

裸麥의 播性에 대한 生理化學的 研究

V. 幼穗의 分化, 發育過程中 Peroxidase의 活性 및 Isozyme Pattern

崔善英* · 李康壽* · 朴基勛**

Studies on the Physiological Chemistry of the Spring Growth Habits in Naked Barley

V. Changes in the Isozyme Patterns and Activities of Peroxidase During the Differentiation

Sun Young Choi*, Kang Soo Lee* and Ki Hun Park**

ABSTRACT

This study was carried out to obtain the basic information for the clarification of spring growth habits mechanism of naked barleys. The isozyme patterns and activities of peroxidase in the young spike and leaf blade were analyzed during the differentiation and development of young spike.

The characteristic differences between the normal and rosetted type were in c and g isozymes in young spike, and in i isozyme in the leaf blade. In the normal type, c and i isozymes disappeared at the stage of spikelet differentiation, g isozyme at the stage of flolet differentiation. But, in the rosetted type, those three isozymes remained in dark stained condition until the time of final sampling. Especially, those three isozymes were higher in the rosetted type than those in the normal type even at the stage of bract differentiation(BDS), just prior to the reproductive stage.

The activities of peroxidase decreased slowly after BDS in the young spike and leaf blade in the normal type, While, in the rosetted type, increased linearly, and the degree of increasing was remarkable in the young spike. It was interesting that the degree of activities in young spike was higher in the rosetted type than that in the normal type even at BDS. From the above results, the remarkable differences of the isozyme patterns and activities at BDS between the normal and rosetted type were considered to be the physiological expression of the varieties concerned with the degree of spring growth habits.

緒 言

裸麥에 있어서 幼穗分化는 營養生長期의 苞分化 期로부터 生殖生長期로의 移行을 나타내는 二重隆起 分化期를 거쳐야만 그 후 小穗始原體分化期, 小穗

分化期, 顯花分化期の 發育이 進行되는데 이와같은 幼穗의 分化 및 發育段階는 주로 各品種의 低温春 化感應程度에 따라 크게 다르다.⁵⁾

일반적으로 秋播型 品種을 春播하면 播種期 移動에 따라 出穗反應에 심한 差異가 나타나는데 이때 秋播性程度가 낮은 品種은 苞分化期로부터 二重隆起

* 全北大學校 農科大學 農學科(Dept. of Agronomy, Jeonbug National University, Jeonju 520, Korea)

** 湖南作物試驗場(Honam Crop Experiment Station, Iri 510, Korea) <1986. 8. 18. 接受>

分化期를 거쳐 正常出穗하게 되나 秋播性 程度가 높은 品種은 低溫春化感應程度가 크게 不充分하면 二重隆起의 分化조차 이루어지지 않고 결국 座止枯死한다.

崔^{6,7,8)}, 崔·李⁹⁾는 稷麥에 있어서 幼穗의 分化 및 發育過程, 種子發芽過程 그리고 登熟過程中 各種 物質變化를 조사 報告한 바 있는데 秋播性程度가 다른 稷麥에서 二重隆起의 分化가 이루어진 경우에만 β -alanine 을 確認하였으며 또 正常出穗 品種과 座止品種의 幼穗와 葉身에서 일어나는 窒素化合物, 磷酸化合物 및 炭水化合物 등의 物質代謝, 특히 核酸態磷과 不溶性窒素의 含量 및 그 含有率이 각각 크게 다른 것을 確認하고 二重隆起의 分化가 이루어지지 못하는 것은 不充分한 低溫春化感應程度가 原因이 되어 花成에 有利하게 關與하는 植物體의 物質代謝에 異常이 생겨 二重隆起의 分化가 抑制되는 것으로 推定하였다.

이와같이 二重隆起의 分化 有無에 따라 物質代謝에 큰 差異를 나타내는 것은 酵素의 活性和 관련된 必然인 生理現象일 것이므로 播性生理機構의 解明을 위해서는 酵素에 대한 研究가 必要할 것으로 생각한다.

Peroxidase 는 植物의 各 器官에 널리 分布되어 많은 物質代謝에 참여하고 있으며 植物生長調節物質인 IAA^{13,21)}, GA²⁷⁾ 및 ethylene¹⁴⁾ 등과 密接한 關係가 있을 뿐만 아니라 Catalase¹⁸⁾ 등의 酵素와도 관련이 있으며 또 Phenol 類의 酸化 및 細胞의 lignin 化²⁶⁾를 비롯하여 各種 物理的인 障害, 病害, 傷害 및 環境變化에도 關係가 있으며^{3,29)} 植物體 各 器官의 分化 및 發育에도 相互關聯^{1,17,23,31)}이 있는 것으로 보아 麥類의 播性生理와도 重要한 關係가 있을 것으로 생각된다.

本 研究는 秋播性程度가 相異한 正常出穗品種과 座止品種에 있어서 幼穗의 分化 및 發育過程中 幼穗와 葉身に 含有된 peroxidase 의 isozyme pattern 과 活性를 測定, 比較하여 播性生理機構의 解明을 위한 基礎資料로 삼고자 遂行되었다.

材料 및 方法

材料: 供試品種은 1984 年에 完州분쌀보리(春播型), 영산보리(兩節型) 및 論山稉 1-6 號(IV) 3 品種을 湖南作物試驗場에서 分讓받아 供試品種中 論山稉 1-6 號의 出穗可能限界播種期 이후인 3 月 30 日

에 全北大學校 農科大學 田作圃에 播種하였으며 施肥는 全北農村振興院 慣行法에 따랐다.

正常出穗한 完州분쌀보리와 영산보리는 幼穗의 分化 및 發育段階에 따라 苞分化期, 二重隆起分化期, 小穗分化期 그리고 穎花分化期の 4 회에 걸쳐 幼穗(節位組織包含)와 葉身으로 나누어 材料를 採取하였으며 座止枯死한 論山稉 1-6 號는 苞分化期(5 月 3 日)以後 7 日 간격으로 4 回 採取하여 各 品種 共히 急速凍結乾燥後 分쇄하여 -20°C 에 保存하였다.

試料精製: 保存中인 粉末材料 0.2 g 을 3 ml 의 Tris-HCl buffer (pH 6.8)에 混合하여 4°C 에서 24 時間 抽出하고 4°C 에서 30 分동안 遠心分離(10,000 g) 한 다음 그 上澄液을 酵素 抽出液으로 하여 peroxidase 의 電氣泳動과 活性測定에 使用하였다.²²⁾

Acrylamide gel 電氣泳動: Laemmli²²⁾와 Davis¹⁰⁾의 使用法을 參考하여 內徑 0.5 cm, 길이 7.5 cm 의 Column 에 5.5 cm 의 分離用 gel (pH 8.9, 7.5% acrylamide)을 만들고 그 위에 0.5 cm 의 濃縮用 gel (pH 6.8, 3% acrylamide)을 만들어 Sugar 를 첨가한 酵素抽出液을 濃縮用 gel 위에 Column 당 100 μ l 씩 注入하고 Column 당 3-4 mA 의 電流가 흐르도록 하였다. Tracking dye 로는 bromophenol blue 를 使用하였으며 泳動이 끝난 gel 은 즉시 benzidine 溶液에 浸漬하여 band 가 明確할 때까지 發色시켰다. Benzidine 溶液²⁸⁾은 benzidine 1 g 을 초산 9 ml 에 녹인 후 蒸溜水 40 ml 를 가한 容液 10 ml 에 0.9% 의 H_2O_2 10 ml 와 蒸溜水 40 ml 를 混合 調製하였다.

活性測定: Peroxidase 의 活性測定은 Gibson and Liu¹²⁾의 使用法에 따라 benzidine 溶液(benzidine 1.8 μM , H_2O_2 0.9 μM , pH 6.0) 2.9 ml 에 0.1 ml 의 試料液을 混合하여 1 分간 反應시킨 後 3 ml 의 蒸溜水를 더한 다음 Baush and Lomb Spectrometer 로 610 nm 에서 吸光度를 測定하여 unit 를 구하였다. Unit 는 0.2 g 당 反應 1 分에 대한 吸光度數值로 算出하였다.

結 果

供試品種中 論山稉 1-6 號(IV)의 出穗可能限界播種期 이후인 3 月 30 日에 播種한 供試品種의 出穗期는 完州분쌀보리 5 月 29 日, 영산보리 5 月 30 日이었으며 論山稉 1-6 號는 最終材料採取時期인 5 月

24일까지 二重隆起의 分化조차 이루어지지 않은 채 결국 座止枯死하였다.

播性程度가 다른 稈麥品種에 있어서 幼穗의 分化 및 發育過程中 正常出穗品種(正常型)과 座止品種(座止型)의 幼穗(生長圓錐)와 葉身에서 나타난 peroxidase의 isozyme pattern과 活性變化를 살펴보면 다음과 같다.

1. Peroxidase의 isozyme pattern

幼穗에서 peroxidase의 isozyme pattern (Fig. 1)은 正常型の 경우, 苞分化期에는 모두 7개의

isozyme 이 나타났는데 二重隆起分化期에는 e와 f isozyme 이 前期에 비하여 淡染으로 되었고 小穗分化期에는 以前까지 淡染이었던 c와 d isozyme 이 消滅되고 以前까지 濃染이었던 g isozyme 도 淡染으로 되었으며 穎花分化期에는 e, f 및 g isozyme 도 消滅되어 幼穗가 分化, 發育됨에 따라 甚한 質的인 變化를 보였다.

座止型的 경우에는 苞分化期에는 모두 7개의 isozyme 이 관찰되었는데 正常型에 비하여 c와 g isozyme 이 濃染된 것이 特徴的이며 5月 10日에 採取한 材料에서는 c, d, e 및 f isozyme 이 각각

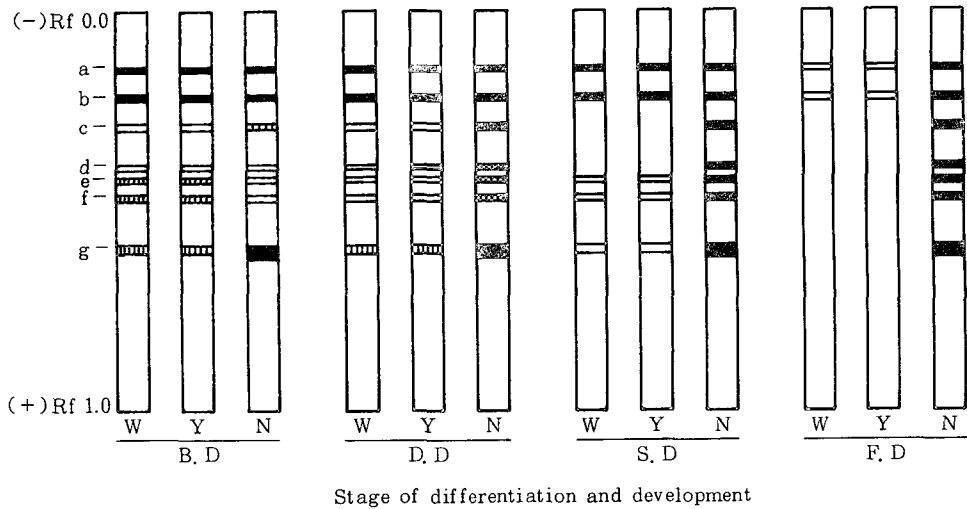


Fig. 1. Diagrammatic representation of peroxidase isozymes in the young spike during the differentiation and development of young spike.

W; Wanjubomssalbori. Y; Youngsan bori. N; Nonsankwa 1-6.

B. D; the stage of bract differentiation.

D. D; the stage of double ridges differentiation.

S. D; the stage of spikelet differentiation.

F. D; the stage of floret differentiation.

以前보다 濃染되었고 다시 5月 17日에 採取한 材料에서는 以前까지 多小 濃染이었던 d, e 및 f isozyme 까지 濃染되어 7개의 isozyme 모두가 같은 程度의 色調로 濃染되었고 5月 24日에 採取한 材料에서는 더욱 濃染되는 傾向이었다.

한편, 葉身 (Fig. 2)에서는 正常型的 경우, 苞分化期和 二重隆起分化期에 각각 2個의 isozyme 이 거의 同一하게 나타났고 小穗分化期에는 以前까지 淡染이었던 i isozyme 이 消滅된 채로 그후 變化가 없으며 座止型的 경우에는 苞分化期에 正常型的 경우와 同一한 2個의 isozyme 이 나타났는데 다

만 h isozyme 이 正常型에 비하여 濃染인 채로 最終材料採取時期까지 同一한 pattern 으로 계속되었다. 아울러, 本 實驗에서 나타난 各 isozyme 의 Rm 値는 幼穗에서 a; 0.16, b; 0.23, c; 0.30, d; 0.41, e; 0.43, f; 0.48, g; 0.60 이었으며 葉身에서는 h; 0.13, i; 0.60 으로 測定되었다.

2. Peroxidase의 活性

幼穗의 分化 및 發育過程中 peroxidase의 活性程度를 보면 Fig. 3 및 Table 1과 같다.

幼穗에서의 活性은 正常型的 경우, 苞分化期(7.6

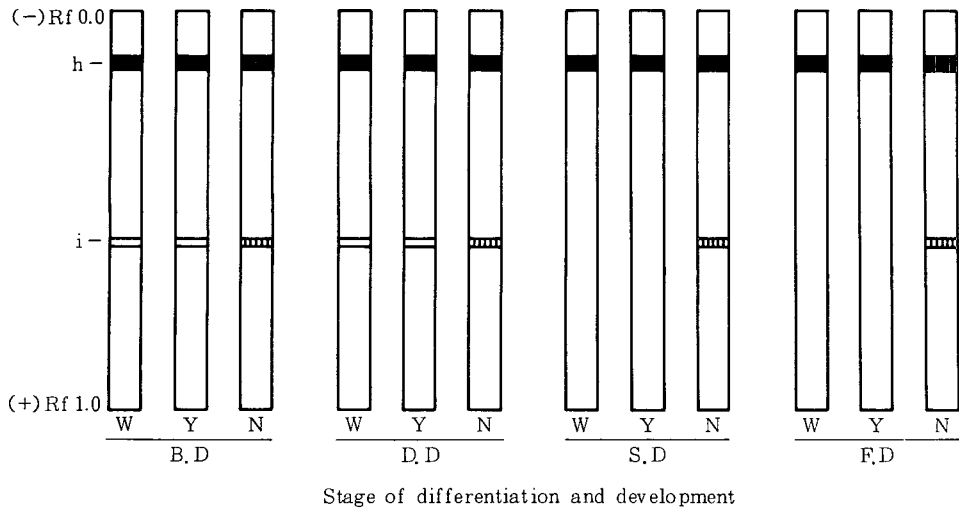


Fig. 2. Diagrammatic representation of peroxidase isozyme in the leaf blade during the differentiation and development of young spike. Symbols are the same as in Fig. 1.

Table 1. Peroxidase activities in the young spike and leaf blade during the differentiation and development of young spike.

Stage	Nonsankwa 1-6		Wanjubomssalbori	
	Y	L	Y	L
BD	9	3	7.6	4.5
DD	13	4.5	6.7	4.0
SD	18	6.8	4.9	3.2
FD	24	9.4	1.8	2.9
LSD (0.05)	3.2	2.3	2.9	NS

Y; young spike. L; leaf blade.
Symbols are the same as in fig. 1.

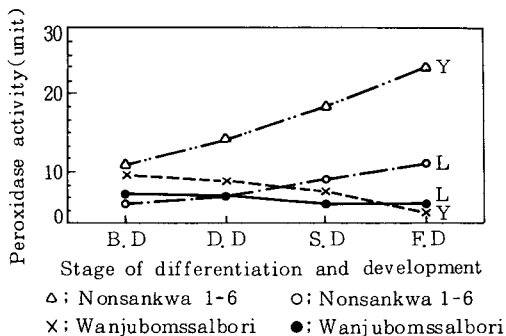


Fig. 3. Changes in peroxidase activity in the young spike and leaf blade during the differentiation and development of young spike. (Y); young spike. (L); leaf blade. Symbols are the same as in Fig. 1.

unit) 以後 계속 완만한 減少를 보여 顯花分化期에는 苞分化期の 약 25%로 크게 減少하였는데 座止型의 경우에는 苞分化期(9 unit) 以後 계속 急激한 增加를 보여 最終材料採取時期인 5月 24日에는 苞分化期の 약 3倍로 크게 增加하였다.

한편, 葉身의 경우에도 正常型에서는 減少하는 傾向이었으나 座止型에서는 오히려 완만하기는 하나 계속하여 增加하는 傾向이 뚜렷하였다.

考 察

1. Peroxidase 의 isozyme pattern

幼穗의 分化 및 發育過程中 正常型의 경우, 幼穗나 葉身에서 幼穗가 分化發育되어 감에 따라 isozy-

me의 수가 점차減少되거나 그色調가 淡染되어 質的, 量的으로 큰 變化를 보였으나 座止型的 幼穗와 葉身에서는 苞分化期 이후 最終材料採取時期까지 isozyme 數의 減少는 볼 수 없고 오히려 그色調가 濃染되는 傾向이어서 低溫春化感應程度가 充分한 경우와 不充分한 경우와의 isozyme pattern 이 크게 다른 것을 나타내고 있다. 이러한 現象은 秋播性程度에 따른 低溫春化感應程度와 그 體內生理條件에 支配되어 일어나는 peroxidase의 代謝的 表現일 것인데 이는 春化感應程度가 充分한 경우에는 特定 isozyme 을 包含하여 이 酵素의 合成代謝가 抑制되고 不充分한 경우에는 오히려 그 代謝가 促進되는 것으로 解釋되므로 peroxidase 含量의 高低와 幼穗分化와의 사이에는 相關이 있는 것 같다. 또 正常型이나 座止型에 不拘하고 幼穗와 葉身에서의 isozyme pattern 이 質的으로 크게 다른데 이는 同一植物에 있어서도 各 器官의 生理的機能이 다른 것, 즉 器官의 特殊性²⁴⁾과 關聯된 現象으로 보인다.

Siegel³¹⁾ 등에 의하면 peroxidase의 isozyme pattern은 植物의 分化 및 發育過程의 生理現象과 關聯이 있고 李²⁵⁾도 植物의 分化, 發育에 따라 peroxidase의 isozyme pattern이 變化한다고 報告한 것으로 보아 正常型的 幼穗나 葉身에서 特定の isozyme 이 점차 淡染되거나 消滅되는 것은 分化 및 發育段階와 關聯된 그 時期의 生理的 變化로 볼 수 있고 이러한 體內 生理的 變化가 幼穗의 正常的인 分化나 發育에 有利하게 關與하는 것으로 생각되며 座止型的 幼穗에서 各 isozyme 이 濃染되었거나 되어가는 現象은 이들 isozyme 의 量的인 增加 또는 蓄積이 二重隆起의 分化가 이루어지지 못하는 것과 깊은 관계가 있는 것 같다. 특히, 生殖相으로의 移行이 일어나기 直前인 苞分化期에서 幼穗에서는 c와 g isozyme 이, 葉身에서는 i isozyme 이 각각 正常型보다 座止型에서 濃染으로 나타난 것은 同一播種期の 同一環境下에서도 低溫春化感應程度에 따라 特定分化 段階의 酵素代謝에 差異가 있음을 나타낸 것으로서 이들 isozyme 의 代謝的 機能이 하나의 原因이 되어 花成에 有利하게 關與하는 物質代謝系에 不利한 影響을 주어 二重隆起의 分化가 이루어지지 못하게 되는 것이 아닌가 생각된다.

이와 關聯하여, 葉身에서 i isozyme 의 濃淡度가 兩型間에 差異가 있는데 이러한 現象은 核酸態燐, 不溶性窒素 등⁸⁾에서도 言及된 것으로 보아 이 時期의 葉身은 溫度, 日長 등의 環境條件에 支配되

어 物質代謝가 變動하기 쉬운 상태에 있다는 것을 意味하는 것으로 解釋되므로 葉身의 peroxidase isozyme 도 二重隆起의 分化와 不可分의 關係를 가진 酵素의 하나라는 것을 잘 나타낸 것으로 생각된다.

또, Fukushi¹¹⁾는 小麥의 發芽 및 春化過程에서, Ishikawa 등¹⁵⁾은 小麥 胚의 低溫處理過程에서 새로운 RNA Species 가 生成된다고 推定하였고 Bonner²⁾와 많은 研究報告^{4, 16, 19, 30)}에 의하면 蛋白質代謝는 RNA 에 의해서 支配된다고 했는데 低溫에 敏感한 苞分化期에 이들 isozyme pattern 이 兩型間에 다르게 나타나는 것은 低溫春化感應程度와 關聯된 蛋白質合成에 先行되는 RNA Species 의 變化에 起因된 現象이 아닌가도 모른다.

그런데 本 結果에서 幼穗의 g isozyme과 葉身의 i isozyme 이 Rm 值 0.6 으로 同一하여 同一한 isozyme 이 아닌가도 생각되나 이에 대해서는 amino acid 의 組成을 包含하여 보다 綿密한 檢討가 要請된다.

小穗分化期에 이르러 正常型的 幼穗에서는 c와 d isozyme 이, 葉身에서는 i isozyme 이 각각 消滅되고 穎花分化期에는 e, f 및 g isozyme 마저 消滅되는데 이 時期에 幼穗에서는 細胞의 分裂이나 새로운 組織의 分化가 活潑하여 急伸長이 일어날 뿐만 아니라 節間伸長도 旺盛한 時期인 점을 감안하면 이러한 現象은 植物의 生育이 活潑한 時期에 일어나는 peroxidase 의 變化樣式인 것으로 생각된다.

Kim 등²⁰⁾은 담배의 組織培養에서 auxin 을 處理하면 細胞의 增殖이 促進되고 isoperoxidase 數는 감소된다고 하였고 Whitmore 등³²⁾은 IAA 를 處理한 小麥의 초엽에서 3個의 isoperoxidase 形成이 抑制된다고 하였으며 Ockerse 등²⁷⁾도 이와 비슷한 報告를 한 것으로 보아 稈麥의 小穗分化期와 穎花分化期の 幼穗와 葉身에서 特定の isozyme 이 消滅되는 現象도 旺盛한 生育과 關聯된 일련의 變化로 볼 수 있고 또 이러한 變化는 아마도 auxin 을 包含한 內在 hormone 과도 關係가 있는 것 같다.

2. Peroxidase 의 活性

正常型和 座止型에 있어서 peroxidase 의 活性程度도 isozyme pattern 의 경우와 같이 幼穗나 葉身에서 크게 다르다.

正常型的 경우, 幼穗에서 苞分化期에 가장 높고 그후 점차 完滿하게 減少되어 穎花分化期에는 苞分

化期の 약 $\frac{1}{4}$ 로 感少되는데, 이는 isozyme 이 苞分化期에 점차 淡染되거나 消滅되는 變化와 일치되는 現象이고, 座止型의 경우에는 苞分化期 이후 急激히 增加하여 最終材料採取時期는 苞分化期の 약 3 배로 增加되는데 이러한 變化 역시 isozyme 이 점차 濃染되는 變化와 일치되는 現象인 것으로 보아 幼穗에서 peroxidase 의 活成感少는 幼穗의 分化에 促進的으로 作用하고 活性이 增加하면 抑制的으로 作用한 것 같다. 한편, 葉身에서도 幼穗에서의 傾向과 비슷한 것으로 보아 葉身の peroxidase 도 幼穗의 分化에 重要な 역할을 하는 機能을 가진 것으로 理解된다.

Bassiri 등¹⁾ 과 Jun 등¹⁷⁾ 은 peroxidase 의 活性和 植物의 分化 및 發育 사이에는 直接的인 相互關係가 있다고 하였고 Kim 등²⁰⁾ 은 葉組織의 生長率이 높을수록 peroxidase 活性이 낮다고 하였으며 Kar 등¹³⁾ 도 벼 잎이 老化할수록 peroxidase 의 活性이 增加한다는 것 등으로 미루어 보아 組織內 peroxidase 活性이 增加하면 細胞의 分裂이나 組織의 分化가 抑制되는 것이 分명한 것 같다. 특히, 營養生長期의 苞分化期부터 幼穗의 peroxidase 의 活性이 正常型에 비하여 座止型이 높은 것은 秋播性程度의 高低가 그 支配的인 原因일 것이나, 이러한 現象은 二重隆起가 分化되는 경우에만 β -alanine 이 檢出⁷⁾ 되고 幼穗의 分化 및 發育過程中 核酸態磷, 不溶性窒素, 酸可溶性磷, 非還元糖, 粗澱粉 등의 含量이 苞分化期에 正常型보다 座止型이 더 높다⁸⁾ 는 것으로 보아, 이러한 結果는 低溫感應에 따르는 體內代謝의 變動인 形態의 變化가 始作되기 이전부터 나타나는 것을 示唆한 것으로 解釋된다. 따라서 이와같은 體內生理條件이 幼穗에서의 形態變化나 葉(原基) 數의 增加에 原因的으로 作用하는 하나의 要因이 되는 것으로 推定되고 이와 關聯하여 本結果도 物質代謝와 花成의 關係, 即 物質代謝가 先行하여 花成으로의 轉換에 原因的으로 作用한다는 一說을 뒷받침 하는 하나의 資料가 되는 것으로 생각된다.

以上的 結果를 綜合하면 品種의 秋播性程度에 不拘하고 二重隆起의 分化가 이루어진 경우(完州봄살보리, 영산보리)에는 peroxidase 의 特定 isozyme 이 苞分化期부터 淡染되고 그 活性이 낮으며 二重隆起의 分化가 이루어지지 않은 경우에는 特定 isozyme 이 苞分化期부터 濃染되고 그 活性이 높은 것으로 보아 二重隆起가 分化되지 못한 것은 不充

分한 低溫春化感應程度가 原因이 되어 peroxidase 의 特定 isozyme 이 蓄積되거나 그 活性이 增加되고 이러한 變化가 二重隆起의 分化에 先行過程인 幼穗에서의 分裂能을 크게 感少시키거나 抑制하는 것으로 생각된다.

摘 要

播性程度가 다른 稈麥品種에 있어서 幼穗의 分化 및 發育過程中 peroxidase 의 isozyme pattern 과 活性의 變化를 調査, 比較하여 播性生理機構의 解明을 위한 基礎資料로 삼고자 本 研究를 遂行하였다.

1. 幼穗에서의 isozyme 은 正常出穗品種(正常型)의 경우, 苞分化期와 二重隆起分化期에는 7개, 小穗分化期에는 5개 그리고 穎花分化期에는 2개만이 나타났는데 座止型의 경우에는 苞分化期에 나타난 7개의 isozyme 이 모두 最終材料採取時期인 5월 24日까지 뚜렷하였다.

2. 한편, 葉身에서의 isozyme 은 正常型의 경우, 苞分化期와 二重隆起分化期에 2개가 관찰되었으나 小穗分化期과 穎花分化期에는 1개로 減少되었는데 反하여 座止型의 경우에는 全調査기간에 걸쳐 2개로 나타났다.

3. 正常型과 座止型間에 큰 差異를 보인 것은 幼穗에서 c와 g isozyme, 葉身에서 i isozyme 이었는데 正常型에서의 c와 i isozyme 은 小穗分化期에 g isozyme 은 穎花分化期에 各各 消滅되었으나 座止型에서는 이들 isozyme 이 모두 濃染된 채로 남아 있었다. 특히 이들 isozyme 은 生殖生長期로의 移行 直前인 苞分化期부터 座止型이 正常型보다 濃染으로 나타났다.

4. Peroxidase 의 活性은 正常型의 경우 幼穗와 葉身에서 苞分化期 以後 완만하거는 하나 점차 減少한데 反하여 座止型에서는 모두 增加하였는데 그 增加程度는 幼穗에서 현저하였으며 또한 幼穗에서의 活性程度가 苞分化期에서 조차 座止型의 것이 正常型의 것보다 높았다.

5. 正常型과 座止型의 苞分化期에 나타난 isozyme pattern 과 活性程度의 현저한 差異는 秋播性程度와 關聯된 品種의 生理的 表現인 것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. Bassiri, A. and P. S. Carlson. 1978. Isoenzyme

- Pattern and Differences in plant parts and their callus cultures in common bean. *Crop Sci.* 18: 955-958.
2. Bonner, J. 1959. Protein synthesis and the control of plant processes. *Amer. J. Bot.* 46: 58-62.
 3. Borchert, R. 1978. Time course and spatial distribution of phenylalanine ammonialyase and peroxidase activity in wounded potato tuber tissue. *Plant Physiol.* 62: 789-793.
 4. Brachet, J. 1954. Effects of Ribounclase on the metabolism of living root-tip cells. *Nature.* 174: 878-877.
 5. 崔善英. 1975. 稈麥의 播性에 대한 生理化學的研究 (I) 播性深度에 따른 穗의 形態發生學的研究. 全北大 農大論文集 6: 9~18.
 6. _____. 1977. Ditto. (II) 播性深度에 따른 種子發芽過程에 있어서의 遊離아미노산의 消長. 韓植誌 20: 83-89.
 7. _____. 1977. Ditto. (III) 播性深度에 따른 幼穗分化 및 發育過程에 있어서의 遊離아미노산의 消長. *Ibid.* 20: 127-134.
 8. _____. 1979. Ditto. 特히 幼穗의 分化 및 發育過程에 關하여. 韓作誌 24(4): 83-114.
 9. _____. 李康壽. 1982. Ditto. (IV) 登熟過程에 있어서의 種子蛋白質의 電氣泳動特性 變異. 韓作誌 27(1): 55-59.
 10. Davis, S. J. 1964. Disc electrophoresis - 2 method and application to human serum proteins. *Ann. New York Academy Sci.* 121: 434-443.
 11. Fukusi, S., K. Ishikawa and K. Sasaki. 1977. In vitro protein synthesis during germination and vernalization in winter wheat embryos. *Plant and Cell Physiol.* 18 (5): 969-977.
 12. Gibson, D. M. and E. H. Liu. 1978. Substrate specificities of peroxidase isozyme in the developing pea seedling. *Ann. Bot.* 42: 1075-1084.
 13. Gove, J. P. and M. C. Hoyle. 1975. The isozymic similarity of indole acetic acid oxidase to peroxidase in birch and horseradish. *Plant Physiol.* 56: 684-687.
 14. Imaseki, H. 1970. Induction of peroxidase activity by ethylene in sweet potato. *Ibid.* 46: 172-174.
 15. Ishikawa, K, and M. Tadeyama. 1977. Changes in hybridizable RNA in winter wheat embryos during germination and vernalization *Plant and Cell Physiol.* 18 (4): 875-882.
 16. Jacgmard, A., J. P. Miksche and G. Bernier. 1972. Quantitative study of nucleic acids and proteins in the vegetative to the reproductive condition. *Ame. J. Bot.* 59: 714-721.
 17. Jun, T. H., M. H. Nam, S. K. Lee and W. C. Park. 1983. Changes in peroxidase activity and its isozymes of soybean, red-bean and mung-bean during germination. *Korean J. Agri. Chemical Soc.* 26 (3): 151-156.
 18. Kar, M. and D. Mishaa. 1976. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiol.* 57: 315-319.
 19. Key, J. L. 1969. Hormones and nucleic acid metabolism. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 20: 449-474.
 20. Kim, J. C., K. E. Yoon and K. W. Lee. 1981. The peroxidase isozymes and their activity in callus, suspension-cultured cells and leaves of *Nicotiana tabacum L.* *Korean J. Bot.* 24 (2): 87-93.
 21. Kokkinalis, D. M. and J. L. Brooks. 1979. Hydrogen peroxide-mediated oxidation of indole-3-acetic acid by tomato peroxidase and molecular oxygen. *Plant Physiol.* 64: 220-223.
 22. Laemmli, U. M. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 227: 680-684.
 23. Lavee, S. and A. W. Galston. 1968. Hormonal control of peroxidase activity in cultured pelargonium pith. *Ame. J. Bot.* 55: 890-893.
 24. 李康吾·康榮燾. 1983. 大豆 callus의 peroxidase isozymes에 관한 研究. (1) 大豆幼苗器官別 callus의 生育期에 따른 peroxidase isozyme patterns에 대한 比較. *Korean J. Plant Tissue Cult.* 10 (1): 5-14.
 25. 李文熙·太田保夫. 1985. 벼 生育에 미치는 生長調劑의 影響. (1) 苗의 生育 및 에틸렌 生

- 成에 미치는 生長抑制劑의 영향. 韓作誌 30 (1): 101-106.
26. Marder, M. and R. Fussl. 1982. Role of peroxidase in lignification of tobacco cells. 2. Regulation by phenolic compounds. *Plant Physiol.* 70: 1132-1134.
27. Ockerse, R. and L. M. Mumford. 1973. The regulation of peroxidase activity by gibberellin and auxin in pea stem segments. *Can. J. Bot.* 51: 2237-2242.
28. 朴元穆 · 李鎔世 · 孫膺龍. 1984. Gibberellic acid 가 水稻의 isozyme pattern 에 미치는 영향. 韓作誌 29 (1): 39-45.
29. Ramaraje Urs N. V. and J. M. Dunleavy, 1974. Function of peroxidase in resistance of soybean to bacterial pustule. *Crop Sci.* 14:740-744.
30. Fejmam, E. and J. Buchowicz. 1972. The sequence of initiation of RNA, DNA and protein synthesis in the wheat grains during germination. *Can. J. Biochem.* 25:29-35.
31. Siegel, B. E. and A. W. Galston. 1967 B. The isoperoxidase of *Pisum sativum L.* *Plant Physiol.* 42:221-226.
32. Whitmore, F. W. 1971. Effect of indole acetic acid and hydroxyproline on isozymes of peroxidase in wheat coleoptiles. *Plant Physiol.* 47:167-171.