

韓國잔디(*Zoysia japonica* Steud.) 種子の 發芽促進에 關한 研究

全 遇 滂
國立農産物檢査所

Studies on the Germination Promotion of the *Zoysia japonica* seeds.

W. B. Jeon
National Agricultural Products Inspection Office (NAPIO)

Summary

In order to promote the germination of Korean lawngrass (*Zoysia japonica* Steud.) seeds a gravimetric seed selection with a mixed chemical solution and the germination promotion with KOH treatment were studied and following results were obtained.

1. When immersed into methanol (S.G., 0.7) 14 percent of immature seeds were precipitated.
2. With water (S.G., 1.0) 36.5 percent of mature seeds were submerged.
3. In a mixture of carbon tetrachloride (S.G., 1.6) and ethylether (S.G., 0.7) in a ratio of 4:6 the seed selection was most effective.
4. When treated with KOH solution the germination rate was 71.01 percent in contrast to 6.0 percent of germination without the treatment.
5. As for concentration of KOH solution, 15 percent depressed the germination (46.7%) whereas above 20% the germination rate was gradually increased (79.32%) up to 40 percent of concentration where the concentration started to depress germination ratio (77.32%).
6. Finally, in connection with the duration of KOH treatment, a time lapse of up to 20 minutes depressed the germinating ratio (70.02%) and 30 minutes to 45 minutes increased this ratio to 94.52 percent. 60 minutes of treatment depressed the germination to 75.62 percent.

I. 緒 論

잔디 (*Zoysia japonica* Steud)는山野草이나人類文化가發達함에 따라其需要가 점차 늘어나庭園, 公園, 運動場, 綠地帶, 골프場, 飛行場, 高速道路邊, 墓地公園(切土地 및 灌溉水路), 土壤保全等に 廣範圍하게 利用 되어지고 있다. 잔디가 이렇게 널리 利用 되고 있는 原因은 地面에 낮게 被

覆되므로 밟기가 좋고, 形態의 색깔이 아름답고繁殖力이 旺盛하며 밟기 깎기 病虫害 等に 強하여가꾸기가 容易하고 人畜에 無害하고 多汁植物이 아니어서 잔디 위에 앉아도 풀물이 들지 않는 등의 長點을 지니고 있다. 特히 耐寒 耐暑 耐旱 耐酸性이 強하므로 栽培하기가 어느 草種보다도 容易하기 때문이다.

잔디는 種子發芽가 잘 안되므로 stolon과 rhi-

zome에 의하여 번식되어지고 있어 外國으로 輸出이 不可能하고 國內利用에도 經費의 過多支出과 甕장을 떠 넘으로써 土砂의 流失이 甚하게 나타나서 土壤保全面에서도 큰 問題點으로 指摘되고 있다.

잔디는 豊富한 種子를 結實하고 있음에도 불구하고 種子繁殖이 不되는 原因은 發芽가 不良하기 때문이다.

그 原因을 分析한 結果 잔디種子是 内外穎을 갖춘 完全한 有胚乳種子^{14,15)} 로써 胚의 活力을 Tetrazolium Chloride의 生化學的 檢定^{12,13,20,21)} 으로 調査한 結果 거의가 活力反應을 나타내었다. 그러나 지금까지 發芽率이 20% 程度로 低調한 것은 發芽에 高溫과 變溫을 要求하며 好光性種子인 때문이다.

種子の 形態面에서 보면 길이 3mm 폭이 1.2 ~ 1.5mm 두께가 0.7mm로서, 1,000粒重이 0.62g이며, 1粒重이 478.5g의 小粒種子로서 穎이 革質¹⁴⁾ 이고 胚乳와 穎 사이에 空間이 있어서 穎의 抱合部에 氣泡가 생기므로 稔實種子라 하더라도 水選에서는 곧 沈降되지 않고 浮上하며 또한 歪卵形이여서 風選에 의한 選種이 어렵다.

잔디種子是 内外穎이 wax分을 0.6% 含有하고 있어 cellulose와 습하여 革質이 되어 단단하므로 種子發芽에 필요한 吸水 및 通氣를 防害하고 機械的 抵抗으로 因한 發芽가 抑制·遲延되는 것으로 생각되며 또한 잔디種子是 稔實率이 40~80% 程度로 低調하기 때문에 發芽率을 높이는 데는 整粒種子(完全健全種子)를 얻는 것이 第一 重要한 일이다.

本 試驗은 化學藥品의 比重을 利用하여 種子選別을 完全히 하고 또한 内外穎의 단단한 革質을 KOH로 軟化시켜 發芽促進과 發芽勢를 向上시켜 줌으로써 實生繁殖의 實用化方法을 究明코져 한 것이다.

II. 研究史

Zoysia japonica Steud는 耐旱 耐酸性이 強하고 밝기나 蔭기에도 좋으나 耐陰性이 弱하며 稔實率이 不良하고 種子の 發芽가 不良하므로 實生繁殖

을 하지 못하고 있다.^{1,2,3,4,5,6,7,8,10,16,17,22,24,25,26,27,28,29)}

Forbes等(1948)⁸⁾은 잔디種子에 對한 化學藥品, 機械的處理 및 覆土 깊이가 잔디種子發芽 試驗에서 系統間에 發芽率 差異가 없으며 機械的 方法으로 内外穎을 除去하거나 75% 黃酸으로 20分間 處理하면 發芽率이 顯著히 높았다고 報告하였다.

本多(1958)⁹⁾은 NaOH, KOH가 發芽에 영향함이 크다고 밝히고, 安田(1963)²⁴⁾는 잔디種子是 自家授粉인 경우는 27%, 他家授粉인 경우는 34% 發芽하였다고 하였으며, Uspulun 1,000倍液에 2~3時間 浸漬選別한 種子에서 77% 發芽하였다고 한다.

江原(1963)^{4,5)}는 잔디種子是 光線下에서만 發芽하는 好光性種子이며 30~33°C에서 發芽率이 높아지는 高溫性種子이고 黃酸處理를 하더라도 20~25% 以下에서는 處理效果가 없다고 보고하였다.

柳等(1964)²⁵⁾은 Uspulun 1,000倍液으로 選定하여 75% 黃酸으로 20分間 處理한 것을 -1~3°C의 低溫에 30日間 低溫處理하는 것이 發芽率이 높았다고 하였다. 또한 光線과 低溫處理는 發芽에서 補完作用을 하고 光線의 效果는 低溫의 效果보다 컸다고 한다.

李等(1965)¹⁶⁾은 Atonic 500倍에 12時間 處理로 發芽率을 49.17% 높이고, NAA 40,000倍液에 24時間 處理는 43.17% 이었고, NaOH 500 倍液에 24時間 浸漬은 62.5%로 發芽率이 높았다고 하였다.

柳等(1966)²⁶⁾은 잔디種子是 高溫·好光性 이나 低溫處理와 變溫處理를 하여 줌으로써 光線의 效果를 代置할 수 있다고 하며 잔디種子の 껍질을 完全히 除去하여도 光線이 없는 境遇에는 전혀 發芽하지 않는 것으로 보아 發芽抑制 作用은 胚또는 胚乳에 있는 것 같다고 하였다.

또한 柳等(1968)³⁰⁾은 잔디種子가 好光性임을 確認하고 gibberellin은 어느정도 發芽를 促進시키나 光線 및 低溫處理를 代置할 만한 效果는 없다고 하였다. 또한 KOH NaOH 處理가 發芽率을 90%까지 높이고 發芽勢도 높혔다고 하였다.³¹⁾

種子の 選別方法에 關하여 李等(1965)¹⁷⁾은 風

選·alcohol選·Uspulun 1,000倍液選에서 (South Dakota 900開口 1分間處理, Voltmeter 6)에 効果의 이었다고 하였다.

北村(1972)¹⁰⁾는 比重方法에 依한 種子選別을 하였던바 管理區産은 1.04, 非管理區産은 1.09의 比重이 適當하다고 하였다.

Ⅲ. 材料 및 方法

試驗 1. 揮發性藥液 比重에 依한 種子 選別

1) 供試材料

試料은 安養 近郊에서 7月 中旬에, 種子의 색 깔이 淡紫紅色 내지는 淡黃色인 것을 채취하여 陽乾하였다.

2) 方 法

잔디 種子의 選別을 水選에 依하면 임실 種자가 물에 浮上할 수도 있으므로 이를 解決하기 爲하여 浸透力과 揮發性이 강한 Carbon tetrachloride (C₂Cl₄, 比重 1.6) 藥液과 ethyl ether (C₂H₅O C₂H₅, 比重 0.7)를 混合한 比重 1.0液을 만들어 選種하였다(以下 混合比重液이라 稱한다). 選種時 種子를 3~4回 저어주고 1分後에 浮上種子(浮上中間에 있는 種子包含을 不稔種子로 計上하여 除去하였다.

種자는 건져서 即時藥液을 揮發시켰다.

處理種子의 檢定은 切斷方法에 依하여 胚의 有無로 稔實度를 確認하였다(100粒 4反覆). 그리고 種子의 内外穎腔內의 容積의 半을 基準으로 하여 큰 것은 稔實種子로 하였고, 選種은 methanol에서 먼저 選別하고 沈下種자와 浮上種자를 區分하여 다시 混合 比重液에서 選別하고 다시 水選하였다.

種子切斷은 浮上種子中 水選·混合比重液·methanol 選種에서 浮上한 種子를 各已 區分하여 하였고 沈下種자는 마지막 水選種子만 實施하여 충실도를 산출하였다.

試驗 2. KOH 處理가 잔디種子 發芽에 미치는 影響

1) 供試材料 — 前項과 同一

2) 方 法

藥液의 濃度는 純度 85%의 KOH를 15·20·

25·30·40%로 稀釋하여 處理하였고 處理時間은 10·20·30·45·60分間으로 區分하여 處理하였다. 藥液溫度는 30°C이며, 洗滌은 CH₃COOH 0.05%液으로 30分間 洗滌하여 잔디種자를 PH paper에 놓고 PH反應 4.5가 될 때까지 세척하였고 乾燥는 陽乾으로 하였다.

發芽試驗用 접시는 petridish 直徑 9cm를 使用하였고, 여과지 2枚를 깔고 증류수 4 ml를 注入한 뒤 100粒式 4反覆으로 Top of paper 方法으로 置床하였다. 發芽溫度는 35°C에 8時間, 20°C에 16時間으로 每日 變溫處理를 하였고 光線은 Diffuse light를 高溫期에만 照射시켰다.^{11,23)} 發芽期間은 14日間이고, 發芽率調査는 置床後 96時間 부터 每日 調査하고, 水分 補給은 置床當時의 水分을 維持시켜 주었다.

試料의 生命力 檢定을 國際種子檢定協會에서 共用하고 있는 2·3·5 Triphenyl tetrazolium Chloride 0.5% 液으로 檢定^{12,13,20,21)} 하였다.

Ⅳ. 試驗結果

試驗 1. 揮發性藥液 比重에 依한 種子 選別

carbontetra chloride(比重 1.6) 藥液 4對 ethyl ether 液(比重 0.7) 6의 比로 混合한 比重 1.0에서 잔디씨를 選種한 結果는 Table 2와 같다.

沈下種자는 methanol(比重 0.7)에서 74粒인데 混合比重液(比重 1.0)에서는 methanol에서 沈下된 것 中에서도 14粒이 浮上하여 60個이고 水選(比重 1.0)에서는 混合比重液에서 沈下된 60個中에서 36.5粒이 浮上하여 23.5粒만 沈下하였다.

浮上種자는 methanol에서 26粒, 混合比重液에서 40粒, 水選에서 76.5粒이었다.

이것은 methanol(比重 0.7)에 沈下된 種子中 半熟種자가 이보다 比重이 높은 混合比重液(比重 1.0)에서는 浮上하였기 때문이고 水選에서는 種자가 細粒이며 동시에 内外穎의 抱合이 한쪽만 이루어져 있고 다른 한쪽은 통채로 붙어있는 特異한 形態이기 때문에 内外穎內의 空氣가 水選時는 完熟種子도 浮上시키는데 作用하였다고 본다.

<실험2> KOH처리가 잔디종자발아에 미치는 영향

Table 1. Effect of specific gravity selection of *Zoysia japonica* seeds.

Specific gravity	Number of seeds	Methanol	Carbon T. C.	Water
		S. g. 0.7	(+) Ether S. g. 1.0	S. g. 1.0
Soaking				
Sinking	Total seeds	74	60.0	23.5
	Immatured seeds	14	0.0	0
Floating	Total seeds	26	40.0	76.5
	Matured seeds	0	0.0	36.5
Total	Matured seeds	60	60.0	60.0
	Immatured seeds	40	40.0	40.0
	Mat & Imma, seeds	100	100.0	100.0

Table 2. Effect of germination promoting of the *Zoysia japonica* seeds.

Soaking (min)	10	20	30	45	60	mean
Concentration (%)						
15	4.3	32.0	71.8	84.5	41.0	46.72
20	34.0	73.8	93.5	98.0	83.3	76.52
25	33.0	74.3	94.8	96.3	79.3	75.54
30	37.0	89.5	99.3	96.8	74.0	79.32
40	34.3	80.5	94.3	97.0	80.5	77.32
Mean	28.52	70.02	90.74	94.52	75.62	
Control	6.0					

※ LSD. at 0.05 (mean) 0.05=5.52
0.01=8.47

Table 3. Analysis of variance for the effect of germination promoting of the *Z.japonica* seeds.

Factor	df	SS	MS	F
Total	99	74,500.51		
Concentration (%)	4	14,499.95	3,624.98	177.87**
Time (min)	4	55,145.70	13,786.43	676.47**
Conc. x time	16	2,826.61	176.66	8.67**
Error	75	1,528.2	20.38	

採種直後の種子를 高濃度の KOH에 短時間 處理하여 CH₃COOH 0.05% 液으로 急速히 洗滌한 것을 陽乾으로 水分 10.5%까지 乾燥하여 發芽시킨 結果는 Table 2와 같다.

그리고 試驗結果를 統計處理한 結果는 Table 3과 같다.

濃度 處理時間 및 交互作用은 高度의 有意性을 나타내었다(p<0.01). 處理濃도에 있어서 15% 區는 發芽率이 20~40% 區에 比하여 有意의으로 낮고

20~40% 區의 各 濃度間에는 差異를 認定할 수 없었다. 處理時間에 있어서는 10分 處理區가 發芽率이 낮고 30分과 45分間을 除外하고는 各各有意差가 있으며 특히 30分과 45分에서는 共히 90% 以上 發芽하였다.

V. 考 察

잔디種子の 發芽促進 方法을 究明하고 이에 關

聯한 種子의 合理的 選種方法을 試驗한 結果를 考察하면 다음과 같다.

1. 揮發性藥液 比重에 의한 種子選別方法

選別方法을 發芽 carbontetrachloride(比重1.6)液과 ethyl ether(比重0.7)液의 混合比重液(比重1.0)을 가지고 選種한 結果 未熟·完熟으로 正確히 選別할 수 있는 것으로 究明되었으며 李等(1965)¹⁷⁾은 alcohol 50% 液比重選이나 Uspulun 比重液으로는 좋은 選種方法이 못되고 風選方法이 좋다고 하였는데, 이것은 選種의 良否基準을 發芽率을 가지고 評價하였는데, 잔디種子是 發芽가 不良하므로 여기에서 比重選의 合理的 方法을 求하지 못한 것으로 생각되며, 北村(1972)¹⁸⁾은 比重 1.04가 合理的 比重方法이라고 하였고 alcohol 65~80°C 溶液으로 沈下 種子에서 稔實種자를 얻었다고 하는데 水温 20°C에서 alcohol 65%는 比重이 0.92이고 80%에서는 比重이 0.86에 近似하므로 어느정도 높은 選程效果를 얻을 수 있으나完熟粒이 浮上할 機會가 많았다. 그 理由는 100% alcohol에 H₂O를 混合하여 65%의 alcohol로 만들면 浸透力이 약화하므로 比重이 1.0보다 낮더라도 種子의 特性上 完熟種子도 浮上하는 경우가 많기 때문이다. 그러나 混合比重液은 比重이 1.0 일지라도 比重液이 種子의 内外穎抱合部位로 急速히 浸透하여 内外穎腔内の 空氣를 순간적으로 脱氣시키므로 完熟種자를 浮上시키는 空氣의 氣泡를 발생치 않는다.

混合比重液(比重 1.0)으로 選種한 結果 發芽率이 完全에 가까운 成績을 나타내는 것으로 미루어 1.0(半熟種子도 沈下됨)은 發芽에 영향없는 程度의 比重이라고 사료된다. 그러므로 本 混合比重液은 잔디種子 選定에 最適의 方法이라 생각할 수 있다.

本 混合比重液의 利用은 범위가 넓은 것으로 기대되는데 藥液이 揮發하므로 沈下種자와 浮上種자의 粒數比率外에 重量比에도 水選에서와 같이 不稔種자가 完熟種子보다 過剩 吸水하는 오차를 防止할 수 있고 水選後 再乾燥에 所要되는 時間을 줄일 수 있으며 담배씨 채송하씨 낙엽송 종자等(比重調節後) 이제까지 水·風選이 不可能한 種子

에서도 正確히 選別할 수 있다고 사료된다.

또한 carbontetrachloride는 比重이 1.6이므로 混合比重液(比重 1.0 또는 任意製造比重液)에서 選別한 完熟種자를 다시 選別하면 鑛物質(比重이 極히 높은 異物質)만 沈下하고 完熟種자는 浮上하므로 純潔한 種자를 選種하는데도 도움이 된다.

2. KOH가 잔디種子 發芽에 미치는 영향

KOH 處理結果(表2)를 보면 KOH 濃度 15%에서 發芽率이 越等히 低下하고 20~40%에서 높은 것은 KOH의 高濃度가 鹼化作用을 促進시켜준 結果라고 생각되며 處理時間은 10分間에서는 濃度에 不拘하고 큰 效果를 얻을 수 없으며 20分後 以上은 高濃度로 갈수록 效果가 높아졌다. 濃度와 處理時間間에는 30%와 40%의 濃度에 30~45分間 處理하는 것이 가장 좋은 方法인 것으로 밝혀졌다. 이것은 柳等(1974)²¹⁾이 KOH·NaOH 處理가 잔디種자의 發芽에 效果가 있음을 報告한바 있고 李等(1962)¹⁶⁾이 NaOH 100倍液에 24時間 處理하면 發芽率이 62.5% 可能하다고 보고한 바와 같은 結果를 얻었다. 그러나 李等¹⁶⁾은 NaOH 500倍에서는 效果가 있으나 100倍에서는 오히려 發芽를 沮害한다고 報告하였는데 이것은 低濃度에 長時間 浸漬하면 alkali 藥液이 胚를 損傷시킨 原因일 것으로 생각된다.

本 試驗에서 KOH 30~40% 液에 30~45分間 處理한 後 CH₃COOH 0.05% 液으로 急速히 洗滌하여 乾燥하면 發芽의 效果가 좋은 原因을 分析하여 보면 잔디種자는 表面脂肪을 0.6% 含有한(分析結果) cellulose로 된 革質의 内外穎을 가지고 있는 穎果로써 胚의 位置가 内外穎의 抱合部に 存在하므로 다른 種자와 같이 外穎의 底部에 位置하여 穎의 保護를 받지 못하고 있는 特殊形態인데 잔디種자는 表面脂肪 때문에 水分吸收가 防害되며 단단한 革質의 内外穎 때문에 發芽의 機械的 障害를 주고 있는데 여기에 高濃의 KOH를 처리하여 줌으로써 内外穎에 含有한 脂肪에 saponification이 일어나고 이를 洗滌하여 줌으로써 種자의 内外穎은 脂肪分이 적은 無光澤 種子로 變하여 거칠은 cellulose가 남게 됨으로 通氣와 吸水

를 원만히 하고 發芽에 機械的 抵抗을 消去시켜 준 結果라고 생각된다. 洗滌에 있어서 水로 하면 完全한 洗滌을 하는데 時間과 물의 量이 많이 들고 不均한 洗滌로 藥液의 被害가 크게 發生한다. 잔디의 生育은 pH 4.5가 좋은데(北村)¹⁰⁾ 處理後 不完全 洗滌로 發芽에 強한 KOH가 作用하면 有害한 것으로 CH_3COOH 0.05%液은 pH 4.5程度인데 이것으로 洗滌하면 發芽에 酸의 被害가 없이 安全하게 洗滌된다.

잔디種子는 carbontetra chloride와 ethyl ether의 混合比重 1.0液으로 完熟에 가까운 種子만을 골라서 KOH 30~40%에 30~45分間 處理後 CH_3COOH 0.05%液으로 30分間 洗滌한後 乾燥하면 實生播種이 可能한 方法인 것으로 생각된다.

VI. 摘 要

한국잔디(*Zoysia japonica* Steud) 種子의 發芽를 促進시키기 爲하여 混合藥液 比重方法에 依한 選種方法과 KOH 處理에 依한 發芽促進 效果를 要約하면 다음과 같다.

1. 잔디種子는 methanol (比重 0.7)選에서 未熟粒이 14% 沈降하였다.
2. 水選(比重 1.0)에서는 完熟粒이 36.5%가 浮上하였다.
3. carbontetrachloride (比重 1.6) 4對 ethyl ether 6의 比로 混合한 比重 1.0液에서는 選別의 效果가 가장 높았다.
4. 잔디種子에 KOH 處理(平均 71.07% 發芽)는 無處理(平均 6.0% 發芽)에 比하여 發芽에 미치는 效果가 컸다.
5. KOH 濃度間에 15%에서는 發芽率이 低下(46.72%) 되고 있으나, 20% 以上에서는 濃度間에 有意差는 없이 점차 높아지다가(79.32%) 40%(77.32%)에서는 低下하였다.
6. KOH 處理時間은 20分까지는 發芽率이 低下(70.02%) 되었으나 30分과 45分間에서는 兩者間에 有意差 없이 94.52%까지 增加하고 60分에서는 다시 低下(75.62%) 하였다.

VII. 引用文献

1. 趙載英, 金鳳九(1968) 잔디種子의 發芽促進에 關한 研究. 韓國作物學會誌 4:125~129.
2. 丹羽鼎三, 高梨信文(1950) 日本芝の實生繁殖. 造園雜誌 41(1), 1~5.
3. 都棒鉉(1975) 잔디種子의 發芽促進에 關한 研究. 碩士學位論文, 1~46.
4. 江原薰, 鍋鳥英男, 兒鳥正信(1963) 芝類種子의 發芽에 關する 試驗. 西日本 green 研究所 研究成績報告書 2(1), pp.16~19.
5. ——— (1968) 芝草と芝地 養賢堂, pp. 9~17, 140~180, 243~248.
6. ——— 監修(1971) 飼料作物. 草地の 研究. 養賢堂, pp.307~313.
7. 永田藤雄(1968) 芝生づくり入門. 日東29-92.
8. Forbes I. J. and M. H. Forguson (1948), Effects of strain difference, seed treatment and planting depth on seed germination of *Zoysia* Spp. Agron. J. 140:25~32.
9. 本多, 松下博悟(1958) 日本芝種子의 發芽에 關する 研究. 造園雜誌 21(4), pp. 9~12.
10. 北村文雄(1972) 芝生と芝生用植物 加島, pp. 45~78.
11. ISTA(1966) Proceeding of the international seed testing association. pp.92~101.
12. 全遇滂(1963) 種子檢査概要. 國立農産物檢査所. pp.285~339.
13. 全遇滂(1968) 種子發芽力速測方法, 農檢, 季報 第10卷 第4號, 國立農産物檢査所, pp.59~62.
14. 鄭台鉉(1965) 韓國農産物圖鑑, 木草本類.
15. John Percival M. A. ScD. FLS (1935), Agricultural botany, pp.269~279.
16. 李鍾麟, 楊春培外 3人(1965)發芽促進物質 處理가 잔디種子 發芽에 미치는 影響, 農村振興廳園藝試驗場 試驗研究報告, pp.353~371.
17. ———, ——— (1965) 잔디種子選種 方法에 關한 研究, 農村振興廳園藝試驗場試驗研究報告, pp.373~386.
18. 中山包(1966) 發芽生理, 東京, pp.278~281.

19. —— (1966) 農林種子の発芽, 東京, pp. 218~225.
20. 宋栽炎 (中華民國53年) 種子生活力之速測法, pp. 1~41.
21. Tamay Ching (1972) Metabolism of germinating seeds, pp. 197~199.
22. 上原敬二 (1969) 芝生と芝庭, 加島, pp. 15~31.
23. USDA (1952) Testing agricultural and vegetable seeds Agri, Hand book No. 30.
24. 安田薫, 己信称, 張純女 (1963) 日本芝の受精と種子の発芽, 農業と園芸 38, pp. 109~119. 0
25. 柳達永, 韓相柱 (1965) 光線, 化學藥品 低温 및 種子年齡이 *Zoysia japonica* Steud의 種子發芽에 미치는 影響, 서울大學校 創立 60 周年記念論文集, pp. 15~28.
26. ——, —— (1966) *Zoysia japonica* 種子發芽에 미치는 環境要因에 對한 研究, 서울大學校 農生系 17, pp. 93~98.
27. ——, 廉道義 (1967) 低温處理 覆土 및 Polyethylen film 被覆이 *Zoysia japonica* 種子發芽에 미치는 影響, 서울大學校農生系 18, pp. 18~25.
28. ——, —— (1968) 播種期 種子年齡 및 覆土가 *Zoysia japonica* 種子發芽에 미치는 影響, 韓國園藝學會誌, 第4卷.
29. ——, —— (1968) 休眼前 尿素處理가 *Zoysia japonica* Steud의 再生力과 種子結實에 미치는 影響, 韓國園藝學會誌, 第4卷.
30. ——, 許文會, 廉道義 (1968) 光破長照度, 光處理期間 및 Gibberellin 處理가 *Zoysia japonica* 種子發芽에 미치는 影響, 서울大學校論文集, 農生系 19, pp. 88~96.
31. ——, 廉道義, 金一中 (1974) 種皮處理에 依한 韓國잔디種子の 發芽促進效果, 第15卷 第2號, pp. 187~193.
32. 尹益錫, 全遇滂, 李柱三 (1975) 심바디栽培 確立에 關한 研究, 韓國畜産學會誌, 第17卷 第1號, pp. 179~183.