中華民國雜草學會會刊 20: 27 – 38, 1999
Weed Sci. Bull. 20: 27 – 38, 1999

溫度及有機介質對不同草坪植物生長之影響

蔡宜峰　邱建中

行政院農業委員會台中區農業改良場

摘要：本研究擬探討溫度及介質等二因子對不同草坪植物生育之影響，以期建立利用水稻育苗盤及本土化介質應用在草坪植物育苗之栽培技術。由試驗結果顯示，目前坊間常見的十種草坪植物，其種子發芽特性大多較適應於 15～25℃之溫度範圍，且不同草種間之平均種子發芽率亦有顯著差異。另太空包堆肥介質處理之種子發芽率低於泥炭苔處理，其原因應與太空包堆肥介質的 EC 值較高於泥炭苔有關。在不同有機介質處理對植株生質量之影響上，不同草種間的反應不甚一致，惟以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理及泥炭苔處理的平均表現較佳。以植體中氮、磷及鉀含量而言，在普通百慕達草、撒哈拉百慕達草、類地毯草等不同草種間之養分含量差異變化不大，且無論是植株地上部或根部，其氮、磷及鉀含量之變化趨勢，顯然與介質的營養成分含量高低有密切相關。綜合植株生質量及養分含量而言，以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理的表現結果較優且均衡，而且利用水稻育苗盤栽培草坪植物的可行性頗高，值得進一步研究。

關鍵詞：溫度、有機介質、草坪植物、生長。

Effects of Temperature and Organic Medium on the Growth of Different Varieties of Turfgrass

Yi-Fong Tsai and Chien-Cheng Chiu

Taichung District Agricultural Improvement Station, Changhua, Taiwan (R.O.C.)

ABSTRACT: In order to promote the technique on using rice seedling box for cultivation of turfgrass seedlings, two experiments were conducted to assess the effects of temperature and organic medium on the growth of different kinds of turfgrasses. The results indicated that there were significantly different on the germination rate of ten common turfgrass varieties. By the germination rate, the suitable temperature range was about 15-25℃ for most of those turfgrass varieties. The EC value of mushroom compost were higher than peat moss, thus the germination rate on treatments of mushroom compost medium were lower than peat moss treatments. The biomass of different grass varieties on the treatments of organic medium were significantly different. There were no significant difference on N, P, and K contents among different grass varieties (such as common bermudagrass, sahara bermudagrass, carpetgrass). However, the N, P, and K contents of shoot or root of grass were significantly affected by the nutrient contents of organic medium. Therefore, it may concluded that the medium of mushroom compost with peat moss volume ratio 2:1 has better effect on tissue biomass and nutrient contents than other medium, and it is suggested on using rice seedling box to culture turfgrass seedlings.

Key words: Temperature, Organic Medium , Turfgrass , Growth.

前　言

近來栽培及利用草坪植物逐漸爲人們重視，無論在庭園造景、公園綠地、球場及一般土壤覆蓋綠化等用途上，草坪植物栽培技術均佔有重要的影響地位。惟國內對於草坪植物栽培技術之相關研究尚處於起步階段，目前已有學者針對草坪植物生長適應特性等加以研究（張與張，1996；張與張，1997），且爲建立實質有效的草坪植物栽培管理技術，漸漸有許多產學界努力探討中。目前坊間有許多業者栽培草坪植物幼苗出售，其中大多利用田間直播法培育幼苗，再於苗床挖掘草坪幼苗出售，如此不僅費工費時，且生產量無法適時提昇。由於現今利用介質之容器栽培技術已漸趨成熟（李，1988），如能研究利用現有容器（水稻育苗盤）及本土化介質，發展建立適用草坪植物育苗之技術，將能有效降低生產成本及提高育苗產

能等多重功效。

一般理想的栽培介質必須具有的條件包括有理化性穩定、有效水分含量適當、質輕（低密度）、高孔隙度、陽離子交換能力強、適當的酸鹼度（pH）及電導度（EC）、植物營養成分含量均衡、無毒性物質及無病蟲源等（黃，1991；陳與倪，1996；Jenkins and Jarrell，1989）。選擇良好的介質材料，除考慮上述物理性，化學性及生物性外，亦應將本土化（localization）與供給一致性的經濟因素列入（Cull，1981），若能充分利用本省之農業廢棄物，如稻殼及牛糞等大宗有機廢棄物（王，1989），由其物理及化學性質加以了解而調整作爲栽培介質（El-Beltagy *et al.*，1986a；El-Beltagy *et al.*，1986b；Lohr *et al.*，1984），將具有節省成本及減少污染的多重效益。由於沒有一種完美的栽培介質，在一樣的管理條件下，能適合所有的盆栽植物（Fonteno *et al.*，1981）。因此利用堆肥化技術以降低有機物之碳氮比值(C/N)、毒性物質等（Keeling *et al.*，1994；Keeling *et al.*，1985；Solbraa，1986），及酌施以適當的肥培與水分管理（李，1988；劉，1990），可以將有機廢棄物轉化成理想之栽培介質。本研究目的即擬探討利用水稻育苗盤及本土化介質應用在草坪植物育苗之可行性，並探討不同溫度及介質等因子對不同品種的草坪植物生育之影響，以期能發展建立適用草坪植物栽培之技術，供日後研究及應用之參考。

材料與方法

一、試驗處理與材料

本研究共實施三項試驗，試驗 I 爲不同溫度處理對不同草種種子發芽率之影響（表一），不同溫度處理包括 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃等五級，草種包括 A:高狐草（龍鳳草）、B:多年生黑麥草（鱷魚草）、C: 多年生黑麥草（達冠草）、D:百喜草（盤莎草）、E:百慕達草（普通種）、F:百慕達草（撒哈拉種）、G:肯塔基藍草（普通種）、H:類地毯草（普通種）、I:結縷草（普通種）、J:匍匐性小糠草（吉康草）等十種。試驗Ⅱ爲不同有機介質對不同草種生育之影響（表一），有機介質處理包括菇類太空包堆肥與泥炭苔以體積比 1:1 混合、菇類太空包堆肥與泥炭苔以體積比 2:1 混合、菇類太空包堆肥與稻殼以體積比 2:1 混合及泥炭苔（對照組）等四級，其中有機介質的養分含量如表二。試驗用草種包括普通百慕達草、撒哈拉百慕達草、類地毯草等。本試驗先在實驗室內實施有機介質萃取液對種子發芽率影響試驗，採用有機介質與水 1:5 萃取比例，溫度維持在約 20～25℃之間。另在溫室內實施有機介質對不同草種幼苗生育影響試驗，其中栽培盤是利用水稻育苗盤（長寬高分別爲 57× 28× 3 cm），當裝填滿有機介質後，將草子直接播種於介質上，種子播種量約每盤 3.19g，試驗採完全逢機排列，六重複。

表一、試驗處理

Table 1. The treatments of experiments

Experiment	Treatment
Ⅰ. Grass variety	A. Turf Type Tall Fescue (*Festuca arundinacea*)
	B. Perennial Ryegrass, Gator (*Lolium perenne*)
	C. Perennial Ryegrass, Tophat (*Lolium perenne*)
	D. Bahiagrass (*Paspalum notatum*)
	E. Common Bermudagrass (*Conodon dactylon*)
	F. Sahara Bermudagrass (*Conodon dactylon*)
	G. Keutucky Bluegrass (*Poa pratensis*)
	H. Carpetgrass (*Axonopus affinis*)
	I. Zoysiagrass (*Zoysia japonica*)
	J. Creeping Bentgrass (*Agrotis palustris*)
Temperature	T1. 15℃
	T2. 20℃
	T3. 25℃
	T4. 30℃
	T5. 35℃
Ⅱ. Grass variety	A. Common Bermudagrass (*Conodon dactylon*)
	B. Sahara Bermudagrass (*Conodon dactylon*)
	C. Carpetgrass (*Axonopus affinis*)
Organic medium	MP1:mushroom compost and peat moss 1:1 by volume ratio
	MP2:mushroom compost and peat moss 2:1 by volume ratio
	MR: mushroom compost and rice hull 2:1 by volume ratio
	PM: peat moss (control)

表二、試驗用有機介質之化學特性

Table 2. The chemical characteristics of organic medium in experiment

Organic[1]	N	P	K	pH	EC
Medium	---------- (%) ----------				mS cm^{-1}
MP1	1.03	0.37	1.07	7.1	0.89
MP2	1.29	0.42	1.18	7.5	1.12
MR	1.34	0.44	1.19	7.4	1.26
PM	0.49	0.12	0.30	6.1	0.45

[1] MP1: mushroom compost and peat moss 1:1 by volume ratio.
MP2: mushroom compost and peat moss 2:1 by volume ratio.
MR: mushroom compost and rice hull 2:1 by volume ratio.
PM: peat moss(control).

二、分析與調查方法

1.發芽率分析法

實施步驟爲先取培養皿內置一層濾紙，再置入 20 粒草子，六重複，分別加入定量的蒸餾水或有機介質萃取液，使濾紙維持濕潤飽和狀，試驗期間每日觀察並保持濾紙呈濕潤狀，約四週後取出培養皿調查並計算發芽率。試驗用蒸餾水或有機介質萃取液並事先利用電極法測定 pH 及 EC 值。

2.植株生質量調查

當試驗草種播種後約 35 日，分別採取地下根部及地上部等植物體，洗淨後稱取鮮重，再置於 70℃烘箱，烘乾後稱取乾重。

3.植物體與堆肥養分含量分析

植物體樣品採樣後以蒸餾水清洗，再置於 70℃ 烘箱烘乾，植物體與堆肥樣品經烘乾後磨成粉狀，以濕灰法（硫酸）分解後測定氮、磷、鉀含量（Bremner and Mulvaney，1982；Kundsen and Peterson，1982；Olsen and Sommers，1982），其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於 420 nm 下比色，測定其磷含量，利用燄光分析儀測定其鉀含量。

結果與討論

一、對種子發芽率之影響

目前台灣地區常見的草坪植物品種大多由國外引進，雖然會以溫帶型草種爲主，但引進之草種在國內栽培之適應性，仍有待進一步評估篩選（張與張，1996；與張，1997）。本研究收集近來坊間較常見之十種草坪植物品種（表一），在試驗 I 中探討不同溫度處理對草種種子發芽率之影響，不同溫度處理包括 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃等五級。由試驗結果顯示（表三），不同草種之種子發芽率對不同溫度處理有極爲不同的反應型態，其中種子發芽率在低溫(15℃)處理較高，而逐漸往高溫（35℃）處理降低者，包括有 A:龍鳳草、C:達冠草、G:肯塔基藍草、J:吉康草等四種。而與上述型態相反，種子發芽率在高溫（35℃）處理較高，低溫（15℃）處理較低者，僅有 I:結縷草品種，惟此品種的種子發芽率在各處理間均過於偏低，平均發芽率僅約 2.13%，是否爲此品種特性，亦或本批次種子品質不良等因子，仍有待進一步探討。其次在 20℃處理之種子發芽率最高之草種包括有 E:普通百慕達草、F:撒哈拉百慕達草、H:類地毯草。在 25℃處理之種子發芽率最高之草種爲 D:百喜草。而種子發芽率在不同溫度處理間差異不顯著者爲 B:鱷魚草。由以上結果顯示，在目前坊間所收集的十種草坪植物，其種子發芽特性大多較適應於 15～25℃之溫度範圍，且不同草種間之平均種子發芽率亦有顯著差異。張等（1996）研究指出不同草種間之耐熱性及耐寒性均有不同的反應，且溫度等環境因子對植物種子發芽及生長均有顯著影響（Hampson and Simpson，1990），此應爲草種之品種特性所致。因

此日後在進行草坪植物育苗及栽培工作上，其生長環境的溫度變化及控制將是重要影響因子之一。

一般有機廢棄物如能經過適當的堆肥化處理，以降低有機物碳氮比值及有機酸等毒性物質含量，將能增加堆肥品質及適用性（Keeling *et al.*，1994；Lemaire *et al.*，1985；Nagaoka *et al.*，1996；Solbraa，1986）。目前已有多種本土化有機介質開發應用在園藝作物之栽培上（黃，1991；陳與倪，1996），本場亦曾研究利用牛糞太空包堆肥製作成有機介質，且成功應用在木瓜育苗工作（蔡，1996a；蔡，1996b）。本研究亦利用菇類太空包廢料製作成品質穩定之堆肥，再配合泥炭苔或稻殼等調製成三種有機介質（表一），並以泥炭苔處理爲對照處理，以探討此四種有機介質對普通百慕達草、撒哈拉百慕達草、類地毯草等生長之影響。由不同有機介質萃取液對不同草種種子發芽率之調查結果顯示（表四），不同草種間之平均種子發芽率互有差異，惟在不同有機介質萃取液處理下之變化趨勢十分相似，其中三種草種之種子發芽率均以泥炭苔處理（PM）者最高，其次在以太空包堆肥配合泥炭苔或稻殼等調製成有機介質處理間（MP1, MP2, MR）差異不顯著，惟在泥炭苔處理（PM）與太空包堆肥配合泥炭苔 1:1 處理（MP1）間，普通百慕達草及撒哈拉百慕達草的種子發芽率差異亦屬不顯著。一般會影響到植物種子發芽的因子頗多（Hampson and Simpson，1990），而利用有機介質栽培作物時，如介質材料事先經過堆肥化作用，將能增加材料中有機組成分之穩定及品質（蔡，1996a），此時介質中無機鹽類含量、EC 及 pH 值等化學特性將會是影響作物生長的主要因素之一（黃，1991；蔡，1996a；Hampson and Simpson，1990；Jenkins and Jarrell，1989）。本試驗所使用的有機介質處理中，以泥炭苔處理（PM）

表三、不同溫度處理對不同草種種子發芽率之影響

Table 3.The germination rate of different grass varieties by the different treatments of temperature

Treatment[1]	A[2]	B	C	D	E	F	G	H	I	J
T1	92.3a[3]	95.3a	87.3a	9.0b	49.0ab	50.6ab	92.0a	31.0ab	0.00b	80.0a
T2	84.0ab	93.6a	86.6a	15.0ab	58.6a	65.6a	82.3a	35.6a	0.66b	88.3a
T3	85.0ab	93.6a	81.6a	24.6a	41.0ab	65.6a	81.6a	26.3ab	0.33b	85.0a
T4	86.3ab	98.0a	81.0a	20.6a	39.0b	39.6b	70.0b	12.6b	2.33b	68.0b
T5	70.6b	98.0a	58.0b	17.0ab	52.6b	48.3ab	31.0c	25.3ab	7.33a	34.6c
Mean	83.6	95.7	78.9	17.2	48.0	54.0	71.4	26.2	2.13	71.2

[1,2] See table 1.

[3] Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

pH 值 6.1，EC 值 0.45 mS cm^{-1} 較低於其他介質處理，而以太空包堆肥調製成的有機介質（MP1, MP2, MR）pH 值爲 7.1～7.5，EC 值爲 0.89～1.26 mS cm^{-1}，顯然以本試驗用草坪植物品種而言，當育苗介質 pH 值在 7.1 以上微鹼性範圍，EC 值在 0.89 mS cm^{-1} 以上範圍時，其種子發芽率即會受到影響而略爲下降。

二、對植株生質量及養分含量之影響

當利用介質培育植物時，必須針對不同介質材料特性，以及標的植物生長特性，酌施予適當的肥料及水份等管理措施，以獲得理想的成果（李，1988；黃，1991；蔡，1996b）。爲探討試驗介質處理對草坪植物生長之實質影響，本研究分別採取植株地上部及根部，調查分析其鮮物重及乾物重等，由調查結果顯示（表五），不同草種間略有差異，其中以普通百慕達草品種而言，植株地上部及根部的鮮物重及乾物重，在不同有機介質處理間均差異不顯著。以撒哈拉百慕達草品種而言，植株地上部的鮮物重及乾物重，均以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理（MP2）顯著較高，其次爲泥炭苔處理（PM），而以太空包堆肥配合泥炭苔 1:1 處理（MP1）及太空包堆肥配合稻殼 2:1 處理（MR）顯著較低，植株根部的鮮物重及乾物重，在不同有機介質處理間則差異不顯著。以類地毯草品種而言，植株地上部的鮮物重及乾物重，均以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理（MP2）及泥炭苔處理（PM）顯著較高，而以太空包堆肥配合泥炭苔 1:1 處理（MP1）及太空包堆肥配合稻殼 2:1 處理（MR）顯著較低，植株根部的鮮物重及乾物重，亦以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理（MP2）及泥炭苔處理（PM）顯著較高，其次爲太空包堆肥配合稻殼 2:1 處理（MR），而以太空包堆肥配合泥炭苔 1:1 處理（MP1）顯著較低。

表四、不同有機介質萃取液對不同草種種子發芽率之影響

Table 4. The germination rate of different grass varieties by the different treatments of organic medium

Treatment[1]	Common bermudagrass	Sahara bermudagrass	Carpetgrass
MP1	46.7ab[2]	58.5ab	18.5b
MP2	39.0b	56.2ab	16.7b
MR	37.2b	50.4b	17.5b
PM	55.0a	65.7a	26.2a

1. See table 1.
2. Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表五、不同有機介質處理對不同草種生質量之影響

Table 5. The tissue biomass of different grass varieties by the different treatments of organic medium

Treatment[1]	Fresh wt. ($g\ m^{-2}$)		Dry wt. ($g\ m^{-2}$)	
	shoot	root	shoot	root
Common bermudagrass				
MP1	45.8a[2]	19.4a	6.60a	1.99a
MP2	59.4a	24.0a	8.52a	2.27a
MR	46.7a	21.0a	7.12a	2.39a
PM	56.5a	25.2a	8.31a	2.41a
Sahara bermudagrass				
MP1	40.6b	21.4a	6.32b	1.81a
MP2	53.0a	21.6a	8.17a	2.18a
MR	38.1b	21.7a	6.25b	2.20a
PM	47.5ab	22.5a	7.85ab	2.26a
Carpetgrass				
MP1	34.9b	12.7b	4.01b	0.90b
MP2	50.7a	21.0a	6.35a	1.94a
MR	33.3b	17.3ab	4.34b	1.26ab
PM	55.1a	23.1a	6.30a	2.03a

[1] See table 1.

[2] Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

一般有機材料施入土壤中，會經由微生物的分解作用，釋出營養成分供作物吸收利用（White，1979）。當利用有機材料做爲栽培介質時，同樣其材料中營養成分會因礦化分解而釋出，而直接影響到栽培作物的養分吸收（黃，1991；蔡，1996b；劉，1990）。由本研究中不同有機介質處理對不同草種植體中氮、磷及鉀含量之調查結果顯示（表六），其中普通百慕達草、撒哈拉百慕達草、類地毯草等三品種間之養分含量差異變化不大，且無論是植株地上部或根部，其氮、磷及鉀含量大多以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理（MP2）及太空包堆肥配合稻殼 2:1 處理（MR）較高，其次爲太空包堆肥配合泥炭苔 1:1 處理（MP1），而以泥炭苔處理（PM）較低。

上述植體中養分含量變化趨勢，顯然與介質的營養成分含量高低（表二）息息相關。由表六亦可瞭解一般草坪植物植體中氮、磷及鉀含量之變化範圍，其中地上部植體中氮含量約爲 0.99～1.58%，磷含量約爲 0.20～0.37%，鉀含量約爲 1.06～1.92%，根部植體中氮含量約爲 0.86～1.44%，磷含量約爲 0.25～0.36%，鉀含量約爲 0.86～1.37%。

綜合本研究不同介質處理對種子發芽率、植株生質量及養分含量之影響結果顯示，利用泥炭苔做爲介質，相較於太空包堆肥介質處理，前者可以獲得較高及穩定的種子發芽率（表四）。由於一般堆肥介質中營養成分含量與其 EC 值高低有顯著正相關，且介質的 EC 值過高時，將不

表六、不同有機介質處理對不同草種植體中氮、磷及鉀含量之影響

Table 6. The tissue N, P, and K contents of different grass varieties by the different treatments of organic medium

Treatment[1]	Shoot (%)			Root (%)		
	N	P	K	N	P	K
Common bermudagrass						
MP1	1.30ab[2]	0.29a	1.72a	1.27a	0.32ab	1.09ab
MP2	1.44a	0.33a	1.78a	1.30a	0.30ab	1.34a
MR	1.54a	0.28a	1.77a	1.28a	0.36a	1.37a
PM	1.04b	0.22a	1.06b	0.86b	0.26b	0.88b
Sahara bermudagrass						
MP1	1.44a	0.28a	1.76a	1.27a	0.28ab	1.06ab
MP2	1.53a	0.32a	1.79a	1.29a	0.29ab	1.31a
MR	1.58a	0.32a	1.90a	1.33a	0.35a	1.34a
PM	0.99b	0.23a	1.10b	0.88b	0.25b	0.86b
Carpetgrass						
MP1	1.31ab	0.30a	1.62a	1.20ab	0.30a	1.19ab
MP2	1.50a	0.37a	1.85a	1.21ab	0.34a	1.33a
MR	1.57a	0.34a	1.92a	1.44a	0.35a	1.37a
PM	1.08b	0.20b	1.09b	0.96b	0.28a	0.87b

[1] See table 1.

[2] Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

利於種子發芽及幼苗生長（黃，1991；Hampson and Simpson，1990）。本試驗太空包堆肥介質處理(MP1、MP2、MR)之種子發芽率低於泥炭苔處理（PM），其中太空包堆肥介質的 EC 值均較高於泥炭苔介質，且堆肥介質處理間的種子發芽率亦隨其 EC 值之增加而降低（表二、四），所以亦可印證介質的 EC 值與草坪植物種子發芽率有密切關聯，惟適用於草坪植物育苗介質之 EC 值範圍，仍有待進一步研究探討。在植株生質量方面（表五），太空包堆肥介質處理不遜於泥炭苔處理，尤其在植體養分含量方面（表六），太空包堆肥介質處理顯著高於泥炭苔處理。因此，太空包堆肥介質處理在播種期導因於 EC 值偏高，致使種子發芽率降低的不良影響，惟植株生育期間，將會因太空包堆肥介質含有較高的養分，而較利於植株營養生長，所以太空包堆肥介質處理的植株生質量及養分含量較優於泥炭苔處理，其中又以太空包堆肥配合泥炭苔 2:1 處理（MP2）的植株生質量及養分含量表現較優且均衡。一般欲將有機廢棄物轉換成理想的栽培介質，必須充分瞭解介質本身的理化性質及養分供應潛能等特性，並配合標的作物生長特性，施以適當的肥料及栽培管理措施。本研究首度利用水稻育苗盤及本土化介質之方式栽培草坪植物，綜合種子發芽率、植株生質量及養分含量之結果顯示，此栽培模式可行性頗高，惟仍須針對一般肥料及栽培管理等方法加以研究改進，以期能建立更理想有效的栽培管理模式，提供日後栽培應用之參考。

引用文獻

1. 王西華。1989。農業廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集。p.217-227。台灣省台中區農業改良場編印。
2. 李哖。1988。育苗介質與施肥。園藝種苗產銷技術研討會專集。p.188-202。台灣省政府農林廳種苗改良繁殖場編印。
3. 黃淑汝。1991。金針菇堆肥對園藝作物生長之研究。國立中興大學園藝學研究所論文。
4. 張秀燕、張育森。1997。土壤壓實對五種草坪植物生育之影響。中國園藝 43：249-259。
5. 張秀燕、張育森。1996。台灣公園綠地草坪植物適應性之調查。臺大農學院研究報告 43：249-259。
6. 陳士略、倪正柱。1996。金針菇棄堆肥作爲育苗介質之探討。興大園藝 21：31-52。
7. 蔡宜峰。1996a。本土化有機介質應用于木瓜育苗之研究（一）對木瓜幼苗生育之影響。台中區農業改良場研究彙報 50：53-59。
8. 蔡宜峰。1996b。本土化有機介質應用于木瓜育苗之研究（二）對木瓜幼苗植株無機養分含量之影響。台中區農業改良場研究彙報 51：1-7。

9. 劉燕君。1990。非洲菫栽培介質及營養研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。

10. Bremner. J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: *Methods of Soil Analysis* (A. L. Page,H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2Academic Press, Inc., New York.

11. Cull, D. C. 1981. Alternatives to peat as container media: organic resources in the UK. Acta Hort. 126: 69-81.

12. El-Beltagy, M. S., A. S. El-Beltagy, M. A. Maksoud and S. A. Mohamedien. 1986a. Effect of some soilless media on the growth of tomato transplants. Acta Hort. 190: 481-496.

13. El-Beltagy, M. S., A. S. El-Beltagy, M. A. Maksoud and S. A. Mohamedien. 1986b. A study on the influence of some transplant growth media on flowering and yield of tomato. Acta Hort. 190: 515-522.

14. Fonteno, W. C., D. K. Cassel and R. A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 736-741.

15. Hampson, C. R. and G. M. Simpson. 1990. Effects of temperature, salt, and osmotic potential on early growth of wheat (Triticum aestivum). I . Germination. Can. J. Bot. 68: 524-528.

16. Jenkins, J. R. and W. M. Jarrell. 1989. Predicting physical and chemical properties of container mixtures. HortScience 24: 292-295.

17. Keeling, A. A., I. K. Paton and J. A. J. Mullett. 1994. Germination and growth of plants in media containing unstable refuse-derived compost. Soil Biol. Biochem. 26: 767-772.

18. Kundsen. D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.

19. Lemaire, F., A. Dartigues and L. M. Riviere. 1985. Properties of substrate made with spent mushroom compost. Acta Hort. 172: 13-29.

20. Lohr, V. I., S. H. Wang and J. D. Wolt. 1984. Physical and chemical characteristics of fresh and aged spent mushroom compost. HortSience 19: 681-683.

21. Nagaoka, T., K. Umezu, K. Kouno, S. Yoshida, Y. Ishiguro and T. Ando. 1996. Selective inhibitors of germination of legume seeds in activated sludge compost. Plant Growth Regulation 20: 295-302.

22. Olsen. S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In* : Methods of

Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.

23. Solbraa, K. 1986. Bark as growth medium. Acta Hort. 178: 129-135.

24. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. *In* Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.