

앵미의 온도와 파종깊이 및 토양수분에 따른 발아와 유묘생육의 특성규명

조영손[†]

경남과학기술대학교 생명자원과학대학 농학전공

Characteristics of Germination and Seedling Growth of Red Rice by Temperatures and Seeding Depths

Young-Son Cho[†]

Department of Agronomy, College of Science & Natural Resource, Gyeongnam National University of Science and Technology

ABSTRACT Red rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important weeds in most of rice cultivating area. Seed germination related experiments were done to evaluate germination percentage, emerging speed, and initial growth by seeding depth and soil moisture level. The four experiments, 1) temperature, 2) seeding depth, 3) soil moisture level, and 4) seeding position, were done with combination each other on phytotron for germination and seedling growth related experiments of redrice. The treatments levels were: 1) Temperatures were 20/15(Low), 25/20 (Mid.), 30/25°C (High), (day/night), 2) seeding depths were 0, 3, 6 cm, 3) soil moisture levels were 25, 35, 45, 55, 65% (VWC, %), and seeding position were furrow, ridge, ridge-top.

The germination percentage and germination speed of red rice were higher and faster than Daeanbyeon in low temperature. Yoeongcheon redrice of seed germination percentage and seedling length was more vigor than Hapcheon red rice. Red rice was not germinated on 6 cm seeding depth until 11 days after seeding except high temperature treatment. Germination percentage increased with increasing soil water percentage in low temperature, however it was greatest in 45% in high soil moisture level between 25% to 65% in low temperature. Seed germination percentage and seedling length were not significantly different among the soil water level in mid- and high temperature levels.

In conclusion, red rice could germinate in top soil (<6 cm) in mid- and high temperature range, so we might be control red rice by spraying herbicide after germination of red rice combined with delayed rotary cultivation.

Keywords : redrice, seed germination, seedling growth, seeding depth

직파재배는 생산비와 투입 노동력을 줄여 농가 소득을 향상시킬 수 있는 벼 재배법으로 농민들은 원하고 있으나, 2009년 현재 벼 총 재배면적 925천 ha 중 직파재배면적은 31,000ha(3.35%)로 미국과 호주 등의 100%에 비하면 극히 낮은 수준에 머무르고 있다(Cho, 2005; Hill *et al.*, 1990; RDA Interrobang). 직파재배에서는 일반적인 잡초방제 보다는 벼와 같은 과에 속하는 앵미방제가 어려운 점이 직파재배면적의 감소 원인 중 가장 큰 이유이다(Ko *et al.*, 1995; Joung, 2000). 앵미는 이앙재배에서는 거의 발생하지 않고 직파재배에서만 발생율이 높는데 그 가장 큰 이유는 이앙의 경우는 종묘나 성묘를 이앙할 경우 앵미보다 생장시작이 적어도 30일 이상 앞서고 또 이앙시기가 앵미가 발아하여 출현하기 이전에 경운과 로터리 경운 등에 의하여 출현하지 못하거나 출현하더라도 뿌리채 뽑혀버려 정착할 수 없는 조건이 되기 때문이다. 직파재배 중에서도 건답직파의 경우가 답수직파재배의 경우보다 앵미의 발생이 많은데, 그 이유는 답수직파의 경우 로터리경운 이전에 발생한 것들은 물 로터리경운에 의해 뿌리가 뽑히거나 토양이 곤죽으로 된 상태에서 출현한 앵미들이 질흙속에 놓여 더 이상 생장하기 어려운 조건이 되는 것으로 판단된다. 현재까지 보고된 앵미방제 직파재배법중 최선책은 가능한 늦게 파종하는 것과 답수심을 7 cm 이상유지하는 캘리포니아에서 이루어지고 있는 답수직파가 최선책으로 알려져 있다(Cho, 2005). 현재까지 이

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6687 (E-mail) yscho@gntech.ac.kr
<Received 18 July, 2013; Accepted 31 July, 2013>

런 재배법만이 앵미를 방제할 수 있는 유일한 대안으로 알려져 있는데, 그 이유는 벼와 앵미가 같은 과에 속하고 기존에 출시된 제초제로는 앵미를 방제할 수 없기 때문이다.

앵미는 잡초성 벼 중의 하나인데, 어떤 이는 잡초성벼와 앵미를 동의어로 사용하기도 하는데 이는 앵미의 발생이 잡초성벼에서 가장 심각히 문제되기 때문이나, 엄밀히 말하면 잡초성벼 중에서 현미색이 적미인 것을 앵미로 불러야 할 것이다. 잡초성벼는 우리나라와 일본에서 적미를 오래전부터 잡초로 여기고 있고 미국에서는 1846년 이후 벼의 weed race로 분류하고 있다(Smith, 1988; Diarra *et al.*, 1985). 한국에서의 앵미 분포에 관한 연구는 Suh *et al.*(1992)이 101개군에서 1,113개 계통의 앵미를 수집하여 분석한 결과, 장립형 계통들은 경상남북도의 낙동강 유역과 전라남북도의 섬진강 유역에 주로 분포하였고 단립형 적미는 전국에 분포한다고 하였다.

현재까지 남한에 자생하는 앵미종류는 매우 다양하며 전국에 걸쳐서 발생하고 있는데 그중에서 현재 농가에서 문제시되고 있는 종류들의 파종 깊이 및 파종위치에 따른 발아 및 초기생육 특성을 이해함으로써 재배적인 방법으로 앵미를 방제하는데 기초 자료를 제공하고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 수원에 위치한 농촌진흥청 국립식량과학원 인공기상실에서 2006년에 수행되었다. 벼 품종은 직파재배 우수품종으로 알려진 대안벼를 대비품종으로 하였으며 앵미는 현재 농가에서 많이 발생하고 있는 품종들 중에서 영천지방(Red1)에서 수집한 활력이 매우 높은 것과 합천(Red2)에서 수집한 2종을 공시하였다. 처리내용은 벼 파종 시기에 맞추어 앵미의 발아온도 특성을 구명하고자 1) 온도 조건은 주/야, 14/10시간씩 변온으로 하여 20/15, 25/20, 30/25°C 세 수준으로 하였으며 2) 파종깊이 시험은 0 cm (표면파종), 3 cm, 6 cm 깊이로 세 수준 이었고, 대안벼는 3 cm 깊이에서만 파종하였다. 3) 토양수분함량은 25, 35, 45, 55, 65%로 다섯 수준으로 하였다. 이는 토양에 대한 부피비로 조절하여 토양수분함량을 조절하였으며 파종 후 10일간만 TDR(Time Domain Reflectometry)을 이용하여 수분함량을 조절 하였으며 발아율 조사 이후에는 담수조건으로 유지 하였다. 수분함량 조절시 먼저 수분특성변화를 같은 pot를 이용하여 일변화를 구한다음, 본시험에서는 무파종한 pot를 같이 설치하여 수분 함량을 매일 측정하여 조절 하였다. 4) 재배법에서 파종위치에 관한 시험은 조(2006)가 개발한 이랑직파 재배법을 적용하여 파종위치를 이랑 윗부

분, 이랑 7부 능선, 고랑의 세 곳으로 하였다

발아시험에 사용된 흙은 1 cm 체를 통과한 논토양의 양토를 사용하였으며 파종시 토양 가비중(g/cc)은 1.1 이었다. 발아 시험중 공급된 물은 수돗물을 사용하였고 수분 조절시에는 비이커를 활용하여 계산된 량을 흙이 파이거나 평휴가 흐트러지지 않는 조건을 유지하였다. 포트는 아크릴로 만든 투명한 4각 포트를 사용하였는데 크기는 20 cm(가로) × 15 cm(세로) × 15 cm(높이) 였다.

파종 방법은 각 처리에 따라 3립씩 2 cm 간격으로 점파를 하였으며 등 간격을 유지하였고 각 처리당 3반복으로 완전임의 배치법으로 배치하였다.

발아율 조사는 파종 후 11일째 파종한 지점의 종자들을 핀셋으로 샘플링하여 1mm 이상 발아한 것은 발아로 규정하여 발아율을 조사하였으며, 유묘장은 파종후 21일차에 유묘를 샘플링한후 범씨에서 엽신의 끝점까지의 길이(cm)를 측정하여 나타냈다. 통계처리는 엑셀프로그램을 사용하여 평균과 표준편차만 구하였고, 그림은 Sigmaplot 8.0을 이용하였다.

결과 및 고찰

파종위치와 온도에 따른 대안벼 및 앵미 발아율(상) 과 유묘장(하)

인공작물생육장(Phytotron)에서 본시험을 수행하였는데, 수분시험을 제외한 발아시험은 토양수분함량 45%조건에서 실시하였다. 온도가 높을수록 앵미와 대안벼의 발아율이 높은 경향 이었다(Fig. 1). 유묘초장도 발아율과 비슷한 양상으로 온도가 높을수록 큰 경향 이었다. 대체로 20/15°C와 25/20°C에서는 앵미와 대안벼의 발생량은 매우 적었으나, 대안벼는 앵미보다 높은 온도조건에서 발아율과 유묘간장이 높게 조사되었다. 이는 기존의 육성품종보다 저온조건에서 발아율이 높은 것으로 알려진 보고들(Suh *et al.*, 1999; Yang&Yeo, 1997; Yuan *et al.*, 2007)과 일치하였다. 영천 앵미(Red1)는 저온조건에서는 발아가 되지 않았으며, 중온 조건에서는 약 3%의 발아율을 나타냈고 이랑(Ridge-top), 경사지(Slope 70%), 고랑(Furrow-bottom)의 세 곳 모두 유의적인 차이 없이 3%정도의 발아율을 나타냈다. 대비품종인 대안벼는 경사지에서만 3%정도의 발아율을 나타냈다. 하지만 30/25°C에서는 파종위치에 상관없이 영천앵미는 37%의 발아율을 나타냈으나 합천앵미는 경사지와 이랑에서 3%정도의 발아율을 나타냈고 고랑에서는 발아되지 않았다. 대안벼의 경우는 이랑에서는 발아율이 0%였으나 고랑과 경사지에서는 영천앵미보다 약 5%정도 낮은 발아율을 보였는데 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 이 시험에

서 얻을 수 있는 결과는 25/20℃에서는 영천앵미의 발생이 많이 예상되나 30/25℃에서는 직파재배품종인 대안벼와 영천앵미간의 유의적인 차이가 없어 직파재배시에는 상호 경쟁관계에 놓일 것으로 사료된다. 위와 같은 처리조건에서 유묘장은 파종후 21일차에 조사되었는데, 20/15℃에서는 영천앵미의 경우 1 cm 정도의 유묘장이 모든 파종위치에서 관찰되었으나 합천앵미는 거의 발아되지 않았고, 대안벼는 경사지에서는 1 cm 정도를 나타내어, 20/15℃에서도 파종후 21일 경에는 앵미와 대안벼의 유묘장이 비슷하게 자람을 알 수 있었다. 25/20℃에서는 영천앵미의 유묘장이 합천앵미나 대안벼보다 2배 이상 높은 파종위치에 상관없이 약

7 cm를 기록하여 초기 생장이 매우 빠름을 알 수 있다. 25/20℃과 비슷하게 30/25℃에서도 영천앵미의 유묘장이 대안벼에 비해 약 1.5배 정도 길었으며 합천앵미에 비해서는 3배정도의 유묘장을 나타내어 모든 온도조건에서 발아율 및 종자세가 높게 나타났다.

온도조건 및 파종 깊이에 따른 대안벼 및 앵미 발아율(%) 및 유묘장(cm)

본시험에서 대안벼는 관행 조건을 맞추기 위하여 평휴조건에서 3 cm 깊이로만 파종하였고 앵미는 초기 발아와 종자세가 뛰어난 영천앵미만을 공시하여 두품종은 평휴에서 0, 3, 6 cm 깊이로 파종하였다. 파종온도와 토양수분함량 및 파종깊이에 따른 앵미와 대안벼의 발아율과 유묘장을 비교 시험한 결과, 저온조건에서는 토양수분함량이 높을수록 앵미와 대안벼의 발아율이 높았으나 파종깊이 6 cm에서는 조사기간 동안 전혀 발아되지 않았다(Fig. 2). 그리고 대안벼는 토양수분 45%와 55%구에서만 16%과 18%의 발아율을 나타냈다. 25/20℃에서는 20/15℃와는 완전히 다른 양상을 나타냈는데, 대안벼는 65% 수분구를 제외하고는 모든 수분조건에서 발아율이 가장 높은 수준을 유지하였다. 유묘간장도 발아율과 비슷한 경향을 나타냈으나, 온도가 높을수록 간장의 증가가 현격하게 높았다. 대안벼의 경우는 특히하게 30/25℃에서의 발아율이 25/20℃보다 낮아서 적정 발아온도는 25/20℃로 사료된다. 반면에 유묘장은 25/20℃보다는 30/25℃에서 높게 나타났다. 앵미의 경우는 20/15℃와 25/20℃에서는 파종심도 6 cm에서 발아하지 않던 것들이 30/25℃에서는 발아를 하여 광발아성의 유무가 고온 조건에 의해 깨트러지는 양상을 나타냈으나, 이는 부가적인 시험들이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과들을 요약해보면 20/15℃에서 발아시험 결과 앵미가 대안벼보다 발아율이 높았고 발아속도도 빨랐으며 유묘장 증가 속도가 현저히 높았다. 그러므로 일반벼와 앵미가 동시에 발아 하는 조건에서는 앵미방제가 매우 어려운 것으로 사료된다. 앵미의 발아 특성을 규명하기위하여 파종심도 6 cm 조건에서 발아시험을 수행한 결과 30/25℃ 즉 주간 30℃ 이상의 조건이외의 온도처리에서는 파종후 11일 동안 발아를 못하였으며 이는 일반벼 보다 발아속도가 전체온도 처리에서 늦은 것으로 사료되어 파종심도가 깊은 곳에 있는 앵미의 방제는 벼가 발아된 후에 물관리등의 방법으로 방제가 가능할 것으로 사료된다. 토양수분함량은 부피단위(VWC, %)에서 25%에서 65%까지 대안벼와 앵미 모두 발아 되었으나 20/15℃에서는 수분함량이 많을수록 발아율이 높았고, 25/20℃에서는 토양수분 45% 조건에서

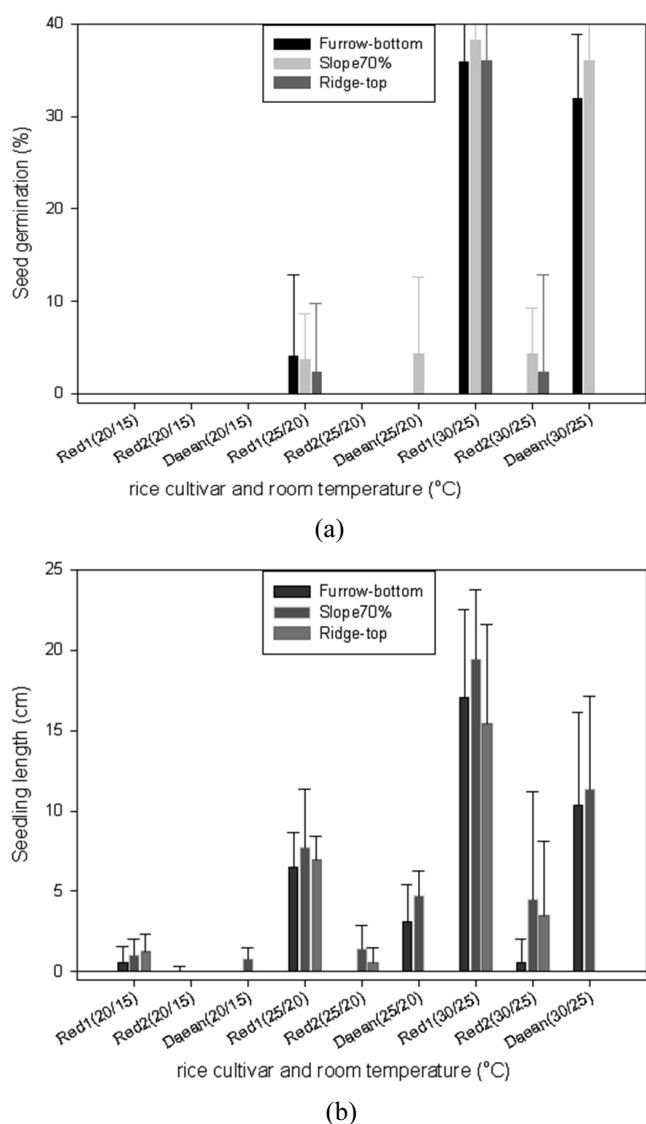


Fig. 1. Germination rate (%) and seedling length (cm) of red rice as affected by seeding position and temperature in pot experiment.

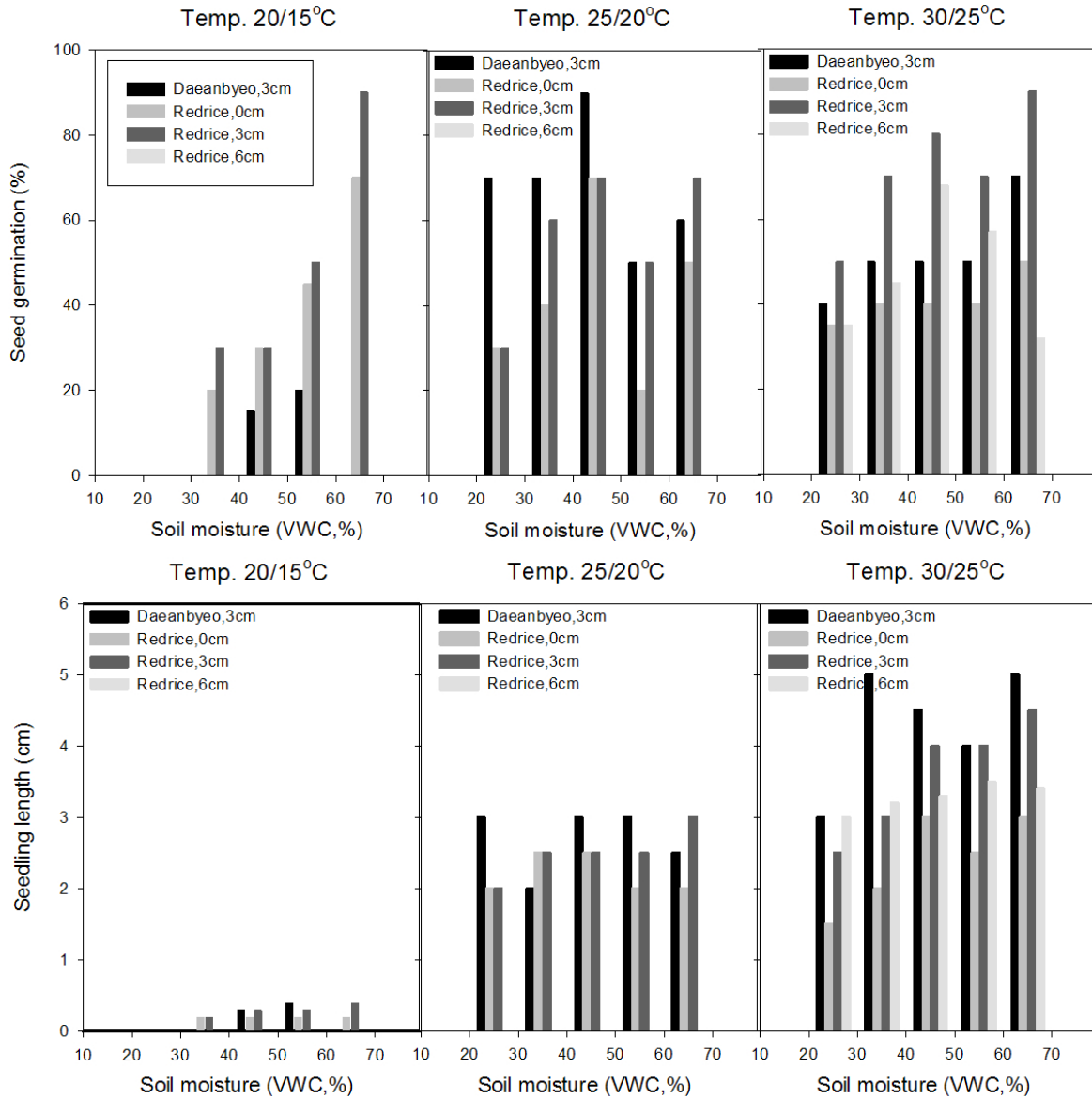


Fig. 2. Germination percent and seedling length of rice/redrice were as affected by temperature, seeding depth, and soil moisture condition (Standard deviation bars are not showed to express of bars pattern).

발아율이 가장 높았는데 이는 중부지방에서는 5월 중순경 을 의미하는데 이 시기를 회피하여 앵미가 완전히 발아된 후에 제초제를 살포하여 일반벼를 파종하거나 일반벼 파종 후 출현전에 약제 살포등으로 앵미를 방제하는 방안 등으로 활용할 수 있을 것으로 사료되었다(고 *et al.*, 1995).

적 요

앵미의 온도와 파종깊이 및 토양수분에 따른 발아와 유묘 생육의 특성을 규명하기 위하여 앵미 2종과 대안벼를 공시

하여 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 저온조건에서 발아시험 결과 앵미가 대안벼보다 발아율이 높았고 발아속도도 빨랐으며 종자세가 우수하였다.
2. 저온조건에서는 수분함량이 많을수록 발아율이 높았고, 중온조건에서는 토양수분 45% 조건에서 발아율이 가장 높았다.
3. 영천앵미의 발아 특성은 파종심도 6 cm 처리구에서는 저온과 중온에서는 발아를 하지 않았으나 고온에서는 발아를 하였다.

4. 합천앵미와 영천앵미의 발아 특성중 영천앵미가 합천 앵미보다 발아율 및 종자세가 우수한 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 일반연구과제비에 의해 수행 되었으며, 보강시험과 투고료등은 경남과학기술 대학교 2012년 기성회 연구비 지원에 의하여 수행되었음

인용문헌

- Cho Y. S. 2005. Situation and Cultivation of Japonica Rice in America. Korea J. Intl. Agri 17(1) : 32-37.
- Cho Y. S. 2006. No-herbicide rice cropping by ridge sowing and water management. Patent No. 10-0583385(2006.05.18.).
- Diarra, A., R. J. Smith, Jr., and R. E. Talbert. 1985. Growth and morphological characteristics of red rice (*O. sativa*) biotypes. Weed Science 33(6) : 644-649.
- Hill, J. E., D. E. Bayer, S. Bocchi, and W. S. Clampett. 1990. Direct seeded rice in the temperate climates of Australia, Italy, and North America. Int. Rice Res. Conference. 1990. Seoul, Korea, p. 12.
- Jung N. J. 2000. Germination-photoblatism and genetic background of A Korean weedy rice(*Oryza sativa* L.) Thesis (Ph.D.) - Seoul National University: Dept. of Agronomy.
- Ko, B. R., Y. J. Song, S. J. Gwon, Hong, Y. G., C. J. Hwang, and M. S. Lee. 1995. Effect of Red Rice Emergent in Direct Seeding on Dry Paddy Field. JBARES. Test Research Report RDA Interobang, No. 80, www.rda.go.kr.
- Smith Jr. R.J. 1988. Weed thresholds in Southern U. S. Rice, *Oryza sativa*. Weed Technoloty. 2 : 232-241.
- Suh H. S., S. Z. Park, and M. H. Heu. 1992. Collection and Evaluation of Korean Red Rices I . Regional Distribution and Seed Characteristics Korea j. Crop S. 37(5) : 425-430.
- Suh J. P., S. N. Ahn, H. P. Moon, and H. S. Suh. 1999. OTL Analysis of Low Temperature Germinability in a Weedy Rice. Korea j. Breed. 31(3) : 261-267.
- Yang S. J. and U. S. Yeo. 1997. Varietal Difference of Low Temperature Germinability and Seedling Establishment in Rice. Korea j. Breed. 29(2). 16-222.
- Smith Jr. R. J. 1988. Weed thresholds in Southern U. S. Rice, *Oryza sativa*. Weed Technology. 2 : 232-241.
- Yuan J. S., D. R. Gealy, T. Stoming, and C. N. Stewart Jr. 2007. Comparative genomics and proteomics study of genes involved in low temperature germinability. January 13-17, 2007, Plant & Animal Genomes XV Conference, Town & County Convention Center Sandiego, CA.