

## 토양조건이 콩 下胚軸伸長성과 出芽에 미치는 영향\*

李成春\*\* · 金晉鎬\*\* · 徐洪日\*\* · 崔京求\*\*\*

### Effect of Soil Conditions on Hypocotyl Elongation and Emergence in Soybean\*

Sheong Chun Lee\*\*, Jin Ho Kim\*\*, Hong Il Seo\*\*, and Kyung Gu Choi\*\*\*

**ABSTRACT** : Several experiments were conducted to classify the variability of field emergence rate among the major soybean(*Glycine max.*(L) Merrill) cultivars. The results obtained are summerized as follows. The speed of emergence is highly correlated with diameter of hypocotyl. As increasing the seed depth, emergence percentage of small seed is higher than that of large seed, and emergence of large seed at seeding depth 5cm is higher than that of small seed, at seeding depth 7cm. Emergence percentage in clay, clay : sand(1 : 1), sand : vermiculite(1 : 1), clay : (1 : 1), sand, vermiculite are 65, 80, 84, 89, 90 and 91%, respectively. As the soil water potential was decreasing from -0.1 to -0.5 bar, emergence percentage is increasing. The highest emergence percentage was shown at -0.5 bar, and the lowest emergence percentage at -0.7 bar.

大豆는 種實에 蛋白質과 脂肪이 各各 40, 20% 内外 含有되어 있어 다른 穀物에 비해 吸水量이 많아야 發芽를 始作할 뿐 만 아니라 발아에는 많은 energy가 所要되는데 播種 後 甚한 降水로 因하여 一時的으로 浸水된다든지 地表面이 固結되어 出芽가 遲延되면 土壤微生物의 侵入으로 種子가 腐敗하기 쉽다.

圃場에서의 出芽는 溫度<sup>1,4,10,11,13,28)</sup>, 水分<sup>14,27,28,29)</sup>, 土性 等의<sup>6,20)</sup> 環境要因, 播種時期<sup>35)</sup>, 播種深度<sup>21,22)</sup>, 施肥方法등의 栽培技術과 種子自體의 下胚軸伸長力 等<sup>2,3,5,7,17,19,32,36)</sup> 諸般要因<sup>12,15,16,23~26,31,34)</sup> 이 複合的으로 作用하는 것으로 알려져 있다.

Fehr<sup>8)</sup> 등은 播種深度가 깊을 수록 出芽率이 顯

著하게 낮아지는데 그 程度는 下胚軸伸長이 不良한 品種이 良好한 品種보다 훨씬 甚하다고 하였고, Tekrony 등<sup>33)</sup> 은 種子熟度가 높을수록 出芽力은 점차 增加하지만 品種間 相異한 結果를 보였고, Johnson & Luedders 등<sup>18)</sup> 은 種子크기와 出芽率과는 無關하다고 하였으며, Fontes & Ohlrogge 등<sup>9,15)</sup> 은 같은 品種內에서도 小粒種이 大粒種보다 出芽가 빨랐다고 하여 研究者間的 서로 다른 結果를 보인 바 있다.

前報에 이어 本 研究는 韓國 主要 大豆 獎勵 品種들에 대하여 種子條件과 土壤環境條件이 出芽에 미치는 影響을 調査하였던 바 몇 가지 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바 이다.

\* 이 論文은 1989년 文敎部 支援 韓國學術振興財團 新進敎授 學術研究助成費에 의하여 研究되었음.

\*\* 順天大學校 農科大學(College of Agriculture, Suncheon National University, Suncheon 540-742)

\*\*\* 全北大學校 農科大學(College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 560-750)

## 材料 및 方法

### 1. 品種, 種子크기 및 土壤物理성과 出芽

供試品種은 下胚軸伸長 試驗結果 下胚軸伸長이 良好하였던 長莖콩, 普廣콩과 不良하였던 光教, 白雲콩 등 4品種을 Hoy & Gambel<sup>15)</sup>의 方法으로 種子크기를 大, 中, 小粒으로 各 품종당 100粒씩의 종자를 진흙, 모래, vermiculite, 진흙:모래(1:1), 진흙:vermiculite(1:1), 모래:vermiculite(1:1)의 6水準으로 混合한 土壤에 栽植距離 5cm×5cm, 播種깊이 2.5cm로 파종하여 25 ± 1℃로 調整한 incubator에 置床하여 24時間마다 出芽個體數를 調査하였다.

### 2. 土壤水分과 出芽

供試 品種은 實驗 1-3)<sup>25)</sup>과 同一品種이었다. 土壤水分含量 調節은 微砂質壤土를 150℃의 dry oven에서 乾燥 滅菌시킨 後 8 mesh로 쳐서 가로 15cm, 세로 25cm, 깊이 20cm의 plastic box에 넣고 上記 土壤을 硬度 약 0.2kg/cm<sup>3</sup>가 되도록 播種床을 作成한 다음 土壤水分含量(soil water potential)을 tentio meter로 -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5, -0.6 및 -0.7bar로 7水準으로 調節하여 土壤水分 變化를 막기 위해 box의 뚜껑을 덮은 다음 투명 vinyl로 密封하여 18日 동안 土壤水分을 同一하게 維持시킨 後 種子間隔 5×5cm로 幼根이 위로 向하도록 하여 2.5cm깊이로 播種하고 鎮壓은 하지 않는다.

播種한 다음 25±1℃로 調節한 seed germi-

nator에 置床하여 24時間 間隔으로 出芽個體數를 調査하였다.

### 3. 播種深度와 出芽

實驗1-3)과 同一한 品種을 供試하였다. 土壤條件은 진흙, 모래, vermiculite, 진흙:모래(1:1), 진흙:vermiculite(1:1), 모래:vermiculite(1:1)의 6水準의 土壤을 가로 60cm, 세로 30cm, 깊이 15cm의 鐵製 容器에 넣고 播種深度 2.5, 5.0 및 7.5cm깊이로 播種하였다. 播種한 鐵製 容器를 25±1℃로 調節한 seed germinator에 置床한 다음 24時間 間隔으로 出芽個體數를 調査하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 品種別 出芽

表 1은 Burris & Fehr方法<sup>3)</sup>으로 品種間 下胚軸伸長性을 調査하였던 바 下胚軸伸長性이 良好하여 播種 後 經過日數別로 出芽率을 나타낸 것이다. 下胚軸伸長性이 良好했던 品種의 平均 出芽率은 97%로 下胚軸伸長性이 不良했던 品種의 88%보다도 훨씬 出芽率이 좋았다. 品種別로 보면 下胚軸伸長이 좋았던 品種인 普廣콩, 長莖콩 및 銀河콩의 平均 出芽率이 各各 96, 97, 97%로 品種間 差異가 없이 매우 높았는데 長莖콩과 銀河콩은 播種 後 7日부터 出芽하기 始作하여 10日에는 거의 出芽가 完了되었으나 普廣콩은 調査를 끝마쳤던

Table 1. Varietal difference of soybean field emergence.

Hypocotyl classification	Varieties	Days after planting in silt roam soil								
		5	6	7	8	9	10	11	12	13
		%								
Long	Bogwangkong	0	0	29	59	43	72	72	72	96
	Janggyungkong	0	0	28	29	72	97	97	97	97
	Eunhakong	0	0	27	28	86	95	97	97	97
Short	Danyubkong	0	27	29	29	41	57	73	83	83
	Gwanggyo	84	95	95	95	95	95	95	95	95
	Begunkong	0	10	14	27	27	27	56	86	86

Table 2. Effects of seeding depth and seed size in soybean emergence under several soil composition at 25°C incubation.

Planting depth (cm)	Soil compositon	Percentage of emergence 14 days after seeding			
		Large	Medium	Small	Average
		%			
2.5	Clay	69	60	60	63
	Sand	82	85	75	81
	Vermiculite	82	82	69	78
	Clay : sand(1:1)	82	76	82	80
	Clay : vermiculite(1:1)	85	82	66	78
	Sand : vermiculite(1:1)	88	78	72	79
	Mean	81.3	77.2	70.9	76.5
5.0	Clay	79	61	54	65
	Sand	95	86	89	89
	Vermiculite	89	100	82	90
	Clay : sand(1:1)	85	86	68	80
	Clay : vermiculite(1:1)	89	97	86	85
	Sand : vermiculite(1:1)	82	86	85	84
	Mean	86.2	86.0	77.3	83.2
7.5	Clay	0	0	0	0
	Sand	75	75	94	81
	Vermiculite	75	82	75	81
	Clay : sand(1:1)	0	0	0	0
	Clay : vermiculite(1:1)	56	56	50	54
	Sand : vermiculite(1:1)	75	82	75	77.3
	Mean	46.3	47.3	49.3	47.6

13日에서야 出芽가 完了되었다. 下胚軸伸長이 不良하였던 短莖콩, 光教 및 白雲콩의 平均 出芽率은 各各 83, 95, 86%로 品種間 差異가 뚜렷하였는데 다른 2品種과는 달리 平均 出芽率이 높았던 光教는 播種 後 5日에 出芽率이 84%였고 다른 品種이 出芽를 始作하는 6日에 이미 出芽를 完了하였다.

圃場에서의 出芽는 下胚軸伸長性, 出芽力(downward force), 下胚軸 膨脹力(mg/cm) 등 種子 自體의 活力과 土壤溫度, 土壤의 出芽抵抗性 등의 環境要因이 複合的으로 作用하는데 下胚軸伸長性이 不良했던 光教 品種이 出芽力이 높았던 것은 短莖콩과 白雲콩에 비해 下胚軸 膨脹力이 컸

기 때문이 것으로 思料된다. 한편 下胚軸 直徑과 出芽率과의 相關關係를 보면 그림 1과 같다. 全體的으로 보면  $r=0.7590^{**}$ 으로 下胚軸 直徑이 크면 클수록 出芽率이 높게 나타났는데 이는 出芽率을 mg/cm으로 表示하는 下胚軸 膨脹力이 圃場出芽에 主要因子로 作用한다는 Knittle & Burris<sup>(20,22)</sup>의 報告와 類似한 結果였다.

## 2. 種子크기와 出芽

表 2는 播種深度別, 土壤組成別 및 種子크기別 出芽率을 나타낸 것이다. 播種深度 2.5cm에서 大粒種子の 平均 出芽率이 81.3%로 中, 小粒種子の 77.2%와 70.9%보다 거의 10%以上 出芽率이 良

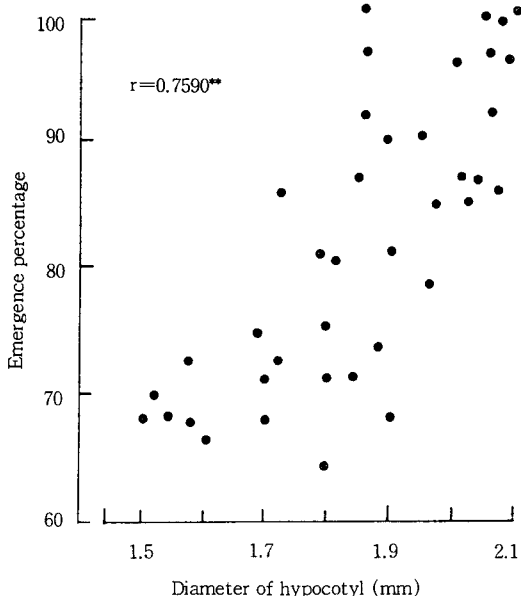


Fig. 1. Relationship between soybean field emergence and diameter of hypocotyl.

好하였다. 播種深度 5.0cm에서는 大, 中 및 小粒種子の 各各 平均 出芽率이 86.2, 86.0 및 77.3%로 大, 中粒種子是 거의 비슷하였으나 小粒種子에서만 出芽率이 10%程度나 낮았다. 播種深度 7.5cm에서는 大, 中 및 小粒種子の 平均 出芽率이 各各 46.3, 47.3 및 49.3%로 오히려 小粒種子が 大, 中粒種子보다 平均 出芽率이 높았다.

이 같은 結果를 놓고 볼때 播種深度가 漸次 깊어질수록 土壤의 出芽 抵抗力이 커져 種子表面積이 작은 小粒種子が 種子 表面積이 큰 中, 大粒種子에 比하여 出芽가 有利하였던 것으로 생각된다.

### 3. 100粒重과 出芽

表 3은 100粒重과 圃場 出芽率과의 關係를 下胚軸伸長性和 播種深度別로 나타낸 것이다. 下胚軸伸長性이 좋았던 品種은 모든 播種深度에서 負의 相關을 나타내 大粒種일수록 下胚軸伸長이 不良하였던 實驗 1의 結果와 類似하여 下胚軸伸長性이 出芽에 크게 影響을 미치는 것으로 생각된다. 播種深度 2.5cm에서  $r = -0.4177^{**}$ 으로 負의 高度 有意相關을 보였으나 5.0과 7.5cm로 播種深度

Table 3. Correlation coefficient of 100 seed weight and emergence percentage of soybean under several soil composition at 25°C incubation.

Hypocotyl classification	seeding depth (cm)	Correlation coefficient (r)
Long	2.5	-0.4177**
	5.0	-0.0748
	7.5	-0.1266
Short	2.5	0.3065**
	5.0	0.5222**
	7.5	0.4440**

가 깊어질수록 負의 相關을 보였을 뿐 有意性을 認定되지 않아 播種深度가 깊을수록 出芽에는 下胚軸伸長性 보다는 土壤의 出芽 低抗性이 크게 作用함을 알 수 있었다.

下胚軸伸長性이 작았던 品種에서는 播種深度 2.5와 5.0cm에서는 100粒重과 出芽率間에는 各各  $r = 0.3065^{**}$ 와  $0.5222^{**}$ 로 100粒重이 클수록 出芽率이 높게 나타났으나 播種深度 7.5cm에서는  $r = -0.4440^{**}$ 으로 負의 高度 有意相關을 보여 播種深度가 깊을수록 大粒種子の 出芽가 不良함을 나타낸 實驗2와 같은 結果를 보였다.

### 4. 土壤의 物理性和 出芽

出芽에 미치는 土壤의 物理性的 影響을 보면 表 2와 같다. 여러 播種深度中에서 出芽率이 가장 좋았던 播種深度 5cm를 基準하여 土壤組成別로 出芽率을 보면 진흙에서 65%로 가장 낮았으며 진흙 : 모래 (1 : 1), 모래 : vermiculite (1 : 1)에서 各各 80, 84%로 中間程度의 出芽率을 보였다. 모래, vermiculite 및 진흙 : vermiculite (1 : 1)에서 各各 89, 90 및 91%로 높은 出芽率을 나타냈다.

한편 土壤組成別로 下胚軸伸長과 圃場 出芽率을 보면 (表 4) 모든 土壤에서 下胚軸伸長性이 良好한 品種이 下胚軸伸長이 低調한 品種보다 出芽率이 높았는데 粘質土壤이기 때문에 出芽抵抗力이 큰 진흙에서 兩 品種間 出芽率이 各各 72, 50%로 出芽率의 差異가 가장 컸으나 出芽 抵抗力이 가장 작은 vermiculite에서는 各各 100, 100%로 下胚

Table 4. Effects of hypocotyl elongation on soybean emergence under several soil composition at 25 °C incubation.

Hypocotyl classification	Soil composition	Percentage of emergence
Long	Clay	72
	Sand	93
	Vermiculite	100
	Sand : vermiculite(1:1)	100
	Clay : sand(1:1)	87
	Clay : vermiculite(1:1)	72
	Short	Clay
Sand		79
Vermiculite		100
Sand : vermiculite(1:1)		93
Clay : sand(1:1)		72
Clay : vermiculite(1:1)		72

※ seeding depth 5cm.

軸伸長性和 無關하게 出芽力이 높았다.

出芽抵抗力이 가장 컸던 진흙이, 出芽抵抗力이 작은 vermiculite나 모래에 비해 出芽率이 낮았던 것은 土壤의 出芽抵抗力和 關係가 있는 것으로 생각되나 이는 strain gauge 등을 利用한 좀더 綿密한 研究가 必要하다고 본다.

圃場에서의 出芽는 種子 活力이 높을수록 出芽速度가 빠르고 또 均一하며 正常的인 立苗가 되는데 여기에는 여러 環境要因이 相互 複合的으로 作用한 結果로 나타나기 때문에 이에 대해서는 주도 綿密한 研究 檢討가 必要할 것으로 생각된다.

過去에는 圃場 出芽立苗를 向上시키기 위하여 播種 後 여러 要因에 의하여 出芽가 遲延될때에는 土壤微生物로부터 種子를 保護하였다가 正常的으로 出芽가 可能하도록 captan(N-trichloromercapto-4-cyclo-hexene-1, 2-dicarbox-imide)등 殺菌劑 등을 粉衣하여 使用하여 왔다. 그러나 오늘날 와서는 土壤汚染을 防止하기 위하여 土壤殺菌劑의 使用이 規制되고 있는 實情으로 polymer를 開發하여 種子에 coating하므로써 土壤中에서 土壤微生物의 侵入을 防止할 뿐 만 아니라 polymer가 定해진 溫度에서 自動으로 溶解되어 吸水를 始作 發芽하기 때문에 어느 때고 播種할 수 있어 大豆 播種期의 勞動力의 集中을 解

消할 수 있고, 또한 土壤을 汚染시키지 않기 때문에 여러가지 有利한 點이 많은 方法으로 美國 等地에서는 이에 對한 研究가 매우 활발히 進行되고 있는 實情인 바 우리도 여기에 대한 研究를 綿密히 遂行해야 할 것으로 생각된다.

### 5. 土壤水分과 出芽

表 5는 1.47g/lcc인 微砂質壤土의 水分 potential을 tensin meter로 調整하여 土壤水分 potential別 出芽率을 나타낸 것이다. 土壤水分 potential別 出芽率을 보면 土壤水分 potential이 -0.1bar ~ -0.5bar까지 낮아짐에 따라 出芽率은 順次的으로 높아지는 傾向으로 -0.5bar에서의 出芽率은 87.2%로 最高를 나타냈으나 -0.5bar보다 낮은 土壤水分 potential에서는 水分不足으로 因하여 오히려 出芽率이 낮아지기 始作하여 -0.7bar에서는 出芽率이 25.2%로 處理 土壤水分 potential 中에서 最低의 出芽率을 나타냈다.

이 같은 結果는 Heatherly & Russell<sup>14)</sup>의 土壤 出芽率은 土壤의 種類와 土壤水分 potential의 差 및 播種 後 經過日數別에 따라 다르다는 報告와 類似한 結果였으나 本 實驗에서는 播種 12日 以後의 出芽個體數는 變化가 없었다.

Heatherly & Russell<sup>14)</sup>의 研究에서는 13日가

Table 5. Influence of soil water potential for silt roam soil on percentage soybean emergence with time.

Soil water potential (bar)	No. of days after seeding								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%								
-0.1	3.5	10.3	15.7	28.2	31.2	37.7	43.6	48.3	56.2
-0.2	5.6	25.4	45.2	46.3	51.1	60.8	62.3	65.5	70.2
-0.3	0.0	18.1	23.5	37.4	42.5	46.2	53.6	62.7	71.4
-0.4	0.0	0.0	15.2	42.5	80.2	80.2	80.2	80.2	80.2
-0.5	3.6	4.7	20.5	21.7	50.2	60.3	80.4	83.2	87.2
-0.6	5.0	5.0	12.4	51.3	57.2	73.1	76.4	76.4	80.1
-0.7	0.0	0.0	0.0	2.7	6.4	15.2	19.0	24.1	25.2

지 出芽率이 높아짐을 報告한 것과는 약간 달랐는데 이는 供試 品種의 差異에 起因하는 것으로 생각된다.

#### 6. 播種深度와 出芽

播種深度와 出芽率과의 關係를 보면(表 9參照) 播種深度 5.0cm에서의 平均出芽率이 83.2%로 播種深度 2.5cm와 7.5cm의 各各 出芽率 76.5, 47.6%보다 越等하게 높았다. 播種深度가 淺았던 2.5cm에서는 出芽하는 過程에서 모래와 vermiculite에서 水分 不足現狀에 의해 全體的인 出芽率 이 낮게 나타났다고 생각된다. 播種深度 7.5cm에서는 거의 모든 土壤條件에서 深播로 인한 出芽抵抗을 받았던 것을 起因하는 것으로 出芽率이 매우 低調하였는데 特히, 진흙과 진흙:모래(1:1)에서는 전혀 出芽하지 못하여 出芽 過程에서 土壤에 의한 甚한 出芽 抵抗을 받았던 것으로 본다.

### 摘 要

大豆 省力栽培에 있어서 低調한 出芽·立苗率을 提高시키기 위한 基礎研究의 一環으로 種子條件과 土壤條件이 韓國 主要 大豆 獎勵品種들의 出芽에 미치는 影響을 調査하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 圃場出芽率은 下胚軸伸長이 良好한 品種이 不良한 品種에 비해 뚜렷하게 높았다.
2. 播種深度가 깊을 수록 種子表面積이 작은 小粒

種子가 큰 中, 大粒種子에 比하여 出芽抵抗력이 작아 播種深度 5cm以下에서는 大粒種자가 7.5cm에서 小粒種자가 出芽率이 높았다.

3. 土壤別 出芽率은 진흙에서 65%, 진흙:모래(1:1)과 모래:vermiculite(1:1)에서 각각 80, 84%였고 vermiculite, 모래 및 진흙:vermiculite(1:1)에서 각각 80, 90, 91%로 높은 出芽率을 나타냈다.

4. 土壤水分 potential이 -0.1bar에서 -0.5bar까지 漸次 낮아짐에 따라 出芽率은 順次的으로 높아져 -0.5bar에서 87.2%로 최고 出芽率을 보였으나 以後 낮은 potential에서는 水分不足으로 因하여 -0.7bar 出芽率이 25.2%로 最低值를 보였다.

### 引用文獻

1. Association of Official Seed Analysts. 1970. Rules for testing seeds. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 60:1-116.
2. Bialek, K and J.P. Choen. 1989. Free and conjugated indole-3-acetic acid in developing bean seeds. Plat Physiol. 91:775-779.
3. Burris, J.S. and W.R. Fehr. 1970. Methods for evaluation of soybean hypocotyl length. Crop Sci. 13:116-117.
4. Burris, J.S. and K.H. Knittle. 1975. Par-

- tial reversal of temperature dependent inhibition of soybean hypocotyl elongation by cotyledon excision. *Crop Sci.* 15 : 461-462.
5. Dornbos, D.L., R.E. Mullen and R.M. Shibles. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 29 : 476-480.
  6. Edje, O.T. and J.S. Burris. 1971. Effect of soybean seed vigor on field performance. *Agron. J.* 63 : 536-538
  7. Egli, D.B. and D.M. Tekrony. 1979. Relationship between soybean seed vigor and yield. *Agron. J.* 71 : 755-759.
  8. Fehr, W.R., J.S. Burris and D.F. Gilman. 1973. Soybean emergence under field conditions. *Agron. J.* 65 : 740-742.
  9. Fontes, L.A.N. and A.J. Ohlrogge. 1972. Influence of seed size and population on yield and other characteristics. *Agron. J.* 64 : 833-836.
  10. Gilmin, D.F., W.R. Fehr and J.S. Burris. 1973. Temperature effect on hypocotyl elongation of soybeans. *Crop Sci.* 13 : 246-249.
  11. Grabe, D.F. and R.B. Metzger. 1969. Temperature-Induced inhibition of soybean hypocotyl elongation and seedling emergence. *Crop Sci.* 9 : 331-333.
  12. Guldan and W.A. Brun. 1987. Effect of abscisic acid on amino acid uptake and efflux in developing soybean seed. *Crop Sci.* 27 : 716-719.
  13. Hatfield, J.L. and D.B.E. Gil. 1974. Effect of temperature on the of rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence. *Crop Sci.* 14 : 423-426.
  14. Heatherly, L.G. and W. J. Russell. 1979. Effect of soil water potential of two soil on soybean emergence. *Agron. J.* 71 : 980-982.
  15. Hoy, D.F. and E.E. Gambel. 1987. Field performance in soybean with seeds of differing size and density. *Crop Sci.* 27 : 121-126.
  16. Hsu, S.H., H.H. Hadley and T. Hmowitz. 1973. Changes in carbohydrate contents of germination soybean seeds. *Crop Sci.* 13 : 407-410.
  17. 池田武. 1985. 大豆の催芽種子による出芽・苗立ちについて. *日作紀* 54(3) : 205-209.
  18. Johson, D.R. and V.D. Lueders. 1974. Effect of planted seed size on emergence and yield of soybeans (*Glycin Max.*(L) Merr) *Agron. J.* 66 : 117-118.
  19. Inouye, J., S. Tanakanaru and K. Hibi. 1979. Elongation force of seedlings of leguminous crops. *Crop Sci.* 19 : 599-602.
  20. Knittle, K.H., and J.S. Burris. 1979. Soybean hypocotyl growth under field conditions. *Crop Sci.* 19 : 37-41.
  21. Knittle, K.H., J.S. Burris and D.C. Erbach. 1979. Regression equations for rate of soybean hypocotyl elongation by using field data. *Crop Sci.* 19 : 41-46.
  22. Knittle, K.H. and J.S. Burris. 1979. Effect of downward force on soybean hypocotyl growth. *Crop Sci.* 19 : 47-51.
  23. Kwlik, M.M. and R.W. Yaklich. 1982. Evaluation of vigor tests in soybean seeds : Relationship of accelerated aging, cold, sand bench, and speed of germination tests to field performance. *Crop Sci.* 22 : 766-770.
  24. 李成春·李洪宰·宋東錫. 1988. 在來大豆에 있어서 種子크기가 下胚軸 伸長性과 出芽에 미치는 影響. *順天大 農業科學研究* 2 : 75-82.
  25. 李成春·徐洪日·金晉鎬·崔京求. 1992. 콩의 種子크기, 溫度 및 GA處理가 下胚軸伸長에 미치는 影響. *韓作誌.* 37(1) : 68-77.
  26. Luedders ; V.D. and J.S. Burris. 1979. Ef-

- fects of broken seed coats on field emergence of soybean. *Agron. J.* 71 : 877–879.
27. McDonald, M.B., Jr. C.W. Vertucci and E. Roos. 1988. Soybean seed imbibition : Water absorption by seed parts. *Crop Sci.* 28 : 993–997.
  28. McDonald, M.B., Jr, C.W. Vertucci and E. Roos. 1988. Seed coat regulation of soybean seed imbibition. *Crop Sci.* 28 : 987–992.
  29. Muendel, H.H. 1986. Emergence and vigor of soybean in relation to initial seed moisture and soil temperature. *Agron. J.* 78 : 765–769.
  30. Scully, B. and J.G. Waines. 1987. Germination and emergence respons of common and tepary beans to controlled temperature. *Agron. J.* 78 : 287–291.
  31. Taylor, A, and D.J. Cosgrove. 1989. Gibberellic acid stimulation of cucumber hypocotyl elongation. Effects on growth, turgor, osmotic pressure, and cell wall properties. *Plant Physiol.* 90 : 1335–1340.
  32. Tekrony, D.M. and D.B. Egli. 1977. Relationship between laboratory indicates of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Sci.* 17 : 537–577.
  33. Tekrony, D.M., T.Bustaman, D.B. Egli and T.W. Pfeiffer. 1987. Effects of soybean seed size, vigor, an maturity on crop performance in row and hill plots. *Crop Sci.* 27 : 1040–1045.
  34. Wall, M.T., D.C. Mcgee and J.S. Burris. 1983. Emergence and yield of fungicide-treated soybean seed differing in quality. *Agron. J.* 75 : 969–973.
  35. Yaklich, R.W., M.M. Kulik and C.S. Garrison. 1979. Evaluation of vigor in soybean seeds : influence of date of planting and soil type on emergence, stand, and Yield. *Crop Sci.* 19 : 242–246.
  36. Yaklich, R.W. and M.M. Kulik. 1979. Evaluation of vigor test in soybean seed : Relationship of standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. *Crop Sci.* 19 " 247–252.