim. Feed Sci. Technol. 84 : 33~47.

Measurement of *in vitro* dry matter true digestibility by filter bag method in Napiergrass and Pangolagrass⁽¹⁾

Chia-Sheng Chen^{(2) (3)}, Shu-Min Wang⁽²⁾ and Yu-Kuei Cheng⁽²⁾

Received : Aug. 12, 2002 ; Accepted : Nov. 11, 2002

Abstract

Napiergrass and pangolagrass were used as material in measurement of *in vitro* dry matter true digestibility (IVTD) by filter bag method to investigate the precision, reproducibility, and their relevance to fiber contents. *In situ* dry matter disappearance was measured at the same time to compare the appropriateness for routine use and their ability to handle large samples. Samples in this study were harvested from field trials of different seasons and maturities, so that a wide range of fiber contents and measurements of digestibility was obtained. There were little differences in average of ADF, NDF and IVTD between the two grasses, but the difference of *in situ* disappearance was up to 17%. The dietary effect might be one of the reasons to make the difference. The estimates of IVTD of samples with optimal maturity were about 65--75% in this test. They were approximate 15% higher than the conventional two-stage measurement of *in vitro* dry matter digestibility. In napiergrass, the correlation coefficient between *in situ* dry matter disappearance and IVTD was up to 0.9. But it was lower in pangolagrass. *In situ* dry matter disappearance and IVTD significantly correlated with ADF and NDF in both grass. The correlation coefficients between IVTD and fiber were higher than that between *in situ* dry matter disappearance and fiber. ADF had higher correlation to digestibility than NDF. The correlation coefficients in napiergrass were higher than those in pangolagrass. The regression equations of ADF on IVTD were quite similar for both grasses. At the same ADF content, napiergrass was predicted to have 2% higher IVTD than pangolagrass. We also estimated IVTD from samples incubated in rumen buffer for both 48 hr and 96 hr. The correlation coefficient between the different incubation time was up to 0.98. It also indicated the high reproducibility of IVTD measurement. The IVTD measurement of filter bag method represents a faster, more convenient way to determine the *in vitro* digestibility of forage and may be used in breeding program and general analysis of forage quality.

Key words : *In situ* dry matter disappearance, *In vitro* digestibility, Forage quality.

(1) Contribution No. 1146 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingung 946, Taiwan, R.O.C.

(3) Corresponding author.