韓作誌(KJCS) 29(4): 416~421(1984)

登熟期間中 콩의 種實發達과 發芽能力

朴 根 龍*·朴 喜 運*

Seed Development and Germinability of Soybeans at Various Filling Stages

Keun Yong Park* and Hee Woon Park*

ABSTRACT

Six soybean cultivars were used to study their seed development and germinability after flowering, in 1977 and 1978. The earlier varieties showed the faster seed development, but indeterminate types resulted in slower development. The earliest germinability was found in 15 to 25 days after flowering when dried with the pod shell. The germination of the seeds dried without pod shell, however, was inhibited significantly in early seed filling stages. Regular germinability of the Hill cultivar in a cold test was 40-45 days after flowering, or 10 to 15 days earlier than the physiological maturity.

緒 言

作物의 登熟期間中에 發生되는 災害의 對備 또는 早期收穫을 目的으로 할 때의 種子로서의 價値를 評價하기 위하여 受精後의 種實의 發達과 發芽能力에 關係되는 硏究는 米·麥·옥수수 및 다른 作物에서 相當히 찾아 볼 수 있다.[1,3,5,6,7,8,10,13,14,19,21] 한편 콩에 대한 登熟期間中의 種實의 發達過程과 發芽能力에 關係되는 硏究結果도 相當히 있는데 種子로서 가장 좋은 熟期는 完熟 2 週前頃이라고 Anojulu[2]는 報告한 바 있고 種實의 乾燥粒重이 最高에 達하는 生理的 成熟期에 關한 硏究에서 Crookston & Hill[4]은 種實의 水分含量이 58%이고 水分減少로 因하여 種皮의 주름이 생기기 시작되며 꼬투리의 綠色이 完全히 없어진 때가 生理的 成熟期로 볼 수 있으며 꼬투리의 綠色이 없어지는 外觀이 生理的 成熟期를 가르키는 便利하고 單純한 指標라고 하였다. Tekrong 等[20]도 種實의 水分含量이 55~60%이고 種皮가 黃變함에 따라 同化作用이 停止되고 主莖에 달린 어느 한個의 熟莢이 나타나는 때가 生理的 成熟期라고 하였다.

Hill & Breidenbach[9]와 Rubel 等[18]은 登熟期間中 蛋白質含量은 開花後 25日頃에 이미 30%水準까지 높아지나 脂肪含量은 開花後 25日頃에 5%로 初期에는 낮았다가 開花後 40日頃에는 20% 水準으로 높아져 成熟 20日前頃이면 蛋白質과 脂肪 및 脂肪酸構成이 完熟粒의 것과 類似하게 된다고 하였다.

한편 Nagata[15,16]는 有無限伸育型 大豆品種間의 꼬투리 種實의 成熟肥大過程에 대해서 詳細하게 觀察한 바 있으나 發芽能力에 대해서는 硏究된바 없으며 Ozaki[16]가 日本北海道에서 十勝長葉品種을 利用 開花後 35日부터 5日間隔으로 80日까지 種子의 發達過程과 發芽能力에 대하여 報告한바 있는데 特히 收穫直後 脫粒乾燥한 것과 比較할 때 收穫後 포기째 追熟한(10~20日間) 效果는 뚜렷하여 圃場에서 5日間 더 生育시킨 것과 같은 肥大效果가 있었다고 하였다.

以上 外國에서는 多少나마 開花後 大豆種實의 發育과 發芽能力을 報告한 바 있으나 國內에서는 전혀 없는 實情으로 本硏究는 1974年度에 完工되어 冬季間에 大豆育種의 初期 世代促進에 크게 貢獻하고 있

* 作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon 170, Korea) 〈1984. 10. 2 接受〉

는 溫室栽培에 있어서 溫室利用期間을 短縮하여 燃料를 節約하거나 溫室內 生育期間을 最大限 活用하여 2期作을 할 수 있는 基礎資料 即 登熟期間을 效率的으로 短縮할 수 있는 收獲時期를 究明하고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 硏究는 1977～78의 2個年間 作物試驗場에서 實施되었다.

1977年에는 熟群이 다른 4品種 ; H-25(Ⅱ), 光敎(Ⅳ), 흰콩(Ⅴ)과 銀大豆(Ⅵ)를 6月 23日에 1978年에는 在來蒐集種인 舒川白豆(Ⅰ), 無限伸育型 水原 93號(Ⅳ) 및 흰콩(Ⅴ)을 6月 11日에 畦幅 60 cm, 株間 10 cm로 2粒點播하여 1株1本으로 栽培하였다. 施肥量은 10 a當 各各 N 2 kg, P_2O_5 5.6kg, K_2O 4.4kg을 全量 基肥로 하여 品種別로 36 m^2씩 (畦長 6 m × 10列) 播種하였다. 品種別로 開花盛期에 4～5日間 당일 開花한 꽃에 각기 다른 색깔의 실을 매어 開花日字를 表示하였다.

供試品種의 開花日數, 生育日數 그리고 登熟日數는 表 1, 2와 같다.

Table 1. Days to first flowering (F. F.) and maturing, and from flowering to maturing of varieties used in 1977.

Cultivar	Days to		Days
	F. F.	Maturing	F. F. - Mat.
H-25(Ⅱ)	31(7.23)	88(9.17)	57
Kwang-kyo(Ⅳ)	41(8.2)	106(10.5)	65
Hill(Ⅴ)	47(8.8)	118(10.17)	71
Eundaedu(Ⅵ)	50(8.11)	Immat.	Immat.

※ Planted: June 23.
Within ( ) indicates U. S. maturity group.

Table 2. Days to first flowering (F. F.), maturing and from flowering to maturing of varieties used in 1978.

Cultivar	Days to		Days
	F. F.	Maturing	F. F. - Mat.
Seochon-baekdu (dt_1, Ⅰ)	37(7.17)	86(9.4)	49
Suwon 93(Dt, Ⅳ)	35(7.15)	110(9.28)	75
Hill (dt_1, Ⅴ)	51(8.1)	117(10.5)	66

※ Planted: June 11.

1977年에는 發芽試驗(꼬투리로 10日間 室內 乾燥)만을 實施하였고, 1978年에는 發芽試驗과 함께 種實發達을 調査하였는데 種實發達은 開花後 11日부터 2日間隔으로 45～65日까지 生粒重, 乾粒重과 水分含量을 調査하였다.

每時期에 30粒씩을 收獲直後의 種實의 生粒重과 90℃에서 48시간 乾燥한 乾粒重의 差에서 水分量을 求하였다. 開花後 15日 (早生種)～25日 (中晩生種)부터 5日間隔으로 300莢程度를 收獲하여 收獲直後 脫粒한 生粒(A), 收獲直後 脫粒된 種實을 10日間 室內 乾燥(B), 꼬투리째 6日間 室內 乾燥(C)하여 濕室處理된 샤레에 置床, 25℃에서 發芽시킨 후 發芽率과 發芽日數를 調査하였다.

한편 꼬투리채 6日間 室內乾燥된 試料를 가지고 圃場發芽性을 檢討하기 위하여 低溫發芽試驗(cold test)을 하였다. 低溫發芽試驗은 殺菌하지 않은 흙과 모래를 3:1 (v/v)로 섞어 種子를 播種하여 10℃에서 7日, 25℃에서 4日間 處理한 후 發芽率을 調査하였다. 各 處理는 30粒씩 3反復으로 實施하였다.

結果 및 考察

1. 開花後 種實의 發達

1978年度에 舒川白豆, 水原 93號 및 흰콩에 대하여 調査한 開花後 日數에 따른 種實의 水分含量, 生粒重과 乾粒重의 發達過程은 그림 1, 2 및 3과 같다.

有限伸育型이며 早生種인 舒川白豆는 開花後 40日頃에 乾粒重이 最高値에 達하는데 水分含量과 生粒重은 開花後 35日頃부터 急激한 減少傾向을 보여서 乾粒重이 最高値에 達하는 時期의 水分含量이 60% 以內로 떨어졌다.

無限伸育型이고 中生種인 水原 93號는 登熟期間이 舒川白豆보다 거의 20日이나 더 길며 種實의 發達도 늦은 便인데 乾粒重의 最高値는 開花後 50～55日이며 水分含量이 60% 以內로 急激하게 減少되는 時期도 開花後 55～60日 사이에 이루어졌다. 한편 有限伸育型이면서 小粒晩生種인 흰콩도 水原 93號와 類似하여 生粒重과 乾粒重의 最高値는 各各 開花後 50～55日과 55～60日이었고 水分含量이 60%以內에서 急激하게 減少되기 始作되는 時期의 乾粒重이 最高値에 達하는 時期와 一致하고 있다.

따라서 生粒重이 最高値에 達하는 時期는 品種에

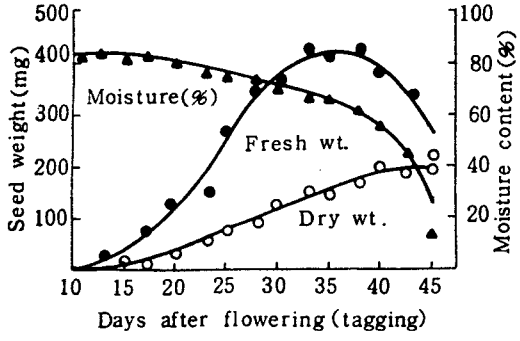

Fig. 1. Seed development of Seochon-baekdu (dt_1, I).

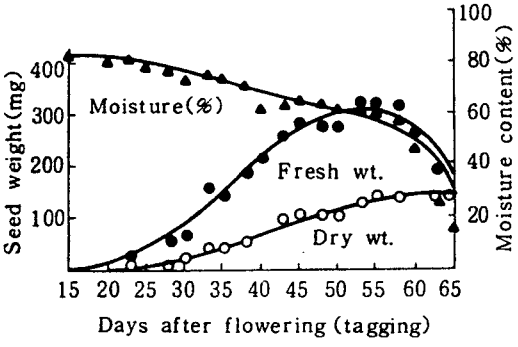

Fig. 2. Seed development of Suwon 93(Dt_1, IV).

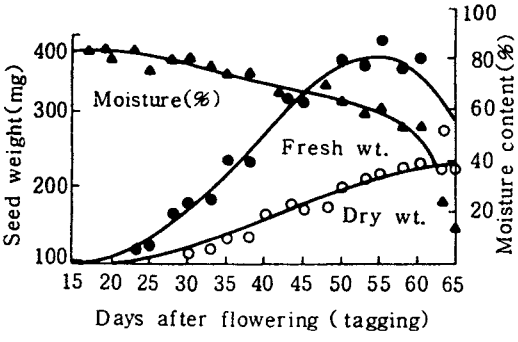

Fig. 3. Seed development of Hill(dt_1, V).

따라 開花後日數에 相當한 差異가 있으나 乾粒重이 最高値에 達하는 時期보다 約 半旬앞이 되는 것으로 推定되며 種實의 水分含量이 60%以內로 접어들고 乾燥速度가 빨라지는 時期와 乾粒重의 最大蓄積時期는 一致되는 것으로 보였다. 이러한 結果는 Crookston & Hill[4]과 Tekrony 等[20]이 報告한 바와 같이 種實의 水分含量이 60%以內로 될 때가 乾粒重이 最高에 達하는 生理的 成熟期라는 것과 一致되고 있다. 그런데 十勝長葉을 供試하여 北海道에서 試驗한 結果를 報告한 Ozaki 等[6]은 乾粒重의 最高値가 開花後 65日에 이루어지고 그때의 水分含量이 51%이며 生粒重 最高値는 開花後 50日에 이루어졌다고 하였는데 이는 登熟期間中의 溫度와 品種에도 多少의 變異의 原因이 되지 않나 생각된다.

乾粒重의 發達過程을 보면 各品種이 早晩生種間에 템포의 差異는 있으나 모두 直線的인 蓄積發達을 보여 어느時期를 特別히 重要視할 수는 없다고 생각된다.

2. 早晩生品種別 開花日數에 따른 發芽能力의 進展

H-25, 光教, 힐콩 및 銀大豆等 美國成熟群 II, IV, V, VI 의 早晩生別 品種의 開花後 登熟過程에서의 發芽能力을 보면 그림 4와 같다.

早生種인 H-25는 開花後 25日에 이미 90%以上의 發芽能力을 나타냈으나 中生種인 光教는 開花後 25日에 約 80%水準 그리고 30日에 90%以上의 發芽率을 보였고 晩生種인 힐콩과 銀大豆는 開花後 35日에 들어서서 90%以上의 健全한 發芽率을 보여 早晩生品種에 따라 顯著한 差異를 보였다. 이와같이 早晩生品種에 따라 發芽能力을 보이는 登熟期間의 差異가 생기는 事實은 이미 種實의 發達過程에서도 言及한 바와 같이 特히 早生品種일수록 登熟期間이 짧다는 것은 開花後 同化物質의 直接的인 蓄積面 또는 植物體에 蓄積된 營養物質의 移轉面에서 볼때 收量을 높일 수 없는 制限要素로 볼 수 있고 이러한 面에서 早生品種이 到花日數는 짧다 하더라도 登熟期間은 充分한 品種을 選拔하는 것이 育種面에서 考慮되어야 할 것으로 본다.

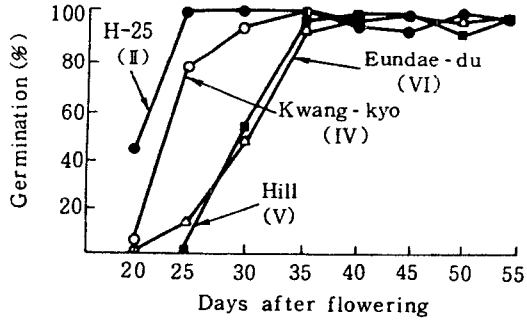

Fig. 4. Laboratory germiniation of seeds of 4 varieties natural dried for 10 days after harvesting at 5 day intervals(1977). ( ) indicates US maturity group.

3. 登熟期間中 收穫後 乾燥方法에 따른 發芽能力

舒川白豆, 水原 93號 및 힐콩의 早·晩生品種에 대한 開花後 登熟期中 收穫後의 乾燥方法에 따른 發芽能力은 그림 5, 6, 7과 같다.

舒川白豆에 있어서는 收穫直後 乾燥하지 않은 것이 1977年에 試驗한 H-25品種과 같이 開花後 25日에, 꼬투없이 10日間 乾燥한 것은 25~30日後에 그리고 꼬투리채 乾燥한 것은 開花後 20日의 것이 90%內外의 높은 發芽率을 보였고 水原 93號 品種에서는 脫粒하여 乾燥하지 않은 것이 開花後 40~45日後에 實用的인 發芽率을 보였는데 꼬투리 없이 乾燥된 것은 開花後 45日까지도 40%以下의 낮은 發芽率을 보였으며 꼬투리째 乾燥된 것은 開花後 30日에 높은 發芽를 보였다. 그리고 힐콩品種에서는 脫粒直後 乾燥하지 않은 것이 開花後 40日에, 꼬투리 없이 乾燥된 것이 開花後 40日 그리고 꼬투리째 乾燥된 것은 30~35日後에 健全한 發芽率을 보여서 收穫後의 乾燥方法에 따른 發芽能力에 顯著한 隔差를 보였다. 即 꼬투리째 乾燥된 것은 脫粒直後 乾燥없이 發芽시킨 것 보다 5~10日 빨리 健全한 發芽能力을 보였으나 꼬투리 없이 乾燥된 것은 脫粒直後 乾燥없이 發芽시킨 것 보다도 나쁜 結果를 보였으며 特히 水原 93號는 더한층 뚜렷이 나쁜 現象을 보였다. 또한 表3에서 볼 수 있는 바와 같이 3個品種에 대한 乾燥方法에 따른 發芽日數를 보면 脫粒直後 꼬투리째 乾燥된 것은 品種에 따라 多少 差異는 있으나 2.3~3日間이 걸려 가장 빨랐고 꼬투리 없이 乾燥된 것은 3.4~7日間으로 길어졌으며 乾燥되지 않은 生粒은 7.2~12.3日間이나 所要되어 가장 길었다. 또한 꼬투리째 乾燥된 것은 비록 正常的인 成熟期에 收穫된 것 보다는 떨어지지만 外型이 둥글고 주름살도 없는데 反하여 꼬투리없이 乾燥된 것은 種皮에 주름살이 잡히고 種實이 더 납작해져서 種子로서 外型的인 品質도 매우 떨어지는 것을 볼 수 있었다.

Ozaki 等[16]이 試驗한 結果에서 植物體 全體를 收穫 乾燥해서 脫粒한 種實은 脫粒 乾燥한 것에 比하여 5日以上 더 生育시킨 것과 같은 肥大效果를 認定하였는데 이는 植物體 또는 꼬투리에 蓄積된 養分의 移轉에 依한 것일 수도 있겠으며 本硏究에서는 꼬투리째 乾燥한 경우의 種實肥大效果를 測定하지 않아서 確言할 수는 없으나 꼬투리의 養分移轉의 可能性 또는 發芽抑制物質의 關與可能性을 提示하는 것으로 보이며 보다 깊은 硏究로서 밝혀져야 될 것으로 보인다.

한편 一般的으로 圃場發芽能力을 間接的으로 檢定

Table 3. Days to average germination ratio according to dried conditions of three cultivars(1978).

Cultivar	DAF[1)]	Fresh grain after harvest	Dried without pod shell	Dried with pod shell
Seochon-baekdu	25	7.8	4.4	2.0
Suwon 93	40	12.3	7.2	3.0
Hill	40	7.2	3.4	2.3

1) DAF: Days after flowering.

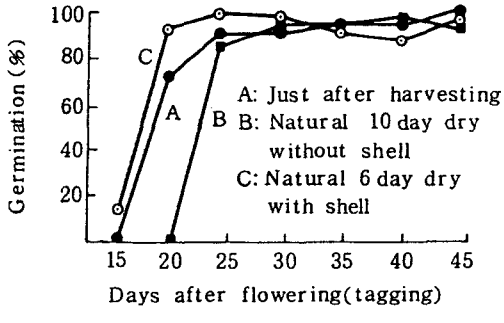

Fig. 5. Seed germinability of Seochon-baekdu dried with and without pod shell (1978).

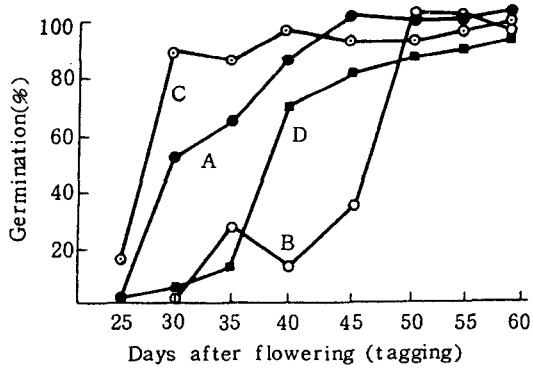

Fig. 6. Seed germinability of Suwon 93 dried with and without pod shell (1978).

Table 4. Fresh and dried grain weights of field germinable filling stage Compared with fully matured grain weights(1978).

Cultivar	Matured grain wt.	Days after flowering				
		25	30	35	40	45
Seochon- baekdu	219mg	124/34[1)]	168/52	-		
Suwon 93	170	-	-	98/29	130/41	155/53
Hill	143			95/26	129/38	155/50

1) Figures of left side of slash indicate fresh weights and right side indicate dried weights in percent compared with matured grain weghts.

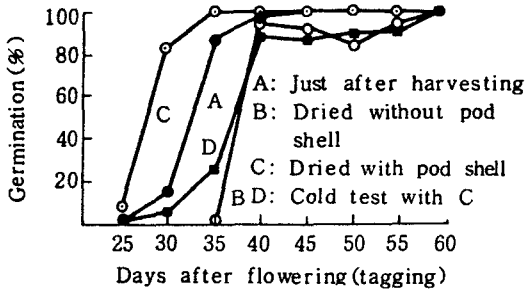

Fig. 7. Seed germinability of Hill dried with and without pod shell(1978).

하는 低溫發芽試驗結果(그림 6.7)를 꼬투리째 乾燥하여 正常溫度에서 發芽試驗한 結果(處理C)와 比較했을 때 똑같이 꼬투리째 乾燥한 뒤 低溫發芽試驗한 것(處理D)을 보면 80%內外의 健全한 發芽率을 나타내는 것이 흰콩 및 水原 93號 兩品種에서 10~15日程度의 差異를 보였으며 低溫發芽率은 開花後 40~45日이 지나야 正常的인 圃場發芽能力을 보이는 것으로 나타났다.

이와같이 圃場發芽能力을 나타내는 開花後 40~45日이 되는 때의 生粒과 乾粒重을 完全成熟된 種實의 粒重과 比較해 보면 表4와 같다. 即 꼬투리째 乾燥된 種實을 가지고 低溫條件에서 80%以上의 發芽率을 나타내는 水原 93號와 흰콩品種의 生育期는 開花後 40~45日인데 이때의 生粒重과 乾粒重을 完熟種實의 무게와 比較하면 水原 93號에서는 生粒重이 130~155%이고 乾粒重이 41~53%였고 흰콩에서는 生粒重이 129~155%이고 乾粒重은 38~50%였다. 이러한 傾向으로 舒川白豆의 圃場發芽性이 健全하게 發達된 登熟時期는 開花後 30日直前이 되는 것으로 推定되었다. 따라서 生理的 成熟期로 볼 수 있는 舒川白豆의 開花後 40日과 水原 93號와 흰콩品種의 開花後 55~60日을 考慮할 때 最少限 10~15日間은 빨리 收獲해서 使用해도 種子로서의 價値로서 充分하게 생각되며 生理的 成熟期는 莢이나 種實의 水分이 많기 때문에 露地狀態에서는 10~15日間程度는 더 기다려야 된다. 이런點을 考慮한다면 收獲時期는 20~30日間의 差異를 앞당길 수 있는 餘地가 있다고 보겠다. 다만 登熟中의 콩은 꼬투리째 6日間程度는 乾燥해야 되는 것을 計算에 包含시켜야 된다.

다만 本硏究는 夏季圃場에서 實施되었기 때문에 溫室栽培를 利用하는 世代促進上의 生育期間 短縮에 直接 活用될 수 있을 것인가 하는 것은 種實의 完熟粒重을 考慮하여 生粒重과 乾粒重指數를 利用하면 큰 問題가 없을 것으로 보며 보다 完全한 確信을 위해서는 實證試驗을 實施하는 것도 바람직하게 본다.

摘 要

大豆育種上의 世代促進 또는 生育期間 短縮의 可能性을 檢討하기 위하여 1977~1978 2個年間에 數個의 早·晩生品種을 供試하여 種實의 發達經過와 發芽能力을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 90%以上의 健全한 發芽率을 나타내는 登熟期는 早·晩品種間에 隔差가 컸는데 早生品種인 H-25와 舒川白豆는 開花後 20~25日에, 中生品種인 光敎와 水原 93號는 30日에 그리고 晩生品種인 흰콩 및 銀大豆는 開花後 35日부터 90%以上의 發芽率을 보였다.

2. 生粒重이 最高에 達하는 登熟期는 乾粒重이 最高에 達하는 生理的 成熟期보다 約 半旬前의 時期이며 種實의 水分含量이 60%以內水準에서 急激하게 減少되기 始作되는 時期가 乾粒重이 最高에 達하는 時期와 一致되었다.

3. 登熟期間中 收獲하여 生粒 그대로, 그리고 꼬투리째 乾燥된 것과 꼬투리 없이 乾燥된 것 間의 發芽率과 發芽日數에는 顯著한 差異를 보였으며 꼬투리째 乾燥한 것이 外型的인 種子로서의 品質이 낮고 生粒보다 5~10日間 빨리 健全한 發芽率을 보였다.

4. 生粒이나 꼬투리 없이 乾燥된 것은 發芽日數가 길어지는 結果로 發芽抑制物質이 關與되는 것으로 보였다.

5. 꼬투리째 乾燥한 것에 대한 正常 및 低溫發芽(10℃)試驗에서 힐콩과 水原 93號品種은 健全한 發芽率을 나타내는 것이 10～15日間의 差異를 나타냈으며 開花後 40～45日부터 正常的 圃場發芽能力이 있는 것으로 보였다.

6. 圃場發芽能力을 나타내는 時期의 힐콩과 水原 93號의 生粒重과 乾粒重은 完熟된 種實重과 比較했을 때 生粒重은 130～155%, 乾粒重은 40～50% 水準일 때였으므로 이것으로 早生種인 舒川白豆의 圃場發芽能力을 나타내는 時期는 開花後 30日直前이 되는 것으로 推定되었다.

7. 以上의 圃場發芽能力을 完熟期와 考慮할때 10～15日間은 빨리 收獲해서 꼬투리째 乾燥해서 使用할 수 있는 것으로 나타났다.

引 用 文 献

1. Aldrich, S. R. 1943. Maturity measurements in corn and an indication that grain development continues after premature cutting. J. Am. Soc. Agron. 35: 667-680.
2. Anojulu, C. C. 1977. Effect of sequential harvesting on soybean (*Glycine max* L.) seed quality. Field Crop Abst. 30(3): 69.
3. Bartel. A. T. 1941. Green seeds in immature small grains and their relation to germination. J. Am. Soc. Agron. 33: 732-738.
4. Crookston, R. K. and D. S. Hill. 1978. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. Crop Sci. 18:867-870. K. H.
5. Grabe. D. F. 1956. Maturity in smooth bromegrass. Agron. J. 48:253-256.
6. Harlan, H. V. 1920. Daily development of kernels of Hanchen barley from flowering to maturity at Aberdeen, Idaho. J. Agr. Res. 19: 393-430.
7. _____ and M. N. Pope. 1923. Water content of barley kernels during growth and maturation. J. Agr. Res. 23:333-360.
8. _____ and _____. 1922. The germination of barley seeds harvested at different stages of growth. J. Hered. 13:72-75.
9. Hill, J. E. and R. W. Breidenbach. 1974. Accumulation of the major protein components during seed development and maturation. Plant Physiol. 53:747-751.
10. 鄭丞根・朴勝義・朴根龍・咸泳秀. 1982. 옥수수 種實의 成熟度가 出芽 및 初期生育에 미치는 影響. 月堂朴贊浩博士回甲紀念論文集 : 46-51.
11. 鎌田悅男. 1952a. 大豆における子實の發育過程. (1). 特にその組織化學的觀察. 日作紀 20:296-298.
12. _____. 1952b. ditto (2). 特にその顯微化學的觀察. 日作紀 20:298-302.
13. Knittle, K. H. and J. S. Burris. 1976. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize. Crop Sci. 16:851-855.
14. Lee, J. I., K. S. Min and G. P. Choo. 1975. Influence of different maturing stages to seed germination power and dormancy in *Brassica napus* L. J. Korean Crop Sci. 20:100-106.
15. 永田忠男. 1967. 大豆の無限伸育性の育種學的意義. 第3報. 有限・無限伸育性品種の結實過程の差異. a. 莢及種子の成熟肥大. 育雜 16:25-32.
16. Nagada, T. 1967. Studies on the significance of indeterminate growth habit in breeding soybeans. IV. Varietal difference in the fruiting process attributable to the habit. Japan. J. Breeding 17(2): 59-64.
17. Ozaki, K., M. Saito and K. Nitta. 1956. Studies on the seed development and germination of soybean plants at various ripening-stages. Hokkaido Nat'l. Exp. Sta. Res. Bull. 70:6-14.
18. Rubel, A., R. W. Rinne and D. T. Canvin. 1972. Protein, oil and fatty acid in developing soybean seeds. Crop Sci. 12:739-741.
19. Tascher, W. R. and C. H. Dungan. 1928. Seedling vigor and diastatic activity of dent corn as related to composition of endosperm and stage of maturity. J. Am. Soc. Agron. 20:133-141.
20. TeKrong, D. M., D. B. Egli, J. Balles, T. Pfeifer and J. Fellows. 1979. Physiological maturity in soybean. Agron. J. 71: 771-775.
21. 山本健吾. 1936. 二, 三穀類種子の發育と未熟種子の發芽力. 農及園 11 : 152-156.