

# 大型保温育苗室蒸氣加温方法試驗

## Experiment of Cooperative Nursery Using Steam Heating Method

### (一) 蒸氣加熱效果之研究

#### Research of Steam Heating Effects.

李 祿 豐 L. F. Lee

臺北區農業改良場薦任技士

#### 一、前 言

本年度在本省中北部地區建造之大型保温育苗室，其功能為每天集中播種，然後將苗箱放置於台車，送入育苗室，使用電熱器（電爐）加熱，促使育苗室內之溫度上升至  $32^{\circ}\text{C}$ ，以培育秧苗。其過程，一期作六天後移出育苗室，在外界環境下供其硬化，播種後 12 天再使用插秧機械進行每天插秧之一貫作業農業機械化制度。

育苗室所用之電力為 110V，計室內按裝 12 具各 500W 之電爐為熱源，在本年二月間育苗加熱時，適值寒冷時期，外界溫度只有  $12-16^{\circ}\text{C}$ ，故電熱爐所發生之熱量不足，且無吹送熱空氣擴散設備，以致發芽室電爐加熱後 10 小時，其溫度上升只有  $1-2^{\circ}\text{C}$ 。不僅耗電量可觀，更無法達到保温育苗之要求，變成加熱無效，嚴重影響育苗進度，使得播種後之秧苗難於迅速發芽生長。

本試驗為試用栽培洋菇殺菌用之蒸氣鍋爐，藉蒸氣管之熱氣，通入育苗室中，提高育苗室空間溫度。目的為解決熱源供應之問題，幫助秧苗發芽生育所需之  $32^{\circ}\text{C}$  適溫，達到育苗室保温功效，並研究蒸氣加熱之實用價值和推廣之可能性，以配合水稻農業機械化作業。

#### 二、試驗材料及方法

(一)試驗時間：第一次60年2月22日至23日。

第二次60年3月3日至4日。

(二)地點：宜蘭縣五結鄉電熱育苗站。

(三)材料及設備：育苗室一棟，包括如下設備。

1. 育苗用具：木箱，PE 塑膠布，壓槽器等。

2. 稻 種：臺北 309 號播種於開溝盛土之苗箱上，每箱盛土五公斤，播種 300 公分種子。

3. 臺 車：每臺車放置 128 個苗箱，以 4 臺車推入發芽室，8 臺車放入綠化室，合計 12 臺車參予試驗。

4. 溫度計：

(1)圓型溫度計：四具裝設於發芽室四角落，距地面 1.5 公尺。另六具裝設於綠化室。

(2)溫濕度計：二具，分別裝設於室外及育苗室。

5. 加熱用鍋爐：其規格如下。

(1)規格：相當蒸發量  $86 \text{ kg/HR}$ 。相當傳熱面積  $2\text{m}^2$ 。設計壓力  $5\text{kg/cm}^2$ 。操作壓力  $3\text{kg/cm}^2$ 。

(2)鐵管：直徑  $2\text{cm}$ ，長  $8\text{m}$  二支，長  $3.8\text{m}$  一支及關閉裝置。

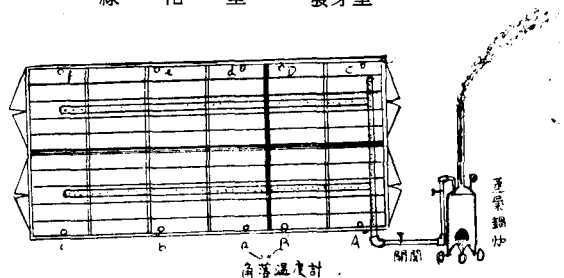
6. 燃料：焦炭（煤）。

四使用方法：

保温育苗室內二列臺車通路間裝置二支  $8\text{m}$  長鐵管二支，鐵管上每隔  $10-15$  公分鑽孔（ $\frac{1}{8}$  吋），孔口向上。將加熱後蒸氣壓力達到  $35\text{Psi}$  時，開始通入熱蒸氣，供應育苗室加温。

電熱式育苗室  
(四) 蒸氣管路系統圖 比例尺： $\frac{1}{40}$   
單位：mm

綠化室 發芽室



### 三、試驗結果

(一)發芽室中通入蒸氣後溫度之變化：

項目	時間 各角落溫度計	通氣前 溫度表	通入蒸氣後溫度之變化				停止通氣 後 15 分鐘	再通入蒸氣 後 15 分鐘
			30 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	120 分鐘		
發芽室	A	18 °C	27 °C	31 °C	33 °C	34 °C	24 °C	30 °C
	B	17	25	30	33	32	22	28
	C	17	27	31	32	33	23	29
	D	17	26	30	32	32	22	28
	平均	17.2	26.2	30.5	32.5	32.8	22.8	28.8
外界溫度 CK		16	16	16	16	16	16	16

由上表知：

1. 育苗室內使用 35Psi 蒸氣加熱時，可在半小時內溫度由 17°C 升高至 26°C 附近，1 小時後可升至 30°C 左右。

2. 蒸氣關閉時，因室外溫度甚低，且熱源消失後 15 分鐘內其溫度即刻急速下降，但仍然停留在 22—23°C，比外界溫度高出約 6—8°C。

(二)熱蒸氣通入綠化室（後半部）之溫度變化：（時間60年 2月22—23日）

項目	時間 各角落溫度計	通氣前 溫度表	加熱後		停止通氣後 15 分鐘	再通入蒸氣 後 15 分鐘
			1 小時	2 小時		
綠化室	a	17 °C	27 °C	28 °C	23 °C	26 °C
	b	16	25	26	22	25
	c	16	23	24	22	24
	d	17	27	27	23	27
	e	16	25	26	22	25
	f	16	24	24	21	24
平均		16.3	25.1	26.0	22.1	25.1
室外常溫 CK		16.0	16	16	16	16

綠化室內，因散熱面積較大〔約 $70.78 \times 10^4 (\text{cm}^2)$ 〕，且蒸氣壓力較小，其溫度在加熱 1 小時後僅上升至 25°C 左右。2 小時後亦僅有 26°C，其溫度雖然低，但已符合當初設計 25°C 之要求。

(三)熱量的變化和蒸氣的供應與其消長和理論數比較：

1. 加熱量：

水視作：16°C

加水量：80kg/hr

比熱：1

汽化熱：539

80kg 的水變成水蒸氣所需加之熱量

$$\begin{aligned}
 q &= 80,000 \times (100 - 16) \times 1 + 80,000 \times 539 \\
 &= 80,000 \times (84 + 539) \\
 &= 4.98 \times 10^7 \text{ (Cal/hr)}
 \end{aligned}$$

2. 散熱量

$$\text{公式 } q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{Ah} + \frac{1}{kA} + \frac{1}{Ah}}$$

$$= \frac{t_1 - t_2}{A \left( \frac{1}{h} + \frac{l}{k} + \frac{1}{h} \right)} = \frac{(t_1 - t_2) A}{A \left( \frac{2}{h} + \frac{l}{k} \right)}$$

q = 單位時間流出之熱量(cal/hr)

k = 塑膠布熱導數(cal/hrcm·C°)

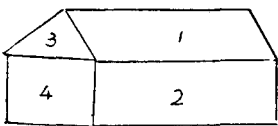
h = 氣體之對流常數 0.99  
cal/hr·cm²·°C

l = 塑膠布之厚度

A = 散熱面積

t<sub>1</sub>-t<sub>2</sub> = 室內外溫度差。

(a) 發芽室部份 (前半部) 散熱量：(尺寸如圖)



1 × 2 面  
2 × 2 面  
3 × 1 面  
4 × 1 面

$$A = 320 \times 220 \times 2 + 456 \times 220$$

$$+ \sqrt{78^2 + 228^2} \times 320 \times 2 + 78 \times 228$$

$$= 16.1 \times 10^4 + 10 \times 10^4 + 15.4$$

$$\times 10^4 + 1.78 \times 10^4$$

$$= 41.28 \times 10^4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$k = 1.08 \sim 1.44 \text{ cal/hr.cm}^{\circ}\text{C}$$

取 1.26 計算

$$l = 0.05 \text{ cm}$$

$$t_1 = 32.8^{\circ}\text{C} \quad t_2 = 16^{\circ}\text{C}$$

代入散熱量公式

$$q_1 = \frac{32.8 - 16}{\frac{1}{41.28 \times 10^4 \times 0.99} + \dots}$$

$$\frac{0.05}{1.26 \times 41.28 \times 10^4} + \frac{1}{41.28 \times 10^4 \times 0.99}$$

$$= \frac{16.8 \times 41.28 \times 10^4}{\left( \frac{2}{0.99} + \frac{0.05}{1.26} \right)}$$

$$= \frac{16.8 \times 41.28 \times 10^4}{2.24}$$

$$= 3.13 \times 10^6 \text{ (cal/hr)}$$

(b) 綠化室 (後半部) 散熱量：

$$A = 640 \times 220 \times 2 + 450 \times 220 + \sqrt{78^2 + 228^2}$$

$$\times 640 \times 2 + 78 \times 228$$

$$= 28.2 \times 10^4 + 10 \times 10^4 + 30.8$$

$$\times 10^4 + 1.78 \times 10^4$$

$$= 70.78 \times 10^4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$k = 1.26$$

$$l = 0.05$$

$$t_1 = 26^{\circ}\text{C} \quad t_2 = 16^{\circ}\text{C} \quad \text{代入散熱量公式}$$

$$q_2 = \frac{(26 - 16) \times 70.78 \times 10^4}{2.24}$$

$$= 3.16 \times 10^6 \text{ (cal/hr)}$$

(c) 全棟育苗室散熱量：q = q<sub>1</sub> + q<sub>2</sub>

$$= (3.13 + 3.16) \times 10^6 = 6.29 \times 10^6 \text{ (cal/hr)}$$

3. 效率：

$$\eta = \frac{6.29 \times 10^6}{4.98 \times 10^7}$$

$$= 12.6\%$$

由以上統計結果，獲知大部份熱量因鍋爐本身的散熱和溫室內的漏失，浪費很多。其效率僅有 12.6%，因此今後採用蒸氣加熱時，其門窗和四周圍之隙縫均須加以密閉，如此才能增加蒸氣之效率和維持較長久之保溫效果。

(四) 育苗室前半部蒸氣加熱與電熱加熱之溫度變化比較：

(60. 3. 3 日—4 日) 夜間

熱源別	時間	加熱後之時間及溫度變化							備註
		開始時	30分鐘	1小時	2小時	3小時	4小時	5小時	
育苗室	A 電熱爐 (110V)	17 °C	17 °C	17 °C	17.5 °C	18 °C	18 °C	18.5 °C	協和站
	B 蒸氣鍋爐	17	25	29	30	32	29	29	孝威站
室外常溫 CK		16	16	15.5	15.5	15	15	15	

註：苗箱同為四臺車在發芽室進行試驗

由上表獲知如下之結果：

1. 電熱爐加熱時，其溫度上升至為緩慢，即使能够上升，其溫度增加亦有限，僅增加1—2°C。
2. 蒸氣加熱，在半小時內溫度可上升至 25°C，1小時後可達 29°C，其溫度之上升甚激，下降亦相同。足可代替電爐之加熱方法。
3. 蒸氣加熱時，其溫度之高低，及上升之速度與蒸氣壓力大小成正比。
4. 為使育苗室溫度固定或保持一定恆溫起見，似可設計一套定溫裝置，以免蒸氣熱度過高。

(五)不同熱源在育苗室內之濕度變化：

(60年3月3—4日)

熱源	時間				
	開始加熱	30分鐘	60分鐘	90分鐘	120分鐘
電熱爐加熱	88%	88%	85%	83%	80%
蒸氣加熱	88	100	100	100	100

依據上表分析知：

1. 電熱時，相對濕度由高轉低，表示溫度升高後因為室內水蒸氣並無增加，故相對濕度降低。
2. 熱蒸氣通入育苗室5分鐘後，濕度可達100%，這表示已達飽和點，再以後即呈現過飽和，是水蒸氣與空氣的混合，室內因此成霧狀，能見度極低。
3. 蒸氣育苗時因濕度為超飽和狀態，溫度亦高達30°C左右，在此種高溫高濕環境下，對秧苗發育情形如何，有待進一步研究。

(六)蒸氣與電熱器加熱所需費用比較：

費用別 熱源別	每月電費	15天育苗所耗電量	育苗箱及澆水工費	燃料費(焦炭)	育苗室管費	合計	比較
	元	度	元	kg	元		
電熱器	804	1620	600	0	300	3324	(+) 1,374
蒸氣	0	0	0	1350	600	1950	—

依據二種不同加熱方法比較其費用結果，蒸氣式育苗不僅有效，且所需費用亦比電熱式節省 $\frac{1}{3}$ 之費用。同時蒸氣鍋爐可使用農村栽培洋菇之鍋爐，更可減少成本支出。

#### 四、討 論

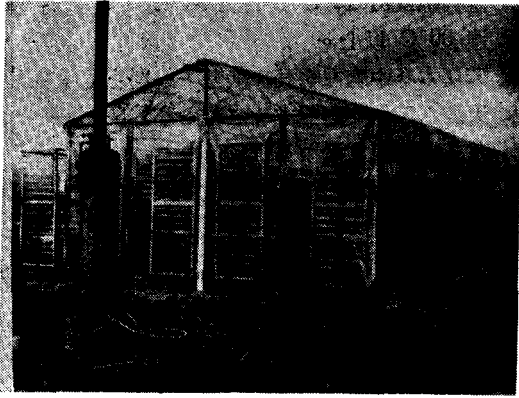
大型育苗室經研究試用蒸氣加溫結果，第一期作育苗期間，無論外界溫度降低多少，蒸氣在密閉之P. E. 塑膠室中均能發揮其擴散加熱效用，證實可代替電熱加溫之方法。同時本試驗又獲得以下幾點結論。

1. 蒸氣加溫後30分鐘內，可使得育苗室內溫度提高至24°C以上。1小時後可達30°C左右。如停止蒸氣之進入(關閉)，15分鐘內，其溫度隨即下降至22—24°C之間，仍然有保溫效果。
2. 全棟育苗室設計，分發芽室(前半部)，及綠化室(後半部)彼此分隔，使用蒸氣加熱時，由於熱源從發芽室進入，且發芽室空間較小，故其溫度較高(32°C)。後半部空間較大，其溫度只升到24—27°C之間，完全符合當初電熱加熱之要求。

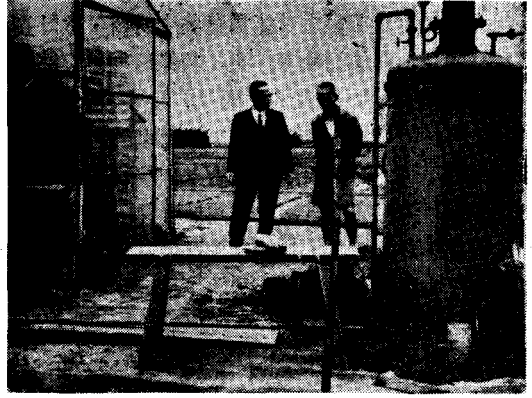
3. 蒸氣加熱保溫時，室內成霧狀，濕度達超飽和狀態，直接對秧苗每天應澆水二次之例行工作可完全免除。
4. 蒸氣進入育苗室為 $4.98 \times 10^7$ (cal/hr)時可以維持定溫，而散熱為 $6.29 \times 10^7$ (cal/hr)，其效率為12.6%。故今後應將育苗室門窗密閉，才能收到更高之加溫效果。
5. 蒸氣加熱所需之費用，只有支出焦煤一項而已，其成本比電熱器加熱可節省三分之一至一半。
6. 今後大型保溫育苗室如採用蒸氣加熱，則可免除電力裝設費及電熱設備費，直接可節省建造費每座約新臺幣一萬元以上。(即佔建造費約12%)。在推廣應用上更容易推行。
7. 本試驗結果證實，藉蒸氣式加溫育苗，可提供解決今後育苗室熱源來源之問題。為一項省電，省工，安全，有效，又經濟之加熱方法。

誌謝：本試驗為農復會補助經費，並蒙該會彭添松技正指導，臺大農工系甘俊二，張森富二先生提供寶貴意見和多方協助，謹致謝忱。

水稻保溫育苗室使用蒸氣加熱育苗經過



(1)大型保溫育苗室裝設鍋爐



(4)使用蒸氣加熱情形



(2)集中共同育苗製作苗箱



(5)農復會彭添松技正訪問農友使用蒸氣育苗之心得



(3)苗箱放置於育苗室內臺車上



(6)檢查蒸氣加熱後育成之秧苗生育狀況

## 摘 要

大型保溫育苗室之功能為藉集中育苗，按計劃進度實行播種，機械插秧等作業。其保溫加熱之熱源為電熱器，藉 110V 之電力供應 12 具 500W 電爐之需。惜因鄉村用電，電壓不夠，以致室外溫度低時，形成加熱不足，保溫無效之狀態。對培育秧苗之進度和發芽影響至鉅。本試驗為試用熱蒸氣通入育苗室中，代替電熱器之熱源，目的為升高溫度以培育秧苗，按時進行機械插秧作業。經試驗結果顯示如下幾點：

1. 蒸氣壓力 35Psi 時通入育苗室 30 分鐘後可使室內溫度由 18°C 升高至 24°C，1 小時後可達 30°C 以上。
2. 蒸氣本身中含有水分，熱源，一則可免除苗箱每天澆水工作。蒸氣本身之壓力和熱度，有助於育苗室內溫度之擴散效果。
3. 發芽室所需之 32°C 及綠化室所需 25°C 之條件，經蒸氣加熱結果，完全符合要求。
4. 蒸氣育苗證實可節省電力和加熱費用，不僅安全，且節省勞力，更可節省育苗室之建造費用。

## Summary

The purpose of this experiment Was to raise the green house temperature and keep it constant by using steam heating method

At the beginning stage, the heating System used electric heater to produce heat. The result was not desirable. The temperature of green house raised only from one to two degrees. Therefore, We changed the heat resource, used boiler to Produce Steam, and then conducted the steam into the house by pipeline. The heat of the steam radiated in the house. It raised the temperature from 9°C to 16°C. The house temperature raised to the interval between 25°C oncd 32°C. Thats a good or expected condition for growth-of seedlings.

Steam heating method are useful and convenient. It reduce the produce cost, keep the temperature constant and others. at present, it is the best heating method in Taiwan.

承包土木水利農地重劃工程

裕三營造廠

經理 曾 水 永

地址：彰化縣伸港鄉曾家村一六號  
電話：伸港 局 七 三 號

承辦各項土木建築水利工程

臺隆工程有限公司

經理 黃 武 雄

地址：新竹市文雅里成功路一〇六號  
電話：新竹局 六 〇 三 七