

벼穗發芽의品種間差異와 왕겨抽出物質의發芽抑制效果

金鳳九*·李東珍**

Varietal Difference of Viviparity and Germination-Inhibition of Rice Hull Extracts

Bong Ku Kim* and Dong Jin Lee**

ABSTRACT : This experiment were conducted to elucidate the damage by viviparity during grain filling on grain quality and hulling recovery and to understand the varietal differences of viviparity and the effect of extractive from rice hull of hardly viviparous varieties on seed germination and seedling growth. Ten rice cultivars, such as three indica, four japonica and three Tongil-type rices, were used in this study.

The brown rice yield was decreased along with increasing the artificial viviparous treatment periods. At six days after treatment, brown rice yield of Daeseongbyeo was reduce 20% as compared with control. The ratio of head rice was 41.3% at six days after viviparous treatment with 25°C temperature and over 95% relative humidity, while it was 99.5% in control. Varietal differences of viviparity in three rice groups were ranged from 1.1 to 5.2% in indica rices, 9.2 to 79.7% in japonica rices and 2.1 to 63.7% in Tongil-type rices.

Methanol extractives from rice hull of IR36, Shinunbongbyeo and Jungwonbyeo inhibited significantly the germination of Deaseongbyeo.

Key words : Viviparity, Germination, Inhibiting substances, Rice hull, Extraction, Methanol.

벼의穗發芽는黃熟期에서完熟期사이에서^{19,24)}降雨로인하여被害가심하게나타나며⁸⁾,栽培時期³⁾,收穫時期²⁾,施肥條件¹⁹⁾,排水不良土壤^{6,19)},日長²³⁾,溫度^{5,14)}등에의해影響을받는다고한다.穗發芽가發生되면收量이減少할뿐아니라品質이저하되는것은이미잘알려진事實이다.^{14,18,24)}

穗發芽現狀은統一型品種보다자포니카品種에서쉽게일어나며²⁰⁾,統一型品種에서도品種間穗發芽性의差異가있으므로¹⁹⁾栽培할때品種의

選定이매우중요하다.耐穗發芽性品種育成을위한基礎研究로서二面交雜에의한遺傳分析結果가報告되었다¹³⁾. 또한CMH, Regrone 및 Ethrel 등化學藥劑를이용하여穗發芽를輕減시키는研究가遂行되었으나^{9,10)}農藥殘留毒性및效果등을고려하여볼때實用的으로사용하기에는어려운점이있다.殘留毒性이없으며使用方法이간단한藥劑의開發이질실히要求된다고할수있다.穗發芽와관련하여벼種子의發芽와休眠性

* 檀國大學校 農科大學(College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea)

** 農業科學技術院 (National Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea)

*** 이論文은1994年度韓國學術振興財團의公募課題研究費에의하여研究되었습.

〈'96. 4. 6 接受〉

7)과는 깊은 關聯이 있으며, ABA, 脂肪酸 등 休眠과 關聯된 發芽抑制物質이 여러 研究者들에 의하여 報告되었다^{4,11,15,16}). 穗發芽 防除에 關한 研究는 韓國뿐 아니라 日本 등에서도 많지 않은 실정으로 氣象災害에 對應할 수 있는 基礎 研究가 필요하다고 하겠다. 따라서 本 研究에서는 穗發芽가 벼의 品質 및 收量 減少에 미치는 影響을 究明하고, 穗發芽性의 品種間 差異 및 왕겨로부터 發芽抑制物質을 抽出하여 穗發芽 防除을 위한 基礎資料를 얻고자 實施하였다.

材料 및 方法

1. 穗發芽가 벼의 收量 및 米質에 미치는 影響

出穗後 40~45日이 經過된 大成벼를 收穫하여 脫穀한 後 種子水分을 14%까지 乾燥시킨 後 材料로 利用하였다. 人爲的인 穗發芽를 유기시키기 위하여 試料 1kg을 反復으로 하여 25℃, 95% 飽和濕도가 調節되는 恒溫恒濕器內에서 無處理, 2, 4 및 6日間 完全任意配置로 3反復 處理하였다. 穗發芽 處理後 反復當 300粒씩을 任意로 취하여 穗發芽率, 草長 및 根長을 調査하였다. 玄米收量を 調査하기 위하여 精玄機를 利用하여 玄米와 왕겨를 分離시킨 後 玄米水分을 14%로 調節한 後 秤量하였으며, 반복당 100g을 취하여 無胚米, 동할미 등 不完全粒과 完全粒으로 區分하여 米質程度를 알아보았다. 完全粒은 胚와 胚乳가 正常的인 形態로 보이는 것을, 無胚米는 胚가 붙어있지 않은 米粒을, 동할미는 切斷分離粒을 基準으로 하여 調査하였다.

2. 穗發芽性의 品種間差異

供試品種은 인디카인 IR36, IR30, IR60, 자포니카인 운봉벼, 신운봉벼, 철원52, 대성벼 및 統一型인 중원벼, 용주벼, 칠성벼 등 10品種이었다. 4月 20日 산과기계 移秧箱子에 播種하여 生育시킨 幼苗를 5月 20日과 5月 30日 2회에 걸쳐 1/5000a 와그너포트에 1本植으로 3株씩 品種當 10포트씩 移秧하였다. 施肥方法은 포트當 窒素 0.5g과 磷酸, 加里 各 1.0g을 基肥로 施用하였고, 追肥로 分

藥肥와 穗肥를 0.3g과 0.2g씩 施用하였다. 出穗後에 이삭別로 出穗日에 꼬리표를 附着하였으며 40日後 採取하여 穗發芽 檢定材料로 利用하였다

穗發芽檢定은 品種當 10이삭을 採取하여 25℃, 95% 飽和濕도가 調節되는 恒溫恒濕기內에서 7日間 지상한 後 穗發芽率을 調査하였다.

3. 穗發芽 抑制物質 探索

穗發芽 抑制物質은 比較적 穗發芽가 잘 안 되는 品種으로 인디카인 IR36, 자포니카인 신운봉벼 및 통일형인 중원벼 등 3品種의 왕겨를 이용하였다. 種子로부터 왕겨를 分離시킨 後 50g씩 秤量하여 80%의 methanol, ethyl ether 및 ethyl acetate에 沈漬, 4℃에서 1日間 抽出시킨 後 여과와 증류過程을 거쳐 發芽抑制物質을 얻었다. 抽出物質의 濃度別(무처리, 50, 75, 100)로 稀釋시킨 것을 大成벼에 처리하여 25℃의 恒溫기內에서 發芽率, 草長, 根長, 生體重, 乾物重 등을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 穗發芽가 벼의 收量 및 米質에 미치는 影響

穗發芽가 比較적 잘 되는 大成벼를 利用하여 恒溫恒濕기內에서 人爲的으로 穗發芽를 시킨 結果表 1에서 보는 바와 같이 2日 處理時 12.7%였으나 4日 處理時 93.3%로서 處理期間이 經過될수록 發芽率이 增加하였다. 處理期間에 따른 穗發芽 種子의 草長에 있어서도 2日 處理時에는 發芽程度만 確認할 정도의 크기였으나, 4日 處理時 3.9mm, 6日 處理時 7.5mm로 增加하였으며, 根長도 草長에서와 같은 結果를 보였다. 發芽後 草長 및 根長의 伸張이 進展될수록 胚乳內 養分消耗가 심해져서 쌀의 米質에 影響을 줄 것으로 예상되었다. 穗發芽 處理期間別 玄米의 品質을 보면(表 2) 處理期間이 經過될수록 完全米 比率은 減少하였는데, 無處理 99%에서 2日 處理時 62%, 4日 處理時 56% 및 6日 處理時 41%로 急速히 떨어졌다. 反面에 不完全米인 무배미와 동할미 比率은 期間이 길어질수록 增加하는 結果를 나타냈다. 李¹⁴⁾는 穗發芽長이 길어질수록 完全米 比率이 低下되는

Table 1. Germination and seedling growth of Daeseongbyeo by viviparous treatment duration

Treatment duration (days)	Germination (%)	Shoot height (mm)	Root length (mm)
0	0	—	—
2	12.7	—	—
4	93.3	3.9	5.5
6	97.7	7.5	18.4

Table 2. Effect of artificial viviparous treatment on head rice ratio of Daeseongbyeo

Treatment duration (days)	Head rice ratio (%)	Ratio of imperfect hulled rice (%)		
		Embryoless kernel	Cracked kernel	Total
0	99.48	0.02	0.50	0.52
2	62.28	1.20	36.52	37.72
4	56.12	1.72	42.16	43.88
6	41.32	10.32	48.36	58.68

데 4mm일 때 52% 및 12mm일 때 15%로 급격히 低下된다고 하였으며, 野²⁴⁾의 경우 1mm 穗發芽 되었을 때 完全粒率이 20% 이하로 떨어진다고 報告하였다. 보리의 穗發芽된 種子의 發芽長과 完全粒 比率과의 關係는 發芽長이 길어질수록 完全粒 比率이 낮아진다고 報告한 바¹⁷⁾ 있으며 이는 벼에 서도 같은 結果를 나타냈다. 穗發芽 程度와 完全 粒率과의 關係는 處理當時의 氣溫, 濕度 등 氣象 要因과 品種 등에 따라서 差異가 있을 수 있는 것 으로서 本 實驗에 있어서도 4日 處理時 完全粒 比率이 56%로 低下되었다. 穗發芽가 됨으로 인하여 外形의으로는 完全米比率이 減少하지만 內部的으 로도 胚乳內의 澱粉과 可溶性 당분 등의 營養成分 의 損失도 동시에 發生된다²³⁾. 穗發芽가 發生된 地域에서 收穫한 種子를 이듬해 利用하려고 할 경 우 發芽率 및 幼苗生長 低下가 우려되므로 播種量 增加 등을 考慮하여야 할 것으로 생각된다.

穗發芽시킨 種實의 玄米重 減少는 表 3에서 보 는 바와 같이 無處理에 비하여 2日 處理時 5%, 4 日 處理時 7% 및 6日 處理時 20% 減少되는 結果 를 나타냈다. 吳 等¹⁸⁾의 研究報告에서도 穗發芽가 심할수록 精玄比率이 낮아 精粗收量의 減少率보 다도 玄米重의 減少率이 顯著히 크다고 하였으며, 4mm 穗發芽時 15%의 玄米重의 減少를 나타낸다고 報告한 結果는 本 實驗의 結果와 비슷한 傾向 이었다. 李 等¹⁴⁾은 穗發芽에 의한 收量 減少의 主 原因은 玄米 千粒重의 減少와 精玄比率의 減少에

Table 3. Damage in hulling recovery by viviparous treatment duration

Treatment duration (days)	Hulling recovery rate (%)	Index
0	85.04	100
2	81.16	95
4	78.98	93
6	67.90	80

기인한다고 하였다.

2. 벼 穗發芽性의 品種間 差異

벼 穗發芽性의 品種間 差異는 表 4에서 보는 바와 같이 인디카인 IR60, IR36 및 IR30에서는 1.1~5.2% 範圍로 비교적 穗發芽가 잘 안 되는 편이었다. 一般的으로 자포니카品種은 穗發芽가 잘 되는 것으로 알려져 있으나, 신운봉벼(9.2%) 칠원52號(9.2%) 및 운봉벼(10%) 등은 穗發芽 發生이 낮았지만 大成벼는 79.7%로 穗發芽가 잘 되었다(寫眞 1). 統一型 品種에서도 중원벼는 2.1 %였으며 용주벼 16.8% 및 칠성벼 63.7%로서 品種間에 큰 差異가 있음을 알 수 있었다. 史 等²¹⁾은 벼品種의 穗發芽性에 있어서 자포니카 중 早生種들이 높았고, 中晚生種과 統一型 品種들은 穗發芽가 되지 않았다고 하였다.

또한 朴·朴¹⁹⁾은 統一型 品種인 嶺南조생과 밀 양21號에서 穗發芽가 심하게 나타났다고 하였고,

Table 4. Varietal differences of viviparity in three rice groups

Indica		Japonica		Tongil	
Cultivars	Ratio of viviparous grain (%)	Cultivars	Ratio of viviparous grain (%)	Cultivars	Ratio of viviparous grain (%)
IR30	5.2	Unbong-byeo	10.0	Jungwon-byeo	22.1
IR36	2.6				
IR60	1.1	Shinunbong-byeo	9.2	Yongju-byeo	16.8
		Chelwon52	9.2	Chilsung-byeo	63.7
		Daeseong-byeo	79.7		



Photo. 1. Varietal differences of viviparity in Japonica rices.

1. Daeseongbyeo
2. Shinunbongbyeo
3. Unbongbyeo
4. Cheolwon 52

李 等¹²⁾도 統一型 品種에 있어서 差異가 심하게 나타난다고 하였다. 耐穗發芽性 品種 育成을 위해 李 等¹³⁾은 二面交雜에 의한 耐穗發芽性 遺傳子의 導入보다 여교잡 등을 통한 집진적 育種方法으로 穗發芽 抵抗性 遺傳子를 集積하는 것이 效果의이라고 하였다.

벼 品種間 穗發芽性의 差異는 品種이 가지고 있는 休眠性과도 關聯이 있는 것으로 자포니카品種이 인디카品種보다 休眠性이 짧다는 結果²⁵⁾와도 깊은 關聯性이 있을 것으로 생각되며, 또한 왕겨 혹은 種皮에 含有되어 있는 發芽 抑制物質과 關聯이 있을 것으로 보인다.

3. 穗發芽 抑制物質 探索

앞에서 穗發芽性의 品種間 差異를 調査한 結果 인디카品種인 IR60, IR36, IR30을 비롯하여 자포니카인 신운봉벼, 운봉벼, 철원52號 및 統一型인 증원벼 등은 穗發芽性에 강한 것으로 판명되었다. 이들 品種들은 왕겨 및 種實內에 發芽를 抑制시킬 수 있는 物質이 存在할 것으로 推定하였으며, 이들 物質을 抽出하여 穗發芽를 抑制시킬 수 있는 方法을 摸索하였다. 難穗發芽性 品種인 IR36, 신운봉벼 및 증원벼의 殼質을 抽出溶媒인 메탄올, 에틸아세테이트 및 에틸에테르를 利用하여 發芽 抑制物質을 抽出한 後 發芽 抑制程度를 試驗한 結果는 表 5와 같다. 메탄올을 利用하여 IR36에서 抽出한 發芽 抑制物質은 원액의 50% 濃度에서 80%가 發芽되어 發芽抑制效果는 20% 정도였으나, 75% 稀釋濃度에서는 90%의 發芽抑制效果가 있었으며, 原액처리시에는 완전히 發芽가 抑制되었다. 신운봉벼 및 증원벼로부터 抽出한 抑制物質의 效果도 IR36보다는 다소 低下되었지만 原액처리시 發芽가 顯著하게 抑制되었으며, 草長, 根長, 生體重 및 乾物重 등 幼苗生長 特性에서 75% 濃度 및 原액(100%)處理時 거의 生長을 抑制시키는 效果를 나타냄으로서 穗發芽 抑制를 위하여 利用할 수 있을 것으로 생각되었다(表 6, 寫眞 2). 에틸아세테이트와 에틸에테르용액으로 抽出한 것은 發芽 抑制에 效果가 없는 것으로 나타났으나 草長, 根長, 生體重 및 乾物重 등 幼苗生長에는 濃度가 높아질수록 抑制되었다.

休眠성을 가지고 있는 벼 종자로부터 추출한 물질이 휴면성이 없는 종자의 발芽를 抑制한다고^{16, 22)} 報告한 것은 休眠性和 發芽抑制와 깊은 聯關性을 가지고 있음을 의미한다. 金¹¹⁾의 研究報告에 의하면 穗發芽性이 높은 자포니카 品種들이 穗發芽性이 낮은 統一型이나 인디카品種보다 ABA 含

量이 크게 낮았다고 하였다. 또한 短鎖 飽和脂肪酸인 nonanoic acid(C9)가 귀리종자의 發芽率을 50%까지 抑制하는 效果를 報告하였다¹⁶⁾. 벼종자의 休眠性 物質은 왕겨 및 種皮에 內在하여 있는 것으로¹⁾ 本 實驗에서도 왕겨로부터 抽出한 物質을 가지고 休眠性이 없고 穗發芽가 비교적 容易한 大成벼에 處理한 結果 完全히 發芽가 抑制되는 結果를 얻었다. 抽出된 發芽抑制 物質을 分離 동정하여 化學構造式을 밝히는 研究가 무엇보다 先行되어야 할 것으로 보인다. 現在 穗發芽를 防除할 수 있는 方法으로 코링, CMH, Regrone 등 여러 化

Table 5. Effect of extractives from rice hull of three hardly viviparous rice varieties by three different solvents

Extractives		Germination rate(%)			
		0	50	75	100†
Methanol extraction from	IR36	100	80	10	0
	Shinun-bongbyeo	100	90	30	10
	Jungwon-byeo	100	85	20	0
Ethyl acetate extraction from	IR36	100	100	100	100
	Shinun-bongbyeo	100	100	100	100
	Jungwon-byeo	100	100	100	100
Ethyl ether extraction from	IR36	100	100	100	100
	Shinun-bongbyeo	100	100	100	100
	Jungwon-byeo	100	100	100	100

† Treated concentration of extractives(%)

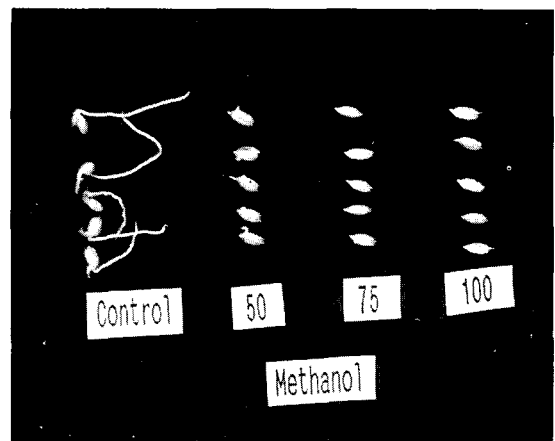


Photo. 2. Effect of concentration of methanol extraction on the germination of Daeseongbyeo.

Table 6. Effect of extractives on the seedling growth of Daeseongbyeo

Extractives		Plant height	Root length	Fresh weight	Dry weight
		(cm)	(cm)	(mg / palnt)	(mg / palnt)
Extractive by methanol	0	6.9	20.3	85.3	9.6
	50	0	1.1	4.7	0.1
	75	0	0.1	0	0
	100	0	0	0	0
Extractive by ethyl acetate	0	7.0	21.0	86.4	9.0
	50	6.4	12.2	53.6	5.7
	75	6.5	5.1	48.3	5.0
	100	6.0	1	34.0	3.7
Extractive by ethyl ether	0	7.2	24.3	94.7	9.4
	50	7.4	11.3	51.7	5.3
	75	7.2	7.8	42.3	4.0
	100	7.2	5.4	37.0	3.3

學藥劑들이 이용되고 있으나 實用化가 어려운 狀態이므로 人體에 安全한 無公害 藥劑의 開發이 필요하다.

摘 要

穗發芽가 벼의 品質 및 精玄 比率 減少에 미치는 影響, 穗發芽性의 品種間 差異 및 왕겨로부터 發芽 抑制物質을 抽出하여 穗發芽 防除를 위한 基礎資料를 얻고자 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 玄米重은 無處理에 比하여 穗發芽 處理日數가 길어질수록 減少되는 傾向으로 6日 處理時 약 20% 減少되었다.
2. 穗發芽 處理日數에 따른 完全粒 比率는 無處理가 99.5%인데 반해 6日 處理時 41.3%로 顯著히 低下되었다.
3. 인디카品種은 대부분 難穗發芽性이었으나 자포니카(9.2~79.7%) 및 統一型 品種(2.1~63.7%)은 品種間 差異가 顯著히 나타났다.
4. 難穗發芽性인 IR36, 신운봉벼 및 중원벼의 왕겨를 媒탄을 이용하여 抽出한 物質이 發芽 抑制에 效果가 있었다.

引用文獻

1. Amen, R. D. 1968. A model of seed dormancy. *Botanical Review* 34(1):1-31.
2. 趙東三, 金仁培, 尹太, 朴成圭, 權圭七. 1987. 水稻의 穗發芽에 관한 研究(1) 收穫 및 置床 時期의 影響. 忠北大學校 農業科學研究報告. 5(1):3-13.
3. 趙東三, 孫錫龍, 金鍾煥, 尹太, 朴成圭, 權圭七. 1988. 水稻의 穗發芽性에 관한 研究(II). 栽培時期 移動에 따른 穗發芽性. 忠北大學校 農業科學研究報告. 제6권 1호:3-10.
4. Goldbach, H. and G. Michael. 1996. Abscisic acid content of barley grains during ripening as affected by temperature and variety. *Crop Science* 16:797-799.
5. Hiroshi, I. 1967. Studies on the environmental fluctuation of germination habits of rice seeds and the tests and selection methods for them. 1. On the effects of temperature during maturation on germination of rice seeds. *Japan J. Breeding*. 17(2):72-77.
6. 星川清親. 1975. イネの生長. 農山漁村文化協會. 東京 317.
7. 岩崎文雄. 1962. 水稻種子의 發芽·初期生育と短日處理. *農業技術*. 17:542-543.
8. 伊藤陸三. 1961. 水稻品種의 穗發芽性檢定法. *農業技術*. 16(3):127-130.
9. 姜良淳, 鄭根植, 南熙熙, 梁義錫, 鄭鍊泰. 1989. 生長調整劑 '코링'의 穗發芽 抑制效果. 農試論文集(水稻篇) 31(1):54-581.
10. 姜良淳, 朴光根, 河龍雄. 1991. 生長調整劑 'CMH'의 트리티케일 穗發芽 抑制效果. 農試論文集(田, 特作篇) 33(1): 12-15.
11. 金容旭. 1995. 벼 種實의 休眠關聯 成分과 休眠性 및 穗發芽性과의 關係. 韓作誌. 40(1):113-119.
12. 李東珍, 李文熙, 朴錫洪, 盧泳德. 1985. 벼 穗發芽 原因 究明 및 抑制技術 研究. 作物試驗場 試驗研究報告書:451-455.
13. 李圭星, 李暎泰, 申文植, 申鉉卓, 田炳泰. 1990. 二面交雜에 의한 벼穗發芽性 遺傳分析. 韓育誌. 22(3):240-244.
14. 李文熙. 1986. 벼 穗發芽 被害와 輕減對策. 農村振興廳. 研究와 指導速報 5(3):14-16.
15. Majumder, M. K. 1989. Implication of fatty acids and seed dormancy in a new screening procedure for cold tolerance in rice. *Crop Sci*. 29:1298-1304.
16. Mikkelsen, D. S. 1967. Germination inhibitors as possible factor in rice dormancy. *Int. Rice Comm. Newsl. Sp. Issue*:132-145.
17. 南重鉉, 宋賢淑, 朴文雄, 李春基, 朴瑩皓. 1994. 보리의 穗發芽 程度가 再發芽, 收量 및 品質에

- 미치는 影響. 韓作誌. 39(2):115-120.
18. 吳世鉉, 金昌榮, 金七鉉, 金昭年, 李主烈. 1987. 벼 穗發芽가 品質과 生産性에 미치는 影響. 農試論文集(作物) 29(1):68-73.
 19. 朴慶培, 朴來敬. 1984. 水稻 多收系 品種의 穗發芽에 關한 研究. 韓作誌. 29(1):15-18.
 20. 盧泳德. 1991. 水稻品種의 穗發芽와 關聯한 發芽特性에 關한 研究. 慶熙大學校 食糧資源 開發研究所. 研究論文集 11권:68-74.
 21. 史鍾九, 金基植, 韓世基, 許範亮, 金光鎬. 1988. 벼 登熟期의 生長調節劑 處理가 種實의 穗發芽에 미치는 影響. 韓作誌. 33(3):262-269.
 22. Takahashi, N. and H. I. Oka. 1959. Factorial analysis of regulating mechanism on germination velocity in rice seed. Bull. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ. 10:207-212.
 23. 高橋成人. 1962. 水稻種子의 發芽에 關する 生理遺傳學的 研究. 東北大農研報. 14:1-87.
 24. 野垣. 1959. 水稻의 穗發芽와 收量, 品種への 影響. 農業技術. 14(1):486-489.
 25. Thomson, K. and J. P. Grime. 1983. Comparative study of germination response of diurnally fluctuating temperatures. J. Appl. Ecol. 20:141-156.