

14 種熱帶型草坪草的生長調查及其對 除草劑的反應

徐玲明、蔣慕琰

農業藥物毒物試驗所 公害防治系

摘 要

調查地毯草(*Axonopus compressus* P. Beauv.)、類地毯草(*Axonopus affinis* Chase)、竹節草(*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.)、百慕達草(*Cynodon* sp.) 四個品系(common, Tifdwarf, Tif419, U3)、假儉草(*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.)、兩耳草(*Paspalum conjugatum* Berg.)、雙穗雀稗(*Paspalum distichum* L.)、百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、聖奧古斯丁草(*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze.)、高麗芝(*Zoysia tenuifolia* Willd.)、結縷草(*Zoysia japonica* Steud.)等 14 種熱帶型草坪草之外觀形態，開花季節，生長速率及其對土壤施用、葉面施用除草劑的反應。葉片細小節間密的草種為百慕達草 Tifdwarf、Tif419 和高麗芝，各草種冬季的生長速率比夏季時皆降低 1.5-4 倍，走莖伸長的速度亦慢了 2-9 倍，地上部莖葉夏季生長最快的是普通百慕達草、假儉草和兩耳草，冬季則為百喜草，走莖伸長冬夏季皆以雙穗雀稗最快，其次為普通百慕達草。測試的 15 種土壤施用除草劑對類地毯草、普通百慕達草、百慕達草 U3、兩耳草及雙穗雀稗無藥害的情形；其他草種產生的藥害徵狀是葉片黃化，葉片的傷害於 2~3 週即可恢復。葉面施用除草劑中固殺草、嘉磷塞及禾草類藥劑可造成無法恢復的傷害，2,4-D、氟氣比、本達隆對所有熱帶型草葉片只有輕微傷害，容易恢復；亞速爛、甲基砷酸鈉、百速隆、伏速隆、image、快克草對狗牙根屬的百慕達草及結縷草屬的高麗芝、結縷草沒有葉片外觀的傷害。

關鍵詞：熱帶型草、草坪、生長速率、除草劑

Survey of growth rate and influence of herbicides on warm season turfgrasses

Ling-Ming Hsu, and Mou-Yen Chiang

Department of Plant Toxicology

*Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research
Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, R. O. C.*

Abstract

Survey of crop growth rate (CGR) and morphological characteristics on warm season turfgrasses, including *Axonopus compressus*, *Axonopus affinis* · *Chrytopogon aciculatus*, bermudagrass cultivars common, Tifdwarf, Tif419, and U3, *Eremochloa opiuroides*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum distichum*, *Paspalum notatum*, *Stenotaphrum secundatum*, *Zoysia tenuifolia* and *Zoysia japonica*. Data showed bermudagrass cultivars Tifdwarf · Tif419 and *Zoysia tenuifolia* have small size leaves and dense tillers. Crop growth rate at winter was reduced 1.5-4 times than summer, the rate of stolon growth was also reduced 2-9 times. At the summer, crop growth rate was greatest in *Cynodon dactylon* cultivars common, *Eremochloa opiuroides* and *Paspalum conjugatum*; but at winter the greatest was *Paspalum notatum*. Stolon growth of *Paspalum distichum* was higher than any other tested grasses at both seasons. Warm season turfgrass was treated with 15 preemergence and 18 postemergence herbicides in separate test to assess their phytotoxicity. *Axonopus affinis*, *Cynodon dactylon* cultivars common, U3, *Paspalum conjugatum*, and *P. distichum* was not injured by treatments with all 15 preemergence herbicides. These herbicides caused light foliage injury of other turfgrasses, but they were recovered after 2-3 weeks. Severe foliage injury occurred with treatment of glufosinate, glyphosate or other graminicides; Slight injury occurred with application of 2,4-D, fluroxypyr and bentazon; No injury was observed on bermudagrass cultivars common, Tifdwarf, Tif419, and U3, *Zoysia tenuifolia* and *Zoysia japonica* with asulum, MSMA, pyrazosulfron, flazasulfuron, image, and quinclorac.

Key words : warm season turfgrass · crop growth rate · herbicide

前 言

隨著草坪的用途日益擴大，被利用的種類及品種也逐漸增加，草坪大多屬於葉型細密、匍匐或叢生、再生力強的禾本科草類，具有觀賞、運動、休閒、水土保持、淨化空氣等功能，因而被廣泛用於庭園、公園、學校、運動場、高爾夫球場等地區。依氣候條件與草種的地域分布，可分為溫帶型草及熱帶型草，溫帶型草的生長適溫為 15~25°C，分布於溫帶，台灣地區秋冬時期可正常生長，夏季因炎熱與持續的高溫，無法適應而死亡；熱帶型草的生長適溫為 25~35°C，分布於熱帶及亞熱帶^(2, 33)。熱帶型草以種子、草莖撒植或草塊移植等方式種植，適合於本省的熱帶氣候生長，於夏季時生長良好，冬季時呈現生長遲緩或葉片枯黃，翌年春天時即可恢復正常生長。本省冬季低溫並不長，比較適合種植熱帶型草種，所利用的熱帶型草種多屬 C4 型植物，其水分利用效率、光合作用率及生長速率皆較溫帶型草高⁽⁶⁾。國內外的研究報告顯示出不同的草種表現出不同程度之環境適應性，包含了耐蔭、耐旱、耐濕、耐寒、耐熱等^(2, 3, 5, 12, 33)，除了環境因子對生長的影響之外，草種的生長速率、與雜草的競爭力，直接影響草坪建植的速度及日後管理上的難易程度，本試驗選用常見的熱帶型草種共 14 種，調查其外觀形態、開花季節，探討不同季節草種之生長速率，以作為選擇草坪草種之參考。

草坪中的雜草對草坪植物有很大的影響，雜草競爭力佔優勢時，草坪植物就有被雜草侵佔的危險。草坪內夾雜著植株高矮不均，葉片寬窄不齊，色澤迥異的雜草將使草坪的綠化、美化效果大為降低。草坪雜草主要以禾本科、菊科、莎草科及豆科所含的種數較多，大部份以生長點低矮，或具匍匐莖之雜草為多⁽⁷⁾。雜草的管理多需仰賴除草劑，化學除草劑種類眾多，土壤施用藥劑屬於萌前除草劑，對於季節性一年生的雜草有顯著的抑制效果。葉面施用藥劑於雜草生育初期，直接噴施於雜草莖葉上；大部份之闊葉雜草及莎草科雜草，可藉著選擇性藥劑控制。化學藥劑防治法雖然有省工、省時、效率高的優點，但需考慮對環境安全的評估及對草坪草種的傷害，不同的草種對除草劑的忍受力各不同⁽⁸⁾，本試驗測試 14 種草坪草類對除草劑之反應，瞭解不同的草種對除草劑的忍受程度，作為除草劑選用的依據。

材料與方法

一、植物材料

參試的草種包括地毯草(*Axonopus compressus* P. Beauv.)、類地毯草(*Axonopus affinis* Chase)、竹節草(*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.)、百慕達草包含四種品系 common, U3(*Cynodon dactylon* L.), Tifdwarf, Tif419(C.

dactylon. × *C. transvaalensis*)、假儉草(*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.)、兩耳草(*Paspalum conjugatum* Berg.)、雙穗雀稗(*Paspalum distichum* L.)、百喜草(*Paspalum notatum* Flugge)、聖奧古斯丁草(*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze.)、高麗芝(*Zoysia tenuifolia* Willd.)、結縷草(*Zoysia japonica* Steud.)。1996 年二月初將類地毯草、普通百慕達草、百慕達草 U3、百喜草及結縷草種子 6 公克，播種於 30 × 58 公分育苗淺盤；其餘草種以草莖繁殖，將草莖扦插培育，介質為蛭石:泥炭土(1:1)。1996 年三月底移植至台中縣霧峰鄉藥毒所的試驗田，每種草的面積為 1.5 × 28 公尺，將草塊以品字形排列法移植種植。草坪建立時期每天噴灌，保持濕潤，施肥(台肥 47 號複合肥料)及防治病蟲害，雜草以人工拔除，1996 年九月間所有草坪的覆蓋率達 80% 以上。

二、外觀性狀及生長調查

調查分別於冬(1996 年 11 月~1997 年 1 月)、夏(1997 年 7~9 月)兩季進行，1996 年 11 月~1997 年 1 月的平均氣溫(平均高溫~平均低溫)為 17.3(24.5~12.6)°C、16.3(23.5~11.9)°C、16.5(21.3~13.6)°C，1997 年 7~9 月的平均氣溫為 27.7(32.8~23.9)°C、27.6(31.7~24.7)°C、27.4(32.2~24.1)°C，比較 14 種草坪草於不同季節的走莖及地上部莖葉生長速度。外觀性狀調查，取生育良好，蔓延走莖上無病蟲害徵狀，展開的第二片葉的長、寬(葉片中央部份之長度)及第三至四節之節間長度，每次調查 20 個，計算平均值，並觀察葉舌、幼葉之生長。生長調查則是每兩天測量走莖長度，以評估草坪草走莖蔓延擴散的速度，地上部生長速率測量則以自走式旋刀式割草機(Lawn Master SP21)，於割草後間隔 15 天後在固定的面積下再度割草，使用集草箱收集割下的草，於 80°C、48 小時烘乾後秤重，以單位時間單位面積上累積之乾物重計算作物生長速率(crop growth rate, CGR)， $CGR = dW/dT$ (W:乾物重，T:時間)⁽¹¹⁾。

三、常用除草劑對 14 種熱帶型草坪草的選擇性測試

藥劑的選擇以植保手冊登記使用於草坪上的藥劑之外，收集本省各地區市售的除草劑。各處理區的面積為 100 × 100 公分，使用二氧化碳加壓噴霧器，配 Teejet8002 噴嘴在 2.1 kg/cm² 壓力下施藥。施藥後調查草坪草的外觀色澤的變化，評估的等級分 0~10，0 為正常濃綠色，無藥害徵狀，10 為死亡或呈現乾枯之褐色。

15 種土壤施用除草劑之劑型及使用量之有效成份(active ingredient)量為草脫淨(atrazine) 50%WP 0.5 kg/ha、滅蘇民(aziprottryne) 50%WP 1.5 kg/ha、必芬諾(bifenox) 21%EC 0.82 kg/ha、滅必淨(metribuzin) 70%WP 0.7 kg/ha、復祿芬(oxyfluorfen) 23.5%EC 0.24 kg/ha、滅落脫(napropamide)

50%WG 1.5 kg/ha、拉草(alachlor) 45.1%EC 0.9 kg/ha、丁基拉草(butachlor) 58.8%EC 1.18 kg/ha、滅草胺(metazachlor) 43.1%FP 0.65 kg/ha、施得圃(pendimethalin) 34%EC 0.68 kg/ha、比達寧(butralin) 47.4%EC 1.9 kg/ha、撻乃安(dinitramine) 25%EC 0.75 kg/ha、三福林(trifluralin) 44.5%EC 0.89 kg/ha、理有龍(liuron)50%WP 0.75 kg/ha、樂滅草(oxadiazon) 12%EC 0.6 kg/ha, 以上參考植保手冊之登記使用量。藥劑處理於 1997 年 10 月 1 日進行, 藥劑施用 14 天後調查。

18 種葉面施用除草劑之劑型及使用量之有效成份(active ingredient)量為二, 四-地(2,4-D)80%SP 1.6 kg/ha、三氯比(triclopyr) 61.6%EC 1.85 kg/ha、氟氣比(fluroxypyr) 29.64%EC 0.44 kg/ha、亞速爛(asulum) 37%SL 1.85 kg/ha、百速隆(pyrazosulfuron) 10%WP 0.15 kg/ha、伏速隆(flazasulfuron) 10%WP 0.1 kg/ha、image 17.3%SL 0.7 kg/ha、西殺草(sethoxydim) 20%EC 0.4 kg/ha、環殺草(cycloxydim) 21%EC 0.11 kg/ha、快伏草(quizalofop-ethyl) 10%EC 0.1 kg/ha、伏寄普(fluzifop-butyl) 17.5%EC 0.18 kg/ha、甲基合氣氟(haloxyfop-methyl) 10.6%EC 0.05 kg/ha、巴拉刈(paraquat) 24%SL 0.72 kg/ha、嘉磷塞(glyphosate) 41%SL 1.64 kg/ha、固殺草(glufosinate) 13.5%SL 0.68 kg/ha、本達隆(bentazon) 44.1%SL 2.21 kg/ha、快克草(quinclorac) 50%WP 1 kg/ha、甲基砷酸鈉(monosodium methanearsonate) 45%SL 0.9 kg/ha, 以上參考植保手冊之登記使用量。藥劑處理於 1998 年 11 月 5 日進行, 藥劑施用後分別於 7 天和 21 天調查。

結果與討論

一、外觀性狀及生長調查

外觀特性的調查如表一, 葉片長寬及節間長度比較之結果, 高麗芝與百慕達草 Tifdwarf、Tif419 最類似, 以外觀特性難以區分此兩種草類, 此兩種草節間短、葉片細小, 亦是本省最主要且利用最多的草種^(2, 4)。百慕達草以 Tifdwarf 的品種葉片最纖細, 節間密, 覆蓋度佳, 其次為 Tif419; U3 的特性與普通百慕草類似。Tifdwarf 和 Tifway419 為美國育成之草種, 以地上匍匐莖或地下走莖繁殖, 目前廣泛被利用於高爾夫球場⁽³³⁾; U3 及普通百慕達草以種子繁殖。百慕達草為生長迅速的草種之一, 亦是較耐旱、耐鹽、不耐蔭的草種^(2, 4, 33)。四種百慕達草中不論是地上部走莖或以莖葉評估之生長速率皆以普通百慕達草最快, Tifdwarf 最慢, 夏季的生長速率比冬季快 2~3 倍(表二)。

高麗芝屬於結縷草屬, 為優良之草坪草種。俗稱之韓國草、台北草、斗六草均為高麗芝, 分布於熱帶東亞地區, 4-10 月為其生長季, 耐旱性優於百慕達草、不耐浸水, 以草塊或地下走莖繁殖^(2, 9); 結縷草俗稱闊葉韓國草, 葉

片比高麗芝長、寬(表一)，色澤偏灰綠，質地較粗硬，可以種子繁殖，但種子實生苗速度慢；此兩種草多利用於公園綠草地或庭園^(2, 4)。高麗芝和結縷草是 14 種草中走莖生長最慢的(表二)。

表一、14 種草坪草種之外觀特性

Table 1. Morphological characteristics of 14 warm season turfgrasses

| turfgrass | blade | | internode (cm) | shape of vernation | ligule |
|---------------|------------|-----------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| | length(cm) | width(cm) | | | |
| 類地毯草 | 10.8±5.16 | 0.7±0.14 | 2.1±0.44 | 折疊形 | 膜質截形，0.4mm |
| 地毯草 | 4.9±2.9 | 1.4±0.72 | 2.4±0.58 | 折疊形 | 膜質具短纖毛，0.35mm |
| 竹節草 | 3.1±1.2 | 0.5±0.1 | 1.3±0.27 | 折疊形 | 膜質截形，0.2mm |
| 百慕達草 Tifdwarf | 0.8±0.27 | 0.1±0.00 | 0.8±0.3 | 捲圓形 | 膜質具短纖毛，0.5mm |
| 百慕達草 Tif419 | 1.5±0.53 | 0.1±0.01 | 1.6±0.34 | 捲圓形 | 一圈短纖毛，0.2mm |
| 百慕達草 U3 | 2.9±0.62 | 0.2±0.04 | 1.8±0.52 | 捲圓形 | 一圈短纖毛，0.2mm |
| 普通百慕達草 | 3.9±1.44 | 0.4±0.62 | 1.9±0.67 | 捲圓形 | 一圈短纖毛，0.3mm |
| 假儉草 | 4.7±1.62 | 0.4±0.07 | 1.2±0.25 | 折疊形 | 膜質具長纖毛，0.8mm |
| 兩耳草 | 8.3±2.8 | 1.0±0.16 | 5.3±0.61 | 捲圓形 | 膜質 0.5mm，具長纖毛 10mm |
| 雙穗雀稗 | 6.2±1.8 | 0.6±0.14 | 3.9±0.61 | 捲圓形 | 膜質，12mm |
| 百喜草 | 21.6±4.8 | 0.5±0.05 | 0.9±0.15 | 捲圓形 | 膜質具短纖毛，0.4mm |
| 聖奧古斯丁草 | 4.0±1.26 | 0.8±0.17 | 2.7±0.77 | 折疊形 | 一圈短纖毛，0.4mm |
| 結縷草 | 4.8±2.2 | 0.4±0.07 | 1.9±0.39 | 捲圓形 | 膜質 0.2mm，具長纖毛 15mm |
| 高麗芝 | 2.8±0.67 | 0.1±0.02 | 1.3±0.51 | 捲圓形 | 一圈短纖毛，0.2mm |

地毯草及類地毯草原產於西印度群島及中美洲南部，早期引進做為牧草⁽²⁾，如今用於全省各地的草坪植物。類地毯草葉片較長且窄(表一)，地毯草葉片邊緣常呈波浪狀。此兩種草耐熱、耐蔭，不耐低溫，性喜潮濕多雨，需肥性低，具地上部匍匐莖，不具地下部的走莖，葉片較長且寬但節間短可形成密實的地面覆蓋，以種子及草莖繁殖^(2, 5, 12)。地毯草和類地毯草於夏季時生長快，但冬季時明顯的變慢(表二)，本省平地果園之覆蓋植物評選以地毯草及兩耳草生育最好，在中高海拔地區類地毯草為良好的果園覆蓋植物^(2, 5, 10)。

假儉草屬於蜈蚣草屬，本省有二種，一為蜈蚣草，少見；另一種則是假儉草⁽¹⁾，原產於大陸、台灣、中南半島及菲律賓群島^(2, 3)，俗稱蜈蚣草，在 14 種草中葉片比百慕達草寬且長，比地毯草細小(表一)；屬於熱帶型草中較耐寒者⁽¹²⁾，亦耐貧瘠，在肥力普通之土壤生育良好，恢復力較弱⁽³³⁾，適合於踐踏頻率低之區域，如庭園及道路邊坡，於草坪建植後，與雜草的競爭力強^(2, 3)。

假儉草走莖生長冬夏之間差異明顯(表二)，夏季時地上部莖葉生長旺盛，需要經常修剪，才能維持整齊的草坪，冷涼季節時剪草之需求低。

表二、台灣中部冬夏兩季 14 種草坪草種作物生長及走莖伸長速率
Table 2. Crop growth rate (CGR) and runner extension rate (RER) of 14 turfgrass on warm and cool season in central Taiwan..

| turfgrass | CGR (g / 2 weeks) | | RER (cm / day) | |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | warm season (July~Sept.) | cool season (Nov.~Jan.) | warm season (July~Sept.) | cool season (Nov.~Jan.) |
| 類地毯草 | 32.7±1.67 | 10.7±2.22 | 0.93±0.14 | 0.23±0.06 |
| 地毯草 | 32.6±2.18 | 10.7±1.09 | 1.05±0.17 | 0.30±0.07 |
| 竹節草 | 23.3±4.19 | 13.0±1.25 | 1.06±0.36 | 0.30±0.11 |
| 百慕達草 Tifdwarf | 20.7±1.80 | 11.0±0.92 | 0.67±0.07 | 0.36±0.05 |
| 百慕達草 Tif419 | 23.0±1.66 | 12.7±1.51 | 1.43±0.35 | 0.73±0.05 |
| 百慕達草 u3 | 38.0±1.67 | 15.3±0.58 | 1.31±0.12 | 0.33±0.16 |
| 普通百慕達草 | 43.2±1.79 | 16.7±1.34 | 1.86±0.41 | 0.94±0.29 |
| 假儉草 | 49.2±6.71 | 13.0±0.97 | 1.73±0.38 | 0.19±0.05 |
| 兩耳草 | 43.1±6.66 | 14.3±1.23 | 1.56±0.29 | 0.71±0.21 |
| 雙穗雀稗 | 39.3±3.58 | 13.1±1.56 | 1.99±0.12 | 1.02±0.17 |
| 百喜草 | 30.7±2.67 | 22.0±1.77 | 1.54±0.43 | 0.26±0.06 |
| 聖奧古斯丁草 | 40.2±4.34 | 12.3±0.87 | 1.18±0.36 | 0.43±0.14 |
| 結縷草 | 24.3±2.18 | 11.2±1.09 | 0.79±0.31 | 0.15±0.05 |
| 高麗芝 | 27.0±1.46 | 9.3±1.11 | 0.60±0.07 | 0.21±0.07 |

1996 年 11 月~1997 年 1 月的平均氣溫(平均高溫~平均低溫)為 17.3(24.5~12.6)°C、16.3(23.5~11.9)°C、16.5(21.3~13.6)°C，1997 年 7~9 月的平均氣溫為 27.7(32.8~23.9)°C、27.6(31.7~24.7)°C、27.4(32.2~24.1)°C

聖奧古斯丁草原產於西印度群島，俗稱鈍葉草，有斑葉及全綠兩種，皆為引進之草種⁽²⁾。與其他草種比較之，葉片較長較寬闊，但節間不長(表一)，其匍匐莖可形成實密的草地。耐蔭、耐旱程度中等、耐鹽、不耐濕，以草莖繁殖為主^(2, 12)。聖奧古斯丁走莖生長冬夏之間差異明顯(表二)，於冬季時種植時，不易全面長成且覆蓋地面。

百喜草原產於南美洲東部，耐旱性極佳，被引進做為牧草及水土保持用草，亦為果園覆蓋之草種^(2, 5)，葉片細長，節間短，但不及百慕達草及高麗芝細小(表一)，但經常修剪亦可有草坪特質的外貌。耐旱、耐濕、耐高溫的程度在熱帶型草種與百慕達草不相上下^(5, 12)，具地上部匍匐莖，節間極短且密

生，成熟後膨大鼓起，易絆足，妨害行走⁽³³⁾，適合於牧草或植被覆蓋及道路邊坡⁽⁵⁾。百喜草走莖生長冬時明顯變慢，而莖葉生長差異不如其他草大(表二)。

以葉的長寬評定草種的品質，竹節草次於百慕達草、假儉草、高麗芝，優於地毯草及百喜草(表一)，缺點是夏~秋季時開花，抽出花梗約 20~30 公分，小花外穎具剛毛，容易沾粘衣物⁽²⁾，不耐低溫^(5, 12) 主要以草莖繁殖。在種植及試驗的過程中觀察結果，竹節草一旦形成地面覆蓋之後，雜草則不易侵入。

兩耳草、雙穗雀稗及普通百慕達草是 14 種草中被記錄為雜草的草種^(7, 13, 14)，此兩種草分佈於全球熱帶至溫帶地區，屬本地草種，雙穗雀稗的葉片長寬及節間長度不及兩耳草，但兩者對環境的適應力強，在本省水田、旱田中都有記錄^(13, 14)，顯示其耐濕性強，具地上部匍匐莖，生長快速。雙穗雀稗、兩耳草的走莖及莖葉生長雖然冬季比夏季慢，但走莖冬夏季之間的生長速率是所有草種間差異最小的(表二)，適合於大面積快速綠化時使用。

一般而言，熱帶型草的作物生長率在冬季時皆降低 1.5-4 倍，走莖伸長的速率亦減少 2-9 倍，所以草坪的建植時以春夏間較適合此類草種的生長，形成地面覆蓋的時間相對亦減少。本試驗中作物生長速率主要比較各草種於冬夏間之差異，作物生長速率大者，表示生長快速，夏季時剪割的需求高，例如普通百慕達草、百慕達草 U3、假儉草、兩耳草、雙穗雀稗、聖奧古斯丁草等；冬季時因生長慢，割剪的頻率可相對的減少。

二、14 種熱帶型草坪草對除草劑的選擇性試驗

土壤施用除草劑噴藥後 14 天調查兩耳草、雙穗雀稗、普通百慕達草、百慕達草 U3 及類地毯草對測試的 15 種土壤施用除草劑無外觀上的徵狀顯現；百慕達草 Tif419 在噴過滅必淨後有輕微葉片黃化的情形；假儉草、地毯草、聖奧古斯丁草對復祿芬和樂滅草有輕微的藥害反應，葉緣有褐化現象；百喜草對滅必淨和復祿芬產生輕度黃化反應；高麗芝對滅必淨、理有龍有葉片黃化的徵狀；結縷草在施用理有龍、復祿芬及樂滅草後有葉片黃化的徵狀；百慕達草 Tifdwarf 於滅必淨、草脫淨、滅蘇民和復祿芬施用後產生葉片黃化情形；竹節草是較敏感的草種，對滅必淨、草脫淨、滅蘇民、必芬諾、復祿芬和樂滅草皆會有葉片藥害的反應。15 種土壤施用除草劑施用後對草坪草種產生的藥害徵狀是葉片黃化、褐化的色澤的變化，於調查後剪草再長出的葉片皆不復有黃化、褐化的現象。整體而言參試的土壤施用除草劑部份對草坪草種會產生短暫輕微的黃化現象，在經常剪草的草坪上並不會引起明顯的外觀上的差異，因藥劑產生的葉片傷害，在熱帶型草上容易恢復。國外報導指出多種土壤施用除草劑如滅落脫、汰硫草(dithiopyr)、施得圃、樂滅草都不會影響百慕達草、假儉草或地毯草的葉片品質^(22, 25, 27)，但是如果連續施用，雖然對草坪草類葉片的黃化等徵狀容易恢復，但會使得根的生長受抑制，

Table 3. Foliage injury ratings of established turfgrass to preemergence herbicide
表三、萌前土壤施用除草劑對草坪草種之影響。

| Herbicide | Rate (kg ai/ha) | TG1 ¹⁾ | TG2 | TG3 | TG4 | TG5 | TG6 | TG7 | TG8 | TG9 | TG10 | TG11 | TG12 | TG13 | TG14 |
|--|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Rating scale ²⁾ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 拉草 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| alachlor | | | | | | | | | | | | | | | |
| 草脫淨 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| atrazine | | | | | | | | | | | | | | | |
| 滅蘇民 | 1.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| aziprotryn | | | | | | | | | | | | | | | |
| 必芬諾 | 0.82 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| bifenox | | | | | | | | | | | | | | | |
| 丁基拉草 | 1.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| butachlor | | | | | | | | | | | | | | | |
| 比達寧 | 1.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| butralin | | | | | | | | | | | | | | | |
| 撻乃安 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| dinitramine | | | | | | | | | | | | | | | |
| 理有龍 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| liuron | | | | | | | | | | | | | | | |
| 滅草胺 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| metazachlor | | | | | | | | | | | | | | | |
| 滅必淨 | 0.75 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 |
| metribuzin | | | | | | | | | | | | | | | |
| 滅落脫 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| napropamide | | | | | | | | | | | | | | | |
| 樂滅草 | 0.6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 0 |
| oxadiazon | | | | | | | | | | | | | | | |
| 復祿芬 | 0.24 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| oxyfluorfen | | | | | | | | | | | | | | | |
| 施得圍 | 0.68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| pendimethalin | | | | | | | | | | | | | | | |
| 三福林 | 0.89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| trifluralin | | | | | | | | | | | | | | | |

1) TG1: 地毯草(*Axonopus compressus*), TG2: 類地毯草(*Axonopus affinis*), TG3: 竹節草(*Chrysopogon aciculatus*), TG4: 普通百慕達草(*Bermudagrass cultivars 'common'*), TG5: 百慕達草 Tifdwarf (*Bermudagrass cultivars 'Tifdwarf'*), TG6: 百慕達草 Tif419 (*Bermudagrass cultivars 'Tif419'*), TG7: 百慕達草 U3 (*Bermudagrass cultivars 'U3'*), TG8: 假儉草(*Eremochloa ophiuroides*), TG9: 兩耳草(*Paspalum conjugatum*), TG10: 雙穗雀稗(*Paspalum distichum*), TG11: 百喜草(*Paspalum notatum*), TG12: 聖奧古斯丁草(*Stenotaphrum secundatum*), TG13: 高麗芝(*Zoysia tenuifolia*), TG14: 結縷草(*Zoysia japonica*)

2) Turfgrass foliage injury ratings were based in 0 to 10 scale, where 0= no injury, 10= complete kill.

3) Preemergence herbicides were applied Oct.1.1997 and rated at 14 days after treatment.

4) Chlorosis and spotted browning of leaves were the typical symptom of turfgrass to soil applied herbicide, those symptoms were not noticed on new leaves developed after mowing, at 21 days after treatment.

根部受傷則不易復原^(15,22,32)；pH 值愈低之酸性土壤，在施用樂滅草或滅落脫之後會使得草坪的覆蓋率降低，即使多施肥並不能使草坪長得更好⁽²³⁾。所以土壤施用除草劑雖然可以有效的防除多種草坪中發生的一年生禾草^(19,27,32)，在使用上仍需小心謹慎。

參試的葉面施用除草劑有 18 種，可區分為非選擇性的巴拉刈、嘉磷塞和固殺草；選擇性的又可分為防治禾草之除草劑，包括快伏草、環殺草、甲基合氯氟、西殺草、伏寄普，防治闊葉草及莎草之除草劑，有 2,4-D、三氯比、氟氯比、本達隆、亞速爛、百速隆、伏速隆、image。

竹節草對 2,4-D、氟氯比、本達隆沒有葉片傷害的反應。百速隆、image 於施藥後 21 天仍有輕微的黃化現象，對伏速隆的褐化反應達 6 級。快克草可快速使竹節草褐化，至 21 天時呈現嚴重乾枯。亞速爛和甲基磷酸鈉引起的徵狀雖然較慢，但 21 天後可達 6~7 級。甲基合氯氟的影響很輕微，伏寄普使原來的心葉萎凋，但新長的葉子並未受影響，快伏草、環殺草、西殺草使竹節草傷害皆達 5 級。巴拉刈使竹節草地上部快速乾枯，但很快的從下根莖又可再長出新葉，嘉磷塞的作用緩慢持久，固殺草則使得竹節草完全枯死。

假儉草在 2,4-D、三氯比、氟氯比、本達隆、西殺草施用後無葉片傷害的反應；百速隆、伏速隆會引起輕微的黃化現象，image 則可安全使用。甲基磷酸鈉引起的徵狀雖然較慢，亦達 4 級。亞速爛引起的褐化 21 天後達 8 級，近乎乾枯。西殺草和環殺草對假儉草幾乎無影響。快伏草、甲基合氯氟、伏寄普引起的傷害達 5 級。快伏草對假儉草傷害輕微，可恢復。巴拉刈可使假儉草地上部快速乾枯，但不影響新葉片的生長，嘉磷塞的作用緩慢持久，傷害程度達 7 級，固殺草噴施後假儉草會完全枯死。

兩耳草、雙穗雀稗及百喜草對 2,4-D、氟氯比、本達隆無藥害反應或施藥後 7 天會有輕微黃化現象，至 21 天時就可恢復。三氯比對百喜草產生輕微黃化徵狀、對兩耳草及雙穗雀稗的傷害較嚴重至 21 天時仍有 4~5 級。百速隆對此三種草幾乎無影響。伏速隆、image 於施藥後 21 天仍有褐化現象。亞速爛使雙穗雀稗逐漸褐化乾枯，對兩耳草及百喜草雖不及雙穗雀稗嚴重，但也不容易恢復。甲基磷酸鈉引起輕度到中度的傷害，以兩耳草較嚴重。快克草對兩耳草的殺傷力強，21 天後近幾死亡，施藥後雙穗雀稗的黃化徵狀 21 天時可恢復，百喜草則持續受害。甲基合氯氟，伏寄普，快伏草，環殺草和西殺草對百喜草、兩耳草及雙穗雀稗的傷害皆達 5 級以上。巴拉刈於噴施後即呈現黃化乾枯，但 21 天後百喜草、兩耳草已恢復並繼續生長，嘉磷塞和固殺草使得三種草逐漸乾枯。

聖奧古斯丁草對 2,4-D、氟氯比、本達隆無葉片傷害的反應，三氯比則引起 3~6 級的傷害。百速隆、image 無藥害反應或施藥後 21 天會有輕微黃化現象，對伏速隆的褐化反應則達 5 級。快克草使聖奧古斯丁草褐化。

Table 4. Foliage injury ratings of established turfgrass to postemergence herbicide.

表四、萌後莖葉施用除草劑對草坪草種之影響。

| Herbicide | Rate (kg ai/ha) | Rating time (DAT) ²⁾ | Rating scale ³⁾ | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | | | TG1 ¹⁾ | TG2 | TG3 | TG4 | TG5 | TG6 | TG7 | TG8 | TG9 | TG10 | TG11 | TG12 | TG13 | TG14 |
| 二,四-地 | 1.6 | 7 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,4-D | | 21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 氟氣比 | 0.44 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| fluroxypyr | | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 三氣比 | 1.85 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| triclopyr | | 21 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 0 | 4 | 5 | 1 | 6 | 0 | 0 |
| 亞速瀾 | 1.85 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| asulum | | 21 | 7 | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 8 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 本達隆 | 2.21 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| bentazon | | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 甲基磷酸鈉 | 0.9 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| MSMA | | 21 | 2 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| image | 0.7 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | | 21 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 百速隆 | 0.15 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| pyrazosulfuron | | 21 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 伏速隆 | 0.1 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| flazasulfuron | | 21 | 3 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| 快克草 | 1 | 7 | 1 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| quinclorac | | 21 | 3 | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 嘉磷塞 | 1.64 | 7 | 5 | 3 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| glyphosate | | 21 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 9 | 9 | 7 | 8 | 8 | 7 | 8 | 6 | 5 |
| 固殺草 | 0.68 | 7 | 8 | 5 | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| glufosinate | | 21 | 9 | 9 | 10 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 9 | 8 | 8 | 10 | 8 | 9 |
| 巴拉刈 | 0.72 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| paraquat | | 21 | 2 | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 1 | 4 | 0 | 4 | 3 | 4 |
| 快伏草 | 0.1 | 7 | 4 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| quizalofop-ethyl | | 21 | 5 | 4 | 5 | 8 | 6 | 5 | 7 | 6 | 1 | 5 | 6 | 6 | 4 | 3 |
| 環殺草 | 0.11 | 7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| cycloxydim | | 21 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 1 | 4 | 0 | 6 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| 甲基合氟氣 | 0.05 | 7 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| haloxyfop-methyl | | 21 | 8 | 7 | 1 | 6 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 9 | 7 | 5 | 2 | 1 |
| 西殺草 | 0.4 | 7 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| sethoxydim | | 21 | 8 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 0 | 7 | 4 | 6 | 5 | 2 | 2 |
| 伏寄普 | 0.18 | 7 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| fluazifop-butyl | | 21 | 7 | 6 | 3 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 8 | 3 | 4 | 3 | 1 |

1) TG1: 地氈草(*Axonopus compressus*); TG2: 類地氈草(*Axonopus affinis*); TG3: 竹節草(*Chrysopogon aciculatus*); TG4: 普通百慕達草(Bermudagrass cultivars 'common'); TG5: 百慕達草 Tifdwarf (Bermudagrass cultivars 'Tifdwarf'); TG6: 百慕達草 Tif419 (Bermudagrass cultivars 'Tif419'); TG7: 百慕達草 U3 (Bermudagrass cultivars 'U3'); TG8: 假儉草(*Eremochloa ophiuroides*); TG9: 兩耳草(*Paspalum conjugatum*); TG10: 雙穗雀稗(*Paspalum distichum*); TG11: 百喜草(*Paspalum notatum*); TG12: 聖奧古斯丁草(*Stenotaphrum secundatum*); TG13: 高麗芝(*Zoysia tenuifolia*); TG14: 結縷草(*Zoysia japonica*)

2) DAT: Days after treatment

3) Turfgrass foliage injury ratings were based in 0 to 10 scale, where 0= no injury, 10= complete kill.

4) Postemergence herbicides were applied Nov.5.1998, rated at 7 and 21 days after treatment.

亞速爛和甲基砷酸鈉會引起聖奧古斯丁草黃化的徵狀。甲基合氯氟，伏寄普，快伏草，環殺草和西殺草會抑制聖奧古斯丁草新葉的生長。巴拉刈使此種草快速乾枯，但可再恢復生長，嘉磷塞的作用緩慢持久，固殺草使得此種草在施藥後 21 天後枯死。

普通百慕達草及 Tif419、Tifdwarf、U3 等三個品系對本達隆、亞速爛、甲基砷酸鈉、快克草、百速隆、伏速隆、image 沒有葉片傷害的反應；2,4-D、氟氯比會引起百慕達草系列草種的葉片輕微黃化，21 天後即可恢復正常，三氯比產生的藥害於 21 天時仍達 4 級。甲基合氯氟，伏寄普，快伏草，環殺草和西殺草對百慕達草的影響多數可達 5 級以上。巴拉刈和固殺草使百慕達草快速乾枯，但不會完全致死，施用巴拉刈者恢復生長的速度較快，施用固殺草者由地下走莖再生長的速度較慢。嘉磷塞施用後，百慕達草黃化、褐化、乾枯的徵狀隨著時間加長而變得明顯。

地毯草和類地毯草對 2,4-D、氟氯比、本達隆不會產生葉片傷害的反應或輕微黃化，但很快就可恢復，三氯比會引起較嚴重的黃化傷害，且不易恢復。百速隆不會引起任何的外觀傷害，伏速隆、image、快克草於施藥後 21 天仍有黃化的現象。亞速爛對地毯草和類地毯草傷害很大，21 天後即可達 7~9 級，幾乎乾枯死亡，甲基砷酸鈉引起的徵狀很輕微。甲基合氯氟、伏寄普、快伏草、環殺草和西殺草使地毯草和類地毯草的傷害皆達 4~8 級。巴拉刈使地毯草和類地毯草快速乾枯，但很快的又可繼續再生長，嘉磷塞和固殺草的影響達 7~9 級。

結縷草和高麗芝對 2,4-D、三氯比、氟氯比、本達隆、亞速爛、甲基砷酸鈉、快克草、百速隆、伏速隆、image 沒有葉片傷害的反應。快伏草施用後使結縷草和高麗芝逐漸黃化，但不會致死，甲基合氯氟，伏寄普，環殺草和西殺的影響卻很輕微，只有 1~2 級左右。巴拉刈和固殺草使百慕達草快速乾枯，施用巴拉刈者恢復生長的速度較快，施用固殺草者則逐漸死亡。嘉磷塞施用後，結縷草和高麗芝黃化、褐化、乾枯的徵狀隨著時間加長而變得明顯。

草坪上多數的雜草皆可使用選擇性的莖葉施用除草劑達到防除的效果，甚至不同的草種之間也可使用禾草除草劑或非選擇性的除草劑來達到選留的目的^(17,20,24,26,30,34)，這對於草坪上難以防除的多年生禾本科雜草提供了另一種的防除方法，實際上必須進一步的探討雜草的生長時期及施用的劑量，才能有更精確結果。

引用文獻

1. 台灣植物誌第二版編輯委員會 2000 臺灣植物誌 第二版 第 5 卷

2. 李鏐 1991 草坪草種及種植。中華民國雜草學會會刊 12(1):67-72.
3. 李西、毛凱 2000 假儉草研究概況。草業科學(中國) 17(5):13-17.
4. 林信輝、陳意昌 1993 台灣地區高爾夫球場草皮特性與管理之研究。中華民國雜草學會會刊 12(1):41-58.
5. 林信輝 1994 水土保持草類對主要環境因子之生理反應。中華民國雜草學會會刊 14(2):103-123.
6. 林信輝 1996 數種草皮草種在控制環境下光合成氣體交換反應。中華民國雜草學會會刊 16(2):75-87.
7. 徐玲明、蔣慕琰 1993 台灣草坪雜草之種類調查及植群分析。中華民國雜草學會會刊 14(2):79-92.
8. 徐玲明、蔣慕琰 1996 百慕達草、高麗芝及假儉草草皮對七種萌前除草劑之忍受性。中華民國雜草學會會刊 17(1):18-26.
9. 翁仁憲、許福星 1996 台灣本地草種之研究與利用。中華民國雜草學會會刊 17(2):79-88
10. 陳中、康有德 1985 九種覆蓋作物在台灣山區果園生長及覆蓋效果。中國園藝 31(4):247-260.
11. 許福星 1977 作物生長分析及其應用。科學農業 25(11-12):334-341.
12. 張秀燕、張育森 1996 台灣公園綠地草坪植物生長適應性之調查。台大農學院研究報告 23(3):151-163.
13. 蔣慕琰. 1982 雜草名彙。中華民國雜草學會會刊 3(2):130-180
14. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英、徐玲明 1995 雜草防除。P.317-334 增修訂再版台灣農家要覽農作篇(三)。豐年社
15. Callahan, L. M. 1976. Phytotoxicity of herbicides to a tifgreen bermudagrass green. Weed Sci. 24:92-98.
16. Cooper, R. J., P. C. Bhowmik, and L. A. Spokas. 1990. Roots and rhizome growth of Kentucky bluegrass following application of pendimethalin. HortScience 24:84-86.
17. Cudney, D. W., C. L. Elmore, V. A. Giibeault, and J. S. Reints. 1997. Common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) management in cool-season turfgrass. Weed Technol.. 11: 478-483.
18. Fishel, F. M. and G. E. Coats. 1994. Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) sod rooting as influenced by preemergence herbicides. Weed Technol.. 8:46-49.
19. Fry, J. D., P. H. Dernoeden, and J. J. Murray. 1986. Establishment and rooting of Zoysiagrass (*Zoysia japonica*) as affected by preemergence herbicides. Weed Sci. 34:413-418.
20. Hanna, W. W., C. W. Swann, J. Schroeder and P. R. Utley. 1989.

- Sulfometuron for eliminating bahiagrass (*Paspalum notatum*) from centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides*) and Bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Technol.* 3: 509-512.
21. Johnson, B. J. 1983. Response of four bermudagrass (*Cynodon dactylon*) cultivars to fall-applied herbicides. *Weed Sci.* 31:771-774.
 22. Johnson, B. J. 1983. Tolerance of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) putting greens to herbicide treatments. *Weed Sci.* 31:415-418.
 23. Johnson, B. J. and R. E. Burns 1985. Effect of soil pH, fertility, and herbicides on weed control and quality of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) turf. *Weed Sci.* 33:366-370.
 24. Johnson, B. J. 1987. Turfgrass species response to herbicides applied postemergence. *Weed Technol.* 1: 305-311.
 25. Johnson, B. J. 1988. Influence of herbicides on bermudagrass greens overseeded with perennial ryegrass. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(5) : 662-666.
 26. Johnson, B. J. 1988. Glyphosate and SC-0224 for bermudagrass (*Cynodon* spp.) cultivar control. *Weed Technol.* 2 :20-23
 27. Johnson, B. J. 1997. Preemergence and postemergence herbicides for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control in centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides*). *Weed Technol.* 11: 144-148.
 28. Ladsxchoot, P. J., T. L. Watschke, and B. F. Hoyland. 1993. Influence of preemergence and postemergence herbicides in rooting of turfgrasses. *Weed Technol.* 7:123-126.
 29. McCarty, L. B., L. C. Miller, and D. L. Colvin. 1991. Bermudagrass (*Cynodon* spp.) cultivar response to diclofop, MSMA and metribuzin. *Weed Technol.* 5:27-32.
 30. McCarty, L. B., L. C. Miller, and D. L. Colvin. 1991. Carpetgrass response to postemergence herbicides. *Weed Technol.* 5:563-565
 31. Reicher, Z. J. and N. E. Christians. 1989. Herbicide effects on Kentucky bluegrass rooting. *HortScience* 24:976-978.
 32. Turgeon, A. J., J. B. Beard, D. P. Martin, and W. F. Meggitt. 1974. Effects of successive applications of preemergence herbicides on turf. *Weed Sci.* 22:349-352.
 33. Turgeon, A. J. 1985. *Turfgrass Management*. Reston Co., Inc., Virginia. U.S.A
 34. Wikkard, T. R., C. M. Peacock, and D. G. Shilling. 1990. Photosynthesis as an index of turfgrass growth following application of herbicide. *HortScience* 25(4):451-453.