

벼 藥培養에서 磁化水가 캘러스 誘起 및 植物體 再分化에 미치는 영향

趙銀基* · 權純鍾** · 徐得龍** · 崔東辰* · 崔富述* · 金七龍* · 孫再根*** · 金達雄***

Effects of Magnetized Water on Callus Formation and Plant Regeneration in Rice Anther Culture

Eun Gi Cho*, Soon Jong Kweon**, Duck Yong Suh*, Dong Jin Choi*,
Boo Sull Choi*, Chir Yong Kim*, Jae Kyen Sohn*** and Dal Ung Kim***

ABSTRACT : In order to investigate the effects of added magnetized water on the callus induction and plant regeneration in rice, 700G(G=Gauss) magnetized water were used. The callus induction and plant regeneration of rice in magnetized water treatment are different from the callus induction and plant regeneration in ionic water treatment. The rates of callus induction in magnetized water media were 27.3% in solid media and 15.4% in liquid which were compared to that of callus induction in the ionic water media 21 and 13.3%. Also plant regeneration frequency in the magnetic water media is 5.4% better than that of the ionic water media.

And dissolved oxygen amount of magnetic culture media is from 0.1 ppm to 0.9 ppm more than that of ionic culture media.

The pH value was increased with rising of water temperature, and the magnetic water was effected at increasing of pH value.

Key words : Magnetized water, Callus formation, Plant regeneration, Dissolved oxygen amount, pH Value, Rice.

最近 作物育種 方法에 있어서 組織培養 특히 藥培養을 통하여 成果를 早期에 導出하려는 많은 시도가 이루어지고 있다. 藥培養은 半數體 水準에서 표현되는 有用劣性 遺傳因자의 選抜이 용이하고, 育種年限의 短縮, 그리고 半數體 集團에서 突然變異 個體를 選抜하여 育種材料로서 이용 가능하기 때문에 變異장성의 主要도구로 利用된다.⁷⁾ 그러나 벼 藥培養은 그 callus 誘起效率이 낮으며 특히 식물체 再分化 效率이 낮아 育種家들이 藥培養

技術 利用을 하는데 많은 制限적 要因이 된다. 이러한 制限要因을 해결하기 위하여 藥 採取時期, 品種間 前處理 方法, 培地選定, 生長調節劑 選擇, 繼代培養期間 調整 등 각각도로 研究되고 있으며 지금은 많은 부분으로 研究者들이 藥培養 技術을 確立시키고 있다.⁸⁾ 한편 磁力 또는 電磁力 같은 物理的 刺戟에 대하여 담배의 細胞培養 및 組織培養에 있어서 分化效率이 높은 效果가 있으며^{1,9,10)} 또는 *Allium*과 *Narcissus*속의 bulb가 顯격한 肥

* 慶北農村振興院 (Kyungpook Provincial Rural Development Administration, Taegu, Korea)

** 嶺南農業試驗場 (Yeongnam Agricultural Experiment Station, Milyang, Korea)

*** 慶北大學校 農科大學 (Coll of Agri., Kyungpook Univ., Taegu, Korea)

< '96. 7. 5 接受 >

대를 나타내었다는 등의 研究結果가 報告^{2,4)}되고 있다.

최근 磁力을 통과한 물을 이용한 試驗에서 植物의 伸長速度, 收量性, 品質向上 등의 效果^{4,5,12,14)}가 인정되면서 農業뿐만 아니라 其他 產業에서도 관심이 高調되고 있다. 따라서 筆者들은 이러한 研究를 組組織培養에 응용코자 좀더 근본적인 培地를 造成하는 물에 대하여 溶存酸素量이 높고 최근 活潑하게 研究되고 있는 磁化水를 處理하여 벼 callus 誘起效率과 植物體 再分化率 效果를 검토코자 研究를 遂行하여 몇가지 結果를 얻었기에 보고코자 한다.

材料 및 方法

일정세기 이상의 磁力을 통과한 물(磁化水)을 利用하여 벼 藥培養時 callus 誘起效率가 植物體 再分化率을 높이고자 “팔공벼”를 供試하였다.

藥培養을 위하여 植物材料는 健全하게 生育한 벼이삭의 先端部가 枝葉 아래 葉耳까지 자랐을 때 절취하여 蒸溜水에 이삭기부를 담근채 비닐로 싸서 12℃에 15일간 前處理하여 使用하였다. 外觀으로 藥의 全長이 영화전장의 1/3~1/2 정도로 자란 1核性 小孢子期의 藥을 30g/l sucrose, 0.5% gelrite가 含有된 N6-Y1 基本培地에 2.0mg/l kinetin, 10mg/l ABA를 添加하고 pH를 5.8로 調整한 후 페트리디쉬(직경 6.5cm)에 50藥씩 치상하여 callus를 誘起시켰으며 液體培

地는 gelrite만 제외시켰다. Callus 誘起조건은 25℃±1에 暗狀態에서 誘起하여 치상 후 28일에 1차 調查하고 42일에 2차 調查하였다. 誘起된 callus를 N6-Y1 基本培地에 2.0mg/l kinetin과 0.2mg/l IAA를 添加하여 sucrose와 gelrite를 callus 誘起培地와 同一한 水準으로 處理한 植物體 再分化培地에 移植한 후 1일 12시간 2,500lux 조명하에 25±1℃ 恒溫으로 再分化시켰다.

培地造成時 물의 供給은 2차 蒸溜水를 使用한 完全 이온수(H⁺, OH⁻)만 使用하였으며, 磁化水는 이온수로 처리된 培地內에 消毒된 市販 700 Gauss 세기의 磁石을 利用하여 實驗을 遂行하였고 培養期間중 培地內의 溶存酸素量을 Oxgen Tester(OX-3Tyle)로 測定하였으며 溫度處理에 따른 培養內 pH 變化는 pH 精密 測定機로 調查하였다.

結果 및 考察

1. 磁化水 處理效果

本試驗은 磁化水가 벼 callus 유기 및 植物體 再分化 效率에 어떠한 影響을 미치는가를 究明하고자 자포니카형 벼(Var. 팔공벼)를 供試하여 藥培養한 結果는 表 1과 같다. 藥치상 3주후 부터 callus 形成이 觀察되었으며 callus 形成後 28일과 42일에 각각 調查하여 누계한 結果 磁化水 處理한 固體, 液體培地 공히 이온수처리보다 cal-

Table 1. Difference in the frequency of callus formation in ionic and magnetized culture media of Palgongbyeo¹

Water used media	Culture media	No. of anthers inoculated ²	No. of callus formed	Frequency ³ (%)
Magnetized water	Solid	550	150	27.3 (130)
	Liquid	650	100	15.4 (116)
Ionic water	Solid	650	140	21.0 (100)
	Liquid	750	100	13.3 (100)

¹ N6-Y1+2.0NAA+0.2KIN+10.0ABA

² Cold pretreatment for 15days at 12℃ before anther inoculation

³ Callus formation = (Callus formed / Anthers inoculated) × 100(%)

Table 2. Changes in the frequency of plant regeneration according to water used media and culture media after callus formation¹

Water used media	Culture media	No. of callus inoculated	Plant regenerated ²		
			Total(%)	Green Plant(%)	Albino(%)
Magnetized water	Solid	150	67(44.7)	41(27.0)	26(17.7)
	Liquid	100	—	—	—
Ionic water	Solid	140	55(39.3)	34(24.0)	21(15.3)
	Liquid	100	3(3.0)	1(1.0)	2(2.0)

¹ N6-Y1+2.0KIN+0.2IAA

² Plant regeneration = (Plant regenerated / Callus inoculated) × 100(%)

lus 發生頻도가 固體培地에서 30%, 液體培地에서 16% 높았으며 絶對頻度에서도 磁化水 處理한 固體培地에서 27.3%, 液體培地에서 15.4%를 나타내어 一般的인 蒸溜水 利用培地보다 대체로 높은 경향이었다. 이러한 결과는 Dijak의 보고¹⁾와 비슷한 傾向을 나타내었고 一般的인 자포니카 系統의 callus 誘起率 20~25% 水準¹⁾보다 앞선 結果라 할 수 있다.

또한 callus 形成 28~42일 後에 callus 形成率을 調査한 뒤 植物體 分化培地에 移植한 結果는 表 2와 같다. 磁化水의 固體培地는 이온수 固體培地보다 植物體 再分化 效率이 44.7%로서 5.4% 높았으며 液體培地의 경우는 오히려 이온수의 再分化率이 다소 높았으나 有意性은 없었다. 再分化 效率은 一般的으로 35~50% 정도이며 Green Plant率은 벼의 品種과 callus 育기 形態에 따라 각기 다른 것으로 報告되고 있다. 그러나 培地構成時 물에 關한 研究는 처음 시도되는 것으로 이온수 처리보다 磁化水 처리의 固體培地에서도 相對的으로 13.7% 程度 效率이 높아 앞으로 이 분야 새로운 研究領域이 이루어질 것으로 본다.

이러한 결과는 Rathore와 Goldworthy가 보고한 細胞培養 및 組織培養에 있어서 分化效率이 높다는 研究결과^{9,10)}와 一致하는 傾向을 보이고 있다. 이온수(통상적으로 사용되고 있는 물)에서 固體培地處理가 液體培地處理보다 callus 效率이 높은 것처럼 磁化水 처리에서도 마찬가지로 效果가 나타났으며 이는 一般的인 再培養의 경우 液體培地보다 固體培地 처리에서 callus 誘起率 및 植物體 再分化率이 높은 것으로 이미 알려져 왔다. 따라서 固體培地와 液體培地 處理간의 차이는 磁化水의 處理 效果보다 再培養의 植物自體 特性으로 보아야 할 것이다.

한편 再分化된 植物體의 初期生育을 調査한 結果는 表 3과 같다. 再分化된 植物體의 草長은 磁化水에 있어서 이온수보다 3일후 50%의 伸長 效果가 있었으며 7일 후에는 36%의 伸長效果가 있었다. 이것은 柳沼光男이 밑에서 磁性力 700, 1, 400 Gauss를 處理하여 初期生育의 伸長效果를 얻었다는 結果¹³⁾와 비슷하였으며 벼의 경우 Cho의 研究報告³⁾와 같이 배를 치상하여 3일후 33%, 7일 후에 12%의 伸長效果와도 비슷한 傾向을 나

Table 3. Effects of magnetized water in early stage growth of rice regeneration plants

Water used media	Plant height(cm)		Taproot length(cm)	
	3days	7days	3days	7days
Magnetized water	0.3±0.1* (150)	1.5±0.2** (130)	0.2±0.0* (200)	1.3±0.2** (163)
Ionic water	0.2±0.1	1.1±0.2	0.1±0.0	0.8±0.1

() : Growth index(%)

타내었다. 또한 根長에 있어서도 3일후에 100%, 7일후 63%의 磁化水 處理 伸長效果가 있었으며 이러한 결과는 Kato가 옥수수를 재료로 한 試驗에서 22~27% 伸長效果를 얻었다는 결과⁶⁾와 Cho가 보고³⁾한 벼 根長 試驗에서 3일후 50%, 7일후 31%의 伸長效果를 얻었다는 결과와 一致하는 傾向을 나타내었으며 草長보다 根長에서 伸長效果가 더 크게 나타나는 결과를 보여 embryo 培養이나 callus 培養時 植物體 再分化 후 生長에 있어서 비슷한 生長效果 양상을 나타내었다.

소련의 쿠반스크 農業研究所의 報告에 의하면 土壤에 있는 營養分을 磁化水가 녹여서 植物의 吸收를 좋게 하므로 生長이 促進된다고 하고 酸性化되어 있는 土性에 磁化水를 주면 中性狀態를 維持하여 물의 吸收를 良好하게 하기 때문에 營養供給이 빠르다고⁴⁾ 하였다. 또한 이온화 현상에서 H₂O가 CO₂ gas에 의하여 H₂CO₃가 形成되면 H₂CO₃는 CaCO₃와 結合하여 Ca(HCO₃)₂을 만들며 溫度上昇으로 인하여 calcination 反應에 의해 炭酸鹽과 물로 再分解된다는 보고¹⁴⁾가 있고, H₂O를 磁氣處理하면 물의 運動에너지가 一部 電氣에너지로 轉換하여 물에 影響을 주고, 물 속에 있는 轉換質의 이온이 다른 것과 結合하기 쉬운 상태로 活

性化되며 이러한 磁力을 통과한 물은 表面張力, 溶解度, 酸素濃度, 傳導率을 增加시킨다는 것¹⁴⁾으로 미루어 보아 磁性力을 통과한 물(磁化水)의 自體變化와 pH의 어떤 變化로 인하여 callus 誘起率 및 植物體 再分化 效率에 影響을 미쳤다고 생각된다. 앞으로 좀더 組織培養의 正確度를 높이고 電磁氣 및 物理性에 대해 깊은 基礎研究가 필요하다.

2. 溶存酸素量 및 pH 變化

일정세기의 磁力을 통과한 물(磁化水)의 培地內 溶存酸素量을 測定한 결과는 表 4와 같다. 培養前 磁化水處理 培地內의 溶存酸素量은 이온수 處理보다 18.9% 높았으나 培養 4주후 培地內 溶存酸素量은 이온수와 비슷한 傾向을 나타내었으며 培養期間의 용존산소량은 磁化水 처리배지에서 1.09ppm 減小하였는데 비하여 이온수처리 培地에서 0.29ppm이 減小하여 결국 溶存酸素量이 callus 유기 및 植物體 再分化에 利用되는 것으로 나타났다. 이러한 結果는 本 研究에서 처음이며 앞으로 培地內 溶存酸素量에 따른 組織培養技術이 좀더 體系의으로 研究되어야 하겠다.

또한 培地內 pH 變化는 表 5와 같은데 溫度의

Table 4. Changes of dissolved oxygen amount¹ in culture media

Water used media	Pre-culture ² media(ppm)	Ratio(%)	Culture media after 4 weeks(ppm)	Ratio(%)
Magnetized water	5.64	118.9**	4.55	102.2*
Ionic water	4.74	100.0	4.45	100.0

¹ Oxgen Tester : OX-3 Tyle(Nissin)

² Saturation dissolved oxgen amount at 28℃ : 7.75ppm

Table 5. Effect of pH change in magnetic and ionic water with rising of water temperature

Water used media	pH of water used				
	22℃	25℃	28℃	31℃	34℃
Magnetized water	5.75±0.05	5.95±0.05	6.15±0.05	6.20±0.05	6.20±0.05
Ionic water	5.70±0.05	5.80±0.05	5.85±0.05	6.00±0.05	6.05±0.05

상昇에 따라 磁性力으로 處理된 물과 이온수의 pH를 비교해 보면 22℃에서 34℃까지 2종류의 물이 溫度上昇에 따라 다소 上昇하나 磁性力으로 處理된 물은 이온수보다 pH가 0.20~0.30정도 알칼리화 되는 傾向을 보였다.

이는 러시아 쿠반스크 農業研究所에서 研究한 結果⁴⁾와 같은 傾向을 나타내었으며 윤의 報告에 의한 21.8℃에서 22.4℃까지 磁性力을 處理한 물의 pH가 0.29~0.48까지 높아진 結果와 비슷한 傾向을 보였고, Cho의 研究結果³⁾와도 一致하여 callus 유기 및 植物體 再分化 效率에 pH 變化가 絕對的인 影響을 미치지 못하더라도 有機溶媒의 擴散傳導度 또는 溶存酸素量과의 相互作用으로 callus 誘起 및 植物體 再分化 效率에 影響을 미치는 것으로 생각되며 앞으로 좀 더 體系的인 研究가 필요하다고 思料된다.

摘 要

일정세기 이상의 磁力을 통과한 물(磁化水)을 이용하여 芽 callus 誘起 및 植物體 再分化 效率을 높이고자 팔공버를 對象으로 試驗한 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 芽 callus 誘起效率은 磁化水 처리한 固體, 液體培地에서 공히 이온수 처리보다 相對的으로 각각 30%, 16% 높았으며 絕對頻度에서도 固體, 液體培地 각각 27.3%, 15.4%를 나타내어 一般的인 蒸溜水 利用培地보다 대체로 높은 傾向이었다.
2. 植物體 再分化 效率에서도 磁化水 處理한 固體培地에서 44.7%로 이온수 처리의 39.3% 보다 5.4% 높았으나, 液體培地의 경우 오히려 이온수의 再分化率이 다소 높았으나 有意性은 없었다.
3. 再分化된 植物體의 初期生育을 調査한 結果 磁化水 處理가 이온수 處理보다 3일 후 50%, 7일 후 36%의 伸長效果가 있었다.
4. 培地內 溶存酸素量을 測定한 結果, 磁化水處理培地에서 培養前 5.64ppm으로 이온수처리培地보다 溶存酸素量이 18.9% 높았으나 培養 4

주후에는 磁化水 및 이온수 처리培地 각각 4.55ppm, 4.45ppm으로 비슷하였다.

5. 培地의 溫度別 pH 變化를 調査한 結果 磁化水處理培地의 pH가 이온수처리 pH보다 0.10~0.30정도 높았다.
6. 따라서 芽 callus 誘起 및 植物體 再分化 效率을 높이는데 700 Gauss의 磁力을 통과한 물(磁化水)의 처리가 이온수 처리보다 效果的이었으며 앞으로 좀더 精密한 基礎研究가 필요하다고 생각된다.

引用文獻

1. Dijak, M., D. L. Smith, T. T. Wilson and D. C. W. Brown. 1986. Stimulation of direct embryogenesis from mesophyll protoplasts of *Medicago sativa*. Plant Cell Reports. 5:468-470.
2. Dunlop, D. W. and B. S. Schmidt. 1969. Sensitivity of plant material to magnetic fields. In Biological Effects of Magnetic Fields II. Plenum Press. New York. pp. 147-170.
3. Eun Gi Cho, Soon Jong Kweon, Duck Yong Suh, Hyung Soo Suh, Soo Kwan Lee, Jae Kyen Sohn and Jung Youl Oh. 1992. 磁性力의 農業遺傳工學的 利用研究, 磁性力이 初期生育에 미치는 影響. 農試論文集(生命工學篇) 34(1):10-14.
4. 前田 恒. 1985. 生物は磁氣は感にるか. 講談社.
5. Gemishev, T. and K. Tsolova. 1987. Effect of constant magnetic field on the quantity of organetic acids in wheat plant. Fiziol. Rast(sofia) 13(3):43-49.
6. Kato Ryoichi. 1988. Effect of a Magnetic Field on the Growth of Primary Roots *Zea mays*. Plant Cell Physiol. 29(7):1215-1219.
7. 김호일. 1993. 植物組織培養技術 및 그 利用,

- 遺傳工學 理論과 應用. 농업유전공학연구소. pp. 438-451.
8. Kinoshita, T., K. Mori and T. Mikami. 1989. Somaclonal selection of physiological mutants through plant cell culture, In M. Maluszynski, ed : Current Options for Cereal Improvement. Kluwer Academic Publishers. pp. 81-96.
 9. Rathore, K. S. and A. Gold Worthy. 1985 a. Electrical control of growth in plant tissue cultures. Bio /Technology 3:253-254.
 10. _____ and _____. 1985 b. Electrical control of shoot regeneration in plant tissue cultures. Bio/Technology 3:1107-1109.
 11. Sae Jun Yang and Byeong Geun Oh. 1994. 벼 꽃가루 캘러스의 低溫處理에 의한 耐冷性 機內 選拔. 植物組織培養學會誌 21(1):35-39.
 12. Tara Kanova, G.A. 1978. Effect of permanent magnetic fields on separated links in the process of plant respiration. Soviet Plant Physiology 25:147-150.
 13. 柳沼光男. 1988. 磁場か植物に興える影響. 生物環境調節 26(1):37-40.
 14. 尹東漢, 韓大川. 1991. 신비로운 磁化水. 海東出版社. pp. 24-92.