

켄터키 블루그래스의 종자유래의 캘러스로부터 식물체 재분화

윤호성 · 이명희* · 배은경** · 이효신*** · 조진기**

Plant Regeneration from Seed-derived Callus in Kentucky Bluegrass(*Poa pratensis* L.)

Ho-Sung Yoon · Myunghee Lee* · Eunkyung Bae** · Hyoshin Lee*** · Jinki Jo**

ABSTRACT

Plant regeneration from seed-derived callus of Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L. cv. Kenblue) was investigated. Callus induced on the medium supplemented with 2 mg/L 2,4-D and 0.2 mg/L BAP showed highest frequency of plant regeneration on the regeneration medium supplemented with 1 mg/L NAA and 5 mg/L kinetin. Callus induced in the dark condition showed higher regenerability than that induced in the dim light. MS medium was better than N6 and B5 medium in enhancing plant regeneration. Maltose was superior to sucrose in plant regeneration as carbon source in the medium.

(Key words : Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L.), Plant regeneration, Seed-derived callus)

I. 서 론

켄터키 블루그래스(Kentucky bluegrass)는 다년생의 화본과 목초로서 기후에 대한 적응성이 높고, pH 적응범위가 넓으며, 추위에 강하여 목초용과 더불어 정원, 공원 및 골프장 등의 잔디 및 녹지용으로 전 세계적으로 널리 재배되고 있다. 그러나 생육온도가 15~21℃로서 추위에 약하여 우리나라에서는 고온다습한 여름철의 수량이 감소하는 단점이 있다.

켄터키 블루그래스는 번식에 있어 단위생식(apomixia)을 하는 점으로 인하여 전통적인 육종법을 이용한 유전적 개량에 어려움이 있다(Ke 및 Lee, 1996). 따라서 켄터키 블루그래스

의 유전적 개량을 위하여 조직배양 기법을 이용한 체세포배 변이체의 선발 및 유용유전자의 형질전환 방법 등의 중요성이 부각되고 있다.

켄터키 블루그래스의 조직배양에 관한 연구는 Krans(1981)가 체세포 조직유래의 캘러스가 식물체 재분화 능력이 없음을 보고한 이래로 mature zygotic embryos(Boyd 및 Dale, 1986; McDonnell 및 Conger, 1984), 미숙 화서(Van der Valk 등, 1989), 성숙종자(Van Ark 등, 1991; Van der Valk 등, 1995), 경단(Wu 및 Jampates, 1986) 및 현탁배양세포(Nielsen 및 Knudsen, 1993)를 이용한 배양 결과가 보고되었다.

켄터키 블루그래스의 조직배양에 있어 식물체 재분화율은 품종, 배양조건 및 배양조직에

경북대학교 농업과학기술연구소(Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea)

* 작물과학원 영남농업연구소(Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, Milyang 627-803, Korea)

** 경북대학교 농업생명과학대학 동물공학과(Department of Animal Science, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea)

*** 임업연구원 생물공학과(Biotechnology Division, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea)

Corresponding author : Jin ki Jo, Department of Animal Science, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea. 053-950-5756, E-mail: jkjo@kyungpook.ac.kr

따라 큰 차이를 나타내는 것으로 보고 되었다 (Griffin 및 Dibble, 1995; Ke 및 Lee, 1996; Van der Valk 등, 1995). 한편, 우리나라에서 켄터키 블루그래스의 장려품종으로 공시된 품종 중 'Kenblue'는 5% 이하의 낮은 식물체 재분화율을 나타내는 것으로 보고 되었으며(Griffin 및 Dibble, 1995), 'Monopoly'의 배양효율에 관한 보고는 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 켄터키 블루그래스의 장려품종 중 'Kenblue'의 종자배양에서 식물체 재분화 능력의 향상을 통하여 형질전환 효율의 향상 뿐만 아니라 체세포 변이체의 육종적 활용에 기여하고자 기본배지, 식물생장조절제, 탄소원 및 배양조건에 대한 실험을 수행하여 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 식물재료 및 종자소득

본 실험에서는 농촌진흥청 축산기술연구소에서 표준재배법으로 재배되어 채종된 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.)의 품종 중 'Kenblue'를 공시품종으로 사용하였다. 성숙종자의 종피를 제거하고 70% ethanol에 30초간 교반한 후 1% sodium hypochlorite 용액에서 50분간 표면 살균하였다. 살균된 종자는 멸균수로 5회 세척한 다음 캘러스 유도배지에 치상하였다.

2. 식물생장조절제 및 광조건에 따른 배양효율의 차이

캘러스 유도를 위하여 살균된 종자를 2 mg/L 2,4-D, 0~0.2(0, 0.1 및 0.2) mg/L BAP, 30 g/L sucrose, 1 g/L casein hydrolysate, 0.4 mg/L thiamine-HCl, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite가 첨가된 MS(Murashige 및 Skoog, 1962) 배지에 치상한 다음, 25 ± 1°C로 조절되는 항온실에서 암상태 및 약한 광상태(30 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$)에서 각각 배양하였다. 배양 14일 후에 발아된

종자로부터 shoot와 root를 제거하고, 유도된 캘러스만을 떼어 새 배지로 계대하여 다시 28일간 동일조건으로 배양하였다. 식물체 재분화율을 조사하기 위하여 유도된 캘러스를 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 30 g/L sucrose, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite가 첨가된 MS 배지에 이식한 다음, 25 ± 1°C로 조절되는 항온실에서 광상태(55 $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$)로 배양하여 식물체의 재분화를 유도하였다. 총 100개의 캘러스를 재분화배지에 이식하여 6주간 배양한 다음, shoot가 1 cm 이상 자란 것을 재분화된 식물체로 조사하였다. 식물체 재분화율은 이식된 캘러스에 대한 식물체가 유도된 캘러스의 수를 백분율로 나타내었다.

3. 기본배지에 따른 배양효율의 차이

켄터키 블루그래스의 종자배양에서 적정 배지를 선정하기 위하여, 2 mg/L 2,4-D, 0.2 mg/L BAP, 30 g/L sucrose, 1 g/L casein hydrolysate, 0.4 mg/L thiamine-HCl, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite가 첨가된 MS, N6(Chu 등, 1975) 및 B5(Gamborg 등, 1968) 배지에 각각 종자를 치상한 다음, 상기에서와 동일한 방법으로 암상태에서 배양하여 캘러스를 유기하였다. 식물체 재분화를 위한 적정배지를 선정하기 위하여 유도된 캘러스를 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 30 g/L sucrose, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite가 첨가된 각각의 배지에 이식하여 상기에서와 동일한 방법으로 배양한 다음 식물체 재분화율을 조사하였다.

4. 탄소원의 종류에 따른 배양효율의 차이

배지 내에 첨가되는 적정 탄소원을 조사하기 위하여 기본배지로 MS 배지를 사용하여, 탄소원을 제외하고는 상기와 같은 캘러스 유도 및 식물체 재분화 배지조성에 maltose와 sucrose를 각각 30 g/L로 첨가하여 탄소원의 종류에 따른 식물체 재분화 능력을 상기와 동일한 방법으로

비교하였다.

III. 결과 및 고찰

켄터키 블루그래스의 종자배양에 있어서 캘러스 유도조건을 확립하기 위하여 기본배지로 MS 배지를 사용하여 2 mg/L 2,4-D 단독처리와 2 mg/L 2,4-D와 0.1 mg/L BAP 그리고 2 mg/L 2,4-D와 0.2 mg/L BAP 혼용처리에 살균된 종자를 각각 치상한 다음, 암상태 및 약한 광상태로 나누어 배양하였다. 성장조절제 및 광조건에 관계없이 모든 처리구에서 배양 5~10 후부터 배반조직으로부터 캘러스가 유도되기 시작하였다. 배양 2주 후에 유도된 캘러스만을 떼어 새배지로 계대하여 최초 종자치상 후부터 6주 후에 캘러스 형성능력을 한 종자당 유기된 캘러스의 생체중으로 조사한 결과, 캘러스 생체중은 성장조절제 및 광조건에 따라서 유의적인 차이를 나타내지 않았다(결과 미제시).

유도된 캘러스의 식물체 재분화 능력을 조사하기 위하여 캘러스를 1 mg/L NAA와 5 mg/L kinetin이 첨가된 MS 재분화 배지로 이식하여 광조건에서 6주간 배양한 다음, 식물체 재분화율을 조사하였다(Table 1). 그 결과, 2 mg/L 2,4-D가 단독처리된 배지에서 유도된 캘러스는 광조건에 관계없이 2 % 이하의 낮은 재분화율을 나타내어 재분화 능력이 거의 없는 것으로 나타났다. 2 mg/L 2,4-D와 0.1 mg/L BAP가 혼용 처리된 배지에서 유도된 캘러스는 3~6 %의 재분화율을 나타내었으며, 2 mg/L 2,4-D와 0.2 mg/L BAP가 혼용 처리된 배지에서 유도된 캘러스는 18~22 %의 재분화율을 나타내었다. 또한 모든 성장조절제 처리구에서 약한 광상태에서 유도된 캘러스보다는 암상태에서 유도된 캘러스의 재분화율이 높게 나타났다. 따라서 이 후의 실험에서 켄터키 블루그래스의 종자로부터의 캘러스 유도배지에 2 mg/L 2,4-D와 0.2 mg/L BAP를 혼용처리하였다.

켄터키 블루그래스의 조직배양에 있어서 캘

러스를 유도하기 위하여 auxin의 단독처리보다는 cytokinin과의 혼용처리가 식물체 재분화율 증가시킨다는 것은 이미 보고된 바 있다(Griffin 및 Dibble, 1995; Ke 및 Lee, 1996; Van der Valk 등, 1995). Griffin과 Dibble (1995)은 켄터키 블루그래스의 종자배양에서 2,4-D, picloram 또는 dicamba가 단독처리된 배지에서 유도된 캘러스에 비하여 dicamba와 BA가 혼용 처리된 배지에서 유도된 캘러스가 15 배 이상 증가된 재분화율을 나타내었다고 보고하였다. 또한, 동일조건에서 본 실험에서 사용한 'Kenblue'의 경우는 4~5%의 낮은 재분화율을 나타내었다고 보고하였다. 'Kenblue'에 있어서 본 실험의 재분화율이 배양조건에 따라 최대 30~32%를 나타낸 반면에(Table 3), Griffin과 Dibble(1995)은 5%의 낮은 재분화율을 나타낸 차이의 원인으로서는 성장조절제의 종류 및 농도 차이 외에도 배양방법 및 조건 등이 다른데서 비롯된 결과로 추정된다.

켄터키 블루그래스의 종자를 2 mg/L 2,4-D와 0.2 mg/L BAP가 첨가된 MS, N6 및 B5 배지에 각각 배양하여 캘러스를 유도한 다음, 유도된

Table 1. Effect of different levels of 2,4-D and BAP on plant regeneration in seed culture of Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L. cv. Kenblue)

Culture condition	Treatment (mg/L) ^a		% calli with shoots ^b
	2,4-D	BAP	
Dark	2	0.0	2.0
		0.1	6.0
		0.2	22.0
Dim light	2	0.0	1.0
		0.1	3.0
		0.2	18.0

^a Seeds were placed on MS containing 2 mg/L 2,4-D, 0~0.2 mg/L BAP, 30 g/L sucrose, 1 g/L casein hydrolysate, 0.4 mg/L thiamine-HCl, 2.5 mg/L copper sulfate and 5 g/L gelrite for 6 weeks.

^b The calli were cultured on MS media containing 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 30 g/L sucrose, 2.5 mg/L copper sulfate and 5 g/L gelrite for 6 weeks.

캘러스를 1 mg/L NAA와 5 mg/L kinetin이 첨가된 각각의 재분화 배지로 옮겨 식물체 재분화율을 조사하였다(Table 2). 그 결과, 식물체 재분화율은 B5 배지와 N6 배지에서는 각각 12 %와 18 %를 나타내었으나 MS 배지에서는 22 %를 나타내어 MS 배지가 켄터키 블루그래스의 종자배양에 가장 적합한 것으로 나타났다.

켄터키 블루그래스의 조직배양에서는 MS 배지를 주로 이용하고 있다(Griffin 및 Dibble, 1995; Ke 및 Lee, 1996; Van der Valk 등, 1995). 화분과 작물의 조직배양에서는 N6 배지가 MS 배지보다 효율적이라고 알려져 있지만(Vasil 및 Vasi, 1984), 화분과 사료작물인 이탈리아 라이그래스의 종자(Ye 등, 1997) 및 화서(Creemers-Molenaar 등, 1988) 배양과 툴 페스큐의 미숙배양(Bai 및 Qu, 2001)에서는 MS 배지를 주로 이용하고 있는데, 본 연구에서도 켄터키 블루그래스의 종자배양에 있어서 MS 배지에서의 식물체 재분화율이 N6 및 B5 배지에서보다 높게 나타났다.

켄터키 블루그래스의 종자배양에서 배지 내에 첨가되는 탄소원의 종류가 식물체 재분화율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 maltose와 sucrose를 각각 30 mg/L로 첨가하여 조사한 결과, maltose 첨가구의 경우 식물체 재분화율은 광조건에 관계없이 30~32%의 높은 재분화 능력을

나타낸 반면에 sucrose 첨가구의 경우 18~22%를 나타내어 maltose가 켄터키 블루그래스의 종자배양에 적합한 것으로 나타났다.

식물 조직배양에 있어서 배지 내에 첨가되는 탄소원은 일반적으로 sucrose가 주로 이용되고 있지만, 켄터키 블루그래스의 조직배양에서는 sucrose(Griffin 및 Dibble, 1995)와 maltose(Van der Valk 등, 1995)가 모두 사용되고 있으며 아직 탄소원의 구체적인 영향에 관한 보고는 없는 실정이다. 화분과 작물의 조직배양에서도 이탈리아 라이그래스의 종자(Wang 등, 1993; Ye 등, 1997) 및 화서(Creemers-Molenaar 등, 1988) 배양에서는 sucrose를 주로 이용하고 있지만 보리, 툴 페스큐 및 귀리의 종자배양에서는 maltose를 주로 이용하고 있다(Cho 등, 1998; Choi 등, 2000).

Fig. 1은 재분화 배지에서 켄터키 블루그래스의 종자유래의 캘러스로부터 식물체가 재분화되는 모습을 보여주고 있다. 식물조직배양 과정에서는 체세포배 변이 등의 원인으로 인해서 광합성과 관련된 기능이 결손되어 나타나는 알비노 변이체의 높은 출현율이 문제점으로 제기되고 있다(Rim 등, 2000). 배양과정 중에

Table 2. Effect of basic medium on plant regeneration in seed culture of Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L. cv. Kenblue).

Basic media ^a	% Calli with shoots ^b
B5	12.0
N6	18.0
MS	22.0

^a Seeds were placed on each media containing 2 mg/L 2,4-D, 0.2 mg/L BAP, 30 g/L sucrose, 1 g/L casein hydrolysate, 0.4 mg/L thiamine-HCl, 2.5 mg/L copper sulfate and 5 g/L gelrite for 6 weeks in the dark.

^b The calli were cultured on each media containing 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 30 g/L sucrose, 2.5 mg/L copper sulfate and 5 g/L gelrite for 6 weeks.

Table 3. Effect of carbon sources on plant regeneration in seed culture of Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L. cv. Kenblue).

Culture condition	Carbon sources ^a	% Calli with shoots ^b
Dark	Maltose	32.0
	Sucrose	22.0
Dim light	Maltose	30.0
	Sucrose	18.0

^a Seeds were placed on MS media containing 2 mg/L 2,4-D, 0.2 mg/L BAP, 1 g/L casein hydrolysate, 0.4 mg/L thiamine-HCl, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite and 30 g/L maltose or sucrose for 6 weeks.

^b The calli were cultured on MS media containing 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 2.5 mg/L copper sulfate, 5 g/L gelrite and 30 g/L maltose or sucrose for 6 weeks.

쉽게 발견되는 알비노 변이체는 생장과정 중에 고사하는 경향이 있어 개화가 가능한 정상적인 식물체로의 발달이 거의 불가능한 것으로 보고되고 있다(Bae 등, 1999). 그러나 본 실험 조건에서는 알비노 식물체의 출현율이 모든 처리구에서 3% 이하로 낮게 나타났다.

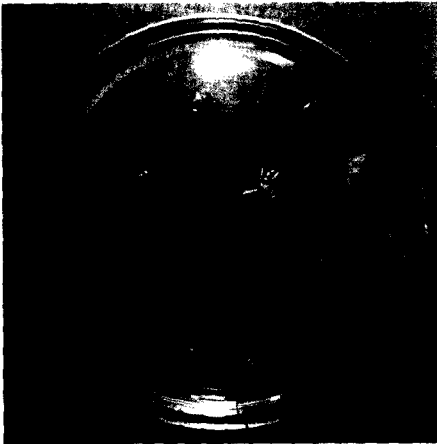


Fig. 1. Plant regeneration from seed-derived callus in Kentucky bluegrass. Calli were cultured on MS medium containing 1 mg/L NAA, 5 mg/L kinetin, 30 g/L maltose, 2.5 mg/L copper sulfate and 5 g/L gelrite for 6 weeks. Arrow indicates albino plant.

이상의 결과를 종합해보면 켄터키 블루그래스의 재분화 식물체의 효율적인 생산을 위해서는 성숙종자를 2 mg/L 2,4-D, 0.2 mg/L BAP 및 30 g/L maltose가 첨가된 MS 배지에서 배양하여 캘러스를 유도한 다음, 캘러스를 1 mg/L NAA와 5 mg/L kinetin이 첨가된 MS 배지에 이식하여 배양하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다. 본 실험에서 나타난 켄터키 블루그래스의 품종 'Kenblue'는 30~32%의 높은 식물체 재분화 능력을 나타내어 유용유전자의 형질전환 뿐만 아니라 체세포 변이체의 육종적 활용 등에 크게 이용되어 질 수 있을 것으로 판단되었다.

IV. 요약

켄터키 블루그래스의 종자배양에서 캘러스 형성 및 식물체 재분화 체계를 확립하기 위하여 배지조성 및 배양조건 등에 따른 배양효율의 차이를 'Kenblue'를 공시품종으로 사용하여 수행한 실험의 결과를 요약하면 다음과 같다. 성숙종자로부터 캘러스 유도를 위한 성장조절제로는 2 mg/L 2,4-D와 0.2 mg/L BAP 조합이 가장 효과적이었으며, 유도된 캘러스로부터 식물체 재분화를 위해서는 1 mg/L NAA와 5 mg/L kinetin 조합이 가장 효과적이었다. 캘러스 유도시 암상태에서 배양하는 것이 약한 광상태에서 배양하는 것보다 효과적이었으며, 캘러스 유도와 식물체 재분화에 있어 기본배지로 N6 배지나 B5 배지보다 MS 배지를 사용하는 것이 식물체 재분화에 효과적이었다. 배지 내에 첨가되는 탄소원으로는 maltose가 sucrose 보다 효과적이었다.

V. 사 사

This work was supported by a grant from the Korea Research Foundation(2002-005-F00003).

VI. 인용 문헌

1. Bae, C.H., Y.I. Lee, D.C. Kim, K.S. Min, J.H. Kim, J.S. Jung, S. Yoshida and H.Y. Lee. 1999. Characterization of *in vitro* growth and differentiation of an albino mutant of *Nicotiana tabacum* L. *Kor J Plant Tiss Cult.* 26:197-203.
2. Bai, Y. and R. Qu. 2001. Factors influencing tissue culture responses of mature seeds and immature embryos in turf-type tall fescue. *Plant Breed.* 120:239-242.
3. Boyd, L.A. and P.J. Dale. 1986. Callus production and plant regeneration from mature embryos of *Poa pratensis* L. *Plant Breed.* 97:246-254.
4. Cho, M.J., W. Jiang and P.G. Lemaux. 1998. Transformation of recalcitrant barley cultivars through improvement of regenerability and decreased

- albinism. *Plant Sci.* 138:229-244.
5. Cho, M.J., C.D. Ha and P.G. Lemaux. 2000. Production of transgenic tall fescue and red fescue plants by particle bombardment of mature seed-derived highly regenerative tissues. *Plant Cell Rep.* 19:1084-1089.
 6. Choi, H.W., P.G. Lemaux and M.J. Cho. 2000. High frequency of cytogenetic aberration in transgenic oat (*Avena sativa* L.) plant. *Plant Sci.* 156:85-94.
 7. Chu, C.C., C.C. Wang, C.S. Sun, C. Hsu, K.C. Yin, C.Y. Chu and F.Y. Bi. 1975. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. *Sci. Sin.* 18:659-668.
 8. Creemers-Molenaar, J., J.P.M. Loeffen and P. Van der Valk. 1988. The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and donor plant environment on plant regeneration from immature inflorescence-derived callus of *Lolium perenne* L. and *Lolium multiflorum* L. *Plant Sci.* 57:165-172.
 9. Gamborg, O.L., R.A. Miller and K. Ojima. 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Exp. Cell Res.* 50:151-158.
 10. Griffin, J.D. and M.S. Dibble. 1995. High-frequency plant regeneration from seed-derived callus cultures of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Plant Cell Rep.* 14:721-724.
 11. Ke, S. and C.W. Lee. 1996. Plant regeneration in Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) via coleoptile tissue cultures. *Plant Cell Rep.* 15:882-887.
 12. Krans, J.V. 1981. Cell culture of turfgrass. pp. 27-33. In Sheard R.W.(ed) *Proc 4th Intl Turfgrass Res. Conf. Univ. of Guelph Press, Ontario, Canada.*
 13. McDonnell, R.E. and B.V. Conger. 1984. Callus induction and plantlet formation from mature embryo explants of Kentucky bluegrass. *Crop Sci.* 24:573-578.
 14. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 25:473-497.
 15. Nielsen, K.A. and E. Knudsen. 1993. Regeneration of green plants from embryogenic suspension cultures of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Plant Cell Rep.* 12:537-540.
 16. Rim, Y.W., K.Y. Kim, K.J. Choi, B.R. Sung and J.S. Shin. 2000. Callus induction from seeds of Italian ryegrass and plant regeneration. *J. Kor. Grassl. Sci.* 20:25-30.
 17. Van Ark, H.F., M.A.C.M. Zaal, J. Creemers-Molenaar and P. van der Valk. 1991. Improvement of the tissue culture response of seed-derived callus cultures of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 27:275-280.
 18. Van der Valk, P., M.A.C.M. Zaal and J. Creemers-Molenaar. 1989. Somatic embryogenesis and plant regeneration in inflorescence and seed derived callus cultures of *Poa pratensis* L. (Kentucky bluegrass). *Plant Cell Rep.* 7:644-647.
 19. Van der Valk, P., F. Ruis, A.M. Tettelaar-Schrier and C.M. van de Velde. 1995. Optimizing plant regeneration from seed-derived callus of Kentucky bluegrass. The effect of benzyladenine. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 40:101-103.
 20. Vasil, V. and I.K. Vasil. 1984. Induction and maintenance of embryogenic callus cultures of *Gramineae*. pp. 36-42. In Vasil I.K.(ed) *Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol 1. Academic Press, Orlando.*
 21. Wang, Z.Y., J. Nagel, I. Potrykus and G. Spangenberg. 1993. Plants from cell suspension-derived protoplasts in *Lolium* species. *Plant Sci.* 94:179-193.
 22. Wu, L. and R. Jampates. 1986. Chromosome number and isoenzyme variation in Kentucky bluegrass cultures and plants regenerated from tissue culture. *Cytologia* 51:125-132.
 23. Ye, X., Z.Y. Wang, X. Wu, I. Potrykus and G. Spangenberg. 1997. Transgenic Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) plants from microprojectile bombardment of embryogenic suspension cells. *Plant Cell Rep.* 16:379-384.

KSGS Board of Directors (FY 2004)

Advisor : D. A .Kim, B. H. Kim, C. J. Kim, Y. J. Kim, C. N. Shin, K. S. Ahn,
I. S. Yun, W. B. Yook S. G. Lee, J. Y. Lee

President : J. K. Jo

Vice President : S. B. Koh, M. Y. Lee, B. T. Jeon

Managing Director : K. I. Sung

Executive Committee :

S. B. Koh	K. I. Sung	M. Y. Lee	Y. W. Lim
I. H. Jo	J. K. Cho	B. T. Jeon	

Directors :

S. B. Koh	Y. D. Ko	C. H. Kwon	K. W. Kim
M. C. Kim	M. J. Kim	B. W. Kim	S. D. Kim
W. H. Kim	J. G. Kim	J. G. Kim	T. H. Kim
G. J. Park	M. S. Park	S. Seo	Y. L. Suk
K. I. Sung	B. R. Sung	D. Y. Son	Y. S. Son
H. Y. Shin	S. K. Yoon	S. H. Yoon	C. Yoon
M. Y. Lee	B. H. Lee	S. M. Lee	S. C. Lee
I. D. Lee	J. K. Lee	J. S. Lee	J. Y. Lee
H. S. Lee	H. S. Lee	H. W. Lee	S. H. Lim
Y. C. Lim	Y. W. Lim	S. H. Jang	B. T. Jeon
Y. K. Chung	J. R. Chung	N. K. Cho	M. H. Jo
I. H. Jo	J. K. Jo	K. J. Choi	S. Y. Han
S. N. Hur			

Auditors : S. H. Moon J. S. Shin

KSGS Editorial Board (FY 2004)

Editors-in-Chief : B. W. Kim

Editors :

C. H. Kwon	J. G. Kim	T. H. Kim	K. I. Sung
S. H. Yoon	B. H. Lee	J. K. Lee	

The Journal of Korean Grassland Science is published in March, June, September and December. All correspondence concerning subscriptions to the journal and other business matters should be addressed to the Secretary-Treasurer, the Korean Society of Grassland Science, c/o, Department of Feed Science & Technology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea. Subscription rates : US \$ 20.00 per year(overseas).

Manuscript should be submit to the managing editor, Prof. Byong-Wan Kim (E-mail : bwkim@kangwon.ac.kr) or Secretary-Treasurer, Prof. Kyung-Il Sung(E-mail : grassland@empal.com).

Copyright 2004, September 30 by The Korean Society of Grassland Science. Permission for printing and reprinting the material contained herein has been obtained by the publisher.

Printing : ShinKwang Publishing Co. Phone : 82-2-2275-3559, Fax : 82-2-2271-3459,
E-mail : Shinkw99@chollian.net