GOVP1199904557

631.5
L293ㅈ

최 종
연구보고서

종자 Priming 처리기술 개발에 의한 불량환경에서의 주요작물 입묘율 향상

Improvement of Stand Establishment of Major Crops by Seed Priming under Unfavorable Environments

연 구 기 관

영남대학교 자연자원대학

농 림 부

최 종 보 고 서

1998년도 농림특정연구사업에 의하여 완료한 종자 priming 처리 기술 개발에 의한 불량환경에서의 주요작물 입묘율 향상에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 8부
2. 최종보고서 디스켓 1매

1998. 11. 30.

주관연구기관 : 영남대학교

총괄연구책임자 : 이 석 순 (인)

주관연구기관장 : 영남대학교 총장 김상근 (직인)

농 림 부 장 관 귀 하

최 종
연구보고서

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "종자 priming 처리기술 개발에 의한 불량환경에서의 주요 작물 입묘율 향상" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 11. 30.

주관연구기관명 : 영남대학교 자연자원대학

총괄연구책임자 : 이 석순
세부연구책임자 : 박 의호
연 구 원 : 최 연식, 홍 승범, 김 재현
협동연구기관명 : 대구대학교 자연자원대학
협동연구책임자 : 정 병룡, 민 태기

요 약 문

I. 제목

종자 priming 처리기술 개발에 의한 불량환경에서의 주요작물 입묘율 향상

II. 연구개발의 목적 및 중요성

발아 및 입묘율은 작물의 생산성과 직결되며 직파재배 성공의 관건이 되는데 한발, 과습, 저온 등 열악한 播種期의 환경으로 우리 나라 주요작물들의 경우 낮은 발아율과 고르지 못한 立苗가 상습적인 문제로 대두되어 왔다. 따라서 파종시기의 열악한 기상 및 토양환경에 적극적으로 대응할 수 있는 보다 과학적이고 실용성 있는 대책의 수립이 필요하다.

특히 벼, 콩, 옥수수, 참깨, 담배 등 주요작물들의 입묘율 문제는 생력재배 (직파재배) 추세나 불량한 파종환경 여건을 고려할 때 시급히 해결되어야 할 우선 과제로 판단된다. 이들 주요 작물들의 발아 및 입묘율 제고를 위한 과학적인 종자 처리기술 관련연구가 국내외적으로 아직은 극히 미진한 실정이며, 다만 선진 외국의 경우 채소 종자를 중심으로 priming 및 coating 기술개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

종자의 priming이란 종자를 파종하기 전에, 발아하기에는 부족하나 내부적으로 생리적 발아상태가 되도록 적정량의 수분을 흡수시킨 후 건조하여, 파종 후 발아속도를 촉진시키고, 발아 균일도를 제고할 수 있는 방법으로서 지금까지는 주로 채소 종자를 중심으로 그 기술이 개발되어 왔다. 그러

나 채소류에서 개발된 종자 처리기술의 부분적 응용은 가능하나 우리 나라 주요 식량작물에의 직접 적용은 불가능하므로 우리 나라에서 중요한 위치를 차지하는 작물들을 대상으로 이들에 적합한 seed priming 기술을 개발하고자 함이 본 연구의 주된 목적이다. 이는 포장재배, 시설 내 육묘, sprout 이용시 발아와 입묘율 제고 및 발아기간 단축의 효과가 크며 종자 보급체계, 또는 종자산업 활성화의 일익 및 국제경쟁력을 제고시킬 수 있을 것으로 전망된다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 최적 water potential 처리 수준, 작물별 priming 방법개발 및 품종간 변이 탐색

가) 주요 작물(벼, 콩, 옥수수, 담배, 참깨) 품종들의 종자 증식

나) 작물별 종자의 최적 water potential 처리 수준 탐색

다) 적정 종자 priming 온도 탐구

라) 작물별 적정 priming 방법 연구

마) Priming 처리의 품종간 변이 탐색

2. 종자의 노화정도, 불량환경에 따른 priming 효과 및 분석 해부학적 연구

가) 종자의 노화정도에 따른 priming의 효과 연구

나) Priming 처리된 종자의 인위적 발아불량 환경에서의 발아력

다) 종자 priming시 주요 성분 변화 분석

라) Priming 과정 중 종자의 해부학적 변화 관찰

3. Priming처리 종자의 저장력, 호르몬 복합처리 효과 및 포장 조건 실증시험

가) Priming시 생장조절제 복합처리 효과

나) Priming 처리종자의 저장 방법 구명

다) 포장상태에서의 종자 priming 효과 실증시험

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 불량환경에서도 짧은 기간 내에 발아시킬 수 있고 고른 발아를 유도할 수 있는 종자 priming 처리기술을 작물별로 개발하고, 이를 실용화 할 수 있는 가능성을 검토하고자 수행되었다. 아울러 priming 처리로 인한 종자의 형태적 변화, 효소활성과 저장양분의 변화 등을 분석함으로써 아직까지 분명치 않은 priming 효과의 이론적 기작도 밝히고자 노력하였다. 일차적으로 공시작물들(벼, 콩, 옥수수, 담배, 참깨)에 대해 공통적인 priming 처리 이론내용과 접근방법을 적용하되, 작물간 특성이 다른 점을 고려하여 작물별로 그에 적합한 방법들을 개발하거나 변형시키면서 연구를 수행하였다. 결과적으로 연구 수행 과정 중에 작물별로 적용할 수 있는 priming 처리 방법이나 성분 및 조직학적 변화 등에서 차이를 보였고, 그 반응이나 효과 및 응용 가능성 등이 달리 나타났으며, 중요한 내용을 요약하여 고찰해 보면 다음과 같다.

1. PEG를 이용한 osmoconditioning에 알맞은 조건은 벼는 -0.6 MPa, 15℃에서 4일간, 콩은 -1.1 MPa, 25℃에서 3일간, 옥수수는 -1.2 MPa, 25℃에서 2일간, 담배 -0.8 MPa, 25℃에서 8일간, 참깨 -1.1 MPa, 15℃에서

5일간으로 작물에 따라 현저히 달랐다.

2. 모든 작물에서 발아율이 높은 건전종자를 priming처리하였을 때 상온에서의 발아율은 차이가 없었으나 발아속도를 촉진시켰다. 그러나 불량환경인 저온에서 발아시켰을 때는 공시작물 모두 priming 처리효과가 나타났으며 과습 및 건조 토양 조건에서는 벼, 담배, 참깨만 그 효과가 뚜렷하였다.

3. 인위적 및 자연적으로 노화된 종자를 PEG로 priming 처리한 결과 옥수수, 담배, 참깨 및 특히 콩의 발아율이 향상되었고, 발아속도도 빨라져서 불량종자의 발아력을 향상시킬 수 있는 가능성을 보였다. 그러나 노화된 벼종자는 priming 처리로 오히려 발아율이 저하되었고, 발아도 지연되었는데, 노화종자에 hardening 처리를 할 경우에는 발아율이 향상되었다.

4. 실용성을 전제로 하여 다양한 priming 방법들을 검토해 본 결과 작물별로 적합한 priming 방법이 달랐으며 효과도 차이가 있었다. 즉 콩은 matriconditioning, 옥수수는 hardening을 제외한 모든 방법이, 담배와 참깨는 osmoconditioning, matriconditioning 방법이 효과적이었다.

5. 공시작물 모두 품종에 따라 priming 처리효과가 달리 나타났다. 그런데 이러한 품종간 효과차이가 유전적 배경보다는 품종별 종자 활력의 차이로 인하여 나타났을 가능성이 더 클 것으로 판단되었다.

6. Priming 과정 중 콩은 stachyose 함량이, 옥수수는 sucrose 함량이 감소하였으며 벼, 옥수수, 담배, 참깨에서 α-amylase의 활성과 당의 분해 및 발아와는 밀접한 관계가 있었다. 특히 벼에서 과도한 priming은 α-amylase 활성의 비정상적 상승, 과도한 당 분해, 발아불량, 분화된 잎과 유근의 비정상적 모양과 관련이 있었다.

7. Priming 과정 중 벼, 옥수수 종자 배 부위의 초엽 등의 분화가 진전되었으며 일부 전분립자도 분해되는 양상을 보였다. 담배의 경우도 배가 신장하여 활발한 대사작용이 일어남을 조직학적으로 확인할 수 있었다.

8. 생장조절제만을 처리하였을 때 GA는 벼와 옥수수에서, kinetin은 벼에서 발아를 촉진시켰다. 그러나 priming한 종자에 생장조절제를 추가적으로 또는 복합처리 했을 때에는 공시작물 모두에서 priming 단독처리보다 특별한 상승적 효과는 보이지 않았다.

9. 벼, 콩 등은 상온의 일반창고에 저장하여도 최소한 6개월까지는 종자의 활력이 변하지 않아 저장상의 문제는 크지 않을 것으로 판단되었다. 그러나 priming 처리한 마치종 옥수수의 경우는 상온저장시 발아율이 다소 저하되었으며, 담배와 참깨는 저장기간 중 발아율이 급격히 저하되었다. 따라서 priming 처리한 담배와 참깨종자는 저온(5℃)과 건조(RH 40%) 조건에 저장하는 것이 안전할 것으로 판단되었다.

10. 최종적으로 priming 처리효과를 포장에서 확인 해 본 결과 모든 작물에서 출아율이 향상되었는데, 다만 작물에 따라, 파종시기에 따라 그 정도는 달랐다. 이것은 재배환경을 분석해 본 결과 불량환경(저온, 과습, 건조)에서 priming의 효과가 인정된 실내실험의 결과가 비슷하였다.

11. 적기파종 단엽콩에서 priming 처리구의 수량이 증대되었으며 특히 노화종자에 priming 처리를 한 결과 처리구의 수량이 월등히 높았다. 그러나 벼, 옥수수, 담배, 참깨의 수량은 차이가 없었다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 벼, 콩, 옥수수, 담배, 참깨 등 주요 작물도 priming 처리를 통하여 종자의 활력을 증진시키고 입묘율을 제

고시킬 수 있다는 결론을 얻었다. 나아가 실용화와 관련된 연구들이 보완되고 진전된다면 이러한 결과들이 농가나 종묘산업에 충분히 적용되고 활용될 수 있을 것으로 전망된다.

SUMMARY

I. Title

Improvement of Stand Establishment of Major Crops by Seed Priming under Unfavorable Environments

II. Objectives and Importance

Germination and percent stand of crops are directly related to the productivity and are very important in direct seeding of field crops. In Korea, a low percent stand and slow emergence of seedlings have been significant problems under the unfavorable environmental conditions such as drought, excess soil moisture, and low temperature at planting time. To overcome those adverse environmental and soil conditions, more practical, scientific countermeasures should be established.

The major field crops in Korea such as rice, soybeans, corn, sesame, and tobacco are frequently subjected to the environmental stresses especially, when planted early to extend cropping season. Many seed treatment techniques such as seed priming, pelleting, and coating are employed to increase germination rate, accelerate germination speed, and get uniform germination in many vegetable crop seeds, while such information is quite limited in field crop seeds in Korea and also in other foreign countries.

Priming of seed is a useful technique to accelerate germination speed and improve germination uniformity to allow the seeds to absorb water to a critical point to enhance biochemical process just before germination and dry. Although this seed treatment is widely used in many vegetable seeds in many countries, direct application of this technique in major field crop seeds in Korea needs to verify. Therefore, in this study seed priming techniques are developed for the major crops such as rice, soybeans, corn, sesame, and tobacco. These techniques are promising for the improvement of germination, elevation of percent stand, and acceleration of germination speed, and are expected to be useful for seed research, distribution system of varieties, and elevation of international competition power in seed industry.

III. Research Scopes and Perspectives

1. Optimum water potential level, priming methods and varietal variation of crops

Five major crops, rice, soybeans, corn, sesame, and tobacco were used in this study. To obtain good quality seeds, several varieties of each crop were multiplied every year. For each crop the most effective priming conditions, the optimum water potential level and priming temperature and duration were searched. Different priming methods such as matriconditioning, hardening, and humidification were compared

with the widely used osmoconditioning to find out more effective and economic methods. Varietal variation in priming effects were also studied using different priming techniques.

2. Priming effect of different aging degrees and under unfavorable conditions, and anatomical study of priming seeds

Priming effects of normal and aged seeds were tested under unfavorable conditions including low temperature, drought and excess soil moisture. Changes in chemical composition and enzyme activities of primed seeds were analyzed. Structural changes in embryonal axis in priming seeds were anatomically observed using a scanning electron microscope and light microscope.

3. Storage of primed seeds, seed treatment of growth regulators combined with priming, and confirmation of seed priming effect in field trilas

Changes in germinability during storage of primed seeds at different temperatures were observed. No additive effects of growth regulators on primed seeds were detected. To elucidate the effects of seed priming primed seeds of five crops were planted in the field and germination, agronomic characteristics and productivity were evaluated.

IV. Results and Suggestions

This study was conducted to develop priming techniques to induce fast and uniform germination of major crop seeds under unfavorable environmental conditions, and to find out possibility of those techniques for practical use. Anatomical, compositional, and biochemical changes in primed seeds were analyzed to explain the theoretical mechanisms of priming effects. Common methods adopted from vegetable crops were modified for rice, soybeans, corn, sesame, and tobacco due to the experimental responses of each crop. Results obtained are summarized as follows;

1. Optimum priming duration, water potential and temperature using PEG were 4 days at -0.6 MPa and 15℃ for rice, 3 days at -1.1 MPa and 25℃ for soybeans, 2 days at -1.2 MPa and 25℃ for corn, 8 days at -0.8 MPa and 25℃ for tobacco, and 5 days at -1.1 MPa and 15℃ for sesame, respectively.

2. There were no significant differences in germination rate between primed and non-primed seeds of five crops at 20-25℃, however, seed priming accelerated germination speed. On the contrary, priming increased germination rate and enhanced the emergence in rice, sesame, and tobacco planted under drought and excess soil moisture conditions.

3. Priming of aged seeds of corn, tobacco, sesame, and soybeans increased emergence rate and accelerated germination speed, especially

prominent in aged soybean seeds. Priming of artificially aged rice seeds accelerate aging processes, while hardening treatment (1-4 cycles of 24 hour water soaking/drying) increased germination rate.

4. Practical and effective priming method was matriconditioning for soybeans, osmoconditioning, matriconditioning, and humidification for corn, and osmoconditioning and matriconditioning for sesame and tobacco.

5. Varietal differences in priming effects of five crops were recognized. This variation seemed to be derived from not differences in genetic backgrounds, but those of seed viability.

6. Priming treatment reduced stachyose in soybeans, and sucrose content in corn seed. The activity of α-amylase had close relationship with degradation of sugar and germination of rice, corn, sesame and tobacco seeds. Excess priming treatment on rice seeds induced exceptional increase of α-amylase activity, excessive degradation of sugar, poor germination, and abnormal features of leaf and root primordia.

7. Progressive differentiation and development of embryo including leaf primordia were observed during priming treatment in rice, corn and tobacco.

8. Gibberellic acid promoted germination rate of rice and corn, and kinetin also did that of rice. Application of such growth regulators on the seeds during the priming processes, however, had no additive

effects on germination rates of five crops.

9. Primed seeds of rice and soybeans could be stored at least 6 months under room temperature without deterioration of seed vigor. Those of dent corn, however, showed decreasing seed vigor to some extent. Germination rate of primed sesame and tobacco seeds during storage decreased rapidly, so that low temperature (5℃) and dry condition (RH 40%) were considered to be desirable for the safe storage of these crops.

10. Seed priming of five crops increased germination rate and speed in the field trials, although the degree of priming were different depending on crop and planting time. These results were similar with priming effects obtained from laboratory under undesirable environments (low temperature, drought, and excess soil moisture).

11. Grain yield of both primed normal and aged seeds of a soybean cultivar, 'Danyeobkong', planted on 15 May, 1998 was higher than that of non-primed seeds. Priming effects of aged seeds was much greater than that of normal seeds in four other soybean cultivars. However, seed priming did not affect on grain yield in rice, corn, tobacco, and sesame.

12. From the results obtained from a series of these experiments, priming treatment was considered to be useful and promising technique to enhance germination and to activate vigor of rice, soybeans, corn and sesame seeds. However, practical application of these techniques for the

farmers and seed industries needs further experiments in detail for the specific crops and conditions.

CONTENTS

Chapter 1 Rice 1

1. Seed production for the experiments 4
2. Optimum water potential(WP) level 5
3. Priming temperature and duration of treatment 9
4. Priming methods 12
5. Varietal response for the priming treatment 19
6. Effects of priming on aged seeds 22
7. Germinability of primed seed under unfavorable condition 26
8. Changes in major chemical components of primed seed 30
9. Structural changes in embryonal axis of primed seeds 33
10. Additive effects of growth regulator on primed seeds 39
11. Storage of primed seeds 42
12. Performance of primed seeds grown in the field 46

Summary 54

Chapter 2 Soybeans 57

1. Seed production for the experiments 58
2. Optimum water potential level 58
3. Priming temperature 60
4. Priming methods 63
5. Varietal response for the priming treatment 69
6. Effects of priming on aged seeds 71
7. Germinability of primed seed under unfavorable condition 75
8. Changes in major chemical components of primed seed 79

9. Structural changes in embryonal axis of primed seeds 82
10. Additive effects of growth regulator on primed seeds 83
11. Storage of primed seeds 87
12. Performance of primed seeds grown in the field 91
Summary 101

Chapter 3 Corn 103
1. Seed production for the experiments 103
2. Optimum water potential level 104
3. Priming temperature 106
4. Priming methods 109
5. Varietal response for the priming treatment 111
6. Effects of priming on aged seeds 113
7. Germinability of primed seed under unfavorable condition 115
8. Changes in major chemical components of primed seed 117
9. Structural changes in embryonal axis of primed seeds 120
10. Additive effects of growth regulator on primed seeds 122
11. Storage of primed seeds 126
12. Performance of primed seeds grown in the field 127
Summary 132

Chapter 4 Tobacco and Sesame 134
<Tobacco> 135
1. Optimum water potential level 135
2. Priming methods, temperature and duration of treatment 136
3. Varietal response for the priming treatment 142

4. Effects of priming on artificially aged seeds 145
5. Effects of priming on naturally aged seeds 148
6. Germinability of primed seed under unfavorable condition 150
7. Changes in major chemical components of primed seed 152
8. Structural changes in embryonal axis of primed seeds 159
9. Additive effects of growth regulator on primed seeds 161
10. Storage of primed seeds 164
11. Performance of primed and pelleting seeds grown in the field 167

<Sesame> 172

1. Optimum water potential level 172
2. Priming temperature and duration of treatment 173
3. Priming methods 177
4. Varietal response for the priming treatment 181
5. Effects of priming on aged seeds 183
6. Germinability of primed seed under unfavorable condition 185
7. Structural changes in embryonal axis of primed seeds 186
8. Additive effects of growth regulator on primed seeds 188
9. Storage of primed seeds 191
10. Performance of primed and pelleting seeds grown in the field 194

Summary 197

Reference 199

목 차

제 1 장 벼 1

제 1 절 벼 품종들의 종자 증식 4

제 2 절 벼 종자의 최적 water potential(WP) 처리수준 탐색 5

제 3 절 벼 종자 적정 priming 온도 및 기간 9

제 4 절 벼 종자 priming 방법 연구 12

제 5 절 벼 품종의 priming 효과 19

제 6 절 벼 종자의 노화정도에 따른 priming 효과 22

제 7 절 Priming 처리된 벼 종자의 발아불량 환경에서의 발아력 26

제 8 절 벼 종자 priming할 때 주요성분 변화 30

제 9 절 Priming 과정 중 벼 종자의 해부학적 변화 33

제 10 절 생장조절제 복합처리 효과 39

제 11 절 Priming 처리종자의 저장 방법 연구 42

제 12 절 포장상태에서의 벼 종자 priming 효과 46

결 과 요 약 54

제 2 장 콩 57

제 1 절 콩 종자 증식 58

제 2 절 콩 종자의 최적 water potential 처리 수준 탐색 58

제 3 절 적정 priming 온도 탐구 60

제 4 절 콩의 priming 방법 연구 63

제 5 절 Priming 처리효과의 품종간 차이 69

제 6 절 콩 종자의 노화정도에 따른 priming 효과 71

제 7 절 Priming 처리된 콩 종자의 발아불량 환경에서의 발아력 75

제 8 절 콩 종자 priming시 주요 성분변화 분석 79

제 9 절 Priming 과정중 콩 종자의 해부학적 변화 82
제 10 절 생장조절제 복합처리 효과 83
제 11 절 Priming 처리종자의 저장방법 연구 87
제 12 절 포장 및 perlite에 파종시 콩 종자 priming 효과 91
결 과 요 약 101

제 3 장 옥수수 103
제 1 절 실험용 종자 증식 : 7품종을 분양 및 구입 103
제 2 절 옥수수 종자의 최적 water potential 처리수준 탐색 104
제 3 절 옥수수 종자의 적정 priming 온도 탐구 106
제 4 절 옥수수 종자의 priming 처리 방법 연구 109
제 5 절 Priming 처리 효과의 품종간 변이 탐색 111
제 6 절 노화정도에 따른 priming의 효과 연구 113
제 7 절 Priming 처리종자의 발아불량환경에서의 발아력 115
제 8 절 종자 priming시 주요 성분 변화 분석 117
제 9 절 Priming 과정 중 종자의 해부학적 변화 관찰 120
제 10 절 생장조절제 복합처리 효과 122
제 11 절 Priming 처리종자의 저장방법 연구 126
제 12 절 포장상태에서의 종자 priming 처리 효과 127
결 과 요 약 132

제 4 장 담배 및 참깨 134
< 담배 > 135
제 1 절 담배 종자의 최적 water potential 처리 수준 탐색 135
제 2 절 Priming 방법과 적정 처리온도 및 기간 136
제 3 절 담배 품종의 priming 효과 142
제 4 절 인위적 노화정도에 따른 priming 효과 145

제 5 절 자연노화 종자의 priming 처리효과 148
제 6 절 Priming 처리종자의 발아불량 환경에서의 발아력 150
제 7 절 종자 priming시 주요 성분 변화 152
제 8 절 Priming 종자의 해부학적 변화 159
제 9 절 Priming시 생장조절제 복합처리효과 161
제 10 절 Priming 처리종자의 저장방법 164
제 11 절 포장상태에서의 priming 및 pelleting 처리효과 167
< 참깨 > 172
제 1 절 종자 priming을 위한 최적 water potential 172
제 2 절 적정 priming 온도 및 기간 탐구 173
제 3 절 참깨종자의 적정 priming 방법 탐구 177
제 4 절 Priming 처리의 품종간 효과 차이 181
제 5 절 노화종자에 대한 priming 효과 183
제 6 절 Priming 처리종자의 불량환경에서의 발아력 185
제 7 절 참깨 종자 priming시 주요 성분변화 186
제 8 절 Priming시 생장조절제 복합처리 효과 188
제 9 절 Priming 처리 참깨 종자의 저장방법 191
제 10 절 참깨 priming 및 pelleting 종자의 포장 실증시험 194
결 과 요 약 197
참고문헌 199

제 1 장 벼

세계는 지금 WTO 체제하에서의 자유경쟁 시대로 접어들었으며, 농산물도 그 예외가 될 수 없는 심각한 상황에 처하게 되었다. 이러한 상황에서 우리 나라 곡물 자급율은 매년 감소추세를 보여 왔으며, 1997년 현재 26.7%까지 떨어져 앞으로의 식량안보 문제가 심히 우려되고 있다. 더구나 북한의 심각한 식량사정을 감안할 때 통일을 대비한 식량의 자급문제는 우리가 시급히 해결해야 할 또 다른 도전과제로 부각되고 있다.

벼를 재배할 때 파종과 육묘에 전 노동력의 약 33%가 소요되므로 이를 해결하기 위하여 점차 이앙재배에서 직파재배로 전환되고 있다. 벼에서는 이앙재배를 할 경우 최적조건에서 최아파종을 하므로 불량환경에서 발아력에 관심을 두지 않았으나, 최근 직파재배가 연구되면서부터 불량환경에서 발아력이 크게 문제되기 시작하였다. 과거 벼 품종의 발아에 관한 연구는 많았지만 수량과 품질 위주로 품종을 선택하였기 때문에 불량환경에서 발아력이 좋은 인자는 선발에 고려되지 않았고, 품종의 발아력을 향상시키려는 시도도 극히 적었다. 건답직파할 경우 얕게 파종되거나 토양수분이 부족하면 발아가 지연되며, 또 파종심도가 너무 깊거나 배수가 불량한 토양에서 복토 후 과습조건이 지속되면 산소부족으로 발아가 균일하지 못하거나 발아율이 급격히 떨어지고, 발아도 지연된다. 과습조건에서는 품종에 따라 입묘율이 0-90%의 변이를 보이며, 평균출아일수도 최고 27-34일까지 지연되며(李 · 明, 1994), 적습조건에서도 파종심도가 5cm 이상이 되면 품종에 따라서는 발아율이 현저히 감소한다(李 등, 1993). 또 담수직파에서는 유근의 발육을 촉진하기 위하여 배수를 하면 새의 피해를 받기 쉬우므로 균일하고도 단시일 내에 발아를 유도할 수 있는 방법이 제시되지 않는다면 벼의 직파재배를 일반화하는데는 커다란 문제점이 될 수 있다.

이와 같이 가뭄, 과습, 저온과 같은 포장에서 현실적으로 해결하기 어려운 불량환경에서 종자의 발아율이 낮은 것이 오랫동안 문제점으로 지적되어 왔다. 농업 선진국에서는 종자처리를 통한 발아율 제고나 균일한 발아의 유도방법들에 관한 연구가 상당한 수준에 이르고 있다. 그러나 이러한 기술들은 값비싼 채소 종자들에 집중되어 왔으며, 우리 나라에서는 채소 종자의 발아력 향상에 관한 연구도 극히 초보단계에 머물고 있을 뿐 아니라 벼 종자의 발아력 향상에 관한 연구는 거의 없다.

이러한 발아와 관련된 문제를 해결하기 위해서는 불량한 환경에서도 잘 발아할 수 있는 품종을 육성하는 것이 가장 바람직하지만 현실적으로는 기대하기 어렵다. 또 발아에 적합한 환경을 조성해 주기 위하여 배수가 잘 되도록 배수시설을 하여 토성을 개량하거나 관개와 보온시설을 확충하여 생산기반을 조성해야 하지만 이도 또한 극히 해결하기 어려운 문제이다. 따라서 이런 문제를 해결하기 위해서는 앞에서 제시한 불량환경에서도 발아력이 높은 품종육성, 종자소독, 재배환경개선 등에 관한 연구도 필요하지만 포장에서의 발아율을 높이고, 발아소요일수를 단축시키기 위해서는 현재 이용되고 있는 종자를 priming 처리하여 종자의 활력을 효율적으로 증진시킬 수 있는 '종자처리기술'을 이용하는 것이 보다 현실적인 방법이라고 판단된다.

종자의 priming이란 종자를 파종하기 전에 발아하기에는 부족하나 내부적으로 생리적 발아상태가 되도록 적정량의 수분을 흡수시켜, 파종 후 곧 발아할 수 있는 능력을 갖추도록 처리하는 방법이다. 종자의 priming 처리 효과는 발아촉진, 발아율 향상, 균일한 발아를 유도하는 것이다. 종자의 발아소요일수가 단축되면 생육기간이 연장되어 조식재배의 효과를 볼 수 있을 뿐 아니라 건답직파한 벼가 출아하면 비가 와서 담수가 되더라도 종자가 썩지 않으므로 조기파종하여 발아소요일수가 길 때 priming한 종자를

파종하면 발아소요일수를 단축시켜 담수에 의한 발아율 저하의 위험을 현저히 줄일 수 있다.

선진 외국의 경우는 파종 전 종자에 前處理(pre-treatment)를 함으로써 불량한 조건하에서도 단시간 내에 발아를 유도할 수 있는 기술들이 보고되어 왔는데 주로 다양한 종류의 채소 종자에 집중되어 왔다. 또한 일부 채소 작물의 경우는 국내에서도 기술개발을 서두르고 있으며, 이를 실용화하는 방법을 검토하는 단계에까지 이르렀다. 벼의 경우 생장촉진제를 혼합한 종자 coating방법에 관한 연구가 일부 시작단계에 있으나, 식량작물 종자의 priming 또는 conditioning 기술에 대한 연구는 거의 없으며, 특히 실용화를 위한 연구는 극히 제한되어 있다.

따라서 본 연구에서는 벼 종자처리기술(seed priming or conditioning)을 개발함으로써 그간 거의 도외시되어 왔던 발아불량의 문제를 보다 과학적이면서 실용적으로 해결하는데 그 목적을 두고 있다. 즉 종자 priming을 위주로 한 여러 가지 종자처리방법을 통하여 이론적으로 이상적인 처리조건을 탐색하고, 이 과정에서 종자 내 생리화학적 및 해부학적인 변화 등을 분석, 관찰함으로써 실험결과에 대한 근본적인 원인구명도 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

제 1 절 벼 품종들의 종자 증식

가. 재료 및 방법

1) 총 12개 품종 증식

2) 품종당 목표 채종량은 약 500g

나. 결과 및 고찰

1) 1년차 (1996년) ; 총 12개 품종 증식하여 품종 당 약 500g씩 채종함

가) 일본형 : (장려품종) - 화영벼, 동진벼, 일품벼

(재래품종) - 대골도, 다다조, 조동지

나) 통일형 : 남천벼, 삼강벼, 다산벼

다) 인도형 : IR 29, IR 36, IR 50

2) 2년차 (1997년) ; 총 6개 품종 증식하여 품종 당 약 500g씩 채종함

가) 일본형 : 다마금, 팔달

나) 통일형 : 남천벼, 삼강벼

다) 인도형 : IR 36, IR 50

제 2 절 벼 종자의 최적 water potential(WP) 처리수준 탐색

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 일품벼

2) 처리방법

가) WP : PEG 8,000을 이용하여 WP이 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa인 용액을 만듬

나) 종자 25g을 PEG 용액 500ml (종자 : PEG 용액 = 1 : 20)에 넣어 incubator에서 공기를 주입하면서 priming 처리

다) Priming 처리온도 : 15, 20, 25, 30℃

3) 조사항목 : Priming 처리 중 시간별로 종자 수분함량 조사

나. 결과 및 고찰

1) 침지용액의 WP에 따른 벼 종자의 수분흡수양상을 보면 그림 1-1과 같다.

가) WP이 다른 모든 PEG 용액에서 초기 6시간은 수분함량이 직선적으로 급격히 증가한 후 24시간까지는 서서히 증가하였고, WP이 높을수록 수분함량이 높았다. 그 다음에는 용액의 WP에 따라 흡수양상이 달랐는데 0, -0.2, -0.4 MPa 용액에서는 각각 침종 후 72, 96, 120 시간까지는 수분함량이 변하지 않다가 그 후에는 발아와 동시에 수분함량이 다시 증가하였다. 초기 6시간까지 용액의 WP에 관계없이 수분증가가 비슷한 것은 종자가 건조하여 WP (주로 matric potential로서 약 -100 MPa)이 용액의 WP보다 훨씬 낮았기 때문이며, 흡수와 동시에 WP이 높아져 침지용액의 WP에 따라 흡수정도가 달라졌다. 침지 24시간부터 발아할 때까지 수분함

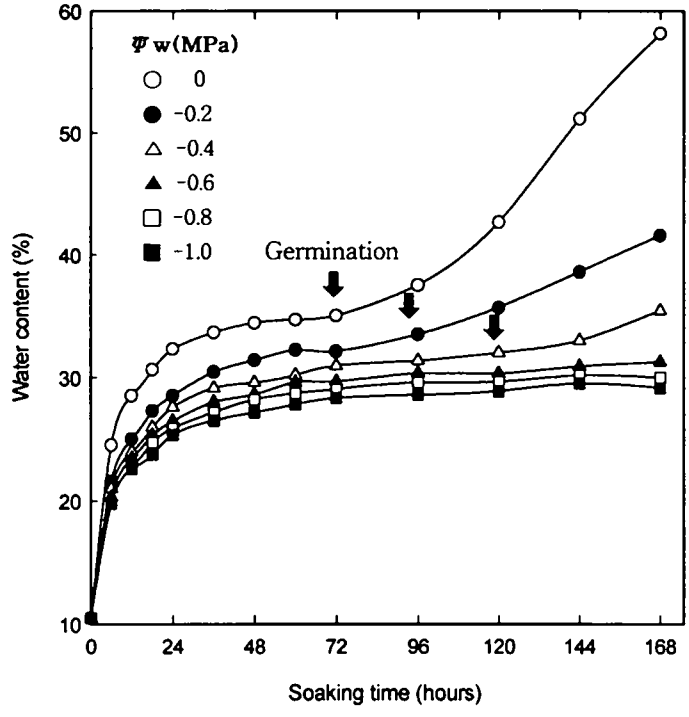

Fig. 1-1. Changes in water content of rice seeds in PEG solutions with different water potentials (φ_w) at 25℃.

량이 더 증가하지 않은 것은 종자 내에서 생화학적 변화가 일어나 저장양분이 분해되어 발아에 이용되는 과정이므로 수분함량의 증가는 없지만 발아와 동시에 유근과 유아는 수분함량이 종자보다 높으므로 수분함량이 증가하였기 때문으로 보인다. 또 WP이 낮을수록 수분흡수가 늦어져 발아에 필요한 수분을 흡수하는데 시간이 더 소요되었으며, 발아에 필요한 종자의 수분함량은 적어도 32% 이상이었다.

나) -0.6, -0.8, -1.0 MPa PEG 용액에서는 침지 24시간 후에는 168시간 까지 종자의 수분함량이 더 증가하지 않았고, 최종 수분함량은 30% 이하 이었으며, 발아도 되지 않았다.

2) Priming 온도에 따른 벼 종자의 수분흡수양상을 보면 그림 1-2와 같다.

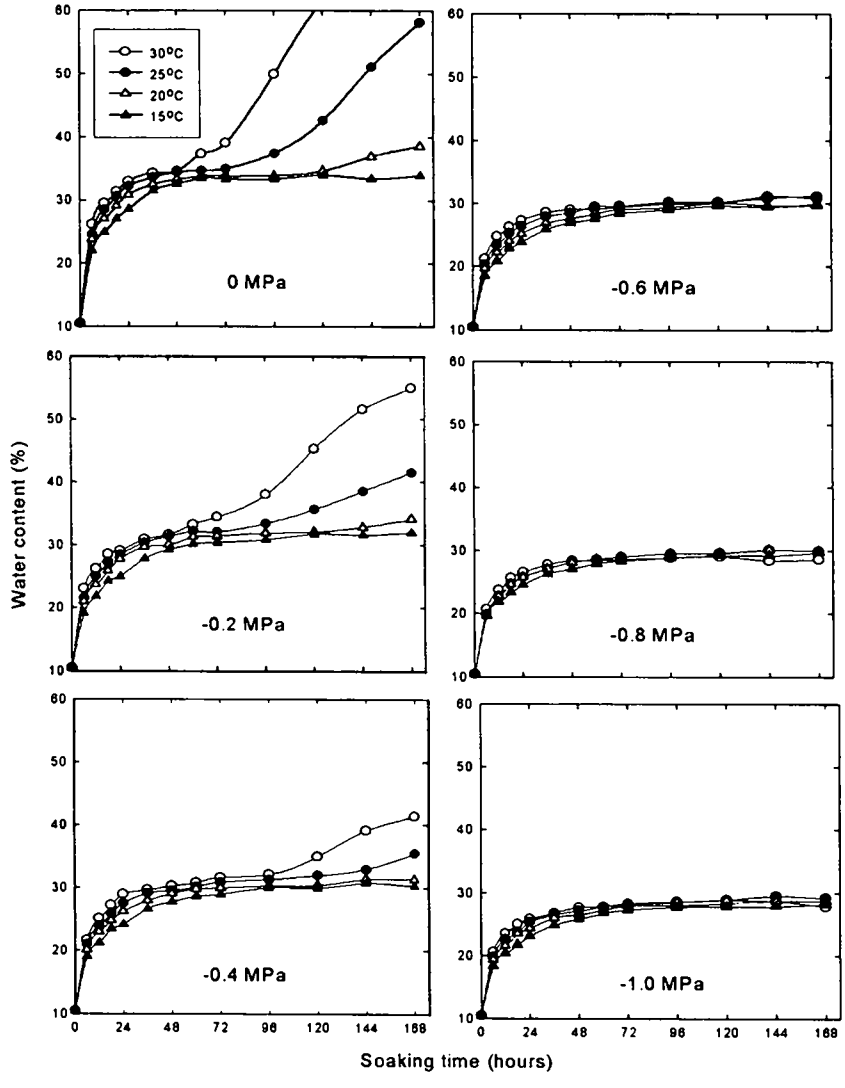

Fig. 1-2. Changes in water content of rice seeds at different water potentials and temperatures.

가) 발아가 되는 WP인 0, -0.2, -0.4 MPa인 PEG 용액에서는 온도가 높을수록 수분함량이 빨리 증가하였고, 발아속도도 빨랐다. 이것은 온도가 높을수록 생화학적인 반응이 촉진되어 발아과정이 단축되었기 때문이었다. 그러나 침지용액의 WP가 낮을수록 수분흡수가 억제되므로 수분함량의 증가속도는 더 늦었다.

나) 발아가 되지 않는 WP인 -0.6, -0.8, -1.0 MPa에서는 초기 물리적인 수분흡수 이후에는 더 이상 수분함량이 증가하지 않았다. 발아준비를 위한 생화학적인 반응은 일어났을지 모르지만 유근과 유아가 생장하는데 필요한 수분은 충분히 흡수하지 못하여 발아하지도 않았고, 수분함량도 더 이상 증가하지 않았다.

3) Priming에 알맞은 WP 결정

가) 벼 종자는 발아한 종자를 건조시키면 죽지만 종자 내에서 발아과정이 진전되어도 발아하기 전에 건조하면 죽지 않는다. 그리고, 모든 종자를 발아 직전까지 priming한 후 건조하였다가 파종하면 발아속도가 빠르고, 균일하며, 종자의 활력이 증진되는 priming 효과가 기대된다.

나) 그래서 본 시험에서는 최고 7일까지 priming 처리하여도 수분함량은 더 이상 증가하지 않고, 발아도 되지 않는 WP 중에서 그 값이 가장 높은 -0.6 MPa을 벼 종자 priming 처리의 최적 WP로 결정하였다.

다) 발아가 되는 WP인 0, -0.2, -0.4 MPa 용액에서도 발아하기 전에 건조하면 priming 효과를 기대할 수 있다. 그러나, priming 온도와 시간에 따라 모든 종자를 발아직전의 상태로 priming 하기가 어렵다.

제 3 절 벼 종자 적정 priming 온도 및 기간

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 일품벼

2) 처리방법 :

가) -0.6 MPa PEG 용액 ; 15 및 25℃에서 각각 0, 1, 4, 7, 10, 13일 priming 처리

나) 0 MPa 용액 (물) ; 15℃에서 0, 1, 4, 7, 10, 13일,
25℃에서 0, 1, 2일 priming 처리

3) 조사항목

가) Priming 처리한 종자를 17, 20, 25℃에서 AOSA법에 따라 14일간 매일 발아율 조사

나) T50 (시험한 종자의 50%가 발아하는데 소요되는 기간)

다) 발아균일도 (종자가 25-75% 발아하는데 소요되는 기간)

나. 결과 및 고찰

1) 벼 종자를 15 및 25℃, -0.6 MPa PEG 용액에서 0-13일간 priming 처리한 종자를 15 및 25℃에서 발아한 결과는 표 1-1과 같다.

가) Priming 온도 15℃의 경우 0 MPa에서는 1 및 4일 priming한 것의 발아율은 priming하지 않은 종자와 같은 정도로 높게 유지되었으며, 특히 저온인 17℃에서는 발아속도가 1일 빨랐다. 그러나, 7일 이상 priming하면 어느 온도에서나 발아율이 감소하여 저온에서도 물 (0 MPa)에 장기간 침종은 발아에 나쁜 영향을 주었다. 그러나, -0.6 MPa PEG 용액에서는 1-13일간 priming하여도 발아율이 감소하지 않았고, 평균발아일수는 4일 priming 처리하였을 때 17℃에서 1일, 25℃에서 약 0.5일 단축되었다.

Table 1-1. Germination rate, time to 50% germination (T50), and uniformity of germination of rice seeds primed at different temperatures, water potentials, and durations and germinated at different temperatures.

Temp. (℃)	WP (MPa)	Duration (days)	Germin. rate(%) 17℃	Germin. rate(%) 25℃	T50 (days) 17℃	T50 (days) 25℃	Uniformity (days)[1] 17℃	Uniformity (days)[1] 25℃
15	0	0	92.7 a	100.0 a	9.8	4.0	1.5	0.9
		1	90.0 a	97.3 a	8.8	4.0	1.5	0.6
		4	89.7 a	96.3 ab	8.4	3.6	1.0	0.4
		7	83.0 a	87.3 b	8.7	3.7	2.3	1.0
		10	62.3 b	75.3 c	10.3	3.6	-	3.4
		13	30.3 c	40.0 d	-	-	-	-
	-0.6	0	92.7ns	100.0ns	9.8	4.0	1.5	0.9
		1	93.3	96.7	9.3	4.4	1.2	0.6
		4	92.3	97.3	8.8	3.5	1.3	0.7
		7	94.0	96.3	9.5	4.4	1.5	0.8
		10	88.0	94.3	9.6	4.4	1.9	0.8
		13	89.3	93.7	9.4	4.3	2.1	0.9
25	0	0	92.7ns	98.0ns	9.8	3.5	1.3	0.9
		1	91.0	97.7	8.4	3.1	1.5	1.0
		2	86.3	90.7	7.6	2.7	1.9	0.9
	-0.6	0	92.7 a	98.0 a	9.8	3.5	1.3	0.9
		1	95.7 a	96.0 a	9.0	3.5	1.3	0.8
		4	89.7 a	97.7 a	7.8	2.8	2.0	0.8
		7	45.0 b	64.3 b	-	3.1	-	-
		10	27.0 c	31.7 c	-	-	-	-
		13	18.3 c	30.0 c	-	-	-	-

[1] Uniformity of germination : days from 25% to 75% germination

나) 발아적온인 25℃에서 발아하였을 때 priming하지 않은 종자의 발아율이 98% 이상인 건전한 종자이었으므로 priming의 효과는 발아율의 향상에 있는 것이 아니고, 발아촉진에 있다. 그러므로 알맞은 priming 기간은 발아율이 감소하지 않고, 발아가 촉진되는 기간인데 -0.6 MPa에서는 발아속도가 가장 빠르고, 발아가 균일한 4일간 처리가 가장 알맞았다. 그리고 물에서도 4일간 침종하면 발아율이 떨어지지 않고, 발아속도도 빠르며, 발아도 균일하므로 실용적으로 이용이 가능하지만 과도한 priming 처리는 발아율을 현저히 감소시키므로 주의하여야 한다.

다) Priming 온도 25℃의 경우 0 MPa에서 1, 2일 priming한 뒤 17℃와 25℃에서 발아시켰을 때 발아율은 priming하지 않은 종자와 비슷하였다. 그러나 3일간 priming하면 처리 중에 발아하므로 3일 이상은 priming하지 않았다. -0.6 MPa PEG 용액에서는 4일까지 발아율이 priming하지 않은 종자와 비슷하였으나 7일 이상의 priming 기간에서는 발아율이 급격히 감소하여 priming 온도 15℃, 0 MPa의 결과와 비슷하였다.

라) 벼 종자에 알맞은 priming 온도 및 기간

처리하기 전에 발아율이 높은 건전한 종자이었으므로 priming에 의한 발아율 향상은 기대할 수 없었으나 발아율이 저하되지 않고, 평균발아일수가 빨랐던 priming 온도 15℃에서 4일간 처리하는 것이 처리의 안전성과 작업의 편리성을 고려할 때 가장 알맞은 priming 조건이었다.

2) Priming 처리된 종자는 25℃보다 17℃에서 발아가 빨랐음으로 priming은 벼 건답직파와 같이 저온기에 파종할 때 효과를 얻을 수 있는 기술이라고 생각된다.

제 4 절 벼 종자 priming 방법 연구

가. Osmoconditioning

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 일품벼

나) 처리방법 : 공기가 주입되는 15℃ 물 속에서 1, 4, 7, 10, 13일, 25℃에서 1, 2일간 침종 처리

라) 조사항목 : 발아율 (AOSA법에 따라 14일간 매일 조사), T50, 발아균일도 조사

마) 성분분석 : 전당함량 (Phenol-sulfuric법), α-amylase 활성

2) 결과 및 고찰

PEG를 이용하는 osmoconditioning은 제4절 ; 벼 종자 적정 priming 온도 및 기간의 결과를 참조.

나. Humidification (가습처리)

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 일품벼

나) RH (%) : 40, 60, 80 - glycerol/water로 조절

다) 기간 (주) : 0, 1, 2, 3, 4, 5

라) Humidification 및 발아 온도 : 25℃

마) 종자활력 : 건전종자, 인위퇴화 종자 (발아율을 약 60%로 조절) 인위퇴화종자는 glycerol과 물을 혼합하여 상대습도가 80%가 되도록 glycerol 용액의 비중을 1.135으로 조절한 후 이 용액 1.5 liter를 plastic 상자에 넣고, 종자 150g을 용액에 닿지 않게 선반을 만들어 넣은 후 40℃ 발

아상에서 8일간 인위적으로 퇴화시켜 발아율이 약 60%인 종자를 얻음.

바) Humidification 방법 :

(1) Plastic box에 해당 상대습도를 유지하도록 glycerol/water 용액 2 liter를 넣고, plastic box마다 건전종자와 인위적인 퇴화종자를 각각 150g씩 철망에 담아 물에 닿지 않게 넣어 5주 동안 humidification

(2) 처리 중 1주일마다 종자 30g을 꺼내어 실온에서 풍건하여 -12℃ 냉동고에 보관

사) 조사항목: Humidification이 끝난 후 25℃에서 발아율, T_{50} 조사

2) 결과 및 고찰

건전종자와 인위퇴화 종자를 상대습도 40, 60, 80%에서 0-5주까지 humidification한 후 발아율, T_{50}, 발아균일도를 보면 표 1-2와 같다.

가) 건전종자는 어느 상대습도에서나 5주까지 humidification하여도 발아율은 떨어지지 않으면서 T_{50}은 1.0-1.6일 단축되었다.

나) 발아율을 약 60%로 퇴화시킨 종자는 상대습도 40 및 60%에서는 5주까지 humidification하면 발아율은 3-7% 증가하는 경향이었고, T_{50}은 큰 차이가 없었다. 그러나, 상대습도 80%에서는 1-2주 처리까지는 발아율은 변하지 않았으나 3-5주 처리에서는 처리기간이 길어질수록 발아율이 현저히 감소되었고, T_{50}은 처리기간이 길어질수록 증가하였다.

다) 본 시험에서는 건전종자는 상대습도 40-60% humidification으로 발아율의 저하 없이 발아속도를 다소 단축시켜 priming의 효과가 있었다. 그러나, 퇴화된 종자는 상대습도 80%로 3주 이상 처리하면 발아율이 떨어지고, 발아속도가 지연된 것은 가습처리가 종자를 퇴화시키는 과정과 같았기 때문에 오히려 노화를 촉진시킨 결과로 생각된다.

Table 1-2. Germination rate, T50, and uniformity of germination of normal rice seeds humidified at different relative humidities (RH) and durations at 25℃.

RH (%)	Duration (weeks)	Germination rate(%)		T50 (days)	
		Normal	Aged	Normal	Aged
40	0	99	62	4.4	4.8
	1	97	65	3.3	4.6
	2	97	67	3.1	4.2
	3	99	66	2.8	4.6
	4	98	65	2.8	4.6
	5	96	66	3.0	4.7
60	0	99	62	4.4	4.8
	1	96	69	3.4	4.6
	2	99	65	3.1	4.3
	3	97	65	3.0	4.8
	4	96	67	3.0	4.5
	5	95	62	3.2	4.9
80	0	99	62	4.4	4.8
	1	97	65	3.3	4.7
	2	98	61	3.1	5.5
	3	97	52	3.1	7.8
	4	96	35	3.1	-
	5	94	25	3.4	-

다. Hardening

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 일품벼

나) 물 침종 시간 : 6, 12, 18, 24시간

다) 침종/건조 반복회수 : 0, 1, 2, 3, 4, 5회

라) 침종 및 발아온도 : 25℃

마) 종자활력 : 건전종자, 인위퇴화 종자(발아율 약 60%)

바) 처리방법

(1) 건전종자와 인위퇴화 종자를 각각 150g/500ml H_2O를 비이커에 넣어 침종시킨 후 종자를 꺼내어 paper towel로 종자에 묻은 물기를 닦아내고 건조

(2) 풍건 후 데시케이터에 넣고, 48시간 정도 둔 다음 30g을 취한 후 나머지는 다시 침종 시켜, 침종/건조를 1, 2, 3, 4, 5회 반복

(3) 처리된 종자를 냉동보관하였다가 발아율 조사에 이용

사) 조사항목 : 발아율, T50

2) 결과 및 고찰

Hardening은 종자를 물에 침지하였다가 건조하는 과정을 반복처리하여 종자의 발아력을 향상시키는 처리인데 본 시험에서 건전종자와 인위퇴화시킨 종자를 6, 12, 18, 24시간 침지한 후 건조하는 과정을 0, 1, 2, 3, 4, 5회 반복한 결과는 표 1-3과 같다.

가) 건전종자를 hardening 처리하였을 때 침종시간과 횟수에 관계없이 모두 발아율이 떨어지지 않았으며, T50은 0.7-1.2일 단축되었다(표 1-3).

나) 발아율이 약 60%인 퇴화종자는 침종시간과 횟수에 따라 발아에 미치는 영향이 달랐다. 침종시간이 18시간 이하일 때는 침종횟수와 관계없이 발아율은 큰 차이가 없었고, T50은 차이가 없거나 1.8일 단축되었다. 그러나 24시간 침종/건조를 1~4회 반복한 처리는 발아율이 10~15% 증가하였고, T50은 2일간 단축되어 건전종자와는 달리 hardening 효과가 현저하였다. 한편, 침종시간 18 및 24시간에 5회 처리는 발아율이 무처리보다 떨어 졌고, T50은 오히려 증가하여 역효과가 나타났다.

다) 발아율이 높은 건전종자의 hardening 효과는 발아율의 변화없이 평균발아일수를 단축시켰다. 그러나 인위적으로 퇴화시킨 종자는 24시간

침종을 1-4회 처리하면 발아율이 10-15% 증가하였고, 평균발아일수는 약 2일 단축되었으나, 다른 처리는 오히려 발아율이 떨어졌다.

Table 1-3. Germination rate and T50 of normal and artificially aged rice seeds hydrated at different soaking time and wetting/drying cycles at 25℃.

Soaking time (hours)	Wetting/ Drying (cycles)	Germination rate(%)		T50 (days)	
		Normal	Aged	Normal	Aged
6	0	97	61	3.6	4.9
	1	97	61	2.9	4.8
	2	97	62	2.8	4.8
	3	98	61	2.7	4.9
	4	99	60	2.6	4.7
	5	95	57	2.6	4.7
12	0	97	61	3.6	4.9
	1	97	67	2.8	3.1
	2	97	67	2.7	3.7
	3	98	72	2.6	3.5
	4	98	68	2.6	3.6
	5	97	65	2.6	3.7
18	0	97	61	3.6	4.9
	1	95	51	3.2	7.9
	2	97	72	2.6	3.7
	3	97	64	2.6	3.6
	4	96	58	2.5	4.2
	5	97	56	2.6	4.5
24	0	97	61	3.6	4.9
	1	98	72	2.8	3.1
	2	98	77	2.6	3.0
	3	98	73	2.5	3.2
	4	97	73	2.5	3.5
	5	96	50	2.5	7.0

라. Matriconditioning

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 일품벼

나) Matriconditioning 재료 : Wiley mill로 분쇄하여 20 mesh를 통과한 perlite

다) 처리방법

(1) Perlite 100g에 물을 각각 20, 40, 60, 80, 100g 혼합

(2) 각각의 물을 혼합한 perlite에 건전종자 25g을 넣어 고르게 섞은 후 비닐봉지에 넣고, 밀폐하여 25℃ incubator에서 발아 직전까지 처리

라) 처리기간 : Perlite 100g에 물 20 및 40g 혼합한 처리는 4일, 60, 80, 100g 혼합한 처리는 3일간 matriconditioning

마) 조사항목 : 발아율, T50, 발아균일도

2) 결과 및 고찰

고체물질인 perlite에 일정비율의 물을 섞어 WP이 다르게 조절한 후 건전종자를 넣어 1, 2, 3, 4, 5일간 matriconditioning한 결과는 표 1-4와 같다.

가) 발아율은 발아온도 17 및 25℃에서 어느 수분함량에서나 2일 matriconditioning한 것까지는 발아율이 무처리 종자와 비슷하였고, 발아속도는 0.5~1일 단축되었다. 그러나 2일 이상 priming하였을 때의 발아율은 발아온도 17℃에서는 15~30% 감소하였고, 25℃에서는 8-15% 감소하여 발아온도가 낮을수록 발아율의 감소하였으며, 발아속도는 늦어져 부의 효과가 있었다. 발아균일도는 perlite의 수분 함량, priming 기간에 관계없이 무처리 종자와 비슷하였다.

Table 1-4. Germination rate, T50, and uniformity of germination of rice seeds matriconditioned at different water contents and durations at 25℃ and germinated at 17 and 25℃.

Water[1] (g)	Duration (days)	Germination rate (%)		T50 (days)		Uniformity(days)[2]	
		17℃	25℃	17℃	25℃	17℃	25℃
0	0	85	94	11.1	4.9	2.5	1.3
20	1	97	98	10.4	4.2	2.4	1.3
	2	86	95	10.2	3.9	2.5	1.3
	3	73	90	10.2	4.0	-	1.5
	4	76	89	10.4	4.0	4.4	1.4
	5	73	86	10.8	3.8	-	1.6
40	1	91	95	10.2	4.3	2.3	1.5
	2	84	94	10.0	3.9	3.4	1.6
	3	76	90	10.9	4.0	4.4	1.3
	4	53	64	13.9	4.6	-	-
60	1	88	98	10.2	4.0	2.4	1.3
	2	84	94	10.2	3.9	3.0	1.4
	3	75	86	10.8	3.8	4.8	1.5
80	1	88	98	10.5	4.1	2.4	1.3
	2	84	96	10.1	3.9	3.0	1.4
	3	69	87	11.0	3.8	-	1.4
100	1	85	96	10.1	4.1	2.7	1.2
	2	88	96	9.8	3.7	2.6	1.4
	3	70	83	9.6	3.8	-	1.8

[1] Water content : g of water per 100g of perlite

[2] Uniformity: days from 25% to 75% germination

제 5 절 벼 품종의 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종

가) 일본형 6품종 (조동지, 다마금, 팔달, 화영벼, 동진벼, 일품벼)

나) 통일형 3품종 (남천벼, 삼강벼, 다산벼)

다) 인도형 3품종 (IR 29, IR 36, IR 50)

2) Priming 처리 : -0.6 MPa PEG 용액 15℃에서 4일간 처리

3) 조사항목

가) 17, 25℃에서 AOSA법에 따라 14일간 매일 발아조사

나) T50 (50%가 발아하는데 소요되는 기간) 조사

나. 결과 및 고찰

자연적으로 노화된 벼 종자의 priming 효과를 알아보기 위하여 작물시험장과 영남농업시험장에서 분양 받은 일본형 6품종, 통일형 3품종, 인도형 3품종 모두 12품종을 15℃의 -0.6 MPa PEG 용액에 4일간 priming한 결과를 보면 표 1-5에서 보는 바와 같다.

1) 발아율이 높았던 다마금, 일품벼의 priming 처리는 발아율은 차이가 없었으나 평균발아일수가 단축되었다. 그러나, 발아율이 낮았던 조동지, 발달벼, 화영벼, 동진벼는 priming 처리에 의하여 발아율이 낮아졌고, 발아속도도 늦어지는 경향이었다.

2) 통일형 품종인 남천벼, 삼강벼, 다산벼의 priming 처리한 종자는 발아온도 25℃에서는 무처리와 발아율과 발아속도가 비슷하였다. 그러나 발아온도 17℃에서는 남천벼는 priming 유무에 관계없이 발아율이 모두 현저

히 떨어졌고, 발아속도가 늦었으며, 발아율이 높았던 다산벼는 priming에 의하여 발아속도가 다소 높고, 발아도 빨랐다.

Table 1-5. Priming effect of germination rate of rice varieties germinated at 17 and 25℃.

품종군	품 종	Priming (days)	17℃		25℃	
			발아율 (%)	T50 (days)	발아율 (%)	T50 (days)
일본형	조동지	0	54.0	10.7	65.7	3.7
		4	53.3	10.9	58.0	4.7
	팔달벼	0	87.0	2.9	90.7	0.7
		4	82.7	3.3	89.7	1.7
	다마금	0	93.3	1.3	94.3	1.1
		4	94.0	0.8	95.3	0.7
	화영벼	0	71.7	7.8	79.3	3.0
		4	46.7	-	59.7	3.9
	일품벼	0	81.0	9.8	98.7	3.8
		4	85.0	9.5	94.3	2.7
	동진벼	0	80.3	6.7	88.3	2.6
		4	68.0	6.2	73.7	3.0
통일형	남천벼	0	68.0	7.7	92.0	2.6
		4	64.3	8.2	85.0	2.8
	삼강벼	0	96.0	5.6	97.7	2.6
		4	95.3	6.2	96.0	2.7
	다산벼	0	82.7	7.5	94.0	2.7
		4	89.7	6.3	95.3	2.6
인도형	IR 29	0	92.7	7.0	96.7	2.4
		4	90.7	8.2	94.3	2.9
	IR 36	0	92.7	7.0	96.0	2.7
		4	90.0	8.3	92.0	3.4
	IR 50	0	89.7	6.9	96.8	2.3
		4	89.0	8.0	93.3	2.6

3) 인도형 품종인 IR29, IR36, IR50은 priming에 의하여 발아율은 영향을 받지 않았으나 발아속도는 오히려 더 늦었다.

4) Priming의 효과는 품종과 종자의 노화정도에 따라 발아율과 발아속도에 미치는 영향이 달랐다.

제 6 절 벼 종자의 노화정도에 따른 priming 효과

가. 인위적 노화정도에 따른 priming 효과

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 일품벼

나) 종자의 인위적 퇴화처리

(1) glycerol과 물을 혼합하여 상대습도가 각각 40, 60, 80, 90%가 되도록 glycerol 용액의 비중을 각각 1.225, 1.189, 1.135, 1.089로 조절하여

(2) 그 용액 1.5 liter를 가로 × 세로 × 높이가 각각 33 × 24 × 7cm되는 plastic 상자에 넣은 후 종자 150g을 glycerol 용액에 닿지 않게 선반을 만들어 넣고, 상자 내에 상대습도가 일정하게 유지되도록 상자와 뚜껑사이를 stopcock grease로 밀폐하여 45℃ 발아상에서 인위적으로 퇴화

(3) 퇴화 중인 종자를 2일 마다 100립씩 꺼내어 발아율을 조사하여 목적으로 하는 발아율을 가진 종자를 만드는데 필요한 상대습도(80%)와 일수를 알아냄

(4) 상대습도 80%, 온도 45℃에서 7.5일(발아율 약 80%), 9일(발아율 약 60%)간 퇴화처리

다) Priming 처리 : PEG 8000를 이용하여 건전종자와 인위적인 퇴화처리 종자를 15℃에서 4일간 처리

라) 조사항목 : 17, 25℃ 발아상에서 치상하여 매일 발아율 조사

2) 결과 및 고찰

발아율이 다른 건전종자, 발아율이 약 60% 되도록 7.5일 인위퇴화시킨 종자 발아율이 약 45% 되도록 9일 인위퇴화시킨 종자를 priming하여 그 효과를 본 결과는 그림 1-3과 같다.

가) 건전종자는 priming 유무에 관계없이 발아율은 25℃에서는 모두 거의 100%이었으나 발아속도는 priming된 종자가 약 2일 빨랐다. 그러나 저온인 17℃에서는 priming 처리된 것이 발아율이 15% 높았고, 발아는 3일이 빨라 저온에서 priming 효과가 더 현저하였다.

나) 인위적으로 노화된 종자를 priming하면 발아율은 25℃에서 20-30%, 17℃에서 10-15% 떨어졌고, 발아도 지연되어 발아력을 악화시켰다.

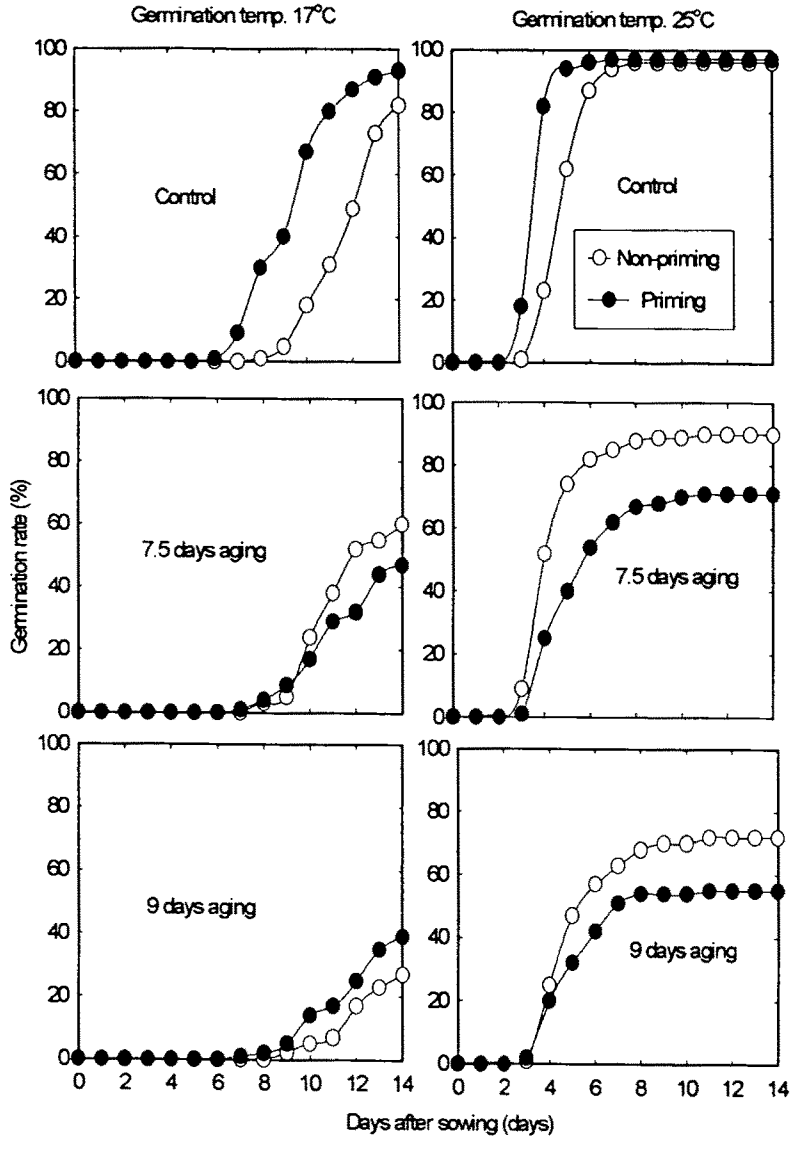

Fig. 1-3. Cumulative germination rate of primed and unprimed normal and 7.5 and 9 days aged rice seeds.

나. 자연노화 종자의 priming 처리효과

1) 재료 및 방법

가) 공시품종 : 밀양영남농업시험장에서 보관 중인 자연상태에서 발아율이 낮아진 다다조, 동진벼, 남천벼, IR 50

나) Priming 처리 : PEG 8000를 이용하여 15℃에서 4일간 처리

다) 조사항목

(1) 17, 20, 25℃ 발아상에서 치상하여 14일 후 발아율 조사

(2) 평균발아일수 조사

2) 결과 및 고찰

자연적으로 노화되어 발아율이 낮아진 벼 품종의 priming 효과를 보면 표 1-6과 같다.

가) 노화된 일본형 품종(다다조, 동진벼)을 priming 처리를 하였을 때 무처리보다 발아율이 크게 감소하였으며, 발아속도도 늦었다.

나) 남천벼와 IR 50의 경우는 발아율과 발아속도 모두 무처리와 비슷하였다.

다) 노화된 벼 종자를 priming 처리할 경우 품종에 따라 결과가 다르며, 인위퇴화시킨 일품벼 (일본형)와 같은 결과를 보인다.

Table 1-6. Varietal differences in germination rate and T50 after priming treatment of naturally aged rice seeds.

Group	Variety	Priming (days)	Germination(%)			T50(days)		
			17℃	20℃	25℃	17℃	20℃	25℃
Japonica	다다조	0	81	92	87	8.9	6.6	2.4
		4	31	27	27	-	-	-
Japonica	동진벼	0	73	81	79	7.5	4.1	2.5
		4	44	72	54	-	7.2	3.3
Indica x Japonica	남천벼	0	53	81	89	12.0	6.6	3.5
		4	56	82	87	10.8	5.2	3.5
Indica	IR50	0	58	81	84	11.5	5.6	3.1
		4	60	73	84	11.5	6.8	3.6

제 7 절 Priming 처리된 벼 종자의 발아불량 환경에서의 발아력

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 일품벼

2) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -0.6 MPa로 조정된 용액(25℃)에서 4일간 처리

3) 발아온도 : 17, 25℃

4) 토양수분 조건 : 토양수분 함량 4수준 - 포장용수량의 60, 80, 100, 120, 140% (토양수분함량 각각 23.4, 31.2, 39.0, 46.8, 54.6%에 해당함)

5) 발아조건 : 해당 토양수분 함량의 흙에 100립씩 4반복, 3cm 복토

6) 조사항목 :

발아율, 출아율, T50, 유아장, 유근장 : 17℃는 파종 후 20일, 25℃는 파종 후 10일에 조사

나. 결과 및 고찰

1) Priming한 종자와 priming하지 않은 종자를 토양수분이 다른 조건에 파종하였을 때 발아율, 출아율 및 평균발아일수에 미치는 영향은 그림 1-4와 같다.

가) Priming한 종자는 priming하지 않은 종자에 비하여 토양수분과 온도에 따라 발아율과 출아율이 5-34% 더 높았다.

나) 17와 25℃에서 발아율과 출아율은 포장용수량의 60% 토양수분에서 가장 낮았고, 80%에서 가장 높았으며, 그 이상의 토양수분에서는 오히려 불아가 불량하였다. 그러나 priming한 종자는 17℃에서 포장용수량까지도 발아율과 입묘율이 증가하여 저온과 과습에서도 적응성이 더욱 높았다.

다) 평균발아일 (T50)은 priming한 종자가 토양수분함량에 따라 17℃에서는 1.3-3.7일, 25℃에서는 0.9-2.0일 감소되서 저온에서 priming 효과가 더 컸다.

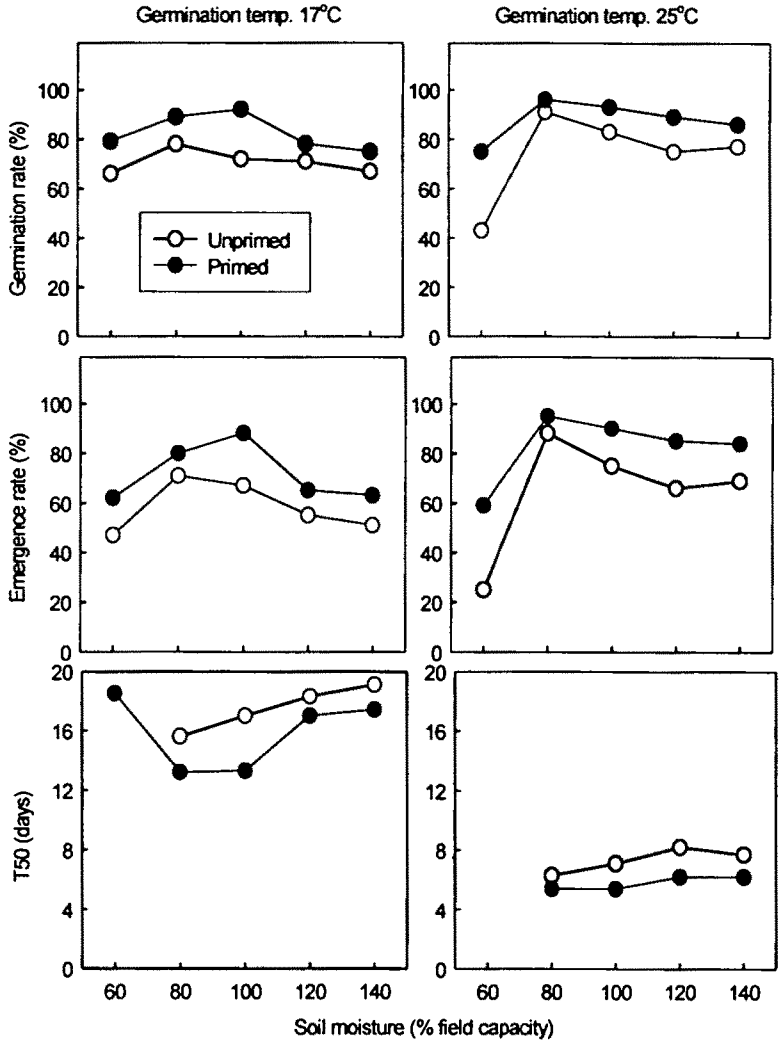

Fig. 1-4. Germination and emergence rates and T_{50} of primed and unprimed rice seeds at different soil moistures and temperatures.

2) Priming한 종자와 priming하지 않은 종자를 토양수분이 다른 조건에 파종하였을 때 유묘 생육을 보면 그림 1-5와 같다.

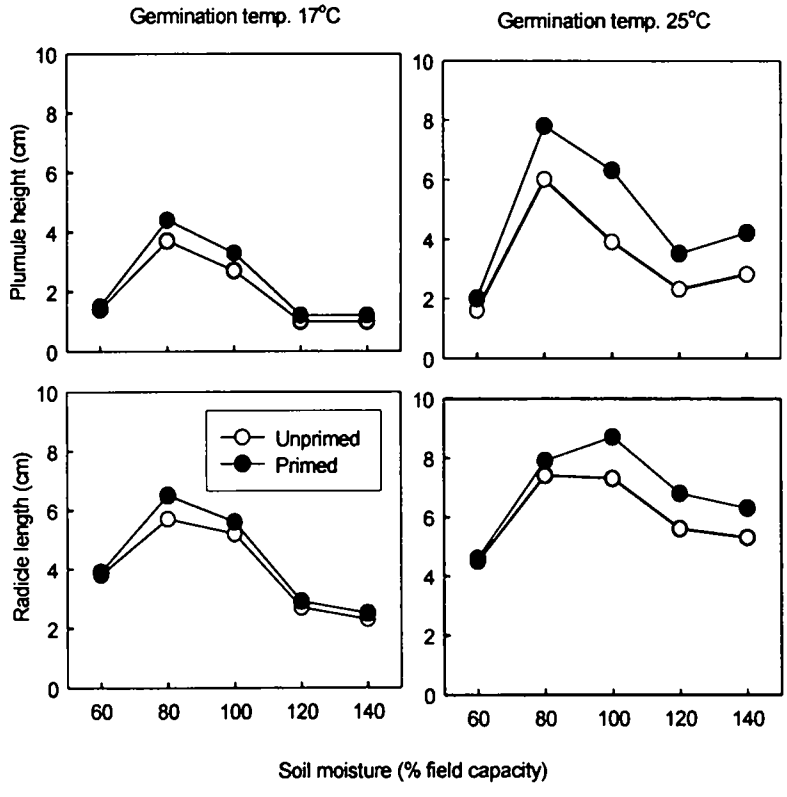

Fig. 1-5. Plumule height and radicle length of primed and unprimed rice seeds at different soil moistures and temperatures.

가) 17℃에서 유아장과 유근장 및 priming 효과 (priming과 priming하지 않은 것의 차이)는 포장용수량의 80% 토양수분에서는 가장 컸으며, 그 보다 토양수분함량이 적거나 많을수록 유묘생육과 priming 효과가 감소하였다. 토양수분이 적을 때는 수분부족으로 생육이 억제되어 priming 효

과가 없었으며, 토양수분이 과도할 때는 산소가 부족하여 생육이 억제되기 때문으로 보인다.

나) 25℃에서도 유아장과 유근장 및 priming 효과는 17℃에서와 비슷하였으나 priming 효과는 과습조건에서 크게 나타났다. 이것은 토양수분을 조절한 후 밀폐하였고, 생장량이 17℃에서보다 더 많아 실제 토양수분이 감소하여 적정 토양수분에 더 가깝게 되었기 때문으로 보인다.

제 8 절 벼 종자 priming할 때 주요성분 변화

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 일품벼

2) Priming 처리 :

가) 0 및 -0.6 MPa PEG 용액에서 priming 과정 중 전당 및 α-amylase 활성 변화

나) 온도 15 및 25℃의 -0.6 MPa PEG 용액에서 4일간 priming 하였을 때 당(단당류 및 과당류)과 α-amylase 활성 변화

3) 성분분석

가) 전당함량 (phenol-sulfuric법)

나) 단당류 및 과당류 (HPLC)

다) α-amylase 활성 변화

나. 결과 및 고찰

1) 0 및 -0.6 MPa PEG 용액에서 priming 과정 중 전당 및 α-amylase 활성 변화

벼는 전분 종자이므로 물과 -0.6 MPa PEG 용액에서 priming하여 그 과정에서 종자 내의 당 및 α-amylase 활성의 변화를 알아 본 결과는 그림 1-6과 같다.

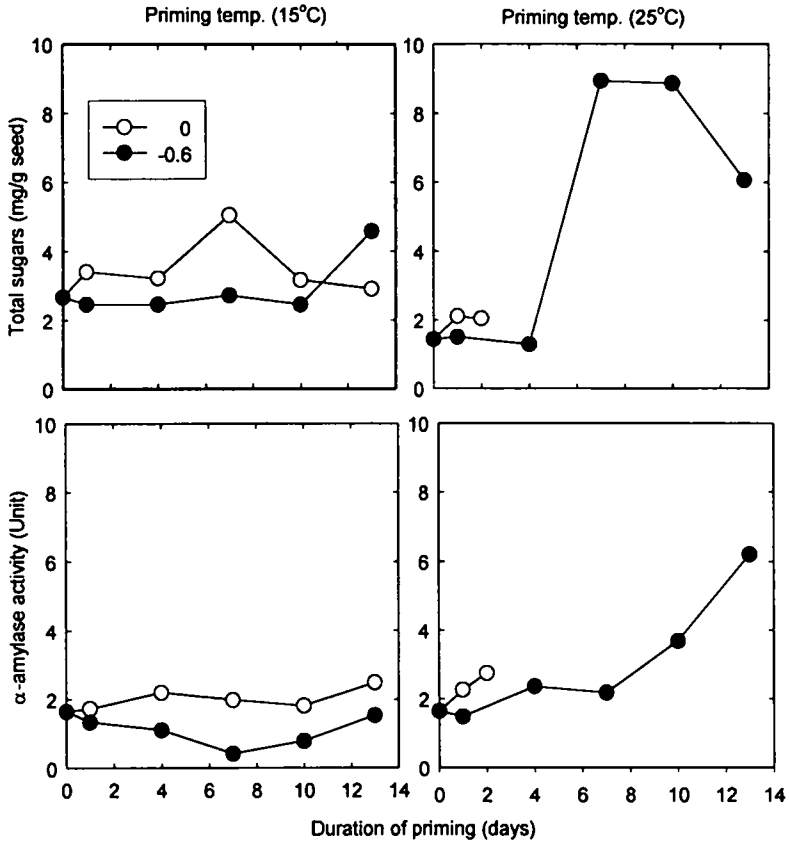

Fig. 1-6. Changes in total sugars and α-amylase activity of rice seeds primed in water (0 MPa) and -0.6 MPa PEG solution at 15 and 25℃ for different durations.

가) 온도 15℃, 0 MPa (물)에서 priming한 것이 -0.6 MPa PEG

용액에서 priming한 것 보다 처리 10일까지는 전당 함량이 높았고, α-amylase 활성은 전기간을 통하여 높았다. 특히 priming 온도 25℃에서는 0 MPa에서는 2일까지, -0.6 MPa에서는 발아율이 높았던 4일까지는 (표 1-1) 당 함량이 낮았고, α-amylase 활성도 안정되었으나 발아율이 현저히 떨어지는 7일 이상 priming할 때는 당 함량과 α-amylase 활성이 급격히 높아졌다. 이 결과는 발아할 때 α-amylase 활성이 커져서 전분이 당으로 분해되었다기보다는 장기간 담수상태에 있는 동안 종자가 장해를 받아 α-amylase 활성을 조절할 기능을 상실하여 오히려 과도한 전분의 분해가 있었던 것으로 판단된다.

2) 온도 15 및 25℃의 -0.6 MPa PEG 용액에서 4일간 priming 하였을 때 당(단당류 및 과당류)과 α-amylase 활성 변화는 표 1-7과 같다.

Table 1-7. Monosaccharides, oligosaccharides, and α-amylase activity of rice seeds primed at 15 and 25℃ for 4 days.

Priming temp. (℃)	Sugar (mg/g seed)						α-amylase activity (Unit)
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Raffinose	Total	
No priming	0.4	4.0	1.5	1.9	0.6	8.5	2.1
15℃	1.1	6.2	0.6	1.6	0.5	10.0	2.8
25℃	0	2.1	0.5	0.8	0	3.4	2.0

가) Priming하지 않은 종자에는 glucose가 4.0 mg/g seed로서 가장 많아 전 당함량의 47%를 차지하였고, maltose 1.9, sucrose 1.5 mg/g seed 이었으며, fructose와 raffinose 함량은 적었다.

나) 15℃ 4일간 priming 처리한 종자에서는 무처리 종자보다 sucrose, maltose, raffinose의 함량은 감소하였고, fructose, glucose의 함량은 증가하였는데 이것은 priming 처리 중에 과당류가 단당류로 분해된 것으로 생각된다.

다) 25℃ 4일간 priming 처리한 종자에서는 당 함량은 priming하지 않은 종자나 15℃에서 priming한 것보다 모두 감소하였다. 그런데 발아율은 priming하지 않은 종자나 15℃에서 priming한 것과 비슷하였으나 평균 발아일수는 오히려 더 많아 발아가 오히려 지연되었으므로 (표 1-1) 25℃에서 priming하면 양분의 손실이 많아 오히려 발아에 불리하고, 더욱이 처리기간이 조금이라도 과도하면 발아력이 현저히 낮아지는 것으로 생각된다.

라) α-amylase 활성은 priming하지 않은 종자는 2.1 unit이었고, 15℃ 4일간 priming 처리한 종자는 2.8 unit로 활성이 증가하였으며, 25℃ 4일간 처리한 종자는 2.0으로 활성이 감소하였다

제 9 절 Priming 과정 중 벼 종자의 해부학적 변화

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 일품벼

2) 종자처리 :

가) 무처리

나) 15℃, -0.6 MPa PEG 용액에서 4일 priming한 후 건조

다) 25℃, -0.6 MPa PEG 용액에서 4 및 10일 priming한 후 건조

3) 주사전자현미경 (SEM) 시료 조제

가) 건조종자 ; 풍건한 종자의 왕겨를 벗기고, 배 부분을 중심으로

가로로 절단하여 Ioncoater (Eiko IB-5, Hitachi, Japan)로 20분간 gold coating 시킨 후 주사전자현미경 (S-4100, Hitachi, Japan)으로 관찰

나) 발아중인 종자 ; 종자를 젖은 paper towel에 치상하여 20℃에서 3일 후 왕겨를 벗기고, 종자의 배 부분을 중심으로 가로로 절단하여, 2.5% glutaraldehyde 전고정, 1% OsO_4로 후고정 후 에탄올로 탈수하였다. 그 후 임계건조기 (HCP-2, Hitachi, Japan)로 건조한 시료를 건조종자와 같은 방법으로 주사현미경에서 관찰하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 주사전자현미경 (SEM)을 이용한 배의 조직 관찰

가) 건조종자

(1) Priming 온도와 기간에 따른 배의 발달을 주사현미경으로 관찰한 결과를 보면 사진 1-1과 같다. Priming하지 않은 종자(A)는 초엽 발달이 뚜렷하지 않으나 15℃ 4일(B)과 25℃ 4일(C) priming 한 것은 초엽이 뚜렷하고, 크기도 증가하였으며, 외부를 향하여 직각으로 생장하였다. 그러나, 25℃에서 10일 priming 한 것은 초엽의 경계부문이 뚜렷하지 않고, 배의 크기도 작았으며, 모양도 불규칙하게 되었다. 즉 25℃에서 장기간 priming하면 당이 과도하게 소모되고, amylase 활성도 떨어지면 발아율이 현저히 떨어지는 것과도 관계가 있는 듯 하다(표 1-1, 1-7 참조).

(2) 배와 배유의 경계부분을 확대하여 관찰해 보면 (사진 1-2) 무처리 종자(A)와 15℃에서 4일간 priming한 것 (B)은 조직이 조밀하였다. 그러나, 25℃에서 4일간 priming한 종자는 배와 배유사이가 치밀하지 못하며 (C), 25℃ 10일 priming한 종자 (D)는 더욱 많이 벌어졌다. 전분입자를 보아도 (A)에서는 본래의 완전한 전분입자를 유지하고 있는 것이 많았으나 (B)에서는 모두 작은 입자로 분리되었고, (C)와 (D)에서는 분리된 작은 전분입자에 작은 구멍이 관찰되어 전분입자의 분해과정을 확인할 수 있었다.

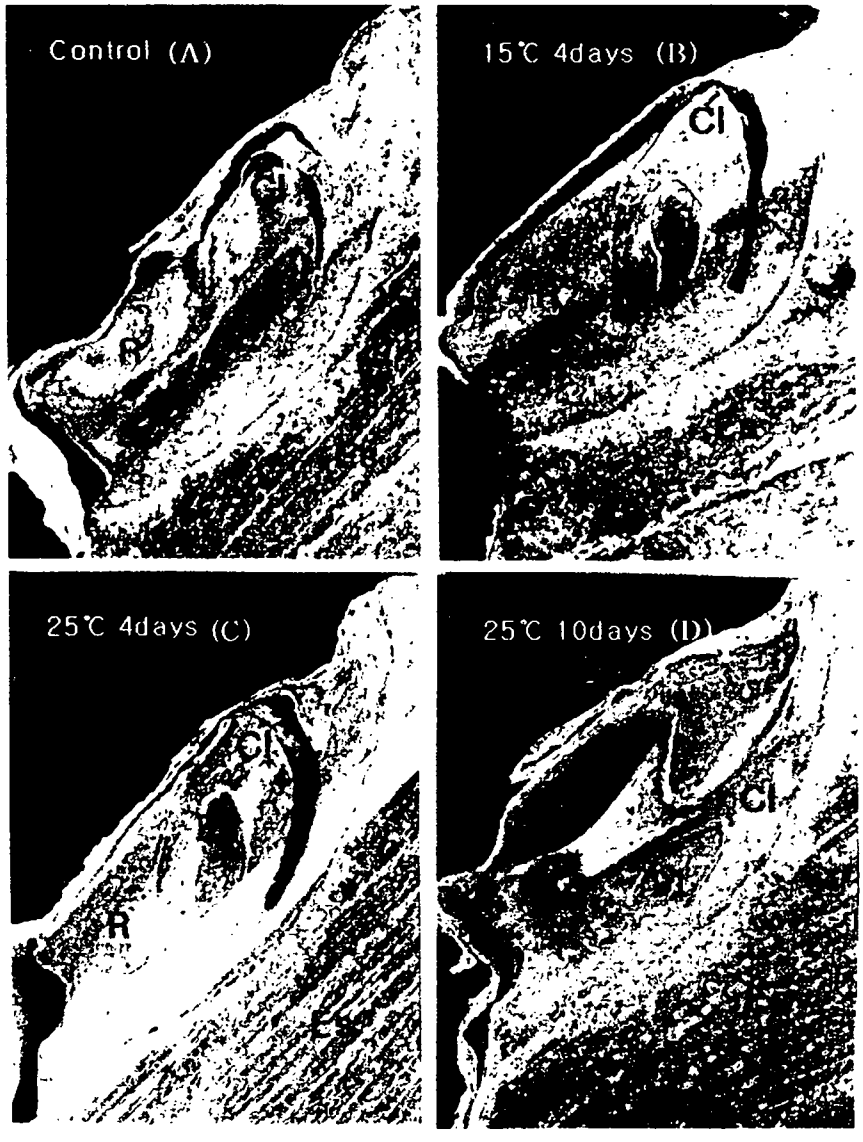

Photo. 1-1. Embryos of control and primed rice seeds at -0.6 MPa PEG solution at 15℃ for 4 days and at 25℃ for 4 and 10 days.
(x 60 in a scanning electron microscope)
Es; endosperm, Cl; coleoptile, R; radicle,
Dl; differentiated leaves

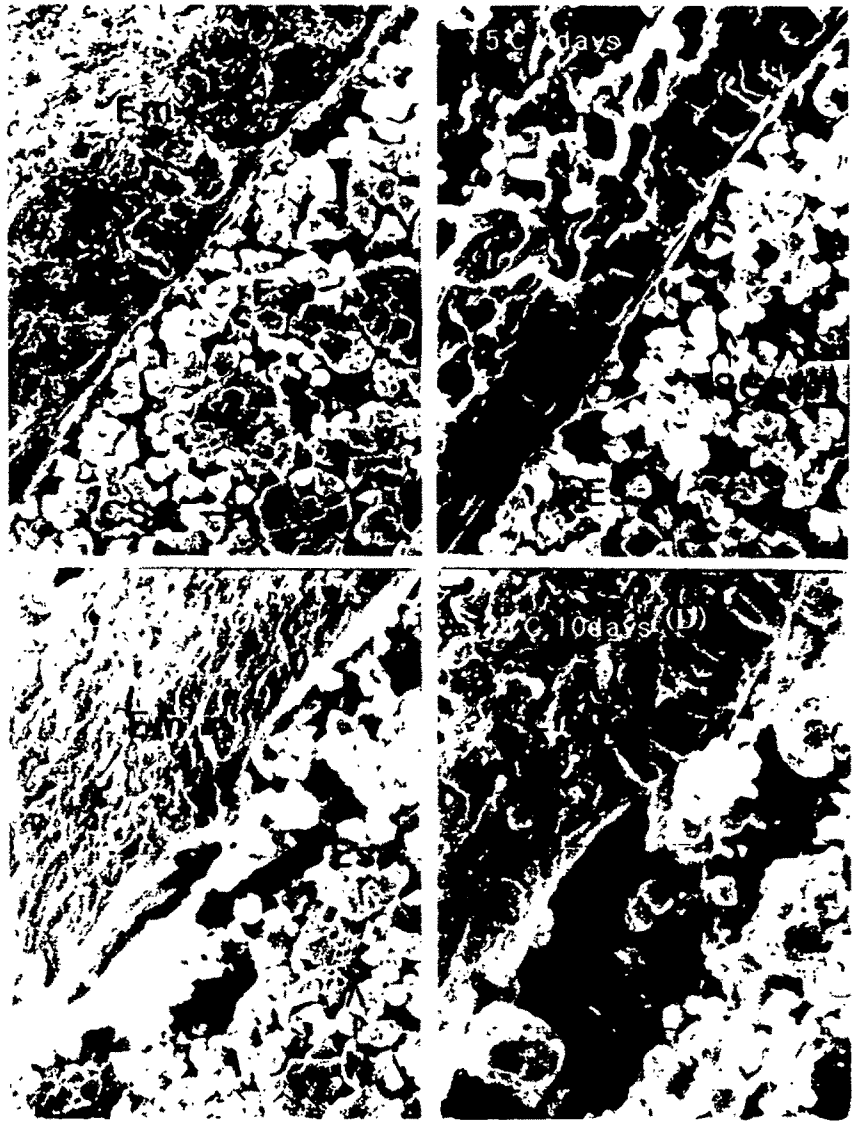

Photo. 1-2. Starch granules in embryo and endosperm of rice seeds primed at -0.6 MPa PEG solution at 15℃ for 4 days and at 25℃ for 4 and 10 days (x 1,500 in a SEM)

Es; endosperm, Em; embryo, CSG; compound starch granule
TSG; tiny starch granule, H; hole in starch grains

나) 발아중인 종자

다른 조건에서 priming된 종자가 발아 중에 어떤 형태적인 차이가 있는가를 관찰하기 위하여 20℃에서 3일간 흡수시켜 발아 직전에 시료를 만들어 관찰한 결과는 사진 1-3과 같다.

Priming하지 않은 종자 (A)는 유아와 유근의 형태가 뚜렷하게 구분되었으나 배의 발육상태가 다른 priming한 종자보다 다소 늦었다. 그리고, 4℃에서 4일 priming한 것 (B)과 25℃에서 4일 priming한 것 (C)은 유아(초엽과 분화된 잎)와 유근이 정상적으로 생장하였는데 25℃에서 유아와 유근이 더 크게 발육되었다. 그러나 25℃에서 10일간 priming한 것 (D)은 유아의 발육은 현저하였으나 모양이 비정상적이었고, 유근은 발육되지 않아 발아율이 낮은 것과 연관이 있는 것 같다. 전체적으로 보아 흡수시켜 발아 중인 종자는 priming하고 건조한 종자에 비하여 조직이 치밀하지 못한 것은 배의 세포가 생장하고, 탈수시켰기 때문으로 보인다.

발아 중인 종자는 발아하기 전 (사진 1-1)에 비하여 초엽과 분화된 잎, 그리고 유근의 크기가 더 크고, 발아직전까지 발달하였다.

Photo. 1-3. Embryos of rice seeds germinated at 20℃ for 3 days. Prior to germination the seeds were primed at -0.6 MPa PEG solution at 15℃ for 4 days and at 25℃ for 4 and 10 days.
(x 60 in a SEM)
Es; endosperm, Cl; coleoptile, R; radicle,
Dl; differentiated leaves

제 10 절 ; 생장조절제 복합처리 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 일품벼

2) Priming 처리 : PEG 8000을 이용, -0.6MPa로 조정된 용액(15℃)에서 4일간 처리함

3) 생장조절제 처리 : priming한 종자와 무처리 종자를 25℃의 물, GA 100ppm, ABA 2ppm, kinetin 10ppm 용액에 24시간 동안 침지시킨 후 48시간 건조함

4) 파종깊이 : 3cm, 5cm

5) 발아온도 : 20℃

6) 토양수분 : 포장용수량의 90% (토양수분함량 35.0%)

7) 조사항목 : 발아율, 출아율, 출아속도, 초기 생육 (초장, 근수, 엽수, 초엽장, 중배축장을 파종 후 15일에 조사)

나. 결과 및 고찰

Priming한 종자와 priming하지 않은 벼 종자에 발아를 촉진한다고 알려진 GA, ABA, kinetin을 처리하여 그들이 발아와 유묘생장에 미치는 영향을 보면 표 1-8 및 1-9와 같다.

1) 복토깊이 3cm에서 대체로 priming한 종자가 priming하지 않은 것보다 발아율과 출아율이 높았고, 평균발아일수는 0.8-1.9일 단축되어 priming의 효과가 있었다. Priming하지 않은 종자에서는 GA와 kinetin 처리가 발아율과 출아율을 향상시켰으나 priming한 종자는 생장조절제의 처리효과가 없었다.

Table 1-8. Germination and emergence rates and days to 50% emergence of growth regulator treated primed and non-primed rice seeds after 15 days after seeding at 20℃.

Seeding depth (cm)	Growth regulator	Germination rate(%) (A)	Emergence rate(%) (B)	A-B	Days to 50% emergence
3	Control	81.0 b	64.0 b	17.0ns	13.0 ab
	C + water	80.0 b	68.0 ab	12.0	12.7 ab
	C + GA	92.0 a	80.0 a	12.0	11.9 b
	C + ABA	82.0 b	65.4 ab	16.6	13.3 a
	C + Kinetin	88.7 a	76.6 a	12.1	12.3 ab
	Priming	88.7 ns	78.0 ns	10.7ns	11.7 ns
	P + Water	84.0	76.6	7.4	11.2
	P + GA	84.0	76.6	7.4	11.3
	P + ABA	84.0	75.4	8.6	11.4
	P + Kinetin	85.3	78.6	6.7	11.5
5	Control	90.0 ns	52.6 b	37.4 a	14.7 a
	C + Water	90.0	68.6 a	31.4 b	13.8 c
	C + GA	88.0	68:6 a	19.4 b	13.2 d
	C + ABA	88.7	62.6 ab	26.1ab	14.3 b
	C + Kinetin	85.3	60.6 ab	24.7 b	13.2 d
	Priming	85.3 ns	67.4 ns	17.9ns	13.1 ns
	P + Water	90.0	72.6	17.4	12.5
	P + GA	83.3	77.4	5.9	12.5
	P + ABA	84.7	72.0	12.7	12.2
	P + Kinetin	82.0	77.4	4.6	12.5

Table 1-9. Number of leaves and length of coleoptile, mesocotyle, and root of rice seedings 15days after seeding at 20℃.

Seeding depth (cm)	Growth regulator	Leaf number	Plant height (cm)	Coleoptile length (cm)	Mesocotyle length (cm)	Root length (cm)
3	Control	1.50 ns	2.79 b	2.83 ns	0.14 b	4.61 ns
	C + water	1.52	3.05 b	2.60	0.11 b	5.26
	C + GA	1.71	4.20 a	2.74	0.33 a	5.48
	C + ABA	1.59	2.88 b	2.68	0.13 b	5.16
	C + Kinetin	1.68	3.33 ab	2.74	0.15 b	5.31
	Priming	1.81 ns	4.32 ns	2.62 b	0.15 b	5.30 ns
	P + Water	1.85	4.92	2.73 ab	0.13 b	5.59
	P + GA	1.80	5.24	2.75 ab	0.26 a	5.29
	P + ABA	1.86	4.64	2.88 a	0.13 b	5.08
	P + Kinetin	1.86	5.02	2.81 a	0.13 b	5.62
5	Control	1.46 ns	2.45 c	3.39 b	0.09 b	4.70 b
	C + Water	1.71	3.37 b	3.85 a	0.10 b	6.11 a
	C + GA	1.66	4.31 a	3.69 ab	0.28 a	5.23 b
	C + ABA	1.32	3.28 b	3.58 ab	0.11 b	5.52 ab
	C + Kinetin	1.71	3.24 b	3.71 ab	0.11 b	6.16 a
	Priming	1.92 ab	3.90 b	3.88 ns	0.16 b	5.89 b
	P + Water	2.03 ab	4.55 ab	3.91	0.15 bc	6.25 ab
	P + GA	1.73 b	5.60 a	3.83	0.27 a	6.35 ab
	P + ABA	2.33 a	4.51 ab	3.82	0.16 b	6.37 ab
	P + Kinetin	2.16 ab	5.16 a	3.82	0.14 c	6.78 a

2) 복토깊이 5cm에서 발아율은 priming한 종자와 priming하지 않은 종자간, 또 생장조절제간 차이가 없었다. 그러나 출아율은 priming한 종자는 priming하지 않은 종자보다 출아율이 높았고, 평균발아일수도 단축되었다. 즉 발아 후 땅속에서 출아하지 못한 종자수 (발아율 - 출아율)가 적었는데 이것은 priming에 의하여 발아후 초엽의 생장이 촉진되었기 때문이었다 (표 1-8, 1-9).

3) Priming하지 않은 종자에서 물, GA, ABA, kinetin 처리가 출아율을 향상시켰으며, 특히 GA 처리는 것은 priming에 의하여 발아후 초엽의 생장이 촉진되었기 때문이었으며, 특히 GA에서는 중배축이 현저히 신장하였다 (표 1-8, 1-9).

4) 초장은 GA처리한 것이 다른 생장조절제 처리에서보다 더 컸다.

제 11 절 ; Priming 처리종자의 저장 방법 연구

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 일품벼

2) Priming 처리 : 1년차에서 벼 종자 priming에 적정 WP로 구명된 15℃의 -0.6MPa PEG 용액에서 공기를 주입하면서 4일간 처리

3) 저장방법 : Priming한 종자를 1997 12월 25일부터 상온 (20℃), 저온 (5℃), 냉동 (-10℃) 저장하여 1개월 간격으로 종자활력 조사

4) 조사항목 : 1개월마다 발아력을 조사하고, 3개월마다 전당, α-amylase activity를 측정.

나. 결과 및 고찰

1) Priming이 종자의 수명에 미치는 영향을 알아보기 위하여 priming

벼 종자를 20, 5, -10℃에서 1-6개월 저장하였을 때 저온 (17℃)과 발아적온 (25℃)에서 발아율, 평균발아일수 및 발아균일도를 보면 표 1-10과 같다.

Table 1-10. Germination rate, T50 and uniformity of primed rice seeds stored at different temperatures and germinated at 17 and 25℃.

Storage temp. (℃)	Storage duration (Month)	Germination rate(%)		T50 (days)		Uniformity (days)	
		17℃	25℃	17℃	25℃	17℃	25℃
-10	1	89.7	95.3	9.8	3.7	3.3	1.1
	2	87.3	93.0	9.1	3.7	2.9	1.1
	3	75.7	94.0	9.6	3.9	2.5	1.2
	4	86.3	94.7	10.4	3.9	2.5	1.3
	5	90.0	95.7	10.1	3.9	2.1	1.3
	6	91.0	94.0	10.3	4.0	2.3	1.4
5	1	94.0	95.0	9.4	3.6	2.7	0.9
	2	89.0	96.0	8.6	3.5	2.8	0.8
	3	89.7	95.3	8.6	3.6	1.8	0.8
	4	92.7	94.7	9.0	3.7	1.5	1.0
	5	92.0	95.3	9.4	3.7	2.1	1.1
	6	91.0	95.0	9.4	3.8	1.9	1.3
20	1	93.3	97.0	8.2	3.4	2.3	0.7
	2	92.3	96.0	7.2	3.2	1.4	1.3
	3	91.7	96.3	7.6	3.0	1.6	1.4
	4	94.3	96.3	8.2	3.0	1.6	1.3
	5	93.7	95.7	8.4	3.0	1.8	1.3
	6	92.3	92.0	8.6	3.1	1.9	1.3

가) Priming한 종자를 6개월간 저장하여도 어느 온도에서나 발아율, 평균발아일수는 차이가 없었다. 저장온도 17℃에서 저장기간이 길어질수록 발아균일도가 약간 감소하여 발아가 더 균일해지는 경향이었으나 25℃에서는 발아균일도가 약간 증가하였다.

2) 저장 중 종자내 전당과 α-amylase 활성의 변화를 보면 표 1-11과 같다.

가) α-amylase activity의 경우 3개월까지는 저장기간이 길수록 활력이 크게 나타났으며 전당함량의 경우 저장온도간에는 비슷하였고, 저장기간이 길수록 낮게 나타났다.

Table 1-11. Total sugar and α-amylase activity of primed rice seeds stored at different temperatures for different durations.

Storage temperature (℃)	Storage duration (Month)	Total sugar (mg/g)	α-amylase activaty (Unit)
-10	1	5.51	0.38
	2	2.41	0.53
	3	3.08	0.58
	4	2.40	0.59
	5	2.72	0.82
	6	2.59	0.76
5	1	4.79	0.44
	2	2.82	0.62
	3	2.89	0.60
	4	2.57	0.66
	5	2.31	0.85
	6	2.93	0.84
20	1	4.82	0.62
	2	4.02	0.74
	3	3.37	0.89
	4	2.49	0.88
	5	2.93	0.95
	6	2.71	0.91

제 12 절 ; 포장상태에서의 벼 종자 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 일본형 2품종 (일품벼, 동진벼),
통일형 2품종 (삼강벼, 다산벼)

2) Priming 처리 : 1년차에서 구명된 PEG 8000을 이용하여 -0.6MPa로 조정된 용액 (15℃)에서 공기를 주입하면서 4일간 처리

3) 파종기 : 조기파종 (4월21일), 적기파종 (5월15일)

4) 시험구 배치 : 파종기별 분할구 배치 4반복 (주구는 품종, 세구는 priming 유무)

5) 시험구 크기 : 조간거리 60 cm, 골 길이 1.2 m씩 4줄로 조파, 구당면적 5m^2로 시험면적은 파종기 마다 각각 160m^2

6) 파종량 : 6 kg/10a

7) 시비량 : 질소-인산-가리 각각 15-6-6 kg/10a

8) 질소 분시비율 (%) : 기비-3엽기-이삭거름-알거름 = 40-30-20-10, 인산과 칼리는 모두 기비로 시용

9) 물관리 : 건답직파하여 출아 후 30일부터 담수

10) 제초제 : 파종 직후에 마세트 유제 300ml/10a, 3엽기에 정일품 300ml/10a 처리

11) 조사항목

가) 출아수 : 2일 간격으로 담수직전까지 조사

나) 초장, 분얼수 : 출아 후 30 및 50일에 길이가 50cm되는 두 지점 조사

다) 간장, 수장 : 수확기에 연속된 20주를 대상으로 조사

라) 수량구성요소는 1m^2, 수량은 2m^2의 면적에서 수확하여 조사

나. 결과 및 고찰

1) 파종기의 기상상황을 그림 1-7에서 보면 5월 15일 파종기가 4월 21일 파종보다 기온은 더 낮았고, 강우량은 약 3배 더 많아 과습하였다.

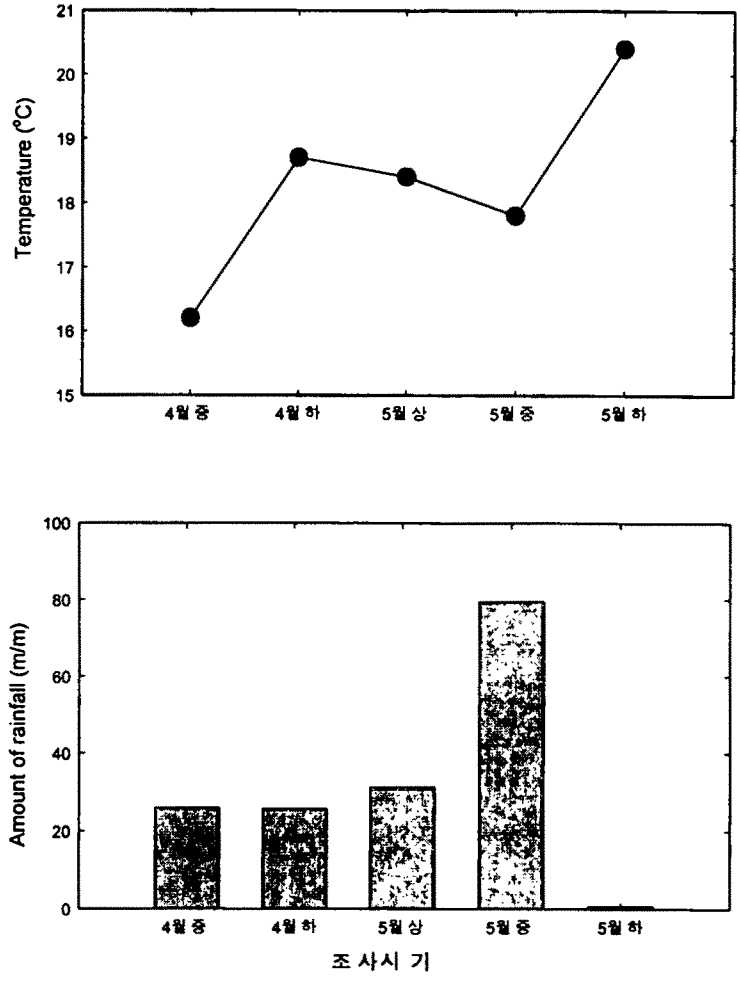

Fig. 1-7. Air temperature and rain fall during the period from planting to seedling emergence.

2) Priming한 종자를 4월 21일과 5월 15일 포장에 파종하였을 때 입묘율을 보면 각각 그림 1-8 및 그림 1-9와 같다.

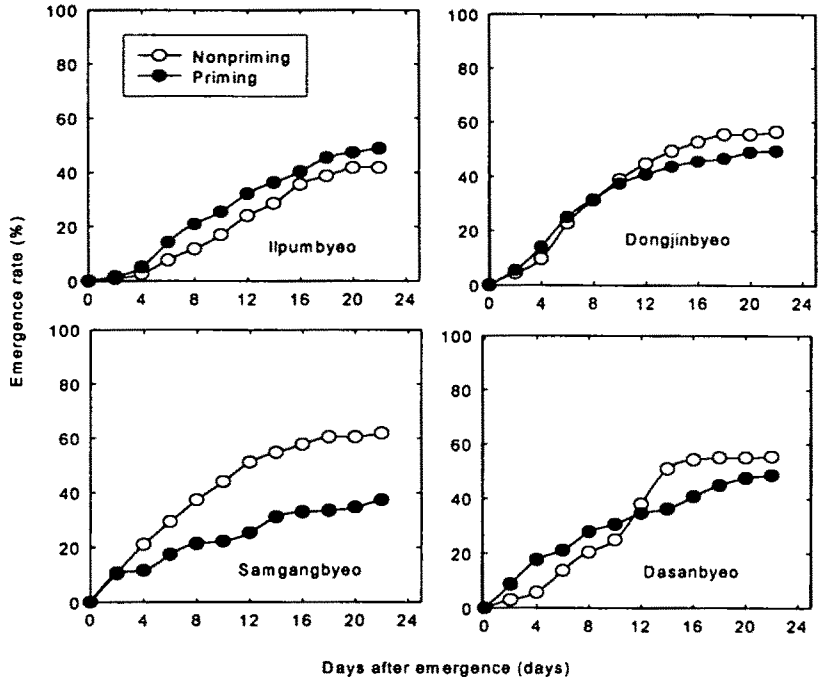

Fig. 1-8. Changes in cumulative emergence rate of 4 rice varieties at April 21 planting.

가) 조기파종한 4월 21일 파종에서 일품벼는 priming한 것이 발아율이 높고, 발아도 빨랐으나 삼강벼는 priming한 것이 출아율이 오히려 priming하지 않은 것보다 현저히 낮았는데 이것은 품종간 priming의 효과에서도 같은 결과를 보였다 (표 1-5 참조). 그러나, 동진벼와 다산벼는 priming한 것이 발아는 다소 빨랐으나 입묘율은 priming한 것이 오히려 낮았다.

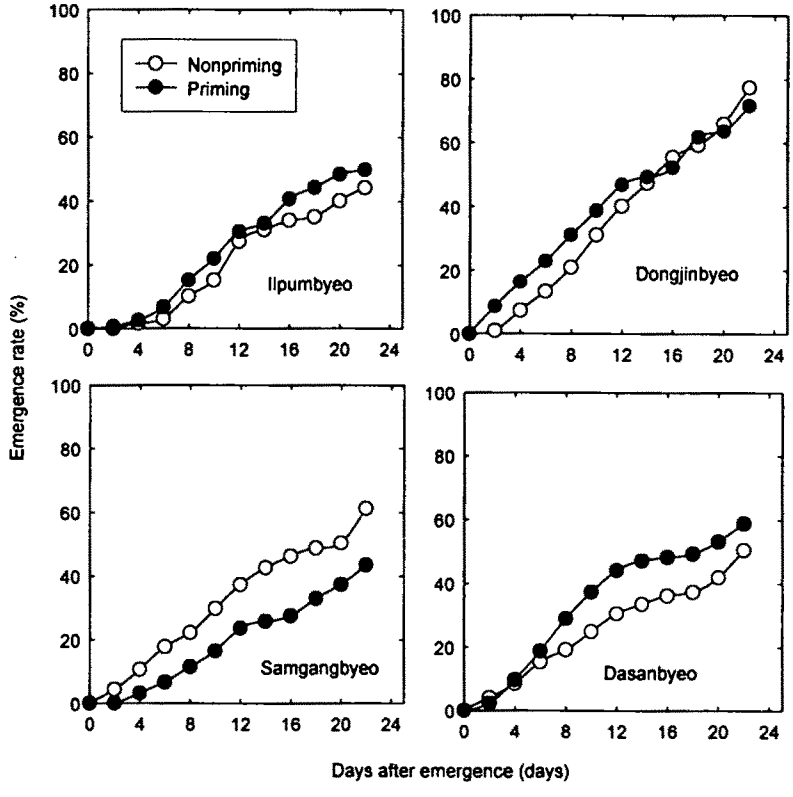

Fig. 1-9. Changes in cumulative emergence rate of 4 rice varieties at May 15 planting.

나) 적기파종은 5월 초순에 실시할 예정이었으나 잦은 강우로 논에 포장작업을 할 수 없어 5월 15일에 실시하였다. 그 결과 일품벼, 동진벼, 다산벼는 priming한 것이 발아가 빠르고, 입묘율이 priming하지 않은 것과 같거나 높았으나 삼강벼는 priming한 것이 오히려 입묘율이 낮았다.

다) 조기파종인 4월 21일 파종보다 5월 21일 파종에서 임묘율에 미

치는 종자의 priming 효과가 더 크게 나타난 것은 5월 21일 파종에서 발아 중에 저온과 과습으로 발아에 불량한 환경에 처하게 되었기 때문으로 생각된다(그림 1-7 참조).

3) 파종기와 priming이 4개 벼 품종의 출아 후 30 및 50일의 초장에 미치는 영향을 보면 표 1-12와 같다.

Table 1-12. Plant height of 4 rice varieties 30 and 50 days after emergence.

Planing date	DAE[1)]	Seed priming	Variety			
			Ilpum	Dongjin	Samgang	Dasan
21 April	30	No priming	6.1 ns	10.2 ns	7.7 ns	7.0 ns
		Priming	7.2	10.3	7.7	6.6
	50	No priming	28.2 ns	34.4 ns	28.1 ns	27.4 ns
		Priming	30.0	39.4	29.9	29.2
15 May	30	No priming	15.9 ns	20.0 ns	17.8 ns	16.4 ns
		Priming	19.5	24.4	19.6	19.0
	50	No priming	42.4 ns	48.5 ns	45.3 ns	46.7 ns
		Priming	48.4	52.7	47.4	49.5

DAE[1)] ; Days after emergence

가) 4월 21일 파종에서 일품벼는 priming한 것이 출아 후 30일의 초장이 priming하지 않은 것보다 더 컸으나 다산벼는 오히려 적었고, 동진벼와 삼강벼는 차이가 없었다. 그러나, 출아 후 50일에는 어느 품종이나 priming한 것이 초장이 더 컸다.

나) 5월 15일 파종에서는 priming한 것이 어느 품종이나 어느 조사 시기에서나 priming하지 않은 것보다 더 컸다.

다) 초장에 대한 종자 priming 효과는 모든 품종에 있지만 특히 불량환경에서 더 컸다.

4) 파종기와 priming이 4개 벼 품종의 출아 후 30 및 50일의 분얼수에 미치는 영향을 보면 표 1-13과 같다.

Table 1-13. The number of tillers of 4 rice varieties 30 and 50 days after emergence.

Planting date	DAE[1)]	Priming	Variety			
			Ilpum	Dongjin	Samgang	Dasan
21 April	30	No priming	1.4 ns	1.4 ns	1.5 ns	1.6 ns
		Priming	1.5	1.6	1.4	1.6
	50	No priming	2.5 ns	2.9 ns	2.7 ns	3.1 ns
		Priming	2.8	3.2	3.0	2.8
15 May	30	No priming	2.3 ns	2.4 ns	2.5 ns	2.5 ns
		Priming	2.6	2.4	2.6	2.5
	50	No priming	3.3 ns	2.3 ns	3.5 ns	4.1 ns
		Priming	3.6	2.7	3.5	4.1

DAE[1)] ; Days after emergence

가) 어는 파종기에서 어느 품종에서나 priming한 것과 priming하지 않은 종자사이에 분얼수는 차이가 없었다.

5) 파종기와 종자 priming이 4개 벼 품종의 출수기에 미치는 영향을 보면 표 1-13과 같다.

Table 1-14. Heading date of 4 rice varieties at two planting dates.

Planting date	Priming	Variety			
		Ilpum	Dongjin	Samgang	Dasan
21 April	No priming	26 Aug.	24 Aug.	16 Aug.	21 Aug.
	Priming	25 Aug.	22 Aug.	17 Aug.	22 Aug.
15 May	No priming	1 Sept.	30 Aug.	26 Aug.	5 Sept.
	Priming	31 Aug.	29 Aug.	27 Aug.	4 Sept.

가) 일본형 품종인 일품벼와 동진벼는 어느 파종기에서나 priming한 것의 출수기가 1-2일 빨랐다.

나) 통일형 품종인 삼강벼와 다산벼에서는 priming한 것이 priming하지 않은 것보다 오히려 출수기가 1일 늦었다.

다) 5월 15일에 파종한 것은 일품벼, 동진벼, 삼강벼는 8월 31일 이전에 출수하였지만 다산벼는 9월 4-5일에 출수하였다.

5) 종자의 priming은 2 시기에 파종한 4개 벼 품종의 간장에는 큰 영향을 미치지 않았다(표 1-15).

Table 1-15. Culm length of 4 rice varieties at two planting dates.

Planting date	Priming	Culm length (cm)			
		Ilpum	Dongjin	Samgang	Dasan
21 April	No priming	68.1 b	81.3 ns	75.9 ns	68.0 ns
	Priming	69.8 a	80.1	75.7	67.4
15 May	No priming	61.6 ns	73.6 ns	68.9 ns	65.6 ns
	Priming	64.1	76.0	72.5	66.3

6) 종자의 priming은 2 시기에 파종한 4개 벼 품종의 간장에는 큰 영향을 미치지 않았다(표 1-16).

Table 1-16. Panicle length of 4 rice varieties at two planting dates.

Planting date	Priming	Panicle length (cm)			
		Ilpum	Dongjin	Samgang	Dasan
21 April	No priming	18.8 ns	18.4 ns	22.3 ns	22.8 ns
	Priming	19.8	19.1	23.4	23.2
15 May	No priming	19.5 ns	18.1 ns	21.4 ns	21.7 ns
	Priming	19.8	17.9	21.9	21.8

6) 수량 및 수량구성요소

종자를 priming하여 2 시기에 파종한 4개 벼 품종의 수량 및 수량구성요소를 보면 표 1-17과 같다. 각 품종의 priming 효과는 4월 21일 파종에서 일품벼와 삼강벼의 수수를 증가시켰고, 동진벼의 수수는 감소시켰을 뿐 2개 파종기에서 모든 품종의 수량 및 수량구성요소에는 영향을 미치지 않았다. 종자 priming이 입묘율에 정 혹은 부의 영향을 미쳤지만 (그림 1-8 및 1-9) 그 경향이 수수까지 연결되지 않고, 또 다른 수량구성요소 및 수량과 연관되지 않았던 것은 직파하여 입묘가 고르지 않아 표본을 추출이 고르지 않고, 또 긴 생육기간에 서로 보상작용을 하였기 때문으로 보인다.

Table 17. Yield components and yield of 4 rice varieties at two planting dates.

Planting date	Variety	Priming	No. of panicles /m^2	No. of spikelets /panicle	No. of spikelets /m^2	Ripened grains (%)	1000-grain wt.(g)	Brown rice yield (kg/10a)
21 April	Ilpum	No priming	348 b	94.9 ns	33025ns	93.4 ns	21.0 ns	415.3 ns
		Priming	377 a	93.8	35369	94.1	21.0	432.8
	Dongjin	No priming	354 a	75.6 ns	26813ns	96.8 ns	22.1 ns	405.0 ns
		Priming	322 b	80.1	25792	96.8	22.2	397.1
	Samgang	No priming	307 b	99.8 ns	30616ns	94.9 ns	18.1 ns	453.5 ns
		Priming	320 a	116.0	37123	94.9	17.9	432.8
	Dasan	No priming	325 ns	109.0ns	35471ns	92.1 ns	22.7 ns	495.4 ns
		Priming	317	113.7	36065	92.5	22.2	477.3
15 May	Ilpum	No priming	329 ns	84.7 ns	27847ns	89.6 ns	21.9 ns	423.8 ns
		Priming	355	82.1	29136	92.4	22.0	418.1
	Dongjin	No priming	376 ns	65.4 ns	24654ns	95.0 ns	22.4 ns	379.7 ns
		Priming	358	68.3	24557	95.0	22.2	389.5
	Samgang	No priming	350 ns	101.3ns	35391ns	94.2 ns	18.5 ns	465.4 ns
		Priming	364	100.6	36627	94.7	18.2	474.9
	Dasan	No priming	356 ns	105.9ns	37702ns	83.5 ns	22.0 ns	486.0 ns
		Priming	356	107.7	38316	85.7	22.1	465.4

결 과 요 약

1. 벼 종자의 priming에 알맞은 조건은 온도 15℃, WP -0.6 MPa, 기간은 4일 이었다. 과도한 priming은 발아율을 감소시키고, 발아가 지연되었다. 건전한 벼 종자는 발아율이 높기 때문에 priming 효과는 발아율은 변하지 않고, 발아속도가 빠르고, 발아가 균일하였다.

2. 인위적 노화한 종자에서는 priming에 의하여 발아율이 감소되었으나 25℃에서 24시간 침종하고, 건조하는 과정을 1-4회 hardening 처리하면 발아율은 15-20% 증가하였고, 발아속도가 2일 단축되었다.

3. 일본형 벼의 품종에 따른 priming 효과는 발아율이 높았던 다마금, 일품벼, 다산벼는 발아율의 변화없이 발아속도가 빨랐다. Priming하기 전에 발아율이 낮았던 조동지, 팔달, 화영벼, 동진벼는 발아율이 낮아졌고, 발아속도는 더 늦어졌다. 통일형인 남천벼, 삼강벼와 인도형인 IR 29, IR 36, IR 50은 무처리와 발아율이 비슷하여 priming의 효과가 없었다.

4. 인위노화되었거나 자연노화된 벼 종자는 PEG에 priming하면 모두 발아율이 낮아지고, 발아도 지연되었다.

5. 불량환경에서 발아할 때 priming한 종자는 토양수분과 온도에 따라 발아율과 출아율이 5-34% 향상되었고, 특히 불량환경조건인 과습과 저온상태에서 priming 효과가 더욱 현저하였다.

6. Priming 온도 25℃에서는 당 함량과 α-amylase 활성이 모두 감소하였으나 15℃에서는 sucrose, maltose, raffinose 함량은 줄고, fructose, glucose 함량과 α-amylase 활성은 증가하였다.

7. 건조종자와 발아중인 종자의 배(胚)를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한

결과 priming 처리한 중 분화된 초엽과 잎의 크기가 증가하였고, 전분입자가 분해되었다. 그러나 과도한 priming에서는 초엽과 유근의 모양이 비정상적으로 되었다.

9. 토양에 파종하였을 때 priming한 종자와 GA 처리는 출아율, 출아속도, 모생육을 향상시켰으며, 특히 GA를 처리는 중배축을 신장시켰다. 그러나 priming한 종자에 생장조절제를 처리했을때는 생장조절제의 효과가 나타나지 않았다.

10. Priming한 종자를 6개월간 -10, 5, 20℃에서 저장하여도 발아율과 평균 발아일수는 차이가 없었다.

11. Priming한 종자를 포장에 파종한 결과 입묘율과 출아속도에 미치는 priming 효과는 4월 21일 파종한 것보다 기온이 낮고, 과습하였던 5월 15일 파종에서 더 현저하였지만 4 품종 모두 수량에는 영향을 미치지 않았다.

제 2 장 콩

우리 나라에서의 5-6월 한발은 토양수분의 부족현상을 초래하여 콩의 발아를 나쁘게 하며, 이른 장마로 인한 토양 과습도 발아의 장해를 유발한다. 이러한 열악한 파종환경으로 인하여 발생되는 발아불량 문제는 매년 반복되어 왔으면서도 아직 뚜렷한 해결책이 제시되지 못하고 있다. 콩은 발아할 때 건조종자중의 100-130% 정도의 수분이 요구되는 작물로서 한발로 인한 발아장애 및 포장발아의 피해정도가 다른 작물보다 더 크다.

콩은 토양수분이 충분하더라도 토성과 파종심도에 따라 발아율은 63-89%의 큰 변이를 보이고 있다. 파종직후 비가 와서 토양수분이 포화상태가 되어 수분이 일시에 종자 내로 흡수될 경우는 그 압력으로 종자의 세포막이 손상을 입어(imbibition injury) 발아율이 저하한다. 또한 콩은 단명종자로서 저장기간이 1년 이상 길어지면 종자의 노화정도가 심해지며 노화종자는 가급적 짧은 기간 내에 발아가 유도되어야 하는데 이것은 특히 저장기간이 긴 콩나물용 종자의 경우에 문제가 된다. 콩나물은 일년 내내 재배되기 때문에 종자를 일년동안 보관하면서 사용해야 하고, 종자의 퇴화를 방지하기 위해서는 저온저장시설의 이용이 필요하나 경제적인 측면으로 볼 때 현실적으로 불가능하다고 판단된다. 따라서 일반콩은 물론이고 나물용 콩 종자의 활력저하를 최소화하고 발아력을 향상시키기 위한 종자처리기술이 개발된다면 콩나물의 부패율 감소와 품질향상에 상당한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로서 콩 종자의 priming 처리기술을 개발하고자 하며 아울러 그와 관련된 여러 가지 기초적인 연구를 다각적으로 수행하였다.

제 1 절 콩 종자 증식

가. 1년차 콩 품종 종자 증식

1) 공시 품종

가) 소립종(100립중 10-13g) : 재래나물콩, 광안콩, 소백나물콩

나) 중립종(100립중 14-20g) : Clark, Williams79, 백운콩

다) 대립종(100립중 25g 전후) : 황금콩, 장엽콩, 새알콩

2) 파종기 및 재식밀도 : 5월 13일, 60 x 15cm(1주 2개체)

3) 종자 생산량 : 품종당 2kg 이상씩 확보함

나. 2년차 콩 품종 종자 증식

1) 공시 품종

가) 소립종(100립중 10-13g) : 단엽콩, 소백나물콩

나) 대립종(100립중 25g 전후) : 황금콩, 장엽콩

2) 파종기 및 재식밀도 : 6월 1일, 60 x 15cm(1주 2개체)

3) 종자 생산량 : 품종당 5kg 이상씩 확보함

제 2 절 콩 종자의 최적 water potential 처리 수준 탐색

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 단엽콩

2) Water potential(**이하 WP로 표기**) 처리 수준

가) PEG 8000을 이용하여 적정 WP의 용액을 만들고, 플라스틱 발아용기에 용액을 부은 뒤 용액 표면 높이의 선반을 설치하고

paper towel을 깐 뒤 종자를 얹고 종자가 용액에 1/3쯤 잠기게 치상하였음

나) 1차적으로 0, -0.3, -0.6, -0.9, -1.2 MPa 등 5 수준의 WP 하에서 발아 조사

다) 1차실험 결과의 임계점을 중심으로 -0.05 MPa 간격으로 처리하여 발아 조사

3) 처리 온도 : 25℃

4) 1차 실험에서는 치상 4일 후, 2차 실험에서는 7일 후까지 발아율 조사

나. 결과 및 고찰

1) 적정 WP 처리수준 결정을 위한 1차 실험 결과(표 2-1) -0.6 MPa에서는 2일 후, -0.9 MPa에서는 3일 후 발아를 시작하였으나 -1.2 MPa에 서는 발아되지 않았다.

Table 2-1. Cumulative germination percentage of Danyeogkong at different water potentials (WP).

Days after treatment	WP (MPa)			
	-1.00	-1.05	-1.10	-1.15
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	18	2	1	0
5	24	3	2	1
7	68	39	17	7

2) 2차실험에서는 -1.05 MPa하에서 4일 후에는 2%, 7일 후에는 39%, -1.10 MPa에서는 4일 후 1%, 7일 후 22%, -1.15 MPa에서는 5일 후 1%, 7일 후 7%의 발아율을 보였다(표 2-2).

Table 2-2. Cumulative germination percentage of Danyeogkong at selected water potential levels.

WP(MPa)	Days after treatment				
	1	2	3	4	5
0	88.7	98.0	98.0	98.7	98.7
-0.3	9.3	96.0	98.0	98.0	98.0
-0.6	0	40.7	92.7	95.3	96.7
-0.9	0	0	7.3	30.0	52.7
-1.2	0	0	0	0	0

3) 5일 이상의 priming 처리시에는 종자의 부패가 문제되어 실용적인 면을 고려할 때 4일 이내의 처리가 적합할 것으로 판단되었다.

4) 25℃ 하에서의 콩 종자 priming 처리 적정수준은 WP -1.0 ~ -1.1 MPa, 처리기간 3일로 나타났다.

5) 처리 후 4일째의 발아율을 고려해 볼 때 WP -1.1 MPa로 3일간 처리하는 것이 보다 안전하고 확실할 것으로 최종 판단되었다.

제 3 절 적정 priming 온도 탐구

가. 재료 및 방법

1) 온도별, WP 수준별 콩 종자의 발아율

가) 공시 품종 : 단엽콩

나) 처리 온도 : 15, 20, 25, 30℃

다) WP : -0.9, 1.0, 1.1 MPa

라) 조사 내용 : 처리 후 일수별 발아율

2) Priming 처리 온도에 따른 발아율

가) 공시 품종 : 단엽콩, 은하콩

나) Priming 처리 : WP -1.1 MPa, 15℃(12일), 20℃(5일), 25℃(3일)

다) 발아 실험 : 25℃ 하에서 50립씩 4반복 실시. 치상 후 4일까지의 총 발아개체 비율을 발아율(%)로 표시(**이하 발아율은 동일 방법 적용**)

나. 결과 및 고찰

1) 온도별, WP별 누적발아율을 표 2-3에서 보면 -1.1 MPa으로 처리할 경우 15℃에서는 12일간, 20℃에서 5일간, 25℃에서는 3일의 기간이 요구되었다.

2) 단엽콩은 15℃ 조건에서 priming 시켰을 때 무처리보다 오히려 발아율이 떨어졌으며, 20, 25℃와는 큰 차이가 없었는데 25℃에서는 처리 후 1일째의 발아율이 무처리보다 다소 높았다.

3) 은하콩은 priming 처리 후 1일의 발아율에서 온도에 관계없이 priming 처리효과가 다소 나타났으며, 처리온도가 높을수록 효과가 커지는 경향을 보였다(표 2-4).

4) 이상의 결과를 종합해 볼 때 25℃에서 3일간 처리하는 것이 유리하다고 판단되었다.

Table 2-3. Cumulative germination percentage of Danyeobkong at different temperature and water potential.

Temp. (℃)	WP (MPa)	Days after treatment												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	-0.9	0	0	0	0	0	0	0	0.7	4.7	10.7	14.7	20.7	22.7
	-1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	6.0	8.0
	-1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	1.3
20	-0.9	0	0	4.0	36.0	51.3	62.0	74.0	-	-	-	-	-	-
	-1.0	0	0	1.3	10.0	25.3	32.0	45.3	-	-	-	-	-	-
	-1.1	0	0	0	0	0.7	1.3	5.2	-	-	-	-	-	-
25	-0.9	0	19.3	46.8	68.7	88.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	-1.0	0	0.7	11.0	23.3	32.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	-1.1	0	0	0.7	12.0	37.3	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-0.9	6.7	26.0	47.3	57.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-1.0	0	12.7	28.0	37.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-1.1	0	1.3	12.7	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 2-4. Germination percentage of soybeans seeds primined at different temperature.

Cultivar	Days after treatment	Priming temp.(℃)			
		Control	15	20	25
Danyeobkong	1	79	39	77	83
	2	99	81	95	88
	3	99	85	97	95
	4	99	88	97	96
Eunhakong	1	64	81	85	88
	2	100	100	100	100
	3	100	100	100	100
	4	100	100	100	100

제 4 절 콩의 priming 방법 연구

가. 재료 및 방법

1) Osmoconditioning

가) 공시 품종 : 소백나물콩(소립종), 장엽콩(대립종)

나) 처리 방법 : 25℃ 물속에 4, 8, 12, 24, 48시간씩 침종 처리한 후 절반은 즉시 치상하였으며, 절반은 완전 건조 후 치상하였음.

2) Humidification

가) RH(%) : 70, 80, 90(%) - glycerol./water로 조절

나) 기간(주) : 0, 1, 2, 3, 4 주 다) 처리 온도 : 25℃

3) Matriconditioning

가) Perlite 이용

(1) 공시품종 : 단엽콩(소립종), 장엽콩(대립종)

(2) Priming 처리: 단엽콩은 perlite 수분함량 10-30% 에서 2일, 장엽콩은 25-40%에서 3일간 처리 후 자연건조

(3) 상기 실험결과 유망한 처리를 선택하여 노화종자(RH 100%, 42℃ 하에서 단엽콩 3일, 장엽콩 2.5일)에 대한 처리효과 검토

나) 톱밥 및 왕겨 이용

(1) 공시 품종 : 단엽콩, 장엽콩

(2) 수분함량 : 단엽콩(50, 60%), 장엽콩(70, 80%)

(3) Priming 처리 : 각 재료에 3일간 처리 후 자연건조 시킴

4) 발아 실험 : 25℃ 하에서 처리당 50립씩 4반복 실시

5) 정상발육개체비율(first germination) : 치상 후 4일째 4cm 이상 자란 개체의 백분율(**이하 동일한 방법 적용**)

나. 결과 및 고찰

1) Osmoconditioning

가) 소립종에서는 24시간 침지처리까지는 발아율의 차이가 없었으나 침지 후 건조시킨 종자는 무처리에 비해 정상발육개체비율이 현저히 줄어들었다.

나) 대립종은 침지처리로 발아율이 다소 저하되었는데 특히 침지 후 건조시킨 종자의 발아율 및 정상발육개체비율이 극히 낮았다(표 2-5).

Table 2-5. Germination percentage and first germination affected by the duration of water absorption and drying treatment.

Cultivar	Water absorp. (hr)	Days after treatment+ 1	2	3	First* germ. (%)+	Days after treatment++ 1	2	3	First germ. (%)++
Sobaekna-mulkong (small)	0	92.0	99.5	100	97.5	38.0	97.5	97.5	92.5
	4	98.5	100	100	92.0	57.5	90.5	90.5	65.0
	8	96.5	99.5	100	92.0	69.0	92.5	93.5	63.0
	12	99.0	99.5	100	90.0	83.0	88.5	96.0	64.0
	24	99.5	100	100	91.0	89.5	97.5	98.5	66.5
	48	94.5	95.5	95.5	71.0	70.0	80.0	82.5	52.5
Jangyeob-kong (large)	0	26.5	93.5	97.5	85.5	29.0	95.5	95.5	89.0
	4	40.5	74.5	87.5	39.0	10.5	39.0	48.0	22.5
	8	39.0	68.0	88.5	33.5	18.5	39.5	47.0	16.0
	12	40.0	84.0	93.0	33.0	43.0	45.5	49.0	15.0
	24	40.0	88.0	89.0	33.0	25.5	44.5	47.5	20.5
	48	42.0	71.5	73.5	33.0	32.0	54.5	63.5	23.0

+ used absorbed seeds ++ used dried seeds after water absorption

* First germination indicates the percentage of normal seedlings(above 4 cm after 4 days)

다) 종자를 직접 물에 담그는 osmoconditioning 처리를 할 경우 무처리에 비해 오히려 발아율이 저하되어, 흡수속도의 조절이나 처리 후 적절한 건조 방법의 탐색으로 보완되어야 할 것으로 판단되었다.

2) Humidification

가) 상대습도 수준에 관계없이 처리기간이 길어질수록 오히려 무처리에 비해 발아율이 저하되었는데, 이는 과습조건이 오히려 노화를 촉진시킨 역효과 때문일 것으로 판단되었다(표 2-6).

나) 무처리에 비해 모든 처리구에서 발아율 및 정상발육개체비율의 큰 차이가 없어 콩의 priming 처리 방법으로 큰 효과를 기대할 수 없었다.

Table 2-6. Germinability of two soybeans cultivars primed under different relative humidity and duration.

RH (%)	Duration (weeks)	Danyeobkong			Jangyeobkong		
		Total germ. (%)	First germ. (%)	T_{50} (days)	Total germ. (%)	First germ. (%)	T_{500} (days)*
70	0	98.5	79.0	0.69	93.5	77.5	1.28
	1	99.5	82.0	0.63	93.0	75.5	1.31
	2	97.0	79.0	0.63	88.5	67.5	1.17
	3	98.5	85.5	0.60	90.0	74.5	0.97
	4	98.0	80.5	0.91	92.0	73.0	1.22
	5	98.5	85.5	0.59	89.0	59.0	1.26
80	0	98.5	79.0	0.69	93.5	77.5	1.28
	1	99.0	57.5	0.54	94.5	84.5	1.31
	2	100	86.5	0.59	89.5	73.0	1.05
	3	98.0	82.0	0.63	91.5	75.0	1.25
	4	95.0	68.5	0.79	68.5	55.0	1.38
	5	88.0	42.0	1.04	44.5	15.5	-
90	0	98.5	79.0	0.69	93.5	77.5	1.28
	1	99.5	80.5	0.57	94.0	83.0	1.71
	2	93.5	72.5	0.68	83.0	57.5	1.23
	3	91.0	83.5	0.76	74.0	65.5	1.28
	4	81.5	42.0	1.37	75.0	49.5	1.48
	5	60.0	20.5	1.52	21.0	7.0	-

3) Matriconditioning

가) 건전종자의 경우 두 품종 모두 발아율에서는 처리간 차이가 없었으나 정상발육개체비율에서는 PEG와 perlite를 이용한 priming 처리효과가 나타났다.

나) 단엽콩은 perlite 수분함량 15% 이상의 모든 처리구가 PEG 처

리와 발아율 및 정상발육개체비율에서 큰 차이가 없었으며, 장엽콩도 priming 처리 방법간에 차이가 없었다(표 2-7, 표 2-8).

Table 2-7. Priming effect using perlite with different water content on the germinability of a small seed cultivar, Danyeobkong.

Priming material	Germination(%)	First germination(%)	T_{50}(day)
Control	99.0	81.0	0.52
PEG (-1.1 MPa)	100	98.0	0.51
Perlite (water 10%)	99.5	86.0	0.50
Perlite (water 15%)	100	97.5	0.50
Perlite (water 20%)	99.0	97.5	0.50
Perlite (water 25%)	99.5	94.0	0.51
Perlite (water 30%)	99.5	97.0	0.50

Table 2-8. Priming effect using perlite with different water contents on the germinability of a large seed cultivar, Jangyeobkong.

Priming material	Germination(%)	First germination(%)	T_{50}(day)$^{+}$
Control	96.0	83.0	1.28
PEG (-1.1 MPa)	98.0	93.5	0.70
Perlite (water 25%)	98.5	96.0	0.61
Perlite (water 30%)	99.0	94.5	0.58
Perlite (water 35%)	99.0	98.0	0.60
Perlite (water 40%)	99.0	95.5	0.63

다) 품종별로 priming 처리효과가 컸던 1개의 처리를 택하여 노화종자를 대상으로 검토해 본 결과 처리효과가 매우 크게 나타났는데 PEG 보다는 perlite 처리효과가 다소 떨어졌다(표 2-9).

Table 2-9. Priming effect using perlite with different water contents on the germinability of two aged soybeans cultivars.

Priming material	Danyeobkong			Jangyeobkong		
	Germ. (%)	First germ. (%)	T_{50}(day)*	Germ. (%)	First germ. (%)	T_{50}(day)*
Control	58.5	0.5	1.49	45.5	9.5	1.80
PEG (-1.1 MPa)	79.5	33.5	1.10	59.5	23.5	1.32
Perlite (water 15%)	65.0	28.0	1.02	-	-	-
Perlite (water 35%)	-	-	-	55.0	17.0	1.00

라) 톱밥을 이용했을 때 정상발육개체비율에서 PEG 처리와 동일하게 priming 처리효과가 나타났다(표 2-10).

Table 2-10. Priming effect using sawdust with different water content on the germinability of two soybeans cultivars.

Priming	Danyeobkong		Jangyeobkong	
	Germ.(%)	First germ.(%)	Germ.(%)	First germ.(%)
Control (A)	100a	90.0b	97.5a	88.5b
PEG (-1.1 Mpa)	100a	97.5a	97.0a	92.5ab
Sawdust (50%D/70%J)*	100a	99.5a	99.5a	96.5a
Sawdust (60%D/80%J)	100a	99.0a	99.0a	91.5ab

+ ( ) indicates water content of Danyeobkong and Jangyeobkong.

마) 왕겨를 이용했을 때에도 장엽콩의 정상발육개체비율에서 처리효과가 있었으며 활력이 낮은 종자에서는 그 효과가 더 커질 것으로 예측되었다(표 2-11).

바) 따라서 비교적 가격이 저렴한 perlite, 톱밥, 왕겨를 농가나 농기업에서 priming 처리재료로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 2-11. Priming effect using chaff with different water content on the germinability of aged two soybeans cultivars.

Priming	Danyeobkong		Jangyeobkong	
	Germ.(%)	First germ.(%)	Germ.(%)	First germ.(%)
Control (A)	100a	92.5a	93.5a	81.5b
PEG (-1.1Mpa)	99.5a	91.0a	98.5a	97.0a
Chaff (50%D/70%J)*	99.0a	97.0a	97.0a	91.5a
Chaff (60%D/80%J)	100a	96.5a	96.5a	94.5a

+ ( ) indicates water content of Danyeobkong and Jangyeobkong.

제 5 절 Priming 처리효과의 품종간 차이

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 소백나물콩 등 10품종

2) 노화처리 : RH 100%, 42℃ 하에서 3일간 처리(발아율이 높은 정상종자에서는 priming 처리효과를 확인하기 어려워 노화종자를 동시에 검토하였슴)

3) Priming 처리 : PEG 8000을 이용, -1.1 Mpa로 조정된 용액(25℃)에서 3일간 처리

4) 발아실험 : 25℃ 하에서 처리당 50립씩 4반복 실시

나. 결과 및 고찰

1) 건전종자에 대한 priming 처리효과는 발아율과 정상발육개체비율에서 품종간 다소의 차이를 보였다.

2) 그러나 무처리의 발아율 및 정상발육개체비율이 낮은 품종들(황금콩, 백운콩 등)에서 공통적으로 priming, 처리효과가 크게 나타나, 품종간 차이로 인정하기 어려웠다(표 2-12).

Table 2-12. Varietal differences of priming effects in non-aged 10 soybeans cultivars.

Cultivar	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(day)		
	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
Sobaeknam.	99.0	99.0	100	79.5	90.0	113	0.54	0.51	-0.03
Jaeraena.	98.0	99.5	102	74.5	94.5	127	0.56	0.51	-0.05
Kwangan.	95.0	97.5	103	77.0	93.0	121	0.66	0.52	-0.14
Baekoon.	94.5	98.5	104	65.0	91.0	140	0.64	0.52	-0.12
Clark	99.5	99.0	100	91.0	93.0	102	0.58	0.51	-0.07
Williams79	97.5	97.0	100	85.5	88.0	103	0.56	0.54	-0.02
Danbaek.	100	99.5	99.5	83.5	95.0	113	0.63	0.59	-0.04
Hwangke.	91.5	96.5	106	68.5	92.5	135	0.71	0.55	-0.16
Jangyeob.	95.0	97.0	102	83.0	93.0	112	0.74	0.57	-0.17
Saealkong	100	99.5	99.5	92.5	94.5	102	0.76	0.53	-0.23

3) 노화종자에 대한 priming 처리효과는 품종에 관계없이 크게 나타나 종자의 크기나 유전적 배경보다는 활력정도에 따라 달라진다고 판단되었다(표 2-13).

Table 2-13. Varietal differences of priming effects in aged 10 soybeans cultivars.

Cultivar	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(day)		
	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
Sobaeknam.	80.5	98.5	122	25.5	84.0	329	1.5	0.5	-1.0
Jaeraena.	92.5	92.0	99	56.0	84.5	150	0.9	0.5	-0.4
Kwangan.	74.0	97.0	131	23.5	69.0	293	1.6	0.7	-0.9
Baekoon.	73.0	93.0	127	23.5	46.5	197	1.5	0.6	-0.9
Clark	80.0	94.0	117	42.5	61.5	144	1.3	0.8	-0.5
Williams79	57.0	76.5	134	24.0	42.5	177	1.5	0.8	-0.7
Danbaek.	82.0	89.5	109	21.0	36.5	173	1.3	0.9	-0.4
Hwangke.	70.5	81.5	115	20.0	37.0	165	1.5	0.9	-0.6
Jangyeob.	67.0	82.5	123	19.5	40.5	207	1.6	0.9	-0.7
Saealkong	75.0	96.5	127	13.0	47.5	365	1.3	0.6	-0.7

제 6 절 콩 종자의 노화정도에 따른 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 단엽콩, 장엽콩, 소백나물콩

2) 인위적 노화처리 : RH 100%를 유지하기 위하여 밀폐된 상자에 증류수를 담고 1일간 방치한 후 물이 묻지 않게 종자를 그물망으로 싸서 넣은 후 42℃ 배양기에서 노화시켰음

3) 적정발아율을 가진 종자를 얻기 위한 예비실험(표 2-14)을 거쳐 적정 노화처리 수준을 결정하였음

4) Priming 처리 : -1.1M pa로 조정된 용액(25℃)에서 3일간 처리

5) 발아시험: 종자소독약 '호마이 수화제'로 분의처리 한 후 25℃ 배양기에서 발아시험. 포수상태의 paprer towel에 50립씩 4반복 실시함

Table 2-14. Effects of artificial aging treatment on the germinability of two soybeans cultivars.

Aging duration (days)	Danyeobkong		Jangyeobkong	
	Germ.(%)	First germ.(%)	Germ.(%)	Firsr germ.(%)
0	100	98	100	82
1	100	98	100	94
2	100	94	100	92
3	96	82	96	66
4	84	12	74	10
5	12	0	12	0

6) 상온저장에 의한 노화처리 : 1997년 2월 4일 일반창고에 단엽콩과 장엽콩을 일반창고에 저장하여, 3개월마다 품종당 400립씩 취하여 발아 시험 실시

나. 결과 및 고찰

1) 인위노화처리된 단엽콩(소립종)과 장엽콩(대립종) 종자에 대한 priming 효과가 매우 크게 나타났는데, 특히 발아율이 50% 이하 수준으로 노화된 종자에서도 그 효과가 컸다(표 2-15).

2) 노화처리 후 흡습된 상태에서 발아실험에 공시될 경우와 노화처리 후 자연건조시킨 종자간 비교해 본 결과 차이가 없어 노화처리종자의 건조 유무는 발아에 큰 영향이 없었다(표 2-16).

Table 2-15. Effect of priming on the germinability of aged two soybeans cultivars.

Cultivar	Aging (day)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(day)		
		Cont. (A)	Priming (B)	B/A ×100	Cont. (A)	Priming (B)	B/A ×100	Cont. (A)	Priming (B)	B-A
Danyeob-kong	3.5	78.5	99.0	126	49.0	94.5	193	1.4	0.5	-0.9
	4.1	61.5	98.5	160	13.5	78.0	578	0.9	0.5	-0.4
	4.7	56.0	95.1	170	11.5	76.0	661	2.2	0.6	-1.6
Jangyeob-kong	3.0	24.0	61.5	256	8.0	32.0	400	2.2	0.8	-1.4
	3.8	24.0	60.5	252	5.5	20.0	364	2.1	1.0	-1.1
	4.3	16.5	58.5	355	3.5	20.5	586	2.5	1.3	-0.8

Table 2-16. Effect of drying of soybeans seeds after artificial aging on the germiability.

Treatment	Germination(%)	First germination (%)	T_{50} (days)
Not dried after aging	41.5	4.5	1.8
Dried after aging	32.0	2.5	1.6

3) 상온저장에 의한 자연노화 종자의 경우 노화가 시작되는 저장 6개월부터 priming 처리효과가 나타났으며 두 품종 모두 저장기간이 길어져 종자활력이 저하될수록 priming 처리효과는 크게 증대하였다 (표 2-17, 2-18)

4) 따라서 인위노화 및 자연노화된 콩 종자 모두에서 priming 처리효과가 크게 나타나 이 처리기술의 실용적 가치와 기대효과가 클 것으로 전망되었다.

Table 2-17. Effect of priming on the germinability of Danyeobkong seeds stored at room temperature.

Storing duration (months)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
	Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
0	98.0	86.0	87	78.0	61.0	78	0.93	0.66	-0.27
3	99.5	98.0	98	97.0	47.5	48	0.58	0.75	0.17
6	87.5	93.0	106	67.5	68.0	100	1.05	0.75	-0.30
9	81.0	86.5	106	30.5	33.5	109	1.18	0.60	-0.58
12	72.5	86.5	119	44.5	65.5	147	1.22	0.60	-0.62
14	50.0	78.5	157	27.0	63.5	235	1.63	0.64	-0.99
16	10.0	50.5	505	2.0	23.0	1150	1.90	1.55	-0.35
17	0.0	0.5	-	0.0	0.0	-	-	-	-

Table 2-18. Effect of priming on the germinability of Jangyeobkong seeds stored at room temperature.

Storing duration (months)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
	Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
0	96.0	73.0	79	73.5	65.5	89	1.24	0.69	-0.55
3	99.0	94.0	94	87.5	48.0	54	1.07	0.92	-0.15
6	88.5	95.0	107	55.0	66.0	120	1.15	0.59	-0.56
9	77.0	83.5	108	12.5	18.0	144	1.56	1.02	-0.48
12	63.5	79.5	125	28.0	55.0	196	1.59	0.86	-0.73
14	37.5	66.0	176	13.0	54.5	419	1.86	0.81	-1.05
16	3.0	33.0	1100	0.0	10.5	-	3.40	2.20	-1.20
17	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-

제 7 절 Priming 처리된 콩 종자의 발아불량 환경에서의 발아력

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 단엽콩, 장엽콩

2) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -1.1 Mpa로 조정된 용액(25℃)에서 3일간 처리

3) 발아온도 : 10, 15, 20, 25℃ 하에서 정상종자의 priming 처리유무에 따른 표준발아실험(paper towel)

4) 노화종자에 대한 효과 검토 : RH 100%, 42℃ 하에서 3일간 처리한 노화종자를 재료로 저온(15℃) 및 적온(25℃)에서 priming 처리효과를 검토

5) 토양 수분함량 조절 및 발아실험 : 벼와 동일한 방법으로 포장용수량의 30, 40, 60, 100%로 수분함량을 조절한 토양에 3cm 깊이로 파종한 후 15℃와 25℃에서 발아력 조사

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리된 종자의 발아온도별 발아율을 보면 발아온도에 따른 차이는 있었으나 두 품종 모두 priming 효과가 나타났다.

2) 특히 10℃에서 그 효과가 뚜렷하였으며, 25℃에서도 두 품종 모두 발아촉진 정도가 컸다(그림 2-1).

3) 표 2-19에서 보는 바와 같이 정상종자의 경우 단엽콩과 장엽콩 모두 두 온도조건에서 priming 처리로 인한 발아율 제고효과는 적었으나 정상발육개체비율에서는 효과가 크게 나타났다.

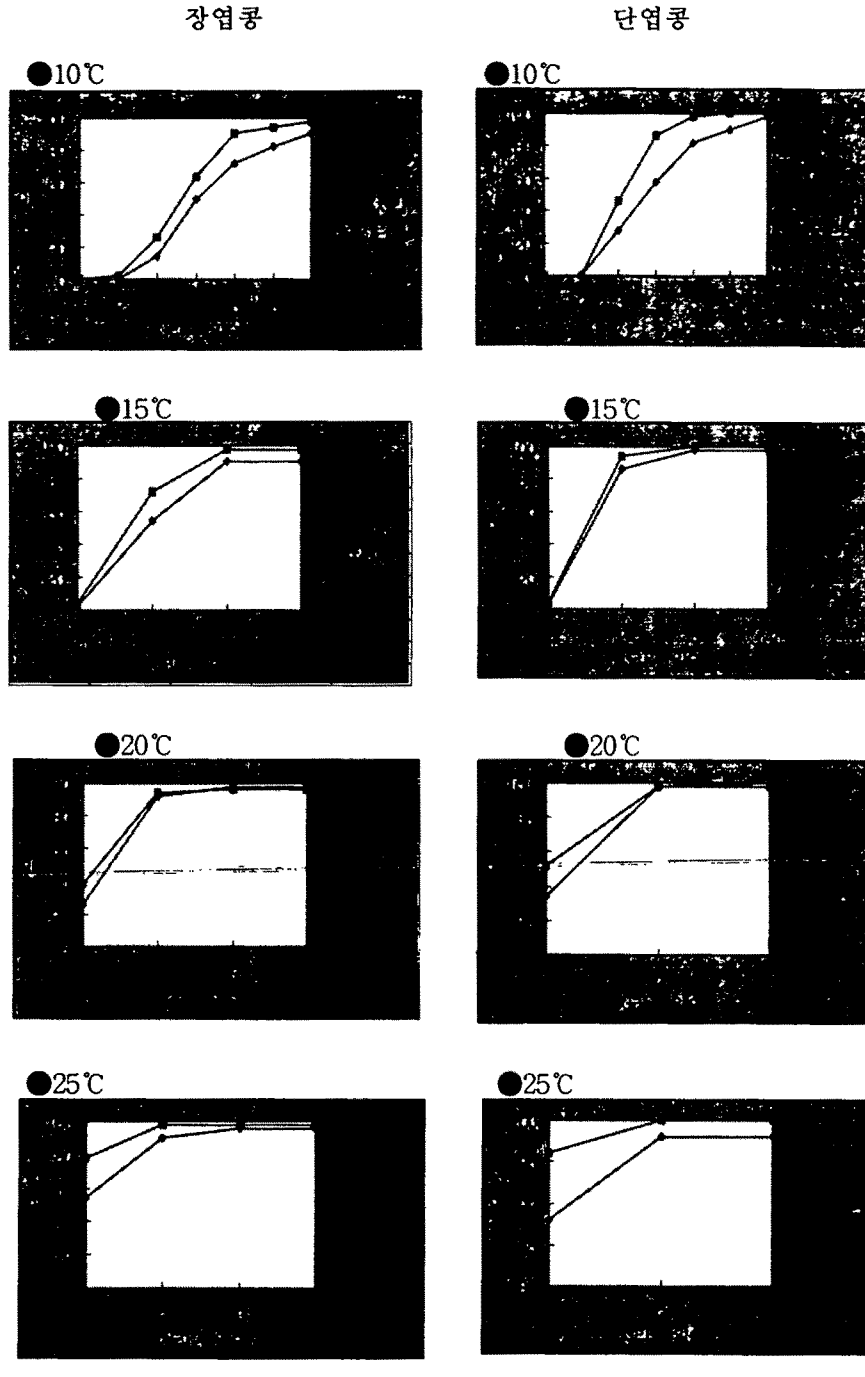

Fig. 2-1. Germination of primed soybeans seeds at different temperatures.

4) 노화종자의 경우는 priming 처리효과가 매우 컸는데 저온(15℃) 및 노화정도가 심할수록 그 효과는 현저하였다(표 2-20).

Table 2-19. Priming effect of normal soybeans seeds on germinability at 15 and 25℃.

Cultivar	Temp (℃)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
		Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
Danyeob.	15	98.0	99.5	102	0	0	0	2.2	0.9	-1.2
	25	99.0	100	101	85.5	99.0	116	0.73	0.51	-0.22
Jangyeob.	15	94.5	99.5	105	0	0	0	2.4	1.3	-1.1
	25	95.0	100	105	81.5	96.5	118	1.29	0.63	-0.66

Table 2-20. Priming effect of aged soybeans seeds on germinability at 15 and 25℃.

Cultivar	Temp. (℃)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
		Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A× 100	Control (A)	Primed (B)	B-A
Danyeob.	15	12.5	94.5	756	0	0	0	2.5	1.7	-0.8
	25	61.5	92.5	150	3.0	54.5	1816	1.6	0.5	-1.1
Jangyeob.	15	57.5	88.5	153	0	34.5		3.1	1.4	-1.7
	25	66.5	93.5	140	46.5	87.0	187	1.33	0.73	-0.6

5) 토양수분조건에 따른 priming 처리효과는 저온상태의 적습(15℃, 포장용수량의 60%)조건과 적온상태의 건조(25℃, 포장용수량의 30%) 및 과습조건(100%)에서만 효과가 나타났다(표 2-21).

6) 대립종인 장엽콩을 저온조건에서 검토한 결과 과습조건(100%)에서

다소의 priming 효과가 나타났으나 발아율이 낮아 그 효과를 단정 짓기 어려웠다(표 2-22).

Table 2-21. Priming effects on germinability in Danyeobkong seed at different temperature and soil moisture contents.

Temp. (℃)	Soil Moisture (%)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
		Control (A)	Priming (B)	B/A ×100	Control (A)	Priming (B)	B/A ×100	Control (A)	Priming (B)	B/A ×100
15	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	1.5	5.0	333	1.5	5.0	333	-	19.1	-
	60	87.0	98.5	113	87.0	88.5	102	13.7	13.0	94
	100	2.0	4.0	200	2.0	4.0	200	-	-	-
25	30	18.0	27.0	150	14.0	22.0	157	5.3	5.0	94
	40	93.5	90.0	96	91.5	85.5	93	5.2	5.2	100
	60	100.0	96.0	96	95.5	87.5	92	2.3	2.3	100
	100	11.5	17.5	152	11.0	14.0	127	5.2	3.6	69

Table 2-22. Priming effects on germinability in Jangyeobkong seed at different soil moisture contents at 15℃.

Temp (℃)	Soil Moisture (%)	Germination(%)			First germination(%)			T_{50}(days)		
		Control (A)	Priming (B)	B/A ×100	Control (A)	Priming (B)	B/A ×100	Control (A)	Priming (B)	B/A ×100
15	30	0	0	-	0	0	-	0	0	-
	40	0	0	-	0	0	-	0	0	-
	60	58	45.0	78	57.0	44.5	78	17.1	16.6	97
	100	4.6	8.7	189	4.6	8.7	189	-	-	-

제 8 절 콩 종자 priming시 주요 성분변화 분석

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 단엽콩, 장엽콩, 노화정도가 다른 단엽콩(단백질, 지방)

2) Priming 처리 : -1.1 Mpa로 조정된 PEG 용액(25℃)에서 3일 처리

3) 분석 성분 및 방법

가) 당류 : 시료 전처리 : 시료를 동결건조 후 104℃ dry oven에서 30분간 killing 후 20mesh로 분쇄. 분쇄 시료 5g에 80% 에탄올을 넣은 후 조지방 분해 수기에 85℃로 2시간 추출한 후 Whatman 42 여과지로 여과 후 여과액을 감압 건조하여 100ml 초순수 증류수를 가하여 녹인 다음 pore size 0.45um인 membrane filter로 여과시켜 분석에 이용. 시료분석은 HPLC(Young-Lin)를 이용하여 Rezex-RNM sugar pack column(7.8mm×30cm, Phenomenex Co.), column 온도는 75℃, Flow rate 0.5ml/min, detecter는 Shimadzu-Rid 6A를 이용하였으며, injection volum은 20㎕, 이동상은 물을 이용하였다.

나) 지방산 조성 : 시료를 동결건조 후 dry oven 104℃에서 30분간 killing 후 20mesh로 분쇄한 시료를 95% n-hexane로 6시간 추출하고, AOAC 분석법에 따라 전처리. GC(기체크로마토그래피)로 분석하였는데 GC column은 DB-FFAP (0.53mm×30m), column 온도는 200℃, injection 온도 230℃, detecter 온도 250℃, carrier gas는 N_2, flow rate는 2 ml/min, FID detecter를 이용

다) 조단백 및 조지방 : 조단백질 함량은 micro-kjeldahl법, 조지방 함량은 ethyl ether를 용매로 하여 soxhlet 장치를 이용

나. 결과 및 고찰

1) 종자의 노화와 관련된 지방산 조성을 보면 priming 처리 일수간에 그 조성비율의 변화가 없었다(표 2-23)

Table 2-23. Changes in fatty acid content(%) during priming treatment in soybeans seeds.

Cultivar	Priming (days)	Myristic (18:0)	Palmitic (18:0)	Stearic (18:0)	Oleic (18:1)	Linoleic (18:2)	Linolenic (18:3)
Danyeob-kong	0	0.1	11.3	3.8	20.3	56.0	8.6
	1	0.1	11.7	3.7	19.9	55.8	8.8
	2	0.1	11.1	3.8	20.2	55.9	8.7
	3	0.1	11.2	3.7	20.0	56.0	9.0
	3*	0.1	11.2	3.8	20.0	56.1	8.8
Jangyeob-kong	0	0.1	10.6	3.5	25.5	53.2	7.2
	1	0.1	10.8	3.5	25.1	53.3	7.3
	2	0.1	10.7	3.4	25.2	53.4	7.2
	3	0.1	10.6	3.4	24.9	53.6	7.5
	3*	0.1	10.7	3.4	25.2	53.2	7.4

* Seeds were dried after priming treatment

2) Priming 처리기간 중 공시 품종 모두 stachyose의 함량이 줄어들었고, raffinose 함량은 거의 변화가 없었다. Sucrose 함량은 단엽콩은 다소 증가하는 경향이었으나 장엽콩은 큰 변화가 없었다(그림 2-2).

3) 노화종자에 대한 priming 처리효과가 컸기 때문에 노화정도를 달리하여 priming 과정 중 조단백과 조지방 함량을 분석하였지만 처리간 큰 차이나 일정한 경향은 없었다(표 2-24).

4) 이 처리 종자들에 대해 protease, 당함량 등을 분석중에 있다.

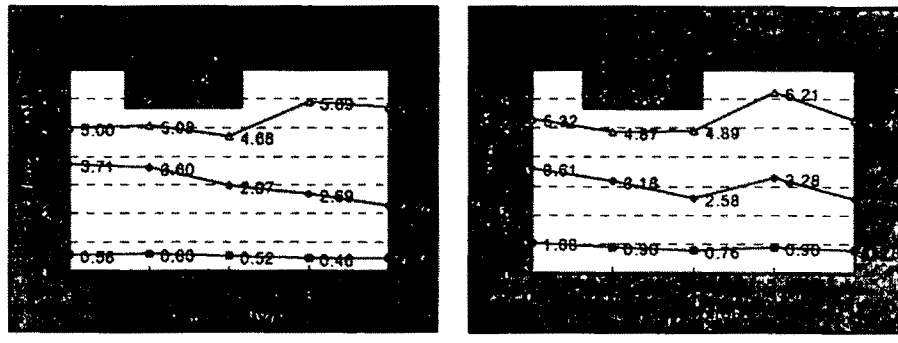

Fig. 2-2. Changes in sugar content(%) during priming treatment in soybeans seeds.

Table 2-24. Crude protein and oil contents according to the priming duration of aged soybeans seeds.

Germination (%)*	Priming (days)	Crude protein (%)	Crude oil (%)
40	0	40.2	21.9
	1	39.9	21.8
	2	40.8	21.4
	3	38.8	21.3
60	0	39.3	21.3
	1	39.4	21.6
	2	40.8	21.6
	3	39.4	21.9
80	0	39.8	21.4
	1	39.8	21.5
	2	40.3	21.9
	3	40.7	21.2

+ : Excepted percentage of germination after aging.

제 9 절 Priming 과정중 콩 종자의 해부학적 변화

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 단엽콩, 장엽콩

2) 검경 내용

가) Root apex 발달 : priming 처리 전후 콩종자의 종피를 제거하고 유근(root apex)을 현미경과 화상분석기(image analyzer, Kontron Electronick KS400 program)를 이용하여 유근의 장, 폭, 면적을 측정

나) Root tip 세포 : Root apex를 분리한 후 2.5% gutaraldehyde와 1% O_sO_4로 고정 후 ethanol로 탈수, epoxy embedding한 후 ultrathin section을 만들어 염색하여 관찰

나. 결과 및 고찰

1) 콩은 무배유 종자이며, 종자 내에 어린 embryo가 없으므로 priming 처리에 따른 배의 발육을 관찰할 수가 없다. 따라서 종자 내 어린 배축 및 뿌리로 분화될 root apex 부위의 변화를 관찰하였다.

2) Image analyzer와 현미경을 통하여 무처리 종자와 priming 처리종자의 root apex 발달정도를 관찰해 본 결과 priming 처리 종자와 무처리 종자간 root apex 크기는 차이가 없었다.

3) 다만 종실 길이에 대한 root apex의 길이 비율은 무처리에 비해 미미하게 증가하였다(표 2-25).

4) 전자현미경 및 해부현미경을 이용한 root tip 부위의 세포수나 크기 등을 관찰하였으나 뚜렷한 변화를 확인할 수 없었다.

Table 2-25. Root apex development after priming treatment in soybeans seeds.

Priming	Part	Area (mm^2)	Round (mm)	Leng. (mm)	Width. (mm)	W/L ratio
Control	Root apex(A)	6.1	10.3	3.7	2.2	0.6
	Seeds except root apex(B)	29.3	20.7	6.7	5.8	0.9
	A/B ratio(%)	20.9	-	55.3	-	-
Primed	Root apex(A)	6.1	10.3	3.7	2.2	0.6
	Seeds except root apex(B)	29.5	20.8	6.8	5.8	0.9
	A/B ratio(%)	20.8	-	55.7	-	-

제 10 절 생장조절제 복합처리 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 백운콩(예비실험), 장엽콩 및 단엽콩(본실험)

2) 예비실험 : 본 실험에 적용할 생장조절제별 적정농도를 결정하기 위하여 GA, IAA, ABA, BA를 단계별로 농도를 조절, 처리효과를 검토하였음

3) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -1.1 MPa로 조정된 용액에 3일간 처리

4) Priming 처리후 생장조절제 처리 : Priming한 종자와 priming하지 않은 종자를 GA 50 및 100ppm, IAA 20 및 40ppm, BA 10 및 20ppm용액에 6시간 동안 침지시킨 후 3일간 건조함

5) PEG와 생장조절제 혼합처리 : 생장조절제와 PEG를 적정 비율로

혼합하여 WP -1.1 MPa 및 생장조절제별로 2수준의 농도로 조절한 뒤 priming 처리 용액으로 이용

나. 결과 및 고찰

1) 예비실험 결과 GA, IAA, BA는 농도에 관계없이 10시간 이상 침지시 역효과가 나타났다.

2) 콩 종자의 발아를 촉진시킬 수 있는 처리는 IAA 20-60ppm, BA 10-20ppm의 농도로 6시간 처리가 적절할 것으로 판단되었다. GA는 농도에 따른 차이가 없었고, ABA는 저농도에서도 약해가 나타나 제외시켰다(표 2-26, 2-27).

Table 2-26. Germinability of Baekwoonkong seeds treated with four growth regulators at different concentrations.

Growth regulator	Conc. (ppm)	Germination(%)			First germination(%)		
		2	6	10	2	6	10*
Control	0	86	92	94	52	54	56
GA	20	96	100	90	68	60	38
	100	82	90	92	42	56	42
	200	84	92	92	50	64	40
IAA	20	90	90	76	54	56	34
	100	90	90	66	50	56	26
	200	86	82	60	50	48	28
ABA**	10	80	86	74	8	4	0
	30	88	94	74	6	0	0
	60	80	80	66	0	0	0
BA	10	90	98	88	52	52	36
	30	90	90	94	60	54	46
	60	94	90	76	60	6	8

* indicates soaking time(hr) of seeds.

** ABA revealed damage symptoms at all concentrations.

표 2-27. Germinability of Baekwoonkong seeds treated with four growth regulator at selected concentrations.

Growth regulator	Conc. (ppm)	Germination(%)		First germination(%)	
		4	6	4	6hr*
Control	0	89.0	92.0	59.0	41.0
GA	50	92.0	95.0	60.0	59.0
	100	85.0	97.0	59.0	64.0
	150	93.0	93.0	59.0	58.0
IAA	20	81.0	84.0	53.0	51.0
	40	89.0	88.0	58.0	47.0
	60	75.0	75.0	44.0	43.0
ABA**	0.1	81.0	87.0	47.0	55.0
	1	76.0	89.0	24.0	22.0
	2	84.0	92.0	6.0	8.0
BA	10	87.0	94.0	40.0	54.0
	20	84.0	96.0	37.0	56.0
	30	93.0	91.0	38.0	46.0

* Indicates soaking time(hr) of seeds.

** ABA revealed damage symptoms at all concentrations.

3) Priming 처리한 종자에 대해 생장조절제를 처리한 결과 발아율은 두 품종 공히 priming 단독처리에 비해 비슷하거나 오히려 떨어져 생장조절제 추가처리의 효과를 인정할 수 없었다.

4) 치상 4일 후 4cm 이상인 정상발육개체비율에서는 단엽콩의 경우 GA처리에서, 장엽콩의 경우 GA 및 IAA의 추가처리에서 효과가 나타났다. 이는 priming과 생장조절제의 복합처리 효과라기보다는 GA와 IAA의 일반적인 배축신장 촉진 효과 때문으로 판단된다(표 2-28).

Table 2-28. Effects of growth regulator treatments for the primed seeds on germinability in two soybeans cultivars.

Treatment	Danyeobkong		Jangyeobkong	
	Germination (%)	First germ.(%)	Germination (%)	First germ.(%)
Control	92.5	43.0	66.5	44.0
Priming 처리(P)	97.0	63.0	94.5	69.5
P + GA 50ppm	94.5	65.0	94.5	85.0
P + GA 100ppm	96.5	67.5	91.5	82.5
P + IAA 20ppm	96.5	61.0	92.0	75.5
P + IAA 40ppm	95.0	56.0	89.5	75.5
P + BA 10ppm	96.0	12.0	88.5	49.5
P + BA 20ppm	95.5	7.5	90.5	31.5

4) 혼합처리시 두 품종 모두 무처리에 비해 일부에서 처리효과가 나타났으나 PEG 단독처리보다 우수한 처리구는 없었다.

5) 혼합 priming 처리시 NAA와 BA는 유묘장을 위축시켰으며, 특히 BA는 배축 직경을 크게 증가시켰다(표 2-29).

Table 2-29. Effect of growth regulator during priming treatment on germinability in two soybeans cultivars.

Treatment	Danyeobkong				Jangyeobkong			
	Germ. (%)	First germ. (%)	Seedling length (cm)	Hypocotyl diameter (mm)	Germ. (%)	First germ. (%)	Seedling length (cm)	Hypocotyl diameter (mm)+
Control	100	88.5	14.1	1.83	93.5	83.5	14.8	2.10
PEG	100	99.5	16.3	1.88	98.5	96.0	16.1	2.13
PEG +GA50ppm	100	97.5	13.8	1.73	96.0	92.5	15.3	2.10
PEG+GA100ppm	99.5	98.0	12.8	1.73	99.0	94.0	15.3	2.13
PEG+IAA20ppm	100	97.5	13.8	1.83	99.0	97.5	16.7	2.33
PEG+IAA40ppm	97.5	95.5	14.4	1.75	99.5	95.0	16.4	2.18
PEG+NAA20ppm	98.0	93.5	13.3	1.85	98.0	94.5	14.4	2.30
PEG+NAA40ppm	99.5	93.0	12.0	1.85	95.5	85.0	13.8	2.13
PEG+BA10ppm	99.5	89.5	9.1	2.33	99.5	96.5	13.9	2.65
PEG+BA20ppm	98.5	55.5	5.7	2.73	99.5	88.0	13.2	2.88

+ Diameter was measured at the point of 1cm below cotyledon node.

제 11 절 Priming 처리종자의 저장방법 연구

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 단엽콩(소립종), 황금콩(대립종)

2) 저장방법 : priming 처리한 종자를 상온(20℃), 저온(5℃), 냉동(-10℃)저장하여 1월부터 12개월간 저장 후 1개월마다 각 처리 반복마다 50립씩 꺼냄

3) 조사항목 : 1개월마다 발아율과 정상발육개체비율(first germination, %)을 조사

나. 결과 및 고찰

1) 소립종인 단엽콩의 상온저장시 초기에는 priming 처리종자의 발아율이 무처리와 차이가 없었으나 9개월부터 다소 저하되었는데, 10개월까지의 정상발육개체비율 및 T_{50}은 무처리에 비해 높게 유지되었다. 그러나 저온저장 조건에서는 priming 처리된 종자의 11개월간 발아율은 무처리와 차이가 없었고 정상발육개체비율 및 T_{50}은 무처리에 비해 오히려 높게 유지되었다(표 2-30).
2) 대립종인 황금콩도 단엽콩과 유사한 경향이었으나 priming 처리종자를 상온저장했을 경우 6개월부터 발아율이 저하되었으며, 단엽콩과는 달리 모든 조건에서 무처리와 정상발육개체비율 및 T_{50} 차이가 적었다(표 2-31).
3) 따라서 priming 처리한 콩 종자는 상온저장 조건에서는 6-9개월간 발아력이 유지되며 특히 저온저장 조건에서는 11개월까지도 충분히 종자활력을 유지할 수 있었다.

Table 2-30. Effect of storing temperature and duration on germinability of primed seeds in Danyeobkong.

Storing temp. (℃)	Storage (months)	Germination(%)			First germ.(%)			T_{50}(day)		
		Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B-A
20	0	100	99.5	99	86.0	90.5	112	0.54	0.51	-0.03
	1	100	99.5	99	75.0	89.5	119	0.72	0.59	-0.13
	2	99.5	98.5	98	88.5	86.5	97	0.59	0.50	-0.03
	3	98.0	97.0	98	65.5	78.0	119	0.62	0.54	-0.08
	4	99.0	96.5	97	67.5	83.5	123	0.63	0.54	-0.09
	5	98.0	93.5	95	64.0	70.0	109	0.62	0.53	-0.09
	6	99.0	97.0	97	61.5	77.5	126	0.69	0.60	-0.09
	7	99.0	93.5	94	68.5	73.0	106	0.63	0.57	-0.06
	8	98.5	96.0	102	72.0	79.5	110	0.70	0.57	-0.13
	9	98.0	90.5	92	65.5	69.5	106	0.68	0.59	-0.09
	10	98.5	90.5	91	77.0	61.0	79	0.84	0.78	-0.06
	11	99.0	81.0	81	56.0	45.0	80	1.08	1.15	0.07
5	1	100	100	100	81.0	96.0	118	0.54	0.51	-0.03
	2	98.5	98.5	100	82.5	92.0	111	0.60	0.52	-0.08
	3	98.5	98.5	100	64.5	92.5	143	0.57	0.52	-0.05
	4	99.0	100	101	68.5	95.0	138	0.57	0.51	-0.06
	5	98.5	100	101	66.5	93.0	139	0.64	0.51	-0.03
	6	97.5	99.0	101	70.5	94.0	133	0.61	0.52	-0.09
	7	100	100	100	74.0	92.5	125	0.53	0.51	-0.02
	8	99.5	100	100	83.5	94.5	131	0.69	0.54	-0.15
	9	99.0	100	101	83.5	95.5	114	0.58	0.52	-0.06
	10	98.0	99.5	101	80.0	92.5	115	0.83	0.53	-0.30
	11	99.5	96.5	96	76.0	91.5	120	0.73	0.57	-0.16
-10	1	100	99.5	99	88.0	93.5	106	0.60	0.51	-0.09
	2	99.5	99.0	99	78.0	92.0	117	0.59	0.53	-0.06
	3	100	99.5	99	78.0	93.5	119	0.58	0.51	-0.07
	4	99.0	99.0	100	69.0	91.5	132	0.59	0.52	-0.07
	5	100	99.0	99	79.5	92.5	116	0.74	0.53	-0.21
	6	99.5	99.5	100	69.5	95.0	136	0.59	0.52	-0.07
	7	100	100	100	72.0	96.0	133	0.55	0.51	-0.04
	8	99.5	99.5	100	85.0	95.5	112	0.61	0.54	-0.07
	9	99.5	100	100	89.0	96.5	108	0.55	0.54	-0.01
	10	99.0	99.5	100	79.5	94.0	118	0.75	0.76	0.01
	11	100	99.5	99	79.0	89.5	113	0.71	0.58	-0.13

Table 2-31. Effect of storing temperature and duration on germinability of primed seeds in Hwangkeumkong.

Storing temp. (℃)	Storage (month)	Germination(%)			First germ.(%)			T_{50}(day)		
		Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B/A ×100	Control (A)	Primed (B)	B-A
	0	99.5	95.0	98	85.0	89.0	104	1.29	0.91	-0.38
	1	96.0	96.5	100	85.0	92.0	108	0.85	0.78	-0.07
	2	96.5	92.5	95	82.0	80.0	97	0.81	0.88	0.07
	3	95.0	97.0	102	87.0	89.5	102	0.87	0.67	-0.20
	4	99.0	98.0	98	88.0	93.5	106	1.11	0.74	-0.37
	5	100	96.0	96	91.5	93.5	102	1.20	0.84	-0.36
20	6	96.0	94.5	98	85.0	79.0	92	1.07	0.94	-0.13
	7	97.5	93.5	95	88.0	83.5	94	0.80	0.77	-0.03
	8	98.0	95.0	96	91.0	88.0	96	1.07	0.79	-0.18
	9	97.5	95.5	97	92.5	82.0	88	0.87	0.92	0.22
	10	96.5	94.5	97	88.0	71.0	80	1.15	1.10	-0.05
	11	97.0	90.0	92	76.5	67.0	87	1.36	1.31	-0.05
	1	98.0	97.5	99	92.0	94.5	102	1.17	0.84	-0.33
	2	98.5	98.5	100	89.5	93.5	104	1.18	0.67	-0.51
	3	98.0	98.0	100	90.5	92.0	101	0.91	0.69	-0.22
	4	99.0	98.0	98	88.0	93.5	106	1.11	0.74	-0.37
	5	100	96.0	96	91.5	93.5	102	1.20	0.84	-0.36
5	6	96.0	95.0	98	92.5	93.0	100	1.14	0.70	-0.44
	7	95.5	94.5	98	86.0	90.0	104	0.75	0.65	-0.10
	8	98.0	95.5	97	89.5	93.5	104	0.98	0.75	-0.23
	9	99.0	97.0	97	93.5	92.5	98	1.05	0.70	-0.35
	10	98.0	98.0	100	90.5	93.5	103	1.07	0.79	-0.28
	11	97.5	96.5	98	94.0	90.0	95	1.16	0.84	-0.32
	1	99.0	96.0	96	91.0	90.5	99	1.03	0.68	-0.35
	2	98.0	93.0	94	89.5	89.0	99	0.74	0.66	-0.08
	3	97.5	100	102	90.5	95.5	105	0.90	0.67	-0.23
	4	98.0	93.5	95	89.5	87.5	97	1.06	0.72	-0.34
	5	97.5	97.0	99	90.5	93.5	103	1.10	0.83	-0.27
-10	6	98.0	98.0	100	92.5	95.0	102	1.06	0.73	-0.33
	7	98.5	97.0	98	89.5	93.5	104	0.68	0.69	0.01
	8	96.5	96.0	99	91.5	95.0	103	0.79	0.71	-0.08
	9	97.5	93.5	95.0	86.0	86.5	100	0.72	0.74	0.02
	10	99.0	94.5	95.0	91.0	88.0	96	1.17	0.79	-0.38
	11	99.0	95.0	95.0	90.5	90.5	100	1.25	0.82	-0.43

제 12 절 포장 및 perlite에 파종시 콩 종자 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 포장 재배실험

가) 공시 품종 : 소립종 - 단엽콩, 광안콩, 대립종 - 장엽콩, 황금콩

나) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -1.1 MPa로 조정된 용액(25℃)에서 3일간 처리 후 3일간 자연 건조함.

다) 파종기 : 5월 15일(단작, 적정강우시기), 6월 15일(2모작, 한발기)

라) 재식밀도 : 60 x 15cm(1주 2개체)

2) Perlite 실용성 검정 실험

가) 공시품종 : 단엽콩과 장엽콩의 노화종자

나) 처리 내용 : Bed에 흙을 담고 파종심도를 2 및 4cm로 조절, PEG 및 perlite로 priming 처리한 종자를 파종하여 출아율 조사

나. 결과 및 고찰

1) 적파의 경우 단엽콩 건전종자는 종자활력이 매우 높아 무처리 및 priming 처리 종자간 포장출아율의 차이가 없었다. 그러나. 무처리의 포장발아율이 상대적으로 낮았던 다른 품종의 건전종자는 무처리에 비해 priming 처리종자의 포장출아율이 더 높았다.

2) 적기 파종시는 잦은 강우로 토양이 과습하였는데, 노화종자의 경우 무처리종자는 모든 품종에서 발아율이 극히 낮았으나 priming한 종자는 포장출아율이 현저히 높아졌다(그림 2-3, 2-4).

3) 만파의 경우는 포장상태가 양호하여 모든 품종의 건전종자 발아율이 양호하여 priming 처리효과가 나타나지 않았다. 노화종자는 무처리에 비해 priming 처리종자의 출아율이 높았으나 그 차이가 적파에 비해 적었다.(그림 2-4, 2-6).

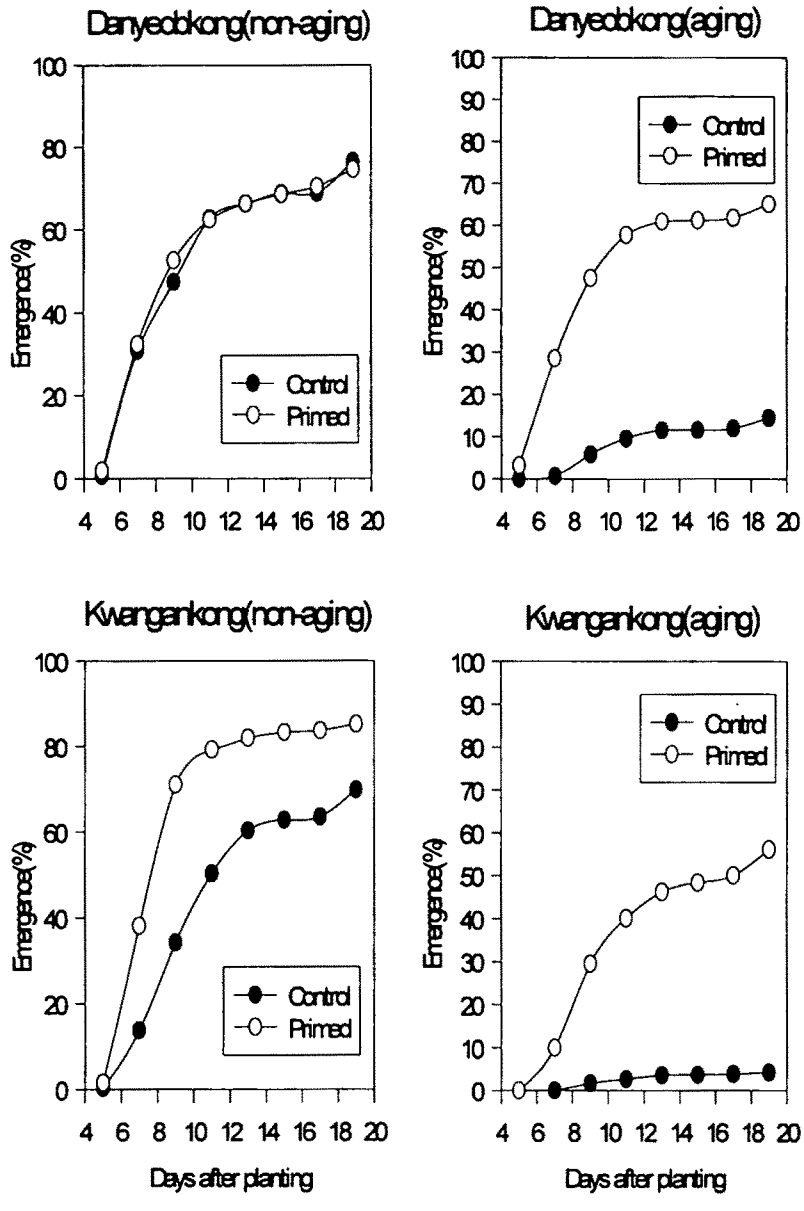

Fig. 2-3. Emergence rate of primed and non-primied soybeans seeds of small grain cultivars with different viability planted on May 15.

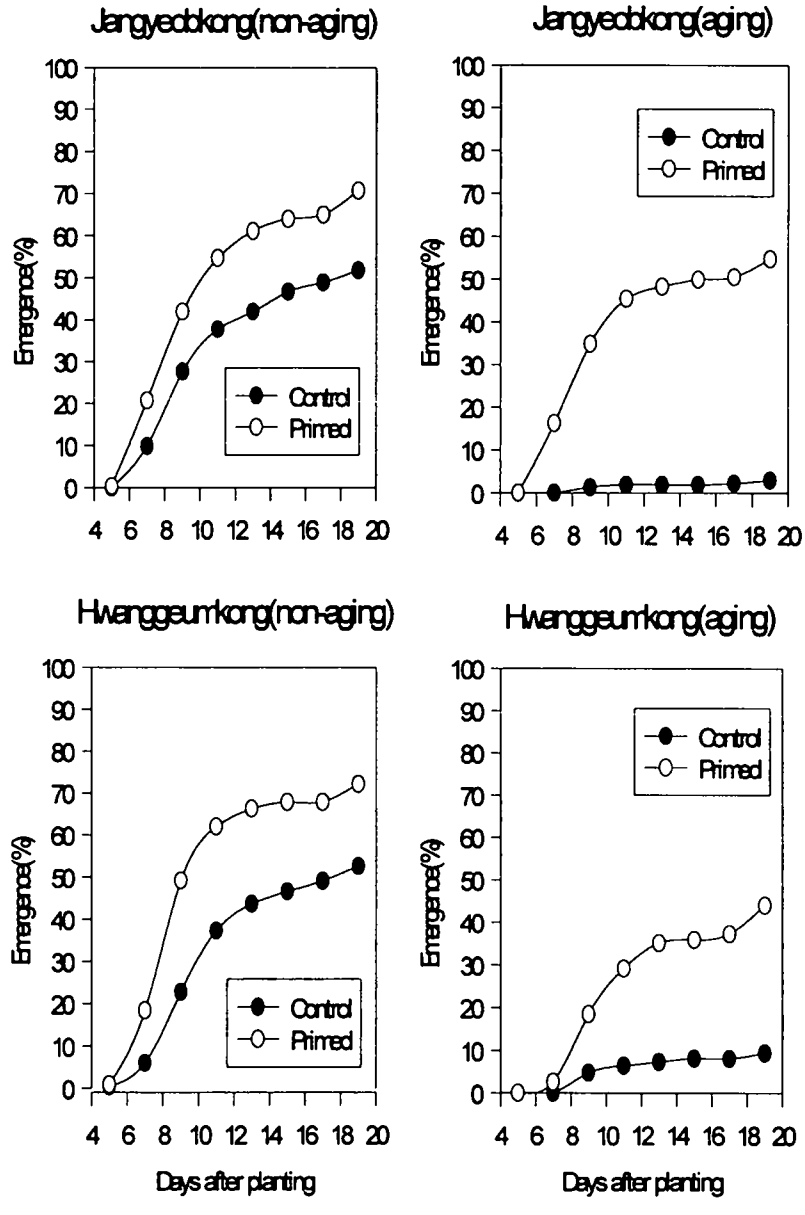

Fig. 2-4. Emergence rate of the primed and non-primed soybeans seeds of large grain cultivars with different viability planted on May 15.

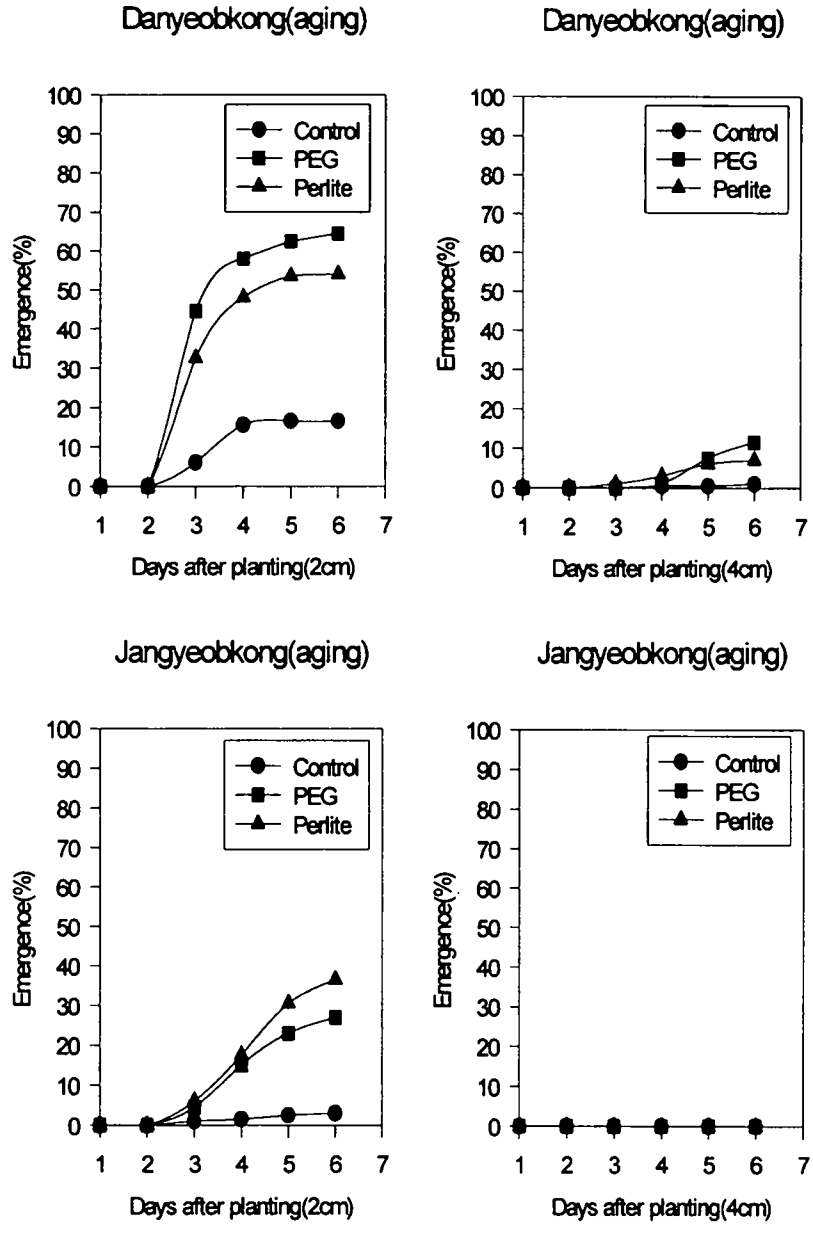

Fig. 2-5. Emergence rate of soybeans seeds primed with different methods and at 2 and 4cm planting depths.

4) 노화종자를 PEG 및 perlite로 priming 처리한 후 파종심도별 출아율을 본 결과 파종심도 2cm에서는 단엽콩과 장백콩 모두 무처리에 비해 입묘율이 현저히 높았다(그림 2-7의 왼쪽 그림).

5) 파종심도 4cm의 경우 무처리는 거의 발아하지 않았고, 단엽콩에서 약간의 priming 처리효과가 나타났다(그림 2-7 오른 쪽 그림).

6) 따라서 PEG 대신 perlite 등의 재료로 priming 해도 출아율에서 차이가 없어 실용화 가능할 것으로 판단되었다.

7) Priming 처리 유무에 따른 단작 및 2모작 파종에서의 생육반응은 품종간 달랐는데, 출아율이 불량했던 무처리구의 생육이 경합력 차이로 오히려 양호한 경우도 나타났다(표 2-32, 2-33, 2-34, 2-35).

8) 성숙기의 공시품종들의 수량구성요소 중 개체별 생육과 수량도 두 파종기 모두 priming 처리구와 무처리간 차이가 없거나 오히려 무처리구가 양호한 결과를 보였다. 이도 발아가 불량했던 무처리구의 개체들이 오히려 경합면에서 유리하였기 때문에 나타난 결과로 해석되었다(표 2-36, 2-37)

9) 건전종자를 사용하였을 경우 단엽콩 적파에서만 priming 처리구가 무처리구에 비해 수량이 다소 높았을 뿐 나머지 품종에서는 파종기에 관계없이 priming 처리 유무에 따른 수량의 차이가 없었다.

10) 그러나 노화종자를 사용하였을 경우 파종 및 생육환경이 불량했던 적파에서는 모든 품종에서 priming 처리에 의해 수량이 크게 증가한 반면, 상대적으로 환경조건이 양호했던 만파에서는 priming 처리에 따른 수량의 차이가 적거나 비슷하였다.(그림 2-8, 2-9)

11) 따라서 활력이 낮은 콩 종자를 불량한 환경하에 재배할 경우 priming 처리로 출아율 및 수량성에서 큰 효과가 나타나, 이 기술의 실용화가 크게 기대된다.

Table 2-32. Growing performance of primed soybeans cultivars at 30 days after planting, May 15.

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes	No. of leaves
Danyobkong	Control	10.1	3.0	1.6
	Primed	9.7	3.0	1.8
Kwangankong	Control	10.4	3.3	1.8
	Primed	11.0	3.4	1.9
Janyeobkong	Control	10.7	3.7	1.9
	Primed	11.4	3.8	1.9
Hwangheumkong	Control	13.8	4.2	2.5
	Primed	12.2	4.6	2.6

Table 2-33. Growing performance of primed soybeans cultivars at 60 days after planting, May 15.

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes	No. of leaves	No. of branches
Danyobkong	Control	35.1	10.0	8.0	2.8
	Primed	32.7	9.5	7.5	2.4
Kwangankong	Control	32.9	9.6	7.5	2.5
	Primed	37.9	10.3	7.9	3.1
Janyeobkong	Control	31.9	11.1	8.7	4.0
	Primed	34.4	10.9	8.8	3.6
Hwangheumkong	Control	35.5	12.1	9.7	4.5
	Primed	40.4	12.1	10.0	4.0

Table 2-34. Growing performance of primed soybeans cultivars at 30 days after planting, June 12.

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes	No. of leaves
Danyobkong	Control	19.6	7.0	3.6
	Primed	18.1	7.1	3.6
Kwangankong	Control	20.3	7.4	3.8
	Primed	20.2	7.5	3.8
Janyeobkong	Control	22.7	8.2	4.3
	Primed	20.8	8.2	4.4
Hwangheumkong	Control	24.1	9.0	5.1
	Primed	23.2	8.4	4.7

Table 2-35. Growing performance of primed soybeans cultivars at 60 days after planting, June 12.

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes	No. of leaves
Danyobkong	Control	69.3	13.4	12.3
	Primed	66.4	13.6	12.3
Kwangankong	Control	76.2	13.8	12.5
	Primed	75.5	13.6	12.2
Janyeobkong	Control	55.0	12.9	11.8
	Primed	56.1	12.7	11.7
Hwangheumkong	Control	58.2	13.3	12.3
	Primed	56.6	13.2	12.0

Table 2-36. Yield components of four soybeans cultivars planted with primed seeds on May 15(conventional planting time).

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes /plant	No. of branches /plant	No. of pods /plant	No. of grains /plant
Danyeobkong	Control	62.8	13.6	4.7	59.0	75.1
	Primed	59.7	13.8	4.7	60.8	70.3
Kwangankong	Control	62.2	13.9	5.1	58.1	76.8
	Primed	74.0	14.6	5.3	61.2	79.4
Janyeobkong	Control	46.4	15.0	5.1	36.5	45.8
	Primed	47.1	14.6	4.9	36.1	36.3
Hwanggeumkong	Control	47.5	15.9	4.3	38.3	40.3
	Primed	57.8	16.5	4.6	46.5	34.7

Table 2-37. Yield components of four soybeans cultivars planted with primed seeds on June 12(late planting time).

Cultivar	Priming	Stem length (cm)	No. of nodes /plant	No. of branches /plant	No. of pods /plant	No. of grains /plant
Danyeobkong	Control	69.3	14.1	5.6	66.7	81.0
	Primed	64.4	13.4	4.8	59.0	72.5
Kwangankong	Control	69.7	13.3	5.7	58.9	72.4
	Primed	67.6	13.3	5.7	65.5	86.1
Jangyeobkong	Control	56.6	13.5	5.1	30.5	22.9
	Primed	55.8	13.4	5.3	29.3	21.2
Hwanggeumkong	Control	61.5	18.7	4.6	35.2	24.7
	Primed	57.5	14.2	4.6	36.0	26.5

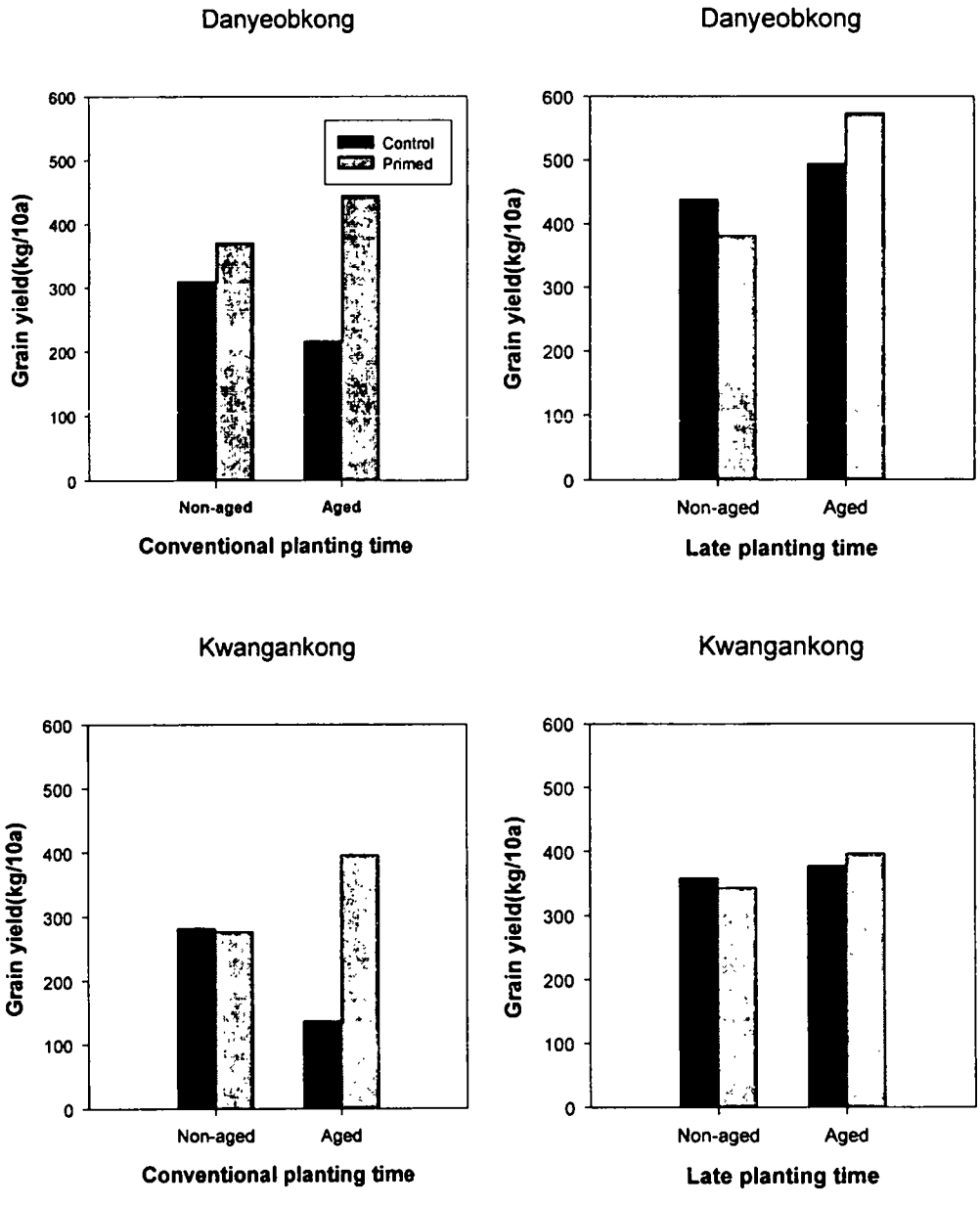

Fig. 2-6. Priming effect on the grain yield of two small grain cultivars planted with non-aged and aged seeds at two cropping season.

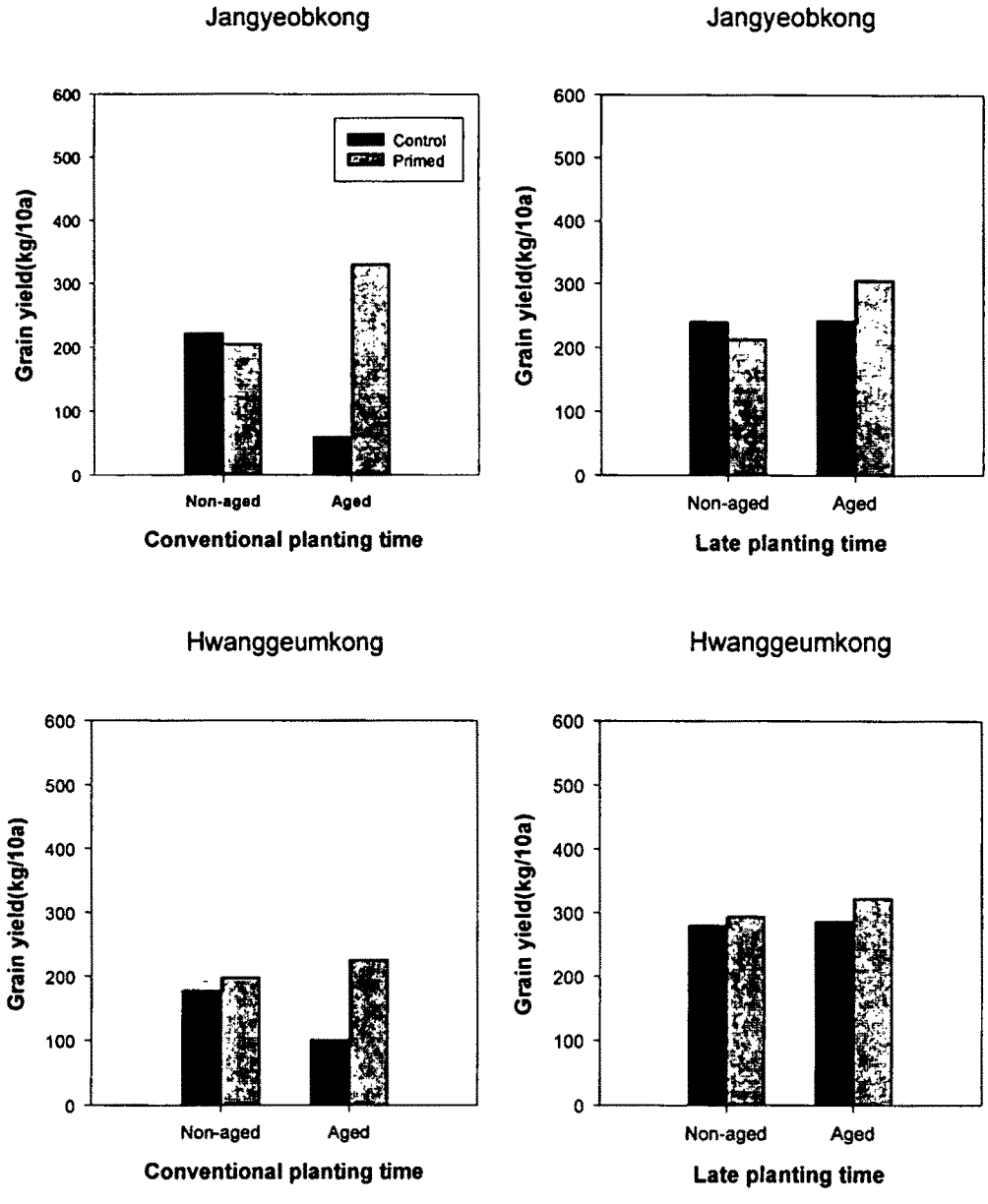

Fig. 2-7. Priming effect on the grain yield of two large grain cultivars planted with non-aged and aged seeds at two cropping season.

결 과 요 약

1. PEG를 이용한 콩의 priming 방법으로는 25℃ 조건에서 WP -1.1MPa로 3일간 처리하는 것이 보다 안전하고 유리하였다.
2. Priming 처리방법 중 콩 종자를 직접 물에 담그는 osmoconditioning은 오히려 발아율을 저하시켰고, humidification 방법도 노화를 촉진하는 역효과를 나타내었다. Perlite, 톱밥, 왕겨 등을 이용한 matriconditioning이 가장 효과가 컸고 실용성도 높을 것으로 판단되어 농가나 농기업에서 콩의 priming 처리 재료로 이용할 수 있을 것으로 전망되었다.
3. 품종간 priming 처리효과의 차이는 적었으며, 부분적으로 나타난 품종간 차이도 유전적 배경의 차이에서 기인했다기보다는 품종간 종자의 노화 정도가 달라서 나타난 결과로 판단되었다.
4. 콩은 보통 1-2일만에 발아하므로 발아율이 극히 양호한 콩 종자의 경우 priming 처리효과를 확인하기가 어려웠는데 반해, 노화종자에 대한 priming 처리효과는 품종에 관계없이 매우 크게 나타났다.
5. 저온에서 발아시킬 때는 priming 처리효과가 있었으나 토양수분 불량환경에서의 priming 처리효과는 크게 기대하기 어려웠다.
6. Priming 처리과정 중 stachyose 함량은 점차 감소한 반면 raffinose 함량은 거의 변화가 없었으며 지방산 조성에도 거의 변화가 없었다.
7. 콩은 무배유종자이므로 priming 과정 중의 배 분화 등을 관찰할 수가 없어 image analyzer를 이용하여 root apex 발달정도를 관찰하였는데, 그 크기나 길이 등의 변화는 없었다.
8. Priming 처리한 콩 종자에 대해 생장조절제 혼합처리시 PEG 단독처리와 차이가 없거나 오히려 불량하여, 생장조절제의 복합처리효과를 인정

할 수 없었다.

9. Priming 처리한 콩 종자를 상온조건에서 저장할 경우 6-9개월간 발아력이 유지되었으며 특히 저온저장 조건에서는 11개월까지도 충분히 종자활력을 유지할 수 있었다.
10. 대립종 2품종 및 소립종 2품종의 priming 처리효과를 포장에서 확인한 결과, 처리종자의 출아율이 높았으며, 특히 노화된 종자의 경우 priming 처리효과가 현저하였다.
11. 생육반응은 품종에 따라 달랐는데, 전반적으로 priming 처리 유무간 차이가 없었으며 출아율이 불량했던 무처리구의 생육이 오히려 양호한 경우도 있었다.
12. 성숙기의 공시품종들의 수량구성요소 중 개체별 생육과 수량도 priming 처리구와 무처리간 차이가 없거나 오히려 무처리구가 양호한 결과를 보였다.
13. 건전종자를 사용하였을 경우 단엽콩 적파에서만 priming 처리구가 무처리구에 비해 수량이 다소 높았을 뿐 나머지 품종에서는 파종기에 관계없이 priming 처리 유무에 따른 수량의 차이가 없었다.
14. 노화종자를 사용하였을 경우 상대적으로 환경이 불량했던 적파에서는 priming 처리에 의해 수량이 크게 증가한 반면, 상대적으로 환경조건이 양호했던 만파에서는 그 차이가 적거나 비슷하였다.

제 3 장 옥수수

작물재배시 포장에서 파종과 유묘의 출현 사이의 기간은 포장입모율과 나아가 수량에 매우 중요하다. 이 기간이 길어지게 되면 파종된 종자나 유묘는 그만큼 토양내의 각종 병충에 노출되는 기간이 길어져 입모율 확보가 어려워지게 된다. 더구나 종자자체의 발아력이 떨어지는 작물이나 품종의 경우에는 긴 발아소요기간은 작물의 수량에 치명적일 수 있다. 우리 나라의 경우 옥수수 파종기의 저온은 입모율 확보에 장애가 되고 있으며, 특히 단옥수수나 초당옥수수의 경우 종자자체의 발아력이 낮기 때문에 포장 입모율 확보에 큰 문제가 되고 있다.

따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 지금까지 주로 부가가치가 높은 채소 종자에 많이 이용되어온 '종자 priming 처리 기술'을 옥수수에 적용하면 종자의 발아율을 향상시키고, 아울러 균일한 발아도 유도할 수 있을 것으로 기대된다. 옥수수에도 발아력이 낮은 단옥수수를 중심으로 이러한 priming처리기술을 이용하여 외국에서 제한적으로 연구되고 있다.

본 실험은 가뭄, 과습, 저온과 같은 불량환경에서도 짧은 기간 내에 옥수수의 발아를 유도하여 포장입모율을 확보하기 위한 방법으로서 옥수수 종자의 priming 처리 기술을 개발하고자 수행하였다.

제 1 절 실험용 종자 증식 : 7품종을 분양 및 구입

가. 마치종 : 수원19호, 횡성옥, 광안옥, Pioneer 3352

나. 찰옥수수 : 찰옥1호

다. 단옥수수 : Golden Cross Bantam 70 (GCB 70)

라. 초당옥수수 : Cocktail 86

제 2 절 옥수수 종자의 최적 water potential 처리수준 탐색

가. 재료 및 방법

1) 옥수수 품종 : 수원19호

2) Water potential(WP) : PEG 8000을 이용하여 0 ~ -1.8 MPa로 조절

3) 발아온도 : 15, 20, 25℃

4) 처리방법 : 각각의 WP과 온도에서 종자를 파종하여 발아율 검정

나. 결과 및 고찰

1) 25℃에서 WP 수준별 발아실험의 결과 용액의 WP가 낮을수록 발아가 지연이 되었으나 실험 최저 수준인 -1.8 MPa에서도 시간이 경과되면 발아되어 priming하기 위한 최적 WP을 얻을 수 없었다(표 3-1).

2) 적정 WP를 찾기 위하여 WP를 -1.8 MPa 이하로 낮추기보다는 priming 온도를 낮추어 실험한 결과 15℃ 및 25℃에서 WP -1.2 MPa이 알맞은 것으로 판단되었다.

Table 3-1. Cumulative germination percentage of corn at different water potentials.

Germination temperature	Days after planting	Water potential (-MPa)												
		0	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.8
15℃	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	
	2	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	
	3	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	
	4	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	
	5	5	10	4		0	0	0	0	0	0		0	
	6	10	21	14		3	11	2	1	0	0		0	
	7	19	39	27		11	15	6	2	1	0		0	
	8	37	53	36		23	27	16	7	4	1		0	
	9	47	59	46		29	34	22	9	7	1		1	
	10	50	63	50		32	37	25	11	8	2		1	
	11	55	65	53		35	42	28	12	12	3		1	
	12	56	66	55		36	45	32	12	16	5		1	
20℃	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	41	31	11	9	12	5	2	1	0	0	0	0	
	4	71	62	40	35	32	30	23	11	6	4	1	2	
	5	81	78	59	61	49	49	37	24	21	6	9	13	
	6	84	84	71	75	65	61	54	39	39	27	22	27	
	7	85	88	74	80	69	71	62	50	52	40	30	38	
	8	85	89	76	82	72	74	68	60	59	50	40	46	
25℃	1	0	0	0			0			0			0	0
	2	85	54	39			21			13			0	0
	3	96	81	66			63			69			27	13
	4		89	82			80			79			49	34
	5		91	92			82			85			67	49
	6			93			84			91			76	63

제 3 절 옥수수 종자의 적정 priming 온도 탐구

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 수원19호

2) WP : 0, -1.2 MPa

3) Priming 처리온도 : 15, 20, 25, 30℃

4) Priming 처리시간 : 각 온도별로 발아시작까지 일정간격으로 처리

5) Priming 처리방법 : 각각의 처리 후 PEG를 약 10초간 흐르는 수돗물로 씻어낸 후 상온에서 건조하였음

6) 발아실험 온도 : 25℃

나. 결과 및 고찰

1) Priming 과정 중 수분함량 변화

가) 0, -1.2 MPa에서 priming 과정 중 수분함량은 초기 12시간 동안 급격히 증가한 이후 완만하게 증가하였다(그림 3-1).

나) 발아가 시작된 후에도 두 priming 처리 용액(0, -1.2 MPa)에서 수분함량의 급격한 증가는 이루어지지 않았다.

다) 발아시점에서의 수분함량은 WP와 priming 처리온도가 높은 것이 높았으며, 발아와 종자수분 함량과는 뚜렷한 관계가 없었다.

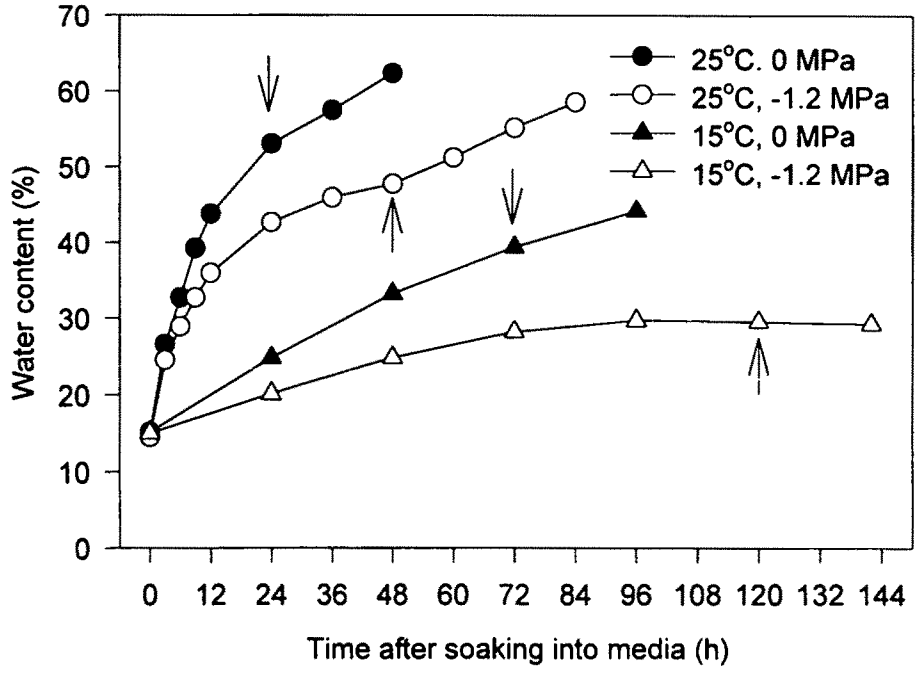

Fig. 3-1. Change in water content of corn seeds (Suweon 19) soaked in PEG solutions with different water potentials. Arrows indicate germination starting point.

2) 적정 priming 온도 탐구

가) Priming 처리는 온도, 기간간에 발아율은 차이가 없었으나, 발아 속도는 priming 처리온도가 높을수록 빨라지는 경향이었다(표 3-2).

Table 3-2. Germination percentage and T_{50} affected by priming temperature, priming water potential and priming duration in corn.

Priming temp.	Water potential (MPa)					
	0			-1.2		
	Priming duration	Germination (%)	T_{50}* (hr)	Priming duration	Germination (%)	T_{50} (hr)
15℃	0	95	38.1	0	95	38.1
	24	98	39.8	24	91	41.2
	48	94	38.9	48	91	40.0
	72	92	38.2	72	86	43.0
	96	91	46.5	96	87	35.0
				120	93	39.0
				144	82	37.7
20℃	0	95	39.4	0	95	39.4
	12	88	39.8	12	86	40.9
	24	93	37.4	24	90	39.1
	48	89	22.0	48	89	35.9
				60	91	32.3
				72	86	34.8
				84	89	27.0
25℃	0	91	39.4	0	91	39.4
	6	91	38.1	12	91	46.1
	12	91	39.1	24	91	40.8
	18	93	35.0	36	89	37.9
	24	96	35.0	48	94	34.7
30℃	0	95	39.4	0	95	39.4
	6	96	38.7	6	86	39.0
	12	94	33.5	12	89	37.1
	18	93	28.6	18	93	33.7
	24	85	24.0	24	91	29.9

* : Hours required for 50% germination

제 4 절 옥수수 종자의 priming 처리 방법 연구

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종: 수원19호

2) Priming 방법:

가) Osmoconditioning : -1.2 MPa에서 48시간

나) Humidification : RH 80, 100% - glycerol/water로 조절

다) Matriconditioning : perlite의 수분함량을 조절하여 이용

라) Hardening : 물에 2 또는 4시간 동안 1, 2, 3회 씩 침지처리

3) Priming 처리방법 : 각각의 처리를 25℃에서 한 후 상온에서 건조

4) 발아 온도 : 25℃

나. 결과 및 고찰

1) Osmoconditioning을 이용하여 WP -1.2 MPa에서 2일간 priming 처리했을 때 T_{50}을 약 9시간 단축시켰다.

2) 상대습도 80%에서 humidification 처리효과는 없었으나 100%에서 3일 이상 처리했을 때는 T_{50}이 15시간 감소하였다.

3) Matriconditioning의 경우 각각의 수분함량에서 처리시간이 길수록 T_{50}이 감소하는 경향이었으며, 60%이상의 수분함량에서는 처리 3일째 그 효과가 커 T_{50}이 무처리에 비하여 약 20시간 단축되었다.

4) Hardening 처리는 처리횟수, 처리시간에 관계없이 효과가 없었다.

5) Priming 처리 방법 중 matriconditioning이 다른 처리 방법보다 T_{50} 단축에 가장 효과적인 것으로 나타나 matriconditioning의 재료 등 보다 면밀한 검토가 요구되었다.

Table 3-3. Germination percentage and T_{50} affected by priming method

Priming method	Treatment	Treatment duration	Germination percentage(%)*	T_{50}**
Control	No-primed	-	95	40.8
Osmo-conditioning	Primed	2 days	99	31.2
Humidification	80%	1 week	94	36.7
		2	97	39.2
		3	97	38.4
		4	95	38.7
		5	95	39.0
	100%	1 day	97	38.7
		2	97	37.0
		3	95	29.1
		4	97	29.6
		5	92	22.6
Matri-conditioning	30%	1 day	95	33.7
		2	96	33.0
		3	97	28.3
	60%	1 day	93	37.5
		2	96	25.8
		3	97	15.7
	70%	1 day	97	32.9
		2	97	19.9
		3	94	16.7
	80%	1 day	96	29.4
		2	98	27.1
		3	98	13.8
	90%	1 day	98	34.3
		2	95	22.9
		3	95	12.5
	100%	1 day	95	34.8
		2	97	19.2
		3	95	13.2
Hardening	1 time	2 hr	96	39.3
	2		96	39.3
	3		95	37.5
	1	4 hr	97	37.6
	2		98	37.1
	3		100	36.1

* Germination percentage was calculated by counting seed germinated for 6 days.
**Hours required for 50% germination

제 5 절 Priming 처리 효과의 품종간 변이 탐색

가. 재료 및 방법

1) 품종 : 마치종 - 수원19호, 횡성옥, 광안옥, Pioneer 3352
   찰옥수수 - 찰옥1호
   단옥수수 - GCB 70
   초당옥수수 - Cocktail 86
2) WP : 0, -1.2 MPa
3) Priming 처리온도 : 25℃
4) Priming 처리시간 : 0 MPa; 18시간, -1.2 MPa; 48시간 처리
5) Priming 처리방법 : PEG를 이용하여 WP 조절하여 처리한 후 약 10초간 수돗물로 씻어내고 상온에서 건조하였음
6) 발아실험 온도 : 15, 25℃

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리와 무처리간에 최종발아율은 Cocktail 86을 제외한 모든 품종에서 차이가 없었다.
2) Cocktail 86은 priming처리에 의하여 파종 후 4일까지 조사한 총발아율이 향상되었으며, 특히 -1.2 MPa 처리보다 0 MPa에서 priming 처리가 더 뚜렷하였다.
3) T_{50}은 priming 처리에 의하여 25℃에서 약간씩 단축되었으며, 15℃의 저온 발아조건에서 priming 처리효과가 더 뚜렷하였다.
4) Priming 처리에 의한 평균발아시간 단축효과는 단옥수수 품종군(GCB 70, Cocktail 86)에서 더욱 뚜렷하였다.

5) 실험 2와 3에서 구명한 priming 처리의 방법은 본 실험에서 사용된 모든 품종에 적용할 수 있었으며, 나아가 다른 품종에서도 사용될 수 있을 것으로 사료되었다.

Table 3-4. Germination percentage and T50 affected by priming treatment in different corn varieties.

Variety	WP (MPa)	Germination (%)*		T_{50} (hr)	
		15℃	25℃	15℃	25℃
Suwon 19 (dent)	No-priming	92	97	75.1	37.0
	0	88	97	47.0	33.8
	-1.2	100	91	48.8	30.2
Hoengsung-ok (dent)	No-priming	99	100	75.9	36.9
	0	96	96	56.1	33.6
	-1.2	98	97	51.5	34.2
Gwanganok (dent)	No-priming	82	86	96.2	52.5
	0	86	83	86.3	46.0
	-1.2	74	84	80.3	41.9
Pioneer 3352 (dent)	No-priming	96	99	81.0	36.6
	0	100	100	57.8	32.2
	-1.2	97	100	61.4	33.7
Chalok 1 (waxy)	No-priming	82	96	87.0	38.5
	0	93	98	62.2	34.5
	-1.2	88	89	75.0	38.0
GCB 70 (sweet)	No-priming	91	99	75.3	18.0
	0	95	99	22.0	12.9
	-1.2	97	97	27.6	13.1
Cocktail 86 (super sweet)	No-priming	1	19	-	48.5
	0	53	66	36.2	22.9
	-1.2	33	37	77.3	32.9

* Germination percentage was calculated by counting seed germinated for 6 days.

제 6 절 노화정도에 따른 priming의 효과 연구

가. 재료 및 방법

1) 종자 노화처리

가) 공시 품종: 수원19호(마치종), GCB 70(단옥수수)

나) 인위적 노화처리 : 100% 상대습도, 40℃에서 0 - 10일간 노화

다) 자연상태의 상온 저장 기간별(0-1년) 노화처리

2) Priming 처리 및 발아

가) PEG 8000을 이용하여 -1.2 MPa로 조정된 용액(25℃ 하)에서 2일간 처리

나) 발아온도 : 25℃

나. 결과 및 고찰

1) 인위 노화 처리된 종자의 priming 효과 (표 3-5)

Table 3-5. Priming effect of artificially aged corn seeds on germination.

Variety	Germination (%)		T_{50} (hrs)	
	Control	Primed	Control	Primed
Suwon 19 (dent)	95	91	31.2	19.1
	83	81	36.7	32.5
	67	69	38.9	24.2
GCB 70 (sweet)	96	94	34.6	14.5
	71	79	34.4	14.4
	50	59	34.6	16.8

가) 두 품종 모두 발아율 95% 이상인 건전종자의 priming 처리는 발아율에 영향을 미치지 않았으나 T_{50}은 현저히 감소시켰다.

나) 노화 처리된 종자에서 수원19호는 priming처리효과가 거의 없었으나 GCB 70은 발아율은 8-9% 향상시켰고, 평균발아일수(T_{50})는 1/2로 감소시켰다.

2) 상온 저장기간에 따른 노화된 종자의 priming 효과 (표 3-6)

가) 수원19호의 경우 자연조건에서 12개월 후에도 발아율이 크게 감소하지 않았으나 T_{50}은 저장기간이 길수록 증가하였다.

나) 자연 노화된 수원19호는 priming 처리로 발아율이 다소 증가하였으며, T_{50}도 감소시켜 발아를 균일하게 만드는 경향이었다.

다) GCB 70의 경우 자연 조건에서 종자의 퇴화 정도는 수원19호 보다 빨랐으며, T_{50}도 증가하는 경향이었다.

Table 3-6. Priming effect of naturally aged corn seed on germination.

Storage (mon.)	Suwon 19				GCB 70			
	Germin.(%)		T_{50}(hrs)		Germin.(%)		T_{50}(hrs)	
	Control	Primed	Control	Primed	Control	Primed	Control	Primed
0	95.3	92.7	38.2	34.2	96.0	94.3	36.1	14.4
3	97.0	91.0	37.2	31.2	94.0	97.0	36.0	15.1
6	85.3	95.3	43.2	33.8	76.3	82.7	37.7	16.8
9	82.3	82.7	42.1	34.1	47.3	53.3	40.0	19.2
12	70.0	81.7	52.4	38.5	36.0	39.7	50.2	33.6

제 7 절 Priming 처리 옥수수 종자의 발아불량 환경에서의 발아력

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 수원 19호, GBC 70

2) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 WP이 -1.2 MPa로 조정된 용액 (25℃하)에서 2일간 처리

3) 발아온도 : 15, 25℃

4) 토양 수분 조건 : 포장용수량의 30, 40, 60, 100%

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리가 발아온도에 따라 발아율 및 T_{50}에 미치는 영향 (표 3-7).

가) 수원19호(마치종)는 25℃ 발아온도에서 priming 처리가 발아율에 영향을 미치지 않았으나 평균발아속도(T_{50})는 약간 감소시켰으며, 이러한 경향은 저온(15℃) 발아시 더욱 뚜렷하였다.

나) GCB 70(단옥수수) priming 처리의 경우 25℃에서 발아율이 높은 종자에서는 발아율에 영향이 없었으나 발아율이 낮은 종자에서는 발아율을 약간 향상시키는 경향이었다.

다) 15℃ 발아조건에서 단옥수수의 경우 발아율에 관계없이 priming 처리가 발아율을 향상시켰다.

라) 25℃에서 priming 처리는 단옥수수의 T_{50}을 0.9일 정도 감소 시켰으며, 이러한 경향은 특히 15℃에서 더욱 뚜렷하였다(3.5일).

마) 위의 결과 priming 효과는 발아율이 높은 수원19호 보다는 발아

율이 낮은 단옥수수에서, 또 발아적온인 25℃보다는 저온인 15℃에서 priming 효과가 뚜렷하였다.

Table 3-7. Priming effect on germination rate and T_{50} in artificially aged seed at two different germination temperature.

Germination temperature	Variety	Germination (%)*		T_{50} (day)**	
		Control	Treat-ment	Control	Treat-ment
15℃	Suwon 19	86	89	4.1	3.2
	GBC70	86	96	4.2	1.7
		51	76	5.2	1.0
		29	67	5.5	1.8
25℃	Suwon 19	97	91	1.5	1.3
	GBC70	96	94	1.5	0.6
		71	79	1.5	0.6
		50	59	1.5	0.7

* : Germination rate was calculated by counting germinated seeds at 15℃ and 25℃ for 8 and 6 days respectively.

**: **Hours required for 50% germination

2) 토양 수분 조건에 따라 발아율 및 T_{50}에 미치는 영향 (표 3-8)

가) 저온발아 조건과는 달리 토양 수분 함량에 따른 발아율 및 T_{50}에 대한 priming 효과는 없었다.

Table 3-8. Priming effect on germination rate and T_{50} in Suwon 19 corn seed at different soil moisture levels.

Soil moisture content (%)*	Germination (%)**		T_{50} (day)***	
	Control	Primed	Control	Primed
30	54	34	9.1	9.0
40	84	80	5.9	5.9
60	94	94	3.1	2.8
100	32	35	3.8	3.9

* Percentage of field capacity

** Germination percentage was calculated by counting seeds germinated at 25℃ for 12 days.

*** Days required for 50% germination

제 8 절 종자 priming시 주요 성분 변화 분석

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 수원19호, GCB 70

2) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -1.2 MPa로 조정된 용액에 처리하여 12시간 간격으로 아래 항목 조사

3) Priming 처리온도 : 15, 25℃

4) 조사 항목 : 총 핵산함량, α-amylase activity, glucose를 비롯한 주요 당 함량

나. 결과 및 고찰

1) 당함량 변화(표 3-9)

가) 옥수수 종자 내에서 검출된 당은 대부분이 sucrose, maltose

fructose, glucose였다.

나) Priming 처리에 따라 sucrose 함량은 감소하였으며, glucose와 fructose는 함량이 증가하였고, maltose는 변화가 없었다.

다) 발아가 진전됨에 따라 sucrose의 함량은 소실되고(파종 후 48h), maltose의 함량이 증가하는 것으로 미루어 priming 처리는 우선적으로 sucrose를 이용하고, 저장 탄수화물인 starch는 sucrose가 고갈된 후 발아에 이용되는 것으로 보인다.

라) Priming 처리 기간 중 amylase의 활성뿐만 아니라 sucrose 분해 효소의 활성을 검토해 볼 필요가 있는 것으로 사료된다.

Table 3-9. Priming effect on sugar content change in corn seed (unit : mg/g).

Treat-ment	Time (hr)	Fructose		Glucose		Sucrose		Maltose	
		Cont.	Prim.	Cont.	Prim.	Cont.	Prim.	Cont.	Prim.
Priming*	0	-	0.3	-	0.4	-	10.9	-	0.3
	48	-	0.4	-	1.2	-	0.9	-	0.3
Drying		-	0.2	-	0.5	-	4.4	-	0.3
After planting	6	0.2	0.3	0.3	0.7	2.6	2.1	0.2	0.2
	12	0.2	0.3	0.4	1.1	2.4	2.0	0.0	0.3
	24	0.6	0.6	1.6	2.3	1.9	1.2	0.2	0.7
	48	0.7	0.6	2.3	2.1	0.0	0.0	0.7	0.5

* Priming treatment was done at -1.2 MPa and 25℃

2) α-amylase 활성 변화 (그림 3-2)

가) Priming 초기에 α-amylase 활성은 거의 증가하지 않았으나, 처리가 끝날 무렵 (25℃, 48h) 약 2.5배 증가하였다.

나) 이렇게 증가된 활성은 건조 후에도 계속 유지되었으며, 파종 후에도 계속 높은 수준을 유지하였다(그림3-2, 25℃).

다) 이러한 α-amylase의 활성 증가는 정상적 발아 조건에서도 같은 경향을 보였다(그림3-2, control).

라) 따라서 amylase의 활성은 발아와 밀접한 관련이 있으며, 주요한 priming 효과 중의 하나로 사료된다.

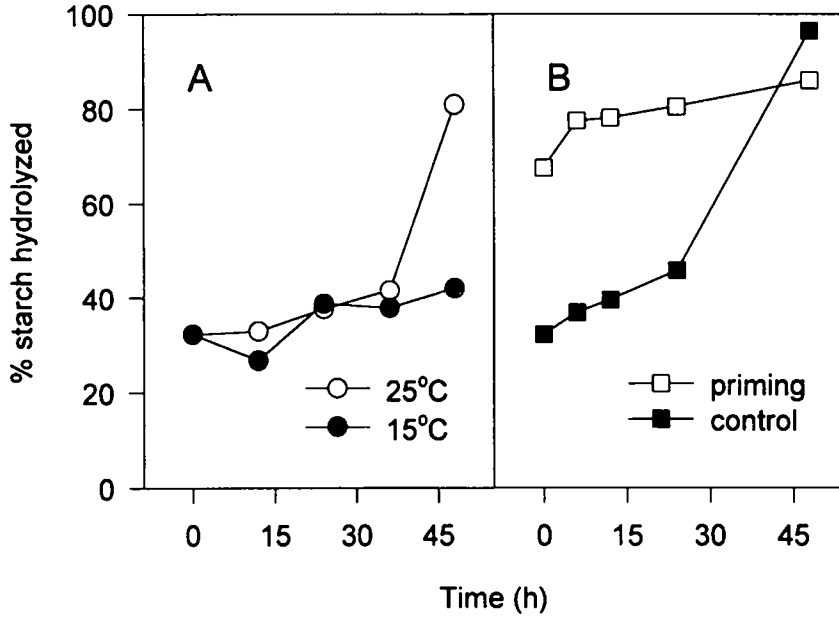

Fig 3-2. Change in amylase activity during priming treatment at 15 and 25℃ (A). After priming treatment seeds were completely dried at room temperature. Then the primed seeds were germinated for 48 h to compare amylase activity with that of control seeds (B).

3) 핵산함량 변화(표 3-10)

가) 배(embryo)에서 측정한 총 핵산의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 3-10. Change in nucleic acid content affected by priming.

(μg/embryo)

Priming(hr)	Suwon 19	GCB 70
0	28.4	30.2
12	29.3	23.2
24	22.5	31.0
36	35.1	30.8
48	29.6	27.6

제 9 절 Priming 과정 중 종자의 해부학적 변화 관찰

가. 재료 및 방법

1) 품종 : 수원19호, GCB 70

2) Priming: PEG 8000 이용, -1.2 MPa로 조정된 용액(25 ℃)에 처리

3) 조사방법: 현미경을 이용하여 12시간 간격으로 배의 발달정도 관찰

나. 결과 및 고찰

1) 뿌리를 포함한 배 전체 길이는 priming 처리에 따라 차이가 명확하지 않았다.

2) Priming 처리가 진행됨에 따라 배에 분화된 잎의 수가 증가하는 것으로 보아 priming 처리 효과는 종자내의 생화학적, 형태학적인 변화를 초래하는 것으로 판단되었다(사진 3-1).

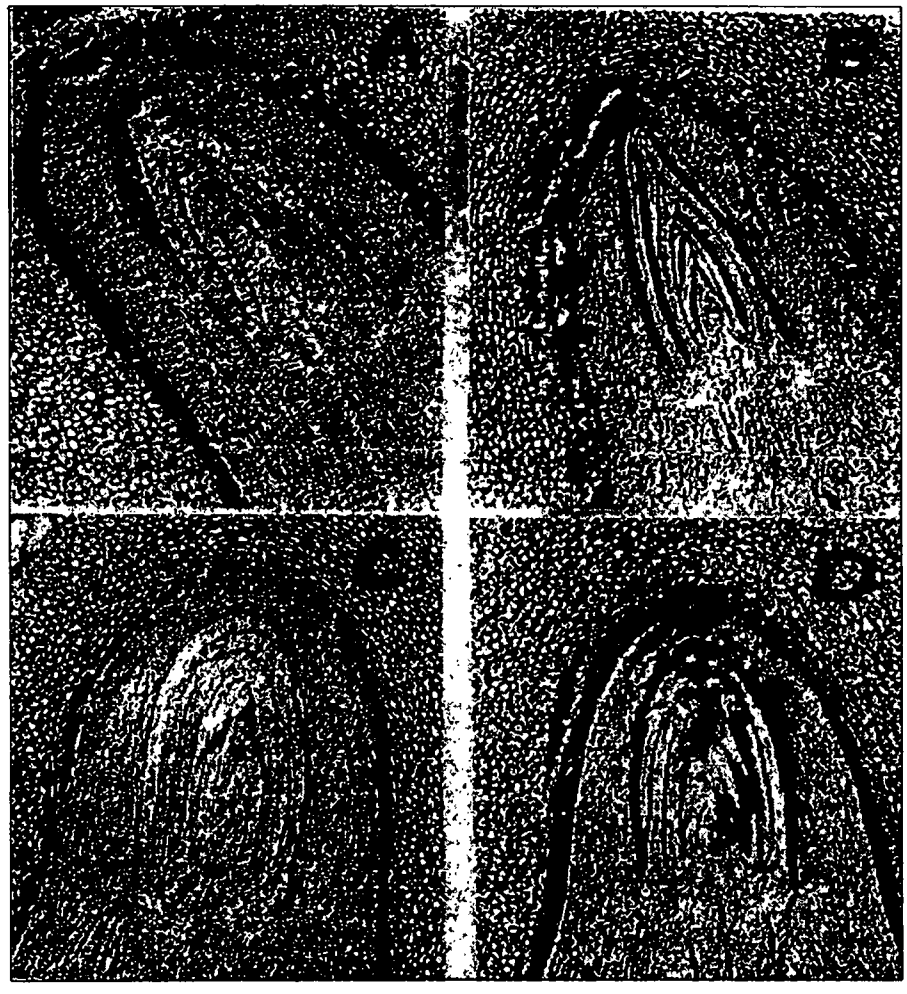

Photo. 3-1. Anatomical change in corn embryo during priming treatment.

A: 0, B: 12h, C: 24h, D: 48h in -1.2 MPa PEG solution for priming.

제 10 절 생장조절제 복합처리 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종 : 수원19호, GCB 70

2) 예비실험 : 본 실험에 적용할 생장조절제별 적정농도를 결정하기 위하여 GA, IAA, ABA를 단계별로 농도를 조절, 처리효과를 검토하였음

3) Priming 처리 : PEG 8000을 이용하여 -1.2 MPa로 조정된 용액에 2일간 처리

4) Priming 처리후 생장조절제 처리 : Priming한 종자를 GA, IAA 100 ppm용액에 수원19호의 경우 9, 12시간, GBC 70에서는 6시간 동안 침지시킨 후 3일간 건조함

5) 발아 실험 : 건조된 종자를 15℃와 25℃에서 발아 조사

나. 결과 및 고찰 :

1) 예비실험의 결과 25℃에서 각 생장조절제별, 시간별 처리효과는 뚜렷하지 않았다 (표3-11).

2) Priming 온도 15℃에서 IAA와 GA 100ppm를 12시간 처리하면 T_{50}을 감소시켰으나 kinetin은 효과가 없었다.

3) 따라서 본실험에서는 IAA와 GA 100ppm에서 priming처리후 생장조절제 복합처리 효과를 비교하였다 (표3-12).

4) 본실험의 결과 25℃ 발아조건에서 수원19호의 경우 GA, IAA 100ppm 처리는 priming 단독처리보다 T_{50}을 감소시키는 효과가 있었으나 GBC 70에서는 효과가 없었다.

5) 15℃ 발아조건에서는 수원19호의 경우 25℃ 발아조건에서와 같은 결과를 얻었으나 GBC 70의 경우 priming 단독처리보다 GA, IAA 100ppm 처리가 T_{50}을 감소시키는 뚜렷한 효과가 나타났다.

Table 3-11. Effect of GA, IAA, and kinetin on germination rate and T_{50} of corn seeds. (preliminary experiment)

Growth regulator	Germ. temp	Conc. (ppm)	Germination (%)*				T_{50}(hr)			
			3(hr)	6	9	12	3	6	9	12**
GA	15℃	10	90	98	98	86	69.3	60.5	61.1	60.0
		100	96	100	96	98	72.0	58.1	59.4	48.9
		1000	94	92	100	96	65.4	60.5	56.4	51.7
		2000	94	96	90	100	70.2	61.6	57.5	56.7
	25℃	10	100	98	100	98	37.0	32.9	34.3	34.6
		100	100	98	96	100	36.0	35.3	35.5	34.1
		1000	90	98	100	94	32.2	36.2	35.5	33.6
		2000	98	90	100	100	36.2	33.8	32.6	34.3
IAA	15℃	10	92	100	100	98	70.9	64.0	60.9	60.0
		100	96	98	100	96	64.8	61.8	61.0	52.8
		1000	70	98	96	96	74.4	66.9	62.0	61.8
		2000	90	100	98	98	68.6	65.3	55.9	60.4
	25℃	10	92	94	98	96	36.0	35.5	34.8	33.6
		100	98	100	96	94	38.9	36.0	35.3	36.2
		1000	100	98	96	94	40.1	39.4	36.5	37.2
		2000	96	98	86	96	39.6	38.6	42.5	43.7
Kinetin	15℃	10	96	90	98	100	68.4	61.7	59.6	57.9
		100	96	98	96	92	65.4	62.1	59.3	57.8
		1000	92	96	100	100	68.2	61.4	60.7	57.5
		2000	94	92	90	100	66.6	61.9	62.0	62.4
	25℃	10	100	96	94	100	36.5	36.5	35.5	36.0
		100	90	98	100	98	36.5	37.0	32.9	34.6
		1000	94	90	96	100	38.6	36.5	34.3	36.2
		2000	92	92	94	94	37.7	37.2	37.4	35.3

* Germination percentage was calculated by counting seed germinated for 6 days.

** Soaking time(hr) in solution of growth regulator.

Table 3-12. Effect of GA and IAA on germination rate and T_{50} of corn seeds.

Cultivar	Treatment	15℃*		25℃	
		Germination** (%)	T_{50} (h)	Germination (%)	T_{50} (h)
Suwon 19	Control	85.3	88.2	90.0	35.2
	Priming	96.7	55.5	98.0	30.5
	P + water	94.7	57.7	85.3	25.0
	P+GA 9h***	93.3	42.5	88.0	20.4
	P+GA 12h	89.3	50.0	85.3	21.9
	P+IAA 9h	93.3	50.1	89.3	18.6
	P+IAA12h	91.3	52.4	86.7	19.0
GCB 70	Control	90.0	88.7	92.0	26.3
	Priming	92.7	60.0	96.7	13.9
	P + water	94.7	35.6	90.7	12.6
	P+GA 6h	93.3	30.7	94.7	13.6
	P+IAA 6h	94.7	37.4	94.7	13.8

* Germination temperature

** Germination percentage was calculated by counting seed germinated at 15 and 25 for 4 and 6 days, respectively.

*** Soaking time(hr) in solution of growth regulator.

제 11 절 Priming 처리종자의 저장방법 연구

나. 결과 및 고찰

1) 수원19호의 경우 priming 처리하지 않은 종자는 저장온도에 따라 발아율이나 T_{50}은 큰 변화가 없었다(표 3-13).

2) Priming 처리된 종자의 경우는 저장온도가 높아짐에 따라 발아율이 큰 폭으로 감소하였으며, T_{50} 도 증가하는 경향이었다.

3) 두 품종 모두에서priming처리에 의한 T_{50}의 감소효과는 저장온도에 상관없이 계속 유지되었다.

4) GCB 70의 경우 수원19호와는 달리 본 실험에서 사용된 어느 저장온도에서도 priming 처리효과가 계속 유지되었다.

Table 3-13. Change in germination percentage and T_{50} of primed corn seeds during storage at different temperatures.

Storage temp.	Storage (mon.)	Suwon 19				GCB 70			
		Germination (%)		T_{50} (hr)		Germination (%)		T_{50} (hr)	
		Cont.	Prim.	Cont.	Prim.	Cont.	Prim.	Cont.	Prim.
-10℃	3	93.3	87.3	38.1	26.1	96.0	97.3	35.1	13.8
	6	99.3	98.0	37.0	36.3	88.0	97.3	29.0	14.5
	9	94.7	82.7	34.1	27.2	94.0	92.0	26.8	13.6
4℃	3	91.3	78.7	39.5	32.1	93.3	92.0	32.5	15.2
	6	100.0	95.3	40.9	28.8	90.0	92.6	33.3	15.2
	9	96.0	66.0	36.6	29.8	92.0	90.0	26.5	16.0
20℃	3	97.3	58.0	38.8	34.9	87.3	92.0	32.0	16.5
	6	92.7	68.7	40.7	49.6	95.3	89.3	35.6	16.4
	9	95.3	47.3	38.8	27.2	90.7	84.0	31.2	28.0

* Germination percentage was calculated by counting seed germinated for 6 days.

제 12 절 포장상태에서의 종자 priming 처리 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시 품종: 수원19호(마치종), GCB 70(단옥수수)

2) Priming 처리 : -1.2 MPa, 25℃에서 처리

3) 파종기 : 4월 12일, 5월 7일

4) 재식밀도 : 60 x 25cm

나. 결과 및 고찰

1) 4월 12일 파종의 경우 수원19호의 포장발아율을 priming에 의하여 발아속도는 다소 빨랐으나 포장발아율은 차이가 없었다(그림 3-4). 그러나, GCB 70의 경우 priming 처리는 발아속도도 빠르고, 포장발아율도 높았다.

2) 4월 12일 파종에서 초장은 두 품종 모두 priming의 영향이 없었다(그림 3-4).

3) 5월 7일 파종의 경우 4월 12일 파종과는 달리 두 품종 모두에서 priming 처리효과가 포장발아율에 대한 영향이 없었다(그림 3-5).

4) 이는 이 시기에 실내 실험의 경우와 같이 발아에 필요한 대기의 평균 기온이 충분히 높기 때문인 것으로 사료된다

5) 수량구성요소 및 수량은 파종기에 관계없이 priming 처리 유무 간에 차이가 없었다.

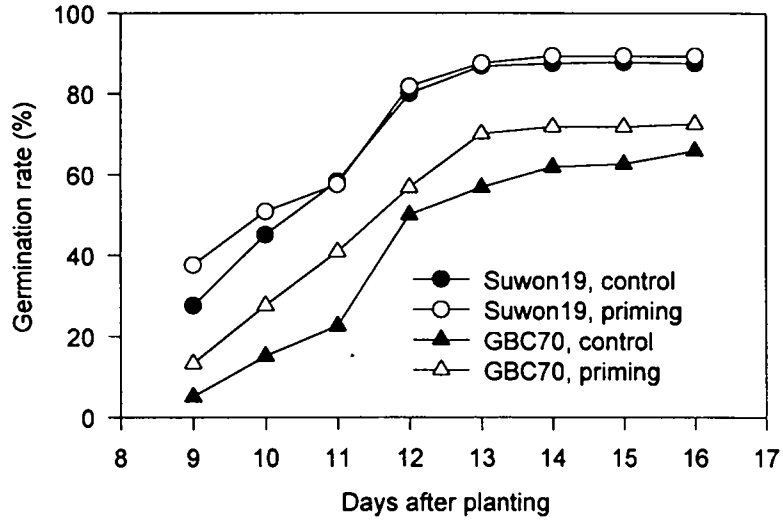

Fig. 3-4. Seedling emergence rate of primed seed at April 12 planting

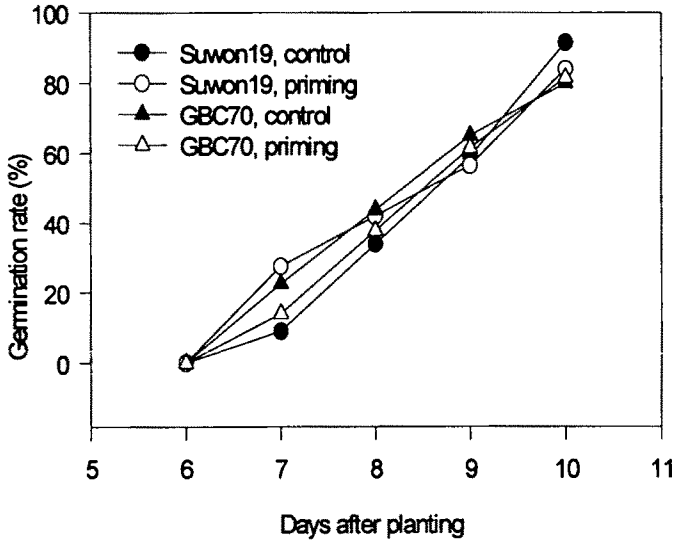

Fig. 3-5. Changes in plant height at April 12 planting

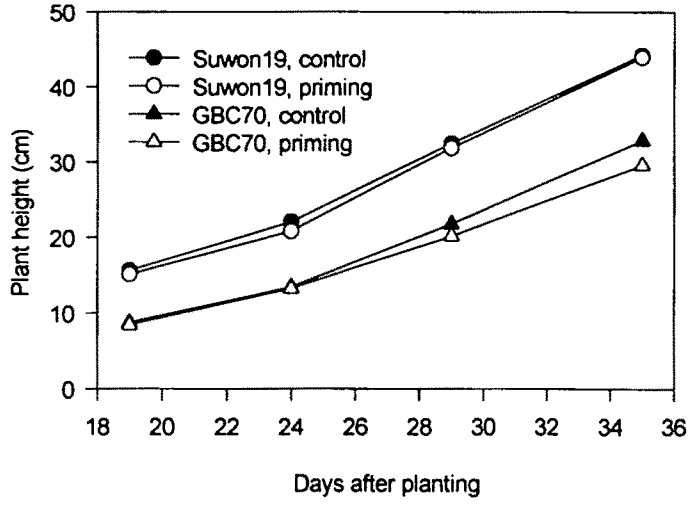

Fig. 3-6. Seedling emergence rate of primed seed at May 15 planting

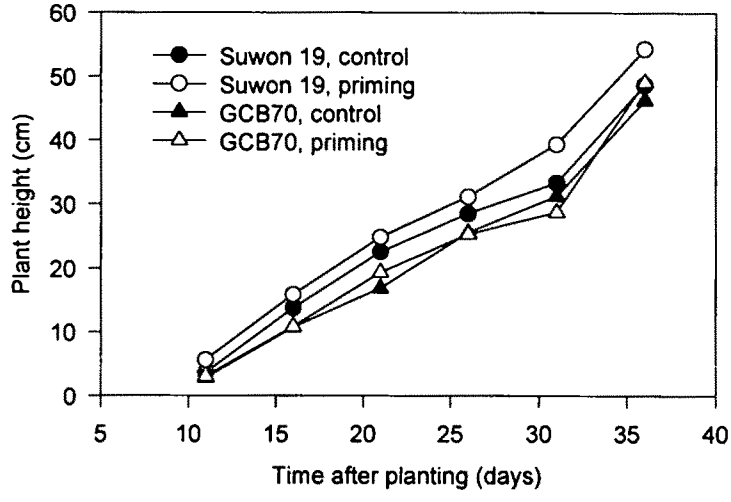

Fig. 3-7. Changes in plant height at May 15 planting.

Table 3-14. Yield and yield components affected by priming treatment at two different planting dates.

Cultivar	Planting date	Treatment	No/cob	100 grain wt. (g)	yield (kg/10a)
Suwon 19	Apr. 12	Control	392a	32.1a	733a
		Priming	375a	33.3a	746a
	May 7	Control	419a	31.1a	802a
		Priming	398a	31.7a	773a
GCB 70	Apr. 12	Control	320a	17.4a	231a
		Priming	333a	17.8a	283a
	May 7	Control	296a	17.2a	277a
		Priming	301a	18.5a	311a

결 과 요 약

1. 옥수수 종자의 priming 처리를 위한 조건은 PEG를 이용한 osmoconditioning의 경우 -1.2 MPa, 25 ℃에서 48시간 처리하는 것이 효과적이었다.
2. 발아율이 높은 건전 종자의 경우 priming 처리 방법에 따른 효과는 발아율은 차이가 없으나 T_{50} (50%발아되는데 소요되는 시간)을 감소시켰다. 그러나 hardening은 효과가 없었다.
3. Priming처리 효과는 본 실험에 이용된 모든 품종에서 T_{50}을 감소시키는 것으로 나타났으며 특히 저온발아조건에서 그 효과가 컸다. 또한 단옥수수 품종군에서 그 효과가 큰 것으로 나타났다.
4. 인위노화되었거나 자연노화된 옥수수종자의 경우 priming처리를 할 경우 발아율이 높아지고 T_{50} 도 감소시켰다.
5. 불량 환경에서 발아할 때 저온조건에서는 priming효과가 있었으나 토양수분 차이에 따른 priming효과는 없었다.
6. 25℃에서 priming 처리를 할 때 sucrose의 함량이 감소하고, glucose의 함량은 증가하였다. 또한 amylase 활성이 크게 증가하는 것으로 나타났다.
7. priming처리 과정 중 전체 배의 크기는 큰 변화가 없었으나 분화된 잎의 수가 증가한 것으로 보아 priming 효과는 종자내의 amylase의 활성 증가와 배의 발달과 밀접한 관계가 있는 것으로 보인다.
8. 옥수수 발아에 미치는 priming효과와 식물호르몬의 복합처리효과를 구명하고자 실험을 수행한 결과 IAA, GA 100ppm 농도에서 발아촉진 효과가 있었으며 특히 저온발아조건에서, 수원19호보다는 단옥수수에서

그 효과가 뚜렷하였다.

9. Priming처리된 종자를 저온 (-10℃, 4℃) 저장할 경우 9개월까지는 그 처리효과가 지속되는 것으로 나타났으며 수원 19호의 경우 상온저장(20℃)은 발아율을 감소시켰다.

10. 포장실험 결과 priming처리된 종자는 조기파종의 경우 입묘율을 향상시켰으나 만기파종은 그 효과가 없었으며, 생육 및 종실수량에서는 priming 처리 효과가 나타나지 않았다.

제 4 장 담배 및 참깨

산업이 발달함에 따라 농업 노동력의 감소와 노동임금은 급격한 상승으로 인하여 농작업의 생력화가 절실히 요구되고 있다. 또한 농업도 이제 국제경쟁 시대에 들어서 가능한 최소의 비용으로 최대의 수확과 품질을 얻을 수 있는 기술적인 향상이 우리의 중요한 과제라고 할 수 있다. 농업의 생력화를 위해서는 농작업의 기계화가 필수적이며, 종자의 발아촉진이나 육묘기간의 단축 등을 통하여 농작업의 비용을 낮추는 일도 매우 중요한 일이다.

담배와 참깨는 종자가 매우 미세한 작물로서 특히 담배의 경우 그 육묘과정이 파종 → 솎음 → 가식 등의 복잡한 과정을 모두 사람의 노동력을 이용하여 수행되고 있으며 이러한 과정은 좀처럼 생력화되지 않고 있는 실정이다. 이것은 담배종자가 극히 미세하여 기계로 파종하기가 어렵기 때문에 모래와 혼합하여 육묘상에 흩어 뿌리게 되고, 발아 후에는 묘의 간격을 고르게 하기 위하여 몇 번 솎아준 후 일정한 크기로 생육하면 Pot에 가식하는 과정이 필요하기 때문이다. 또 야화병을 피하기 위하여 파종을 2월 중순경에 일찍 실시하기 때문에 발아온도가 낮아 발아기간이 길고 파종상 관리에서도 세심한 주의가 필요하다. 이렇게 복잡하고 노동력이 소요되는 담배육묘 과정을 생력화 하기 위해서는 최소한 가식상에 바로 직파할 수 있고 저온에서 발아기간을 단축시킬 수 있어야 한다. 2월 중순경에 파종된 담배종자는 이중비닐하우스에서 보온처리를 하여도 발아기간이 약 2주 정도 걸리며 이 동안에 육묘상관리와 보온작업에 많은 노동력이 소요된다. 따라서 발아기간이 짧고 균일하다면 반드시 온도가 낮은 시기에 일찍 파종하지 않아도 될 것이다. 또 종자를 pelleting하여 가식상에 직접파종 한다면 담배종자 육묘과정은 매우 생력화될 것이다. 참깨종자도 종자의 크기가 작

아 파종작업이 어렵고 토양의 미세한 환경에서도 영향을 받아 입묘율을 확보하기가 어려울 뿐만 아니라 파종 및 솎음작업을 해야하는 비능률적인 작업을 수행하고 있는 실정이다. 본시험에서는 담배 및 참깨종자를 파종 전에 priming 처리하여 저온에서 발아기간을 단축할 수 있는 방법에 대하여 연구하였고 priming 처리된 담배 및 참깨종자를 pelleting 하여 발아에 미치는 영향을 아울러 조사하였다.

< 담배 >

제 1 절 담배 종자의 최적 water potential 처리 수준 탐색

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : KF109

2) 처리내용

가) PEG 8000 용액을 이용하여 0.1 MPa 간격으로 -0.1에서 -1.0 MPa의 water potential(이하 WP) 용액을 만듬

나) 여지에 PEG 용액을 흡수토록 하고 여지 위에 종자를 파종하여 25℃ 항온 실에 두면서 WP별로 매일 발아 조사

다) 이때 발아가 안 되는 WP 수준을 적정 WP로 인정

나. 결과 및 고찰

1) 담배 종자를 PEG 8000의 WP별로 조정된 용액으로 파종하여 25℃에서 12일 후에 누적발아율을 조사한 결과는 그림 4-1과 같다.

2) PEG 용액의 WP이 낮을수록 발아율이 낮아졌으며, -0.8 MPa 일 때 발아가 되지 않아 -0.8 MPa을 담배 종자 priming을 위한 적정 WP로 선정하였다.

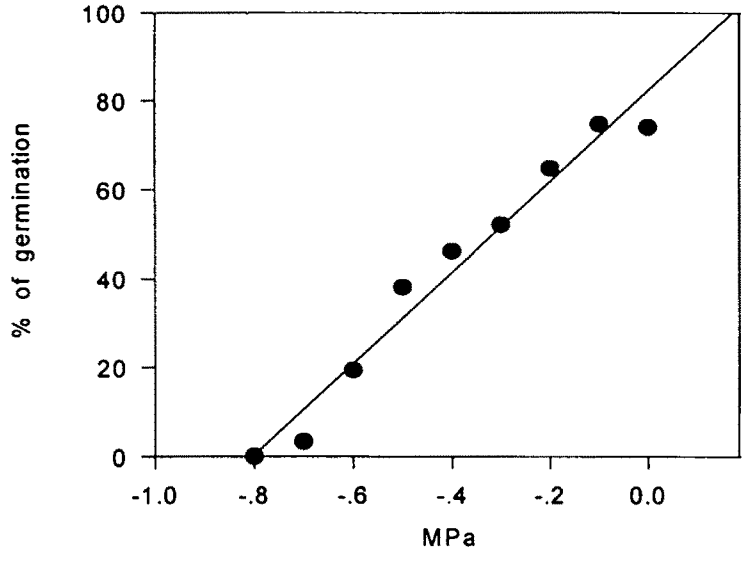

Fig. 4-1. Germination percentage of tobacco seeds in various water potential controlled by PEG 8000 solution (12 days after planting at 25℃).

제 2 절 Priming 방법과 적정 처리온도 및 기간

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) Priming 방법

가) Osmoconditioning

(1) 적정 WP(-0.8 MPa)의 PEG 8000 용액을 Hoffman 발아용 plastic 용기(11x11x4cm)에 담고, 여지로 bridge를 만들어 PEG 용액이 여지에 확산되게 한 후 종자를 여지 위에 치상하여 priming 처리

(2) Priming 온도는 15, 20, 25℃, 처리기간은 1, 2, 3, 5, 10, 15일

(3) 발아조사는 15, 20, 25℃ 온도에서 실시

나) Matriconditioning

(1) 고체 매개체인 perlite 분말(200 mesh)에 0.1M KNO_3, 0.3M KNO_3 및 증류수를 첨가하여 수분함량이 각각 60, 70, 80, 90, 100%가 되도록 혼합하여 perlite를 이용한 matriconditioning 재료를 만듬

(2) 위의 perlite를 이용한 matriconditioning 재료 : 종자의 비율이 2 : 1이 되도록 혼합하여 25℃에서 3-7일간 priming 처리함

(3) 발아조사는 15, 25℃에서 실시함

다) Hydropriming

(1) Fujikura 등(1993)의 방법으로 종자를 처음에 증류수에 일정시간 침지한 후 다시 약 100%의 상대습도 환경에 둠

(2) 담배 종자를 25℃에서 0. 1, 2, 3, 4, 5, 6 시간 침지 후 종자

표면의 물기를 제거한 후 베노밀로 종자를 분의소독하고 RH 100%에 15일간 incubation

(3) Priming 후 종자를 다시 건조시킨 후 15, 20℃에서 발아검사

나. 결과 및 고찰

1) Osmoconditioning

가) Priming 온도(15, 20, 25℃)는 높을수록 발아속도가 빨라졌다.

나) 15, 20, 25℃에서 priming된 담배종자를 15, 20, 25℃에 치상시켰을 때 발아온도가 낮을수록 발아속도 촉진효과를 나타내었다 (그림 4-2, 4-3).

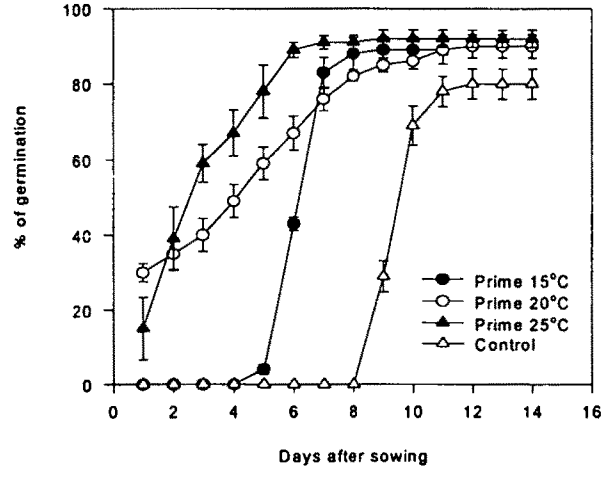

Fig. 4-2. Effect of priming temperatures on the germination of tobacco seeds at 15℃.

다) Priming 기간이 길수록 발아속도가 빨랐으며, 발아균일도

(발아율이 10%에서 90%까지 될 때까지의 소요기간)는 priming 기간이 길수록 떨어졌다(그림 4-4).

라) 발아균일도를 높이면서 발아속도를 촉진하는 priming 기간은 약 8일 이었다.

마) 담배 종자의 priming에 알맞은 조건은 WP -0.8 MPa, 25℃에서 약 8일간 처리하는 것이었다.

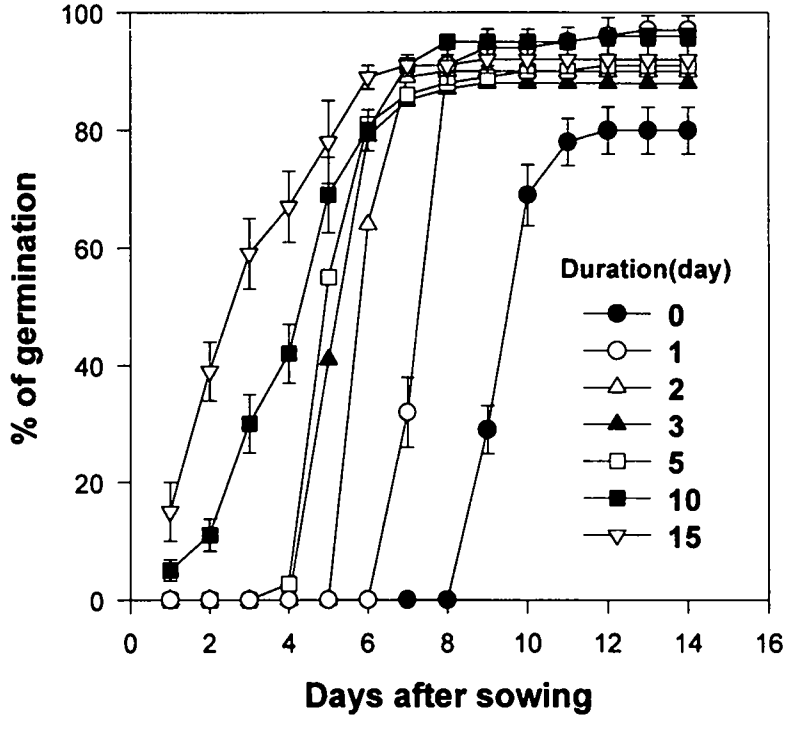

Fig. 4-3. Effect of priming durations on the germination of tobacco seeds primed at 25℃ and germinated at 15℃.

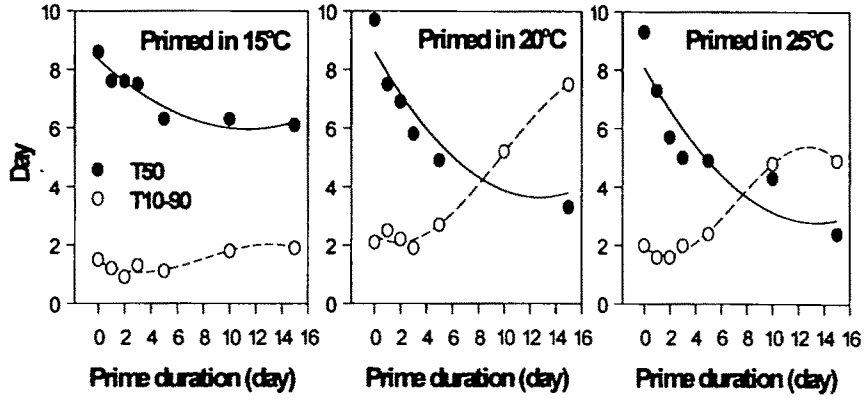

Fig. 4-4. Relationship between T50 and germination uniformity(T10-90) depending on priming temperatures and durations of tobacco seeds when germinated at 15℃.

2) Matriconditioning

가) SMP(solid matrix priming) 재료선발

(1) SMP 처리에 적합한 매개체(carrier) 물질은 흡수력이 강하고 물과 혼합하여도 잘 부스러지는 성질(friableness)과 priming 후에 종자와 분리가 쉬운 물질이어야 한다.

(2) 몇 가지 가능한 물질에 대하여 이러한 성질을 검토한 결과 perlite, sawdust, peatmoss 및 agro-lig 중 perlite가 가장 우수하였다.

나) SMP 처리와 발아촉진 효과(표 4-1)

(1) 모든 처리에서 priming 처리기간이 길수록 발아율이 낮아졌다.

(2) Perlite에 첨가한 재료간에는 H_2O, KNO_3 0.1M, KNO_3 0.3M 처리순으로 priming 기간이 길어질수록 발아율이 떨어졌다.

(3) Priming한 상대습도간에는 발아율의 차이가 크지 않았다.

Table 4-1. Germination percentage of tobacco seeds after SMP at 25℃, and germinated at 15℃.

Days of SMP	H_2O (%)					KNO_3(0.1M) (%)					KNO_3(0.3M) (%)				
	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100
0					82.7					88.0					84.7
1	94.7	92.7	95.3	96.0	94.7	93.3	92.0	94.7	96.7	89.3	92.7	96.7	98.7	93.3	94.0
2	93.3	89.3	94.0	92.0	96.0	95.3	94.7	94.0	91.3	94.0	98.0	92.7	95.3	97.3	94.7
3	78.7	82.7	61.3	64.0	71.3	92.7	95.3	96.0	97.3	90.7	94.7	92.7	96.0	95.3	94.0
4	-	-	-	-	-	94.0	89.3	94.0	93.3	92.0	94.7	95.3	98.0	94.7	97.3
5	-	-	-	-	-	86.7	89.3	82.0	-	-	94.0	94.7	94.0	94.7	91.3
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91.3	96.7	92.0	88.0	88.7
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94.0	93.3	90.7	89.3	87.3

다) Hydropriming

(1) 종자를 물에 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6시간 침지한 후에 RH 100% 환경에 둔 결과 침지시간을 길게 할수록 발아속도가 빨라졌고, 발아균일도는 3시간 이상의 침지 처리에서는 떨어졌다.

(2) 이 방법은 처리가 간편하고 경제적이긴 하나 처리 중 부패의 위험이 있고, 보관상태에 따라 급격히 종자가 퇴화할 우려가 있기 때문에 위험부담이 따른다(표 4-2).

Table 4-2. Hydropriming effect of tobacco seeds on germination, T_{50} and germination uniformity(T_{10-90}) when germinated at 15℃.

DAP	Soaking time (hr)							
	0*	0**	1	2	3	4	5	6
1	0	0.7	0	2.0	9.3	0.7	2.7	18.0
2	0	10.1	13.0	21.3	54.0	35.3	40.0	78.7
3	0	42.0	58.0	69.3	85.3	72.0	76.0	86.7
4	0	79.3	86.7	85.3	91.3	80.7	87.3	88.7
5	0	87.0	95.3	89.3	94.0	83.3	92.0	92.0
6	0	92.0	98.0	93.3	94.7	85.3	92.0	92.7
7	0	92.0	98.7	94.0	95.3	88.0	95.3	94.0
8	18.7	92.0	98.7	95.3	95.3	88.0	95.3	94.7
9	79.3	92.0	98.7	95.3	95.3	88.0	95.3	94.7
10	81.3	92.0	98.7	96.3	95.3	88.0	95.3	94.7
T_{50} (day)	8.4	3.1	2.8	2.6	1.9	2.2	2.2	1.5
T_{10-90} (day)	1.5	2.5	2.5	2.7	2.1	2.6	2.7	2.3

* ; No soaked and no incubated at 100% RH
** ; No soaked but incubated at 100% RH

제 3 절 담배 품종의 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : KF109, KF113, KB101, NC82, Burley21

2) Priming 방법 : PEG 8000의 -0.8 MPa, 25℃에서 8일간 처리

나. 결과 및 고찰

1) 담배 품종을 황색종 3개 품종, Burley종 2개 품종을 priming 하여 그 효과를 검정한 결과는 그림 4-5와 같다.

2) 어느 품종에서나 priming한 종자는 무처리 종자보다 발아 발아속도가 빨랐다. 발아율이 높았던 KF113과 KB101은 priming 처리로 더 이상 발아율이 향상되지 않았으나 발아율이 낮았던 KF109, NC82, Burley21은 priming에 의하여 발아율이 10-20% 향상되었다.

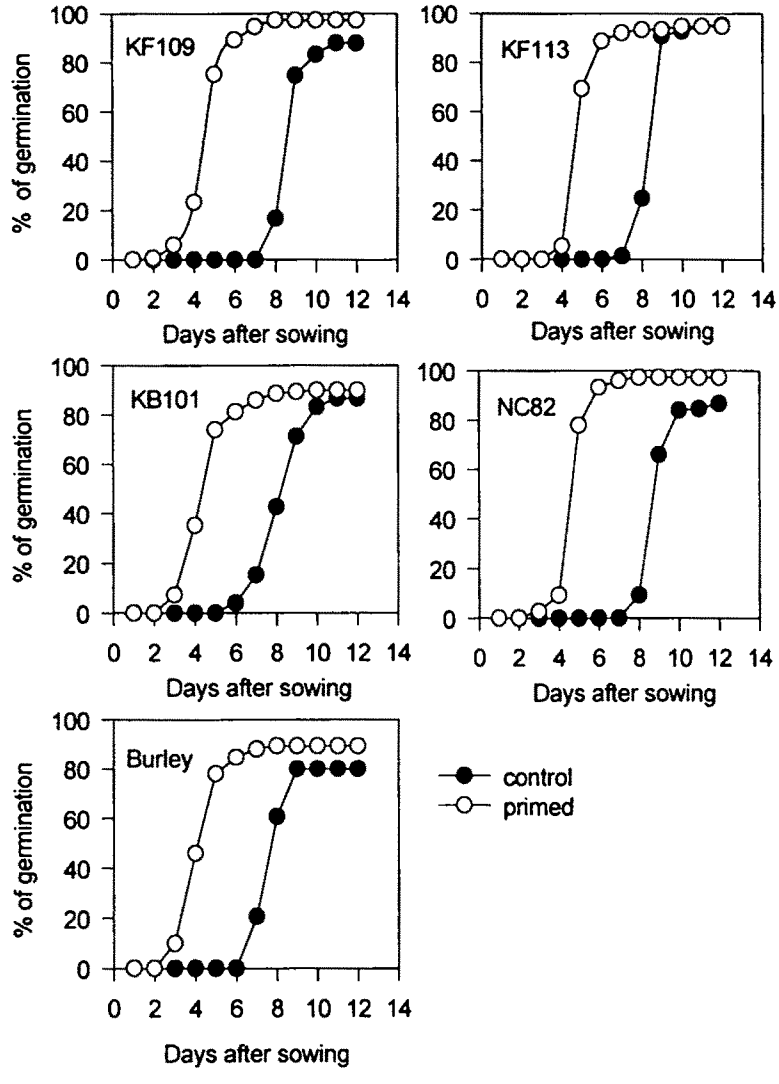

Fig. 4-5. Cumulative percent germination of five tobacco variety seeds primed -0,8 MPa PEG solution.

제 4 절 인위적 노화정도에 따른 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 인위노화 방법

가) Glycerol-water 혼합용액으로 밀봉된 용기내(desiccator)의 상대습도(RH)를 80, 100%로 만들고, 이 용기에 종자를 넣어 45℃ incubator에 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 일간 둠

나) 처리 후 자연건조시킨 후 냉장보관

3) 인위노화 종자의 priming 방법 : 인위노화 처리된 종자를 -0.8 MPa PEG 8000 용액, 25℃에서 8일간 처리

나. 결과 및 고찰

1) 인위노화 처리는 8일까지는 발아율이 변하지 않았으나 10일 이상 처리하면 처리기간이 길어질수록 발아율이 급격히 떨어졌다(그림 4-6).

2) 인위노화처리로 발아율이 낮아진 종자를 priming 처리하면 발아율은 향상되지 않았으나 발아속도가 빨라졌다(그림 4-6 검은 심블).

3) 인위노화 처리된 종자를 priming 하여 파종하였을 때 저온발아환경(15℃)에서 발아했을 때 고온발아환경(25℃)에서 발아했을 때 보다 발아속도의 회복에서 효과가 컸다(그림 4-6, 7).

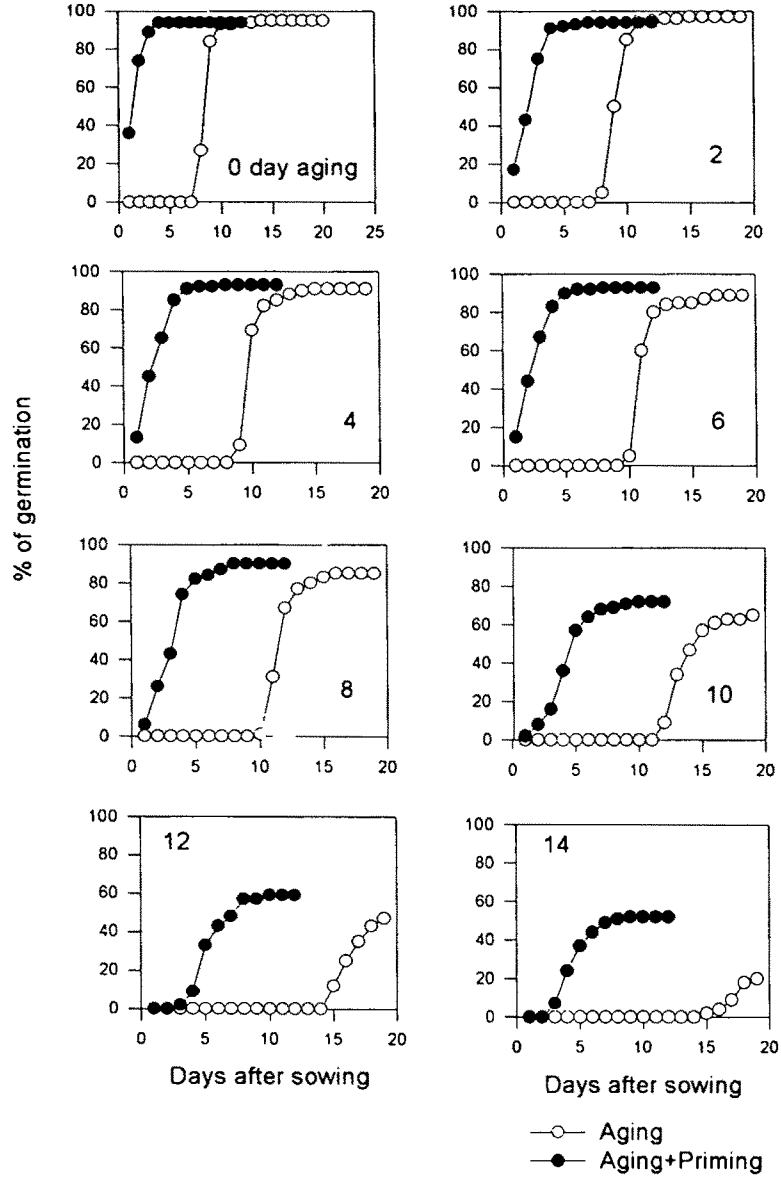

Fig. 4-6. Priming effect of arificially aged tobacco seeds germinated at 15℃

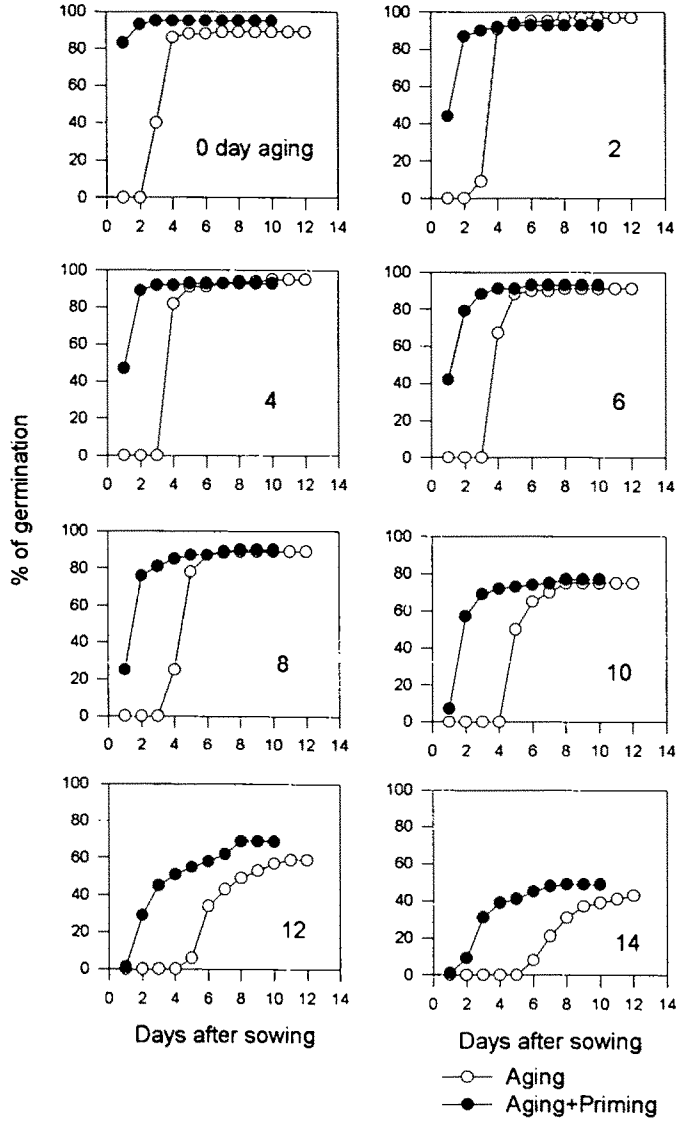

Fig. 4-7. Priming effect of artificially aged tobacco seeds germinated at 25℃

제 5 절 자연노화 종자의 priming 처리효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 처리내용

가) 담배 종자를 상온에 보관하면서 자연노화시키고, 이를 priming 처리하여 발아능력의 회복을 조사

나) Priming 처리 : -0.8 MPa PEG 8000 용액(25℃)에서 8일간 처리

나. 결과 및 고찰

1) 담배 종자를 상온에서 보관했을 경우 8개월 동안 약 10%의 발아율 감소가 있었고, 무처리 종자와 priming 종자의 발아율 감소 정도는 비슷하였다(그림 4-8 윗 그림).

2) 발아속도는 priming한 종자가 무처리 종자보다 빨랐다.

3) 저장기간이 길수록 무처리 종자는 T_{50}이 급히 상승하여 발아속도가 늦었으나 priming한 종자는 완만하게 상승하여 priming처리 효과를 확인할 수 있었다(그림 4-8 아랫 그림).

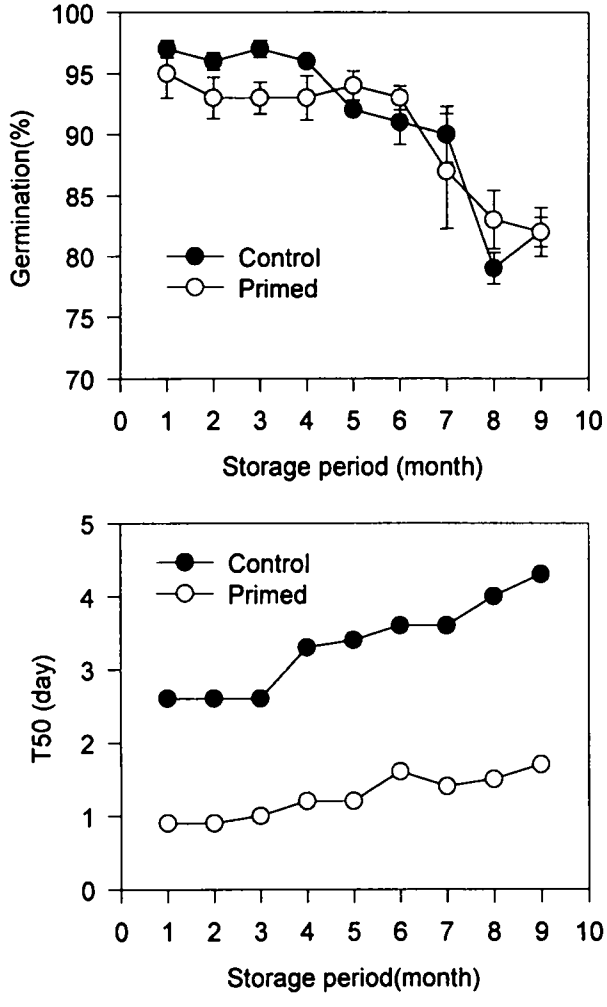

Fig. 4-8. Germination percentage and T50 of tobacco seeds stored under the natural conditions and primed in -0.8 MPa PEG solution.

제 6 절 Priming 처리종자의 발아불량 환경에서의 발아력

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 불량환경 처리

가) 발아에 불량한 토양수분은 pressure plate apparatus를 이용하여 ceramic plate 상에서 -0.005, -0.01, -0.05, -0.1, -0.5 MPa에 해당하는 토양수분에서 4일간 수분의 평형이 이루어진 후에 토양을 채취하여 시험에 이용

나) 이때 토양수분 함량은 무게비율로 환산하면 각각 31.4, 26.1, 16.1, 13.4, 11.2% 였음

3) Priming 처리 및 발아 검정 : -0.8 MPa PEG 8000 용액(25℃)에서 8일간 처리한 후 15 및 25℃에서 발아 검정

나. 결과 및 고찰

1) 25℃에서 담배종자의 토양수분 함량별 발아에서 priming 처리된 종자가 발아속도가 현저히 빨랐으며, 토양수분 -0.05 MPa 에서 priming 처리된 종자가 무처리 종자보다 발아속도 및 발아율에서 월등하였다 (표 4-3).

2) 15℃에서 -0.1 MPa까지 어느 토양수분에서나 priming한 종자가 무처리 종자보다 발아속도는 빨랐으나 최종 발아율은 현저히 낮았다 (표 4-4).

3) 표 4-3 및 4-4에서 볼 때 토양온도에 따라 발아에 가장 적합한 토

양수분이 달라지는 것으로 보이며, 특히 priming된 담배종자는 토양수분과 온도에 민감한 것으로 판단되었다.

4) Priming 처리는 특히 저온에서 발아 속도를 향상시키는 것으로 나타났다(표 4-4)

Table 4-3. Germination percentage and T50 of primed tobacco seeds germinated at different soil moisture levels at 25℃.

DAP	Soil moisture(MPa)									
	-0.005		-0.01		-0.05		-0.1		-0.5	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	31	0	40	0	35	0	11	0	0
3	0	58	0	77	0	80	0	44	0	0
4	81	58	79	77	62	85	63	60	0	0
5	86	58	82	77	74	90	75	67	0	0
6	86	58	82	77	74	90	75	67	0	0
7	86	58	82	77	74	90	75	67	0	0
T50	3.5	2.0	3.5	2.0	3.6	2.2	3.6	2.7	-	-

DAP; Days after planting, C; Control, P; Primed

Table 4-4. Germination percentage and T50 of primed tobacco seeds germinated at different soil moisture levels at 15℃.

DAP	Soil moisture(MPa)									
	-0.005		-0.01		-0.05		-0.1		-0.5	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	3	0	4	0	3	0	0
4	0	10	0	10	0	11	0	4	0	1
5	0	14	0	20	0	15	0	10	0	1
6	0	14	0	33	0	20	0	12	0	1
7	0	14	0	36	0	29	0	18	0	1
8	0	14	1	39	0	31	0	35	0	1
9	18	15	16	39	0	31	2	43	0	1
10	44	15	63	39	31	31	33	43	0	1
11	64	15	78	39	58	31	55	43	0	1
12	64	15	79	39	60	31	57	43	0	1
T50	9.5	3.7	9.5	4.9	10.0	6.8	9.9	7.2	-	-

DAP; Days after planting, C; Control, P: Primed

제 7 절 종자 priming시 주요 성분 변화

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 주요성분 분석방법

가) α-amylase 활성

(1) Priming 처리 및 무처리 담배종자 0.2g을 증류수로 흡습된 여지 위에 치상하여 25℃에서 24시간 흡수시킴

(2) 10ml의 0.2M phosphate buffer(pH 7.5)을 가하여 유발에서 마쇄, 4℃의 원심 분리기에서 15,000 x g로 30분간 원심분리한 후 그 상등액을 취하여 시료로 이용

(3) 이를 Shuster 등(1962)의 방법으로 감자전분을 기질로 하고 iodine solution으로 발색

(4) 620nm의 spectrophotometer에서 흡광도를 측정하여 amylase 활성을 unit로 나타냄

나) Sugar 함량 분석

(1) Amylase 활성조사에서 사용한 동일 시료를 농황산으로 분해한 후 phenol로 발색하여 420nm의 spectrophotometer에서 흡광도를 측정

다) Amino acid 함량 분석

(1) Glycine을 표준으로 하고 potassium, methylcellosolve 및 ninhydrin이 혼합된 시약으로 발색하여 570nm에서 흡광도를 측정

라) 무기성분 누출 조사

(1) 인위노화 및 priming 처리된 종자 0.2g을 20ml 증류수에 5시간 침지

(2) 종자를 물에 침지하여 종자 내의 물질이 증류수에 누출되도록 하고, Whatman filter paper No. 2를 이용하여 여과한 후 여과된 용액내의 무기성분 누출 량을 ICP-AES(Varian Liberty Series II)로 분석

나. 결과 및 고찰

1) α-amylase 활성

가) 15℃ 및 25℃에서 0, 1, 2, 3, 5, 10, 15일간 각 priming 처리된 종자를 25℃에서 24시간 수분흡수 시킨 후 효소를 추출하고, α-amylase 활성을 조사한 결과는 그림 4-9와 같다.

나) 25℃에서 priming 처리된 종자는 priming 처리 5일째부터 10일까지 α-amylase 활성이 현저하게 높아졌으며, 그 이후에는 변화가 없었다.

다) 한편 15℃에서 priming 처리된 종자는 처리기간에 따른 효소활성의 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았다.

라) 이러한 효소활성의 변화는 priming 종자의 발아촉진 효과와 매우 밀접한 관계를 보이고 있으며, priming 처리로 인하여 종자 내부에서 생리적으로 발아에 필요한 대사작용이 활발하게 일어나고 있다는 것을 의미한다.

마) 15℃에서 priming한 것보다 25℃에서 priming한 것이 priming 효과가 크다는 결과와, 효소활성에서도 15℃에서보다 25℃에서 priming한 종자에서 효소활성이 크다는 결과가 일치하였다.

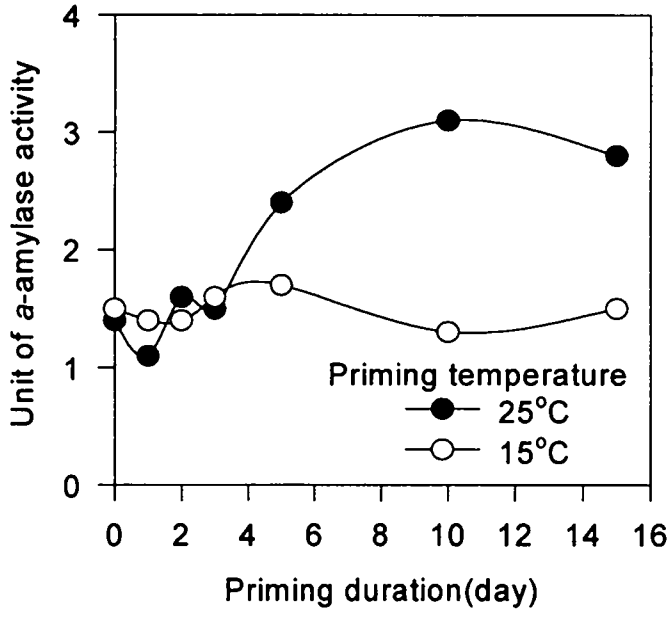

Fig. 4-9. Changes in α-amylase activity in tobacco seeds primed at 15 and 25℃.

2) Total amino acid 변화(그림 4-10)

가) 아미노산의 함량은 amylase 활성과 매우 흡사한 양상이었다.

나) 25℃에서 priming 처리된 종자는 처리기간이 길수록 아미노산의 함량이 현저하게 증가하였지만, 15℃에서 처리된 종자는 아미노산 함량의 변화가 뚜렷하지 않았다.

다) 따라서 15℃보다 25℃에서 priming 하는 과정에서 단백질 분해 등의 대사작용이 더욱 활발하게 일어난다고 볼 수 있다.

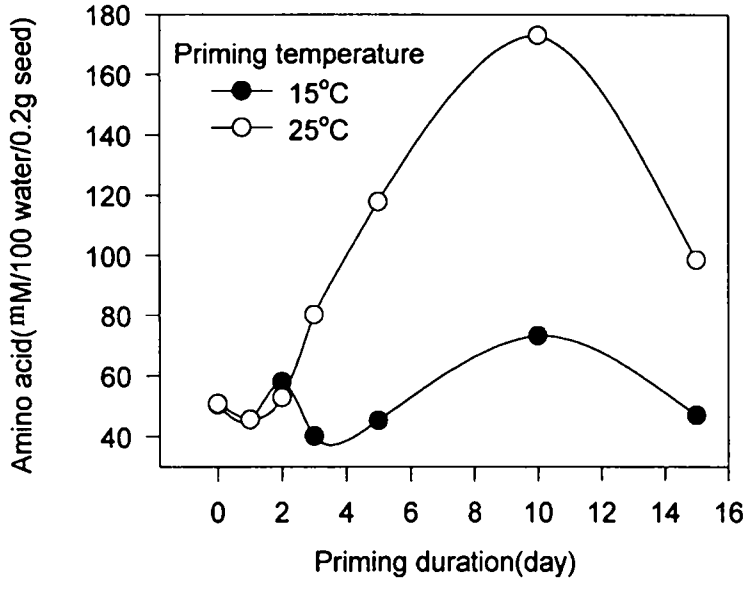

Fig. 4-10. Changes in total amino acids in tobacco seeds primed at 15 and 25℃.

3) Total sugar 변화

가) 동일 시료를 이용하여 전당을 측정한 결과 amylase나 아미노산과 마찬가지로 priming 온도가 높을 때, 처리기간이 길어짐에 따라 전당 함량이 높았다(그림 4-11).

나) 전당 함량의 증가는 priming 기간동안 탄수화물이 분해되면서 더욱 활발한 대사작용이 일어남을 나타내며, 이는 적온에서 저온보다 현저하였다.

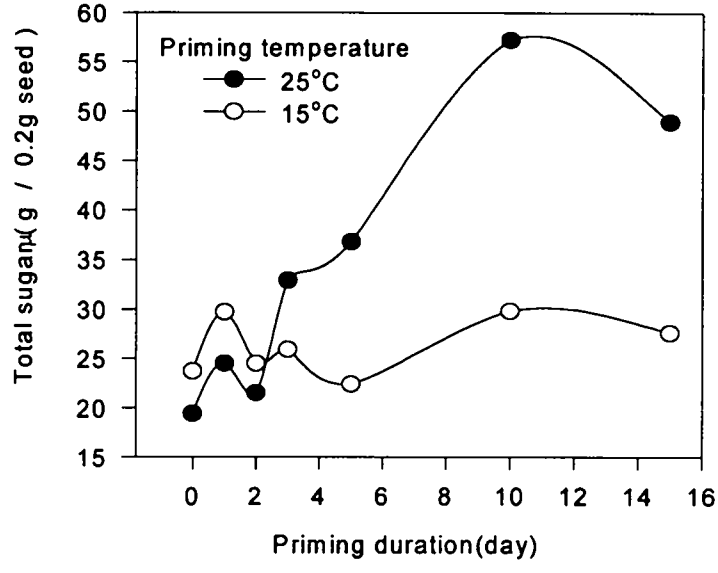

Fig. 4-11. Changes in total sugars in tobacco seeds primed at 15 and 25℃.

4) 무기성분 누출

가) Priming 처리된 종자와 인위노화 처리된 종자를 증류수에 침지하여 종자 내부에서 나오는 누출물의 무기성분을 분석한 결과는 그림 4-12과 같다.

나) Ca과 Mg은 priming 기간이 길어질수록 누출량이 증가하는 경향이나 priming 종자와 인위노화 종자간에 차이는 없었다.

다) K와 P는 priming한 종자보다 인공노화 종자에서 훨씬 더 많은 양이 누출되었다. 이것은 노화과정에서 종피 및 세포막의 파괴가 심하게 일어나고 있음을 나타내는데, 이러한 점이 노화처리와 priming 처리와의 차이로 볼 수 있을 것이다.

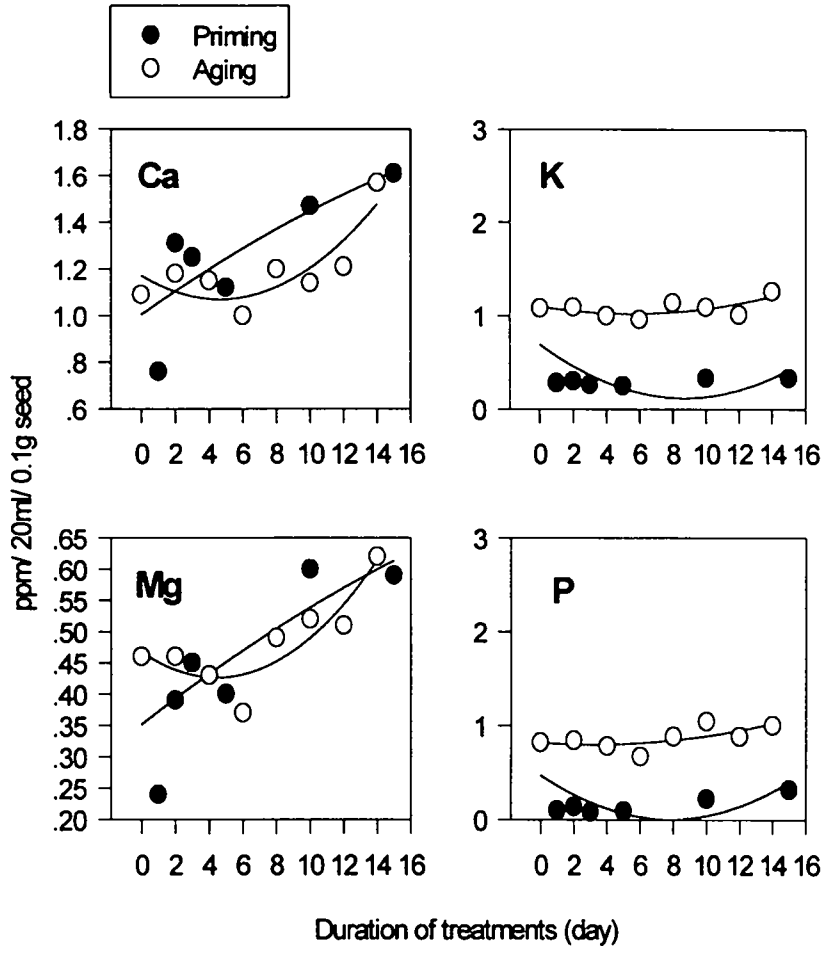

Fig. 4-12. Leakage of inorganic elements from primed and artificially aged tobacco seeds.

제 8 절 Priming 종자의 해부학적 변화

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 종자 검경 방법

가) 무처리 담배 종자와 -0.8 MPa PEG 용액을 이용하여 25℃에서 5, 10, 15일간 priming 처리된 담배 종자를 시료로 이용

나) Ethyl alcohol : acetic acid = 3 : 1 용액에서 12시간 고정시킨 후 동일시간 washing 시키고 탈수

다) Clearing, paraffining infiltration, embedding, sectioning, flattening, deparaffining 등의 과정을 거쳐 staining은 safranin 1% 용액에 24시간 처리한 다음 fast green 0.5% 용액에 다시 30-40초간 처리

라) 광학현미경(Olympus BHS) 하에서 200배 배율로 무처리 종자와 priming 된 종자의 배(embryo) 부위 변화를 관찰

나. 결과 및 고찰

1) 담배종자는 배유와 배를 함께 가지고 있는 종자로서, priming 종자와 priming 하지 않은 종자에서 배의 생장상태가 매우 달랐다.

2) 무처리 종자(사진 4-1, C)에서는 배를 둘러싸고 있는 배유가 매우 두꺼웠으며, 5, 10 및 15일간 priming하여 처리일수가 길어질수록 배가 뚜렷이 생장하고 배를 둘러싸고 있는 배유가 얇아짐을 수 있었다.

3) 특히 유근 쪽의 배유가 priming이 진행함으로써 얇아졌다.

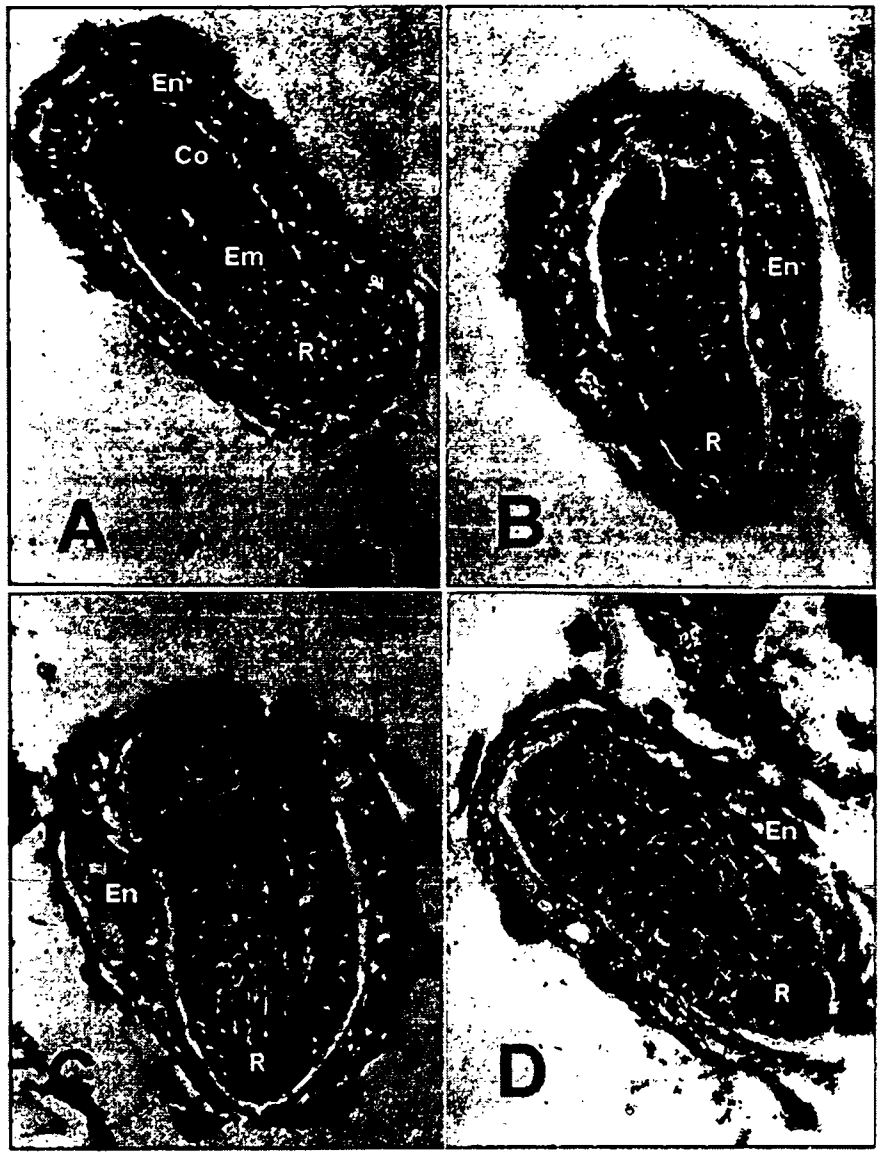

Photo. 4-1. Microscopic views of cross sectioned tobacco seeds at different durations of priming(x 200) (A: Non-primed, B: 5-day primed, C: 10-day primed, D: 15-day primed, En: Endosperm, Em: Embryo, Co: Cotyledon, R: Radicle).

4) 이러한 결과로 priming된 종자는 파종 후 바로 배는 배유를 뚫고 발아할 수 있으며, 무처리 종자는 장시간 두꺼운 배유를 소모한 후에 발아하는 것으로 생각된다.

제 9 절 Priming시 생장조절제 복합처리효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : KF109

2) 생장조절제 : gibberellin, IAA, kinetine

3) 생장조절제 농도: 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}M

4) 처리방법

가) 종자 priming 처리시 생장조절제를 priming 용액에 포함시켜 priming 처리

나) Piming 처리한 종자에 다시 생장조절제 처리

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리시 생장조절제 용액을 이용한 경우 GA 10^{-3} 처리에서 담배종자의 발아속도와 발아율이 향상되었다(표 4-5).

2) IAA 처리나 kinetin 처리에서는 PEG priming 처리와 그 효과가 대등하였다.

3) Priming 처리한 종자를 추가로 생장조절제를 처리했을 때에도 priming 처리 이상의 발아촉진 효과는 나타나지 않았다(표 4-6).

Table 4-5. Final germination and T50 of tobacco seeds after treatment of growth regulators with priming.

Treatment	Concentration (M)	Final germination (%)	T50 (day)
Control	0	80.0	3.1
Priming	0	92.0	1.5
GA+Priming	10^{-3}	97.3	0.9
	10^{-4}	96.7	1.3
	10^{-5}	86.7	1.4
	10^{-6}	96.7	1.4
	10^{-7}	90.7	1.5
IAA+Priming	10^{-3}	95.3	1.4
	10^{-4}	96.7	1.4
	10^{-5}	96.0	1.5
	10^{-6}	94.0	1.3
	10^{-7}	94.0	1.4
Kinetin+Priming	10^{-3}	92.0	1.5
	10^{-4}	92.0	1.4
	10^{-5}	90.7	1.4
	10^{-6}	91.3	1.4
	10^{-7}	93.3	1.4

Table 4-6. Final germination and T50 of tobacco seeds after treatment of growth regulators after priming.

Treatment	Growth regulator concentration (M)	Final germination (%)	T50 (day)
Control	0	84.0	3.5
Primed	0	90.7	1.6
Control and GA	0.01	94.7	2.5
Control and IAA	0.01	90.7	3.3
Primed and GA	0.01	89.3	1.5
Primed and IAA	0.01	78.7	2.2

제 10 절 Priming 처리종자의 저장방법

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 저장방법 및 발아 조사

가) 저장환경을 glycerol-water 혼합용액으로 RH 40, 60, 80%로 조절

나) 저장온도 5℃, 25℃에서 무처리 종자와 priming 처리 종자를 저장하면서 25℃에서 발아 조사

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리된 담배 종자는 무처리 종자에 비하여 저장기간 중 발아력이 떨어졌다(그림 4-14).

2) 상대습도 및 온도가 높을수록 종자의 노화가 가속화되었다(그림 4-13, 14).

3) 따라서 priming 종자는 반드시 낮은 습도(RH 40%) 및 저온에서 보관하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

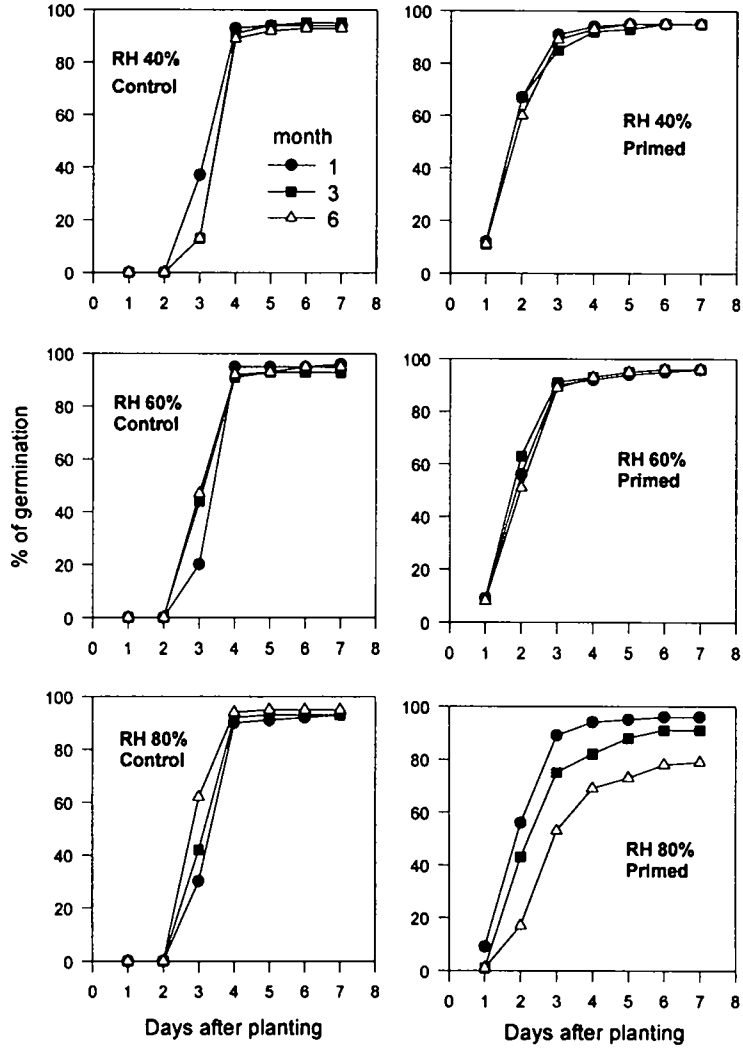

Fig. 4-13. Germination percentage of control and primed tobacco seeds after storage at RH 40, 60, 80% condition and 5℃ for 6 months.

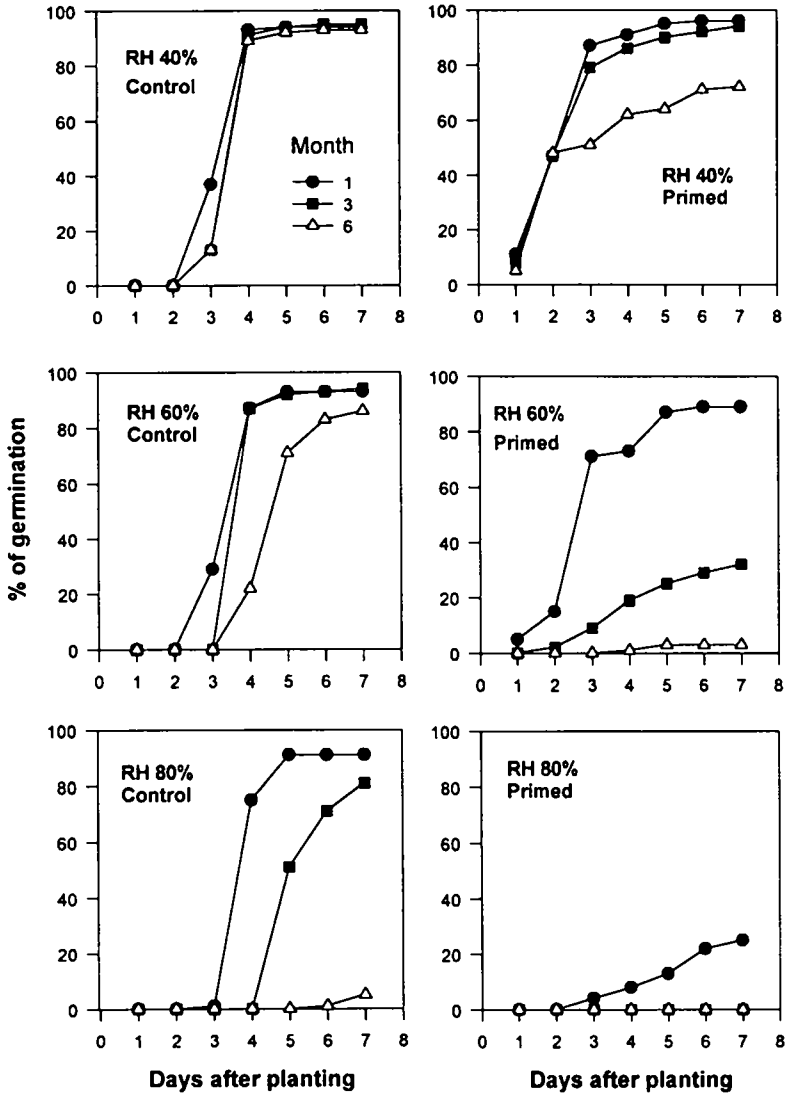

Fig. 4-14. Germination percentage of control and primed tobacco seeds stored at RH 40, 60, and 80% and 25℃ for 6 months.

제 11 절 포장상태에서의 priming 및 pelleting 처리효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: KF109

2) 종자처리 : 무처리, priming, 무처리+pelleting, priming+pelleting

3) 육묘방법 : 3 x 3 x 5cm 크기의 128개의 혈을 가진 plastic pot에 원예용 상토를 채우고, 각 혈당 1개의 종자를 1반복당 100립씩 4반복으로 파종

4) 조사내용 : 발아조사, 유묘생육 조사

5) 육묘상에서 육묘한 담배를 포장에 이식하여 생육조사 실시

나. 결과 및 고찰

1) 육묘시험

가) 그림 4-15 에서 보는바와 같이 무처리 종자보다 priming 종자에서 유묘 출현 속도가 현저히 향상되었다.

나) 무처리 종자를 pelleting(사진 4-2) 하였을 경우 유묘출현율이 현저히 저하되었다.

다) 그러나 priming된 종자를 pelleting 했을 경우 유묘출현 속도와 출현율이 현저하게 회복되었다.

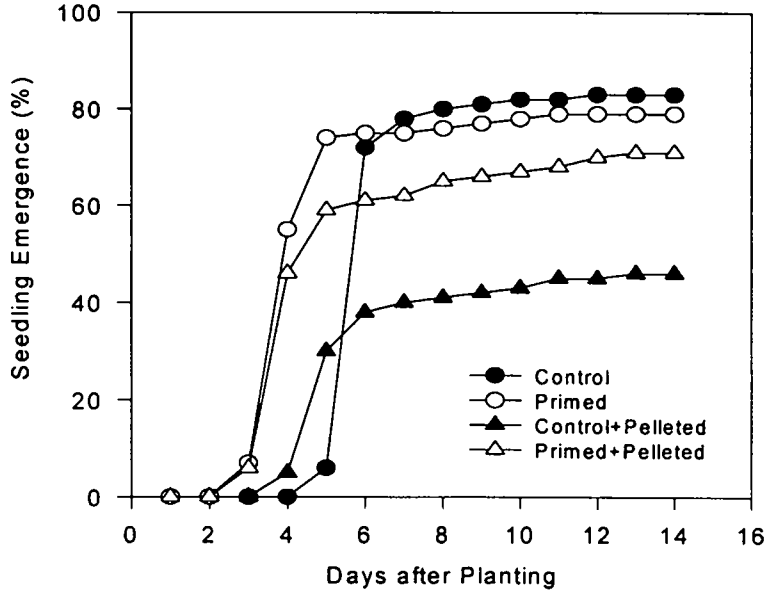

Fig. 4-15. Percentage seedling emergence of primed or pelleted tobacco seeds in seed bed.

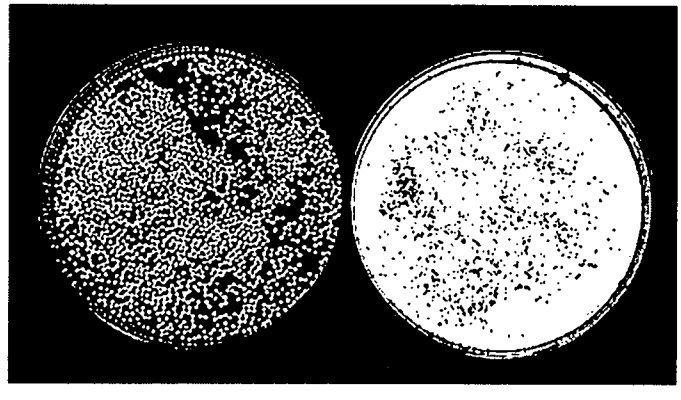

Photo. 4-2. Pelleted tobacco seeds (left) and naked seeds (right).

2) 유묘생육

가) Priming하지 않은 종자를 pelleting한 것은 발아가 늦어 생육이 부진하였다. 그러나 priming한 종자를 pelleting한 pelleting하지 않은 종자와 생육이 대등하였다(표 4-7).

Table 4-7. Fresh weight and number of leaf of tobacco seedlings in two months after sowing at seed bed.

Treatment	Fresh weight (g)	No of leaf
Control	0.6	4.7
Control + Pelleting	0.4	5.0
Primed	0.7	5.7
Primed + Pelleting	0.6	5.0

3) 포장 생육조사

담배종자를 포장에 이식 1 개월 후에 초장을 조사한 결과 표 4-8과 같다. 포장에서 무처리, 무처리+pelleting, primed, primed+pelleting 처리간에 생육은 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 육묘상에서 priming 한 종자를 pelleting 하여 파종의 생력화와 발아 및 입묘율을 높이는 것이 매우 중요하다고 생각된다.

Table 4-8. Tobacco plant growth from priming or priming and pelleting seeds in one month after transplanting in the field.(cv: KF109)

Treatment	Plant height (cm)
Control	52.4
Control + Pelleting	54.9
Primed	46.1
Primed + Pelleting	49.4

Table 4-9. Plant height, number of leaf and fresh weight of tobacco leaf at harvesting time. (cv: KF109)

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaf/plant	Fresh wt. of leaf/plant (g)
Control	150	15	200.4
Control + Pelleting	153	14	219.1
Primed	150	14	205.2
Primed + Pelleting	155	15	204.2

3) 포장실험 고찰

가) 무처리, 무처리+pelleting, primed, primed+pelleting 처리간에 포장생육에서는 큰 차이가 없었으며, 수확시의 초장이나 엽수 그리고 수확엽의 생중에서도 큰 경향을 나타내지 않았다.

(표 4-8, 9)

나) 담배종자는 미세하기 때문에 앞으로 파종의 생력화를 위하여 필연적으로 pelleting 해야할 것으로 판단되며, 따라서 pelleting 하

였을 때의 발아율 및 발아속도의 지연을 막고, 유묘의 생육을 촉진하기 위하여 종자를 반드시 종자를 priming 처리할 필요가 있다고 판단된다.

< 참깨 >

제 1 절 종자 priming을 위한 최적 water potential

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨

2) 처리방법

가) PEG 8000을 이용하여 water potential(WP)을 -0.1 MPa에서 -1.2 MPa까지 WP이 다른 용액을 만듬

나) 여지에 PEG 용액을 흡수토록 하고, 여지 위에 파종하여 25℃ 항온실에 두면서 WP별로 매일 발아 조사

다) 이때 발아가 안되는 WP 수준을 적정 WP로 인정

나. 결과 및 고찰

1) -1.1 MPa 에서 발아율이 0%로서 -1.1 MPa가 참깨 priming을 위한 적정 WP로 간주되었다(그림 4-16).

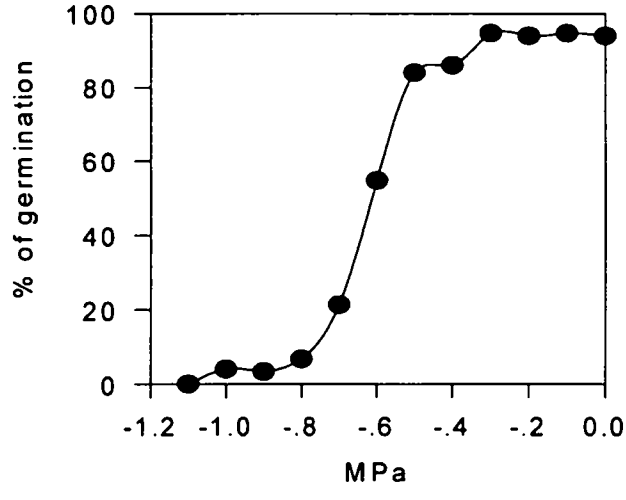

Fig. 4-16. Germination percentage of sesame seeds in various water potential controlled by PEG8000 solution (4 days after planting at 25℃).

제 2 절 적정 priming 온도 및 기간 탐구

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 안산깨

2) 처리방법 : PEG 8000의 -1.1 MPa에서 priming 온도를 15, 20, 25℃로 하고, 처리기간은 1, 2, 3, 5, 10, 15일

3) 발아율이 가장 높고 발아속도가 빠른 처리를 적정온도 및 적정기간으로 설정

나. 결과 및 고찰

1) 적정 온도

가) 발아온도 20, 25℃ 조건에서는 priming 처리온도간 발아속도 및 발아율에서 큰 차이가 없었다.

나) 발아온도 15℃ 조건에서는 15℃에서 priming 처리된 종자의 발아율이 우수하고 발아속도도 빨라, 참깨종자의 적정 priming 온도는 15℃로 평가되었다(그림 4-17).

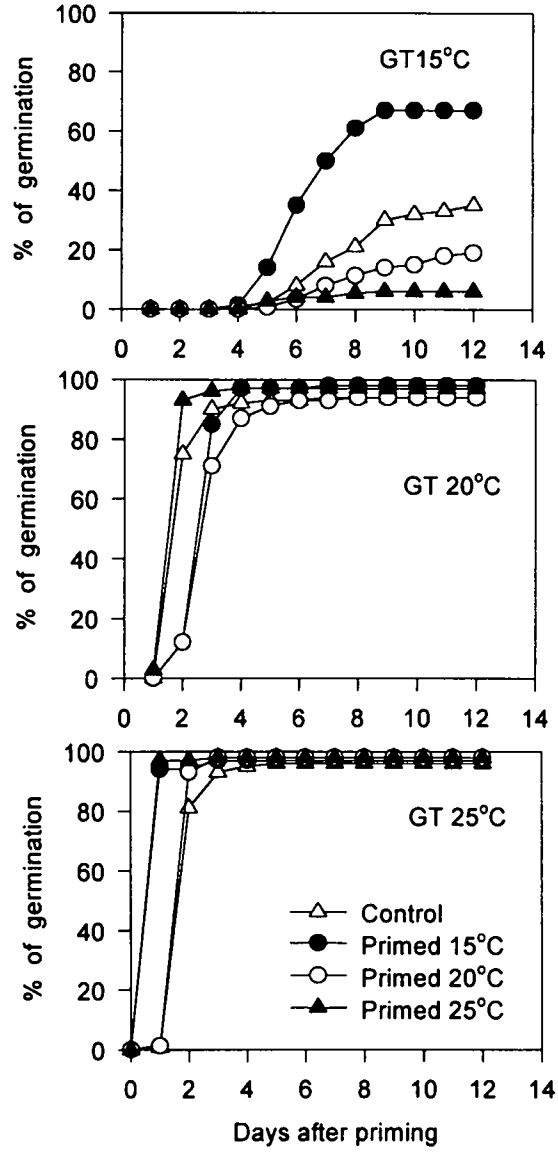

Fig. 4-17. Germination percentage of primed sesame seeds which were germinated at 15, 20 and 25℃(GT: germinated temperature).

2) 적정 priming 기간

가) 15℃에서 priming 처리한 참깨종자를 15℃에서 발아시켰을 때 5일간 priming 처리한 종자의 발아율 및 발아속도가 가장 우수하여 참깨의 적정 priming 기간은 5일간으로 판단되었다 (그림 4-18).

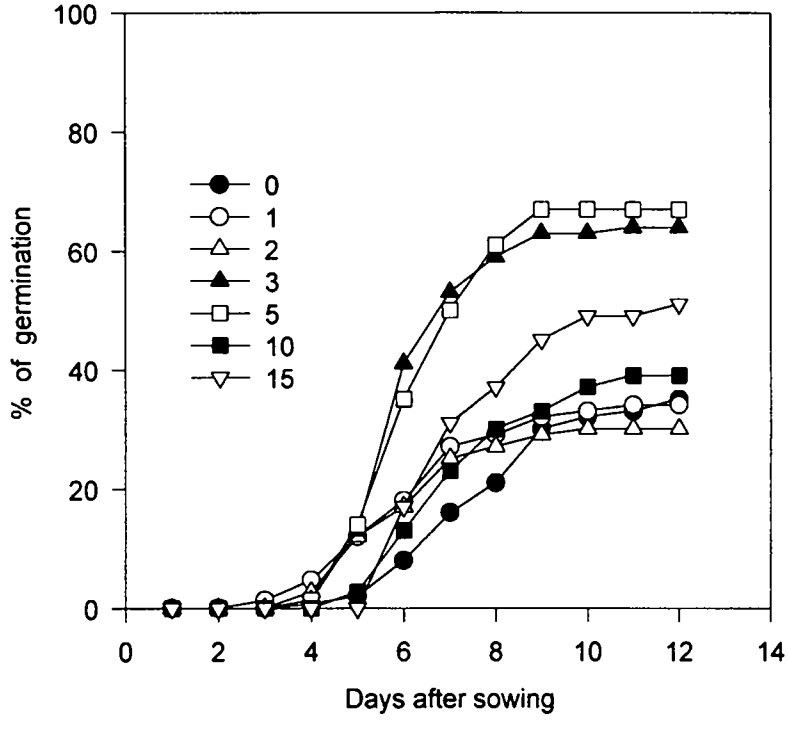

Fig. 4-18. Germination percentage of sesame seeds primed at 15℃ for 0, 1, 2, 3, 5, 10 and 15 days and germinated at 15℃.

제 3 절 참깨종자의 적정 priming 방법 탐구

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨

2) Priming 방법

가) Osmoconditioning : 처리내용 및 결과는 위의 적정 priming 처리온도 및 기간과 같음

나) Matriconditioning(Solid Matrix Priming)

(1) 고형물질을 perlite로 하고 여기에 수분 및 0.1, 0.3M KNO_3 용액을 중량비로 각각 60, 70, 80, 90, 100%씩 혼합

(2) 참깨종자를 0에서 4일간 priming처리하고, 17℃에서 발아시켜 발아율, 편균발아일수(T_{50}) 및 발아균일도(T_{10-90})을 조사

나. 결과 및 고찰

1) Osmoconditioning의 결과는 적정 priming 처리온도 및 기간과 같다.

2) Matriconditioning

가) Perlite에 물을 혼합 처리한 것보다는 KNO_3를 혼합한 처리하였을 때 발아율과 발아속도가 빨랐으며, 특히 0.3M KNO_3를 혼합처리하는 것이 가장 좋았다.

나) 처리기간은 길어질수록 발아율이 떨어지고, 1일 이상일 경우 KNO_3로 인한 피해가 나타나 1일 처리가 적당하였다.

다) 0.3M KNO_3을 60, 70, 80% 처리하였을 때는 거의 비슷한 발아율과 발아속도를 나타내었다(표 4-10, 11, 12).

Table 4-10. Final germination, T50 and T10-90 of sesame seeds treated SMP with perlite+water and germinated at 17℃.

Moisture content (%)	Priming duration (day)	Final germination (%)	T50 (day)	T10-90 (day)
60	0	76.0	4.5	2.7
	1	61.3	4.1	2.9
	2	50.0	3.8	3.5
	3	43.3	4.2	3.7
	4	22.0	-	-
70	0	76.0	4.5	2.7
	1	72.0	4.2	2.9
	2	48.7	3.7	2.5
	3	28.7	4.4	3.3
	4	14.7	-	-
80	0	76.0	4.5	2.7
	1	64.7	3.7	4.1
	2	30.7	3.7	2.7
	3	13.3	-	-
	4	2.0	-	-
90	0	76.0	4.5	2.7
	1	60.7	4.0	3.5
	2	43.3	3.7	2.7
	3	15.3	-	-
	4	2.0	-	-
100	0	76.0	4.5	2.7
	1	71.3	3.2	3.3
	2	18.7	-	-
	3	11.3	-	-
	4	3.3	-	-

Table 4-11. Final germination, T_{50} and T_{10-90} of sesame seeds treated SMP with perlite+0.1M KNO_3 and germinated at 17℃.

Moisture content (%)	Priming duration (day)	Final germination (%)	T_{50} (day)	T_{10-90} (day)
60	0	76.0	4.5	2.7
	1	86.7	3.7	2.5
	2	81.3	3.2	2.8
	3	68.0	3.8	3.2
	4	38.0	4.3	3.0
70	0	76.0	4.5	2.7
	1	72.7	3.9	2.5
	2	79.3	3.1	2.5
	3	68.7	3.6	3.4
	4	55.3	4.5	4.2
80	0	76.0	4.5	2.7
	1	78.7	4.2	2.7
	2	69.3	3.4	3.9
	3	78.0	3.5	2.9
	4	72.7	4.0	3.5
90	0	76.0	4.5	2.7
	1	84.7	2.9	3.2
	2	40.0	3.8	2.1
	3	74.0	3.9	4.5
	4	62.0	5.2	3.8
100	0	76.0	4.5	2.7
	1	76.0	3.1	3.8
	2	22.0	4.8	2.5
	3	76.7	3.6	3.1
	4	68.0	4.3	4.0

Table 4-12. Final germination, T_{50} and T_{10-90} of sesame seeds treated SMP with perlite+0.3M KNO_3 and germinated at 17℃.

Moisture content (%)	Priming duration (day)	Final germination (%)	T_{50} (day)	T_{10-90} (day)
60	0	76.0	4.5	2.7
	1	84.7	3.8	2.8
	2	77.3	3.9	2.4
	3	80.7	3.6	2.8
	4	58.7	4.8	3.5
70	0	76.0	4.5	2.7
	1	79.3	3.9	2.3
	2	83.3	4.2	2.6
	3	82.7	3.5	2.7
	4	57.3	4.6	2.7
80	0	76.0	4.5	2.7
	1	89.3	3.6	2.0
	2	85.3	4.2	2.8
	3	78.0	3.4	2.7
	4	67.3	3.8	3.3
90	0	76.0	4.5	2.7
	1	84.0	4.4	2.8
	2	75.3	4.1	2.4
	3	80.0	3.6	2.6
	4	68.0	4.2	3.5
100	0	76.0	4.5	2.7
	1	69.3	4.5	2.9
	2	66.7	4.7	2.0
	3	67.3	4.1	3.1
	4	69.3	4.1	4.1

제 4 절 Priming 처리의 품종간 효과 차이

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨, 수원깨, 황백깨, 진백깨, 단백깨

2) Prime처리: PEG 8000 -1.1 MPa 용액, 15℃에서 5일간 처리

3) 발아온도: 17℃

나. 결과 및 고찰

1) Priming 처리된 참깨 5품종에 대한 priming 효과를 조사한 결과 품종간 차이는 크지 않았다.

2) 공시품종 전체로 볼 때 담배 종자에 비해 참깨 종자에 대한 priming 효과는 상대적으로 작았다(그림 4-19).

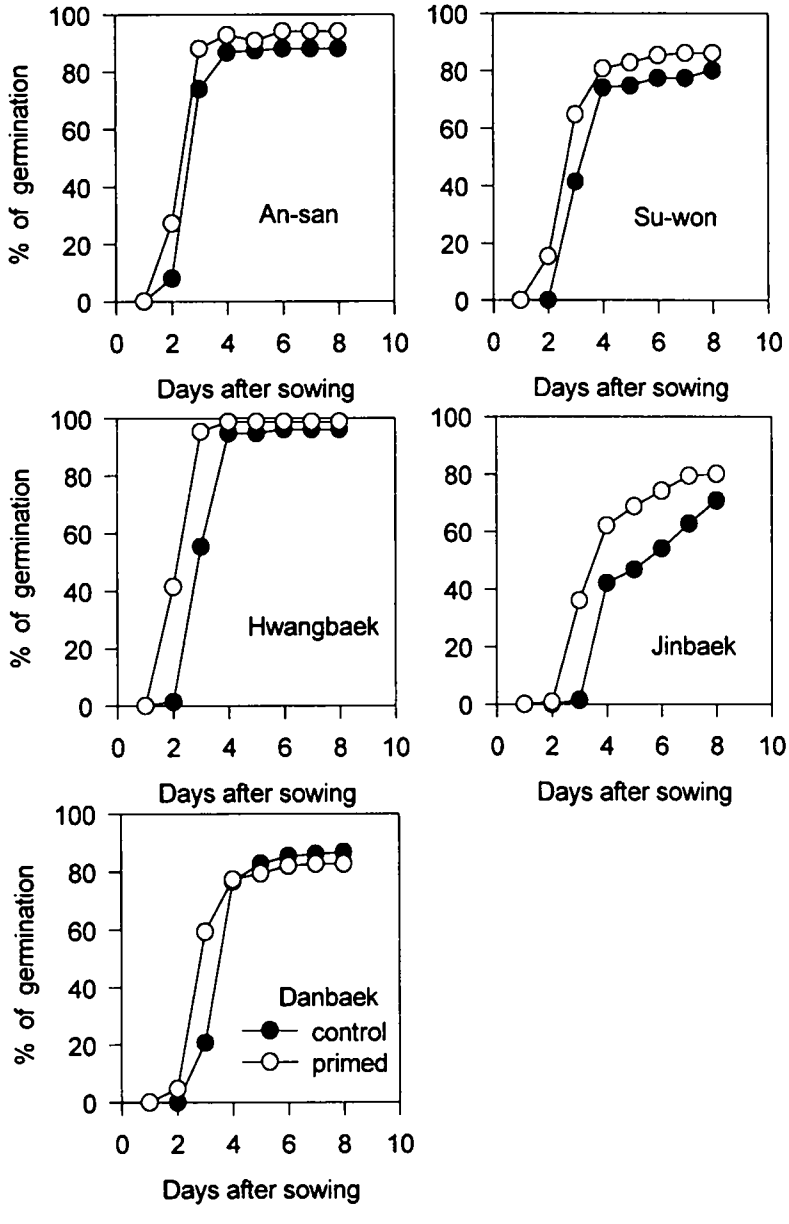

Fig. 4-19. Differences in priming effects in 5 sesame varieties.

제 5 절 노화종자에 대한 priming 효과

가. 재료 및 방법

1) 인공노화

가) 공시품종: 안산깨

나) 인공노화처리 : 밀봉된 desiccator내의 상대습도를 100%로 만들고, 이 용기에 종자를 넣어 45℃ incubator에서 56시간까지 8시간 간격으로 처리

2) 자연노화

가) 공시품종: 안산깨, 황백깨

나) 자연노화 : 상온에 보관

3) Priming 처리 : 15℃에서 PEG 8000을 이용하여 WP을 -1.1 MPa로 조절한 용액에 5일간 처리

나. 결과 및 고찰

1) 인위노화처리 후 priming된 참깨 종자는 17℃에서는 발아율이 낮아 priming 효과가 나타나지 않았다.

2) 20 및 25℃에서 발아시켰을 경우에는 priming 효과가 나타나 발아율과 발아속도가 향상되었다.

3) 32시간 이상 노화처리한 종자는 priming 효과가 없었다(표4-13).

4) 참깨종자를 8개월간 상온에 보관하면서 발아조사한 결과 발아율과 발아속도가 서서히 떨어졌다.

5) 자연노화시킨 종자를 priming 처리한 결과 발아속도가 현저하게 향상되었다(표 4-14).

Table 4-13. Germination percentage of artificially aged and primed sesame seeds and germinated at 20℃.

DAP	Duration of artificial aging(hr)													
	0		8		16		24		32		40		48	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
1	5	25	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
2	72	87	6	9	1	3	2	1	4	3	1	1	1	1
3	85	95	16	32	4	21	3	7	7	5	2	3	1	1
4	87	96	31	59	10	41	4	15	9	11	3	5	2	1
5	87	96	33	61	10	41	4	22	9	14	3	5	3	1
6	87	96	33	62	11	42	4	23	11	15	4	6	4	2
7	87	96	33	62	12	42	4	24	11	15	6	7	6	3

DAP; Days after planting, C; Control, P; Primed

Table 4-14. Germination percentage of sesame seeds stored under the natural conditions for 8 months and primed in -1.1 MPa PEG solution.

Storage time (month)	Ansan				Hwangbaek			
	Final germination (%)		T50 (day)		Final germination (%)		T50 (day)	
	C	P	C	P	C	P	C	P
1	81	93	3.8	2.7	95	93	2.5	1.5
2	82	92	3.4	2.7	93	93	2.5	1.6
3	71	92	3.3	2.7	95	97	2.6	1.5
4	79	87	3.9	2.9	97	99	2.6	1.6
5	71	80	4.5	3.1	83	94	2.9	1.6
6	73	84	4.4	3.2	90	94	3.2	1.8
7	69	75	4.7	3.0	91	93	3.4	1.7
8	71	76	4.6	3.3	87	91	3.6	1.6

C; control, P; primed

제 6 절 Priming 처리종자의 불량환경에서의 발아력

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨

2) 처리내용

가) Priming : PEG 8000, -1.1 MPa 15℃에서 5일간 처리한 후 17℃에서 발아검정

나) 불량토양수분조건: Pressure plate apparatus를 이용하여 ceramic plate 상에서 장력이 -0.005, -0.01, -0.05, -0.1, -0.5 MPa 상태로 약 4일간 평형을 유지하도록 한 뒤 토양을 실험에 이용. 이때 토양수분 함량은 중량법으로 계산하여 각각 31.4, 26.1, 16.1, 13.4, 11.2% 이었음.

나. 결과 및 고찰

1) 17℃에서 발아시켰을 때 무처리 종자보다 priming 처리종자의 발아속도가 빨랐고 발아율도 높았다(표 4-15). 특히 토양수분 -0.01 MPa 이하의 건조한 토양에서 priming 효과가 더 컸다.

Table 4-15. Germination percentage and T50 of primed sesame seeds germinated at different soil moisture levels at 17℃.

DAP	Soil moisture(MPa)									
	-0.005		-0.01		-0.05		-0.1		-0.5	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0
3	51	54	20	29	2	7	2	10	0	0
4	78	65	56	65	13	25	11	20	0	4
5	88	77	70	73	23	43	21	35	0	6
6	88	77	72	79	34	58	22	45	0	10
7	88	77	77	79	34	58	29	46	0	11
T50	2.9	2.7	3.5	3.3	4.5	4.3	4.5	4.2	-	-

DAP; Days after planting, C; Control, P: Primed

제 7 절 참깨 종자 priming시 주요 성분변화

가. 재료 및 방법

1) 공시품종 : 안산깨

2) 처리방법 : 인위노화(artificial aging) 및 priming 처리된 종자 0.2g을 20ml 증류수에 5시간 동안 침지. Watman filter paper No. 2를 이용하여 여과한 뒤 용액 내의 무기성분 누출량을 ICP-AES(Varian Liberty Series II)로 분석

나. 결과 및 고찰

1) 인위노화종자와 priming 처리종자에 대하여 무기성분의 누출을 조사한 결과는 그림 4-20와 같다.

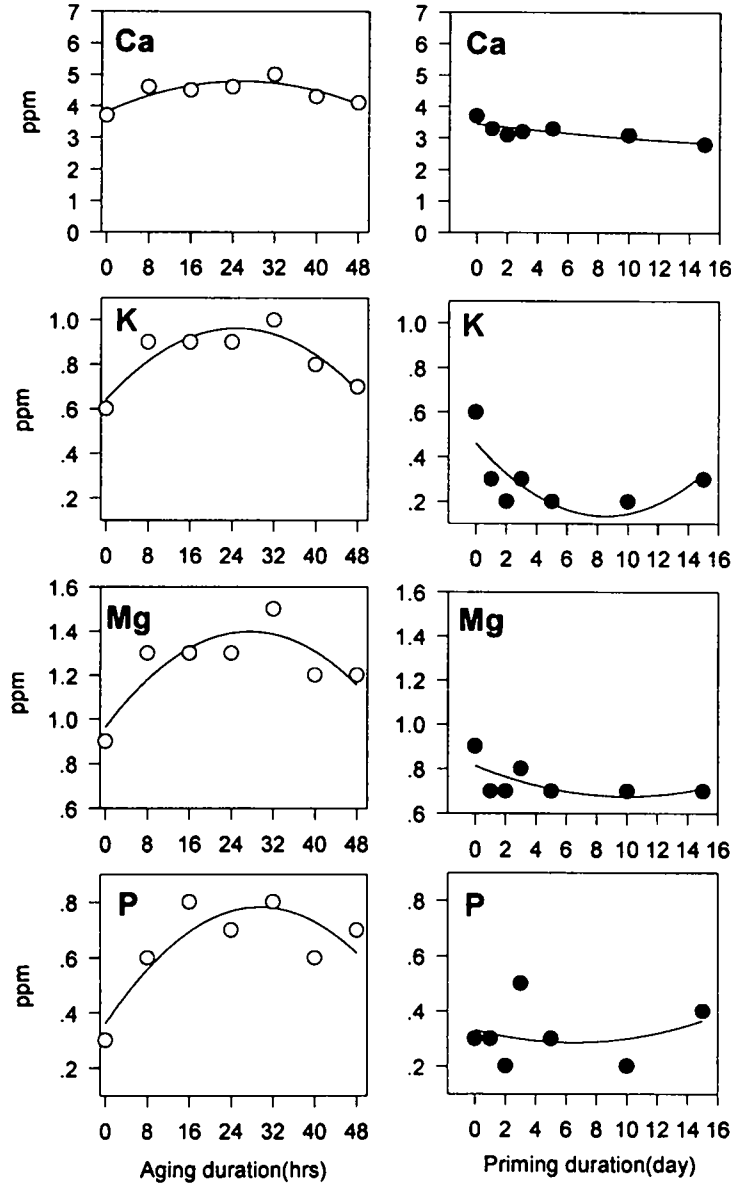

Fig. 4-20. Leakage of inorganic elements in primed and aged sesame seeds.

2) 인위노화종자는 24시간까지는 노화기간이 길수록 모든 무기성분 누출량이 급격히 증가하였다가 그 이후는 다소 감소하였다(그림 4-20 왼쪽 그림).

3) Priming 처리한 종자는 0-16일까지 priming 기간간에 모든 무기성분의 누출정도가 비슷하였다(그림 4-20의 오른 쪽 그림).

4) 따라서 priming 처리와 인공노화 처리 과정 중 종자의 무기물 누출에 대한 반응은 서로 달랐다.

제 8 절 Priming시 생장조절제 복합처리 효과

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨

2) 생장조절제: GA, IAA, kinetin

3) 처리방법:

가) 무처리 종자에 각각의 생장조절제를 0.001M과 0.01M의 농도로 3, 6, 9, 12 시간 처리한 후 파종하여 17℃에서 7일간 발아시킴

나) (실험 1) 생장조절제와 PEG를 혼합하여 priming 처리

다) (실험 2) priming 처리한 종자에 다시 생장조절제를 처리

나. 결과 및 고찰

1) 0.01M GA를 처리했을 때 무처리 종자보다 발아율은 낮아졌으나 발아속도는 빨랐고, 0.001M 처리에서 발아율과 발아속도 모두 저조하였다(표 4-16).

2) 0.01M IAA에 3시간 처리했을 때 발아율 발아속도는 약간 빨랐다(표 4-16).

3) Kinetin처리에서는 무처리보다 발아율과 발아속도 모두가 떨어졌다(표 4-16).

Table 4-16. Germination percentage and T50 of sesame seeds treated with growth regulators by different concentrations and time.

GR*	Days after planting	Control	Concentration(M) and treated time(hr)							
			0.01 M				0.001 M			
			3hr	6	9	12	3hr	6	9	12
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA	2	5	21	16	15	45	8	9	7	7
	3	75	71	47	30	64	50	41	23	32
	4	94	88	65	46	67	84	75	51	51
	5	94	90	69	54	71	85	82	63	74
	6	94	94	78	64	76	92	89	69	79
	7	94	94	82	67	79	93	90	73	83
	T50(day)	2.6	2.5	2.8	3.2	1.9	2.9	3.1	3.5	3.5
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAA	2	5	43	13	12	23	2	3	5	5
	3	75	78	58	49	73	63	37	43	41
	4	94	87	82	77	83	87	77	75	79
	5	94	93	87	87	85	91	87	87	87
	6	94	93	89	87	85	91	87	87	89
	7	94	93	89	89	87	91	87	88	89
	T50(day)	2.6	2.1	2.7	2.9	2.4	2.7	3.2	3.0	3.1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	5	4	3	1	1	3	1	0	2
kine-	3	75	23	28	15	14	37	13	7	20
tin	4	94	69	53	41	45	73	43	31	39
	5	94	83	70	58	65	86	65	55	53
	6	94	90	76	69	69	86	73	59	60
	7	94	90	79	72	72	86	75	65	65
	T50(day)	2.6	3.5	3.5	3.8	3.7	3.2	3.8	4.1	3.7

GR; growth regulator

4) 생장조절제와 PEG 혼합용액에서는 GA, IAA 및 kinetin 공히 무처리나 priming처리보다 발아율 및 발아속도가 낮았다(표4-17).

Table 4-17. Final percentage and T50 of sesame seeds treated by growth regulators with priming.

Treatment	Concentration (M)	Final germination (%)	T50 (day)
Control	0	84	2.9
Primed	0	76	2.7
GA+primed	10^{-3}	56	2.6
	10^{-4}	57	2.9
	10^{-5}	68	2.6
	10^{-6}	62	2.9
	10^{-7}	67	2.8
Control	0	84	2.9
Primed	0	76	2.7
IAA+primed	10^{-3}	85	3.0
	10^{-4}	79	2.8
	10^{-5}	83	2.5
	10^{-6}	82	2.6
	10^{-7}	70	2.6
Control	0	84	2.9
Primed	0	76	2.7
kinetin+primed	10^{-3}	75	3.3
	10^{-4}	75	2.6
	10^{-5}	81	2.7
	10^{-6}	81	3.0
	10^{-7}	73	2.7

5) Priming한 종자에 다시 생장조절제를 처리한 경우에도 무처리 및 priming 단독처리보다 발아율이 낮았고, 발아속도도 늦어 효과가 없었다(표 4-18).

Table 4-18 . Final percentage and T50 of sesame seeds treated by growth regulators after priming.

Treatment	Concentration (M)	Final Germination (%)	T50
Control	0	91	2.6
Prime	0	86	2.6
Control + IAA	10^{-2}	77	3.0
Prime + IAA	10^{-2}	67	3.2

제 9 절 Priming 처리 참깨 종자의 저장방법

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨(priming 처리종자 및 무처리 종자)

2) 처리내용:

가) 저장습도: Glycerol-water 혼합용액으로 RH 40, 60, 80%로 조절

나) 저장온도: 5℃, 25℃

나. 결과 및 고찰

1) 참깨 종자에서도 저장습도와 온도가 높을수록 발아속도 및 발아율이 낮았으며, 무처리 종자보다 priming 처리종자의 노화가 가속화되었다(그림 4-21, 22). 따라서 참깨의 priming 종자는 습도가 40%

이하와 5℃이하의 온도에 저장하는 것이 안전하다고 생각된다.

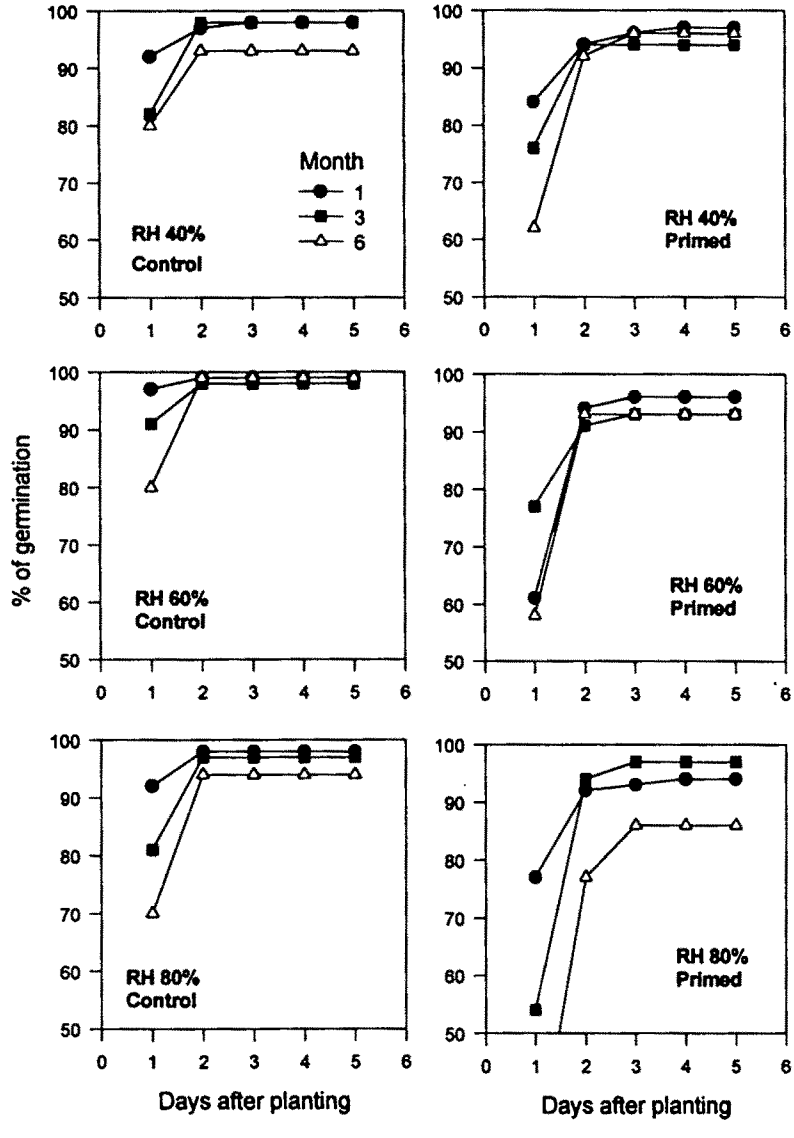

Fig. 4-21. Germination percentage of control and primed sesame seeds stored at RH 40, 60, and 80%, and 5℃ for 6 months.

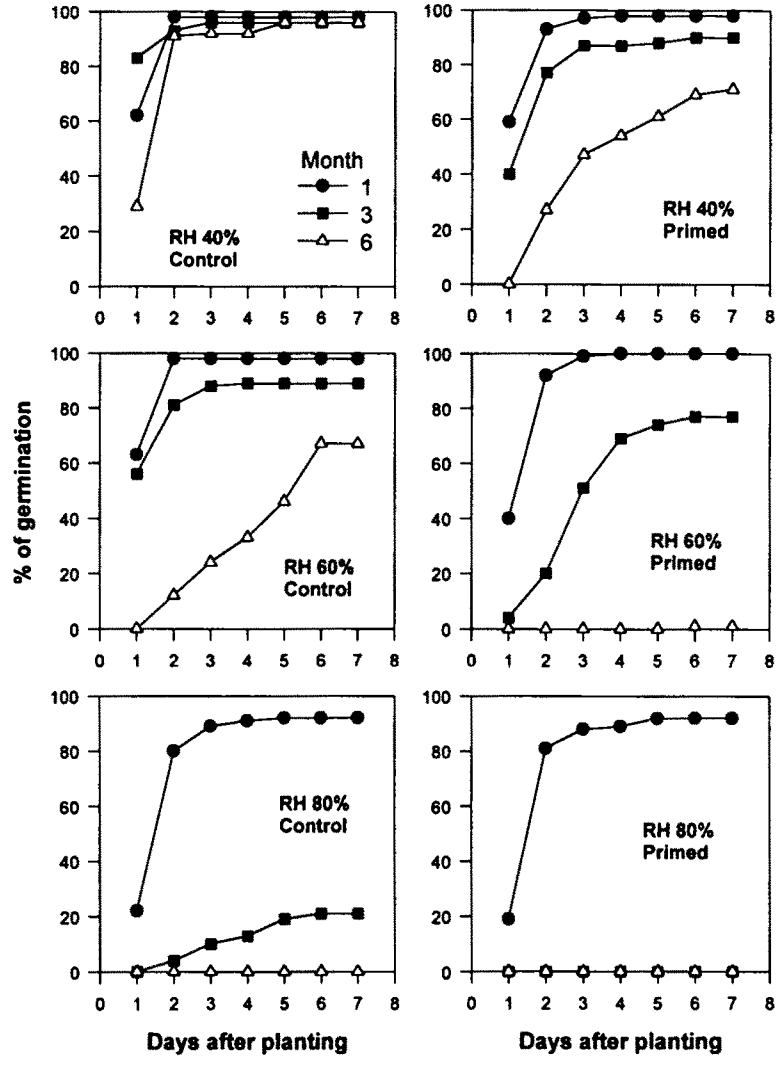

Fig. 4-22. Germination percentage of control and primed sesame seeds stored at RH 40, 60, and 80%, and 25℃ for 6 months.

제 10 절 참깨 priming 및 pelleting 종자의 포장 실증시험

가. 재료 및 방법

1) 공시품종: 안산깨, 황백깨

2) 처리내용: 무처리, priming, 무처리+pelleting, priming+pelleting 처리종자를 포장에 혈당 3립씩 100혈을 1반복으로 하여 4반복 파종

나. 결과 및 고찰

안산깨와 황백깨 두 품종을 무처리, priming, 무처리+pelleting, priming+pelleting 처리하여 포장상태에서의 발아율과 입묘율을 조사한 결과는 그림 4-23와 같다.

1) 참깨 종자에서는 대체로 pelleting한 종자가 무처리 종자보다 발아율이 높았다.

2) 특히 황백깨 품종에서는 priming처리 후 pelleting한 종자가 발아율과 입묘율이 모두 높았다.

3) 파종 1개월 후 초장을 조사한 결과는 표 4-19와 같다.

4) 안산깨 및 황백깨에서 priming+pelleting 종자가 유묘의 초장에서 다른 처리보다 우수하였다(표 4-19).

5) 수확시의 포장생육에서 초장이나 삭수에서 큰 경향은 보이지 않았으나 종실의 무게에서 priming+pelleting 처리에서 약간 우수하였다(표 4-20).

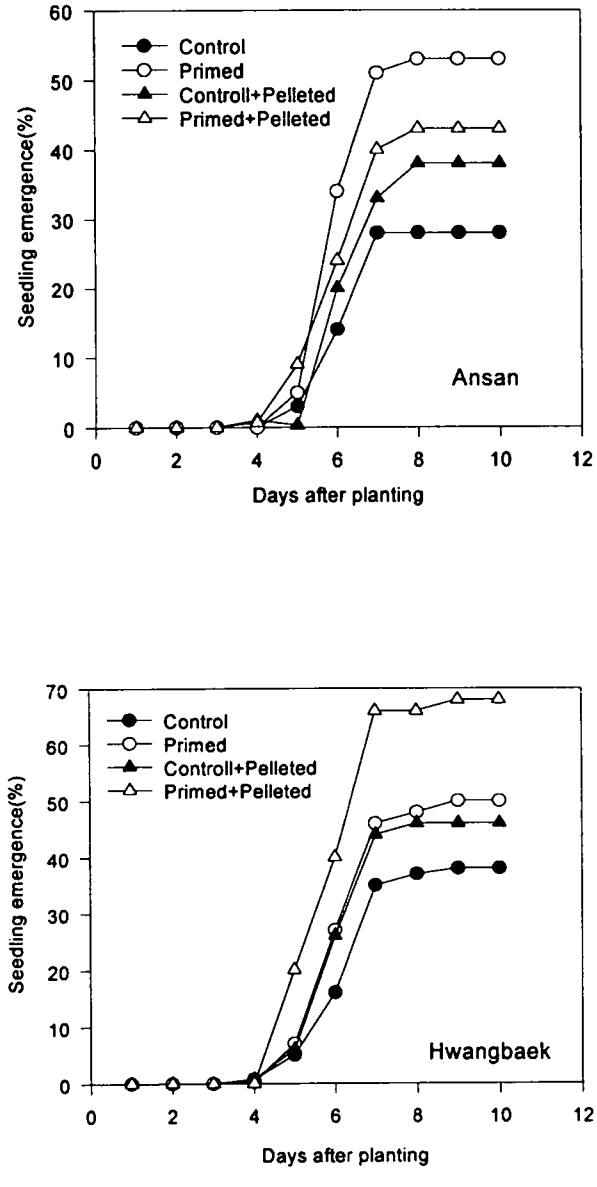

Fig. 4-23. Percentage of seedling emergence of primed and pelleted sesame seeds(cv; Ansan, Hwangbaek) in the field.

Table 4-19. Plant height of two sesame varieties a month after planting (cm).

Treatment	Variety	
	Ansan	Hwangbaek
Control	47.5	51.1
Control + pelleted	47.7	51.2
Primed	51.8	51.2
Primed + pelleted	53.1	55.0

Table 4-20. Plant height, number of capsule and weight of seeds of sesame of two varieties at harvesting time.

Variety	Treatment	Plant height (cm)	No. of capsule/plant	Weight of seeds/20 plant (g)
Ansan	Control	131	42.4	27.3
	Control + pelleted	126	51.2	25.0
	Primed	128	44.7	23.5
	Primed + pelleted	135	43.2	33.2
Hwangbaek	Control	125	60.9	69.3
	Control + pelleted	126	58.6	66.5
	Primed	119	52.8	60.0
	Primed + pelleted	125	51.9	74.5

종합적으로 참깨에서도 종자를 priming 하여 pelleting 하므로서 발아속도와 발아율을 향상시키고 포장에서 입묘율의 확보와 초기생육을 좋게 하므로서 수량의 안정성을 기대할 수 있다고 판단된다.

결 과 요 약

1. 담배 종자의 적정 priming 조건은 PEG 8000 용액의 -0.8 MPa를 이용하여 25℃에서 8일간, 참깨 종자는 PEG 8000 용액의 -1.1 MPa를 이용하여 15℃에서 5일간 처리하는 것이었다.

2. Priming한 담배종자는 특히 저온(15℃)에서 효과가 커서 품종에 따라 발아율을 향상시켰고 발아속도는 5일 정도 빨랐으며, 발아균일도도 향상되었다. Priming 처리한 참깨도 발아율의 향상과과 발아속도가 빨랐으나 담배처럼 효과가 월등하지는 않았다.

3. 담배품종에 따른 priming 효과는 어느 품종에서나 priming한 종자는 무처리 종자보다 발아 발아속도가 빨랐다. 발아율이 높았던 KF113과 KB101은 priming 처리로 더 이상 발아율이 향상되지 않았으나 발아율이 낮았던 KF109, NC82, Burley21은 priming에 의하여 발아율이 10-20% 향상되었다. 참깨에서는 전체적으로 발아율과 발아속도를 향상 시켰지만 품종간의 차이는 크지 않았다.

4. Priming한 인위퇴화된 종자와 자연퇴화된 종자를 15℃의 저온환경에서 발아시험하였을 때 담배종자는 발아율과 발아속도가 크게 향상되었고, 특히 자연노화된 참깨종자에서 발아율과 발아속도가 현저히 향상되었다.

5. 토양조건을 과습(-0.005 MPa)에서 건조(-0.1 MPa)조건으로 여러단계에서 priming된 종자를 발아시험 했을 때 담배 및 참깨는 공히 모든 불량한 조건에서도 발아속도를 크게 향상시켰다.

6. Priming 처리된 담배 종자는 α-amylase 활성, 아미노산 함량, 전당 함량이 높아졌고, priming 처리된 종자와 인위퇴화시킨 담배 및 참깨 종자

를 증류수에 침지했을 때 priming된 종자보다 퇴화된 종자에서 무기물(Ca, Mg, K, P)의 누출이 월등히 많아 priming 종자와 퇴화종자는 막의 무기성분 투과성이 달랐다.

7. 무처리 와 priming 처리된 담배종자를 파라핀으로 고정하여 현미경으로 검경한 결과 priming 기간이 경과할수록 배가 생장하여 priming 기간동안 종자의 대사활동이 활발하게 진행되었음을 보였다.

8. 담배종자에서 GA 0.001 M 처리로 발아율과 발아속도를 약간 향상시켰으나 priming 처리된 종자에서는 priming 효과이상의 효과는 없었다.

9. Priming 처리된 담배와 참깨 종자는 습도나 온도가 높은 곳에 저장할 경우 무처리 종자보다 퇴화속도가 빨라 저온(5℃) 및 건조(RH 40%)한 곳에 저장하는 것이 바람직하였다.

10. Priming 처리한 담배와 참깨 종자는 입묘율과 발아속도가 향상되었으나 수량은 무처리와 차이가 없었다. 그러나 priming된 종자를 pelleting한 참깨종자는 포장생육 및 수량성이 무처리 종자보다 우수하였다.

참고문헌

강점순, 조정래. 1996. 수박 종자의 Priming 처리가 발아와 유묘생장에 미치는 영향. 한원지 37(1) : 12~18

高橋 淸, 佐藤 庚. 1972. 稻のおけ莖の伸長機構に關ろす硏究. 日本作物學會記事 41:426-430.

민태기. 1992. 당근종자의 전처리후 비중선이 배생장과 발아에 미치는 영향. 한작지 37(2):134-140.

민태기. 1993. 담배종자의 파종 전처리가 발아 및 묘의 균일성에 미치는 영향. 한작지 38(6): 507-512.

민태기. 1994. Sinapine 누출을 이용한 십자화과 채소의 종자퇴화 선별법. 한작지 39(5):473-479.

성락춘, 해리 마이너, 박근용. 1987. 온도, 종자수분 및 침투처리가 대두의 발아와 묘신장에 미치는 영향. 한작지 32(1) : 61-66.

유근창, 김종화, 용영록, 이상호. 1996. Priming 처리가 박 종자의 발아율 향상에 미치는 영향. 한원지 37(1) : 42~46

이변우, 명을재. 1995. 건답직파에서 파종심도와 관개조건에 따른 벼 품종들의 출아특성. 한작지 40(1):59-68.

이석순, 백준호, 김태주, 홍승범. 1993. 벼 건답직파재배에서 토양수분이 출아에 미치는 영향. 한작지 38(3):228-234.

이석순, 홍승범. 1995. 비파괴적 방법에 의한 종자의 활력 검정. 한작지 40(3) 314-321.

홍승범, 이석순. 1995. 퇴화처리에 따른 유채, 배추, 무 종자의 당 누출. 한작지 40(3):322-327.

이성춘, 김진희, 정춘화. 1996. 벼, 보리, 밀 종자의 PEG 처리가 종자활력과 포장출아에 미치는 영향 한작지 41(2) : 145~156.

이성춘, 뷰리스. 1994. 대두종자의 polymer coating 연구. 한작지 39(2): 159-164.

Bennett, M. A., and L. Waters, Jr. 1984. Influence of seed moisture on lima bean stand establishment and growth. J. Am. Soc. Hort. Sci. 109:623-626.

Bennett, M. A., and L. Waters, Jr. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112:45-49.

Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience 21:1105-1112.

Cayuela E., F. Perez-Alfocea, M. Caro and M. C. Bolarin. 1996. Prining of seeds with NaCl induces physiological changes in tomato plants grown under salt stress. Physilolgia Plantarum 96 : 231~236.

Dhillon N. P. S. 1995. Seed priming of male sterile muscmelon(Cucumis melo L.) for low tempaerature germination. Seed Sci. & Technol. 23 : 881~884.

Drew, R. L. K. and J. Dearman. 1993. Effect of osmotic priming on germination characteristics of celeriac. Seed Sci. Technol. 21:411-415.

Fujicura, Y., H. L. Kraak, A. S. Basra and C. M. Karssen. 1993. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method.

Gray, D. and Steckel. 1977. Effects of presowing treatments on the germination and establishment of parsnips. J. Hort. Sci. 52:525-534.

Guedes, A. C. and K. J. Cantliffe. 1980. Germination of lettuce(*Lactuca sativa*) at high temperature after seed priming. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105:777-781.

Haigh, A. M., E. W. R. Barlow, F. L. Milthrope, and P. J. Sinclair. 1986. field emergence of tomato(*Lycoperscon esculentum*), carrot(*Daucus carota*) and onion(*Allium cepa*) seeds primed in an aerated salt solution. J. Am. Soc. Hort. Sci. 111:660-665.

Henckel, P. A. 1964. Physiology of plants under drought. Annu. Rev. Plant Physiol. 15:363-386.

Heydecker, W. and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Sci. Technol. 5:353-425.

Heydecker, W., J. Higgins and Y. J. Turner. 1975. Invigoration of seeds? Seed Sci. Technol. 3:881-888.

Hill, H. J., A. G. Taylor and T. G. Min. 1989. Density separation of imbibed and primed vegetable seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4):661-665.

Jett Lewis W., E. W. Gregory and D. M. Ronald. 1996. Effects of matric and osmotic priming treatments on broccoli seed germination. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(3) : 423~429.

Khan, A. A. 1977. Proceeding, germination and performance of seeds. in The Physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination. Elsevier. pp. 283-316.

Khan, A. A. 1978. Incorporation of biochemicals into seeds to alleviate environmental stress. Acta Hot. 83 : 225-234.

Khan, A. A. 1990. Enhanced sensitivity of germination and growth processes to ethylene under stress. Pro. Internl. Congr. Plant Physiol.

Khan, A. A. 1990. Preplant physiological seed conditioning. Ann. Rev. Hort. Sci.

Khan, A. A., and A. G. Taylor. 1986. Polyehylene glycol incorporation in table beet seed pellets to improve emergence and yield in wet soil. HortScience 21:987-989.

Khan, A. A., H. Miura, J. Prusinski, and S. Ilyas. 1990. Matriconditioning of seeds of improve seedling emergence. Proc. National Symp. Stand Estab. Hort. Crops. Minneapolis, MN. p. 19-40.

Khan, A. A., K. L. Tao, J. S. Knypl, B. Borkowska, and L. E. Powell. 1978. Osmotic conditioning of seeds. Physiological and biochemical changes. Acta Hort. 83;267-278.

Maude, R. B. 1986. Treatment of vegetable seeds. pp. 239-261. *in* Seed Treatment. British Crop Protection Council.

Mauromicale G. and V. Cavallaro. 1995 Effects of seed osmopriming on germination of tomato different water potential. Seed Sci. & Technol. 23 : 393~403.

Mohapatra, S. C., J. Arcila, W. H. Johnson and L. A. Nelson. 18987. Induction of tobacco seed germination synchrony through dark preincubation. Agron. J. 79:468-472.

Obendorf, R. L., and P. R. Hobbs. 1970. Effect of osmoprining on exudation and subsequent damping-off caused by *Pythium ultimum*. Amer. Phytopath. Soc. 78:1246-1250.

Oluoch Melkizedek O. and E. W. Gregory. 1996. Viability and vigor of osmotically primed muskmelon seeds after nine years of storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(2) : 408~413.

Owen, P. C. 1952. The relation of germination of wheat to water potential. J. Expt. Bot. 3:188-203.

Passam, H. C., P. I. Karavites, A. A. Papandreou, C. A. Thanos, and K. Georghiou. 1989. Osmocondition of seeds in relation to growth and fruit yield of aubergine pepper, cucumber and melon in unheated greenhouse cultivation. Sci. Hort. 38:207-216.

Perez-Garcia F., J. M. Pita, M. E. Gonzalez-Benito and J. M. Iriondo. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds(Apium graveolens L.). Seed Sci. & Technol. 23 : 377~383.

Perl, M. 1979. Invigoration of cotton seedlings by treatment of seeds for pregermination activities. J. Expt. Bot. 30:183-192.

Pill W. G. and J. G. Haynes. 1996. Gibberellic acid during priming of Echinacea purpurea (L.) Moench seeds improves performance after seed storage. J. Hort. Sci. 71(2) : 287~295.

Pill, W. G. 1986. Parsley emergence and seedling growth from raw, osmoconditioned and pregerminated seeds. HortScience 21:1134-1136.

Rao, N. K., E. H. Roberts and R. H. Ellis. 1987. The influence of pre-storage and post-storage hydration treatment on chromosomal aberrations, seedling abnormalities and viability of lettuce seeds. Ann. Bot. 60 : 97-108.

Roos, E. E., and B. M. Pollock. 1971. Soaking injury in lima beans. Crop Sci. 11 : 78-81.

Sahlen K. and K. Wiklund. 1995. Anatomical and physiological effects of osmotic priming on Pinus sylvestris seeds of different maturity. Seed Sci. & Technol. 23 : 725~737.

Smith, P. T. and B. C. Cobb. 1991. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds during priming. Physiolgia Planta. 83 : 433-439.

Smith, P. T., and B. G. Cobb. 1989. Respiration of *Capsicum annuum* seed during and after osmoconditioning. Plant physiol. 89:173(Abstr.)

Sung, F. J. M. and Y. H. Chang. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Sci. Technol. 21 : 97-105.

Taylorson, R. B. 1986. Water stress-induced germination of giant foxtail seeds. Weed Sci. 34:871-875.

Valdes, V. M., K. J. Bradfrod, and K. S. Mayberry. 1985. Alleviation of thermodomancy in coated lettuce *Lactuca sativa* cultivar Empire by seed priming. Hortscience 20:1112-1114.

Vanpijlen J. G., H. L. Kraak, R. Bino and C. H. R. De Vos. 1995. Effects of ageing and osmopriming on germination characteristics and chromosome aberrations of tomato(Lycopersicon esculentum Mill.) seeds. Seed Sci. & Technol. 23 : 823~830.