

T0004761

최 중
연구보고서

겉뿌림을 위한 목초종자 피복기술 개발

Developing Seed Coating for Surface
Sowing of Forage Seeds

주관연구기관 : 전북대학교

협동연구기관 : 연암축산원에대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “걸썩림을 위한 목초종자 피복기술 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 7월 31일

주관연구기관명 : 전북대학교
총괄연구책임자 : 허 삼 남
연 구 원 : 최 순 호
연 구 원 : 최 호 성
협동연구기관명 : 연암축산원에대학
협동연구책임자 : 권 찬 호
연 구 원 : 김 종 덕
연 구 원 : 이 병 생
연 구 원 : 김 종 관

요 약 문

I. 제 목 : 걸뿌림을 위한 목초종자 피복기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

종자 피복은 일반적으로 필요한 미세한 물질을 종자에 피복하거나 또는 과립을 형성하는 여러 가지 종자처리를 말한다. 피복은 다양한 목적으로 광범위하게 이용되고 있으며 처리기술도 여러 가지가 있다. 즉 근류균 접종을 위한 rhizobia 처리, 곤충피해방지를 위한 처리, 질병예방 및 치료를 위한 처리, 종자파종의 편의성 개선을 위한 처리, 종자의 발아자극 및 영양물질 공급을 위한 처리, 생육촉진제 처리, 보수력 증진을 위한 보수제처리 등이 있다.

종자의 피복은 종자 주위의 미세환경을 개선하기 때문에 유식물의 정착에 매우 유익하며 파종 후 외부 침해와 자극에 대처할 수 있는 종자 보호역할을 하며 비행기를 이용한 공중파종과 기계파종에 편리하고, 또한 기계적인 자극으로부터 종자를 보호할 수 있다. 걸뿌림 파종은 기계화 작업이 불가능한 넓은 지역의 척박한 토양에서 식생회복을 위해 우점식생을 유지할 수 있는 품종의 목초종자를 비료와 함께 뿌리는 방법으로 넓은 지역의 초지복구를 위한 간편하고 빠른 수단으로 이용될 수 있으나 낮은 정착율 때문에 문제가 되어왔다. 그러나 종자를 적당한 물질로 피복하여 걸뿌림을 하게 되면 목초종자의 발아력을 개선시키고 정착율을 향상시켜 초지를 성공적으로 조성할 수 있다.

따라서 본 연구는 ① 산지초지 조성과 개량을 위하여 종자피복물질 및 피복기술을 개발하여 보급하여 걸뿌림 초지조성을 장려함으로써 자급조사료 생산 기반을 구축한다. ② 부실초지를 효과적으로 관리하기 위하여 피복종자로 걸뿌림하여 경운하지 않고 부실초지를 갱신할 수 있도록 한다. ③ 목초 및 사료작물을 피복함으로써 산지 뿐만아니라 밭과 논에서 불경운 직파하도록 한다. ④ 종자의 수분 흡수를 도와 발아율과 정착율을 향상 시킨다. ⑤ 유식물의 초기생육에 필요한 양분을 공급하여 준다. ⑥ 곤충이나 새(鳥類)에 의한 종자 손실을 방지한다. ⑦ 초지조성 및 관리 기술을 보다 쉽고 경제적으로 할 수 있도록 한다. ■ 대형 산불 등으로 인한 재해에 긴급복구가 가능하도록 하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 걸쭉립을 위한 목초종자 피복물질과 피복기술을 개발하고 산업화를 위한 목적으로 다음과 같은 내용 및 범위로 연구를 수행하였다.

- 종자 피복물질 개발
 - 피복제 선정(접착제, 흡수제, 영양제, 살충제, 살균제, 식물생장조절제, 기타)
 - 피복제 혼합비율 결정
 - 피복종자 평가
- 종자 피복방법 개발
 - 두과목초 피복
 - 소형종자 피복
 - 피복종자의 물리성
- 피복종자에 의한 걸쭉립 초지 개발
 - 산지초지 개발
 - 답리작 사료작물 개발
 - 부실초지 갱신기술 개발
- 피복종자 대량생산 체계구축
 - 피복재료 배합비 결정
 - 대량생산을 위한 기계설치
 - 피복종자의 대량생산
- 피복종자 시제품 생산
 - 시제품 생산
 - 피복종자 보급

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 종자 피복물질 및 걸뿌림 파종법 개발

1) 종자피복기의 피복펜 회전속도가 피복종자 품질에 미치는 영향

피복조건이 피복종자의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 소형 피복팬으로 red clover와 tall fescue 종자를 펜의 회전속도(20, 30, 35, 45, 55, 60rpm)별, 접착제별 및 고형물질별로 피복을 수행하여 피복 후 펜에서 회수된 단립 피복종자 비율, 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자 비율, 피복되지 않고 회수된 미피복물질 비율, 충격에 의한 피복물질의 탈락성 및 피복종자의 백립무게 등의 조사 자료를 근거로 피복효과를 종합적으로 표현하는 피복지수를 계산하였다. 실험결과 펜 회전속도는 red clover종자 피복은 45rpm에서, tall fescue종자 피복은 40rpm에서 피복효과가 제일 양호하였다.

2) 피복지수에 의한 종자 피복제 평가

접착제 종류별 피복은 두 초종에서 공히 CF와 8%PVA를 접착제로 한 피복에서 회수된 단립 종자비율이 제일 높았으며 탈락성은 30%AG, CF, 8%PVA를 접착제로 한 피복에서 제일 낮았다($P<0.01$). 피복지수는 두 초종에서 공히 CF와 8%PVA를 접착제로 한 피복에서 여타 접착제로 피복 한 종자에 비해 유의하게 높았다($P<0.01$). 고형물질 종류별 피복에서 red clover종자는 V와 V+T(1:1)를 고형물질로 한 피복에서 회수된 단립 피복종자 비율이 제일 높았으며, tall fescue 종자에서는 V+T(1:1)를 고형물질로 한 피복에서 제일 높았다($P<0.01$). 피복지수는 red clover종자는 V와 V+T(1:1)를 고형물질로 한 피복에서 높았으며 tall fescue 종자는 T, V, V+T를 고형물질로 한 피복에서 모두 높게 나타났다($P<0.01$). 따라서 종자피복에 있어서 접착제는 CF나 PVA를 사용하고 고형물질은 V나 V+T를 사용함으로써 가장 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

3) 목초종자 피복을 위한 최적 피복물질 개발

피복재료의 물리적인 특성을 조사하기 위하여 접착제별, 고형물질별 펠렛의 수분흡수력, 보수력, 경도 및 물에 의한 탈락정도를 측정하여 물리적인 성능이 우수한 피복물질을 선별하기 위한 목적으로 수행되었다.

접착제별 펠렛의 흡수력은 8% PVA를 접착제로 한 펠렛이 제일 높았고($P<0.01$), 고형물질별 펠렛의 흡수력은 V에서 제일 높았으며($P<0.01$), 포화흡수상태에 도달

하는 시간은 V+T(1:1)가 1분 이내로 제일 빨랐다(P<0.01). 접착제별 펠렛의 흡수 포화상태인 최종 보수력은 8%PVA를 접착제로 한 펠렛에서 제일 높았으며 (P<0.01), CF를 접착제로 한 펠렛에서 제일 낮았으나 수분함량을 30%로 한 접착제별 펠렛의 보수력에서는 CF를 접착제로 한 펠렛이 여타 접착제로 제조한 펠렛보다 높았다(P<0.01). 최종 보수력에서는 8% PVA와 CF를 접착제로 한 펠렛구가 비슷한 양상을 보여주었다. 30% AG를 접착제로 사용한 펠렛구의 수분증발이 제일 빠르게 이루어졌으며 최종 보수력에서도 제일 낮았다.

고형물질별 펠렛의 보수력은 V와 V+T(1 : 1)를 고형물질로 한 펠렛이 높았다 (P<0.01). K와 V+K(1 : 1)를 고형물질로 한 펠렛은 전체 조사에서 저조한 보수력을 나타내었다. 접착제별 펠렛의 경도는 CF를 접착제로 한 펠렛이 제일 높았으며 1.5%CMC를 접착제로 한 펠렛이 제일 낮았다(P<0.01). 접착제별 펠렛의 물에 의한 탈락성은 CF를 접착제로 한 펠렛이 1.3%로 제일 낮았으며, 1.5%CMC를 접착제로 한 펠렛이 73.8%로 제일 높았다(P<0.01).

고형물질별 펠렛의 경도에서 V, V+CC(1:1), V+T(1:1)를 고형물질로 한 펠렛에서 다른 고형물질로 제조된 펠렛보다 높았으며, K를 고형물질로 한 펠렛이 제일 낮았다(P<0.01). 수분함량이 20%인 펠렛의 경도는 CC를 고형물질로 한 펠렛이 제일 높았고, K를 고형물질로 한 펠렛이 제일 낮았으며(P<0.01), 물에 의한 탈락성은 K를 고형물질로 한 펠렛이 11.2%로 제일 높았다(P<0.01). 펠렛의 경도, 흡수력, 보수력, 물에 의한 피복물질의 탈락성 등을 고려할 때 접착제는 CF나 PVA를, 고형물질은 V나 V+T를 사용하였을 때 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다. PVA를 접착제로 제조한 펠렛은 흡수력이 우수하나 수분에 의한 피복물질의 탈락성이 높았고, CF를 접착제로 제조한 펠렛은 흡수력은 낮으나 탈락성이 낮기 때문에 흡수력과 보수력이 우수하면서 탈락성이 낮은 PVA+GVA를 사용하여 걸뿌림 파종에 적합한 피복물질을 개발할 수 있었다. .

4) 새 기피제 선발실험

시중에서 판매되고 있는 새 기피제는 효과는 있으나 식용으로 하는 농작물에는 이용이 불가능한 농약류의 제품들이다. 그러나 본 실험을 통하여 개발한 GMA는 미국 식약청에서 식용으로 인가된 물질로 메추라기의 기피효과가 뚜렷하였다, 따라서 식용으로하는 채소류, 과채류, 과수 등에 사용할 수 있는 새 기피제로의 이용 가능성을 시사하여 주었다.

5) 피복종자의 발아율 및 출현율 향상효과

고형물질 종류별 발아력은 red clover와 tall fescue종자는 V, V+T(1:1)를 고형물질로 한 피복에서 우수하였다. PM, PT, CH를 고형물질로 한 피복 종자는 발아력이 매우 저조하였다. 접착제 종류별 발아력은 8%PVA를 접착제로 수행한 피복에서 red clover종자의 총 발아율(CGP), 발아속도(GR, MGR)와 총 발아율의 50%도달 일수(Gt50)가 모두 양호하였으며, tall fescue종자는 8% PVA, 1.5% CMC, CF를 접착제로 한 피복에서 모두 양호하게 나타났다. 고형물질별 출현율에서 V+T(1 : 1)를 고형물로 한 피복종자가 높은 출현율을 나타내었으며, 최종 출현율에서 모든 피복처리구가 무처리구보다 높았다. 접착제별 출현율은 8% PVA와 CF를 접착제로 한 피복종자가 양호하였다. Red clover는 무게비로 종자에 대한 고형물질 첨가배율을 3배로 하였을 때 초기 출현율이 양호하였으며, tall fescue는 3~7배에서 양호한 출현율을 보여주었다.

생장조절제인 Atonik과 Green farm 침지처리는 피복종자의 발아력을 향상하였으며, 출현도 촉진되었다. 토양개량제인 N-soil은 발아력은 향상효과가 없었나 출현율은 0.3%첨가 처리구가 가장 양호하였다. Italian ryegrass, barley, oat 및 rye의 Atonik+coating, green farm+coating과 pelleting 처리구에서 모두 무처리구보다 최종 출현율이 높았지만 처리구간에는 비슷한 양상을 보여주었다.

종자피복은 종자의 발아력과 출현율을 개선하지만 피복재료의 종류에 따라 차이가 크며 생장조절물질처리에 의한 종자 피복도 적정농도에서 좋은 효과를 볼 수 있다는 것을 보여주었다.

6) 다양한 환경조건에서 피복종자가 사료작물의 생육과 수량에 미치는 영향

야초지, 야산, 논에서 모두 8%PVA로 피복 한 종자들은 Atonik, Green farm 침지처리에 의하여 차이는 있었지만 전체적으로 매우 저조한 생산성을 나타내었다. 그러나 밭에서의 CF를 접착제로 피복과 펠렛팅을 한 종자의 걸뿌림 파종에서 Italian ryegrass, barley, oat 및 rye의 출현율, 최종정착율, 초장, 목초수량은 모두 무처리종자보다 크게 향상되었다. 펠렛팅종자에서 Italian ryegrass는 출현율과 최종정착율이, barley는 최종정착율이 피복종자보다 높았다. 또한 부실초지를 갱신하기 위하여 피복종자와 펠렛종자를 걸뿌림 파종하여 정착율과 수량을 크게 높였으며, 잡초발생을 줄여 목초 피복율도 크게 향상시켰다. 피복종자에 비

해 펠렛종자가 정착율 및 수량제고에 더 좋은 결과를 보여주었다.

8%PVA을 접착제로 사용한 피복종자는 피복물질이 강우에 의해 쉽게 탈락되기 때문에 걸뿌림 종자피복에 부적합하지만 CF를 접착제로 피복한 종자는 강우에 피복물질이 탈락되지 않고 잘 유지되었다. PVA는 피복효과가 우수하고 흡수력과 보수력이 우수한 피복재료이기 때문에 강우에 의한 피복물질의 탈락을 방지하기 위하여 GVA를 첨가함으로써 CF를 능가하는 피복재료로 개발할 수 있게 되었다.

나. 종자 피복방법 개발 및 산업화

우리나라의 종자피복기술은 종자피복기의 소형화로 피복시간 지연, 피복량의 한계, 발아율 저하 등으로 실험실 수준에 머물고 있었으나 본 연구에서는 대형피복기와 펠렛제조기를 혼합 이용하여 피복시간과 단위시간당 피복량을 크게 증가시켜 종자의 대량생산이 가능하였다. 피복기술에서는 피복물질 즉, lime, zeolite, TCP 및 peat moss의 보다 정확한 함량의 결정, 피복물질과 수분함량의 결정, 초종별 피복크기 구멍 등을 통하여 피복종자의 발아율을 향상시킬 수 있었다. 피복종자의 물리성 연구에서는 피복종자 파괴와 수분함량을 조사하였으며, 종자피복 후 건조온도와 건조기간에 따른 피복종자의 발아율을 측정하여 구명하였다.

주요 목초 종자인 오처드그라스, 톨페스큐, 알팔파, 오처드그라스의 초종별 피복종자(coating)와 펠렛종자(pelleting)의 비교하였으며, 특히 pelleting은 화분과 보다 두과목초에서 효과가 있었다.

작물별의 종자 특성의 비교와 피복종자의 크기에 따른 경제성 비교에서는 tall fescue는 펠렛종자의 크기가 증가할수록 감소하였으나 orchardgrass는 증가하였다. 한편 두과 목초는 피복 크기가 증가함에 따라 피복물질과 소요시간이 많았는데 펠렛지름이 1mm 증가함에 따라 소요경비는 2배 증가하였다.

종자의 priming 약제는 종류와 농도에 따라 그 효과가 다르며, 약제의 처리온

도와 처리기간에 따라 발아율이 달라진다. 주요 초종인 tall fescue, orchardgrass, alfalfa 및 white clover의 발아율 향상과 균일도 증가를 위하여 priming 약제의 종류와 농도를 달리하여 시험하였으며, 약제의 처리기간과 처리온도에 따라서 목초의 발아율을 조사하였다. Priming후 발아세, 발아율, 평균발아소요일수 및 T50은 초종과 약제의 종류 및 농도에 따라 다르게 나타났다. Priming 약제 종류에 따른 초종간 비교에서는 tall fescue는 $\text{Ca}_2(\text{NO}_3)_2$ 와 K_3PO_4 가 다른 약제보다 발아율이 높았으며, Orchardgrass는 약제간에 차이가 없었으나 KH_2PO_4 가 다른 약제보다 발아율이 높고 발아소요일수가 짧았다. 두과목초인 alfalfa와 white clover는 모두 PEG에서 높은 발아율을 나타내었다. 한편 약제의 농도는 약제의 종류에 따라 달랐다. Priming 약제의 처리시간과 처리온도에 따른 목초의 발아세, 발아율, 평균발아소요일수 및 T50은 초종에 따라 다르게 나타났다. 먼저 처리시간에 따라서는 화분과 목초인 tall fescue 및 orchardgrass는 6일, 두과목초인 alfalfa와 white clover는 4일에서 목초종자의 발아율 향상과 발아소요일수 단축에 효과가 있었다. 한편 처리온도는 20℃ 처리에서 효과가 있었다. 사초용 유체의 종자피복기술을 개발하여 대형피복기와 펠렛제조기를 혼합 이용하는 기술을 개발하고자 수행하였다. 유체를 종자피복하기 전에 발아율과 균일도를 증가시키기 위하여 priming 처리하였으며, 피복물질은 TCP와 peatmoss 함량이 높은 처리구가 발아율이 높았다. 펠렛종자의 크기에 따른 발아세 및 발아율은 펠렛종자의 작아질수록 증가하였다. 피복크기에 따른 펠렛종자의 배합량과 경제성 비교에서는 크기가 증가함에 따라 피복물질과 소요시간이 많았으며, 피복크기가 1mm 증가함에 따라 소요경비는 평균 1.5배 증가하였다.

임간초지에서 orchardgrass와 white clover를 과종하여 발아율과 정착률을 비교하였다. 피복종자의 크기에 따른 orchardgrass의 발아율은 피복크기가 작을수록 높았으나 출현율, 정착률 및 초기생육은 피복크기가 클수록 증가하였다. white clover도 orchardgrass와 마찬가지로 발아율은 피복크기가 작을수록 높았

으나 출현율, 정착률 및 초기생육은 피복크기가 클수록 증가하였다. 파종방법에 따른 비교에서는 orchardgrass는 레이크와 피복종자 겉뿌림간에 차이가 없었으나 white clover는 레이크가 다른 처리보다 출현율과 정착률이 높았다. 한편 봄 파종시기에 따른 비교에서는 orchardgrass와 white clover 모두 파종후 강수량에 따라 다르게 나타났다. 따라서 임간초지에서 피복종자의 파종은 크기가 클수록 정착률이 높았다.

이와 같이 본 연구개발로 기술적인 측면에서는 발아율 향상과 발아소요일수 단축, 정착률향상, 초기생육촉진 등을 가능하게 하였다. 특히 종자피복기술 중에서 펠렛팅 기술은 소형종자와 두과목초의 기술향상에 크게 기여할 것으로 기대된다. 그리고 경제적인 측면에서 피복기와 펠렛기를 혼용하여 피복시간의 단축, 적정 피복크기를 구명하였으며, 실제로 농가에서 피복종자를 이용할 경우 적정 파종시기와 파종방법을 구명하여 농가에서 이용가능성을 높였다. 따라서 본 연구에서 개발한 종자피복기술, 특히 펠렛팅 기술은 종자피복의 새로운 기술로 피복종자의 수입대체 효과, 외화 절감, 초지조성의 간소화와 조성단가의 감소에 기여할 것으로 판단되었다.

2. 결과활용에 대한 건의

1. Red clover와 tall fescue 종자 공히 접착제는 CF나 polyvinyl alcohol을 사용하였을 때 가장 좋은 결과를 얻었으며, 증량제로 사용하는 고품물질의 피복지수는 vermiculite와 vermiculite+talc(1:1)를 사용한 처리구에서 가장 높았으며 피복종자의 질이 가장 우수하였다.
2. 펠렛의 수분 흡수력은 접착제는 polyvinyl alcohol, 고품물질은 vermiculite를 사용하였을 때 가장 높았다.
3. 펠렛의 보수력은 접착제로는 CF나 polyvinyl alcohol을 사용하였을 때, 고품물질은 vermiculite나 vermiculite+talc를 사용하는 것이 가장 좋았다.
물 침지에 의한 피복물질의 탈락성은 CF사용구에서 가장 낮았다. polyvinyl

alcohol은 흡수력이나 보수력 모두 우수하였으나 수분 침지에 의한 탈락성이 높아 GVA로 탈락성을 개선하였다.

4. Red clover와 tall fescue 종자피복에 접착제를 CF나 polyvinyl alcohol을 사용하고 고히형물질은 vermiculite나 vermiculite+talc를 사용하였을 때 발아력과 출현율이 모두 양호하였기 때문에 상업적인 종자피복에 이를 활용하여야 할 것이다.
5. 종자피복시 생육조절제인 아토닉, 그린팜, N-soil등의 처리로 목초와 사료작물의 발아와 출현을 크게 촉진시킬 수 있었으며, 정작과 수량은 아토닉을 처리한 피복종자구에서 가장 좋은 결과를 얻었으므로 양축농가에 이를 권장할 수 있을 것이다.
6. 새 기피제로 종자에는 새충이 효과가 좋았으나 식용으로 하는 농작물에는 사용이 불가능하기 때문에 GMA를 사용하는 것이 바람직하였다.
7. 피복종자의 산업화는 본 연구의 과제를 통하여 대량처리의 기술 및 시설이 개발되었으며, 이외에도 종자의 피복물질, 피복크기, 배합비 등에 관한 연구결과를 이용하여 농가에 보급한 결과가 좋았다.
8. 경제성을 분석하여 경제성에 입각한 피복물질의 배합비를 구명하여 산업화의 기초를 이루었다. 따라서 본 연구의 기술을 토대로 하면 멀지 않아 목초의 종자피복기술이 산업화가 될 것으로 본다.
9. 종자 피복기술을 다른 작물에도 확대 적용함으로써 성력재배가 가능하며 농가 경제에도 크게 도움이 될 것이다.
10. 주요 연구결과를 소책자로 재편집하여 농민과 유관기관에 배포하여 적극 활용할 수 있도록 권장한다.
11. 관련 농민과 연구기관, 농림직 공무원들에게 본 연구결과를 교육 홍보할 수 있는 기회를 센타 주관으로 제공하여줄 것을 건의합니다.

SUMMARY

Korean beef and dairy cattle are the primary ruminant livestock in Korea, but there is a serious shortage of forage. The area of grassland in Korea is

50,000ha, and the area for forage production is 134,000ha, which is only 1.5% of the total area. Small areas of grassland and forage crops, unfavorable soil and climatic conditions, high cost for pasture production, low establishment and management technologies, etc. are the main factors limiting forage production in Korea. Forage productivity would be increased by developing new technologies of establishment and management. Pastoral system in hill resign and woodland should be introduced of Korea.

Surface sowing method in grassland establishment and improvement is one of the most important method. Seed coating technology for surface sowing is growing industry worldwide.

This study were conducted ① to develop the new technology of seed coating, ②to evaluate the effects of coating materials and different combinations of coating materials on germination, establishment, and early growth of pasture species, ③to compare between seed coating and pelleting, ④to evaluate the seed pelleting technique in germination and establishment, and economic cost according to pellet size and forage species, ⑤ to introduce the seed coating technique of grass, legume and forage crops in grassland of our country, ⑥to evaluated the seed coating technique of seed mixture, and priming technique of pasture seed. finally, to introduce the seed coating technique on hillside, upland and silvopastoral system as a practical experiments.

1. Developing seed coating materials and surface sowing for forage production

Effects of coating pan speed on the quality of coated seeds : Using a

small pilot coating pan coating indexes, which would represent general coating effects, were calculated based on the rotating speed of pan (0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 60rpm). Weights of seeds coated single, agglomerated, and the weight of particulate matter fines from non-coating, the percent friability and average weight per 100 seeds etc. were measured with red clover and tall fescue seeds. Excellent coating results were obtained with the pan speed of 45rpm for red clover and 40rpm for tall fescue seeds.

Evaluating coating materials by coating index : Different adhesives (CF-clear, 30%arabic gum, 1.5% cethylmethyl cellulose, 8% polyvinyl alcohol, 8% polyvinyl pyrrolidone, 3%hydroxy propyl cellulose, 3% methyl cellulose) and particulate matters (bentonite, kaolin, calcium carbonate, peatmoss, talcum, vermiculite, zeolite, calcium hydroxide, plaster, calcium phosphate, vermiculite+calcium carbonate, vermiculite+kaolin, vermiculite+talcum) were evaluated by coating index method. According to the weight of single coated seeds, CF-clear, 8% polyvinyl alcohol appeared to be the best coating adhesives for both seeds, and both vermiculite and vermiculite+talc(1:1) for red clover and vermiculite+talc(1:1) for tall fescue appeared to be the best particulate matter($P<0.01$). Percent friability showed excellent results for the 30% arabic gum, CF-clear, and 8%polyvinyl alcohol when compared to others($P<0.01$). The coating index showed high with vermiculite and vermiculite+talc(1:1) for red clover, and with talc, vermiculite, vermiculite+talc for tall fescue.

Developing coating materials for forage seed coating : To select the coating material of an excellent physical property experiments were conducted with respect to water absorption, water retention, hardness and the friability of pellets as affected by soaking in water using different adhesives and particulate matters. The 8% polyvinyl alcohol as an adhesive and vermiculite as a particulate matter were the best among others. The time to reach the state of saturation with water was the shortest for vermiculite+talc that was shorter than 3 minutes. The time maintaining the saturation state of pellet was the longest for the 8% polyvinyl alcohol, and the shortest for the

CF-clear, however, the time maintaining a moisture level of 30% was the longest for the arabic gum, and a similar tendency was also shown with the 8% polyvinyl alcohol. The evaporation of moisture was the fastest and the final moisture content was the lowest with the 30% arabic gum. Among particulate matters tested moisture retention of the pellet was high for vermiculite and vermiculite+talc. Among adhesives tested CF-clear showed the best and the 1.5% cethyl methyl cellulose showed the worst results with respect to the hardness of the pellet($P<0.01$). The percent of friability in water soaking is the lowest for CF-clear, and the highest for 1.5% cethyl methyl cellulose($P<0.01$). The hardness under dried state of pellet for the particulate matter was higher for vermiculite, vermiculite+calcium carbonate, vermiculite+talc and the lowest for kaolin when compared to others ($P<0.01$). The hardness of the pellet at the moisture content of 20% was the highest for calcium carbonate, and the lowest for kaolin($P<0.01$). The percent of friability in water soaking was the highest for kaolin($P<0.01$). Based on results of this experiment it is concluded that seed coating can be practiced out for different environment by using a proper coating material with various physical characteristics.

Effects of seed coating on germination and emergence of forages :

Different coating materials and seed treatments were evaluated for the germinativity and seedling vigor using red clover, tall fescue, Italian ryegrass, barley, oat and rye. The germinativity by each of 100 seeds surface sown on soil with the moisture content of 40% in growth chamber at 20°C, and the seedling vigor by each pot of 50 seeds surface sown in green house were investigated. Red clover and tall fescue showed excellent germinativity with vermiculite, vermiculite+talc coating, while they showed poor germinativity with peatmoss, plaster, calcium hydroxide coating. With respect to adhesives the 8% polyvinyl alcohol showed good germinativity of red clover in terms of cumulative germination percentage, germination rate and the days to reach 50% of final germination of red clover. The germinativity of tall fescue were all good with 8% polyvinyl alcohol, 1.5% cethyl methyl cellulose, CF-clear

coating. In the case of seed emergence it was high with vermiculite+talc coating and all the coating treatments showed higher value of final emergence percent than that of the control. For adhesives, 8% polyvinyl alcohol and CF-clear show good emergence. When particulate matter was increased to 3 times of seed weight the initial emergence was good for red clover and 3 to 7 times good for tall fescue. Soaking with growth stimulators, Atonik and Green farm enhanced the germination of coated seeds and accelerated emergence vigor. The soil enhancer, N-soil showed no effect on germinativity but accelerated the emergence when it was used at a 0.3% level for coating. All the treatment of Atonik0.0 3%+coating, green farm 0.3%+coating, and pelleting showed high final emergence percent for Italian rye grass, barley, oat and rye but they were similar each other. As a result, it is suggested that although seed coating can improve the germinativity of seed and seedling vigor, it markedly varies with coating materials and the seed coating is effective only when treated properly.

Effects of seed coating on the growth and yield of forages under diverse environments : The productivity of coated seeds at various environmental condition was investigated. Coated or pelleted seeds with vermiculite and talc with 8% polyvinyl alcohol or CF-clear as adhesive were surface sown in wild pasture, forest, and upland(?). Seeds were soaked in a solution of 0.03% Atonik or 0.3% Green farm, or N-soil was added to particulate matter at a 0.3% level before coating or pelleting. Seeds coated with 8%polyvinyl alcohol showed a little difference by pre-treatment but the productivity in general low for all treatments. However, surface sown Italian ryegrass, barley, oat, and rye seeds coated or pelleted with CF-clear showed better emergence percent, over wintering, plant height and yield than those of the control. Pelleting seeds showed better emergence percent and final emergence percent in Italian ryegrass and final emergence percent in barley than coating seeds. Polyvinyl alcohol was not a good adhesive for surface sowing because the coating layers are easily destroyed by rain but CF-clear appeared to be an excellent adhesive because of its strong resistance against

heavy rain. However, polyvinyl alcohol can be an excellent adhesive for seed coating if the problem of coating layer destruction by rain is solved because its moisture absorption and retention is very high. Further studies in this respect are necessary.

2. Development and industrialization of seed coating.

In these experiments, seed pelleting technique is higher than seed coating in coating time, germination, emergence and establishment. Seed pelleting was a useful technique for establishment and early establishment. The germination of coated grass and legume seed may be improved as the percentage of Zeolite increased and that of lime decreased. With regard to pelleted seed size, the germination of pasture species with 6mm may be better than other size. Establishment and early growth of grasses can be also improved as the percentage of zeolite increased and that of lime decreased in field experiment.

Seed mixture and seed priming were a useful techniques in seed coating and pelleting. In particular, seed priming improve germination, and decrease germination days. The results of this study indicate that the seed coating of grass, legume and forage rape could be improved germination, and also the establishment and early growth of pasture species over sown of hill and woodland could be improved by seed coating.

CONTENTS

chapter 1. The outline of this research project	24
section 1. The object of this research project	24

section 2. The necessity of this research project	25
section 3. The aim and extent of this research project	27
chapter 2. The present status of domestic and international technology development	28
chapter 3. The contents and results of this research achieved	29
section 1. Developing seed coating materials and surface sowing method	29
1. Effects of coating pan speed on the quality of coated seeds	29
1) Introduction	29
2) Materials and methods	30
3) Results and discussion	33
4) Summary	37
2. Evaluating coating materials by coating index	38
1) Materials and methods	38
2) Results and discussion	39
3) Summary	50
3. Developing coating materials for forage seed coating	51
1) Introduction	51
2) Materials and methods	52
3) Results and discussion	54
4) Summary	69
4. Developing bird repellent	71
1) Materials and methods	71
2) Results and discussion	71

5. Effects of seed coating on germination and establishment	
of forages	73
1) Introduction	73
2) Materials and methods	74
3) Results and discussion	76
4) Summary	108
6. Effects of seed coating on the growth and yield of forages	
under diverse environments	110
1) Introduction	110
2) Materials and methods	111
3) Results and discussion	113
4) Summary	123
section 2. Developing and industrialization of seed coating	124
1. Technology of seed coating	124
1) Seed coating machines	124
2) Coating materials	128
3) The development of seed coating method	130
4) Drying and storage of coated seed	133
2. Grassland establishment technique of coated seed	144
1) Surface sowing method of coated seed on cultivated land ·	144
2) Surface sowing method of coated seed for	
silvopastoral system	152
3. Seed coating technique of grasses	161
1) Characteristics of major grass seeds	161
2) Pelleting grass seeds	162

4. Seed coating technique of legumes	169
1) Characteristics of major legume seeds	169
2) Pelleting legume seeds	169
5. Seed coating technique of forage crops	174
1) Characteristics of major forage crops	174
2) Pelleting forage crops	175
6. Seed coating technique of mixed seeds	183
1) Comparison of single and mixture of pelleted seeds	183
2) Mixture of coated seed and oats	184
7. Priming technique of pasture seeds	186
1) Effect of priming chemicals and their concentration	186
2) Effect of priming temperature and duration	192
8. Practical application to farmland	197
1) Single and mixture of pelleted seed	197
2) Sowing method and pasture mixture of pelleted seed	199
3) Seeding date and method of pelleted seed	201
 chapter 4. Achievement scope and contribution to other research	 205
section 1. Achievement scope of this research	205
section 2. Contribution to other research	205
 chapter 5. Practical application plan of the results of this research	 207
section 1. Publication of research development result	208
section 2. Public information and technique extension	209
section 3. Practical application to other research section	211
 chapter 6. International science and technology informations	 214
section 1. Development of seed coating technology and coating machinery	 208

section 2. Coating materials and coating effects	209
section 3. Physical and chemical change of coating seeds	211
section 4. Effects of seed coating on the germination and seedling growth of forages	208
section 5. Effects of other seed coating materials on the establishment and seedling growth of forages	209
chapter 7. Literature cited	223
section 1. Developing seed coating materials and surface sowing for forage production	208
section 2. Development and industrialization of seed coating	209

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	24
제 1 절 연구개발의 목적	24

제 2 절 연구개발의 필요성	25
제 3 절 연구개발의 목표 및 범위	27
제 2 장 국내외 기술개발 현황	28
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	29
제 1 절 종자 피복물질 및 걸뿌림 파종법 개발	29
1. 종자 피복기의 피복펜 회전속도가 피복종자 품질에 미치는 영향	29
가. 서론	29
나. 재료 및 방법	30
다. 결과 및 고찰	33
라. 요약	37
2. 피복지수에 의한 종자 피복제 평가	38
가. 재료 및 방법	38
나. 결과 및 고찰	39
다. 요약	50
3. 목초종자 피복을 위한 최적 피복물질 개발	51
가. 서론	51
나. 재료 및 방법	52
다. 결과 및 고찰	54
라. 요약	69
4. 새 기피제 개발	71
가. 재료 및 방법	71
나. 결과 및 고찰	71
5. 피복종자에 의한 발아율 및 출현율 향상효과	73

가. 서론	73
나. 재료 및 방법	74
다. 결과 및 고찰	76
라. 요약	108
6. 다양한 환경조건에서 종자피복이 사료작물의 생육과 수량에	
미치는 영향	110
가. 서론	110
나. 재료 및 방법	111
다. 결과 및 고찰	113
라. 요약	123
제 2 절 종자 피복기술 개발 및 산업화	124
1. 종자피복기술	124
가. 종자피복기	124
나. 피복물질	128
다. 종자피복방법 개발	130
라. 피복종자의 건조 및 저장	133
2. 초지조성 기술	144
가. 불경운초지조성	144
나. 임간초지조성	152
3. 화분과목초 종자피복기술	161
가. 주요 화분과 목초의 특성	161
나. 화분과목초 종자의 펠렛	162
4. 두과목초 종자피복기술	169
가. 주요 두과목초의 특성	169
나. 두과목초의 종자의 펠렛	169

5. 사료작물 종자피복기술	174
가. 주요 사료작물 종자의 특성	174
나. 사료작물 종자피복	175
6. 혼파 종자피복기술	183
가. 단파 및 혼파 종자의 비교	183
나. 피복종자와 연맥 혼파시험	184
7. 목초의 priming 기술	186
가. Priming 약제의 종류와 농도가 목초에 따른 효과	186
나. Priming 처리온도 및 처리시간에 따른 효과	192
8. 실증시험	197
가. 피복종자의 단파 및 혼파시험	197
나. 초지조성 방법 및 혼파조합 시험	199
다. 봄 파종시기 및 파종방법 비교 시험	201
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	205
제 1 절 목표달성도	205
제 2 절 관련분야의 기여도	205
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	207
제 1 절 연구개발 결과 발표	208
제 2 절 홍보 및 기술보급	209
제 3 절 타 연구기관의 응용	211
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	214
제 1 절 종자 피복기술과 파종기의 발달	208
제 2 절 피복재료의 종류 및 피복효과	209
제 3 절 종자 피복시 물리 화학적인 변화	211
제 4 절 목초종자의 피복이 발아 및 초기생육에 미치는 영향	209

제 5 절 타 기타 종자 피복재료가 정착 및 초기생육에 미치는 영향	211
제 7 장 참고문헌	223
제 1 절 종자 피복물질 및 걸뿌림 파종법 개발	223
제 2 절 종자 피복기술 개발 및 산업화	237

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발의 목적

종자 피복은 일반적으로 미세한 고형물질 혹은 피복물질을 종자에 피복하거나

또는 과립을 형성하는 여러 가지 종자처리를 말한다. 피복은 다양한 목적으로 광범위하게 이용되고 있으며 처리기술도 여러 가지가 있다. 즉 근류균접종을 위한 rhizobia 처리, 곤충피해방지를 위한 처리, 질병예방 및 치료를 위한 처리, 종자 파종의 편의성 개선을 위한 처리, 종자의 발아자극 및 영양물질 공급을 위한 처리, 생육촉진제 처리, 보수력 증진을 위한 보수제처리 등이 있다.

종자의 피복은 종자 주위의 미세환경을 개선하기 때문에 유식물의 정착에 매우 유익하며 파종 후 외부 침해와 자극에 대처할 수 있는 종자 보호역할을 하며 비행기를 이용한 공중파종과 기계파종에 편리하고, 또한 기계적인 자극으로부터 종자를 보호할 수 있다. 곁뿌림 파종은 기계화 작업이 불가능한 넓은 지역의 척박토양에서 식생회복을 위해 우점식생을 유지할 수 있는 품종의 목초종자를 비료와 함께 뿌리는 방법으로 넓은 지역의 초지복구를 위한 간편하고 빠른 수단으로 이용될 수 있으나 낮은 정착율 때문에 문제가 된다. 그러나 피복처리된 곁뿌림용 목초종자는 종자의 발아력을 개선시키고 정착에 도움을 주어 궁극적으로 초지를 성공적으로 조성할 수 있다.

따라서 본 연구는 ① 산지초지 조성과 개량을 위하여 종자피복물질 및 피복 기술을 개발하여 보급함으로써 곁뿌림 초지조성과 관리기술을 향상시키고 나아가 자급사료 생산 기반을 구축하고자 한다. ② 현재 많은 부실초지를 효과적으로 관리하기 위하여 종자피복을 도입하여 경운하지 않고 부실초지를 갱신할 수 있도록 한다. ③ 목초 및 사료작물을 피복함으로써 산지 뿐만 아니라 밭과 논에서 직파하도록 한다. ④ 종자의 발아시 수분 흡수를 도와 발아율과 정착율을 향상시킨다. ⑤ 유식물의 초기생육에 필요한 양분을 공급하여 준다. ⑥곤충이나 새(鳥類)에 의한 종자 손실을 방지한다. ⑦초지조성 및 관리 기술을 보다 쉽고 경제적으로 할 수 있도록 한다. ■대형 산불 등으로 인한 재해시에 긴급복구가 가능하도록 하였다.

제 2 절. 연구개발의 필요성

우리나라에서는 초식가축의 주 사료인 조사료는 초지조성과 유지, 관리에 어려움이 많아 손쉽게 구입할 수 있는 농후사료와 수입조사료에 주로 의존하고 있다. 가축사료의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리나라는 외국에 비해 가축사육비의 비중이 크고 축산물 가격도 월등하게 비싸다. 앞으로 기상이변에 의한 작

물의 홍작이나 전략적인 금수조치(禁輸措置)로 사료수입이 어렵게 된다면 우리나라의 축산은 하루아침에 무너질 수밖에 없으며 식량수급에 큰 문제가 아닐 수 없다. 따라서 하루빨리 자급사료의 기반을 조성하여야 하며 자급 조사료 중심의 축산으로 이끌어 가기 위해서는 손쉬운 초지조성 방법의 개발과 유지·관리 기술의 보급이 필요하다.

가. 기술적 측면

종자 피복기술이 초지개량에 필수적으로 필요한 이유는

- 1) 산지초지를 개량할 때에는 기계사용이 어렵기 때문에 불경운법에 의한 걸뿌림이 불가피하다.
- 2) 걸뿌림하였을 때 가장 문제시되는 종자의 발아에 필요한 수분흡수를 돕고 정착율을 높인다.
- 3) 유식물의 초기생육에 필요한 양분을 공급하여 준다.
- 4) 곤충이나 새(鳥類)에 의한 종자 손실을 방지한다.
- 5) 부실초지를 땅을 갈아엎지 않고 간단하게 갱신한다.
- 6) 두과 종자에 접종된 근류균을 보호하고 근류균의 착생과 유식물활력을 향상시킨다.
- 7) 대형 산불 등으로 인한 재해시에 긴급복구가 가능하다.

그러나 국내에서 개발된 종자 피복기술은 거의 없으며 외국에서 개발된 기술은 대외적으로 유출이 되지 않기 때문에 자체 개발을 할 수밖에 없다. 외국에서 피복된 종자를 수입하는 것은 가격이 비싸고 중량의 증가로 비용이 많이 들 뿐만 아니라 각 국가나 지역마다 토양, 강우형태나 강우량을 비롯한 기후 조건이 달라서 피복재료의 효과가 각각 다르게 나타나고 있다. 따라서 선진기술을 응용하여 우리 환경조건에 적합한 피복기술을 개발함으로써 손쉽고 경제성 있는 초지조성 방법을 개발하는 것은 매우 시급하고 중요한 과제라 할 수 있다.

나. 경제·산업적 측면

1) 우리나라에서 초지개발이 잘 이루어지지 않은 이유는 초지조성 인허가 등 제도상의 문제도 있을 수 있지만 가장 큰 요인은 경제성이 없다는데 있다. 우리나라의 초지는 대부분 경운초지조성으로 조성비용이 많이 들고 지속적인 관리와 보파(補播)가 어려우므로 자주 갱신하여야 하며, 갱신 시에도 땅을 갈아엎기 때

문에 비용이 많이 들고 유지 연한도 짧다.

2) 조사료 생산면적이 절대적으로 부족하다. 선진국의 경우 초지면적은 전국토의 30~ 60% 수준인데 반하여 우리나라는 0.75% 수준에 불과하며 조사료의 절대량이 부족하다.

3) 그러나 우리나라는 산지(山地)면적이 전 국토의 약 67%이고 초지조성 가능면적이 84만5천 헥타(농진청, 1979)나 되기 때문에 앞으로 목초생산을 위해서는 산지를 이용하는 것이 가장 현실적이다. 그러나 산지는 토양이 척박하고 경사가 심하여 기계사용이 어렵다. 또한 작업이 힘들고 목초종자의 발아와 유식물의 정착 및 지속성이 문제가 되고 있으나 선진 축산국에서는 종자피복(seed coating)으로 이러한 제 문제점들을 해결하고 있기 때문에 우리나라에서도 이 분야의 연구와 활용이 시급한 현실이다.

4) 또한 우리나라의 주 농산물은 쌀로 전국 논 면적은 경지면적의 60%인 약 1,176천 ha이나 이용기간은 6개월밖에 되지 않는다. 현재 약 34,000ha에서 답리작 사료작물이 재배되고 있고 나머지는 대부분 휴경상태이다. 따라서 사료작물 생산이 가능한 약 54만 ha에서 답리작으로 조사료를 생산하게 되면 국토의 효율적인 활용 면이나 토양비옥도 문제, 경비, 교통문제 등 여러 가지면에서 유리한 점이 많다. 그러나 파종과 수확시기가 농번기와 겹치기 때문에 피복종자를 이용하면 경운, 췌토, 정지, 복토작업을 모두 생략하여 손쉽게 답리작 사료작물을 생산할 수 있기 때문에 적극 권장되어야 할 분야이다.

5) 우리나라의 사료작물 및 목초종자 사용량은 연간 약 6,688톤이며 이 중 97% 이상을 수입에 의존하고 있다. 그러나 종자를 피복하여 사용할 경우 소요량을 절반 이하로 줄임으로써 막대한 외화를 절약할 수 있으며 또한 높은 초지 효율과 생산성을 기할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 피복종자를 이용한 걸뿌림 초지개량으로 경제적이고 경쟁력 있는 축우(畜牛)산업으로 육성하며, 종자피복을 산업화하여 새로운 산업으로 발전시키고 피복종자를 역수출할 수 있도록 유도한다.

다. 사회·문화적 측면

피복된 종자를 사용함으로써 걸뿌림 방법에 의한 초지개량과 효과적인 초지관리를 함으로서 축산업의 경제성 제고는 물론 식량안보, 지속적 농업, 환경보존 등의 다음과 같은 중요한 역할을 담당할 수 있다.

- 1) 식량자급을 향상
- 2) 자급사료 생산기반조성 기술 개발 및 사회적인 안정

- 3) 산지(山地)를 이용하고 답리작을 활용하여 국토의 활용도를 높이고 식량 생산 면적을 확대
- 4) 안정적이고 지속적인 고급식품을 생산하여 국민 건강에 기여
- 5) 축산분뇨를 초지에 환원하여 공해축산을 환경농업으로 전환
- 6) 토양개량 및 보전
- 7) 쾌적한 삶의 공간 제공

제 3 절. 연구개발 목표 및 범위

구 분	연구 개발 목표	연구개발 범위
1차년도 (2000)	종자 피복물질 개발	(1) 피복제 선정(결착제, 흡수제, 영양제, 살충제, 살균제, 식물생장조절제, 기타) (2) 피복제 혼합비율 결정 (3) 피복종자 평가
	종자 피복방법 개발	(1) 두과목초 피복 (2) 소형종자 피복 (3) 피복종자의 물리성
2차년도 (2001)	피복종자에 의한 걸뿌림 초지 개발	(1) 산지초지 개발 (2) 답리작 사료작물 개발 (3) 부실초지 갱신기술 개발
	피복종자 대량생산 체계 구축	(1) 피복재료 배합비 결정 (2) 대량생산을 위한 기계설치 (3) 피복종자의 대량생산
3차년도 (2002)	새 기피제 개발	(1) 새 기피제 선정 (2) 사용농도 결정
	피복종자 시제품 생산	(1) 시제품 생산 (2) 피복종자 보급

제 2 장 국내외 기술개발 현황

종자피복 물질에는 강력한 수분흡수를 위해 친수성 물질(Baxter 및 Water, 1986; Berdahl 및 Barker, 1980; McWilliam 등, 1971; Miyamoto 및 Dexter, 1960)을 첨가하거나 영양분(Scott, 1975; Vartha 및 Clifford, 1973), 농약(Scott, 1989; Scott 및 Hay, 1974) 등을 첨가하여 발아력과 식물생장을 향상시키고 있다.

Lowther(1977)는 white clover 걸뿌림 실험에서 근류균 무접종은 정착율이 4%에 불과하였지만 근류균 접종시는 26%로 향상되었으며, 근류균이 접종된 종자를 석회피복하여 걸뿌림하였더니 대부분의 근류균이 생존하였고 정착율도 86%로 매우 높았다고 보고하였다. 석회, 인산 및 질소 등의 무기양분과 생육조절제 등을 종자에 피복함으로써 좋은 성과를 올리고 있다. Scott씨 등(1992)은 ryegrass 피복 종자를 지표추파한 결과 무처리에 비해 정착율이 60%까지 향상되었다고 보고하였다. McWilliam (1971)는 라이그라스에 석회를 피복한 경우에 정착률을 20% 개선하였으며 Sub clover 의 경우에는 70%나 개선되었다고 하였다. 근래에는 초기생육 촉진을 위한 성장촉진제가 사용되고 있는데 목초나 잔디에 있어서 종자 피복시에 성장촉진제를 사용하면 당해의 목초 생산량이 약 2-3배나 증가한다고 하였다(International Seed Coaters). 뿐만아니라 최근에는 다양한 종류의 결착제가 개발되어 사용되고 있고 일부 결착제는 종자를 냉해로부터 보호해 줄 수 있다고 알려져 있다. 이러한 목초 종자의 피복기술은 일반 작물 종자에 까지 널리 응용되어 사용되고 있는데 특히 초기생육이 느리거나 종자가 작아서 기계파종이 불가능한 종자를 걸뿌림할 경우에 널리 사용되고 있다. 그러나 비료나 농약을 첨가할 경우에는 이들 물질이 종자에 피해를 줄 수 있기 때문에 여러 가지 완충제를 사용하는 실험도 시도되고 있다(Scott, 1989). 종자 피복처리 효과는 실험실과 포장 사이에 차이가 있으며, 초종(草種)이나 재배지역의 환경조건에 따라 처리효과가 다양하게 나타나기 때문에 초종이나 재배 지역에 알맞은 피복 물질의 개발이 필요하다.

국내에서는 목초종자를 피복하려는 시도가 이등(1987, 1990)에 의해서 이루어진 바 있으나 기계피복이 아니라 수작업으로 종자를 피복하였으며, 실험실 내에서 이루어진 실험으로 현장적용시험으로 이어지지 못하였다. 허 및 박(1995)의 시험이 있었지만 목초의 피복은 뉴질랜드에서 피복된 치코리 종자에 관한 실험이었다. 따라서 목초지 시험에 활용하거나 걸뿌림 초지의 개량이나 갱신에 활용한 예가 없고 이를 농가 수준에서 사용한 예는 더욱 찾아볼 수가 없다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절. 종자 피복물질 및 걸뿌림 파종법 개발

1. 종자피복기의 피복펜 회전속도가 피복종자 품질에 미치는 영향

가. 서론

그간 종자피복은 여러가지 목적으로 실시되어 왔으며 그 기술은 상업비밀로 기계설비를 이용한 피복효과에 관한 연구보고는 아주 드물다. 기계화 피복종자의 생산방법은 피복효과에 있어서 변이가 크고 피복재의 물리적 특성의 영향을 크게 받으므로 종자의 모양 및 종자의 량에 따라 달라진다(Scott 등, 1997).

종자 과립기술의 개발은 처음에는 대부분이 철광과 비료산업의 과립생산기술 및 약품제조업에서의 피복기술에서 도입된 것이며, 의약산업의 제약부문 문헌에서 피복경도와 과립의 완전성 실험에 관한 유용한 보고들을 볼 수 있다(Lachman 등, 1970). 그러나 전문 종자피복 기술에 관한 연구보고들은 드문 실정이며(Scott, 1989), 종자피복에 관한 문헌들은 대부분 특정한 단일 피복제를 공시하여 피복효과를 규명했을 뿐이었다(Scott 등, 1997).

종자피복 표준화 생산기술은 반복적인 생산과정을 거치더라도 항상 동일품질의 피복종자를 생산할 수 있는 중요한 수단이다. 이것은 피복팬의 회전속도, 접착제의 유형 및 농도, 분무량 그리고 고흥물질의 첨가량에 따른 피복효과가 모두 다르게 나타나기 때문이다(Scott 등, 1997). 그러나 종자관련 문헌 중에서 참고할 만한 피복종자 생산에 있어서의 물리적인 품질평가 방법에 관한보고는 아주 희소하다. 다만 일부 종자피복 관련 연구에서는 fluid bed coating방법을 이용한 종자피복에 관한 피복기술이 보고되었고(Liu와 Litster 1989, 1990), 또 Scott 등(1997)이 종자 피복과정 중의 여러 가지 변수들을 측정하여 여러 가지 변수의 조합으로 피복지수를 도출하여 피복종자의 물리적인 품질을 평가하였다. 그는 소형 피복팬을 피복기술 연구에 적합한 설비로 선정하여 소규모 종자피복에 이용하였다. 비슷한 설비가 다른 종자피복 연구에서도 이미 이용이 되었으며(Fraser 1966), 이러한 drum피복은 원가가 낮고 조작이 간편하기 때문에 종자피복에서 보편적으로 이용되고 있다.

피복 설비산업의 발전에 따라 많은 피복기계들이 개발되어 이용되고 있다. 그러나 거의 모든 설비가 대량생산을 위한 큰 설비이다 보니 실험용으로는 종자와 재료의 낭비가 크기 때문에 적합하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 소형 종자 피복팬을 이용하여 피복팬의 회전속도별, 접착제별, 고흥물질별 코팅을 수행하여 피복과정 중 물리적인 특성 등을 조사하고 팬의 최적 회전속도 및 물리적인 코팅효과가 최적인 피복물질을 규명하여 고품질의 피복종자생산에 활용하도록 하기 위해 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 종자 피복기계

회전 원통형 피복기계(삼흥전공, 진주)는 피복팬의 직경이 20.5cm, 깊이가 23cm이며 회전속도와 팬의 각도는 조절이 가능하였다. 접착제 분무는 분무량을 조절할 수 있는 소형 전기분무기(220V, 0.8A, 45W TAIWAN)를 사용하였고, 피복과정 중 종자의 건조는 시중에서 판매하는 3단식 헤어드라이어(220V, 60Hz, 1200W)를 사용하였다.

2) 공시초종

Red clover와 tall fescue를 공시초종으로 사용하였다.

3) 피복방법

종자피복시 피복기계는 팬의 수평면과의 기울기를 35°로 조절하여 피복하였다. 분무기는 접착제 분무량을 적당한 양으로 조절하여 15초에 1-2회씩 피복팬에 분사하였고 분무횟수를 기록하여 총 분무횟수에 1회분무량(0.3g)을 곱하여 총 분무량을 계산하였다. 고형물질은 작은 숟가락으로 취하여 수시로 피복팬에 추가하였으며 피복시간은 30-50분간 진행되었다. 피복진행과정 중 피복종자의 건조는 헤어드라이어를 이용하여 10분 간격으로 3-5분 동안 피복팬 안에 더운 공기를 주입하여 실시하였다.

피복팬 회전속도별 종자피복은 피복팬의 속도 제어장치를 각각 20, 30, 40, 45, 55, 60(rpm)으로 조정하여 피복하였고, 또한 고형물질과 접착제별 종자피복은 피복팬의 회전속도제어장치를 45rpm으로 조정하여 피복하였다. 고형물질별 종자피복에서는 polyvinyl alcohol을 접착제로 사용하였고 접착제별 종자피복에서는 vermiculite를 고형물질로 사용하였다.

4) 피복종자의 품질평가방법

피복종자의 품질평가는 Table 1-1에서 보여주는 것과 같이 Scott 등(1997)의 종자피복 평가시스템을 이용하여 실시하였다. 측정된 항목들로는 종자무게, 고형물질 첨가무게, 접착제 분무량과 종자피복 후 피복팬에서 회수된 전체무게 그리고 회수된 전체 피복종자를 단립 피복종자, 서로 달라붙은 덩어리진 피복종자와 피복되지않고 회수된 미피복물질로 분리하여 각각 무게를 측정하였다. 피복시 피복팬에 추가된 재료의 총 무게와 회수된 무게의 차이는 팬에서 유실되었거나 건조과정 중 건조에 의한 손실로 간주하고 그 량을 표시하였다. 그리고 피복된

종자의 100립 무게에서 무처리 종자의 100립 무게를 공제한 차이를 피복된 피복 물질량으로 간주하여 측정하였다. 탈락정도 측정은 피복 후 건조된 단립종자 10g을 취하여 측정하였으며, 측정설비는 자체 제작한 길이 50cm, 직경이 5cm인 플라스틱 원통으로 한쪽 끝을 플라스틱뚜껑으로 여닫게 되어있다. 플라스틱 원통에 피복된 종자를 넣은 후 뚜껑을 닫고 수평면과 수직으로 축을 따라 20rpm에서 5분간 회전시켜 원통 안의 종자가 50cm높이에서 100회의 충돌을 한 다음 처리된 종자를 회수하여 18mesh 채로 쳐서 피복종자에서 탈락된 부서진 피복재료를 제거하고 남은 무게를 측정하여 탈락정도를 계산하였다. 모든 측정과정은 회수된 피복종자를 60℃의 오븐에서 24시간 건조시킨 후에 진행하였다.

피복종자의 품질평가는 피복과정 중의 품질을 표시하는 각 변수들을 측정하였고 그 변수로 종합적인 피복효과를 나타낼 수 있는 피복지수를 계산하여 피복 품질을 평가하였다.

5) 통계처리

통계처리는 SAS ver 6.12을 이용하여 분산분석을 실시하였다.

Table 1-1. Parameters involved in the evaluation of the physical quality of seed coating.

W	=	Number of spray bursts run ⁻¹
X	=	Weight of adhesive burst ⁻¹
Y	=	Adhesive percentage particulate matter
Z	= (W*X*Y)/100	= Dry weight of adhesive
⇒ A1	=	Weight of raw seed in(g)
⇒ A2	=	Weight of coating particulate matter in (g)
A	= Z+A1+A2	= Gross weight in (g)
⇒ B	=	Gross weight out (g)
⇒ C	=	Weight of singles out (g)
⇒ D	=	Weight of agglomerates out (g)
E	= B-(C+D)	= Weight of fines (g)
⇒ F	=	Percent friability
⇒ G	=	Average weight per 100 raw seeds (g)
⇒ H	=	Average weight per 100 coated seeds(g)
PR	= (B*100)/A	= Percent recovery
PL	= 100-PR	= Percent lost in coating pan
PA	= (D*100)/(B-E)	= Percent agglomeration
PF	= (E*100)/A2	= Percent fines
AF	= (F*A)/(A2-E)	= Adjusted percent friability
CR	= [(H-G)/G]*100	= Coat : raw seed percentage ratio
WS	= [C*(H-G)]/H	= Weight of coat in singles (g)
WF	= (F*C)/100	= Weight of singles which is 'friable'
WSF	= WS-WF	= - 33 - Weight of singles after friabilator (g)
CI	= (WSF*100)/A2	= Coating index

⇒Input information required to enable calculations.

다. 결과 및 고찰

1) 피복 팬의 회전속도별 피복효과

Red clover 종자의 피복팬 회전속도별 피복 효과 조사는 table 1-2에서 보는 바와 같이 피복 종료 후 팬에서 회수된 단립 피복종자와 피복팬에 추가된 전체 재료의 비율은 팬 회전속도가 45rpm일 때 77.5%로 유의하게 높게 나타났으며 ($P<0.01$), 팬 회전속도가 45rpm보다 증가 혹은 감소함에 따라 회수되는 단립 피복 종자 비율이 줄어드는 추세를 나타내었다. 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자의 비율도 45rpm에서 제일 적었으며 ($P<0.01$), 팬 회전속도가 45rpm보다 증가 혹은 감소함에 따라 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자 비율이 증가되는 추세를 나타내었다. 피복되지 않고 회수된 미피복물질의 비율은 20rpm, 30rpm, 40rpm과 45rpm의 팬의 회전속도에서 모두 1.3~1.7% 사이로 아주 적었으며, 55rpm와 60rpm에서는 각각 2.8%, 3.8%로 회수된 미립자 비율이 증가하였다. 충격에 의한 탈락성은 40rpm와 45rpm에서 피복된 종자가 각각 0.3%, 0.2%로 다른 처리들 보다 현저하게 낮아 ($P<0.01$) 피복층이 쉽게 부서지지 않는다는 것을 보여주었다. 피복종자의 백립무게는 45rpm에서 0.77g으로 여타 시험구 보다 현저히 높게 나타났고 ($P<0.01$), 회전속도가 45rpm보다 증가 혹은 감소됨에 따라 백립무게는 줄어드는 추세를 나타냈으며, 20rpm과 60rpm에서는 각각 0.62g과 0.68g으로 크게 감소되었다 ($P<0.01$).

Tall fescue 종자의 피복 팬 회전속도별 피복효과는 table 1-3에서 보는바와 같이 팬에서 회수된 단립 피복종자와 피복 팬에 추가된 전체 재료의 비율은 40rpm에서 72.5%로 제일 높게 나타났으며 ($P<0.01$), 회전속도가 40rpm보다 증가 혹은 감소함에 따라 회수되는 단립 피복종자 비율이 하락되는 경향을 나타내었다. 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자의 비율도 40rpm에서 4.4%로 제일 적었다. 피복 후 팬에서 회수된 미피복물질은 20rpm, 30rpm, 40rpm, 45rpm에서 4.0~4.5% 사이로 비슷한 양상을 보여주었으며, 55rpm와 60rpm에서는 각각 5.5, 6.3%으로 증가되었다. 피복종자의 충격에 의한 피복층의 탈락성은 40rpm와 45rpm에서 모두 0.1%로 제일 적었고 ($P<0.01$), 피복종자의 백립무게는 40rpm에서 0.67g으로 제일 높았으며 ($P<0.01$) 회전속도가 40rpm보다 증가와 감소함에 따라 점차적인 하락세를 나타내었다.

Table 1-2. Effects of coating pan speed on evaluation parameters for coating red clover seed.

Speed of coating pan	Weight of singles out(%)	Weight of agglomerates out(%)	Weight of fines(%)	Percent friability(%)	Average weight per 100seeds(g)
Intact	-	-	-	-	0.21±0.017 ^d
20rpm	54.5±3.06 ^e *	14.5±2.61 ^a	1.7±0.42 ^c	0.8±0.18 ^a	0.62±0.086 ^c
30rpm	65.0±1.98 ^b c	12.3±2.80 ^b	1.7±0.25 ^c	0.5±0.18 ^{bc}	0.67±0.038 ^{bc}
35rpm	69.8±2.40 ^b	11.8±2.36 ^{bc}	1.5±0.54 ^c	0.3±0.17 ^d	0.73±0.092 ^{ab}
45rpm	77.5±1.54 ^a	11.0±1.38 ^c	1.3±0.25 ^c	0.2±0.30 ^d	0.77±0.083 ^a
55rpm	67.0±2.55 ^c	11.8±1.30 ^{bc}	2.8±0.72 ^b	0.5±0.20 ^{bc}	0.71±0.087 ^{ab}
60rpm	61.5±4.85 ^d	12.5±1.64 ^b	3.8±0.45 ^a	0.7±0.31 ^b	0.68±0.066 ^{bc}

Mean±SD

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

Table 1-3. Effects of coating pan speed on evaluation parameters for coating tall fescue seed.

Speed of coating pan	Weight of singles out(%)	Weight of agglomerates out(%)	Weight of fines(%)	Percent friability(%)	Average weight per 100seeds(g)
Intact	-	-	-	-	0.19±0.018 ^e
20rpm	54.7±2.94 ^{d*}	12.3±1.61 ^a	4.3±0.90 ^b	0.6±0.18 ^a	0.48±0.016 ^d
30rpm	67.8±3.53 ^b	12.0±0.70 ^a	4.5±0.54 ^b	0.3±0.16 ^b	0.65±0.054 ^a _b
35rpm	72.5±1.44 ^a	11.0±1.02 ^b	4.5±0.60 ^b	0.1±0.06 ^c	0.67±0.073 ^a
45rpm	65.8±4.68 ^c	11.0±1.26 ^a	4.3±0.36 ^b	0.1±0.07 ^c	0.63±0.068 ^b
55rpm	57.5±1.18 ^d	11.0±0.84 ^a	5.5±0.66 ^a	0.3±0.24 ^b	0.60±0.047 ^c
60rpm	53.3±3.48 ^d	11.5±0.60 ^{ab}	6.3±0.42 ^a	0.5±0.28 ^a	0.55±0.059 ^c

Mean±SD

* Means within a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

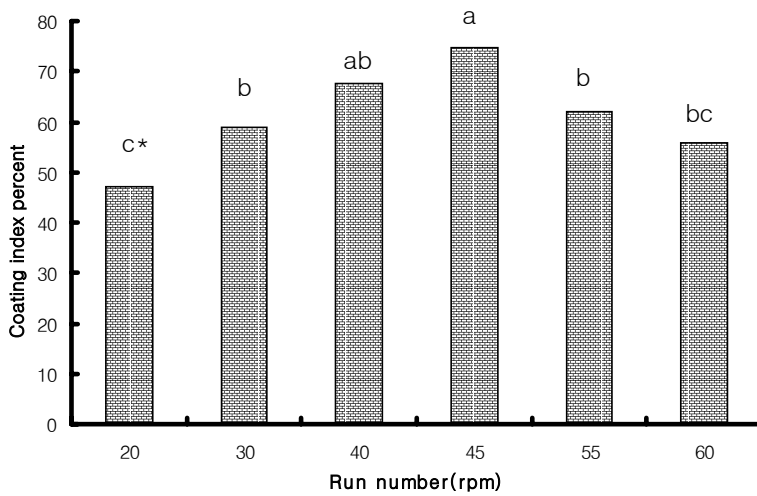


Fig. 1-1. Effects of coating pan speed on coating index for coating red clover seed.

* Bars with different alphabetic letters are significantly different ($P < 0.01$).

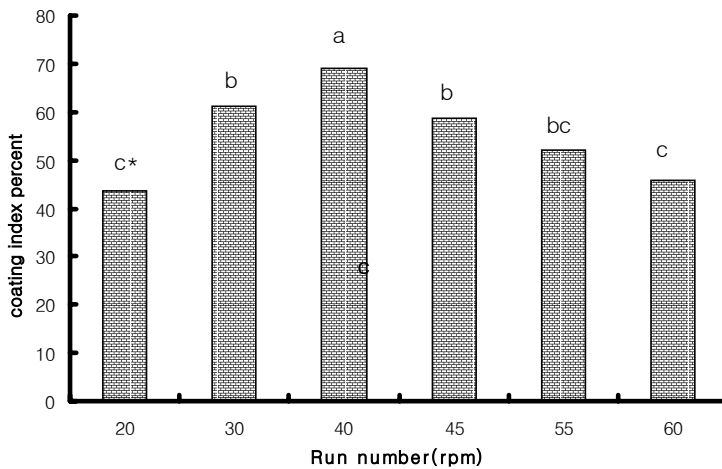


Fig. 1-2. Effects of coating pan speed on coating index for coating tall fescue seed.

* Bars with different alphabetic letters are significantly different ($P < 0.01$).

피복팬의 회전속도별 피복지수는 fig. 1-1, fig. 1-2에서 보다시피 red clover는 45rpm에서, tall fescue 40rpm에서 피복지수가 제일 높았으며($P<0.01$), 피복효과가 제일 좋은 것으로 나타났다.

종자 피복과정에서 피복 팬의 회전속도는 피복효과와 직접 연관되는 중요한 요인이다. 팬의 크기와 모양 및 각도에 따라 종자피복에 수요되는 팬의 속도가 다르기 때문에 다양한 피복 팬은 서로 다른 적정 회전속도를 가지고 있다. 강 등(1999)은 피복 드럼의 속도를 초기에는 60rpm으로 하다가 피복 후기에는 최고로 500rpm까지 회전속도를 조절하였다고 보고하였지만 본 연구에서 사용된 피복기계로는 500rpm에서는 피복작업을 수행할 수 없었으며 피복기계의 다름으로 인하여 피복시 팬의 회전속도에서 엄청난 차이를 나타낸다는 것을 알 수 있다. Scott(1997)는 피복 팬의 속도별 피복효과 검증에서 lime을 고형물로 회전속도를 각각 29, 30, 31, 32, 33, 34rpm로 시험한 결과 31rpm에서부터 우수하였다고 하였다. 그는 이러한 효과는 피복지수를 통하여 나타났으며 또 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자가 회전속도의 변화에 따라 크게 변화된다고 하였다. 본 실험에서도 두 초종에서 모두 피복지수에서는 비슷한 결과를 보았지만 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자에서 피복효과에 영향 줄 만한 큰 차이는 나타나지 않았으나 회수된 단립 피복종자에서는 큰 차이를 보여주었다.

라. 요약

본 실험은 종자피복의 기계적인 특성을 조사하기 위하여 소형 피복 팬으로 red clover와 tall fescue 종자를 공시하여 피복팬의 회전속도와 접착제 및 고형물질을 달리하여 피복 후 팬에서 회수된 단립 피복종자 무게, 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자 무게, 피복되지 않고 회수된 미피복물질 무게, 충격에 의한 피복층 탈락성 및 피복종자의 백립무게 등을 조사하였다. 이 자료를 근거로 피복효과를 종합적으로 표현하는 피복지수를 산출하였는데 주요결과는 다음과 같다.

1. Red clover 종자는 팬 회전속도 45rpm에서 회수된 단립 종자 무게가 제일 높았으며($P<0.01$), 피복종자의 백립무게도 높았다.
2. Tall fescue 종자는 회전속도 40rpm에서 회수된 단립 종자 무게가 제일 높았으며($P<0.01$), 피복종자의 백립무게도 높았다.
3. 팬의 회전속도별 피복지수는 red clover는 45rpm에서 제일 양호하였으며($P<0.01$), tall fescue는 40rpm에서 제일 양호하게 나타났다($P<0.01$).

2. 피복지수에 의한 종자 피복제 평가

가. 재료 및 방법

1) 공시초종

Red clover와 tall fescue를 공시초종으로 사용하였다.

2) 피복방법

종자피복시 피복기계는 팬의 수평면과의 기울기를 35°로 조절하여 피복하였다. 분무기는 접착제 분무량을 적당한 양으로 조절하여 15초에 1-2회씩 피복팬에 분사하였고 분무횟수를 기록하여 총 분무횟수에 1회분무량(0.3g)을 곱하여 총 분무량을 계산하였다. 고형물질은 작은 순가락으로 취하여 수시로 피복팬에 추가하였으며 피복시간은 30-50분간 진행되었다. 피복진행과정 중 피복종자의 건조는 헤어드라이어를 이용하여 10분 간격으로 3-5분 동안 피복팬 안에 더운 공기를 주입하여 실시하였다. 피복팬의 회전속도제어장치는 45rpm으로 조정하여 피복하였다. 고형물질별 종자피복에서는 polyvinyl alcohol을 접착제로 사용하였고 접착제별 종자피복에서는 vermiculite를 고형물질로 사용하였다.

3) 피복물질

(1) 고형물질의 종류

종자피복시에 고형물질들은 bentonite(B), kaolin(K), calcium carbonate(CC), peatmoss(PM), talc(T), vermiculite(V), zeolite(Z), calcium hydroxide(CH), plaster(PT), calcium phosphate(PP)를 사용하였으며, vermiculite+calcium carbonate(V+CC), vermiculite+kaolin(V+K), vermiculite+talcum(V+T), vermiculite + calcium hydroxide(V+CH)는 1:1의 첨가비율로 혼합하여 조제하였다. 또한 피복시 종자와 고형물질비율은 1:3으로 처리하였고, 가벼운 고형물질인 peatmoss와 vermiculite를 제외하고(100mesh 이하) 모든 고형물질은 입자크기가 200mesh 보다 작았다.

(2) 접착제의 종류

CF-clear(CF), 30% arabic gum(AG), 1.5% cethylmethyl cellulose (CMC), 8% polyvinyl alcohol(PVA), 3% polyvinyl pyrrolidone(PVP), 3% hydroxy propyl cellulose(HPC), 3% methyl cellulose(MC)를 접착제로 사용하였다.

4) 피복종자의 품질평가방법

피복종자의 품질평가는 Table 1-1에서 보여주는 것과 같이 Scott 등(1997)의

종자피복 평가시스템을 이용하여 실시하였다. 측정된 항목들로는 종자무게, 고품질 첨가무게, 점착제 분무량과 종자피복 후 피복팬에서 회수된 전체무게 그리고 회수된 전체 피복종자를 단립 피복종자, 서로 달라붙은 덩어리진 피복종자와 피복되지않고 회수된 미피복물질로 분리하여 각각 무게를 측정하였다.

5) 통계처리

통계처리는 SAS ver 6.12을 이용하여 분산분석을 실시하

나. 결과 및 고찰

1) 점착제별 피복효과

Red clover종자의 점착제별 피복에서 피복 종료 후 회수된 단립 피복종자와 피복팬에 추가된 전체 피복재료의 비율은 Table 1-4에서 보는 바와 같이 CF와 PVA를 점착제로 수행한 피복에서 각각80.5%, 78.8%로 높게 나타났지만 AG, PVP를 점착제로 수행한 피복과는 유의적인 차이가 없었다. 그리고 MC를 점착제로 한 피복에서는 64.8%로 제일 낮았다($P<0.01$). 피복 후 팬에서 회수된 서로 달라붙은 덩어리진 피복종자의 비율은 AG, CF, CMC, PVA를 점착제로 한 피복에서 각각 12.3%, 10.7%, 12.3%, 10.8%로 여타 점착제 보다 현저하게 높았다 ($P<0.01$). 피복 후 팬에서 회수된 미피복물질의 비율은 AG, CF, PVA를 점착제로 한 피복에서 각각 1.5, 1.5, 1.0%로 여타 점착제 보다 유의하게 적었으며 ($P<0.01$), MC를 점착제로 한 피복은 7.5%로 제일 높게 나타났다($P<0.01$). 피복종자의 탈락성은 AG, CF, PVA를 점착제로 한 피복에서 각각 0.3%, 0.2%, 0.2%로 여타 처리보다 현저하게 낮았으며($P<0.01$), CMC, HPC, MC를 점착제로 한 피복에서는 각각 3.6%, 3.1%, 3.4%로 현저하게 높았다($P<0.01$). 피복종자의 백립무게는 CF를 점착제로 이용한 피복에서 0.76g으로 제일 높게 나타났으나 AG, CMC, PVA를 점착제로 한 피복과는 유의적인 차이가 없었다. HPC, MC를 점착제로 한 피복에서는 각각 0.64g, 0.65g으로 다른 처리구에 비해 현저하게 낮았다 ($P<0.01$).

Table 1-5에서 보면 tall fescue 점착제별 피복에서 피복 후 회수된 단립 피복종자와 피복 팬에 추가된 전체 피복재료와의 비율은 CF를 점착제로 한 피복에서 81.5%로 제일 높게 나타났다($P<0.01$). 회수된 서로 달라붙은 덩어리진 피복

종자의 비율은 AG를 접착제로 한 피복에서 18.1%으로 여타 처리구 보다 현저하게 높았으며($P<0.01$), HPC와 MC를 접착제로 한 피복에서는 각각 5.5, 4.8%로 아주 낮게 나타났다($P<0.01$). 회수된 미피복물질의 비율은 AG, CF, CMC, PVA를 접착제로 한 피복에서 각각 4.0, 2.5, 3.8, 3.3%로 나머지 처리들보다 낮았으며($P<0.01$), HPC, MC, PVP를 접착제로 한 피복에서는 각각 11.5, 11.3, 10.3%로 매우 높았다($P<0.01$). 피복종자의 충격에 의한 피복층의 탈락성은 MC와 PVP를 접착제로 한 피복에서 각각 4.9%, 5.6%로 다른 처리구 보다 유의하게 높았으며($P<0.01$), AG, CF, PVA를 접착제로 한 피복에서는 아주 낮은 탈락성을 나타내었다($P<0.01$). 피복종자의 백립무게는 CF를 접착제로 한 피복에서 제일 높았지만 AG, PVA를 접착제로 한 피복과는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Fig. 1-3에서 보면 red clover 종자의 접착제별 피복지수는 CF와 PVA를 접착제로 한 피복에서 다른 처리구 보다 높게 나타났지만($P<0.01$), AG를 접착제로 한 피복과는 유의적인 차이가 없었다. Fig. 1-4에서 보면 tall fescue에서도 마찬가지로 피복지수가 CF와 PVA를 접착제로 한 피복에서 여타 처리구들보다 높았지만($P<0.01$), PVA는 AG, CMC를 접착제로 한 피복과는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Scott(1997)는 Gelvatol 40-10과 Methocel K35 접착제로 한 lucerne, *phalaris* 종자 피복에서 접착제 종류에 따라 상이한 피복효과를 나타내며 gelvatol을 접착제로 한 피복에서 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자가 적었고 탈락성도 낮았으며, 높은 피복지수를 나타내었다고 하였다. 본 실험에서도 접착제 종류에 따라 피복효과에서 큰 차이를 보여주었으며 CF와 PVA가 여타 접착제보다 좋은 피복효과를 나타내었다.

2) 고형물질 별 피복효과

Red clover 종자를 사용하여 고형물질 종류별 기계적인 코팅효과를 조사한 결과를 Table 1-6에서 보면 회수된 단립 피복종자와 피복 팬에 추가된 전체 피복재료와의 비율은 V와 V+T를 고형물로 한 피복에서 각각 78.2, 76.7%로 제일 높게 나타났지만 T, CC, V+CC와는 유의적인 차이가 없었다. 피복 종료 후 피복 팬에서 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자 비율은 K를 고형물로 한 피복에서 15.5%로 여타 처리에 비하여 높게 나타났으며($P<0.01$), PM와 PP를 고형물로 한 피복에서 각각 6.3, 5.3%로 제일 낮았다($P<0.01$). 피복 종료 후 피복 팬에

서 회수된 미피복물질의 비율은 PP를 고품질로 한 피복에서 8.0%로 제일 높았고 PT에서 1.5%로 아주 낮게 나타났다($P<0.01$). 피복 종자의 충격에 의한 탈락성은 PM를 고품질로 한 피복에서 2%로 제일 높게 나타났으며($P<0.01$), V, PT, V+T에서는 0.1%~0.2%로 아주 낮은 탈락성을 나타내었다. 피복종자의 백립무게는 V를 고품질로 한 피복에서 0.77g으로 제일 높게 나타났지만($P<0.01$), T, V+CC, V+K, V+T를 고품질로 한 피복과는 유의적인 차이가 없었다.

Table 1-7에서 보면 tall fescue 종자의 고품질별 피복에서 회수된 단립종자와 피복 팬에 추가된 전체 피복물질과의 비율은 V+T를 고품질로 한 피복에서 79.3%로 제일 높았지만 T, V, V+CC를 고품질로 한 피복과는 유의적인 차이가 없었다. 피복 종료 후 피복 팬에서 회수된 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자의 비율은 K, V+K를 고품질로 한 피복에서 각각 13.3, 13.5%로 높게 나타났으나 T, CH, CC, V+CC를 고품질로 한 피복과는 유의적인 차이가 없었으며, PP를 고품질로 한 피복에서는 서로 달라붙은 덩어리 진 피복종자 비율이 2.3%로 제일 낮았다($P<0.01$). 피복 종료 후 피복 팬에서 회수된 미피복물질의 비율은 비중이 제일 무거운 PP를 고품질로 한 피복에서 10.3%로 여타 처리들 보다 현저하게 높게 나타났으며($P<0.01$), PT를 고품질로 한 피복에서 0.5%로 현저하게 낮았다($P<0.01$). 충격에 의한 피복층의 탈락성은 PM를 고품질로 한 피복에서 공히 여타 처리에 비하여 높게 나타났으며($P<0.01$) 쉽게 부서졌다. 피복종자의 백립무게는 V, V+T를 고품질로 한 피복에서 모두 0.68g으로 제일 높게 나타났지만 T, K, V+CC, V+K와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Red clover 종자의 고품질별 피복지수는 Fig. 1-5에서 보는 바와 같이 V와 V+T를 고품질로 한 피복에서 여타 처리에 비하여 유의하게 높았으며($P<0.01$), tall fescue 종자의 고품질별 피복지수는 fig. 1-6에서 보듯이 T, V, V+T를 고품질로 한 피복에서 모두 높게 나타났다($P<0.01$).

고품질별 피복에서 보면 고품질 종류에 따라 피복효과에서 큰 차이를 보여주었으며 두 초종에서 공히 V와 V+T를 고품질로 한 피복에서 회수된 단립 피복종자, 피복종자 백립무게에서 양호한 양상을 나타내었고 피복지수도 높았기 때문에 피복효과가 우수한 피복재료임을 시사하였다. B, CC, PP를 고품질로 한 피복은 종자피복에 자주 이용되고 있지만(Scott, 1974), 본 실험결과로부터 보면 피복효과가 V와 V+T보다 떨어진다는 것을 알 수 있다. 그리고 종자피복의 목적은 기계적인 자극으로부터 종자를 보호하는데 있으며 탈락성이 너무 높으면

과중 작업 중 기계적인 자극으로 말미암아 쉽게 부서지고 피복 층이 깨어져 피복물질로 이용이 불가능하다고 Greipsson(1999)이 보고하였는데 본 실험에서의 고형물질별 피복효과에서 보면 PM를 PVA로 피복 한 종자는 탈락성이 높았고 쉽게 부서져 단일물질로는 피복재료로의 이용이 적합하지 않다는 것을 나타내었다.

Table 1-4. Effects of different adhesives on evaluation parameters for coating red clover seed.

Adhesives	Weight of singles out (%)	Weight of agglomerates out (%)	Weight of fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100seeds (g)
AG**	76.0±3.06 ^{ab} *	12.3±2.64 ^a	1.5±0.54 ^c	0.3±0.09 ^c	0.71±0.012 ^{ab}
CF	80.5±7.86 ^a	10.7±2.70 ^a	1.5±0.54 ^c	0.2±0.03 ^c	0.76±0.022 ^a
CMC	70.3±1.92 ^{bc}	12.3±2.46 ^a	5.5±1.56 ^b	3.6±0.29 ^a	0.70±0.005 ^{abc}
HPC	69.5±8.16 ^{bc}	4.5±1.14 ^b	4.8±1.26 ^b	3.1±0.32 ^a	0.64±0.024 ^d
MC	64.8±3.42 ^c	4.5±1.62 ^b	7.5±2.16 ^a	3.4±0.12 ^a	0.65±0.020 ^{cd}
PVA	78.8±4.26 ^a	10.8±3.18 ^a	1.0±0.18 ^c	0.2±0.08 ^c	0.73±0.036 ^{ab}
PVP	74.3±3.96 ^{ab}	4.5±0.72 ^b	5.5±1.26 ^b	2.3±0.15 ^b	0.70±0.023 ^{bc}

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

** AG: arabic gum, CMC: cethyl Methyl cellulose, HPC: hydrory propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone.

Table 1-5. Effects of different adhesives on evaluation parameters for coating tall fescue seed.

Adhesives	Weight of singles out (%)	Weight of agglomerates out (%)	Weight of fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100seeds (g)
AG**	70.8±2.94 ^{bc} *	18.1±4.50 ^a	4.0±0.54 ^c	0.4±0.06 ^c	0.66±0.019 ^{abc}
CF	81.5±0.72 ^a	10.0±1.02 ^{bc}	2.5±1.81 ^c	0.2±0.09 ^c	0.70±0.024 ^a
CMC	71.0±5.40 ^{bc}	12.3±3.24 ^b	3.8±0.36 ^c	2.7±0.28 ^b	0.64±0.023 ^{bcd}
HPC	59.5±3.84 ^d	5.5±1.56 ^d	11.5±1.47 ^a	2.9±0.18 ^b	0.64±0.010 ^{bcd} d
MC	52.3±1.80 ^e	4.8±1.44 ^d	11.3±2.28 ^{ab}	4.9±0.38 ^a	0.59±0.029 ^d
PVA	74.3±4.46 ^b	11.5±1.26 ^b	3.3±0.18 ^c	0.1±0.03 ^c	0.68±0.035 ^{ab}
PVP	67.3±6.53 ^c	8.0±0.90 ^{cd}	10.4±1.63 ^{ab}	5.6±0.43 ^a	0.61±0.048 ^{cd}

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

** AG: arabic gum, CMC: cethyl Methyl cellulose, HPC: hydroyr propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone.

Table 1-6. Effects of coating particulate matters on evaluation parameters for coating red clover seed.

Particulate matter	Weight of singles out (%)	Weight of agglomerates out (%)	Weight of fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100seeds(g)
B**	59.1±6.27 ^{ef*}	8.8±1.58 ^d	3.8±0.36 ^{cdef}	0.3±0.05 ^{def}	0.56±0.029 ^{de}
PM	54.8±4.76 ^f	6.3±1.68 ^e	3.8±0.72 ^{cdef}	2.0±0.15 ^a	0.53±0.020 ^{ef}
T	71.3±3.48 ^{abc}	10.5±3.25 ^{bcd}	3.3±0.24 ^{def}	0.4±0.03 ^{de}	0.72±0.012 ^{ab}
V	78.2±3.86 ^a	11.0±1.57 ^{bcd}	3.3±0.24 ^{def}	0.1±0.02 ^f	0.77±0.021 ^a
Z	62.3±6.92 ^{de}	9.0±1.86 ^{cd}	3.8±0.26 ^{bcde}	0.4±0.08 ^{de}	0.52±0.023 ^f
CC	72.0±5.44 ^{abc}	11.8±2.49 ^b	3.8±0.29 ^{bcde}	1.3±0.10 ^b	0.70±0.018 ^b
K	70.8±4.83 ^{bc}	15.5±1.83 ^a	4.0±0.28 ^{bc}	0.5±0.03 ^d	0.64±0.017 ^c
PT	59.5±4.27 ^{ef}	11.1±1.28 ^{bcd}	1.5±0.36 ^g	0.1±0.01 ^f	0.53±0.026 ^{ef}
CH	61.0±7.63 ^{def}	11.3±0.97 ^{bc}	4.3±0.54 ^{bc}	0.9±0.13 ^c	0.54±0.010 ^{ef}
PP	67.5±6.67 ^{bcd}	5.3±0.78 ^e	8.0±0.18 ^a	0.4±0.04 ^{de}	0.69±0.011 ^b
V+C	69.8±3.85 ^{abc}	9.5±0.66 ^{bcd}	4.0±0.60 ^{bcd}	0.4±0.03 ^{de}	0.72±0.010 ^{ab}
V+K	68.3±7.58 ^{bcd}	10.0±0.72 ^{bcd}	4.0±0.61 ^{bc}	0.3±0.05 ^{def}	0.72±0.013 ^{ab}
V+CH	66.0±4.82 ^{cde}	9.1±1.29 ^{cd}	4.3±0.36 ^{bc}	0.4±0.05 ^{de}	0.56±0.004 ^{ef}
V+T	76.7±4.86 ^a	11.5±0.86 ^{bc}	3.3±0.30 ^{ef}	0.2±0.04 ^{ef}	0.75±0.011 ^{ab}
V+Z	65.5±4.35 ^c	8.8±1.32 ^d	1.8±0.78 ^b	0.3±0.04 ^{def}	0.58±0.013 ^{ef}

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

** B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plaster(gypsum), CH: calcium hydroxide(slaked lime), PP: calcium phosphate

Table 1-7. Effects of coating particulate matters on evaluation parameters for coating tall fescue seed.

Particulate matter	Weight of singles out (%)	Weight of agglomerates out (%)	Weight of fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100seeds(g)
B**	56.3±4.82 ^{g*}	5.8±0.48 ^{fg}	1.8±0.30 ^{bcd}	0.4±0.08 ^e	0.43±0.011 ^g
PM	63.0±6.30 ^f	7.8±0.36 ^g	1.3±0.37 ^{cd}	2.7±0.38 ^a	0.53±0.010 ^e
T	76.8±6.64 ^{ab}	12.7±2.46 ^{abc}	2.0±0.18 ^b	0.4±0.05 ^e	0.67±0.011 ^{ab}
V	77.5±4.62 ^{ab}	10.8±2.04 ^{bcde}	1.0±0.24 ^{de}	0.2±0.05 ^e	0.68±0.022 ^a
Z	56.5±6.96 ^g	7.0±0.66 ^g	1.5±0.29 ^{bcd}	0.5±0.09 ^e	0.53±0.011 ^e
CC	70.3±3.06 ^{cd}	11.2±1.04 ^{abcd}	1.3±0.16 ^{bcd}	1.8±0.08 ^c	0.65±0.009 ^b
K	73.0±2.45 ^{bc}	13.3±3.06 ^a	1.5±0.35 ^{bcd}	0.5±0.04 ^e	0.66±0.006 ^{ab}
PT	64.1±2.67 ^{ef}	6.8±0.82 ^g	0.5±0.21 ^e	0.2±0.04 ^e	0.55±0.004 ^{de}
CH	56.7±4.86 ^g	12.0±2.37 ^{abcd}	1.3±0.92 ^{bcd}	2.2±0.17 ^b	0.45±0.003 ^{fg}
PP	70.5±4.62 ^{cd}	2.3±1.08 ^h	10.3±1.28 ^a	0.3±0.05 ^e	0.61±0.007 ^d
V+CC	74.5±6.36 ^{abc}	13.0±1.48 ^{ab}	1.8±0.53 ^{bcd}	0.9±0.06 ^d	0.67±0.005 ^{ab}
V+K	72.8±4.09 ^{bc}	13.5±1.98 ^a	1.8±0.35 ^{bc}	0.5±0.06 ^e	0.67±0.036 ^{ab}
V+CH	64.8±2.86 ^{def}	8.7±0.84 ^{efg}	1.5±0.29 ^{bcd}	0.6±0.09 ^e	0.54±0.020 ^e
V+T	79.3±3.98 ^a	10.1±1.23 ^{def}	1.3±0.31 ^{bcd}	0.3±0.03 ^e	0.68±0.009 ^a
V+Z	69.7±2.89 ^{cde}	10.5±2.43 ^{cde}	1.5±0.38 ^{bcd}	0.3±0.04 ^e	0.63±0.013 ^{bc}

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different (P<0.01).

** B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plas-ter(gypsum), CH: calcium hydroxide(slaked lime), PP: calcium phosphate

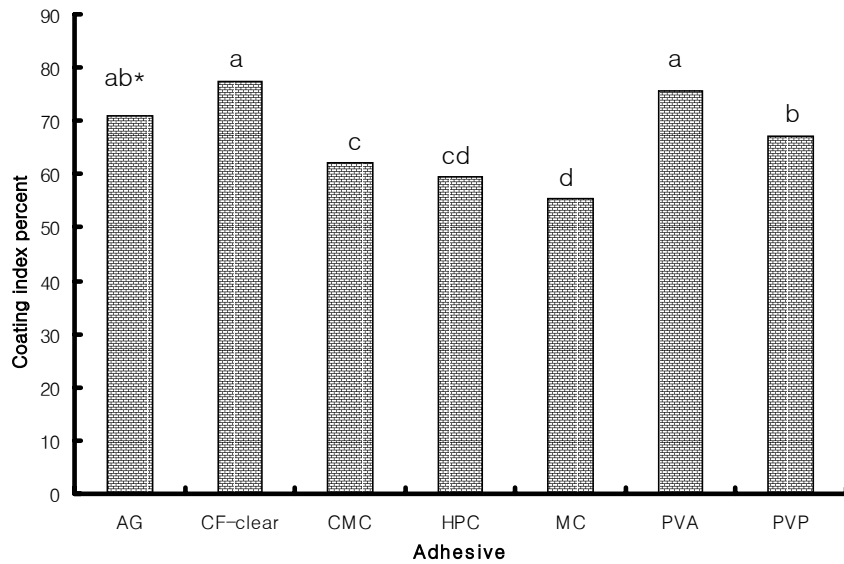


Fig. 1-3. Effects of different adhesives on coating index for coating red clover seed.

* Bars with different alphabetic letters are significantly different ($P < 0.01$). (AG: arabic gum, CMC: cethyl methyl cellulose, HPC: hydroy propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone.)

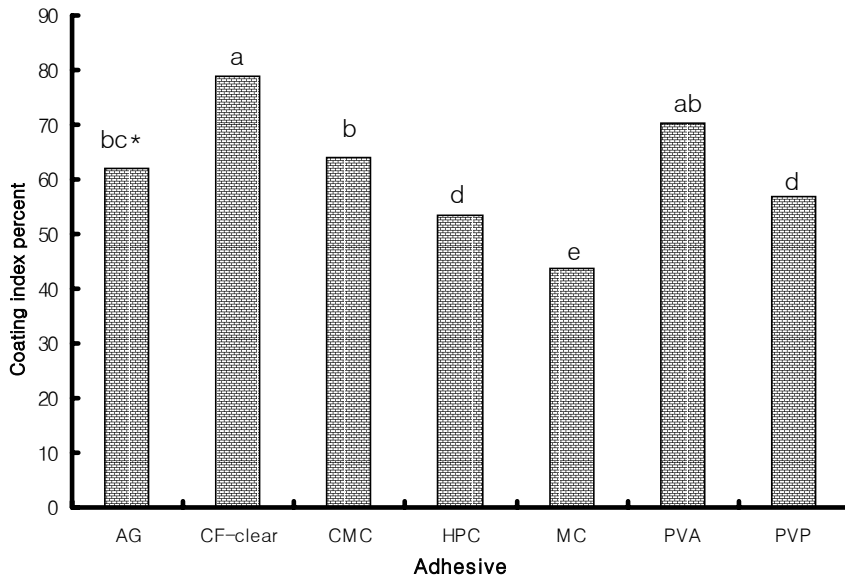


Fig. 1-4. Effects of different adhesives on coating index for coating tall fescue seed.

* Bars with different letters are significantly different ($P < 0.01$). (AG: arabic gum, CMC: cethyl Methyl cellulose, HPC: hydroy propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone).

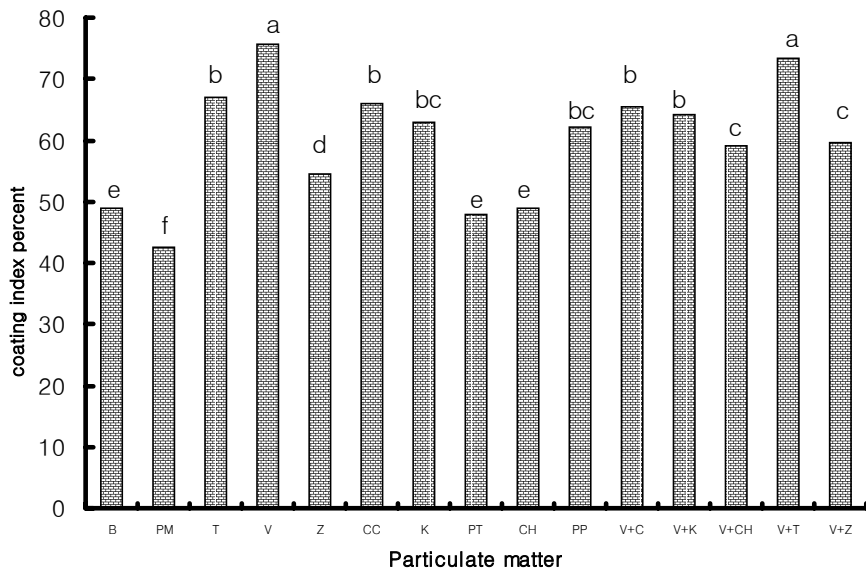


Fig. 1-5. Effects of different particulate matters on coating index for coating red clover seed.

* Bars with different letters are significantly different ($P < 0.01$). (B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plaster, CH: calcium hydroxide, PP: calcium phosphate).

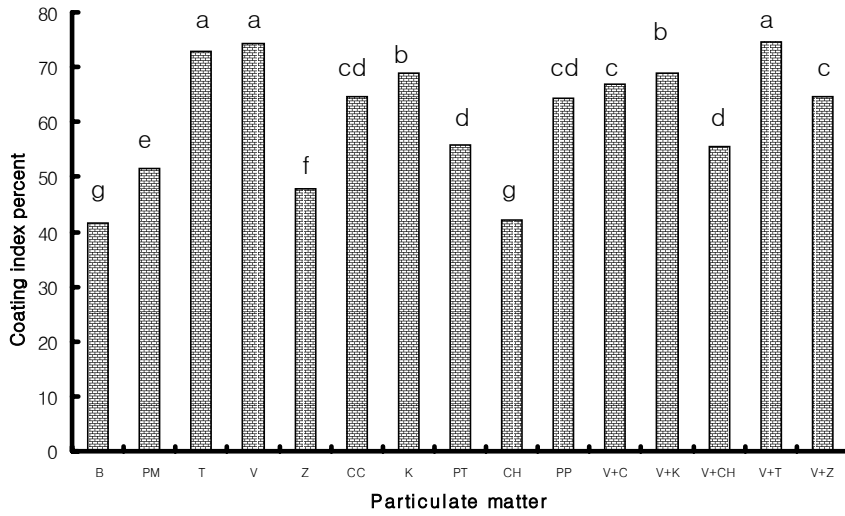


Fig. 1-6. Effects of different particulate matters on coating index for coating tall fescue seed.

* Bars with different letters are significantly different ($P < 0.01$). (B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plaster, CH: calcium hydroxide, PP: calcium phosphate).

다. 요약

1. Red clover 종자는 CF-clear와 PVA에서 회수된 단립 종자 무게가 높았으며, 충격에 의한 피복층의 탈락성은 arabic gum, CF-clear, PVA에서 제일 낮았다 ($P<0.01$). 피복종자의 백립무게는 CF-clear에서 높았다.
2. Tall fescue 종자는 CF-clear에서 회수된 단립 종자 무게가 높았으며($P<0.01$), 충격에 의한 피복층의 탈락성은 arabic gum, CF-clear, PVA에서 제일 낮았다 ($P<0.01$). 피복종자의 백립무게는 CF-clear에서 높았다.
3. 접착제별 피복지수는 두 초종에서 CF-clear와 PVA에서 여타 접착제보다 유의하게 높았다($P<0.01$).
4. Red clover는 V와 V+T(1:1)에서 회수된 단립 피복종자 무게가 제일 높았으며 tall fescue에서는 V+T(1:1)에서 제일 높았다($P<0.01$).
5. 고형물질별 피복지수는 red clover는 V와 V+T(1:1)에서 높았으며 tall fescue는 T, V, V+T(1:1)에서 높게 나타났다($P<0.01$).

본 실험결과에 의하면 피복팬의 최적 회전속도는 red clover는 45rpm, tall fescue는 40rpm, 접착제는 두 초종에서 공히 CF-clear와 PVA, 고형물질은 V와 V+T(1:1) 처리구에서 피복효과가 우수하였다.

3. 목초종자 피복을 위한 최적 피복물질 개발

가. 서론

겉뿌림 종자 피복은 오래전부터 여러 가지 목적으로 시행되어 왔지만 피복에서 가장 중요한 과제는 피복물질의 흡수력과 보수력이라고 할 수 있으며 (Porter, 1976), 이것은 야외파종시에 종자의 발아와 정착에 무엇보다도 중요한 요소로 작용한다(McWilliam과 Dowling, 1970). 그리고 겉뿌림 파종시 피복종자의 경도 및 피복물질의 외부자극에 의한 탈락 역시 겉뿌림 효과와 직접적인 연관성을 가지고 있다.

겉뿌림 종자가 처한 주위환경은 복토파종 보다 더 열악하다. 그러므로 종자 발아를 위한 충분한 수분환경조성을 위하여서는 종자표면에 수분이 빠르고 많이 흡수되는 반면에 종자에 흡수된 수분은 증발이 느리고 적어야한다(McWilliam과 Dowling, 1970). 많은 연구자들이 친수성 물질을 이용한 피복으로 수분환경을 개선하여 종자의 발아력을 촉진시키고 유식물의 활력을 증강시켜 건조한 조건하에서 목초의 정착율을 개선하려는 목적으로 연구를 수행하였다(Dowling 등, 1971; Scott와 Hay, 1974; Sharples와 Gentry, 1980; Scott, 1989; Grellier, 1999).

Dexter와 Miyamoto(1959)는 hydrophilic colloid로 sugar beet종자의 수분흡수능력을 향상시켰으며, Berdahl과 Barker(1980)는 흡수력수지 혹은 흡수력 다당류를 silica와 혼합하여 Russian wildrye종자의 피복에 이용하여 피복종자의 흡수력을 증가시켰다. 수분흡수를 제한하지 않는 조건 하에서 피복된 종자의 흡수능력은 무처리 종자보다 10~15%더 향상되었으며 종자가 건조되기 전에 충분한 수분상태를 유지할 수 있는 조건이 되어 종자발아에 유익한 환경을 조성하여준다(Dowling 등, 1971)는 보고도 있었다. Dowling 등(1971)은 bentonite와 lime을 접착제로 종자를 피복하여 종자의 노출을 방지하고 보수력을 높여 무처리 종자보다 훨씬 빠른 수분흡수속도와 많은 흡수량을 나타내었으며 가뭄에 의한 수분손실도 적었다(Scott와 Hay, 1974)고 보고하였다

그러나 일부 연구결과에서는 피복은 종자의 수분흡수속도를 느리게 한다는 보고도 있었다. 수증기 확산에 의한 종자의 수분확보에 관한 연구결과를 보면

습한 공기 중에서 흡수력은 피복배율이 낮을수록 더욱 강했고 피복배율이 높을수록 흡수력이 약화되었으며 silica bead를 이용한 피복에서 모두 흡수속도가 느렸다고 하였다(Schneider, 1997). 피복종자의 흡수력과 보수력에 관한연구는 종자 피복 분야에서 많은 관심을 가지고 있는 과제이며 또 그에 대한 연구결과는 각각 다르게 발표되었다. 이렇게 연구결과가 다르게 나오는 것은 피복물질의 종류, 피복비율, 피복조작시 기계적인 손상, 파종에 이용된 토양조건 및 종자의 특성 등 여러 가지 요인에 기인한 것이다(Baxter와 Waters, 1986a).

지금까지 종자피복을 위한 재료는 주로 경험에 의거해 기성제품을 선택하였으며 체계적인 고형물질과 접착제들에 대한 수분흡수력과 보수력 등 피복재료 물리적인 성질에 관한 연구는 드문 상황이다. 따라서 본 연구는 피복물질의 흡수력, 보수력, 피복물질의 경도 및 물 침지에 의한 피복물질의 탈락정도를 측정하여 우수한 피복 피복물질을 선정하기 위하여 시행되었다.

나. 재료 및 방법

1) 공시 피복재료

접착제인 CF-clear(CF), 30% arabic gum(AG), 1.5% cethylmethyl cellulose(CMC) 및 8% polyvinyl alcohol(PVA)와 고형물질인 kaolin(K), calcium carbonate (CC), talc(T), vermiculite+calcium carbonate(V+CC), vermiculite+kaolin(V+K), vermiculite+talcum(V+T)를 공시 피복재료로 사용하였다.

2) 펠렛의 제조방법

공시재료인 접착제들은 vermiculite를 고형물질로 반죽하였으며, 고형물질들은 polyvinyl alcohol을 접착제로 반죽하여 각각 펠렛을 제조하였다. 펠렛의 제조는 먼저 각 고형물질과 접착제의 비율을 4 : 1(v/v)로하여 반죽하였으며 반죽된 재료는 펠렛제조기(진주 의약기계, 한국)를 이용하여 직경이 7mm되는 펠렛을 제조한 다음 피복 팬에 넣어서 10분간 성형시켰다. 성형이 완료된 펠렛은 팬에서 회수하여 60℃ Oven에서 24시간 건조하여 시험에 사용하였다.

3) 제조된 펠렛의 측정방법

(1) 흡수력 측정: 망사(1mm×1mm)로 자체 제작한 장방형 basket(1.5g)에 건조된 펠렛 10g을 담은 후 펠렛이 담긴 basket를 충분한 수분을 흡입한 sponge에 올려놓고 시간별로(1분, 3분, 6분, 9분, 12분, 15분, 18분) 흡수시켰다. 처리된 basket는 시간별로 취하여 basket에 묻은 물을 담은 후 무게변화를 측정하였으며 모든 시험은 4반복으로 수행하였다.

(2) 보수력 측정: 포화흡수상태 펠렛의 보수력은 흡수력 측정과 같이 10g의 pellet을 basket에 골고루 편 후 젖은 sponge위에서 30분간 포화흡수상태에 도달할 때까지 충분히 수분을 흡수시켰다. 포화흡수상태 pellet가 담긴 basket는 20°C의 상대습도가 60%인 실내에서 3시간 간격으로(0, 3시간, 6시간, 9시간, 12시간, 15시간, 18시간)18시간 동안 무게를 측정하여 수분 손실 후의 무게변화를 조사하였다. 그리고 30% 흡수한 펠렛의 보수력은 위와 같은 방법으로 펠렛을 준비하여 수분함량을 30%로 조정하여 다음 3시간 간격으로 18시간 동안 무게를 측정하여 수분 손실에 의한 펠렛의 무게변화를 조사하였으며 모든 시험은 4반복으로 수행하였다.

(3) 피복재료 별 pellet의 경도 측정

FUDOH RHEO METER(RHEOTECH, JAPAN)를 이용하여 건조상태의 pellet와 수분함량이20%인 pellet의 경도를 측정하였다. 경도는 7mm직경에 길이가 1cm인 pellet이 깨어지는 最大荷重(kg/cm²)으로 표시하였으며 경도측정시험은 10반복으로 시행하였다.

(4) 피복물질 별 pellet의 물 침지에 의한 탈락성

펠렛의 물 침지에 의한 탈락정도 측정은 망사로 제작한 basket에 건조된 10g의 pellet를 담은 후 물이 담긴 용기에 넣은 다음 SHAKING INCUBATOR(SI-600R JEIO TECH)에서 60run/min으로 10분간 흔들어 주었다. 그리고 물침지에 의하여 탈락되고 남은 펠렛이 담긴 basket는 80°C FORCED CONVENTION OVEN(FO-5100, N.P.E NEW POWER ENQ)에서 12시간 건조한 다음 무게를 측정하여 피복물질의 탈락성을 조사하였고 시험은 4반복으로 실시하였다.

(5) 물 침지에 의한 피복물질 탈락 방지

Polyvinyl alcohol에 GVA(17, 20, 25, 33, 50%)를 첨가한 것을 접착제로 하여 vermiculite로 펠렛을 만든 뒤 (4)와 같은 방법으로 경도, 보수력, 흡수력 및 탈락율 등을 조사하여 CF와 비교하였다.

4) 통계분석

통계분석은 SAS Ver 6.12를 이용하여 분산분석을 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 피복재료의 흡수력

Vermiculite를 고형물질로 하여 접착제 종류별 펠렛의 흡수력을 시간별로 조사한 결과 fig. 2-1에서 보는 바와 같이 PVA를 접착제로 한 펠렛이 195%로 제일 높게 나타났으며 CF를 접착제로 한 펠렛에서는 78%로 아주 낮게 나타났다. CMC를 접착제로 한 펠렛은 1분 내에 제일 빨리 포화흡수상태에 도달하였고 PVA, CF를 접착제로 한 펠렛은 모두 3분 내에 포화흡수상태에 도달하였지만 AG를 접착제로 한 펠렛에서는 12분 후에야 포화흡수상태에 도달하였다. CF를 접착제로 제조한 펠렛에서 수분흡수력이 낮게 나타난 원인은 흡수과정 중에 여타 접착제로 제조한 펠렛은 모두 체적이 수분흡수로 인하여 팽창되었지만 CF를 접착제로 한 펠렛은 부피가 늘어나지 않는 CF 고유의 물리성 때문이었다.

CF를 접착제로 사용한 고형물질 종류별 펠렛의 흡수력은 Fig. 2-2에서 보다시피 V를 고형물로 한 펠렛에서 78%로 제일 높게 나타났으며 3분 내에 포화흡수상태에 도달하였다. 단일 고형물질 펠렛에서 T와 CC를 고형물로 한 펠렛의 흡수력은 각각 44%, 47%로 낮게 나타났으며, T를 고형물질로 한 펠렛은 흡수 포화상태에 도달하는 시간도 약 18분으로 늦었다. 그러나 V+T를 고형물질로 제조한 펠렛에서의 흡수력은 64%로 비록 V를 고형물질로 한 펠렛보다 흡수력은 떨어졌지만 흡수 포화상태 도달 시간은 1분 이내로 제일 짧았다. K와 V+K를 고형물질로 제조한 펠렛은 흡수과정에서 펠렛 물질이 파쇄되어 탈락되는 현상이 발생되었고 수분 흡수 시간이 길어짐에 따라 탈락정도가 심화되었다.

피복재료의 흡수력은 피복종자의 유식물활력과 초기생장에 직접적인 영향을 미치며 피복종자는 무처리 종자보다 수분흡수속도와 흡수력에서 양호하였다고 보고하였다(Scott, 1974). Dowling 등(1970)은 수분흡수를 제한하지 않는 조건 하에서 피복종자가 무처리 종자보다 흡수력이 10-15% 증가되었다고 보고하였으며, 피복종자의 흡수력은 종자가 건조한 환경에서 정상적인 생육이 진행될 수 있는 조건이며 피복물질의 다름에 따라 수분 흡수량도 다르게 나타난다고 보고하였다(Berdahl와 Barker, 1980). 그리고 여러 가지 피복처리 종자들을 공시한 수분흡수력을 비교에서 피복물질의 다름에 따라 수분흡수력은 큰 차이를 보여주었다고 하였다(Roos and Jackson, 1976). 또 다양한 수분흡수재료를 공시하여 시험한 결과 polymer에 따라 수분흡수도 다르게 나타났으며 고형물질의 밀도 및 접착제 종류가 펠렛의 흡수력에 큰 영향을 미친다고 하였다(Grellier, 1999). 본 실험에서도 피복재료의 종류에 따라 흡수력에서 큰 차이가 나타났는데 접착제별 흡수력에서는 PVA를 접착제로 제조한 펠렛이 제일 높은 흡수력을 보여주었으며, CMC를 접착제로 제조한 펠렛의 흡수 포화상태 도달이 제일 빨랐다. 고형물질별 흡수력에서는 V를 고형물질로 제조한 펠렛에서 제일 높았으며, V+T를 고형물질로 제조한 펠렛은 흡수 포화상태에 제일 빨리 도달하였다.

2) 피복재료의 보수력

접착제별 펠렛의 포화 흡수상태에서의 보수력은 fig. 2-3에서 보는 바와 같이 PVA를 접착제로 제조한 펠렛은 수분흡수력도 제일 높았을 뿐만 아니라 18시간 후의 보수력도 87%로 제일 높았다. 그러나 AG를 접착제로 제조한 펠렛은 수분흡수력은 비교적 높게 나타났지만 18시간 후의 보수력에서는 25%로 저조한 양상을 보여주었으며 CF를 접착제로 한 펠렛은 17%의 제일 낮은 보수력을 나타내었다. 30% 수분을 흡수한 접착제별 펠렛의 보수력 차이는 fig. 2-4에서 볼 수 있는데 CF를 접착제로 제조한 펠렛은 수분손실이 완만하게 진행되어 같은 수분 조건에서 여타 접착제들 보다 보수력이 높은 양상을 보여주었으며 PVA를 접착제로 제조한 펠렛의 보수력은 CF다음으로 비교적 높았다.

고형물질별 흡수포화상태 펠렛의 보수력은 fig. 2-5에서 보는 바와 같이 비록

포화흡수정도는 V를 고품질로 한 펠렛이 80%로 높았지만 보수력에서는 시간이 지남에 따라 V+T와 V+CC를 고품질로 제조한 펠렛과 비슷하게 근접하였다. 30%의 수분을 흡수한 고품질 별 펠렛의 보수력 차이는 fig. 2-6에서 볼 수 있는데 V+T를 고품질로 한 펠렛이 높게 나타났지만 V를 고품질로 제조한 펠렛과는 비슷한 양상을 보여주었다. 한편 V와 V+T, V+CC 등 vermiculite 함유 펠렛에서 모두 높은 보수력을 나타내었지만 V+K를 고품질로 한 펠렛은 저조한 보수력을 나타내었는데 이것은 V+K를 고품질로 한 펠렛이 K를 고품질로 제조한 펠렛과 마찬가지로 흡수 후에 쉽게 과열되었기 때문에 수분증발이 가속화되어 보수력에서 저조함을 나타낸 것이라고 사료되었다.

피복재료의 보수력은 피복종자로 하여금 건조한 환경에서도 발아가 가능하도록 수분을 오래도록 간직할 수 있는 능력이다. 보수력 향상을 목적으로 한 연구에서 피복종자는 20°C, 88%RH 환경에서 12시간 측정된 결과 무처리 종자보다 수분손실이 훨씬 적었다고 보고하였으며 이것은 종자가 건조되기 전에 충분한 수분상태를 유지할 수 있는 조건을 지어주어 종자발아에 유익한 환경을 조성하여 준다고 보고하여(Dowling 등, 1970) 피복종자의 보수력이 종자의 발아에 대한 긍정적인 역할을 증명하였다. 다른 한 연구에서는 피복종자의 발아를 위한 충족한 수분환경 조성을 위하여 피복종자는 수분이 빨리 흡수되는 것도 중요하지만 반면에 종자에 흡수된 수분의 손실은 적어야 한다고 하였으며(Mcwilliam 및 Dowling, 1970), 보수력은 펠렛 재료의 종류가 다름에 따라 큰 차이를 나타낸다는 보고도 있었다(Grellier, 1999). 본 실험에서도 피복재료 종류에 따라 보수력에서 큰 차이를 나타내었으며 접촉제별 조사에서는 포화 수분상태 펠렛의 보수력은 PVA를 접촉제로 한 펠렛이 높았지만 30%수분 흡수 펠렛에서는 CF가 양호하였으며, 고품질에서는 V, V+CC, V+T를 고품질로 제조한 펠렛에서 두 수분흡수상태에서 모두 비교적 양호한 보수력을 나타내었다. 따라서 이러한 물질들은 종자의 피복재료로 사용하면 종자발아에 유익한 수분환경을 조성하여 줄 수 있을 것으로 사료되었다.

3) 피복재료별 경도 및 물 침지에 의한 탈락성

접착제별 펠렛의 경도 및 물 충격에 의한 탈락성 조사 결과는 table 2-1에서 보는 바와 같이 CF를 접착제로 제조한 펠렛의 건조상태와 20%수분 함유상태에서의 경도는 각각 $9.90\text{kg}/\text{cm}^2$, $0.99\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 여타 접착제들 보다 유의하게 높았다 ($P<0.01$). AG를 접착제로 제조한 건조상태 펠렛의 경도는 $5.53\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 CF다음으로 비교적 높았지만 20%수분함유 펠렛에서는 CMC와 PVA를 접착제로 제조한 펠렛과 비슷한 양상을 보여주었으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

접착제별 펠렛의 물 침지에 의한 탈락정도는 CF를 접착제로 제조한 펠렛에서 1.3%로 제일 낮게 나타났으며 CMC를 접착제로 제조한 펠렛에서는 73.8%로 제일 높았다($P<0.01$).

고형물질별 펠렛의 경도 및 물 침지에 의한 탈락성(table 2-2)은 건조상태 펠렛의 경도는 V, V+CC, V+T를 고형물질로 제조한 펠렛에서 각각 $9.9\text{kg}/\text{cm}^2$, $9.95\text{kg}/\text{cm}^2$, $9.39\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 여타 고형물질로 제조된 펠렛보다 유의하게 높았으며 ($P<0.01$), K를 고형물질로 제조한 펠렛은 $2.76\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 제일 낮게 나타났다 ($P<0.01$). 수분함유량이 20%인 펠렛의 경도는 CC를 고형물질로 제조된 펠렛에서 $1.71\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 제일 높게 나타났으며 K를 고형물질로 제조한 펠렛은 다만 $0.19\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 경도가 제일 낮게 나타났다($P<0.01$). 그리고 V, V+CC, V+T를 고형물질로 제조된 펠렛은 건조상태의 경도는 높았지만 20%수분함유 펠렛의 경도는 저조한 양상을 나타내었다. 그러나 물 침지 탈락정도는 K를 고형물질로 제조한 펠렛이 11.2%로 현저하게 높았고($P<0.01$), 여타 고형물질들로 제조된 펠렛들 사이에는 약간의 차이가 있었지만 통계적인 유의성은 없었으며 V, V+CC, V+T를 고형물질로 제조된 펠렛에서 보면 비록 20%수분함유 펠렛의 경도가 낮았지만 물 침지에 의해서는 크게 탈락되지 않았다.

본 실험에서 접착제별 펠렛은 건물경도에서 차이가 크지만 모두 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상으로 기계적인 자극으로부터 피복층이 보존될 수 있는(강 등, 1999), 일정한 경도를 유지하였다고 사료된다. 물 침지에 의한 탈락정도는 CF를 접착제로 제조된 펠렛이 낮았고 피복층이 물 침지 의하여서도 크게 붕괴되지 않았으며 AG, CMC, PVA를 접착제로 제조된 펠렛에서는 물 침지에 의하여 피복층이 쉽게 붕괴되었

으며 접착제별 펠렛의 물 침지 탈락정도는 접착제 종류에 따라 변화가 컸다. 그러나 CF를 접착제로 사용한 고휘물질별 물 침지 탈락성에서는 K를 제외한 다른 물질들에서는 큰 차이가 없었다. 이러한 결과로 알 수 있듯이 피복에 있어서 피복물질의 물 침지에 의한 탈락정도는 접착제 종류가 결정적인 요인으로 작용한다는 것을 시사하여주었다. 미국에서 수입한 접착제인 CF는 수분에 의한 탈락성이 매우 낮기 때문에 강우에 의한 피복 또는 펠렛종자의 피복층 탈락을 최소화시킬 수 있을 것이다. 따라서 피복 또는 펠렛종자를 걸뿌림 파종하였을 때 피복층의 강우에 의한 탈락이 낮은 국내 접착제의 개발이 절실하였다.

4) 물 침지에 의한 피복물질 탈락 방지

GVA(純正化學, 日本)의 농도를 50%에서 17%로 낮출수록 펠렛의 경도는 표 2-3에서 보는 바와 같이 낮아졌다. 건조상태에서 GVA 처리구의 경도는 CF처리구의 경도보다 낮았으나 20%의 수분을 흡수한 상태에서의 펠렛의 경도는 모든 GVA 처리구가 CF처리구보다 높았다($p>0.01$). 수분을 흡수시킨 펠렛의 피복물질 탈락율은 대조구는 8.825%로 높았으나 GVA를 처리함으로써 피복물질 탈락율을 0.2~4.56%로 크게 낮출 수 있었다. 펠렛의 흡수율(fig. 2-7)은 물에 침지한 1분 후에 대조구는 종자무게 대비 98.5%의 수분을 흡수하였으나 GVA 처리구는 9.5~69%를 흡수하였고 CF처리구는 54.5%를 흡수하였다($p>0.01$). 침지 18분 후에도 처리구간 비슷한 경향을 보였는데, 대조구는 123.5%, GVA 처리구는 59~113.5%, CF처리구는 54%의 수분을 흡수하였다. 종자무게 대비 50%의 수분을 흡수시킨 다음 21시간이 경과한 후의 펠렛의 수분 함유율은 대조구는 3.5%인데 비해 GVA 처리구는 14.5~20.55로 보수력이 크게 향상되었으며, CF처리구는 18.5%이었다. 따라서 GVA 처리는 흡수력은 약간 떨어졌지만 보수력을 크게 증진시킬 수 있었으며, 특히 수분에 의한 피복물질의 탈락을 크게 감소시킴으로서 세계적으로 우수하다고 알려진 CF보다 더 양호한 접착제를 개발할 수 있었다. 종자 피복에 적합한 GVA의 농도는 흡수력, 보수력, 경도, 피복물질 탈락성 등을 고려할 때 25%용액을 사용하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

PVA를 접착제로 제조한 펠렛은 흡수력이 우수하나 수분에 의한 피복물질의 탈락성이 높았고, CF를 접착제로 제조한 펠렛은 흡수력은 낮으나 탈락성이 낮기 때문에 흡수력과 보수력이 우수하면서 탈락성이 낮은 PVA+GVA를 사용하여 걸뿌림 파종에 적합한 피복물질을 개발할 수 있었다.

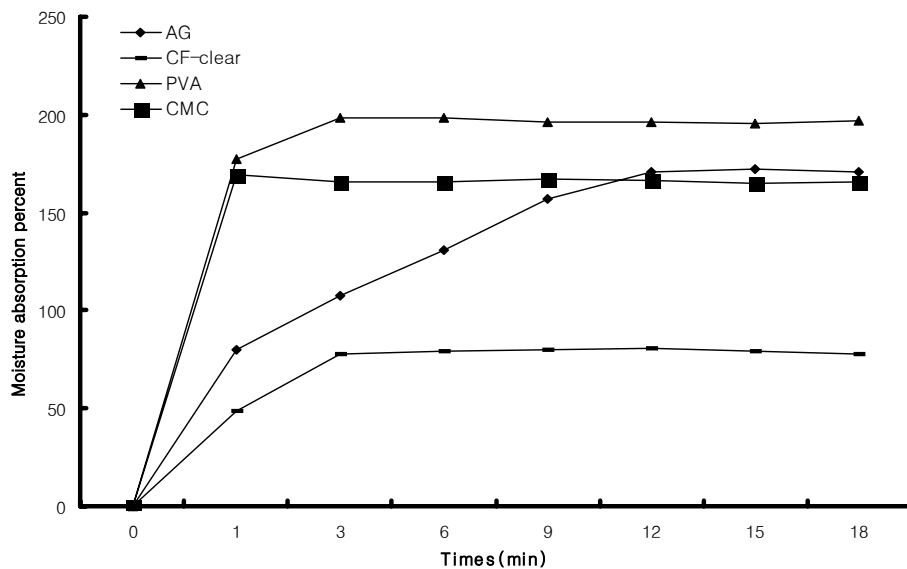


Fig. 2-1. Effects of different adhesives on moisture absorption by pellets produced without seeds.

(AG: arabic gum, CMC: cethyl methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol).

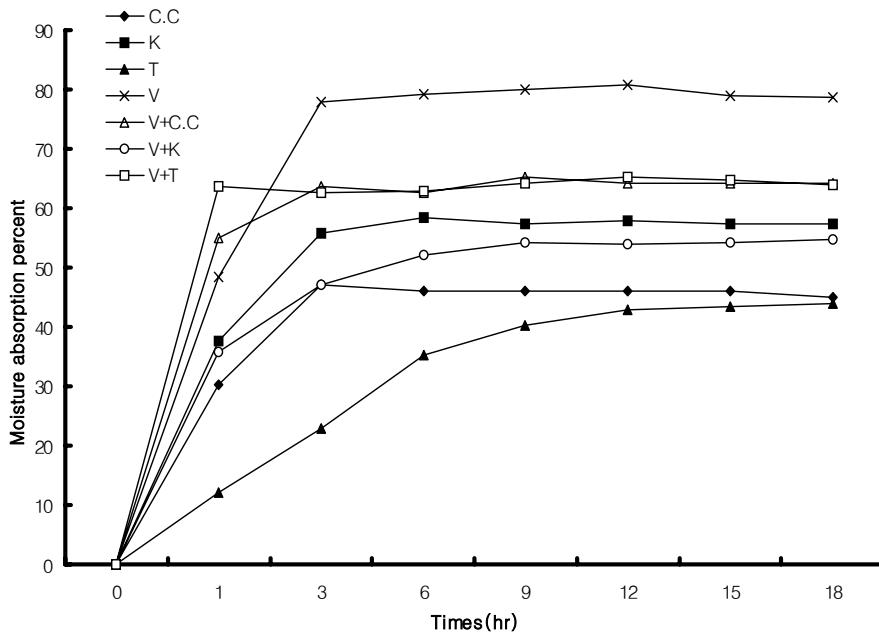


Fig. 2-2. Effects of different particulate matters on moisture absorption by pellets produced without seeds.

(T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin).

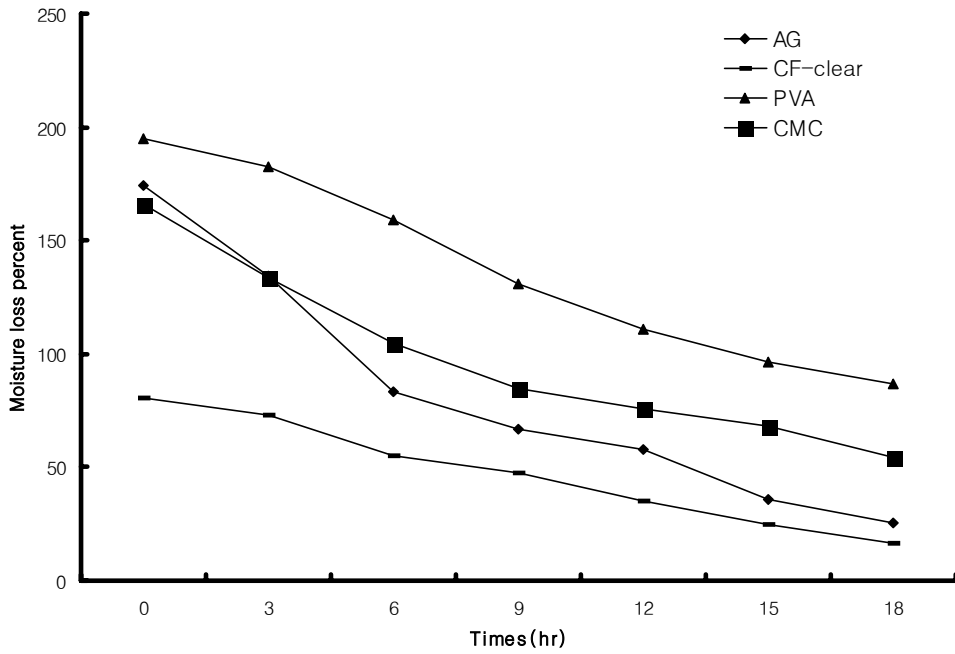


Fig. 2-3. Effects of different adhesives on moisture loss by pellets produced without seeds and 100% saturated with water.

(AG: arabic gum, CMC: cethyl methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol).

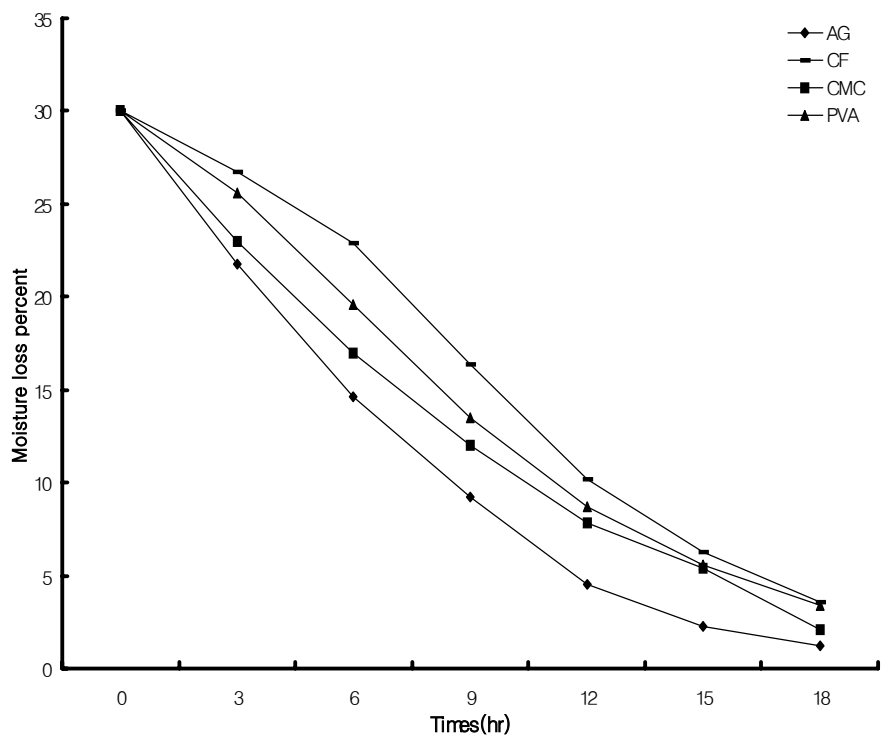


Fig. 2-4. Effects of different adhesives on moisture loss by pellets produced without seeds and 30% saturated with water.

(AG: arabic gum, CMC: cethyl methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol).

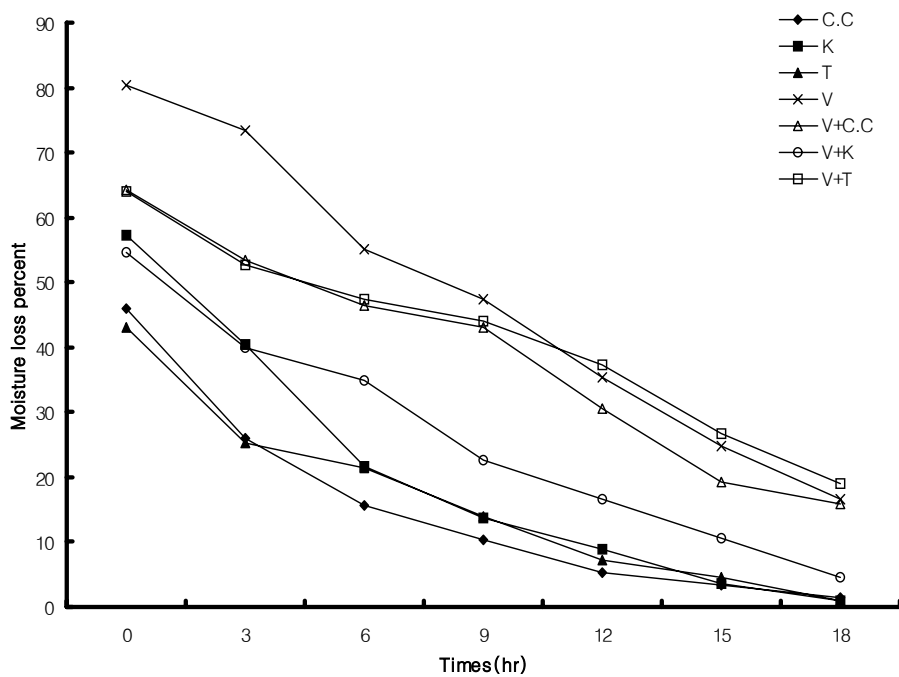


Fig. 2-5. Effects of different particulate matters on moisture loss by pellets produced without seeds and 100% saturated with water.

(T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin).

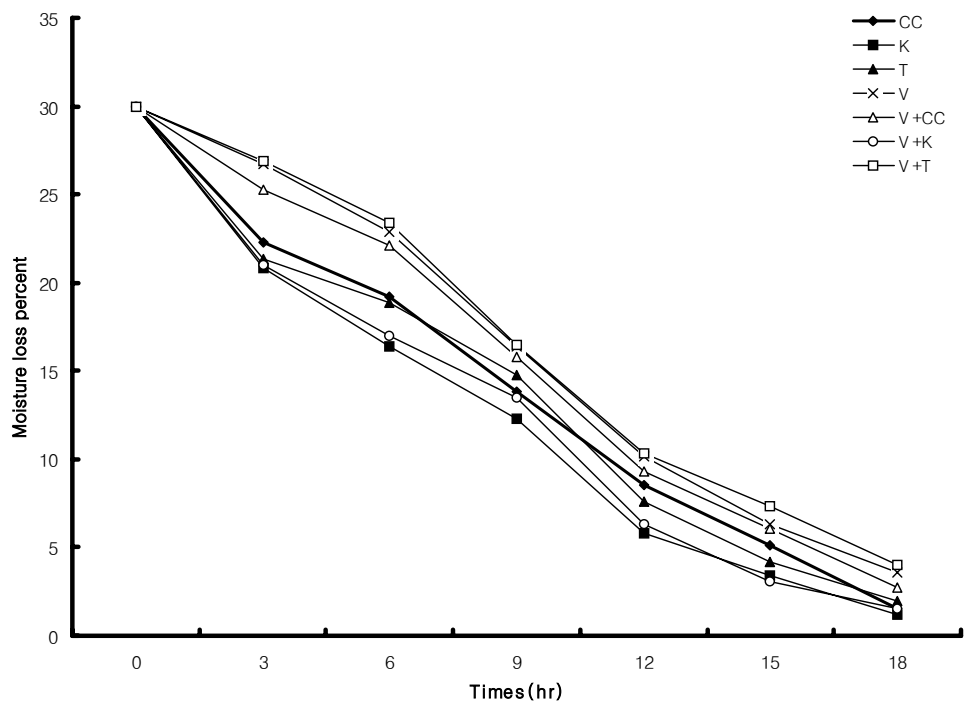
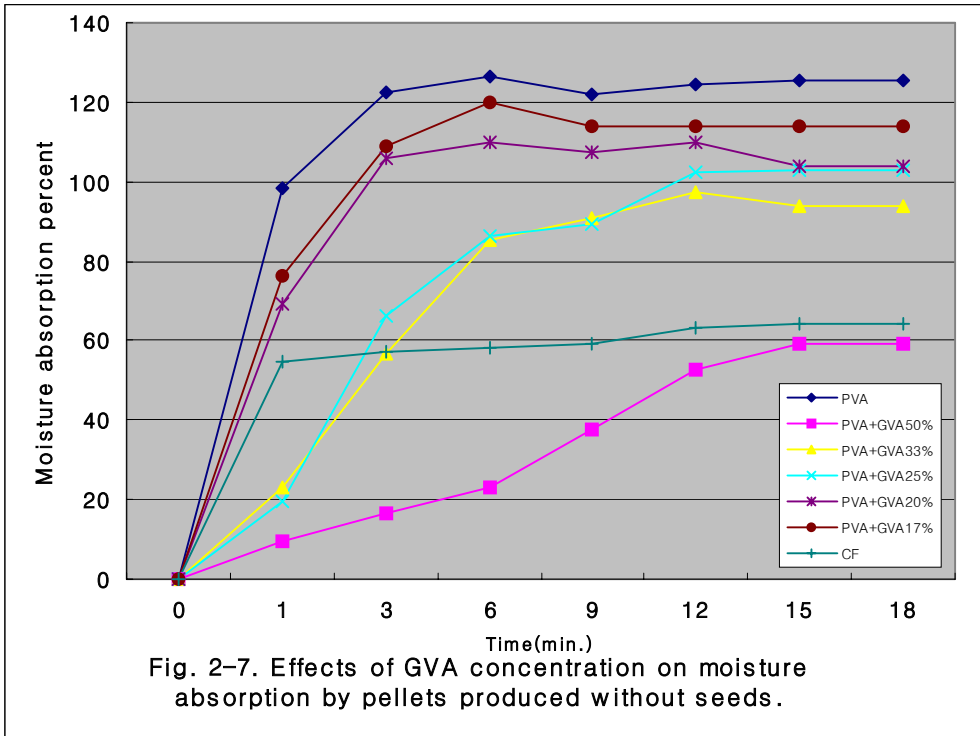
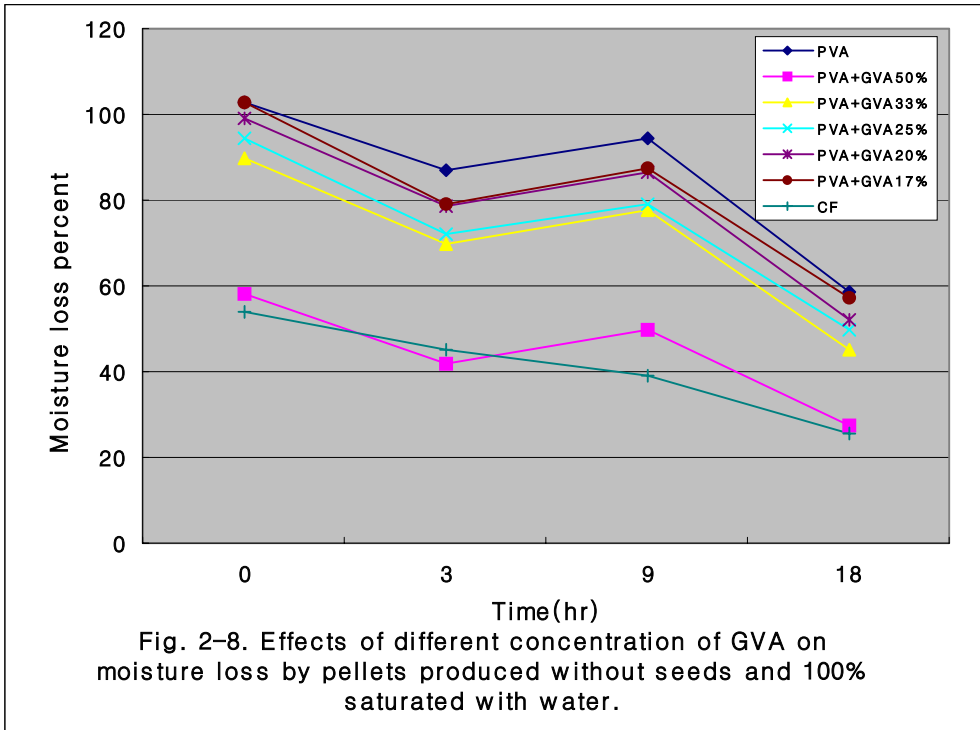


Fig. 2-6. Effects of different particulate matters on moisture loss by pellets produced without seeds and 30% saturated with water.
 (T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin).





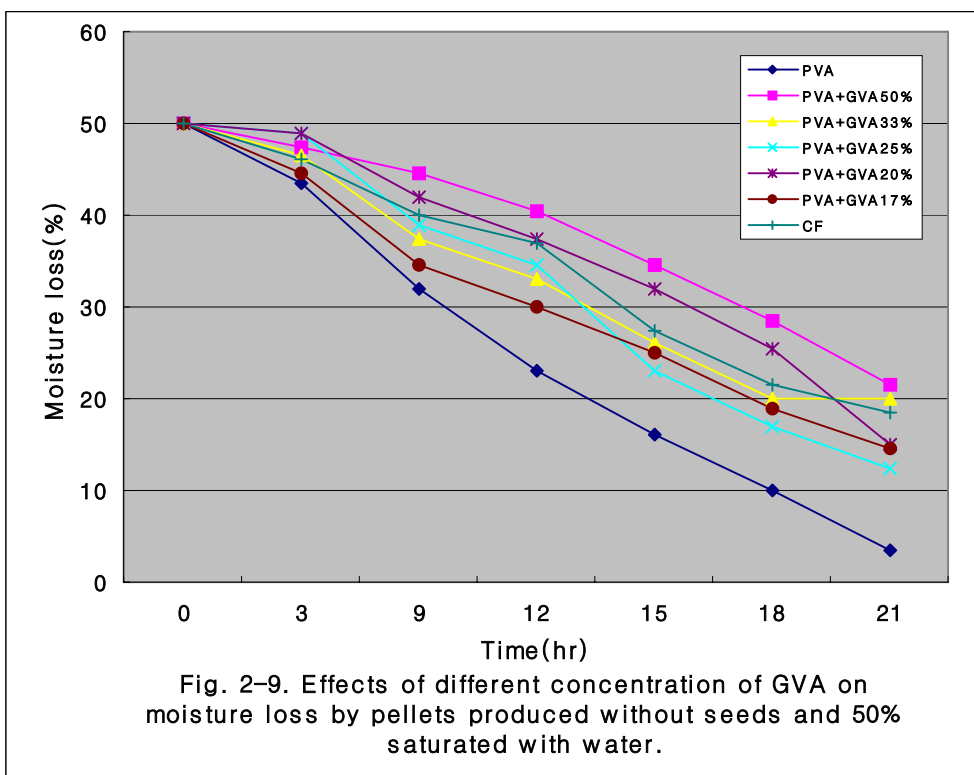


Table 2-1. Effects of different adhesives on vermiculite pellet hardness and friability in water.

Adhesive	Hardness(kg/cm ²)		Friability in water (%)
	Dry pellet	20% moistened pellet	
AG**	5.53±1.014 ^{b*}	0.35±0.144 ^b	22.5±6.38 ^c
CF	9.90±0.151 ^a	0.88±0.218 ^a	1.3±0.45 ^d
CMC	2.56±0.470 ^d	0.17±0.019 ^d	73.8±6.23 ^a
PVA	3.54±0.493 ^c	0.28±0.080 ^c	54.3±6.65 ^b

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** AG: arabic gum, CMC: cethyl methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol.

Table 2-2. Effects of different particulate matters on CF-clear pellet hardness and friability in water.

Particulate matter	Hardness(kg/cm ²)		Friability in water (%)
	Dry pellet	20% moisture pellet	
CC**	7.63±0.618 ^{b*}	1.71±0.165 ^a	1.3±0.88 ^c
K	2.76±0.815 ^c	0.19±0.041 ^e	11.2±2.35 ^a
T	7.02±1.075 ^b	1.38±0.223 ^b	1.0±0.81 ^c
V	9.90±0.154 ^a	0.88±0.218 ^d	1.3±0.45 ^c
V+CC	9.95±0.113 ^a	1.03±0.088 ^{cd}	0.9±0.45 ^c
V+K	7.18±0.470 ^b	1.09±0.127 ^c	2.5±0.49 ^b
V+T	9.39±1.065 ^a	0.89±0.219 ^d	1.0±0.81 ^c

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin.

Table 2-3. Effects of vinyl acetate on vermiculite pellet hardness and friability in water.

Adhesive	Hardness(kg/cm ²)		Friability in water (%)
	Dry pellet	20% moistened pellet	
PVA**	2.237 ^{d*}	0.189 ^d	8.425 ^a
PVA+GVA50%	4.429 ^a	1.409 ^a	0.200 ^d
PVA+GVA33%	3.272 ^{bc}	0.736 ^b	1.865 ^{cd}
PVA+GVA25%	3.493 ^b	0.615 ^{bc}	2.323 ^c
PVA+GVA20%	2.446 ^{cd}	0.419 ^{cd}	3.350 ^{bc}
PVA+GVA17%	2.698 ^{bcd}	0.380 ^{cd}	4.560 ^b
CF	5.023 ^a	0.541 ^{bc}	1.150 ^{cd}

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** PVA:polyvinyl alcohol

라. 요약

본 실험은 피복재료의 물리적인 특성이 우수한 피복물질을 선별하기 위하여 접착제로 arabic gum(AG), CF-clear(CF), polyvinyl alcohol(PVA), cethyl methyl cellulose(CMC)와 고형물질은 vermiculite(V), calcium carbonate(CC), talc(T), kaolin(K), vermiculite+calcium carbonate(V+CC), vermiculite+kaolin(V+K), vermiculite+talc(V+T)를 공시하여 펠렛의 수분흡수력, 보수력, 경도 및 물 침지에 의한 탈락정도를 측정하였는데 주요 결과는 다음과 같다.

1. 접착제별 펠렛의 흡수력에서 PVA를 접착제로 한 펠렛이 제일 높았으며 포화 흡수상태에 도달하는 시간도 제일 짧았다. CF-clear를 접착제로 한 펠렛은 흡수력에서 제일 저조하였다.
2. 고형물질별 펠렛의 흡수력은 V를 고형물질로 한 펠렛에서 제일 높았으며, 흡수포화상태에 도달하는 시간은 V+T가 1분 이내로 제일 빨랐다.
3. 접착제별 펠렛의 포화흡수상태에서의 보수력은 PVA를 접착제로 한 펠렛에서 제일 높았으며, CF를 접착제로 한 펠렛에서 제일 낮다. AG를 접착제로 한 펠렛은 초기 수분함량은 높았으나 수분 증발속도가 빨라 보수력이 저조하였다.
4. 수분함량이 30%에서 시작한 접착제별 펠렛의 보수력은 6시간, 9시간 경과한 후 CF를 접착제로 한 펠렛의 보수력이 여타 접착제보다 높았으며, 최종 보수력에서는 PVA를 접착제로 한 펠렛과 비슷한 양상을 보여주었다. AG를 접착제로 제조한 펠렛은 수분증발이 제일 빠르게 나타났으며 최종 보수력에서도 제일 낮았다.
5. 고형물질별 펠렛의 포화흡수상태의 최종 보수력은 V, V+CC, V+T를 고형물질로 한 펠렛에서 모두 높게 나타났다.
6. 수분함량이 30%에서 시작하여 시행한 고형물질별 펠렛의 보수력은 3시간, 6시간 경과 후 V, V+CC, V+T를 고형물질로 한 펠렛에서 모두 높았으며, 최종 보수력에서는 V와 V+T를 고형물질로 한 펠렛이 높았다. K와 V+K를 고형물질로 제조한 펠렛은 전체 조사에서 저조한 보수력을 나타내었다.
7. 접착제별 펠렛의 건조상태와 20% 수분함유 상태의 경도에서 CF를 접착제로 한 펠렛에서 각각 $9.9\text{kg}/\text{cm}^2$, $0.99\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 제일 높았으며, CMC를 접착제로 한 펠렛은 각각 $2.56\text{kg}/\text{cm}^2$, $0.17\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 제일 낮게 나타났다.
8. 접착제별 펠렛의 물침지에 의한 탈락정도는 CF를 접착제로 한 펠렛에서 1.3%로 제일 낮았으며 CMC를 접착제로 한 펠렛에서 73.8%로 제일 높았다($P<0.01$).

9. 고품질별 펠렛의 건조상태 정도에서 V, V+CC, V+T를 고품질로 한 펠렛에서 각각 9.9kg/cm³, 9.95kg/cm³, 9.39kg/cm³으로 기타 고품질로 제조한 펠렛보다 높았으며, K를 고품질로 제조한 펠렛에서 2.76kg/cm³으로 제일 낮게 나타났다. 20%의 수분을 함유한 펠렛의 정도는 CC를 고품질로 한 펠렛에서 1.71kg/cm³으로 제일 높았으며 K를 고품질로 한 펠렛은 0.19kg/cm³으로 제일 낮았다 (P<0.01).

10. 고품질별 펠렛의 물침지에 의한 탈락성은 K를 고품질로 한 펠렛에서 11.2%로 제일 높았으며(P<0.01), V+K를 고품질로 한 펠렛에서도 여타 고품질에 비해 높은 양상을 보여주었다.

11. PVA는 흡수력이 우수하나 수분에 의한 피복물질의 탈락이 많고, CF는 흡수력은 약하나 탈락성이 낮기 때문에 PVA에 GVA를 첨가하여 흡수력과 보수력이 좋으면서 탈락성이 낮은 걸썩은 과중에 적합한 피복물질을 개발하였다.

4. 새 기피제 선발실험

가. 재료 및 방법

1) 공시 새기피제 : 시중에서 새 기피제로 판매되고 있는 새총과 농가에서 일부 비공식적으로 사용하고 있는 지오릭스, 새 기피제로 효과가 있을 것으로 추정되는 thiram과 GMA(Fluka, Switzerland).를 공시하였다.

2) 실험방법

처리구당 1x2m 크기로 칸막이를 한 우리에 20수의 메추리를 각각 넣어 자체 제작한 모이통(10x4x5cm)에 중국산 메조를 120g씩 넣어 4시간동안 자유채식케 하였다. 물은 펌트병으로 제작하여 처리구당 두개씩 설치하였으실험을 실시하였다. GMA 농도별 섭취량 실험은 GMA 농도를 0, 25, 50, 75, 100%로 조절하여 메조 종자에 분무하였으며 착색효과를 확인하기 위해 종자에 빨간색을 착색시켜 무처리와 비교하였다. 상추와 방울 토마토에 대한 GMA처리효과는 상추는 처리구당 50g씩을, 방울 토마토는 15개 썩을 4반복으로 4시간동안 급여하여 채식량을 산출하였다.

나. 결과 및 고찰

무처리 종자는 메추라기의 섭취율이 82.5%인데 비해 thiram과 GMA는 각각 13.3, 7.0%로 섭취량이 크게 감소하였으며 지오릭스와 새총은 4.5, 1.8%로 새 기피효과가 두드러졌다. 그러나 지오릭스는 22.2%가 폐사되어 맹독성을 띄는 농약이기 때문에 새 기피제로는 부적합하였으며 thiram도 4.6%가 폐사되었다. 새총은 새가 잘 먹지는 않았으나 주성분이 살균제(thiram)로 식용이 불가능하기 때문에 식용으로 재배하는 농산물에는 사용이 부적합하였다. GMA는 새 기피효과는 새총이나 지오릭스보다는 약간 낮지만 식용이 가능하기 때문에 채소, 과채류 및 과일 등의 새 기피제로 개발 가능성이 높을 것으로 판단되었다.

GMA 농도 및 착색효과 실험에서 무처리구는 100%채식하였으나 GMA무처리에 빨간색을 착색시킬 경우 섭취율이 56.5%로 낮아져 착색효과가 있음을 보여주었다. GMA 25%와 50%를 처리한 뒤 빨간색을 착색시킨 시험구의 섭취율은 각각 40.7, 41.1%를 착색효과 외 GMA 처리효과가 미미하였으나 75%와 100% 처리구에서는 각각 섭취율이 9.5, 7.6%로 GMA 처리농도가 75% 이상에서는 새 기피효

과가 뚜렷하게 나타났다.

메추라기에 상추를 급여하였을 때 대조구에서는 93.5%를 섭취하였으나 GMA처리구에서는 6.3% 만을 섭취하여 GMA 처리효과가 크게 나타났다. 방울토마토를 급여하였을 경우에는 GMA를 처리한 토마토는 전혀 건드리지 않았으나 무처리 토마토는 약 32%를 쪼아냈다.

시중에서 판매되고 있는 새 기피제는 효과는 있으나 식용으로 하는 농작물에는 이용이 불가능한 농약류의 제품들이다. 그러나 본 실험을 통하여 개발한 GMA는 미국 식약청에서 식용으로 인가된 물질로 새 기피효과가 뚜렷하였다, 따라서 식용으로하는 채소류, 과채류, 과수 등에 사용할 수 있는 새 기피제로 효과적일 것으로 사료되었다.

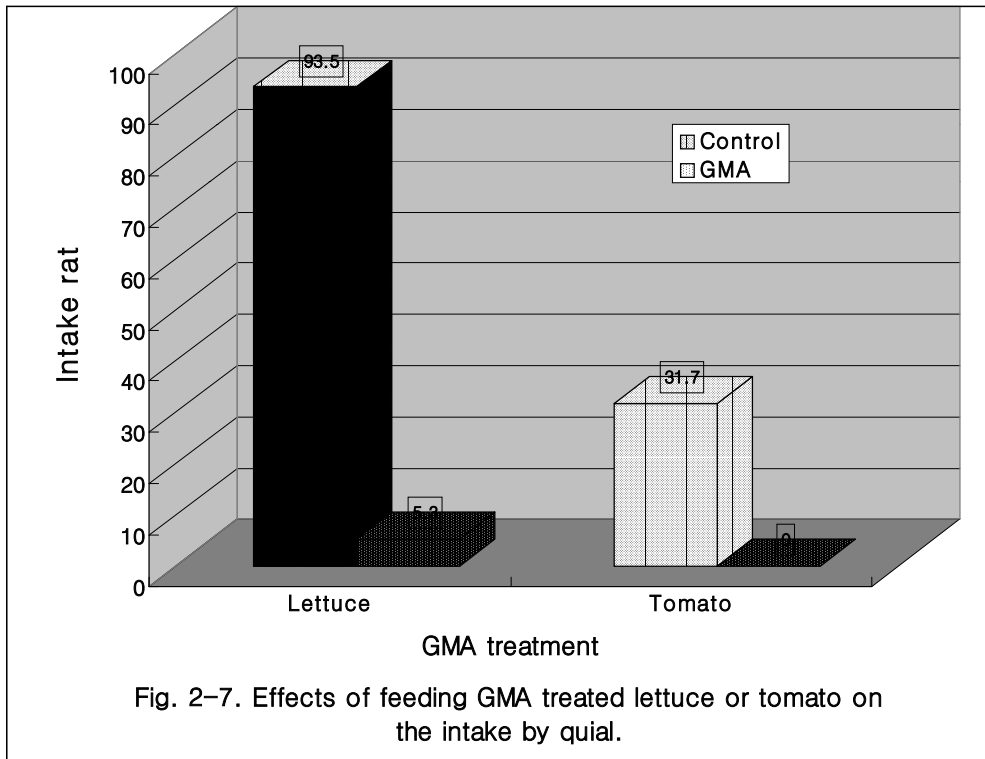
Table 2-3. Effects of bird repellents treated to millet seeds on intake by quail.

Treatment	Control	Thiram	Saechong	Georix	GMA
Intake rate	82.5 ^a	12.3 ^b	1.3 ^b	4.5 ^b	7.0 ^b

Table 2-4. Effects of GMA concentration treated to millet seeds on intake by quail.

Treatment	Control	Control+R*)	GMA25%+R	GMA50%+R	GMA75%+R	GMA100%+R
Intake rate	100.0 ^a	56.5 ^b	40.7 ^b	41.1 ^b	9.5 ^c	7.6 ^c

* red colored



5. 피복종자에 의한 발아율 및 출현율 향상효과

가. 서론.

경운이 불가능한 지역의 초지조성과 초지개량을 위해 걸뿌림 파종은 자주 이용되고 있지만 걸 뿌림 목초종자가 열악한 외부환경에 노출되어 있기 때문에 외부 스트레스로 인한 종자의 발아, 출현 및 정착의 부진은 걸뿌림 시행에 큰 장애가 되고 있다. 그러므로 종자 피복을 이용한 걸 뿌림 목초종자의 발아력 및 출현율 개선은 걸 뿌림 초지조성의 성공여부와 연관되는 중요한 요인이라고 할 수 있다(Dowling 등, 1971).

종자피복은 수분흡수 능력을 개선하여 종자의 발아와 유식물활력을 개선한다(Dowling 등 1971; Scott와 Hay 1974; Scott, 1975). Scott 등(1985)은 흡수력 물질을 고형물질과 함께 종자에 피복하면 종자와 토양과의 접촉력을 증가시켜 종자가 쉽게 토양에 뿌리내리게 하며 종자의 수분상태를 개선하여 유식물 활력

을 개선할 수 있다고 하였고, 영양물질을 이용한 종자의 피복처리는 식물의 조기 생장을 촉진하는 방법으로 지금까지 이용되어 왔으며 척박한 영양소 결핍 토양에서 식물생장에 모두 효과적 이었다는 보고들도 있었다(Roberts, 1973; Silcock 와 Smith, 1982; Scott와 Blair, 1988; Ascher와 Graham, 1994).

Ros 등(2000)은 종자에 저장된 높은 함량의 영양물질은 토양에 이용 가능한 영양소가 결핍된 조건에서, 혹은 뿌리가 완전히 성장하여 식물의 지속적인 성장과 성장을 위한 필요한 영양소를 토양으로부터 흡수할 수 있는 기간까지는 필수적인 것 이라고 하였다. 크기가 작고 자체 저장양분이 적은 목초종자의 발아 및 출현을 촉진시키는 성장조절제 처리 및 영양물질을 이용한 피복처리는 유식물의 조기생장을 촉진하는 방법으로 지금까지 이용되어 왔으며(Dowling 등, 1970; Scott와 Hay, 1974; Mayer와 Poljakoff -mayber, 1982; Scott 등. 1992), 종자피복은 겉뿌림 목초의 유식물 활력 개선에 아주 효과적인 역할을 하였다

지금까지 많은 겉뿌림 목초종자의 피복관련 연구가 진행되어 왔지만 대부분은 단일물질을 공시한 피복효과 규명시험이 대부분이며 다양한 피복재료 및 침지처리에 의한 목초종자 피복효과 대한 비교연구는 드문 실정이다. 따라서 본 연구는 상용되는 여러가지 피복재료, 피복배율 및 종자침지처리가 피복 혹은 펠렛 목초종자의 발아 및 출현에 미치는 영향을 규명하기 위하여 두과와 화분과 목초 및 답리작물을 공시하여 수행하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시 초종

Red clover, tall fescue와 Italian ryegrass, barley, oat와 rye를 공시 초종으로 사용하였다.

2) 종자처리 및 방법

(1) 고형물질별 피복처리

Red clover와 tall fescue 종자는 bentonite(B), kaolin(K), calcium carbonate(CC), peatmoss(PM), talc(T), vermiculite(V), zeolite(Z), calcium hydroxide(CH), plaster(PT), calcium phosphate(PP) 등 단일고형물질과 vermiculite+calcium carbonate(V+CC), vermiculite+kaolin(V+K), vermiculite+talcum(V+T), vermiculite + calcium hydroxide(V+CH)를 1:1로 혼합한 고형물질에 polyvinyl alcohol을 접

착제로 사용하여 피복처리하였다.

(2) 접착제별 피복처리

Red clover와 tall fescue 종자는 CF-clear(CF), 30% arabic gum(AG), 1.5% cethylmethyl cellulose (CMC), 8% polyvinyl alcohol(PVA), 3% polyvinyl pyrrolidone(PVP), 3% hydroxy propyl cellulose(HPC), 3% methyl cellulose (MC)를 접착제로 사용하였으며 vermiculite+talc(1 : 1)를 혼합고형물질로 피복처리하였다.

(3) 피복배율에 따른 종자처리

PVA를 접착제로 하여 종자와 고형물(V+T)의 배율을 각각 1, 3, 5, 7배로 피복처리하였다.

(4) 피복종자의 성장조절제 및 영양물질처리

성장촉진물질 Atonik은 침지 용액농도를 각각 0.01%, 0.03%, 0.05%, 0.07%로 조절하고, 미량원소 비료 green farm은 농도를 각각 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%로 조절하여 사용하였다. 침지 시간은 red clover, barley, oat 및 rye 종자는 4시간, tall fescue와 Italian ryegrass 종자는 12시간으로 침지한 후에 종자를 음건하여 피복에 사용하였으며, 석탄회를 이용한 토양개량제인 N-soil은 고형물질 무게의 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%(w/w)를 혼합하여 고형물질과 함께 종자에 피복하였다.

3) 피복 및 펠렛 방법

종자피복은 고형물질과 종자의 비율을 1 : 3(w/w)으로 수행하였으며, 펠렛의 제조에서 종자:고형물질:접착제 비율은 Italian ryegrass는 1 : 10 : 10(w/w/w)으로 5mm 크기의 펠렛을 제조하였다. Barley, rye는 1 : 5 : 5(w/w/w)로 7mm 크기의 펠렛을 제조하였으며 oat는 종자가 너무 크기에 종자무게의 5배되는 고형물로 크게 피복하였다.

4) 발아 및 출현율 조사

(1) 발아력

발아시험은 20°C growth chamber에서 60×30×5cm의 플라스틱 상자에 오염되지 않은 마사토를 채우고 토양수분을 40%로 조절한 후에 종자를 100립씩 4반복으로 겹뿌림하여 24시간 간격으로 발아종자 수를 조사하였다. 습도 조절을 위하여 매일 일정한 양의 물을 보충하여 주었다.

(2) 출현율

출현율은 전북대학교 농과대학 온실에서 직경이 15cm인 pot에 마사토를 채우고 수분을 40%로 충분하게 맞춘 후 각 처리별 4반복으로 50립씩 종자를 걸 뿌림하여 1차 초엽이 출현되는 개체수를 24시간 간격으로 조사하였으며 발아가능 종자수에 대한 출현된 개체수의 백분율로 표시하였다. 파종 7일 후부터 3일에 한번씩 pot에 물을 피복 혹은 펠렛 종자의 피복층이 탈락되지 않게 조심하여 보충하였다.

5) 통계분석

통계분석은 SAS Ver 6.12를 이용하여 분산분석을 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 피복재료별 발아력

고형물질별 red clover 피복종자의 발아력은 table 3-1에서 보는 바와 같이 총 발아율(CGP)에서는 T(talc), V(vermiculite), V+CC(vermiculite+ calcium carbonate), V+K(vermiculite+kaolin), V+T(vermiculite+talce)를 고형물질로 한 피복종자에서 각각 87%, 85%, 86%, 88%, 87%로 여타 고형물질들 보다 유의하게 높았으며($P<0.01$), 무처리구에 비해 약 4배의 발아촉진효과가 있었다. 발아속도(GR)는 V+T와 B(bentonite)를 고형물질로 한 피복종자에서 40.2와 41.5로 제일 높았지만 T, V, Z(zeolite)를 고형물질로 한 피복종자와는 유의적인 차이가 없었으며 V+CC와 V+K를 고형물질로 한 피복종자에서도 36.1과 36.2로 비교적 양호하였다. 최대 발아속도(MGR)는 B, V, Z, V+T를 고형물질로 한 피복종자에서 각각 28.5, 27.6, 28.3, 28.8로 여타 고형물질로 피복한 종자 보다 유의하게 높게 나타났으며($P<0.01$), T, V+CC, V+K를 고형물질로 한 피복종자에서도 25.7, 24.5, 25.3으로 비교적 양호하였다. 총발아율의 50% 도달 일수(Gt50)는 B, Z, V+T를 고형물질로 한 피복종자에서 0.6으로 제일 빨라 무처리구에 비해 1.2일이 단축되었으며 T, V, V+CC, V+K를 고형물질로 한 피복종자도 빠른 편이었다.

V+T를 고형물질로 제조한 피복종자는 총 발아율, 발아속도, 발아소요일수 등 전체 발아력에 있어서 타 처리들 보다 양호하였으며, V, T, V+CC, V+K를 고형물질로 한 피복종자에서도 비교적 양호한 발아력을 나타내었다. B와 Z를 고형물질로 한 피복종자는 GR, MGR에서 높게 나타났고 Gt50도 적었으나 CGP가 낮았다. PM(peatmoss), PT(plaster), PP(calcium phosphate), CH(calcium

hydroxide), V+CH(vermiculite+calcium hydroxide)를 고행물질로 한 피복종자에서는 발아력이 전체적으로 매우 저조하였다.

고행물질별 tall fescue 피복종자의 발아력은 table 3-2에서 보는 바와 같이 CGP는 모든 처리구에서 낮았으며 특히 PM, PT, CH, PP, V+CH를 고행물질로 한 피복종자에서 여타 처리보다 더욱 저조하게 나타났다($P<0.01$). 그러나 T, V, Z, CC, K, V+CC, V+K, V+T를 고행물질로 한 피복종자는 무처리구에 비해 69%~78%의 총 발아율 향상효과가 있었다. GR에서는 T, V, CC, V+CC, V+K, V+T를 고행물질로 한 피복종자에서 비교적 높게 나타났다. MGR에서도 B, T, V, Z, CC, K, V+CC, V+K, V+T를 고행물질로 한 피복종자가 여타 처리구 보다는 유의하게 높았다($P<0.01$). Gt50은 V, V+T를 고행물질로 한 피복종자에서 각각 5.8, 5.9로 제일 빨랐다. 발아율, 발아속도, 발아소요 일수 등을 전체적으로 고려할 때 V와 V+T처리에서 발아력이 가장 양호하였으며 T, CC, V+CC, V+K를 고행물질로 한 피복종자에서도 비교적 양호한 양상을 보여주었다.

전체적으로 보면 V+T를 고행물질로 제조한 피복종자가 두 목초에서 모두 양호한 발아력을 나타내었으며 T, V, V+CC, V+K를 고행물질로 한 피복종자에서도 비교적 좋은 발아력을 나타내었다. 한편 PM, PT, PP, CH를 고행물질로 한 피복종자를 제외하고 모든 처리에서 무처리 종자보다 발아력이 향상되어 종자피복에 의한 걸뿌림 발아력 향상효과를 증명하였고 이 결과는 무처리종자는 토양 표면에 뿌려지면 충족한 수분을 흡수하지 못하지만 피복종자는 수분흡수력을 개선한다고 한 Dowling 등(1971)의 보고와 일치하였다. 또 PM, PT, PP, CH는 종자발아에 저해작용이 있기 때문에 종자 피복물로는 사용하기 곤란하였다. 발아력에서 red clover가 tall fescue보다 피복물질 종류에 더욱 민감하게 반응하였는데 이것은 식물 종류에 따라 종자피복 재료에 대한 반응이 다르게 나타나며 legume보다 grass품종은 독성에 대한 내성이 강하다는 Scott(1998)의 보고와 일치하였다. Dowling 등(1970)은 걸뿌림 종자의 수분흡수력을 증가하여 발아를 촉진하기 위하여 lime 혹은 bentonite를 피복하여 발아율을 높였다고 보고하였는데 본 실험결과에서도 bentonite 피복종자는 발아율은 약간 저조하였으나 발아속도가 빨랐으며 lime 피복종자도 무처리보다 발아력이 훨씬 우수하였다.

접착제별 red clover 피복종자의 발아력은 table 3-3에서 보는 바와 같이 CGP는 PVA를 접착제로 한 피복종자에서 84%로 제일 높았으며 CMC, CF를 접착제로 한 피복종자에서도 81%, 82%로 비교적 좋은 발아율을 보여주었는데

무처리구에 비해 260% 내외의 발아촉진 효과가 있었다. GR와 MGR에서는 CF와 PVA를 접착제로 한 피복종자는 여타 접착제로 피복된 종자보다 유의하게 높았으며($P<0.01$), 무처리구에 비해 크게 향상되었다. Gt50은 PVA를 접착제로 한 피복종자에서 2.1일로 발아소요 일수가 제일 적었으며($P<0.01$), 무처리보다 0.2~0.4일이 단축되었다. 접착제별 tall fescue 피복종자(Table 3-4)의 CGP와 GR는 접착제간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, MGR는 CMC와 PVA를 접착제로 한 피복종자에서 AG를 접착제로 제조한 피복종자보다는 유의하게 높았으나($P<0.01$) 다른 접착제들과는 유의적인 차이가 없었다. Gt50은 CMC, CF, PVA를 접착제로 한 피복종자에서 공히 발아소요일수가 단축되었는데 PVP를 접착제로 한 피복종자와는 유의적인 차이가 없었으며, 여타 접착제보다는 유의하게 단축되었다($P<0.01$). 전체적인 발아력을 고려할 때 CF와 PVA를 접착제로 한 피복종자가 가장 우수하였는데 무처리종자에 비해 CGP는 80%~90%, GR는 46%~51%, MGR는 75%~100%가 향상되었고 Gt50은 0.4~0.5일이 단축되었다.

Roos와 Jackson(1976)은 피복 종자 발아율의 차이는 종자에 피복되는 피복물질의 종류가 다른 것이 주요한 원인의 하나라고 하였으며, 일부 피복물질들에 의해 피복종자의 유근 출현을 저해하는 현상이 나타났다고 하였는데 본시험에서도 PT를 고품질로 한 피복종자에서 피복물질의 영향으로 발아가 지연되거나 피복 층이 딱딱하여 유근 신장이 저해되는 현상이 나타났다. 배지의 수분함량은 발아에 매우 중요한 요소로 작용하는데(Gaspar, 1972; Millier와 Bensin, 1974; Roos와 Moore, 1975), 본 실험은 비교적 충분한 토양수분 조건 하에서 실험이 진행되었기 때문에 PM, PP, CH 등 일부 물질들에 의한 피복재료의 자극성물질에 의한 피복종자의 발아력 저하를 제외하고는 피복종자들 사이에 발아에서 현저한 차이가 나타나지 않았다. 만약 낮은 수분환경에서라면 피복물질의 수분흡수력에 의하여 피복물질 종류에 따라 발아력에서 큰 차이가 나타났을 것으로 사료되었다.

본 실험에서 보면 red clover와 tall fescue 피복종자의 접착제별 발아력은 두 초종에서 CF와 PVA를 접착제로 한 피복종자에서 비교적 우수하였으며 AG를 접착제로 한 피복종자에서는 초기 수분흡수력의 부진으로 저조한 발아력을 나타낸 것으로 사료되었다. 그리고 HPC, MC, PVP를 접착제로 한 피복종자에서는 발아초기 피복물질의 탈락으로 전체 발아력에 영향을 미친 것으로 사료되며 red clover가 tall fescue보다 더욱 큰 영향을 받았다.

2) 피복재료별 출현율

고형물질별 red clover 피복종자의 출현율(fig. 3-1)은 출현 초기단계인 5일과 6일째 출현율에서는 무처리를 포함한 전체 처리에서 3%내외의 차이는 보였지만 큰 효과는 나타나지 않았다. 겉뿌림 9, 10일째 출현율에서 V+T를 고형물질로 한 피복종자에서 여타 처리구보다 높은 출현율을 나타내었으며, 최종 출현율에서는 V, V+T, V+CC를 고형물질로 한 피복종자에서 V+K를 고형물질로 피복한 종자와 무처리보다 훨씬 높았다.

고형물질별 tall fescue 피복종자의 출현율은 Fig. 3-2에서 보는 바와 같이 출현초기에는 T+V를 고형물질로 피복한 종자에서 여타 처리들보다 높았으며, 최종 출현율에서는 모든 피복처리구가 무처리보다 높았지만 피복처리구 간에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

접착제별 출현율(fig. 3-3)에서 보면 red clover 피복종자는 CF와 PVA를 접착제로 한 피복에서 양호한 양상을 보여주었으며, 최종 출현율에서 모든 접착제에서 무처리 보다 양호하였다. Tall fescue 피복종자의 출현율(fig. 3-4)에서는 PVA를 접착제로 한 피복종자에서 파종 후 9일째부터 이후 전 출현기간동안 여타 처리보다 높게 나타났으며, 최종 출현율에서 전체 접착제 처리구에서 무처리보다 높았다.

이상의 결과를 종합고찰하면 모든 피복처리에서 공히 무처리보다 훨씬 높은 출현율을 나타내었는데, Scott(1974)가 보고한 무처리종자와 피복종자의 비교시험에서 종자피복은 목초의 출현율을 크게 증가하였으며 최상의 피복처리는 무처리 종자보다 출현율을 4배에서 6배이상 증가시켰다는 보고와 일치하였다.

피복재료별 출현에서 보면 초기 출현율은 피복처리와 무처리간에 큰 차이를 나타내지 않았지만 시간의 흐름에 따라 점차적으로 커졌으며, 최종 출현율에서 모든 피복처리는 무처리보다 큰 폭으로 향상되었다.

본 실험에서 흡수력과 보수력이 우수한 PVA, V+T를 접착제로 한 피복종자가 건조한 배지에서 양호한 출현율을 나타내었는데 이것은 Scott 등(1992)의 토양중의 수분함량이 낮을 때 피복처리 효과가 두드러지게 나타난다는 보고와 대부분의 목초종자는 크기가 작기 때문에 외부환경의 영향을 쉽게 받으며 피복종자의 수분흡수력은 목초종자 출현에 결정적인 역할을 한다(Berdahl과 Barker, 1980; Sladdin과 Lynch, 1983)는 보고와 일치한 결과로 해석된다.

3) 고품질 피복배율이 출현에 미치는 영향

Red clover 종자에 대한 고품질 피복배율별 출현은 fig. 3-5에서 보는 바와 같이 파종 후 7일까지는 종자무게 3배의 고품질을 피복한 처리구가 여타 처리구보다 출현율이 높았으나 8일 이후에는 7배 처리구가 가장 높았다. 최종 출현율은 한배 처리구와 무처리구는 여타처리구에 비해 출현율이 월등하게 낮았으며 3배, 5배, 7배 간에는 큰 차이가 나타나지 않았다. Tall fescue 종자의 피복배율별 출현율은 fig. 3-6에서 보듯이 종자무게의 3~7배의 고품질 피복으로 무처리구에 비해 출현율이 큰 폭으로 향상되었다. 그러나 3~7배 처리간에는 큰 차이를 나타내지 않았으나 7배 처리에서 최종 출현율이 가장 높았다.

Roos 와 Jackson(1976)은 피복 종자 발아율의 차이는 종자에 피복되는 피복물질의 양이 서로 다른 것도 하나의 요인이라고 하였다. 펠렛의 크기가 너무 크면 문제점도 있지만 같은 시간 내에 종자 흡수량은 증가되어 출아를 촉진한다고 하였다(Austin, 1973). 본 실험에서도 1배에서는 출현에서 약간의 향상은 있었지만 저조하였으며 피복배율이 증가함에 따라 최종 출현율이 증가하는 경향을 보여주었다.

4) 생장촉진물질 첨가에 의한 피복종자의 발아력

Atonik용액 침지농도별 red clover 피복종자의 발아력(table 3-5)은 총 발아율(CGP)에서는 Atonik 농도별 침지처리 간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 무처리보다는 큰 폭으로 3.6배나 향상되었다($P<0.01$). 발아속도(GR)는 Atonik 0.03%와 Atonik 0.05%에서 각각 58.7, 56.9로 여타처리 보다 현저하게 높았으며 모든 피복처리에서 무처리보다 크게 향상되었다($P<0.01$). 최대발아속도(MGR)에서 보면 Atonik 0.03%에서 34.0으로 Atonik 0%와 Atonik 0.07%보다는 유의하게 높았으나($P<0.01$), Atonik 0.01%, Atonik 0.05%와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그리고 전체 피복처리에서 무처리보다 유의하게 높은 MGR를 나타내었다($P<0.01$). 총발아율의 50%에 도달하는 일수는 Atonik 0.03%처리구에서 Atonik 0%와 무처리보다 크게 향상되어 1.1일이 단축되었다($P<0.01$).

Atonik용액 침지농도별 tall fescue 피복종자의 발아력은 table 3-6에서 보는 바와 같이 CGP는 Atonik 0.03%~0.07%처리구에서 Atonik 0%처리구보다 유의하게 높았으나($P<0.01$), Atonik 0.01%처리구는 Atonik 0%처리구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. GR는 Atonik 0.03%~0.07%처리구에서 여타 처리보다 유

의하게 높았으며($P<0.01$), GR에서도 Atonik 0.03%처리구에서 Atonik 0.01%처리구와 Atonik 0%처리구에 비해 현저하게 향상되었지만($P<0.01$), Atonik 0.05%, 0.07%처리구와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Gt50은 Atonik0.03%, 0.05%에서 제일 적어 무피복종자에 비해 1.3일 이상의 발아소요일수 단축효과가 있었다. Tall fescue 종자를 Atonic 용액에 침지하여 피복함으로서 무피복종자보다 CGP, GR, MGR, Gt50 등의 발아력이 모두 크게 향상되었다($P<0.01$).

이상의 결과로부터 Atonik침지처리 후의 피복은 종자의 발아력을 크게 향상하며 피복처리에 의한 발아력 향상효과가 Atonik침지처리에 의한 향상효과보다 더욱 현저하다는 것을 알 수 있다. Mayer와 Poljakoff-Mayber (1982)는 식물 생장조절제인 cytokinin을 종자에 처리하여 피복함으로서 발아를 촉진하였다고 보고한바있으며, Greipsson(2001)도 gibberellic acid 처리로 종자의 발아율을 향상시켰다는 보고도 있었다.

Green farm용액 침지농도별 red clover 피복종자의 발아력(table 3-7)은 CGP는 green farm 0.1%, 0.3%, 0.7%처리구에서 0%처리구와 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 무피복종자에 비해서는 3배이상 크게 향상되었다. GR에서도 모든 피복처리구에서 모두 비슷한 경향을 보여주었으며, 무피복에 비해 9배 이상의 발아속도 향상효과가 있었다. MGR는 green farm 0.3%처리구에서 0%처리구보다 현저하게 높았으며($P<0.01$), 무피복종자에 비해서는 크게 향상되었다. Gt50은 green farm농도별 침지 후 피복종자 간에는 유의적인 차이가 없었으나, green farm 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구에서 0%처리구보다 유의하게 적었으며($P<0.01$), 무피복종자에 비해서는 약 하루가 단축되었다.

Tall fescue종자 green farm용액 농도별 침지처리 후 피복종자의 발아력은 table 3-8에서 보는바와 같이 red clover종자의 발아력과 같은 경향을 보여주었다. CGP는 green farm 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구에서 0%처리구보다 유의하게 높았으며($P<0.01$), 무피복 종자에 비해 약 88%의 발아율 향상효과가 있었다. GR는 green farm 0.3%, 0.5%처리구에서 0%처리구보다 유의하게 높았으나($P<0.01$), green farm농도별 처리간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. MGR는 green farm0.3%처리구에서 제일 높게 나타났으며 green farm 0%, 0.1%처리구보다 유의하게 높았고($P<0.01$), green farm 0.5%, 0.7%처리구와는 유의적인 향상효과를 나타내지 않았다. Gt50은 green farm처리 간에 유의적인 효과가 나타나지 않았으며, green farm 0.7%처리구에서 5.1로 제일 높았고 무피복종자에 비해 1.3일

단축되었다.

이상의 결과로 알 수 있듯이 green farm 용액으로 침지처리한 red clover와 tall fescue 피복종자는 green farm 0.3%처리에서 여타 침지처리들 보다 양호한 발아력을 나타내었으며 모든 피복처리 종자가 무피복종자보다 우수한 발아력을 보여주었다. 그리고 red clover는 종자 피복효과는 tall fescue보다 크게 나타났으나 green farm 처리효과는 미세하였다. Tall fescue 종자에서도 종자 코팅효과가 컸으나 red clover보다는 낮았고 green farm 처리효과가 유의성있게 나타났다.

Red clover 종자에 N-soil을 첨가하여 피복한 종자의 발아력은 table 3-9에서 보는바와 같이 CGP에서는 N-soil 0%, 0.1%, 0.3%처리구에서 여타 처리구들 보다 높았으며($P<0.01$), N-soil함량을 0.5%이상 증가함에 따라 CGP가 낮아졌다($P<0.01$). 마찬가지로 GR, MGR도 N-soil0.3%까지는 변화가 없었으나 0.5%이상 농도를 증가함에 따라 큰 폭으로 하락되었으며($P<0.01$), Gt50에서도 같은 경향을 보여주었다.

Tall fescue 종자에 N-soil을 첨가하여 피복한 종자의 발아력은 table 3-10에서 보는바와 같이 red clover에서와 비슷한 결과를 보여주었다. CGP, GR,는 N-soil 0%, 1%, 3%처리구에서 높게 나타났으며($P<0.01$), 0.5%이상부터는 N-soil 함량의 증가에 따라 발아저해 현상이 뚜렷이 나타났다($P<0.01$). MGR는 무피복 종자를 제외한 모든 피복처리에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Gt50은 N-soil 첨가수준이 증가할수록 발아소요일수가 증가하였다.

N-soil은 pH가 약 11로 강알카리성을 띄기 때문에 목초종자의 발아력에 큰 영향을 미쳤으며 red clover가 tall fescue보다 더 민감하다는 것을 알 수 있었다. N-soil의 첨가수준은 red clover와 tall fescue 종자에서 공히 0.3%이하로 낮추어 종자발아에 부정적인 영향을 미치지 않도록 유의해야 할 것으로 사료되었다.

5) 생장촉진물질 첨가가 의한 피복종자의 출현율에 미치는 영향

Red clover종자에 대한 Atonik농도별 침지처리 한 피복종자의 출현율은 fig. 3-7에서 보는바와 같이 Atonik 0.01%, 0.03%, 0.05%, 0.07%처리구는 Atonik 0% 처리구와 무피복종자보다 출현이 훨씬 빨랐으며, Atonik 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구에서 Atonik 0.1%처리구보다 파종 후 8일까지의 초기 출현율이 빨랐다. 그러나 모든 피복처리에서 최종 출현율에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그리고 모든 피복처리구의 최종 출현율은 무처리종자보다 크게 향상되었다.

Tall fescue 종자의 Atonik농도별 침지처리 후 피복된 종자의 출현은(fig. 3-8) 초기 출현에서 Atonik 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구에서는 Atonik 0%처리구와 무피복종자보다 빨랐으며, 최종 출현율에서는 피복처리들 사이에 큰 차이를 나타내지 않았다. 그리고 모든 피복처리구는 무처리종자보다 최종 출현율이 크게 향상되었다.

Atonik용액 침지처리 후 피복 한 종자의 출현은 red clover와 tall fescue 종자는 초기에는 Atonik농도에 따른 차이가 나타났으나 최종 출현율에서는 무피복처리를 제외한 피복종자들 사이에서 큰 차이를 나타내지 않았는데 이것은 파종 5일 후부터 건조한 파종상에 3일에 한번씩 물을 보충하여 주어 수분스트레스가 해소되면서 전체 걸뿌림 피복종자들에서 출현에 필요한 수분환경이 호전되었기 때문인 것으로 사료되었다.

Red clover종자에 green farm을 농도별로 침지처리 한 피복종자의 출현은 fig. 3-9에서 보면 green farm 0.1%, 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구는 에서 green farm0%처리구와 무피복종자보다 출현이 빨랐으며, green farm0.3%, 0.5%처리구는 파종 후 10일까지 줄곧 green farm0%처리구보다 높은 출현율을 나타내었지만 최종 출현율에서는 차이가 크지 않았다. 모든 피복처리구에서 무피복종자보다 최종 출현율이 높게 나타났다.

Tall fescue종자에 green farm을 농도별로 침지처리 한 피복종자의 출현은 fig. 3-10에서 보는바와 같다. 초기 출현은 green farm 0.3%, 0.5%, 0.7%처리구에서 빨랐다. 그러나 파종 12일 이후에는 피복처리구 사이에 비슷한 출현율을 보여 주었으며, 모든 피복처리는 무피복종자보다 출현율이 크게 향상되었다.

Kurdikeri 등(1993)은 옥수수종자의 인산염침지(KH_2PO_4)는 종자의 발아력과 출현율을 향상시켰다고 보고하였는데 본실험에서도 green farm 침지처리에 의하여 목초종자의 출현율이 촉진되었다. 그러나 무피복종자와 비교할 때 피복처리에 의한 출현율 향상효과가 green farm침지효과보다 더 크게 나타났다.

Red clover 종자에 N-soil을 첨가하여 피복처리한 종자의 출현율(fig. 3-11)은 초기 출현율에서는 처리구들 사이에 큰 차이를 나타내지 않았지만 파종8일 후부터의 조사에서 N-soil 0%, 0.1%, 0.3%처리구에서 N-soil 0.7%, 0.9%처리구와 무피복종자보다 높았으며 최종 출현율에서도 높게 나타났다.

Tall fescue 종자에 N-soil을 첨가하여 피복처리한 종자의 출현율은 fig. 3-12에서 보는바와 같이 초기 출현율은 7일째 조사에서 N-soil 0%, 0.1%, 0.3%,

0.5%처리구에서 N-soil0.7%, 0.9%처리구와 무피복종자보다 높았으며, 총 출현율은 N-soil 0.3%처리구에서 가장 높게 나타났다.

Scott(1974)는 인산염을 첨가한 피복에서 predominantly grass를 공시하여 피복물질과 종자비를 1 : 1(w/w)로 하였을 때 출현율은 큰폭(6배)으로 증가되었지만 인산염 배율의 증가에 따라 출현이 저하되는 현상이 나타났으며, super phosphate의 피복에서 더욱 피해가 컸다고 하였다. 본 실험에서도 red clover와 tall fescue 종자에 N-soil0.5%까지의 첨가는 출현율과 최종 출현율을 향상시켰으나 0.7%이상에서는 첨가효과가 감소하였다.

Italian rye grass, boary, oat, rye 등을 공시하여 Atonik와 green farm용액에 침지하여 피복한 종자와 펠릿처리 한 종자의 출현율은 fig. 3-13에서 보는바와 같이 모든 초종에서 공히 무처리보다 유의하게 높았다($P < 0.01$). 그러나 피복과 펠릿 처리간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3-1. Effects of different particulate matters on germination of coated red clover seeds.

Treatments	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	22±4.4 ^{g*}	4.9±1.63 ^h	1.7±0.40 ^h	2.8±0.25 ^b
B***	75±6.6 ^b	41.5±2.58 ^a	28.5±2.12 ^a	1.6±0.16 ^c
PM	11±4.8 ^g	3.6±1.54 ^g	2.5±0.67 ^h	2.7±0.14 ^b
T	87±4.3 ^a	38.3±2.27 ^{ab}	25.7±2.46 ^b	1.7±0.12 ^{de}
V	85±4.1 ^a	38.1±2.03 ^{ab}	27.6±1.97 ^a	1.8±0.14 ^{de}
Z	69±8.7 ^c	37.6±4.36 ^{ab}	28.3±4.44 ^a	1.6±0.66 ^c
CC	78±4.2 ^b	30.5±2.25 ^c	16.9±2.32 ^{de}	2.2±0.16 ^c
K	76±4.4 ^b	31.9±1.57 ^c	23.0±6.57 ^c	1.9±0.12 ^d
PT	7±1.2 ^h	1.6±1.25 ^h	0.9±0.28 ^h	4.2±0.25 ^a
CH	6±1.4 ^h	2.1±0.23 ^h	0.8±0.25 ^h	4.5±0.64 ^a
PP	38±10.6 ^e	13.9±2.79 ^f	6.6±1.84 ^g	2.3±0.16 ^c
V+CC	86±8.8 ^a	36.1±2.44 ^b	24.5±2.42 ^{bc}	1.7±0.17 ^{de}
V+K	88±6.3 ^a	36.2±2.26 ^b	25.3±2.27 ^{bc}	1.8±0.18 ^{de}
V+T	87±4.4 ^a	40.2±1.74 ^a	28.8±1.96 ^a	1.6±0.12 ^c
V+CH	28±6.6 ^f	26.2±2.25 ^d	14.3±2.24 ^{ef}	2.2±0.17 ^{bc}

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

*** B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plaster(gypsum), CH: calcium hydroxide(slaked lime), PP: calcium phosphate

Table 3-2. Effects of different particulate matters on germination of coated tall fescue seeds.

Treatments	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	32±2.4 ^{c*}	4.0±0.67 ^d	1.1±0.54 ^c	6.3±1.59 ^d
B***	53±6.8 ^a	5.3±1.01 ^{bc}	1.6±0.81 ^{ab}	6.2±0.19 ^d
PM	28±4.6 ^c	1.5±2.24 ^e	0.6±0.18 ^d	9.7±1.62 ^a
T	56±4.1 ^a	5.6±0.65 ^{ab}	1.9±0.49 ^{ab}	6.2±0.14 ^d
V	56±6.2 ^a	5.8±0.60 ^a	2.2±0.47 ^a	5.8±0.27 ^e
Z	57±6.4 ^a	5.3±0.82 ^{bc}	1.7±0.46 ^{ab}	6.2±0.27 ^d
CC	54±4.4 ^a	5.8±0.45 ^a	1.9±0.22 ^a	6.4±0.41 ^{cd}
K	55±2.6 ^a	5.4±0.47 ^{bc}	2.0±0.44 ^a	6.3±0.22 ^d
PT	18±4.5 ^e	4.3±0.63 ^{cd}	1.4±0.23 ^{bc}	7.9±0.41 ^b
CH	31±2.3 ^c	1.6±0.21 ^e	0.5±0.15 ^d	9.9±1.43 ^a
PP	29±4.5 ^c	1.8±0.46 ^e	0.6±0.14 ^d	10.2±1.28 ^a
V+CC	54±2.44 ^a	5.7±0.27 ^a	1.6±0.27 ^{ab}	6.1±0.12 ^{de}
V+K	56±6.01 ^a	5.6±0.87 ^{ab}	1.7±0.42 ^{ab}	6.2±0.20 ^d
V+T	55±2.6 ^a	5.9±0.84 ^a	1.9±0.26 ^a	5.9±0.32 ^e
V+CH	44±2.3 ^b	4.3±0.45 ^{cd}	1.7±0.29 ^{ab}	6.6±0.18 ^c

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

*** B: bentonite, PM: peatmoss, T: talc, V: vermiculite, Z: zeolite, CC: calcium carbonate, K: kaolin, PT: plaster(gypsum), CH: calcium hydroxide(slaked lime), PP: calcium phosphate

Table 3-3. Effects of different adhesives on germination of coated red clover seeds.

Adhesive	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	23±2.1 ^{e*}	4.7±0.43 ^d	1.7±0.19 ^d	2.5±0.24 ^{bc}
AG***	78±2.2 ^b	27.3±0.47 ^{bc}	20.1±0.84 ^c	3.6±0.20 ^a
CMC	81±1.9 ^{ab}	31.7±0.40 ^b	24.2±0.42 ^{ab}	2.4±0.16 ^c
CF	82±4.3 ^{ab}	35.7±1.07 ^a	26.5±0.66 ^{ab}	2.3±0.18 ^c
HPC	72±6.9 ^d	31.9±1.61 ^b	23.9±0.85 ^b	2.7±0.10 ^b
MC	76±6.7 ^{bc}	30.2±1.80 ^{bc}	21.5±1.17 ^{bc}	2.8±0.29 ^b
PVA	84±4.4 ^a	34.3±1.24 ^a	26.9±0.67 ^a	2.1±0.16 ^d
PVP	75±4.8 ^{bc}	31.4±1.32 ^b	22.4±0.58 ^{bc}	2.7±0.12 ^b

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

***AG: arabic gum, CMC: cethyl Methyl cellulose, HPC: hydrory propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone.

Table 3-4. Effects of different adhesives on germination of coated tall fescue seeds.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	29.8±3.95 ^{b*}	3.7±0.21 ^b	1.2±0.12 ^c	6.0±0.23 ^b
AG***	54.7±2.44 ^a	5.5±0.45 ^a	1.4±0.24 ^{bc}	6.3±0.47 ^a
CMC	56.2±2.60 ^a	5.6±0.67 ^a	2.4±0.61 ^a	5.5±0.43 ^c
CF-clear	53.5±6.28 ^a	5.4±1.06 ^a	1.9±0.19 ^{ab}	5.6±0.23 ^c
HPC	51.2±4.59 ^a	5.1±0.60 ^a	1.9±0.41 ^{ab}	6.0±0.30 ^b
MC	55.5±4.33 ^a	5.4±0.69 ^a	1.9±0.41 ^{ab}	6.0±0.30 ^b
PVA	56.7±6.35 ^a	5.4±0.89 ^a	2.1±0.40 ^a	5.6±0.11 ^c
PVP	50.5±3.96 ^a	4.8±0.13 ^a	1.7±0.41 ^{ab}	5.8±0.41 ^{bc}

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

*** AG: arabic gum, CMC: cethyl Methyl cellulose, HPC: hydrory propyl cellulose klucel, MC: methyl cellulose, PVA: polyvinyl alcohol, PVP: polyvinyl pyrrolidone.

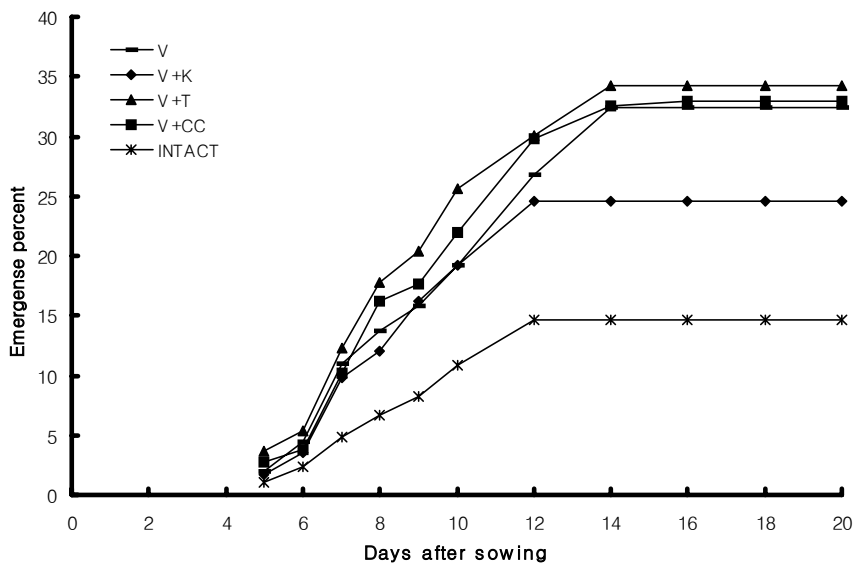


Fig. 3-1. Effects of different particulate matters on emergence of coated red clover seeds.

(T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin)

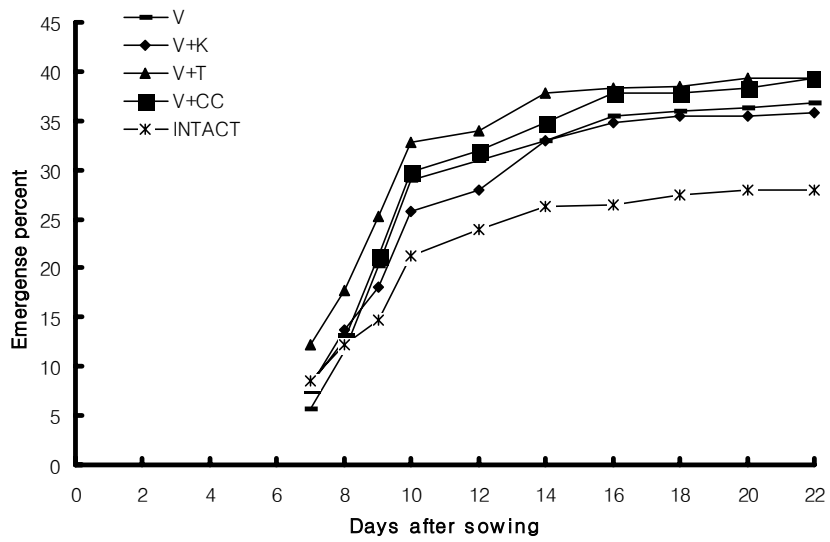


Fig. 3-2 Effects of different particulate matters on emergence of coated tall fescue seeds. (T: talc, V: vermiculite, CC: calcium carbonate, K: kaolin)

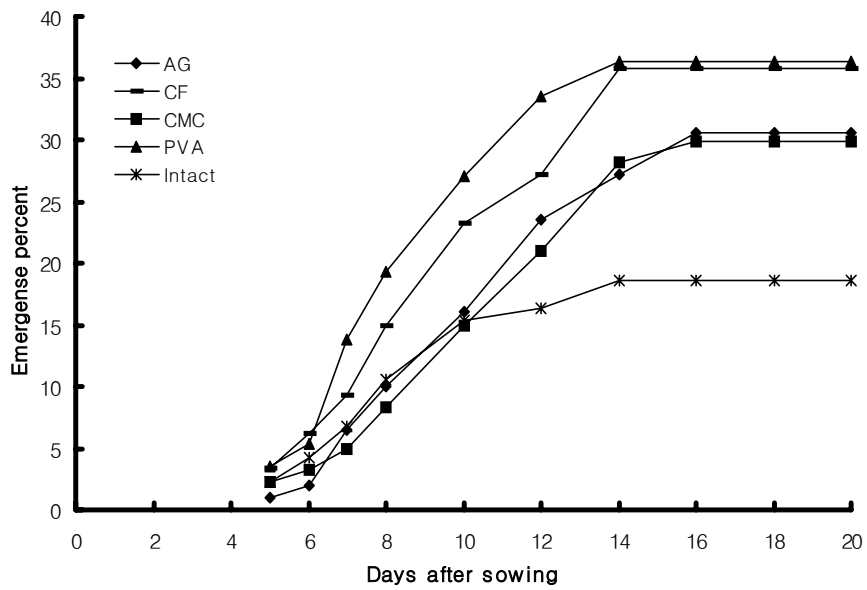


Fig. 3-3. Effects of different adhesives on emergence of coated red clover seeds (AG: arabic gum, CF: cf-clear, CMC: cethyl methyl cellulose , PVA: polyvinyl alcohol).

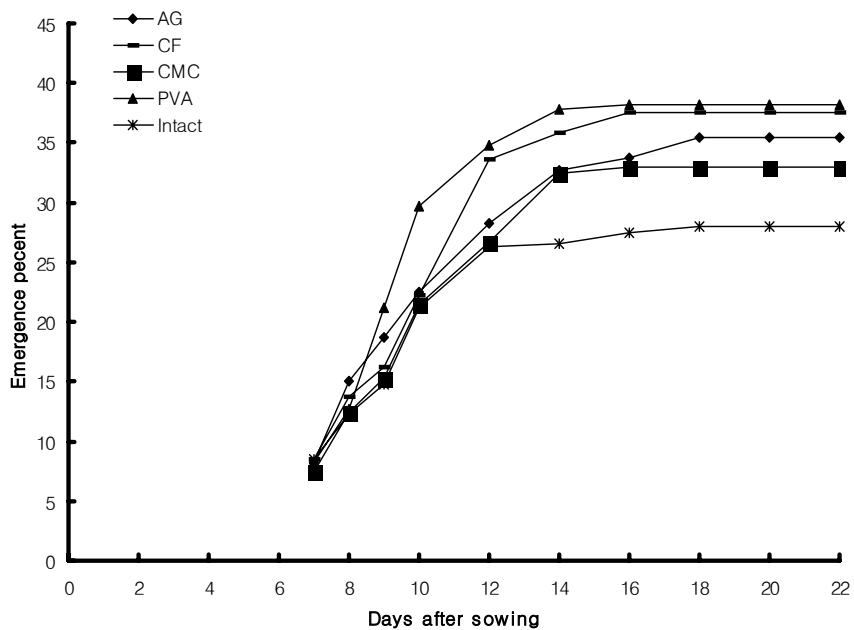


Fig. 3-4. Effects of different adhesives on emergence of coated tall fescue seeds (AG: arabic gum, CF: cf-clear, CMC: cethyl methyl cellulose , PVA: polyvinyl alcohol).

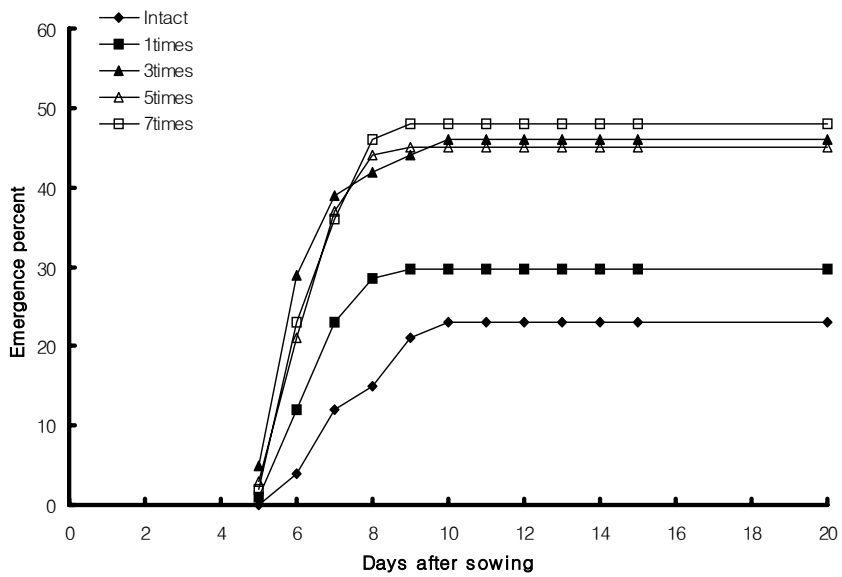


Fig. 3-5. Effects of different amount of the mixed coating particulate matters(vermiculite+talc) on emergence percentage of coated red clover seeds.

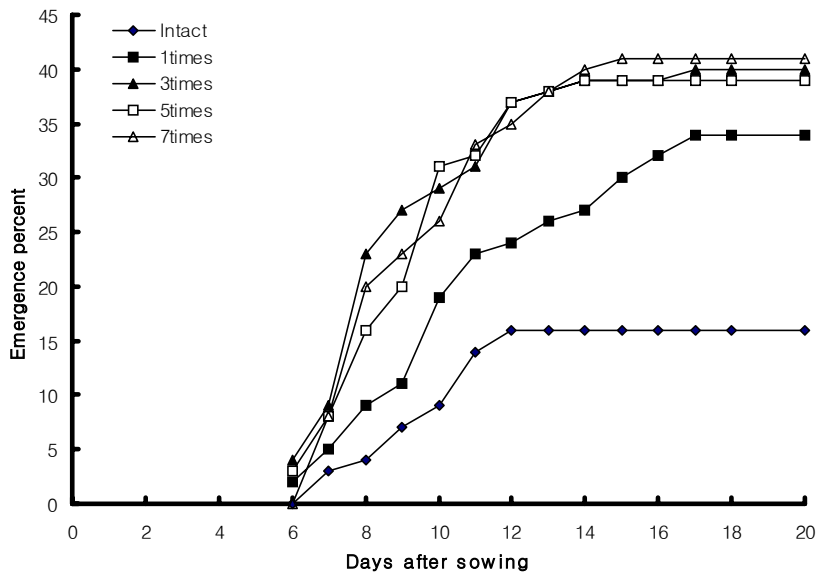


Fig. 3-6. Effects of different amount of the mixed coating particulate matters(vermiculite+talc) on emergence percentage of coated tall fescue seeds.

Table 3-5. Effects of soaking seeds with different concentrations of Atonik before coating on germination parameters of red clover seed.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	24±6.7 ^{b*}	4.2±1.96 ^d	2.1±1.62 ^c	2.3±0.24 ^a
Atonik 0%	85±6.4 ^a	38.6±10.34 ^c	29.3±1.36 ^b	1.7±0.23 ^b
Atonik 0.01%	87±6.6 ^a	43.8±4.67 ^c	33.0±1.77 ^a	1.5±0.21 ^c
Atonik 0.03%	86±8.9 ^a	58.7±8.12 ^a	34.0±6.96 ^a	1.2±0.28 ^d
Atonik 0.05%	89±4.9 ^a	56.9±4.86 ^a	29.5±6.28 ^b	1.4±0.19 ^{cd}
Atonik 0.07%	87±4.2 ^a	50.6±2.02 ^b	28.5±2.25 ^b	1.2±0.25 ^d

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

Table 3-6 Effects of soaking seeds with different concentrations of Atonik before coating on germination parameters of tall fescue seed.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Tt50
Intact	33±4.1 ^{c*}	4.1±1.48 ^c	1.2±0.43 ^c	6.4±0.62 ^a
Atonik 0%	54±6.8 ^b	5.1±1.45 ^b	2.2±0.45 ^b	5.4±0.47 ^b
Atonik 0.01%	56±10.0 ^{ab}	5.0±1.81 ^b	2.4±1.44 ^b	5.6±0.45 ^b
Atonik 0.03%	59±4.6 ^a	7.3±1.48 ^a	3.2±0.89 ^a	5.1±0.24 ^c
Atonik 0.05%	60±10.9 ^a	7.8±1.64 ^a	2.7±0.66 ^{ab}	5.0±0.62 ^c
Atonik 0.07%	61±10.1 ^a	7.7±1.53 ^a	3.2±1.02 ^a	5.3±0.41 ^{bc}

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different (P < 0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

Table 3-7. Effects of soaking seeds with different concentrations of Green farm before coating on germination parameters of red clover seed.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	24±6.7 ^{c*}	4.2±1.95 ^b	2.1±1.24 ^c	2.3±0.23 ^a
Green farm 0%	85±6.4 ^a	38.6±10.33 ^a	29.3±0.62 ^b	1.7±0.18 ^b
Green farm 0.1%	81±4.6 ^{ab}	38.8±4.64 ^a	31.2±1.62 ^{ab}	1.6±0.21 ^{bc}
Green farm 0.3%	84±8.4 ^a	39.4±4.87 ^a	34.0±4.01 ^a	1.4±0.22 ^c
Green farm 0.5%	77±6.4 ^b	38.2±2.83 ^a	32.2±2.69 ^{ab}	1.3±0.19 ^c
Green farm 0.7%	81±6.2 ^{ab}	39.2±4.86 ^a	31.0±4.43 ^{ab}	1.4±0.23 ^c

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

Table 3-8. Effects of soaking seeds with different concentrations of Green farm before coating on germination parameters of tall fescue seed.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Tt50
Intact	33±4.1 ^{c*}	4.1±0.82 ^c	1.2±0.41 ^c	6.4±0.62 ^a
Green farm 0%	54±6.8 ^b	5.1±0.88 ^b	2.2±0.43 ^b	5.4±0.47 ^b
Green farm 0.1%	58±6.8 ^{ab}	5.8±1.68 ^{ab}	2.3±0.85 ^b	5.6±1.61 ^b
Green farm 0.3%	62±8.1 ^a	5.9±1.46 ^a	2.8±1.24 ^a	5.3±0.68 ^b
Green farm 0.5%	62±10.5 ^a	6.2±2.17 ^a	2.5±0.65 ^{ab}	5.4±0.24 ^b
Green farm 0.7%	61±2.5 ^a	5.6±1.56 ^{ab}	2.4±0.42 ^{ab}	5.1±0.63 ^b

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

Table 3-9. Effects of different amount of N-soil mixed with particulate matters on germination parameters of red clover seed.

Treatment	CGP**	GR	MGR	Gt50
Intact	27±8.2 ^{e*}	4.8±1.21 ^e	2.7±0.65 ^e	1.9±0.28 ^{cd}
N-soil 0%	84±10.2 ^a	37.4±2.27 ^a	26.5±2.59 ^a	1.8±0.44 ^d
N-soil 0.1%	82±10.3 ^{ab}	37.7±4.32 ^a	27.3±4.41 ^a	1.8±0.26 ^d
N-soil 0.3%	85±8.5 ^a	36.1±2.19 ^a	26.7±4.16 ^a	1.7±0.42 ^d
N-soil 0.5%	77±4.4 ^c	26.8±2.96 ^b	19.7±2.56 ^b	2.2±0.48 ^c
N-soil 0.7%	75±8.3 ^c	22.6±2.25 ^d	16.0±2.42 ^c	2.6±0.27 ^b
N-soil 0.9%	60±10.4 ^d	24.8±2.28 ^{cd}	12.0±2.27 ^d	2.9±0.22 ^a

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

Table 3-10. Effects of different amount of N-soil mixed with particulate matters on germination parameters of tall fescue seed.

Treatment	CGP**	GRc	MGR	Gt50
Intact	28±10.4 ^{e*}	3.9±2.14 ^d	1.9±0.44 ^b	4.7±0.26 ^c
N-soil 0%	53±4.7 ^a	5.3±1.46 ^a	2.3±0.24 ^a	5.4±0.41 ^b
N-soil 0.1%	54±2.8 ^a	5.5±0.62 ^a	2.1±0.23 ^a	5.6±0.44 ^b
N-soil 0.3%	54±6.7 ^a	5.2±2.25 ^a	2.0±0.27 ^a	5.5±0.46 ^b
N-soil 0.5%	51±4.1 ^b	4.5±0.63 ^b	2.3±0.26 ^a	5.8±0.54 ^{ab}
N-soil 0.7%	48±4.2 ^{bc}	4.0±0.87 ^c	2.2±0.29 ^a	5.8±0.61 ^{ab}
N-soil 0.9%	41±2.7 ^d	3.8±0.46 ^d	2.3±0.44 ^a	6.2±0.70 ^a

Mean±SD.

* Means within same column with different superscripts are significantly different($P < 0.01$).

** CGP: cumulative germination percent; GR: germination rate; MGR: maximum germination rate; GT₅₀: days to reach 50% of final germination.

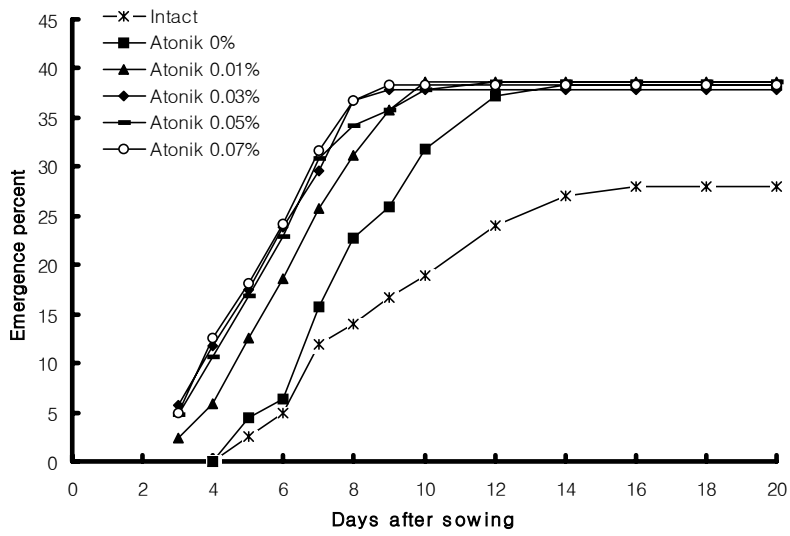


Fig. 3-7. Effects of Atonik concentration added to coating seeds on emergence percentage of red clover.

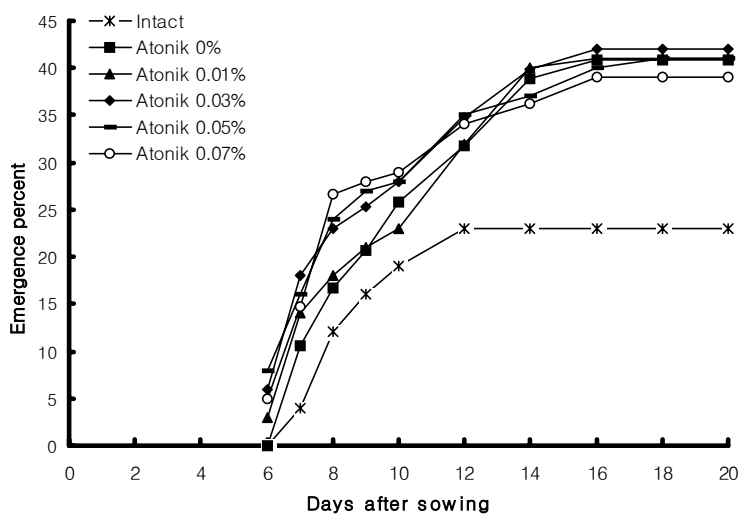


Fig. 3-8. Effects of Atonik concentration added to coating seeds on emergence percentage of tall fescue.

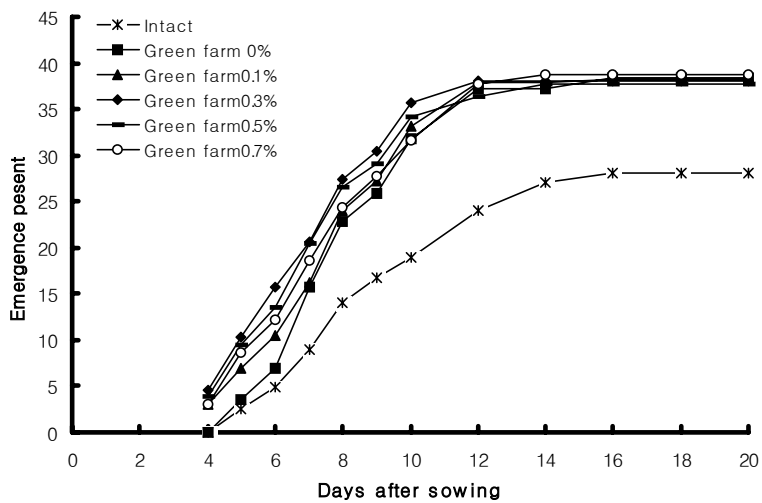


Fig. 3-9. Effects of Green farm concentration added to coating seeds on emergence percentage of red clover.

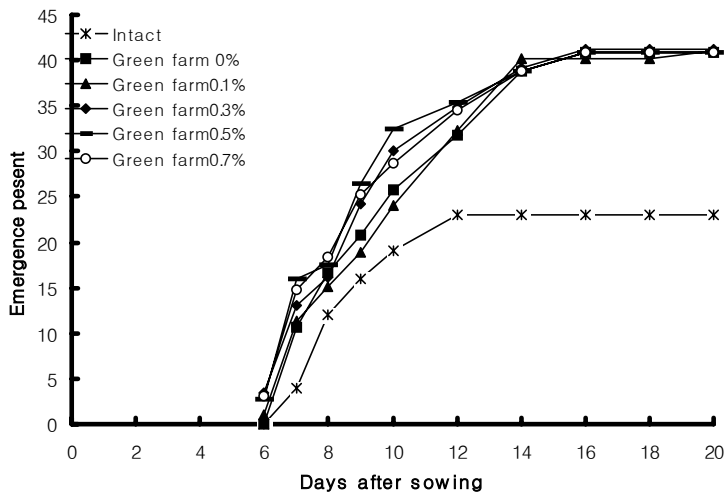


Fig. 3-10. Effects of Green farm concentration added to coating seeds on emergence percentage of tall fescue.

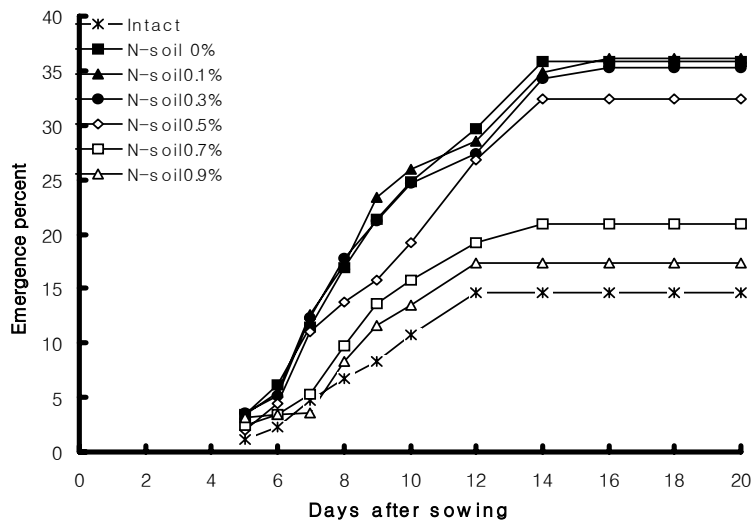


Fig. 3-11. Effects of different amount of N-soil mixed with particulate matters on emergence percentage of red clover seeds.

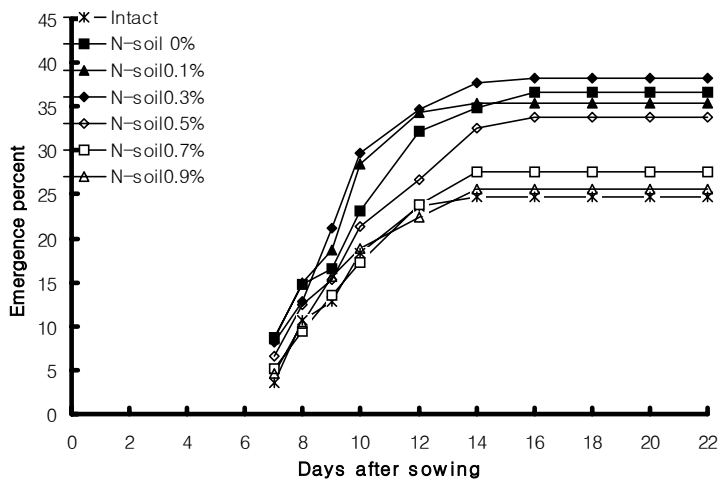


Fig. 3-12. Effects of different amount of N-soil mixed with particulate matters on emergence percentage of tall fescue seeds.

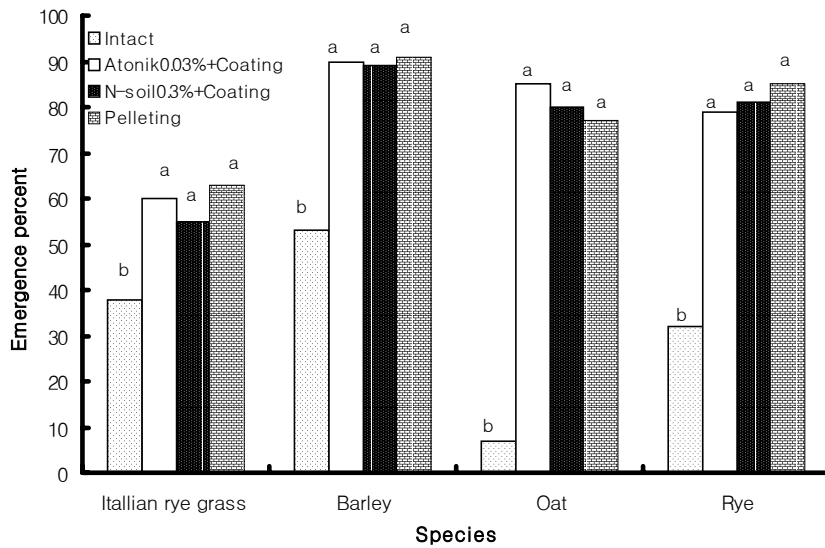


Fig. 3-13. Effects of soaking in Atonic solution before coating, mixing of N-soil with particulate matters, or pelleting on emergence percentage of surface sown Italian ryegrass, barley, oat and rye.

a-b: Bars with different alphabetic letters within each cultivar are significantly different ($P < 0.01$).

라. 요약

본 실험은 red clover, tall fescue, Italian ryegrass, barley, oat 및 rye종자를 공시하여 여러 가지 피복물질과 접착제, 생장촉진물질(Atonik, green farm, N-soil)이 코팅종자의 발아와 출현에 미치는 영향을 조사하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. Red clover와 tall fescue종자에 고품질별로 피복한 종자의 발아력은 V, V+T 피복에서 총 발아율(CGP), 발아속도(GR, MGR)와 Gt50가 모두 우수하였다. PM, PT, CH로 피복한 종자는 발아력이 매우 저조하였다.

2. 접착제 종류별 발아력은 PVA를 접착제로 한 피복에서 red clover의 총 발아율(CGP), 발아속도(GR, MGR)와 총 발아율의 50% 도달 일수(Gt50)가 모두 양호하였으며, tall fescue에서는 PVA, CMC, CF를 접착제로 한 피복에서 발아력이 양호하게 나타났다.

3. 고품질별 red clover와 tall fescue 피복종자의 출현율은 특히 출현초기단계에 V+T를 고품질로 한 피복종자에서 가장 높은 출현율을 나타내었으며, 최종 출현율에서 모든 피복처리가 무피복처리보다 높았다.

4. 접착제별 출현율은 red clover종자에서 PVA를 접착제로 한 피복처리종자가 지속적인 높은 출현율을 나타내었으며, 최종 출현율은 CF를 접착제로 한 피복처리종자와 비슷한 양상을 보여주었다. Tall fescue종자에서도 PVA를 접착제로 한 피복처리종자에서 파종 9일째 이후부터 높게 나타났지만 12일부터는 CF를 접착제로 한 피복종자와 비슷한 양상을 보여주었다.

5. Red clover는 고품질의 배율을 종자무게의 3배로 하였을 때 파종후 7일째까지의 초기 출현율이 높았으나 그 이후에는 7배 처리구에서 제일 높았다. Tall fescue종자는 3~7배의 고품질 피복간에 큰 차이를 보여주지 않았으며 출현초기에는 한배, 출현 후기에는 7배처리구가 출현율이 가장 높았다.

6. Atonik침지처리 종자의 피복에서 red clover는 0.03%에서, tall fescue는 0.03%~0.07%에서 총 발아율(CGP), 발아속도(GR, MGR)와 Gt50가 모두 우수하였다.

7. Green farm침지처리 종자의 피복에서는 red clover는 0.3%에서, tall fescue는 0.3%~0.7%에서 총 발아율(CGP), 발아속도(GR, MGR)와 Gt50가 모두 우수하였다.

8. 토양개량제인 N-soil첨가 피복에서는 red clover와 tall fescue에서 공히 0.

1%~0.3%에서 피해가 없었으며 0.5% 이상부터는 발아력이 저하되었다.

9. Atonik에 침지처리한 red clover와 tall fescue 피복종자는 초기출현이 크게 촉진되었으나 최종 출현율에서는 Atonik0%처리구와 차이가 없었다.

10. Green farm 침지처리에서 red clover피복종자는 전체 농도에서 초기출현이 빨랐으며, tall fescue는 0.3%~0.7%에서 출현이 빨랐다. 그러나 두 초종에서 공히 최종 출현율에서는 green farm0%처리구와 차이가 없었다.

11. N-soil첨가 피복에서 red clover는 0.3%에서는 최종 출현율이 대조구와 비슷하였지만 0.5%수준에서 부터 대조구 보다 저조하였으며, tall fescue는 0.3%에서 출현이 촉진되었고 최종 출현율도 높았다.

12. Itallian rye grass, barley, oat 및 rye의 Atonik0.03%+coating, green farm0.3%+coating과 pelleting에서 모두 무피복종자보다 최종 출현율이 높았지만 처리구간에는 비슷한 양상을 보여주었다.

13. 고형물질 중 V나 V+T를 첨가하고, 접착제로 PVA나 CF를 사용함으로써 red clover와 tall fescue 피복종자의 발아와 출현을 크게 촉진할 수 있었다. 또한 적정농도의 Atonik와 green farm용액에 종자를 침지하거나 적정량의 N-soil을 첨가하여 종자를 피복 함으로서 무피복종자에 비해 발아력과 출현율을 크게 향상시킬 수 있었다.

6. 다양한 환경조건에서 종자피복이 사료작물의 생육과 수량에 미치는 영향

가. 서론

종자피복의 목적은 파종되는 모든 종자개체에 생존에 적합한 미세환경을 조성하여 목초의 정착과 생산성을 향상시키는 것이다(Hathcock 등, 1984). 오래 전에 Dexter와 Miyamoto(1959)는 이미 hydrophilic colloid로 피복한 sugar beet 종자의 조기생장 향상효과를 실험실과 야외포장실험에서 모두 증명하였다. 그 이후 피복종자의 정착율 개선효과에 관한 많은 연구들이 다양한 환경에서 진행되었고 fertilizer, lime, pesticide, cytokinin 등 여러 가지 피복물질로 종자를 피복하여 출현율과 정착율이 현저하게 개선되었다는 보고들도 있다(Beeler, 1974; Scott, 1975; Elkins 등, 1976; Fallon, 1980; Mayer와 Poljakoff-mayber, 1982).

Hull 등(1963)은 목초종자를 피복과 펠렛팅 처리하여 건조한 지역에 걸 뿌림을 하였을 때 정착율 개선효과가 없었다고 하였지만, Vartha 와 Clifford(1973)는 해발 600m의 건조한 조건에서 피복처리는 무처리 보다 유식물의 정착율이 2~4 배 증가되었다고 보고하였다. 그러나 일부 시험에서는 비록 피복종자의 정착율 향상효과가 있지만 같은 처리에서 파종 지역 및 계절의 차이에 따라 효과에 차이가 있었다고 하였다(Dowling 1978; Lee 등 1990). 그리고 Robert 등(1983)은 피복효과를 증명하기 위한 사질토양과 점토 등 야외환경의 시험에서 calcium peroxide 피복종자는 출현율 개선효과가 미미하였을 뿐만 아니라 종자를 insecticide/fungicide로 처리하여 야외에서 파종했을 때에도 정착율 향상효과가 크지 않았다고 하였다.

Longnecker 등(1991)은 미량원소가 결핍된 상황에서 미량원소 피복처리는 식물의 정착과 생산에 모두 효과가 있었으며, Ros 등(2000)은 목초종자를 인산염 침지처리를 한 결과 목초의 건물생산량이 크게 증가하였다고 보고하였다.

한편 Scott 등(1992)은 피복종자의 생육시험에서 ryegrass종자의 정착율은 증가세를 나타내었지만 그 증가폭이 매우 적었다고 하면서 종자피복에 있어서 반드시 피복효과와 피복비용과의 수익성관계를 정확히 파악하여 피복을 진행하여야한다고 하였다.

야외포장의 걸뿌림에서 피복 목초 종자의 피복효과는 실험실이나 온실 환경과는 상이한 결과가 나타날 수도 있을 뿐만 아니라 야외 포장이라도 파종에 따

라서도 상이한 피복효과가 나타나기 때문에 실내 시험만으로는 피복효과를 판정할 수 없다. 따라서 본연구에서는 실내 시험에서 검증된 몇 가지 효과적인 종자처리 방법으로 목초종자를 피복 혹은 펠렛팅하여 야초지, 산지, 밭 등 다양한 야외환경에서의 결 뿌림 정착율과 생산성을 조사하여 야외환경조건에 알맞은 종자 피복물질을 개발하기 위해 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시초종

Red clover, tall fescue, Italian ryegrass, barley, oat와 rye를 공시초종으로 사용하였다.

2) 종자처리

2001년 가을파종과 2002년 봄 파종에 사용된 종자는 먼저 종자를 성장조절제 Atonik 0.03%용액과 미량원소 비료 green farm 0.3%용액으로 red clover, barley, oat 및 rye종자를 4시간 침지하였고, tall fescue와 Italian ryegrass종자는 12시간 침지처리한 후에 종자를 음건하여 V+T(vermiculite+talc)를 고형물로하고 PVA(polyvinyl alcohol)를 접착제로하여 종자와 고형물질의 비율을 1 : 3(w/w)으로 피복처리하였다. 석탄회를 이용한 토양개량제인 N-soil피복은 고형물질(V+T) 무게의 0.3%(w/w)로 혼합하여 종자와 고형물질의 배율을 1 : 3(w/w)으로 하여 PVA를 접착제로 피복처리하였다. 2002년 가을파종에서는 V+T를 고형물질로 Italian ryegrass, barley, oat, rye종자를 CF를 접착제로 피복과 펠렛제조를 수행하였다.

펠렛은 작은 종자인 red clover와 Italian ryegrass는 종자 : 고형물질(V+T) : 접착제의 비율을 1 : 10 : 10(w/w/w)으로 골고루 반죽한 후 5mm직경으로, barley와 rye는 1 : 5 : 5(w/w/w)비율로 7mm직경으로, oat는 종자가 너무 크기 때문에 종자무게의 5배되는 고형물질로 크게 피복하여 펠렛을 대체하였다.

3) 포장시험

본 시험은 전북대학교 농과대학 시험포장과 논 그리고 전라북도 전주시 소양면의 야산에서 2001년부터 2003년까지 3년에 걸쳐 다양한 토양에서의 피복종자 결뿌림효과를 조사하였다. 공시토양의 화학적 성질은 표4-1에서 보는 바와 같이 논과 밭 토양은 pH가 중성이며 유기물 함량이 높으며 칼슘과 마그네슘 함량이

일반 토양에 비해 높았다. 그러나 산지 토양은 산성토양으로 약간 척박하였다.

Table 4-1. Chemical properties of the experimental field.

Experimental field	pH (1;5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cations(mg/kg)			CEC
				Ca	Mg	K	
Paddy field	6.5	6.6	52.2	2437.5	4920.0	685.0	11.3
Upland	6.6	4.3	41.5	3460.0	2355.0	255.0	8.5
Hillside	5.4	4.8	20.8	1145.0	617.5	447.5	8.8

밭에서는 2001년 9월 18일에 선점식생을 제거한 후 red clover와 tall fescue 피복종자를 2m×3m(6m²) 크기의 시험구에 난괴법 4반복 시험으로 걸뿌림하였다. 정착율은 2001년 11월 18일에, 생초와 건물생산량은 2002년 5월13일과 6월29일에 예취하여 조사하였다. 산지초지에서는 2001년 9월 29일에 선점식생을 제거하고 red clover와 Italian ryegrass 피복종자를 2m×3m(6m²) 크기의 시험구에 난괴법 4반복 시험으로 걸뿌림하였다. 정착율은 11월 17일에, 생초와 건물생산량은 2002년 5월 10일과 6월 15일에 예취하여 조사하였다. 논 토양에서는 2002년 10월 24일에 Italian ryegrass, barley, oat와 rye 피복종자를 20m길이 30cm폭으로 걸뿌림 조파를 4반복으로 시행하였다. 걸뿌림 파종량은 intact 종자를 기준으로 red clover는 30kg/ha, tall fescue, Italian ryegrass는 40kg/ha, barley, oat, rye는 120kg/ha로 하였으며, 복합비료는 200kg/ha을 추비로 분시하였다. 정착율은 4월 18일에, 생초와 건물수량은 6월 17일에 예취하여 조사하였다.

또한 부실초지 갱신실험은 부실한 orchardgrass- Ladino clover 혼파초지를 글라신 액제와 그라목손으로 선점식생을 제거한 다음 2002년 9월 17일에 CF를 집착제로 피복한 tall fescue, orchardgrass, white clovert 및 alfalfa 피복종자를 2m×3m(6m²) 크기의 시험구에 난괴법 4반복 시험으로 걸뿌림하였다. Ha당 tall fescue, orchardgrass, white clovert 및 alfalfa의 무처리구 파종량은 각각 20, 20, 10, 15kg이었으며, coating 종자는 무처리 종자의 4배, 펠렛종자는 10배를 각각 파종하였다. 정착율은 2002년 11월 6일에,조사하였다.

4) 통계분석

통계분석은 SAS Ver 6.12를 이용하여 분산분석을 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

야초지에 걸뿌림한 red clover 피복종자의 정착율과 생산성은 table 4-2에서 보는바와 같이 Atonik+coating처리구에서 정착율이 제일 높게 나타났으며 ($P<0.05$) 기타 처리들은 무처리와 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Red clover의 생산성은 Atonik+coating처리구가 첫 예취와 두 번째 예취에서 모두 제일 높게 나타났는데 무처리에 비해 정착율이 114% 향상되었으며 건물수량은 45%의 증수효과가 있었다. 그러나 건물생산량이 각각 0.46t/ha, 0.12t/ha로 매우 저조하였다. Green farm+coating처리구에서는 생산성에서 무처리보다 높게 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다. 생육조절제가 처리되지 않은 coating처리구에서는 무처리와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 걸뿌림한 tall fescue 피복종자의 정착율과 생산성은 table 4-3에서 보듯이 정착율은 Atonik+coating에서 높았으며 생산성에서도 첫 예취와 두 번째 예취에서 공히 여타 처리들보다 높은 생초수량과 건물수량을 나타내었다($P<0.05$). 그러나 나머지 피복처리들에서는 정착율과 생산성에서 모두 무처리와 비슷한 양상을 보여주었다.

Red clover와 tall fescue종자를 Atonik용액에 침지처리 후 피복한 종자들은 무처리보다 정착율과 생산성이 향상되었다. 그러나 무처리와 비교할 때 생육조절제가 처리되지 않은 피복종자의 생산성 향상효과는 나타나지 않았으며 Atonik+coating을 포함하여 모든 처리구가 매우 저조한 생산성을 나타내었다. 이것은 파종 후 강우로 인한 피복종자의 피복물질이 탈락되어 피복효과가 감소되었고 발아 및 생육환경이 열악하여 걸뿌림 피복종자의 발아력과 출현율 향상효과가 나타나지 않았기 때문인 것으로 사료되었다.

산지에 걸뿌림한 red clover 피복종자의 정착율과 생산성(table 4-4)은 밭에서와 마찬가지로 Atonik+coating처리구에서 정착율과 생산성이 제일 높았는데 ($P<0.05$), 정착율은 36%, 건물수량은 25%가 증수되었다. 그러나 펠렛을 포함한 여타 피복처리구들에서는 무처리와 거의 비슷한 양상을 보여주었다. 산지에 걸뿌림한 Italian ryegrass 피복종자의 정착율과 생산성은 table 4-5에서 보는바와 같이 Atonik+coating처리구에서 정착율이 제일 높았으며($P<0.05$) 생산성은 첫 번째 예취에서 Atonik+coating과 펠렛처리구에서 모두 여타 처리구들 보다 높았으며 ($P<0.05$), 모든 피복처리와 펠렛처리구에서 무처리구보다 높은 생산성을 나타내었다($P<0.05$). 두 번째 예취에서도 단순coating을 제외한 전체처리구에서 무처리보다 높은 생산성을 보여주었다($P<0.05$). Atonik처리 후 피복한 종자의 정착율

은 무처리구에 비해 26%가 향상되었고 건물수량은 58%가 증수되었다. 다음은 펠렛처리구로 정착율은 15%, 건물수량은 48%가 향상되었다.

이상의 결과로 산지에서 두 초종의 처리별 걸뿌림과종에서 Atonik침지처리가 정착율 개선에 효과적이었으며 생산성도 제일 우수하였다.

Longnecker 등(1991)은 미량원소가 결핍된 토양에 미량원소 피복처리종자를 파종하였을 때 식물의 생존율, 성장과 생산량이 모두 증대되었다고 보고하였다. Greipsson(1999)은 성장촉진제와 규조토를 피복한 kentucky bluegrass(*poa pratensis*)는 무처리구보다 3배 높은 유식물정착율을 나타내었지만, 모든 처리구에서 유식물의 정착율은 아주 저조하였다고 하였는데 그 원인은 열악한 미세환경에서 기인된 것으로 척박한 토양표면에 뿌려진 종자가 열게 파묻힌 종자보다 그 피해가 더 크다고 하였다(Greipsson, 1999). 본 실험에서도 red clover와 tall fescue 피복종자가 피복처리를 하지않은 종자보다 정착과 수량은 높게 나타났지만 그 향상폭이 적었다. 또한 Thomson와 Cannell(1983)은 종자피복은 온실에서 출현율을 개선하였으나 야외포장에서는 효과가 적었다고 보고하였는데 본 실험에서도 온실에서는 출현율이 높았던 처리들에서 포장에서는 효과가 거의 나타나지 않았다. 본 실험에서 Italian ryegrass의 피복 및 펠렛처리 종자와 oat의 N-soil+coating, 펠렛처리구에서 정착율과 생산성에서 무처리보다 개선효과가 있었으나 barley와 rye에서는 처리종자들에서 무처리와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그리고 정착율과 생산성이 전체적으로 저조한 양상을 나타내었는데 그 원인은 봄철 걸뿌림 종자의 곤충이나 새에 의한 종자 손실 및 피복과 펠렛종자의 피복물질이 강우로 인해 탈락되었기 때문인 것으로 사료되었다.

강우로 인한 피복물질의 탈락을 방지하기 위해 CF-clear를 접착제로 Italian ryegrass, barley, oat 및 rye종자를 피복과 펠렛을 제조하여 논에 걸뿌림한 사료작물의 정착율은 fig. 4-1에서 보는바와 같다. Italian ryegrass는 펠렛처리구에서 제일 높았으며($P<0.01$), 피복처리구도 무처리보다 높았다($P<0.01$). barley와 oat는 피복과 펠렛처리구에서 비슷한 정착율을 나타내었지만 무처리보다 훨씬 높았다($P<0.01$). Rye의 정착율은 피복처리구에서 제일 높았으며 펠렛처리구에서도 무처리보다 높게 나타났다($P<0.01$). 이들 초종의 생산성은 table 4-6에서 보는바와 같이 최종정착율은 전체 초종에서 모두 무처리보다 유의하게 높았으며($P<0.01$), Italian ryegrass와 barley는 펠렛처리구에서 피복처리구보다 높았다($P<0.01$). 초장은 모든 초종에서 피복과 펠렛처리구가 무처리보다 높게 나타났으며($P<0.01$),

rye를 제외한 여타 초종들에서는 피복과 펠렛 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 생초수량과 건물수량은 모든 초종에서 피복과 펠렛처리구에서 무처리보다 유의하게 높았으나($P < 0.01$), 피복과 펠렛 사이에서는 유의적인 차이가 인정되지 않았다.

피복 및 펠렛종자에 의한 부실초지 갱신효과는 표 4-7에서 보는 바와 같이 무처리구에 비해 종자를 피복 또는 펠렛으로 하여 걸뿌림 파종함으로서 목초의 정착이나 수량을 높일 수 있었으며, 피복보다는 펠렛처리구에서 모든 초종 공히 양호하였다. White clover는 종자가 매우 작기 때문에 걸뿌림을 하여도 토양과의 접촉이 타 초종에 비해 비교적 양호하기 때문에 정착율이 가장 높았으며 따라서 생초수량도 많았다. 다음이 alfalfa이었으며 orchardgrass는 정착율과 수량 모두 불량하였다. 부실초지를 제초제 처리를 한 후 불경운법으로 걸뿌림하였기 때문에 모든 초종 공히 정착이 불량하였으며 수량도 낮았다. 그러나 종자 피복이나 펠렛으로 정착율이 크게 향상되었으며 잡초 발생율도 낮아졌다.

종자피복은 종자 부근의 수분스트레스와 햇빛으로의 노출로부터 종자를 보호한다고 하였으며(Scott, 1975), 종자를 토양 표면에 걸뿌림 하였을 때 목초의 정착과 생존에 적합한 처리를 하여 목초의 출현율과 생장을 촉진하였다고 하였다(Dowling 등, 1970). 살충제를 이용한 피복에서 무처리구보다 ha당 생산량이 500kg 높았다는 보고도 있다(Estrade, 1993). Vartha와 Clifford(1973)는 광물질, 살균제, 살충제를 acrylic-type의 resin으로 피복하여 건조한 토양에 걸뿌림하였는데 무처리 보다 유식물의 정착율이 2~4배 증가되었다고 하였으며, 피복에 의한 효과가 어떠한 비료 혹은 살충제처리 보다 정착율개선에 더욱 효과적이라고 하였다

본 시험에서 CF를 접착제로한 종자피복은 PVA를 접착제로한 종자피복보다 유의하게 높은 생산성을 나타내었는데, 이는 피복물질의 강우에 의한 탈락정도는 걸뿌림에서 결정적인 중요한 역할을 한다는 것을 시사하였다. 그리고 실험실에서 우수한 출현율을 나타낸 피복재료라도 야외포장에서는 환경에 따라 다른 결과를 나타낼 수도 있으며, 피복종자의 물리적인 특성을 좌우하는 접착제가 걸뿌림 종자의 정착여부와 밀접한 연관이 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 4-2. Effects of coating with growth stimulator on the establishment and yield of surface-sown red clover in range(Adhesive: polyvinyl alcohol, particulate matter: vermiculite+talc).

Treatment	Establi shment (%)	Yield (t/ha)				
		1st cut		2nd cut		Total
		Fresh	Dry mater	Fresh	Dry mater	Dry mater
Intact	7±2.9 ^b	2.1±0.09 ^c	0.31±0.026 ^c	0.6±0.25 ^b	0.09±0.029 ^b	0.40±0.057 ^{bc}
Atonik+coating	15±0.5 ^a	3.1±0.15 ^a	0.46±0.056 ^a	0.8±0.34 ^a	0.12±0.028 ^a	0.58±0.082 ^a
Green farm+coating	6±2.0 ^b	2.6±0.16 ^b	0.39±0.043 ^b	0.5±0.15 ^b	0.08±0.031 ^b	0.47±0.073 ^b
N-soil+coating	8±2.3 ^b	2.3±0.22 ^{bc}	0.34±0.024 ^{bc}	0.4±0.14 ^b	0.07±0.026 ^b	0.41±0.051 ^{bc}
Coating	7±2.2 ^b	2.2±0.11 ^c	0.32±0.021 ^c	0.5±0.21 ^b	0.07±0.025 ^b	0.39±0.046 ^c

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.05).

Table 4-3. Effects of coating with growth stimulator on the establishment and yield of surface-sown tall fescue in range(Adhesive: polyvinyl alcohol, particulate matter: vermiculite+talc).

Treatment	Establi shment (%)	Yield (t/ha)				
		1st cut		2nd cut		Total
		Fresh	Dry mater	Fresh	Dry mater	Dry mater
Intact	19±2.6 ^b	5.9±0.95 ^b	1.25±0.168 ^b	0.6±0.03 ^b	0.12±0.016 ^b	1.37±0.128 ^b
Atonik+coating	26±1.7 ^a	8.2±0.74 ^a	1.72±0.146 ^a	0.8±0.06 ^a	0.18±0.019 ^a	1.91±0.165 ^a
Green farm+coating	20±2.4 ^b	6.9±2.66 ^{ab}	1.45±0.292 ^{ab}	0.7±0.06 ^b	0.14±0.017 ^{ab}	1.59±0.324 ^{ab}
N-soil+coating	20±5.8 ^b	6.3±1.05 ^b	1.32±0.178 ^b	0.6±0.04 ^b	0.12±0.013 ^b	1.44±0.207 ^b
Coating	18±2.2 ^b	5.7±0.51 ^b	1.21±0.098 ^b	0.6±0.06 ^b	0.13±0.012 ^b	1.34±0.216 ^b

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.05).

Table 4-4. Effects of coating with growth stimulator, or pelleting on the establishment and yield of surface-sown red clover on hillside. (Adhesive: polyvinyl alcohol, particulate matter: vermiculite+talc)

Treatment	Establishment(%)	Yield (t/ha)				
		1st cut		2nd cut		Total
		Fresh	Dry mater	Fresh	Dry mater	Dry mater
Intact	11±5.5 ^{b*}	3.9±0.39 ^b	0.51±0.123 ^b	4.8±0.53 ^b	0.58±0.137 ^b	1.09±0.267 ^b
Atonik+coating	15±6.2 ^a	4.5±0.61 ^a	0.58±0.376 ^a	6.1±0.39 ^a	0.78±0.103 ^a	1.27±0.468 ^a
Green farm+coating	11±4.4 ^b	3.6±0.51 ^b	0.46±0.112 ^b	4.8±0.12 ^b	0.57±0.218 ^b	1.04±0.342 ^b
N-soil+coating	9±4.8 ^b	3.8±0.29 ^b	0.51±0.598 ^b	4.1±0.20 ^{bc}	0.52±0.424 ^{bc}	1.02±0.653 ^{bc}
Pelleting	13±3.6 ^{ab}	3.6±0.71 ^b	0.48±0.338 ^b	4.3±0.98 ^{bc}	0.54±0.201 ^{bc}	1.03±0.527 ^{bc}
coating	9±5.5 ^b	3.5±0.86 ^b	0.45±0.387 ^b	3.8±0.13 ^c	0.49±0.273 ^c	0.84±0.314 ^c

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.05).

Table 4-5. Effects of coating with growth stimulator, or pelleting on the establishment and yield of surface-sown Italian ryegrass on hillside. (Adhesive: polyvinyl alcohol, particulate matter: vermiculite+talc)

Treatment	Establishment(%)	Yield (t/ha)				
		1st cut		2nd cut		Total
		Fresh	Dry mater	Fresh	Dry mater	Dry mater
Intact	27±5.1 ^{b*}	4.1±0.65 ^d	0.62±0.086 ^d	2.9±0.92 ^c	0.44±0.033 ^c	1.06±0.146 ^c
Atonik+coating	34±4.1 ^a	7.1±0.58 ^a	1.06±0.054 ^a	4.1±0.65 ^a	0.62±0.051 ^a	1.68±0.138 ^a
Green farm+coating	29±4.4 ^b	5.8±0.53 ^b	0.87±0.083 ^b	3.5±0.11 ^b	0.52±0.027 ^b	1.39±0.105 ^b
N-soil+coating	28±1.1 ^b	4.7±0.68 ^c	0.71±0.043 ^c	3.5±0.48 ^b	0.53±0.014 ^b	1.24±0.163 ^{bc}
Pelleting	31±2.3 ^b	6.7±0.42 ^a	0.95±0.112 ^a	4.1±0.72 ^a	0.62±0.195 ^a	1.57±0.127 ^a
coating	29±3.1 ^b	5.2±0.44 ^b	0.78±0.145 ^b	3.1±0.13 ^c	0.46±0.042 ^c	1.34±0.194 ^b

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.05).

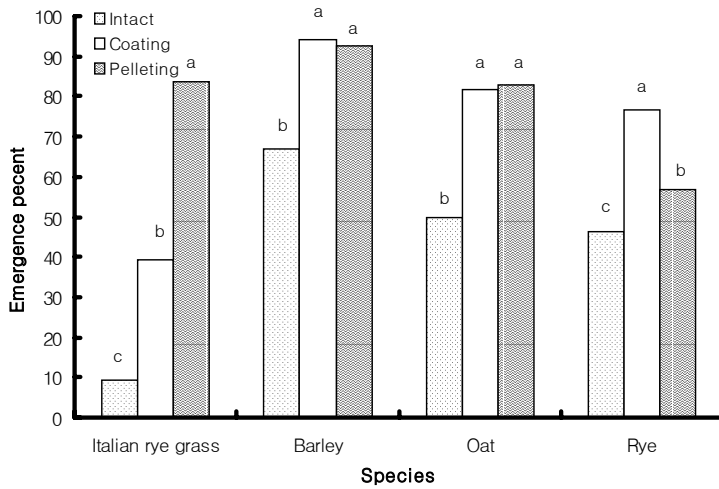


Fig. 4-1. Effects of coating or pelleting on the emergence percentage of surface sown Italian rye grass, barley, oat and rye on upland.

(Adhesive: CF-clear, particulate matter: vermiculite+talc)

a-c: Bars with different alphabetic letters within each cultivar are significantly different ($P < 0.01$)

Fig. 4-2. Experimental field of forages surface sown with coated or pelleted seeds.

Table 4-6. Effect of coating or pelleting on the plant growth and yield of surface sown Italian ryegrass, barley, oat and rye on paddy field (Adhesive: CF-clear, particulate matter: vermiculite+talc).

Species	Treatment	Over wintering(%)	Plant height(cm)	Yield (t/ha)	
				Fresh	Dry mater
Italian ryegrass	Intact	25.7±5.76 ^{c*}	54±2.1 ^b	31.9±2.66 ^b	3.91±0.325 ^b
	Coating	48.0±6.77 ^b	60±0.7 ^a	53.1±1.55 ^a	6.49±0.190 ^a
	Pelleting	88.5±2.10 ^a	60±0.7 ^a	55.6±2.36 ^a	6.79±0.289 ^a
Barley	Intact	55.0±2.72 ^c	81±0.9 ^b	58.6±3.33 ^b	8.11±0.461 ^b
	Coating	65.5±1.89 ^b	89±0.4 ^a	89.8±6.71 ^a	12.42±0.928 ^a
	Pelleting	82.7±3.76 ^a	89±0.1 ^a	78.7±3.63 ^a	10.88±0.502 ^a
Oat	Intact	36.5±6.20 ^b	51±0.8 ^b	26.9±1.00 ^b	3.07±0.113 ^b
	Coating	74.7±2.78 ^a	56±0.4 ^a	59.0±4.59 ^a	6.73±0.523 ^a
	Pelleting	74.0±5.87 ^a	55±0.3 ^a	48.8±3.73 ^a	5.56±0.425 ^a
Rye	Intact	46.0±1.41 ^c	91±2.5 ^c	47.0±0.88 ^c	6.11±0.114 ^c
	Coating	68.0±3.14 ^a	98±1.7 ^a	66.6±2.17 ^a	8.65±0.282 ^a
	Pelleting	54.3±1.55 ^b	94±1.7 ^b	58.9±3.27 ^b	7.66±0.426 ^b

Mean±SD.

* Means within a column with different superscripts are significantly different(P<0.01).

Table 4-7. Effect of coating or pelleting on the establishment and yield of surface sown tall fescue, orchardgrass, white clover and alfalfa for pasture renovation(adhesive: polyvinyl alcohol, particulate matter: vermiculite+talc).

Species	Establishment(%)			Fresh yield(t/ha)		
Tall fescue	9.3	10.0	15.8	2.01	2.57	2.84
Orchardgrass	1.0	1.5	3.2	1.50	2.10	2.27
White clover	3.3	5.5	7.0	4.49	4.92	5.64
Alfalfa	2.5	3.5	5.5	2.66	2.67	3.29

라. 요약

본 실험은 다양한 환경에서의 피복 종자의 효과를 규명하기 위하여 PVA와 CF를 접착제로, V와 T의 혼합(1 : 1) 고형물로 red clover, tall fescue, Italian ryegrass, barley, oat 및 rye 종자를 피복 혹은 펠렛팅하여 야초지, 산지와 밭에서 걸쭉함하여 정착율과 생산성을 조사하였다. 또한 Atonik, green farm 용액으로 종자를 침지 혹은 N-soil을 첨가하여 피복과 펠렛팅을 하여 산지와 야초지에 걸쭉함하였다. 또한 Italian ryegrass, barley, oat 및 rye 종자를 코팅 또는 펠렛팅하여 밭에 걸쭉함하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 야초지에 걸쭉함한 PVA를 접착제로 피복 한 red clover와 tall fescue종자의 정착율은 Atonik+coating에서 높았으나($P < 0.01$) 다른 피복처리들은 무피복종자와 비슷하였다. 생초와 건물수량도 Atonik+coating에서 가장 높았다.
2. PVA를 접착제로 피복과 펠렛팅한 종자를 산지에 걸쭉함한 red clover의 정착율과 생초 및 건초수량은 Atonik+coating에서 높았으며, Italian ryegrass는 Atonik+coating과 펠렛팅에서 높았다.
3. 밭에서의 PVA를 접착제로 피복과 펠렛팅한 종자의 걸쭉함 파종에서 Italian ryegrass는 coating과 pelleting처리에서 정착율과 목초수량이 모두 무처리보다 높았으며, oat는 pelleting에서 상대적으로 높은 정착율과 목초수량을 나타내었고, barley와 rye에서는 coating과 pelleting에서 무처리구와 비슷하였으며 전체적으로 저조한 양상을 보여주었다.
4. 밭에서의 CF를 접착제로 피복과 펠렛팅한 종자의 걸쭉함 파종에서 Italian ryegrass, barley, oat, rye의 출현율, 최종정착율, 초장, 목초수량은 모두 무처리구보다 크게 향상되었다. 펠렛처리구에서 Italian ryegrass는 출현율과 최종정착율이, barley는 최종정착율에서 피복처리구보다 높았다.
5. CF를 접착제로한 피복종자는 PVA를 접착제로한 피복종자보다 생산성이 유의하게 높았다.

제 2 절. 종자 피복기술 개발 및 산업화

1. 종자피복기술

가. 종자피복기

종자피복에 사용되는 회전원통형 피복기계는 Fig. 1.에서 보는 바와 같다. Fig. 1.의 좌측은 실험용 소형 종자피복기며, 우측은 종자피복의 산업화를 위한 대형 종자피복기이다.

현재까지 화분과 목초의 경우에는 종자의 피복이 잘 이루어졌으나 두과목초는 피복속도가 느리고, 건조에 시간이 많이 소요되며, 건조 중에 수분을 흡수하여 피복종자가 파손되어 피복이 잘 이루어지지 않았다. 또한 소형종자는 발아율이 낮고 피복에 시간이 많이 소요되어 피복후의 발아율과 정착률이 크게 감소하였다. 따라서 두과목초의 피복속도를 신속히 하며, 종자의 수분흡수에 의한 파손을 최소화하고, 피복개시로부터 건조까지의 시간을 줄이기 위하여 사료용 펠렛제조기를 개량하여 상온에서 pellet을 완성할 수 있는 기술을 개발하여 종자의 pelleting에 사용하고자 하였다(Fig. 2).



Small seed coating machine



Large seed coating machine

Fig. 1. Seed coating machine

종자피복기와 펠릿제조기의 특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 특히 각 피복기의 피복시간은 종자피복기가 1~2시간인 반면 펠릿제조기는 대형피복기로 마감하는 시간을 합쳐서 20분으로 크게 단축시켰으며, 단위시간당 피복량은 소형종자피복기는 200 g/hour인 반면 대형 종자피복기는 1,000 g/hour, 펠릿제조기는 5,000 g/hour로 나타내었다.





Fig. 2. Seed pelleting machine

Table 1. The type and character of seed coating machine

	소형 종자피복기	대형 종자피복기	펠릿제조기
용량	전압 : 220 V 전력 : 10 KW	전압 : 220 V 전력 : 30 KW	전압 : 220 V 전력 : 5 KW
크기	가로×세로=0.5×1.5 m	가로×세로=1.2×3 m	가로×세로=0.5×1 m
부속물	속도계, 콤프레샤, 배합기 등	속도계, 콤프레샤, 배합통, 온도조절계	배합기, 노절
피복시간	화분과 : 2시간 두 과 : 1시간	화분과 : 2시간 두 과 : 1시간	화분과 : 15분 두 과 : 15분
피복량	200 g/hour	1,000 g/hour	5,000 g/hour
비고	액상배합기부착용 콤프레샤 별도	액상배합기 내재 콤프레샤 별도	배합별도 펠릿제조후 대형피복기 로 마감

종자피복기술의 산업화를 위해서는 종자의 피복속도를 단축시키는 것이 가장 큰 선결요건이다. 실제 관행의 종자피복기는 피복종자의 대량생산시 설치비용이 매우 높고, 피복종자의 크기가 작으며, 피복시간이 많이 소요되어 종자의 수분흡수와 효소작용이 일어난 후 건조시켜 발아율 및 발아세가 감소하게 된다. 이러한 경우 불경운초지에서 발아율의 감소로 종자피복효과를 감소시킬 우려가 있다. 따라서 본 시험에서는 펠렛팅(pelleting), 코팅(coating) 및 순환식 열풍건조기를 함께 이용하여 종자피복시간을 단축하므로써 이러한 문제를 해결하고자 하였다 (Fig. 3).

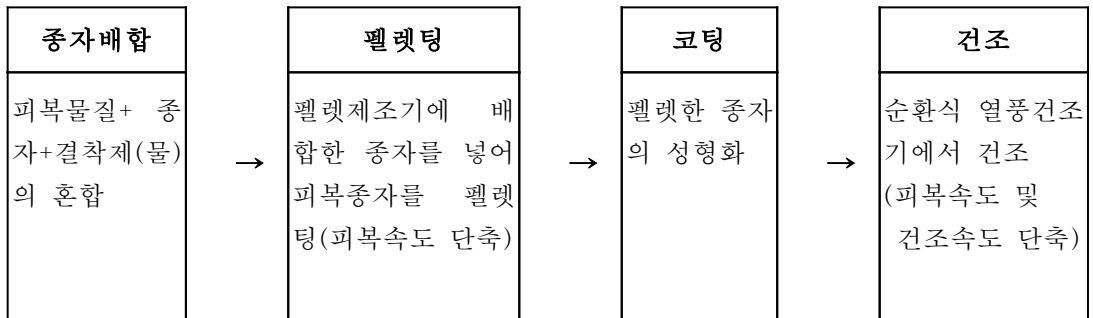


Fig. 3. A model of seed pelleting

나. 피복물질

종자의 크기를 2mm로 피복한 coating 종자에 피복물질의 함량을 달리한 시험의 결과는 다음과 같다. tall fescue 종자에 석회, zeolite, TCP, peat moss의 함량을 달리하여 피복하였을 때 발아세와 발아율은 Table 2에서 보는 바와 같다. 석회석의 경우에는 석회석의 함량이 증가함에 따라 발아세는 차이가 없었으나 발아율은 석회의 함량이 증가함에 따라 감소하였다. Zeolite는 무처리, 10 및 40% 첨가구의 발아율이 높았다. 한편 TCP경우 발아세는 10 및 20% 첨가구가 높았고, 발

아울은 무처리, 30 및 40% 첨가구가 높았다. 그리고 peat moss는 20 및 30% 첨가구의 발아세가 높고, 30 및 40% 첨가구는 발아율이 높았다. 따라서 톨페스큐 피복종자의 발아율을 증가시키기 위해서는 석회 및 zeolite의 함량은 줄이고 TCP 및 peat moss의 함량은 증가시켜야 할 것이다.

Table 2. Effect of coating materials on germinating energy and germination of tall fescue

Lime	GE	PG	Zeolite	GE	PG	TCP	GE	PG	Peat moss	GE	PG
	-%-			-%-			-%-			-%-	
0	3.8	51.7	0	14.0	52.0	0	0.7	44.7	0	3.5	23.7
10	15.0	36.0	10	12.3	38.7	10	15.0	28.7	10	2.4	25.4
20	6.9	27.3	20	5.3	22.1	20	15.5	25.1	20	15.5	25.1
30	13.3	11.3	30	18.7	6.0	30	5.2	45.1	30	10.3	46.4
40	31.3	10.7	40	7.4	42.3	40	2.6	40.9	40	0.7	54.9
Mean	14.1	27.4	Mean	11.5	32.2	Mean	7.8	36.9	Mean	6.5	35.1

GE=germinative energy, PG=percent germination.

한편 orchardgrass(Table 3)는 석회의 경우 40% 첨가구를 제외하고는 발아세 및 발아율에서는 차이가 없었다. Zeolite는 30 및 40% 첨가구가 발아세와 발아율이 높았다. TCP는 무처리가 발아세 및 발아율이 높았으며, peat moss는 40% 첨가구가 높았다. 따라서 orchardgrass의 발아세와 발아율을 증가시키기 위해서는 석회와 TCP의 함량은 감소시키고 Zeolite 및 peat moss함량은 증가시켜야 할 것이다.

이상의 피복물질의 함량에 따른 발아세 및 발아율의 비교에서는 초종간에 약

간의 차이가 있었으며 2초종 모두 peat moss 즉 유기물 함량을 증가시킴에 따라 발아율이 증가하였다.

Table 3. Effect of coating materials on germinating energy and germination of orchardgrass

Lime	GE	PG	Zeolite	GE	PG	TCP	GE	PG	Peat moss	GE	PG
-%-			-%-			-%-			-%-		
0	1.1	15.8	0	0.4	6.7	0	2.7	31.5	0	0.2	2.7
10	2.2	11.3	10	1.4	11.2	10	0.5	18.9	10	0.3	6.7
20	0.7	11.2	20	0.7	11.2	20	1.7	14.1	20	1.7	14.1
30	1.7	13.0	30	3.3	13.3	30	0.3	7.3	30	0.4	12.1
40	0.3	6.7	40	1.6	18.3	40	0.5	4.0	40	2.1	23.2
평균	1.2	11.6	평균	1.5	12.1	평균	1.1	15.2	평균	0.9	11.8

GE=germinative energy, PG=percent germination.

다. 종자 피복방법 개발

1). 피복종자와 펠렛종자의 비교

화분과목초는 두과목초에 비하여 coating은 잘되나 피복 소요시간이 2시간 소요되어 발아율이 떨어진다. 그리고 화분과의 펠렛은 피복종자 처리구가 코팅당 종자가 1개인 것에 비해 pelleting은 3-4개이다. 화분과 종자의 정착율이 30%이 하인 것을 생각할 때 2/3이상 코팅된 종자가 손실될 가능성이 피복에 비해 pelleting은 pellet 한 개당 종자수가 많아서 효과적 정착을 할 수 있고 정착에 필요한 피복물질의 양이 충분하므로 포장시험의 정착에 보다 유리할 것으로 판단되어 본시험을 추진하게 되었다. 따라서 본 시험에서는 피복종자와 펠렛종자를 상호 비교하였으며 그 결과는 Table 4.과 Fig. 4.에서 보는 바와 같다.

Table 4. A comparison of coating and pelleting from tall fescue seed

Treatment	Coating time	seed number per coating	Materials	Formula	Coating size	PG
	-Min.-	-seed/coating-	-Z-T-P-	-seed:materials-	-mm-	-%-
Coating	120	1	40-30-30	1:2.5	2~3	42.8
Pelleting	20	3~4	40-30-30	1:150	5~9	23.5

*Z-T-P = Zeolite-TCP-Peat moss.

PG = percent germination.

먼저 피복시간의 경우 피복종자 처리구는 2시간, 펠렛종자는 20분으로 펠렛이 100분을 단축시켰다. 그리고 피복당 종자수는 펠렛이 3-4개 였으며, 종자대 피복 물질비(배합비)는 1:150으로 코팅의 1:2.5보다 60배 컸다. 피복종자의 크기에서는 피복종자 처리구는 2~3mm, 펠렛종자 처리구는 5~9mm 펠렛이 코팅의 3-4배 였다. 그러나 발아율도 피복 및 펠렛종자 처리구가 각각 42.8% 및 23.5%으로 피복종자 처리구가 19.3% 높았다.



Fig. 4. A comparison of coating and pelleting from tall fescue

두과목초는 화본과목초에 비하여 종자의 수분흡수 속도가 빨라서 피복후 건조 과정에서 종자의 팽창으로 피복이 깨어지는 문제가 있었다. 따라서 본 시험에서는 피복속도와 건조시간을 줄이기 위하여 피복후 열풍건조기와 pelleting 방법을 도입하였다. 두과목초중 알팔파의 피복종자(coating)와 펠렛종자(pelleting)의 비교는 다음과 같다(Table 5 및 Fig. 5).

Table 5. A comparison of coating and pelleting from alfalfa

Treatment	Coating time	seed number per coating	Materials	Formula	Coating size	PG
	-Min.-	-seed/coating-	-Z-T-P-	-seed:materials-	-mm-	-%-
Coating	60	1	20-20-30-30	1:14	2~3	13.5
Pelleting	20	5~6	20-20-30-30	1:300	4~9	81.9

*Z-T-P-L = Zeolite-TCP-Peat moss-Lime(calcium carbonate).

PG = percent germination.

먼저 피복시간은 피복종자 처리구는 60분, 펠렛종자 처리구는 20분 소요되어 펠렛이 40분 단축시켰다. 그리고 피복당 종자수는 펠렛은 5-6개 였으며, 종자당 피복물질비는 1:300로 코팅의 1: 14보다 21배가 많았다. 그리고 종자크기는 코팅은 2-3mm, 펠렛팅 4-9mm 펠렛팅이 코팅의 3-4배 였다. 그리고 발아율은 피복종자 13.5%로 매우 낮았으나 펠렛종자 처리구는 81.9%로 발아율이 매우 높았다. 이러한 결과는 화본과 목초와 상반되는 결과로 두과목초의 피복에서는 coating보다는 pelleting이 효과가 있었다.



Fig. 5. A comparison of coating and pelleting from alfalfa

라. 피복종자의 건조 및 저장

1). 피복종자와 펠렛종자의 수분함량 변화

화분과 및 두과 목초의 발아율의 증가와 두과 종자피복의 피복과피를 개선하기 위한 건조속도의 단축이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 피복종자(coating)와 펠렛종자(pelleting)의 건조속도를 단축시키기 위하여 순환식 열풍건조기에서 건조온도 및 건조시간별 수분함량 변화를 조사하였다. 먼저 피복종자 처리구에서 40 및 60℃는 수분함량 10%이하까지는 하루가 소요되었으나 상온(RT:room temperature)에서는 2일 이상이 소요되었다(Fig. 6).

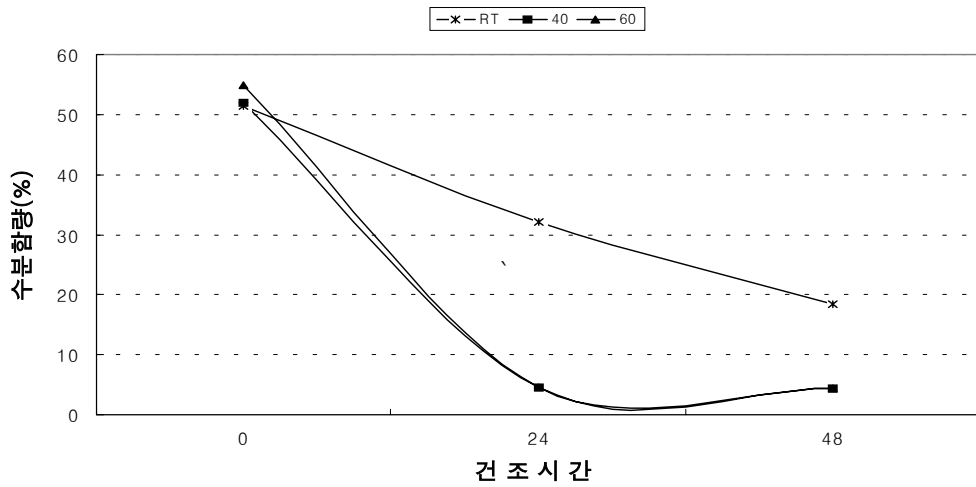


Fig. 6. Moisture changes according of temperature and drying time from coated seed

한편 펠렛팅의 경우 상온(RT:room temperature) 건조는 건조시간별 수분함량의 변화가 거의 없었으며, 수분함량 20%까지 7일 이상 소요되었다. 그러나 수분 20%까지 40℃는 5시간, 60℃는 2시간이 소요되어 건조시간을 크게 단축시켰다 (Fig. 7).

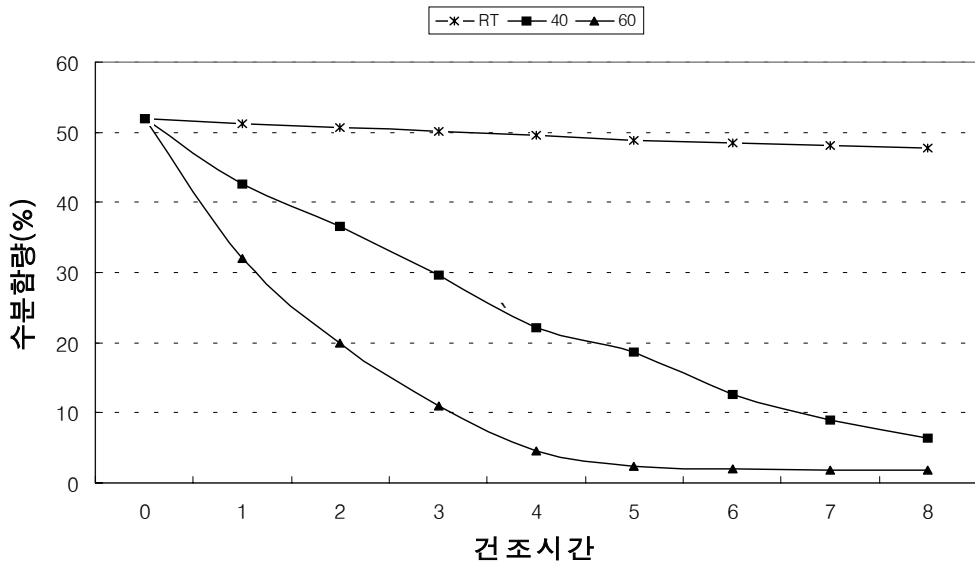


Fig. 7. Moisture changes according of temperature and drying time from pelleted seed

건조온도 및 피복시간이 톨페스큐의 피복(coating) 및 펠렛종자(pelleting)에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같다. 먼저 피복종자(coating) 처리구의 발아세 및 발아율 모두 60°C 처리구보다 상온과 40°C 처리구가 10~25% 높았으며, 상온과 40°C는 피복하지 않은 종자(무처리)의 발아세와 발아율에 비해 떨어지지 않았다. 피복기간은 거의 차이가 없었으나 피복시간이 빠를수록 발아세와 발아율이 높았다. 한편 펠렛종자(pelleting) 처리구의 발아세 및 발아율은 무처리보다 크게 낮았으며 온도가 증가할수록 발아율이 감소하였다. 그리고 톨페스큐 피복종자와 펠렛종자의 비교에서는 피복종자 처리구의 발아세 및 발아율이 펠렛처리구보다 7.3 및 31.3% 높았다. 따라서 톨페스큐의 종자피복의 산업화를 위한 시간 단축을 위해서는 건조온도를 40°C 이하에서 빠른 시간에 건조하는 것이 발아세와 발아율을 개선할 수 있다. pelleting 처리구가 coating 처리구에 비해 피복속도가 약 1/6

로 단축되어 100분 정도 시간이 단축되지만 1회 가동량이 증가하면 이에 비례하여 피복시간이 증가하므로 피복시간의 증가에 따른 pellet과 coating의 발아세 및 발아율에 대한 시험을 실시한 결과 40℃ 건조시에 120분 이내 끝내야하므로 1회 피복량을 최소화 할 수밖에 없었던데 비하여 pelleting의 경우 110분까지로 발아율에 차이가 없어 대량생산에 적합한 것으로 생각된다. 그러나 pelleting 처리구의 발아율과 발아세가 coating 처리구에 비해 낮은 문제가 있었는데 이에 대해서는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 종자피복의 coating 처리구 및 pelleting 처리구의 비교는 이후시험인 포장시험에서의 정착율과 초기 생육을 보고 판단하고자 한다.

Table 6. Effect of drying temperature and coating time on germination energy and germination of coated tall fescue

Treatment	Drying temp.	Coating			Pelleting		
		Coating time	GE	PG	Coating time	GE	PG
	-°C-	-Min.-	----- %	-----	-Min.-	----- %	-----
NO	Control	0	30.1	77.5	0	30.1	77.5
RO	RT	120	27.8	74.4	20	18.9	55.9
40	40	120	32.3	71.9	20	12.8	38.0
41		150	21.9	71.5	50	12.2	35.0
42		180	23.7	71.3	80	11.0	36.5
43		210	18.6	68.7	110	11.5	30.1
Mean				24.1	70.9		11.9
60	60	120	12.6	47.7	20	10.5	17.1
61		150	12.9	46.8	50	10.5	16.7
62		180	12.1	45.5	80	11.1	15.4
63		210	12.0	45.4	110	10.4	16.4
Mean				12.4	46.4		10.6
Mean			19.4	60.3		12.1	29.0
LSD(0.05)			6.04	9.89		1.94	3.75

GE=germinative energy, PG=percent germination.

오처드그라스의 coating 처리 및 pelleting 처리 시간과 건조온도별 발아세 및 발아율은 Table 7에서 보는 바와 같다. 먼저 피복종자와 펠렛종자의 비교에서는 피복종자 처리구의 발아세 발아율이 각각 32.1 및 52.6 %로 펠렛종자 처리구의 23.7 및 33.5%보다 약 10~20% 높아 톨페스큐와 비슷한 경향을 보였다. 따라서 화본과목초는 coating이 pelleting보다 발아율이 높았다. 한편 피복종자의 건조온도 비교에서는 상온과 40℃처리구가 60℃처리구보다 높았으며, 40℃처리구의 발아세는 상온보다 떨어지나 발아율은 높았다. 한편 피복시간은 차이가 없었다. 그리고 오처드그라스의 펠렛종자 처리구(pelleting)에서 건조온도는 피복종자 처리구와 마찬가지로 상온과 40℃에서 발아세와 발아율이 높았으며, 피복시간은 차이가 없었다. 따라서 오처드그라스 피복종자의 건조는 40℃이하에서 2시간이내에 건조하면 발아율 향상시킬 수 있으며 이후 정착율 시험에서도 정착율이 개선될 것으로 여겨진다. 오처드그라스 역시 pellet 처리구가 coating 처리구에 비해 생산 시간이 단축되어 대량생산에 적합하므로 pellet 처리시의 발아율 및 정착율 개선에 대한 추가적인 시험이 필요하다.

Table 7. Effect of drying temperature and coating time on germination energy and germination of coated tall fescue

Treatment	Drying temp.	Coating			Pelleting		
		Coating time	GE	PG	Coating time	GE	PG
	-°C-	-Min.-	----- % -----	----- % -----	-Min.-	----- % -----	----- % -----
NO	Control	0	47.9	80.5	0	47.9	80.5
RO	RT	120	35.3	48.5	20	28.6	37.8
		120	30.3	55.8	20	22.5	32.8
		150	32.6	59.3	50	24.2	34.8
	40	180	38.6	60.9	80	25.1	34.9
		210	34.2	59.2	110	25.2	35.0
Mean			33.9	58.8		24.2	35.5
		120	29.0	51.1	20	22.6	32.2
		150	29.8	52.4	50	22.6	30.7
	60	180	27.6	45.7	80	21.6	30.6
		210	31.6	42.4	110	21.0	28.5
Mean			29.5	47.9		22.0	30.5
Mean			32.1	52.8		23.7	33.5
LSD(0.05)			5.67	7.35		1.94	4.44

GE=germinative energy, PG=percent germination.

2) 조온도 및 건조시간

두과목초 피복의 파괴를 개선하기 위한 피복시간의 단축을 위하여 수분함량(배합비), 건조온도, 피복시간별 피복의 파괴율의 결과는 다음(Table 8, Table 9 및 Fig. 8)과 같다. 먼저 배합비에서는 수분함량이 증가함에 따라 피복의 파괴율이 3.95에서 7.40%로 약 2배 증가하였다. 그리고 건조온도에서는 온도의 증가에 따라 파괴율이 증가하였으나 40 및 60°C는 큰 차이가 없었다(Table 8). 한편 피복시간은 피복시간이 지연됨에 따라 파괴율은 증가하였다. 그리고 건조온도에서는 20°C보다 40 및 60°C가 파괴율이 증가하였으나 40과 60°C에서는 차이가 없었다(Table 9, Fig. 8). 이상의 펠릿종자 경도(피복파괴율)시험에서는 피복배합시 물의

함량이 증가하면 파괴율이 증가하였으며, 온도를 증가할수록 파괴율이 증가하였다. 따라서 펠렛종자의 배합은 물의 양을 줄이고 건조온도를 40℃이하에서 건조하여야 할 것이다.

Table 8. Effect of formula and drying temperature on the destruction of pelleted alfalfa

Formula	Drying Temperature	Destruction rate
	-℃-	-%-
2:1.5:0.2	20	1.91
	40	5.44
	60	4.50
	Mean	3.95
2:2:0.2	20	3.23
	40	8.83
	60	10.14
	Mean	7.40

배합비 = 피복불질 : 물 : 종자.

Table 9. Effect of coating time and drying temperature on the destruction of pelleted alfalfa

Coating time	Drying Temperature	Destruction rate
-분-	-℃-	-%-
20	20	1.82
	40	3.22
	60	3.43
	Mean	2.82
50	20	3.23
	40	8.83
	60	10.14
	Mean	7.40
80	60	10.33

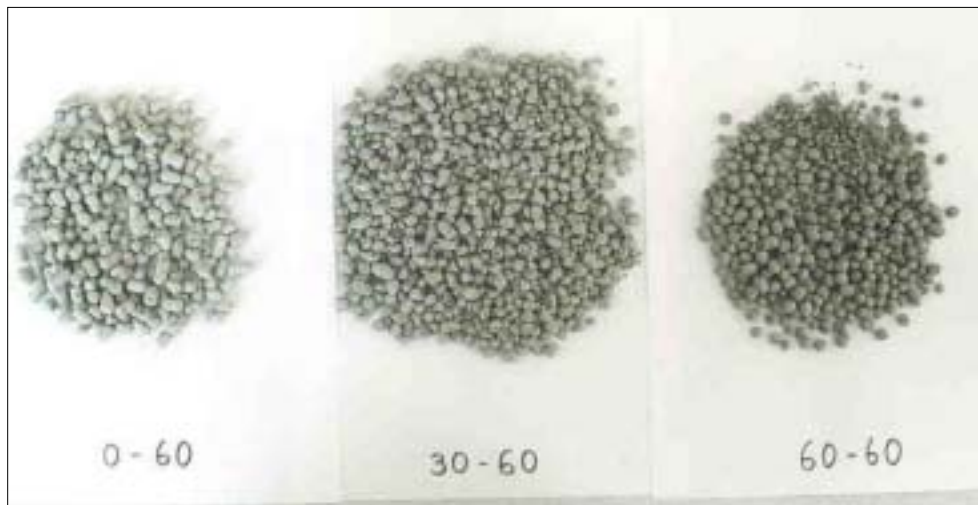


Fig. 8. The destruction of pelleted seed

건조온도 및 피복시간이 알팔파의 피복종자 및 펠렛종자에 미치는 영향은 Table 10에서 보는바와 같다. 먼저 피복방법의 비교에서는 피복종자 처리구의 발

아세 및 발아율이 각각 12.9 및 13.5%였으며, 펠렛종자 처리구는 69.0 및 81.9%로 화본과목초와는 반대로 펠렛종자 처리구가 높았으며, 무처리구(78.8 및 80.3%)에 비해 발아세는 낮았으나 발아율은 오히려 높아 출현율과 정착율이 높을 것을 예견할 수 있었다. 그리고 피복종자의 건조온도의 비교에서는 피복종자(coating) 처리구는 차이가 없었으나 펠렛종자(pelleting) 처리구에서는 40℃가 60℃보다 발아세와 발아율 모두 크게 높았다. 한편 피복시간간에는 pelleting 처리구가 coating 처리구에 비해 약 1/3의 시간이 단축되어 40분이 단축되었으며 시간이 빠른 pellet 처리구가 발아율이 우수하였지만 피복시간에는 큰 차이가 없었다.

Table 10. Effect of drying temperature and coating time on germination energy and germination of coated alfalfa

Treatment	Drying temp.	Coating			Pelleting		
		Coating time	GE	PG	Coating time	GE	PG
t	-°C-	-Min.-	----- % -----	-----	-Min.-	----- % -----	-----
NO	Control	0	78.7	80.3	0	78.7	80.3
RO	RT	60	14.7	14.7	20	72.5	86.7
40		60	10.0	10.0	20	77.8	83.3
41		90	12.7	12.7	50	64.7	81.3
42	40	120	13.3	14.0	80	83.8	93.7
43		150	16.0	16.0	110	70.4	88.2
Mean			13.0	13.1		74.2	86.6
60		60	13.3	14.7	20	78.5	84.5
61		90	11.3	11.3	50	64.4	78.3
62	60	120	12.7	15.3	80	59.7	73.0
63		150	12.0	12.7	110	49.1	66.5
Mean			12.3	13.5		62.9	75.6
Mean			12.9	13.5		69.0	81.9
LSD(0.05)			NS	NS		9.35	7.64

GE=germinative energy, PG=percent germination.

3) 피복종자의 저장기간중 발아율의 변화

피복된 종자는 저장을 하고 판매를 해야 하며 사용 농민들도 일정기간 저장을 해두는 경우가 있다. 따라서 저장기간과 발아율 사이의 관계를 조사하는 것은 대량생산을 위한 중요한 자료이다.

피복종자의 저장기간을 알아보기 위하여 피복종자를 상온에 저장하여 6개월 단위로 발아율을 조사하였다. Table 11는 톨페스큐 종자의 종자피복 종류에 따른 발아율을 조사한 것이다.

발아율은 일반종자, 피복종자 및 펠렛종자 모두 감소하였으며, 일반종자에 비

하여 피복종자와 펠렛종자의 발아율은 6개월 이후에는 크게 감소하였다. 따라서 피복종자와 펠렛종자 저장기간은 6개월 이내로 하는 것이 좋을 것으로 판단되며 정확한 저장기간의 구명을 위해서는 한달 간격으로 발아율의 조사가 필요할 것으로 생각된다.

Table 11. Germination of coated tall fescue during storage

Coating method	Storage time		
	0month	6months	12months
	----- % -----		
Control	77.5	76.1	70.5
Coated seed	60.3	50.3	17.0
Pelleted seed	59.0	40.2	18.3
Mean	65.6	55.5	35.3
LSD(0.05)	7.2	12.5	5.0

Table 12. Germination of coated white clover during storage

Pellet size	Storage time		
	0month	6months	12months
	----- % -----		
Coating	82.2	80.2	75.9
9mm	50.4	45.0	37.8
8mm	50.2	41.2	38.0
6mm	68.7	53.3	43.3
5mm	62.2	48.7	40.0
Mean	62.7	53.6	47.0
LSD(0.05)	12.3	10.7	NS

화이트 클로버 펠렛종자의 저장기간중 발아율의 변화는 톨페스큐와 마찬가지로 펠렛종자들의 발아율이 낮았으며, 피복크기에 따라서는 큰 차이가 없었다

(Table 12).

이상의 저장기간 중에 발아율의 시험에서는 모두 6개월마다 조사한 것으로 저장기간의 정확한 구명이 어려웠다. 따라서 이후의 시험에서는 한달 간격으로 발아율을 조사하고 상온과 냉장보관을 병행하여 저장기간을 정확하게 구명할 필요가 있었다.

2. 초지조성기술

가. 불경운초지 조성

1) 개요

초지조성은 땅을 완전히 갈아엎고 초지를 만드는 경운초지조성과 땅을 갈아엎지 않고 땅표면을 간단히 정리하여 초지를 개량하는 불경운 초지개량법이 있다. 본 시험에서 피복한 종자들은 주로 불경운초지개량에 이용할 수 있다. 불경운초지 대상지는 대부분 경사가 심한 산지에 산림, 관목 및 산야초와 나무, 바위 등 장애물이 존재하여 기계작업이 어렵다. 그리고 우리나라의 산지는 표토가 얇은 곳이 많아 경운할 경우 오히려 심토가 노출되기 때문에 대상지를 그대로 두고 초지조성을 한다.

초지조성의 대상지를 경운하지 않고 조성하는 불경운초지개량에서 선점식생은 (Fig. 9-1) 중요한 의미를 가진다. 선점식생의 장점에는 ①선점식생이 어린목초의 정착에 유리한 미기상 제공, ②선점식생의 피복에 의한 토양수분 유지(Dowling, 1971), ③근류균 접종한 종자를 햇빛으로부터 보호하는 기능이 있다. 선점식생의 단점으로는 ①선점식생의 밀도가 너무 높으면 어린목초의 정착과 잔존(survival)에 치명적일 수 있다. ②건조할 경우 선점식생과 수분경합, ③빛의 차광에 의한 광합성경합, ④척박한 토양환경에 의한 양분경합이 일어날 수 있다. 따라서 불경

운초지개량에는 선점식생을 제거하면 목초의 정착율 및 잔존율을 증가 할 수 있다. 이러한 선점식생의 방법에는 ①야초를 그대로 놓고 죽이는 제초제(herbicides) 사용법, ②대상지에 불을 놓는 화입법(burning), ③가축의 과방목에 의한 제경법(hoof cultivation)이 있다. 본 시험에서는 이들 방법중 제초제에 의한 선점식생 제거법을 사용하였다(Fig. 9-2).

갱신초지조성시 사용하는 제초제는 비선택성이며, 풀을 완전히 사멸하고, 잔여 독성이 없어야 한다(Sprage 1960). 따라서 본 시험에서는 비선택성 제초제중 파라쿼터(paraquat, gramoxone)를 사용하였다(Fig. 9-2, Fig. 9-3). 제초제 살포후에는 잡관목을 제거한 후(Fig. 9-4) 선점식생이 고사한 파종상(Fig. 9-5)에 피복종자를 깔뿌림하였다(Fig. 9-6).



1. 선점식생



2. 제초제 살포



3. 제초제 살포후



4. 잡관목 제거



5. 파종상 준비



6. 파종

Fig. 9. Model of surface-sown method under shrub

2) 화분과 목초

화분과 목초중 톨페스큐와 오처드그라스를 coating과 pelleting으로 피복하여 파종후 출현율, 정착률 및 초기생육을 비교하였다. 먼저 파종전 톨페스큐의 발아세 및 발아율 비교에서는 코팅 및 펠렛팅 모두 무처리보다 발아율이 낮았으며, 피복종자 중에서는 펠렛형이 코팅형보다 발아세와 발아율이 높았다. 피복종자를 파종후 톨페스큐의 출현율 및 정착율의 비교에서는 피복종자들이 높았으며 특히 펠렛형 피복종자가 꽤 높았다. 이러한 경향은 초기생육에서도 비슷한 결과를 보였다(Table 13 및 Fig. 9).

Table 13. Effect of coating methods size on germination, emergence, establishment and early growth of tall fescue

Coating method	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		----- % -----			-(1-9)-	g/m ²
Control	36.0	68.0	24.0	16.3	6	1.9
Coating	10.7	32.6	55.0	38.4	8	3.3
Pelleting	27.5	49.8	95.8	61.3	9	29.4
Mean	24.7	50.1	58.3	38.6	7	11.5
LSD(0.05)	12.7	9.8	26.4	NS		10.5

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 10. Seedling of fall fescue over hill

Table 14 및 Fig. 11은 오처드그라스의 정착율과 초기생육을 비교한 것이다. 파종전 오처드그라스의 발아세 및 발아율은 톨페스큐와 마찬가지로 코팅 및 펠렛팅 모두 무처리보다 발아율이 낮았으며, 피복종자 중에서는 펠렛형이 코팅형보다 발아세와 발아율이 높았다. 피복종자를 파종후 오처드그라스의 출현율 및 정착률 비교에서는 피복종자들이 높았으며 특히 펠렛형 피복종자가 상당히 높았다. 이러

한 경향은 초기생육에서도 비슷한 결과를 보였다(Table 14 및 Fig. 11). 한편 오
 처드그라스는 톨페스큐보다 정착율과 초기생육 등 모두에서 높았다.

Table 14. Effect of coating methods size on germination, emergence, establishment and early growth of orchardgrass

Coating method	GE	PG	Emergen ce	Establishme nt	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		----- % -----			-(1-9)-	g/m ²
Control	66.0	83.7	37.5	13.6	7	4.7
Coating	14.7	35.1	49.9	33.1	8	8.7
Pelleting	39.8	57.5	97.5	76.3	9	28.1
Mean	40.2	58.7	61.6	41.0	8	13.8
LSD(0.05)	11.6	20.4	14.4	17.1		12.5

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 10. Seedling of orchardgrass over hill

3) 알팔파

알팔파를 coating과 pelleting으로 피복하여 과종후 출현율, 정착률 및 초기생육의 비교는 Table 15과 Fig. 12에서 보는 바와 같다. 먼저 과종전 알팔파의 발아세 및 발아율 비교에서는 코팅 및 펠렛팅 모두 무처리보다 발아율이 낮았으며, 피복종자 중에서는 펠렛형이 코팅형보다 발아세와 발아율이 높았다. 피복종자를 과종후 알팔파의 출현율 및 정착률은 화본과 목초와 마찬가지로 피복종자들이 높았으며 특히 펠렛형 피복종자가 높았다. 이러한 경향은 초기생육에서도 비슷한 결과를 보였다.

이상의 목초의 피복종류 즉 coating 및 pelleting의 비교에서는 펠렛형 종자피복이 코팅형보다 출현율이 높았으며, 특히 출현후 정착율과 초기생육에는 큰 향상을 보였다. 톨페스큐와 오처드그라스의 초종비교에서 큰 차이가 없었으나 오처드그라스가 초기생육이 높았다. 한편 알팔파는 화본과에 비하여 정착율과 초기생육이 크게 떨어졌다. 따라서 이후의 시험에서 화본과의 발아율 향상과 동시에 콩과목초의 발아율을 향상 시킬 수 있는 기술의 개발이 요구되었다. 따라서 이후의 시험에서는 발아율 향상의 위한 종자의 침지기술, 많은 강우에 의한 피복종자 파괴율의 감소와 초종간 피복물질의 배합 등의 시험이 요구되었다.

Table 15. Effect of coating methods on germination, emergence, establishment and early growth of alfalfa

Coating method	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		-----	% -----		-(1-9)-	g/m ²
Control	85.3	87.3	20.0	9.2	5	0.8
Coating	12.5	45.0	56.7	47.5	7	6.6
Pelleting	14.1	63.7	78.3	43.3	7	7.0
Mean	37.3	65.3	51.7	33.3	6	4.8
LSD(0.05)	13.0	13.7	23.8	13.6		1.6

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 12. Seedling of alfalfa over hill

나. 임간초지조성

1) 개요

임간초지개량은 대상지의 나무를 그대로 두거나, 목초가 자랄 정도의 최소한의 나무만 제거하거나 가지치기를 한후 걸뿌림으로 목초를 파종하여 초지를 만드는 방법이다(김 등, 2001). 임간초지개량 개량적지는 ①태양광선을 이용할 수 있는 지역, ②토양수분이 풍부한 곳, ③잡관목이나 활엽수보다는 큰나무와 침엽수가 많은 지역, ④경사도가 30도 이하인 지역이 적지이다.

본 시험의 임간초지대상지는 상기의 조건을 갖춘 지역으로 10년 이상 자란 소나무(지름 10cm 이상)들이 군락을 이루는 지역이다(Fig. 13-1). 대상지에 태양광선이 많이 들어오도록 하기 위하여 파종전에 가지가 많거나 굵은 나무, 어린나무 소나무 및 잡관목을 제거하고(Fig. 13-2), 큰 소나무는 가지치기(Fig. 13-3)하여 대상지에 태양광선이 70%이상 들어오도록 하였다. 나무제거 및 가지치기 후에는 파종상을 만든 후(Fig. 13-4) 피복종자를 파종하였다. Fig. 13-5는 피복종자를 파종상에 걸뿌림한 것이다. 이러한 걸뿌림 파종시 주의할 점은 파종후 수분이다. 경운초지조성은 종자가 토양중에 존재하기 때문에 토양중의 수분을 이용하여 종자가 발아할 수 있지만 피복종자를 걸뿌림한 경우에는 피복종자가 토양 위에 있으므로 파종후 15일 후에 비가 없을 경우에는 목초의 정착에 치명적일 수 있다. 따라서 임간초지개량의 적지는 여름장마기간인 6월 말~7월 중순이나 가을 장마기간인 8월말~9월 중순이다.



1. 임간초지조성지의 선점식생



2. 간벌



3. 가지치기



4. 파종



5. 파종한 피복종자

Fig. 13. Model of surface-sown method over woodland

2) 화분과 목초

임간초지에서 피복종자를 이용하기 위하여 화분과 목초중 톨페스큐와 오처그라스를 pellet형으로 피복하여 피복종자의 크기별로 파종하여 조사하였다.

Table 16은 펠렛형 피복종자의 크기가 톨페스큐의 발아율, 정착률 및 초기생육에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 먼저 발아세 및 발아율은 피복종자의 크기가

감소함에 따라 증가하였다. 이는 앞서 언급한바와 같이 종자의 크기가 증가함에 따라 종자가 피복종자의 심부에 존재하여 발아율이 감소한 것으로 생각된다. 한편 파종후 출현율은 발아율과 상반되게 피복종자의 출현율 70%이상으로 높았다. 그러나 피복종자의 크기 간에는 차이가 없었다. 피복종자가 발아율이 낮음에도 불구하고 파종후 정착률이 증가한 것은 피복물질중 zeolite가 주위의 수분을 함유하여 종자의 출현율에 영향을 미친 것으로 여겨진다. 한편 정착률 및 초기생육은 출현율과 같이 피복종자가 무처리보다 정착률이 높았으나, 피복종자의 크기 비교에서는 차이가 없었다(Table 16 및 Fig. 14).

Table 16. Effect of pellet size on germination, emergence, establishment and early growth of tall fescue

Pellet size	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		----- % -----			-(1-9)-	g/m ²
Control	36.0	68.0	24.0	16.3	6	3.9
8	14.5	36.3	75.8	50.0	8	7.1
6	17.5	39.8	70.0	55.0	8	7.2
4	23.4	36.2	81.3	65.0	8	8.8
Mean	22.9	45.1	62.8	46.6	7	6.7
LSD(0.05)	11.9	8.0	34.0	NS		NS

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 14. Seedling of fall fescue over woodland

피복종자의 출현율이 70%이상으로 높음에도 불구하고 정착률이 크게 감소한 것은 그림에서 보는바와 같이 임간초지 대상지가 솔잎 등 유기물이 5cm 이상으로 너무 많아 종자가 출현 후 뿌리를 토양 중으로 내리지 못한 것으로 생각된다.

펠렛형 피복종자의 크기가 오처드그라스의 발아율, 정착률 및 초기생육에 미치는 영향은 Table 17과 Fig. 15에서 보는 바와 같다. 오처드그라스의 발아세 및 발아율은 톨페스큐와 같이 피복종자가 무처리보다 낮았으며, 피복종자의 크기가 감소함에 따라 증가하였으나 톨페스큐보다 오처드그라스의 발아세와 발아율이 높았다. 한편 파종후 오처드그라스의 출현율은 발아율과 상반되게 무처리보다 출현율이 높았으며, 피복종자가 커짐에 따라 정착률이 증가하였다. 피복종자가 발아율이 낮음에도 불구하고 파종후 정착률이 증가한 것은 톨페스큐와 마찬가지로 피복물질중 zeolite가 주위의 수분을 흡수하여 종자의 발아율과 출현율에 영향을 미친 것으로 여겨진다. 한편 정착률 및 초기생육은 출현율과 같이 피복종자가 무처리보다 정착률이 높았으나, 피복종자의 크기 비교에서는 톨페스큐와 상반되게 크기가 증가함에 따라 정착률과 초기생육이 증가하였다.

Table 17. Effect of pellet size on germination, emergence, establishment and early growth of orchardgrass

Pellet size	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		----- % -----			-(1-9)-	g/m ²
Control	56.0	73.7	37.5	13.6	7	6.7
8	22.9	47.9	94.6	58.3	9	27.8
6	29.8	47.5	75.8	54.2	9	19.4
4	32.8	53.4	39.2	30.0	8	11.2
Mean	35.4	55.6	61.8	39.0	8	16.3
LSD(0.05)	13.5	10.5	33.7	27.8		NS

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 15. Seedling of orchardgrass over woodland

3) 콩과 목초

임간초지에서 콩과목초 피복종자의 정착률 및 초기생육을 비교하기 위하여 알팔파와 화이트클로버를 피복크기별로 펠렛형으로 피복하여 파종하였다.

임간초지에서 펠렛형 피복종자의 크기가 알팔파의 발아율, 정착률 및 초기생육에 미치는 영향은 Table 18과 Fig. 16에서 보는 바와 같다. 알팔파의 발아세 및 발아율은 화분과 목초와 같이 피복종자가 무처리보다 낮았다. 그러나 피복종자의 크기에서는 차이가 없었으나 6mm로 피복한 종자가 다른 처리구보다 조금 높았다. 한편 파종후 알팔파의 출현율은 발아율과 상반되게 무처리보다 피복종자의 출현율이 높았으며, 피복종자의 크기간 비교에서는 차이가 없었으나 8mm가 다른 처리구보다 출현율이 높았다. 한편 정착률 및 초기생육은 출현율과 같이 피복종자가 무처리보다 정착률이 높았으며, 피복종자의 크기 비교에서는 출현율과 마찬가지로 처리구 중 크기가 가장 큰 8mm가 다른 처리구보다 높았다.

Table 18. Effect of pellet size on germination, emergence, establishment and early growth of alfalfa

Pellet size	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-	----- % -----			-(1-9)-		g/m ²
Control	85.3	87.3	20.0	9.2	5	0.8
8	36.1	60.0	56.7	37.5	8	7.8
6	47.1	65.7	42.5	30.8	7	7.0
4	30.1	52.5	47.5	20.8	6	4.6
Mean	49.7	66.4	41.7	24.6	6	5.1
LSD(0.05)	17.5	9.5	24.3	12.9		2.8

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 16. Seedling of alfalfa over woodland

Table 19 및 Fig. 17은 펠렛형 피복종자의 크기가 화이트 클로버의 발아율, 정착률 및 초기생육에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 먼저 발아세 및 발아율은 피복종자가 무처리보다 낮았으며, 피복종자의 크기 간에는 차이가 없었다. 한편 파종후 출현율 및 정착률은 발아율과 상반되게 피복종자가 무처리보다 높았다. 피복종자의 크기 비교에서는 8mm가 가장 높았다. 화이트클로버의 초기생육은 무처리보다 피복종자가 높았으나 다른 목초보다 초기생육이 많이 떨어졌다. 이는 임간초지에 화이트클로버는 적합하지 않은 것으로 여겨지면 일반적으로 임간초지에는 화본과 보다 많은 광을 필요로 하는 콩과목초는 적합하지 않은 것으로 보고 되고 있다.

Table 19. Effect of pellet size on germination, emergence, establishment and early growth of white clover

Pellet size	GE	PG	Emergence	Establishment	Early growth	
					Index	Yield
-mm-		----- % -----			-(1-9)-	g/m ²
Control	66.7	78.7	14.2	7.5	5	0.1
8	19.3	31.3	66.7	40.8	7	3.1
6	23.7	41.7	51.7	27.5	9	3.4
4	23.3	41.0	23.3	15.0	7	1.4
Mean	33.3	48.2	39.0	22.7	7	2.0
LSD(0.05)	6.8	5.0	14.1	NS		NS

GE=germinative energy, PG=percent germination.

이상의 임간초지에서 피복종자의 크기별 정착율과 초기생육의 비교에서는 발아율은 무처리보다 피복종자가 많이 떨어졌으나 파종후 출현율 및 정착률과 초기생육은 높았다. 그러나 정착율과 초기생육은 출현율에 비하여 매우 낮은 결과로 이는 앞서 언급한 바와 같이 임간초지 대상지에 수십 년간 유기물이 집적되어 솔잎 유기물 층이 높게 형성된 것이 원인으로 여겨진다. 따라서 유기물 층의 높이에 따라 정착율의 비교가 필요하였다. 한편 피복종자의 크기 비교에서는 큰 차이가 없었으며, 초종에 따라 조금씩 다른 경향을 보였다.



Fig. 17. Seedling of white clover over woodland

3. 화본과목초 종자 피복기술

가. 주요 화본과목초의 특성

우리나라에서 목초 수입현황은 년도에 따라 유동적이거나 오처드그라스가 연간 약 10~13만톤으로 가장 많고, 두 번째가 톨페스큐로 연간 약 3~5만톤, 세 번째로 페레니얼 라이그라스가 많이 수입되고 있다. 우리나라의 화본과 초종 중에서 가장 많이 이용하는 목초들의 종자특성은 Table 20과 같다.

Table 20. Seed and seeding rate of major grasses

Species	Scientific name	Seed weight		number of seeds per gram	Seeding rate
		1000seeds	1seed		
Orchardgrass	<i>Dactylis glomerata</i> L.	-g-	-mg-	-seeds/g-	-kg/ha-
Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i> L.	1.17	1.17	855	15
Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i> L.	2.07	2.07	482	25
Reed canarygrass	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	1.99	1.99	502	35
Timothy	<i>Phaleum pratense</i> L.	0.69	0.69	1,450	10
Kentucky bluegrass	<i>Poa pratensis</i> L.	0.29	0.29	3,429	10
		0.35	0.35	2,830	25

천립중과 종자 1립당 무게를 보면 화본과 초종 중에서 가장 무거운 초종은 톨페스큐 이었으며 다음은 페레니얼 라이그라스 오처드그라스 순이었다. 이들 3초종이 우리나라에서 수입하는 목초종자의 90%를 차지하고 있었다. ha당 목초의 파종량은 천립중이 무거운 초종의 파종량이 많았으나 켄터키 블루그라스는 천립중이 작음에도 불구하고 파종량은 많았다.

나. 화본과 목초 종자의 펠렛

1) 톨페스큐

종자를 펠렛으로 만들기 위한 물리성 시험을 실시하고 펠렛화에 대한 기초자료를 얻기 위하여 1차적으로 펠렛의 크기 결정을 위한 시험을 실시하였다. 펠렛의 경도나 성형이 최적상태가 되도록 피복물질의 종류와 결합제의 수준을 설정하였고 물리적 성상이 갖추어진 후 펠렛종자(pelleting)의 크기에 따른 종자의 특성 및 발아율을 조사하였다(Table 21). 펠렛의 크기는 die 구멍의 지름에 따라 4mm에서 9mm 사이에서 1mm 간격으로 하였으며, 1립당 pellet의 평균 무게는

9mm는 267mg이었으며 가장 지름이 적은 4mm는 70mg이었다. 피복종자의 크기에 따른 모양은 Fig 18에서 보는 바와 같았으며 성형은 매우 양호하였다. 그리고 피복종자의 종자 피복율은 평균 86.6%로 높았으며, 피복의 크기가 작아짐에 따라 종자 피복율은 감소하였다. 피복종자의 발아세는 16%이하로 낮았으며, 피복종자의 발아율도 49%이하로 낮았다.

Table 21. Characteristics and germination of pelleted tall fescue

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	GE	PG
	Size	Weight			
	-mm-	-mg-	-----	%	-----
Control		2.1	-	30.1	77.5
1	9	267	85.6	12.9	46.0
2	8	206	82.7	12.5	45.7
3	6	185	89.5	13.3	47.4
4	5	131	83.3	14.7	47.4
5	4	70	91.9	15.9	48.9
Mean		172	86.6	16.6	52.2

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 18. Pelleted seed of tall fescue

톨페스큐 종자 pellet의 성형(Fig 18)과 효율성 및 기계화에서는 크게 향상되었으나 발아세와 발아율은 무처리구 보다 낮았다. 피복종자가 무처리보다 발아율이 높을 수는 없지만 현재 발아율이 50%이하는 문제가 있으며 현재의 낮은 발아율의 원인은 다음과 같이 여겨진다. 첫째는 톨페스큐의 발아세와 발아율 조사기간이 무처리 종자의 기준인 5일(발아세)과 14일(발아율)의 기준으로 조사한 결과이므로 피복종자의 발아율이 낮은 것으로 여겨지며, 피복종자는 14일 이후에도 발아가 되었다. 둘째는 펠렛종자의 피복물질량에 원인이 있다. 본 과제의 2년차의 종자피복은 펠렛종자의 종자피복기술로 1년차의 코팅종자보다 피복물질이 많으며 코팅종자의 발아율과 정착율을 개선하기 위하여 립당 종자수를 3-4개로 증가시켰으므로 피복물질이 코팅종자보다 많다. 따라서 펠렛의 가장자리에 위치한 종자들은 발아가 빠르지만 중앙에 위치한 종자들은 발아기간(14일) 내에 발아하기는 힘들어 발아율이 낮아진 것으로 여겨진다. 셋째는 피복종자의 건조이다. 피복종자는 파종하기 전까지 취급과 보관을 위해서는 건조가 필수적이다. 따라서 피복후 건조를 하게 되는데 피복시 종자가 수분을 흡수(imbibition)한 이후 재 건조되어 발아율이 낮아졌으며, 특히 펠렛종자는 피복종자보다 크기가 크므로 건조기간이 길어 건조기내에서 머무는 시간이 늘어나 발아율이 낮은 것으로 생각된다. 따라서 이러한 원인들을 이후에 점검하여 발아율을 개선하는 연구를 계속 진행하고 있다.

본 과제의 시험목적은 종자피복기술의 산업화에 목적이 있으므로 경제성 분석은 필수적이다. 따라서 배합량과 경제성을 분석하였으며 펠렛종자의 크기에 따른 톨페스큐 펠렛종자의 크기에 따른 배합량과 경제성을 Table 22에서 보는 바와 같다. 먼저 피복물질은 1년차에 보고한 바와 같이 Zeolite, TCP 및 peatmoss를 각각 40, 30 및 30% 배합하였을 때를 기준이며 피복물질은 펠렛종자의 크기가 증가함에 따라 증가하였으며 ha당 평균 3,110kg, 걸착제는 6kg이 배합되었다. 펠렛종자의 크기가 증가함에 펠렛당 종자의 수는 3-4개로 일정하므로 종자량은

변화가 없으나 피복물질과 결합제가 증가하기 때문에 배합량이 증가하였다.

Table 22. Formula and economic cost of pelleted tall fescue

Pellet size	Formula				Time	Labor cost	Cost			Total cost
	seeds	Materials	Adhesives	Total			seeds	Materials	Adhesives	
	kg/ha				Hrs/ha	1,000 won/ha				
9mm	38	4,839	10	4,886	60	378	98	4,452	145	5,074
8mm	38	3,732	7	3,777	47	292	98	3,433	112	3,935
6mm	38	3,346	7	3,390	42	261	98	3,078	100	3,538
5mm	38	2,373	5	2,415	30	185	98	2,183	71	2,538
4mm	38	1,260	3	1,300	16	98	98	1,160	38	1,394
Mean	38	3,110	6	3,154	39	243	98	2,861	93	3,296

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 톨페스큐 종자가격 = 2,617원/kg.

Pelleting 소요시간은 펠렛종자의 크기가 증가함에 따라 증가하였다. 일반적으로 펠렛의 크기 즉 die의 크기가 증가하면 제조 속도가 빠르지만 본 시험에서는 피복물질이 많아짐에 따라 배합시간과 분쇄 등 피복물질의 준비시간이 증가하여 크기가 클수록 소요시간은 많았다. 톨페스큐 종자 pelleting에 소요되는 시간은 평균 39시간이었으며 8mm 이하는 48시간 이내에 피복이 가능하였다. 인건비는 남자 하루 인건비인 50,000원을 하루 노동시간 8시간을 기준으로 계산하였다. 피복종자의 평균 인건비는 243천원이었으며, 6mm 이하에서는 크게 감소하였다. 피복물질 및 결합제의 비용은 배합량을 기준으로 계상하였으며 각각 평균 2,861천원 및 93천원 이었다. 따라서 톨페스큐 종자피복에 소요된 경비는 평균 3,296천원이었으며, 8mm 이상은 400만원 이상으로 비용이 많았다. 본 시험에서 제시한 경제성 분석은 현재 실험용 펠렛용 기계로 계상한 것이기 때문에 비용이 많으며,

펠렛기의 대형화 및 자동화를 하면 인건비를 크게 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 기계화가 된 이후에도 시간단축에 의한 인건비를 줄일 수 있어도 피복물질과 결착제의 양은 기계화 이후에도 동일함으로 6mm 이상은 300만원 이상 이므로 검토가 필요하였다.

2) 오처드그라스

화분과 목초 중에서 우리나라에서 가장 많이 재배 이용하는 오처드그라스 펠렛종자의 특성은 Table 23과 Fig. 19에서 보는 바와 같다. 펠렛종자의 무게는 평균 199mg 이었으며, 종자비복율은 톨페스큐보다(86.6%) 낮은 81.9% 이었다. 종자 피복율은 크기가 감소함에 따라 감소하여 손실이 많았으며 6mm 이상은 80% 이상으로 높았다.

펠렛종자의 발아세 및 발아율은 오처드그라스의 발아세 및 발아율 조사의 기준인 7일 및 21일 기준을 중심으로 조사한 것으로 톨페스큐와 마찬가지로 발아세와 발아율이 낮았다. 따라서 톨페스큐에서 언급한 내용의 검토와 함께 이후시험에서 피복물질의 배합비, 피복시간, 건조온도 등에 대한 추가적인 시험이 계속 진행될 것이다.

Table 23. Characteristics and germination of pelleted orchardgrass

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	GE	PG
	Size	Weight			
	-mm-	-mg-	-----	%	-----
Control		1.2	-	47.9	80.5
1	9	359	86.5	13.6	35.8
2	8	336	84.8	12.6	38.8
3	6	166	84.3	11.6	38.0
4	5	84	78.5	16.2	39.0
5	4	50	75.6	15.3	40.5
Mean		199	81.9	19.5	45.4
LSD(0.05)				NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 19. Pelleted seed of orchardgrass

Table 24는 오치드그라스 ha당 과중량은 1.5배인 23kg/ha를 기준으로 피복하였을 때 펠릿크기에 따른 배합량과 경제성을 분석한 것이다. 먼저 피복물질은 톨페스큐와 동일하게 zeolite, TCP, peatmoss를 각각 40, 30, 30% 배합하였을 때를 기준으로 피복물질이 ha당 약 3,823kg, 결착제는 8kg이 필요하였다.

오처드그라스 종자피복에 소요되는 시간과 인건비는 평균 48시간 및 229천원으로 톨페스큐와 비슷하였다. 피복물질 및 결합제의 비용은 배합량을 기준으로 계상하였으며 각각 평균 3,571천원 및 155천원 이었다. 따라서 오처드그라스 종자피복에 소요된 경비는 평균 3,398천이였으며, 8mm 이상은 400만원 이상으로 피복시간을 단축시켜도 비용이 많이 소요되어 경제성이 없었다. 따라서 오처드그라스 종자펠렛은 경제성을 고려하면 6mm이내에서 피복이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Table 24. Formula and economic cost of pelleted of orchardgrass

Pellet size	Formula				Time	Labor cost	Cost			Total cost
	Seeds	Materials	Adhesives	Total			Seeds	Materials	Adhesives	
	kg/ha				Hrs/ha	1,000 won/ha				
9mm	23	6,900	14	6,936	86	539	68	6,348	207	6,162
8mm	23	6,461	13	6,496	81	505	68	5,944	194	4,711
6mm	23	3,186	6	3,215	40	249	68	2,931	96	3,344
5mm	23	1,613	3	1,638	20	126	68	1,484	48	1,726
4mm	23	953	2	977	12	74	68	876	29	1,047
Mean	23	3,823	8	3,853	48	299	68	3,571	115	3,398

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 오처드그라스 종자가격 = 3,011원/kg.

4. 두과목초 종자피복기술

가. 주요 두과목초의 특성

두과목초 수입량은 연간 1만톤 내외로 화본과 목초에 비하여 매우 적은 량이 수입되고 있으며 알팔파, 레드 클로버, 화이트 클로버 순으로 수입량이 많았다. 이 초종들의 특성은 표 2에서 보는 바와 같다. 1립당 종자무게는 알팔파가 2.29mg으로 가장 무거웠으며 다음은 레드 클로버로 1.94mg, 버어드풋트리포일 0.84mg의 순이었다. 따라서 이들 초종들의 파종량도 다른 초종에 비하여 많았다.

Table 25. Seed and seeding rate of major legumes

Species	Scientic name	Sed weight		number of seeds per gram	Seeding rate
		1000seeds	1seed		
		-g-	-mg-	-seeds/g-	-kg/ha-
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	2.29	2.29	436	20
White clover	<i>Trifolium repens</i> L.	0.65	0.65	1,546	3
Red clover	<i>Trifolium pratense</i> L.	1.94	1.94	516	10
Alsike clover	<i>Trifolium hybrdium</i> L.	0.65	0.65	1,543	8
Birdsfoot trefoil	<i>Lotus corniculatus</i> L.	0.84	0.84	1,188	8

나. 두과목초 종자의 펠렛

1) 알팔파

알팔파 펠렛종자의 특성 및 파종량은 Table 26과 Fig. 20에서 보는 바와 같다. 피복종자의 무게는 평균 252mg이었으며 펠렛종자의 크기에 따른 모양은 Fig 20에서 보는 바와 같이

Table 26. Characteristics and germination of pelleted alfalfa

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	GE	PG
	Size	Weight			
	-mm-	-mg-	----- % -----		
Control		2.3	-	90.0	94.5
1	9	558	78.9	16.3	56.8
2	8	311	58.1	10.5	50.3
3	6	224	56.4	5.8	45.5
4	5	96	64.6	3.2	43.8
5	4	70	54.0	4.5	44.8
Mean		252	62.4	21.7	56.0
LSD(0.05)				10.7	12.0

GE=germinative energy, PG=percent germination.

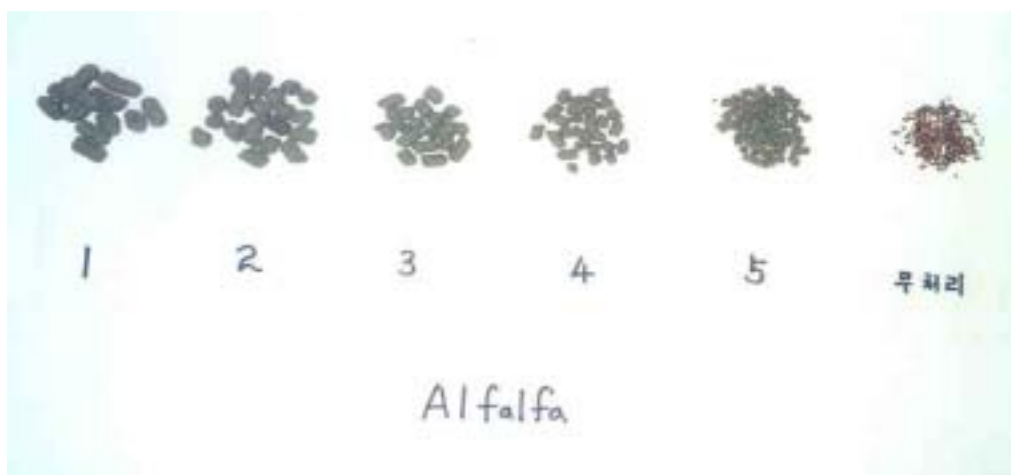


Fig. 20. Pelleted seed of alfalfa

성형은 양호하였다. 종자의 피복율은 평균 62.4%였으며 펠렛의 크기가 작을수록 피복율이 감소하였다.

알팔파의 발아세 및 발아율은 무처리의 검사소요일인 4일과 7일을 기준으로

조사한 것이며 발아세는 16.3%이하, 발아율은 56.8%이하로 무처리에 비하여 많이 낮았다. 따라서 이후 시험에서 발아율의 향상에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

알팔과 펠렛종자의 크기에 따른 배합량과 경제성은 Table 27에서 보는 바와 같다. 먼저 피복물질은 1년차에 보고한 바와 같이 Zeolite, TCP, peatmoss 및 석회석을 각각 20, 20, 30 및 30%로 배합하였을 때의 기준으로 피복물질이 ha당 약 3,299kg, 결합제는 7kg가 필요하였으며 피복종자의 크기에 따라서는 Table 27에서 보는 바와 같다. 알팔과 종자펠렛에 소요되는 시간은 평균 41시간이었으며, 8mm 이하는 51시간이내에 피복이 가능하였다. 인건비는 258천원이었으며, 5mm 이후에는 크게 감소하였다. 피복물질 및 결합제의 비용은 배합량을 기준으로 계상하였으며 각각 평균 1,930천원 및 99천원 이었다. 피복물질의 비용이 화본과 보다 저렴한 것은 배합비에 비교적 가격이 저렴한 석회석이 배합비의 30%를 차지하기 때문이다. 알팔과의 종자펠렛에 소요된 총비용은 평균 2,431천원으로 화본과 목초보다 100만원이 저렴하였다.

Table 27. Formula and economic cost of pelleted of alfalfa

Pellet size	Formula				Time	Labor cost	Cost			Total cost
	Seeds	Materials	Adhesives	Total			Seeds	Materials	Adhesives	
	----- kg/ha -----				Hrs/ha	----- 1,000 won/ha -----				
9mm	30	7,312	15	7,356	91	571	144	4,277	219	5,212
8mm	30	4,072	8	4,110	51	318	144	2,382	122	2,967
6mm	30	2,938	6	2,973	37	229	144	1,718	88	2,180
5mm	30	1,262	3	1,294	16	99	144	738	38	1,019
4mm	30	911	2	943	11	71	144	533	27	776
Mean	30	3,299	7	3,335	41	258	144	1,930	99	2,431

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 석회석 150원/kg.,
 알팔파 종자가격 = 4,812원/kg.

2) 화이트 클로버

화이트 클로버 펠렛종자의 크기에 다른 특성은 표 28에서 보는 바와 같다. 펠렛종자의 무게는 평균 218mg로 알팔파보다 가벼웠다. 피복종자의 크기에 따른 모양은 Fig. 21에서 보는 바와 같이 성형은 양호하였다. 종자의 피복율은 평균 57.7%였으며 다른 초종에 비하여 피복율은 낮았다.

Table 28. Characteristics and germination of pelleted white clover

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	GE	PG
	Size	Weight			
	-mm-	-mg-	----- % -----		
Control		0.7		74.5	77.5
1	9	481	69.7	21.8	61.8
2	8	270	68.9	17.0	57.0
3	6	159	51.6	15.0	54.7
4	5	106	48.5	19.4	59.4
5	4	73	49.6	18.9	59.4
Mean		218	57.7	27.8	61.6
LSD(0.05)				NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination.

화이트 클로버 펠렛종자의 발아세 및 발아율은 무처리의 검사소요일인 4일과 7일을 기준으로 조사한 것이며 발아세는 21.8%이하, 발아율은 61.8%이하로 무처리에 비하여 낮았다. 따라서 화이트 클로버의 발아세는 많이 낮았으나 발아율은 다른 초종보다 높았다. 그러나 발아율이 여전히 70%이하로 이후 시험에서 발아율의 향상에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

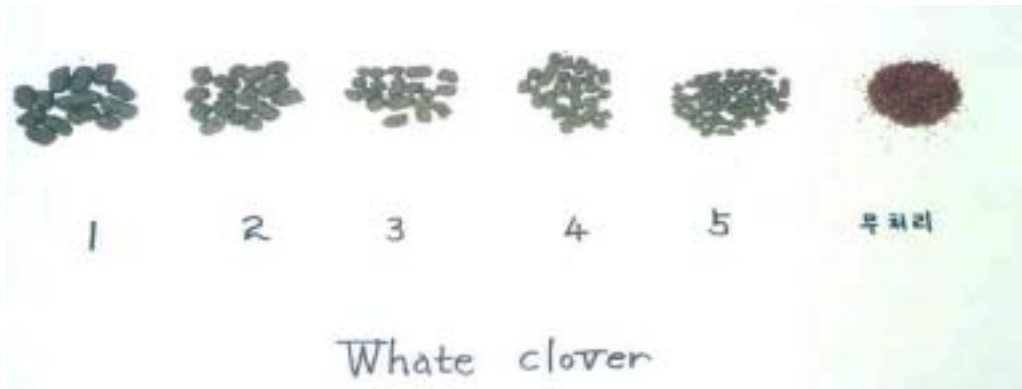


Fig. 21. Pelleted seed of white clover

화이트 클로버 펠렛종자의 크기에 따른 배합량과 경제성은 Table 29에서 보는 바와 같다. 피복물질은 ha당 약 1,509kg, 결합제는 3kg으로 다른 초종보다 적었다.

Table 29. Formula and economic cost of pelleted of white clover

Pellet size	Formula				Time	Labor cost	Cost			Total cost
	Seeds	Materials	Adhesives	Total			Seeds	Materials	Adhesives	
	----- kg/ha -----				Hrs/ha	----- 1,000 won/ha -----				
9mm	5	3,332	7	3,344	42	260	33	1,949	100	2,343
8mm	5	1,969	4	1,878	23	146	33	1,094	56	1,329
6mm	5	1,101	2	1,107	14	86	33	644	33	796
5mm	5	735	1	741	9	57	33	430	22	542
4mm	5	507	1	512	6	40	33	297	15	384
Mean	5	1,509	3	1,516	19	118	33	883	45	1,079

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간, 종자가격 = 7,308원/kg.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 석회석 150원/kg.

종자피복에 소요되는 시간은 평균 19시간이었으며, 8mm 이하는 23시간 이내에 피복이 가능하였다. 인건비는 118천원으로 다른 초종에 비하여 적었다. 화이트 클로버의 총 소요경비는 평균 1,079천원으로 화본과 목초보다 250만원, 알팔파보다 140만원이 적었다. 이는 피복물질중 30%를 차지하는 석회석이 피복물질의 가격을 감소시킨 것이 원인이며, 다른 초종에 비하여 과종량이 적은 화이트 클로버의 종자가가격의 감소와 피복시간의 단축으로 비용이 다른 초종보다 적은 원인으로 진단되었다.

5. 사료작물 종자 피복기술

가. 주요 사료작물의 종자의 특성

최근에 다른 작물에서도 종자피복에 대한 관심이 높아지고 있어 본 시험에서는 밭과 논에서 재배 이용하는 사료작물의 피복 가능성을 조사하였다. 이는 정부에서 추진하는 무경운 직파재배와 푸른들가꾸기로 인하여 월년생 단경기 사료작물에 대한 관심이 높아지고 있어 시험계획에 추가한 것이다. Table 30은 우리나라에서 재배 이용하는 사료작물 중에서 옥수수과 수수류를 제외한 월년생 단경기 사료작물의 종자특성과 과종량을 제시하였다.

Table 30. Seed and seeding rate of major forage crops

Species	Scientific name	Seed weight		number of seeds per gram	Seeding rate
		1000seeds	1seed		
		-g-	-mg-	-seeds/g-	-kg/ha-
Rye	<i>Secale cereale</i> L.	18.75	18.75	53	150
Oats	<i>Avena sativa</i> L.	18.69	18.69	54	200
Forage rape	<i>Brassica napus</i> Koch.	4.53	4.53	221	20
Italian ryegrass	<i>Lolium multif</i> L.	2.54	2.54	394	30
Crimson clover	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	4.98	4.98	201	20
Persian clover	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	1.28	1.28	782	10
Hairy vetch	<i>Vicia villosa</i> Roth	24.98	24.98	40	50
Milk vetch	<i>Astragalus sinicus</i> L.	2.87	2.87	349	25
Cicer milk vetch	<i>Astragalus cicer</i> L.	3.89	3.89	257	25

사료작물의 수입현황은 호밀이 연간 300~400만톤이 수입되어 전체 사료작물 수입물량의 70%를 차지하고 있으며, 다음은 연맥으로 약 50만톤이 수입되고 있다. 따라서 본 시험에서는 호밀과 연맥의 펠렛화 가능성을 타진하고 사료작물의 작부체계에 이용하는 사료작물의 종자특성을 조사하였다.

먼저 종자무게는 헤어리베치가 가장 무거웠으며, 다음은 연맥과 호밀이었다. 단경기 사료작물의 파종량은 목초와 마찬가지로 종자가 무거운 초종은 파종량이 높았다.

나. 사료작물 종자피복

본 시험은 목초의 종자피복에 목적이 있으나 요즘 농가들이 사료작물의 재배가 증가됨에 따라 단경기 사료작물에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 시험에서는 사료작물중 발아와 정착률의 감소로 재배가 어려운 사초용 유채의 종

자피복 가능성과 단경기 사료작물중 가장 많이 재배 이용하는 호밀과 연맥(귀리)의 종자피복 가능성을 검토하였다.

1) 호밀

호밀은 종자가 크기 때문에 펠릿크기를 10mm 이상으로 했을 때 가능하였으며, 본 시험에서는 종자크기를 10mm이상을 하였을 때의 피복물량과 비용을 계상하였으며 Table 31에서 보는 바와 같다. 펠릿종자의 모양은 소형 즉 9mm이하에 비하여 균일하지 않았으며 피복이 큼에 따라 특이 모양이 다양하였다(Fig. 22). 한편 피복종자의 총 소요경비는 모두 600만원 이상으로 호밀은 종자피복보다는 경운하여 재배하는 것이 경제성이 있는 것으로 판단되었다.

Table 31. Characteristics, germination, formula and economic cost of pelleted rye

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	Formula			Time	Labor cost	Cost				
	Size	Weight		Seed	Material	adhesive			Seed	Material	adhesive	Total	
	mm	mg	%	kg/ha			Hrs/ha	1,000won/ha					
1	14	874	64.6	225	10,485	21	10,731	131	819	175	9,646	315	10,955
2	12	558	71.9	225	6,696	13	6,934	84	523	175	6,160	201	7,060
3	10	489	71.7	225	5,868	12	6,105	73	458	175	5,399	176	6,208
Mean		640	69.4	225	7,683	15	7,923	96	600	175	7,068	230	8,074

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 석회석 150원/kg.

호밀종자 가격 = 779원/kg.

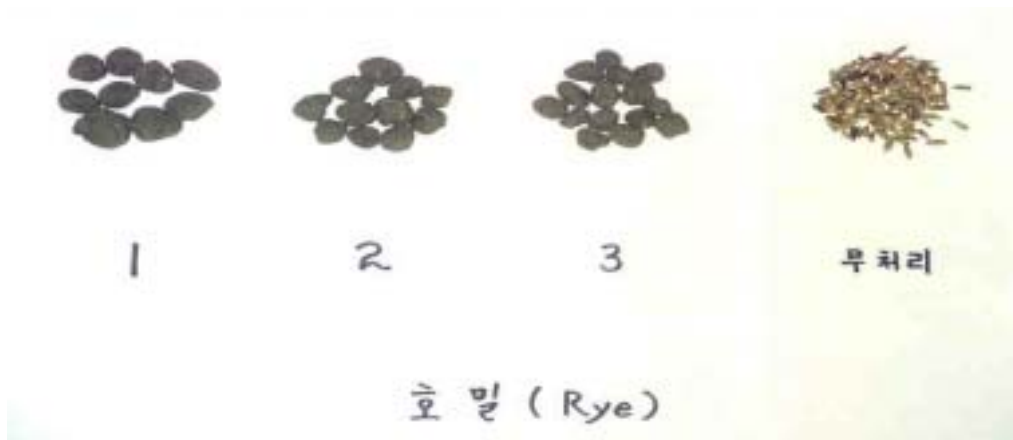


Fig. 22. Pelleted seed of rye

2) 연맥

연맥 펠렛종자의 종자모양, 종자특성, 배합량 및 비용은 Table 32와 Fig. 23에서 보는 바와 같다. 연맥도 호밀과 마찬가지로 펠렛크기가 10mm이상에서 가능하였으며, 호밀보다 펠렛이 힘들어 소요시간이 1.5배 정도였으며 인건비와 피복물질 비용의 증가로 피복가능성은 희박하였다. 따라서 연맥은 호밀과 함께 종자 피복에서 경제성이 맞지 않아 종자피복의 이용 가능성은 낮은 것으로 판단되었다.

Table 32. Characteristics, germination, formula and economic cost of pelleted oats

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	Formula			Time	Labor cost	Cost				
	Size	Weight		Seed	Material	adhesive			Seed	Material	adhesive	Total	
	mm	-mg-	-%-	-----kg/ha-----			Hrs/ha	----- 천원/ha -----					
1	14	897	35.9	300	14,393	29	14,722	180	1,124	195	13,242	432	14,993
2	12	698	39.4	300	11,199	22	11,521	140	875	195	10,303	336	11,709
3	10	444	38.3	300	7,127	14	7,441	89	557	195	6,557	214	7,522
Mean		679	37.9	300	10,906	22	11,228	136	852	195	10,034	327	11,408

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite: 1000원/kg, peatmoss: 600원/kg, TCP: 500원/kg, 석회석 150원/kg.

연맥종자 가격 = 650원/kg.



Fig. 23. Pelleted seed of oats

3) 사초용 유채

(1) 사초용 유채의 priming 기술

유채의 발아율이 낮은 점을 개선하고 발아의 균일도를 증가시키기 위하여 priming 기술을 도입하고자 실시하였다. priming 약제의 종류와 농도에 따라 사초용 유채의 발아율과 발아소요일은 Table 33에서 보는 바와 같다. 사초용 유채의 발아제와 발아율은 약제의 종류에서는 PEG가 다른 약제보다 높았으며($P < 0.05$), 농도는 처리간에는 차이가 없었으나 30% 가장 높았다. 한편 평균 발아소요일수는 KH_3PO_3 가 짧았으며, T50은 PEG가 가장 짧았다. 한편 농도간의 비교에서는 처리간에 차이가 없었다. 이상의 사료용 유채에서 priming 약제와 온도의 비교에서는 PEG 30%가 가장 우수하였다.

(2) 유채의 피복물질

사료용 유채에 피복 물질의 종류와 함량을 달리하여 시험한 결과는 Table 34에서 보는 바와 같다. 사료용 유채에 펠렛팅하는데 사용한 피복물질은 Zeolite, TCP, peatmoss 및 Line을 사용하였으며, 피복 물질의 함량은 Table 34에서 보는 바와 같다. Zeolite는 함량이 증가함에 따라 발아율과 발아율이 증가하였다. TCP와 peatmoss의 함량의 비교에서는 처리간에 발아율의 차이가 없었으나 석회석은 함량이 증가함에 따라 발아율이 감소하였다.

이상의 결과를 볼 때 처리구 중에서 발아율이 높은 처리구는 석회석의 함량은 상대적으로 적은 zeolite 20%, TCP 35%, peatmoss 35%, lime 10% 처리구가 높았으며, 다음은 zeolite 함량이 높은 zeolite 40%, TCP 20%, peatmoss 20, lime 20% 처리구가 발아율이 높았다.

Table 33. Effect of priming chemicals and their concentrations on the germination of forage rape

Seed treatment		GE	PG	MDG	T50
Chemical	Concen.	(%)	(%)	(days)	(days)
KNO ₃	50mM	60.7	72.7	5.1	3.6
	100mM	47.3	58.7	4.1	4.9
	200mM	44.7	57.3	3.7	5.9
Ca(NO ₃) ₂	50mM	66.0	87.3	5.9	3.4
	100mM	62.7	75.3	5.3	3.5
	200mM	62.7	82.0	5.7	3.5
K ₃ PO ₄	50mM	35.3	60.7	4.0	6.4
	100mM	30.7	70.0	5.0	5.7
	200mM	70.0	88.7	6.1	3.3
KH ₂ PO ₄	50mM	30.0	55.3	3.6	7.3
	100mM	56.0	78.0	5.2	3.9
	200mM	36.7	66.7	4.3	4.9
PEG	10%	76.7	92.0	6.2	3.0
	20%	78.0	89.3	6.0	3.0
	30%	84.0	94.7	6.5	2.9
Significance					
Chemical(A)		6.63	6.53	0.49	1.21
Concentration(B)		NS	NS	NS	NS
A×B		*	**	**	*

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

Table 34. Effect of different combinations of coating materials on the germination of forage rape

Treatment	GE (%)	PG (%)	MDG (days)	T50 (days)
Control	43.6	64.3	4.9	5.4
Z20T35P35L10*	37.2	75.6	2.0	5.6
Z30T20P30L20	35.7	69.9	1.7	5.4
Z20T25P25L30	35.1	64.9	1.9	5.5
Z20T20P20L40	28.3	62.9	2.0	6.2
Z10T35P35L20	27.9	57.5	1.8	6.2
Z20T30P30L20	29.7	61.2	1.6	5.6
Z30T25P25L20	33.9	61.8	1.6	5.6
Z40T20P20L20	36.9	68.7	1.8	5.4
Mean	34.3	65.2	2.1	5.7
LSD(0.05)	8.99	NS	0.53	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

Z= zeolite, T= TCP, P= peatmoss, L= lime.

(3) 유채의 펠렛크기

사초용 유채를 펠렛팅한 피복종자의 특성은 Table 35 및 Fig. 24에서 보는 바와 같다. 펠렛종자의 피복율은 79%로 양호하였으며, 발아세와 발아율은 무처리보다 낮았다. 발아율의 감소는 목초에서 언급한 내용의 검토가 필요하며, 비록 발아율은 낮지만 정착률은 높을 수 있으므로 이후 정착률을 조사하여 사초용 유채의 종자피복 가능성을 평가하고자 한다.

Table 35. Characteristics and germination of pelleted white clover

Treat	Pelleted seed		Percent of coating	GE	PG
	Size	Weight			
	-mm-	-mg-		----- %-----	
Control		4.5	-	44.5	98.5
1	9	320	81.9	11.8	45.5
2	8	305	72.3	10.0	40.6
3	6	211	84.9	11.5	41.8
4	5	146	76.6	12.9	50.0
5	4	69	79.1	56.1	
Mean		210	79.0	17.2	55.4
LSD(0.05)				NS	8.7

GE=germinative energy, PG=percent germination.



Fig. 24. Pelleted seed of forage rape

사초용 유체의 펠릿종자의 크기에 따른 배합량과 피복비용은 Table 36에서 보는 바와 같다. 사초용 유체의 총비용은 평균 150만원으로 저렴하였다. 따라서 이후의 시험에서 정착률이 높고 발아율을 높인다면 유체의 종자피복은 가능하다고 생각된다.

Table 36. Formula and economic cost of pelleted forage rape

Pellet size	Formula				Time	Labor cost	Cost			Total cost
	Seeds	Materials	Adhesives	Total			Seeds	Materials	Adhesives	
	kg/ha				Hrs/ha	1,000 won/ha				
9mm	30	2,118	4	2,153	26	165	139	1,949	64	2,316
8mm	30	2,020	4	2,054	25	158	139	1,858	61	2,215
6mm	30	1,396	3	1,428	17	109	139	1,284	42	1,573
5mm	30	965	2	997	12	75	139	888	29	1,131
4mm	30	454	1	485	6	35	139	418	14	606
평균	30	1,394	3	1,423	17	109	139	1,279	42	1,568

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 석회석 150원/kg.

유채종자 가격 = 4,618원/kg.

6. 혼파종자 피복기술

가. 단파 및 혼파 종자의 비교

펠렛종자는 코팅종자보다 종자의 크기를 증가시켜 정착율을 증가시킬 뿐만 아니라 1립당 종자의 수를 증가시킬 수 있는 장점이 있다. 그리고 혼파초지에서는 펠렛종자 1립 안에 여러 초종을 펠렛팅 할 수 있다. 따라서 Table 37에서는 단파와 혼파를 비교하여 보았다. 혼파는 단파에 비하여 종자, 피복물질, 결착제를 줄일 뿐만 아니라 피복소요시간을 단축하여 인건비를 줄여 비용을 절반수준으로 줄였다. 그러나 혼파가 단파보다 발아율이 감소하여 혼파에 따른 피복물질의 정확한 구멍이 필요하였다.

Table 37. A comparison of single and mixture of pelleted tall fescue and

white clover

Treat	Seed		PG	Materials		Adhesive		Time	Labor cost	Total cost
	Rate	Cost		Amount	Cost	Amount	Cost			
	kg/h a	won/h a	%	kg/ha	won/ha	kg/ha	won/ha	-hours-	-1,000won/h a-	
Tall fescue	38	99	52.2	3,110	2,861	6	93	39	243	3,296
White clover	5	36	61.6	1,266	737	3	33	26	98	906
Tall/White	32	102	40.7	2,176	1,366	4	65	27	170	1,703

소요시간 = 피복물질 준비 및 분쇄, 종자+피복물질+결착제 배합 및 pelleting 시간의 합.

인건비 = 남자성인 하루 인건비 50,000원, 노동시간 = 하루 노동시간 8시간.

피복물질 가격 = Zeolite; 1000원/kg, peatmoss; 600원/kg, TCP; 500원/kg, 석회석 150원/kg.

톨페스큐 종자가격 = 2,617원/kg, 화이트 클로버 종자가격 = 7,308원/kg.

PG=percent germination.

나. 피복종자와 연맥 혼파시험

연맥을 종자피복하는 기술은 목초에 비하여 어려운 점은 없으나 피복물질이 많이 소요되어 경제성이 없어 본 시험에서는 연맥을 알팔파 피복종자와 혼파하여 목초의 생산량을 비교하는 시험을 수행하였다. Table 38은 알팔파 코팅형 피복종자와 연맥 품종간 적정 파종량을 결정하기 위하여 연맥을 조생종과 파종량을 200kg/ha 단파, 혼파의 경우에는 150 및 100kg/ha로 달리하고 피복종자를 혼파시에 각각 20 및 25kg/ha로 달리하고 파종하여 수행하였다. 생초수량은 연맥 단파에 비하여 혼파가 다소 떨어졌으나, 건물수량에서는 연맥조생종의 조합에서는 알팔파 피복종자 연맥 20kg/ha 높았다. 그러나 만생종에서는 혼파조합간에 차이가 없었다. 한편 이후의 시험에서 연맥의 수확후 알팔파는 재생하여 생육이 왕성하였다. 그리고 사료작물에 콩과목초 피복종자를 이용함에 따라 토양의 질소 함

량도 증가 시킬 것으로 생각된다. 따라서 이후의 시험에서 알팔파 재생후 수량과 토양중 질소함량을 조사하고자 한다.

Table 38. Effect of variety and seeding rate on mixture of oats and coated alfalfa

Treat		Height	Dry matter		Fresh yield			DM yield			
Oats	Alfalfa		Oats	Alfalfa a	Oats	Alfalfa	Total	Oats	Alfalfa a	Total	
		mm	--	%	--	-----	kg/ha	-----	-----	kg/ha	-----
Early											
200		93	21.6	-	16,979	-	16,979	3,676	-	3,676	
150	20	80	22.9	19.8	14,375	2,350	16,725	3,294	465	3,759	
100	25	80	23.3	21.5	12,083	2,183	14,267	2,815	470	3,285	
Mean		84	22.6	20.6	14,479	2,267	15,990	3,262	468	3,574	
Late											
200		72	15.4	-	23,333	-	23,333	3,579	-	3,579	
150	20	64	15.5	20.3	17,188	2,557	19,745	2,661	518	3,179	
100	25	62	15.9	21.6	16,146	2,748	18,894	2,574	594	3,169	
Mean		66	15.6	20.9	18,889	2,653	20,657	2,938	556	3,309	
Mean		75	19.1	20.8	16,684	2,460	18,324	3,100	512	3,441	
LSD(0.05)											
Variety							1,587	NS			
Seeding rate							1,943	NS			

이상의 알팔파 피복종자와 연맥의 혼파조합에서는 피복종자의 혼파 가능성을 볼 수 있었으며, 특히 피복종자의 파종을 위하여 연맥을 동반작물로 이용 가능성을 볼 수 있었다. 그리고 연맥을 알팔파 피복종자를 이용할 경우에는 만생종보다 조생종이 효과가 있었으며 이 경우 파종량은 연맥은 ha당 150kg, 알팔파는 20kg 이었다.

7. 목초의 priming 기술

가. Priming 약제의 종류와 농도가 목초에 따른 효과

1) 서론

피복종자가 일반종자보다 발아율이 낮은 점을 개선하고, 발아의 균일도를 증가시키기 위하여 목초종자에 priming 기술을 도입하였다.

Priming 약제는 종류와 농도에 따라 그 효과가 다르고(Dahal 등 1990), 종자의 수분유지와 종자에 독성이 없어야 한다.(Khan 등, 1978) priming 약제 종류에 따라서는 세포의 삼투조절을 방해하며, 고농도는 효소와 세포막을 파괴시켜 발아를 억제시키며(Greenway 및 Munns, 1980), 종자의 발아율과 출현율을 감소시킨다. 또한 priming 용액의 농도가 증가할수록 종자의 대사작용을 방해하여 priming 효과를 감소시킬 수 있으며(Haigh 및 Barlow, 1987), priming 용액에 침지되어 있을 때 종자수분함량이 증가되고(Brocklehurst 및 Dearman, 1984) 대사작용의 활성이 왕성해져(Khan, 1992; Khan 등, 1993) 처리약제의 종류와 농도에 따라서 priming 기간중 유근이 출현할 수 있으므로, 유근이 돌출되지 못하도록 조절할 수 있는 농도설정이 중요하다.

따라서 본시험에서는 priming 약제는 KNO_3 , KH_2PO_4 , K_3PO_4 , $Ca(NO_3)_2$ 및 PEG를 사용하여 각 약제의 농도를 달리하여 처리하였을 때 주요목초의 발아율을

조사하고자 실시하였다.

2) 재료 및 방법

본 시험에 사용한 주요목초는 화본과목초로 톨페스큐와 오처드그라스로 사용하였으며, 두과목초는 알팔파와 화이트클로버로 사용하였다. priming 약제는 KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_3PO_4 , KH_2PO_4 및 PEG를 사용하였다. PEG는 10%, 20% 및 30%로 구분하였으며, 그 외의 약제들은 공히 50, 100 및 200mM로 수준을 달리하였다. 이때 priming 조건은 화본과 목초를 15°C 암상태에서 6일, 두과목초는 15°C 암상태에서 2일이었다.

발아시험의 치상온도는 12시간 20°C(주간)와 12시간 30°C(야간)로 변온 주었으며, 각 작물의 발아기준은 국제표준발아 시험법(AOSA, 1983)에 준하여 발아기에서 각 처리별로 3반복하여 조사하였다. 발아시험의 조사항목은 발아세(GE; germinative energy), 발아율(PG; percent germination), 평균발아소요일수(MDG; mean daily germination) 및 T50(number of hours to 50% of the final germination percentage)을 조사하였다.

본 시험의 모든 성적은 SAS package program(Ver. 6.12)을 사용하여 분산분석을 실시하고 처리한 평균비교는 최소유의차 검정을 실시하였다.

3) 결과 및 고찰

톨페스큐의 priming 후 발아세, 발아율, 평균발아속도 및 T50은 Table 39에서 보는 바와 같다. 톨페스큐는 약제의 종류에 따라서는 발아특성에서 처리간에 차이가 있었으나($P < 0.05$) 약제의 농도에서 차이가 없었다. 톨페스큐는 처리중에서 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 와 K_3PO_4 가 다른 약제보다 좋았으며 특히 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 200mM과 K_3PO_4 100mM에서 발아세, 발아율은 높고, T50은 짧았다.

Table 39. Effect of priming chemicals and their concentrations on the germination of tall fescue

Seed treatment		GE	PG	MDG	T50
Chemical	Concentration	(%)	(%)	(days)	(days)
KNO ₃	50mM	60.0	81.3	2.9	2.4
	100mM	47.3	78.7	2.8	3.2
	200mM	43.3	84.7	3.0	4.0
Ca(NO ₃) ₂	50mM	63.3	88.7	3.2	2.4
	100mM	57.3	82.7	3.0	2.8
	200mM	72.7	91.3	3.3	2.3
K ₃ PO ₄	50mM	68.7	83.3	3.0	2.1
	100mM	72.0	90.7	3.2	2.4
	200mM	60.0	87.8	3.1	2.5
KH ₂ PO ₄	50mM	50.7	78.7	2.8	3.2
	100mM	50.0	78.0	2.8	3.2
	200mM	62.0	82.7	3.0	3.1
PEG	10%	42.7	76.0	2.7	3.7
	20%	33.3	74.0	2.6	4.3
	30%	36.0	78.7	2.8	4.5
LSD(0.05)					
Chemical(A)		7.77	5.82	0.21	0.51
Concentration(B)		NS	NS	NS	0.39
A×B		*	NS	NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

Priming 약제의 종류와 농도를 오처드그라스에 처리하였을때의 결과는 Table 40

에서 보는 바와 같다. 오처드그라스는 priming 약제의 종류에 따라서는 발아특성 (발아세, 발아율, 평균발아속도 및 T50)에서 처리간에 차이가 있었으나($P < 0.05$), 약제의 농도간에는 차이가 없었다. 오처드그라스는 톨페스큐와 마찬가지로 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 와 K_3PO_4 가 다른 약제보다 좋았으며, 농도에서는 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 는 50mM, K_3PO_4 또한 50mM에서 발아세와 발아율은 높았고 T50은 짧았다.

Table 40. Effect of priming chemicals and their concentrations on the germination of orchardgrass

Seed treatment		GE	PG	MDG	T50
Chemical	Concentration	(%)	(%)	(days)	(days)
KNO_3	50mM	26.7	51.3	1.7	4.7
	100mM	37.3	57.3	1.9	4.4
	200mM	39.3	55.3	1.8	4.1
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	50mM	53.3	63.3	2.1	3.0
	100mM	49.3	61.3	2.0	3.1
	200mM	46.7	62.7	2.1	3.6
K_3PO_4	50mM	55.3	69.3	2.3	3.1
	100mM	52.0	65.3	2.2	2.9
	200mM	44.0	64.7	2.2	3.9
KH_2PO_4	50mM	41.3	66.7	2.2	4.1
	100mM	44.7	59.3	2.0	3.3
	200mM	41.3	64.0	2.1	3.7
PEG	10%	32.7	54.7	1.8	4.2
	20%	37.3	55.3	1.8	4.1
	30%	29.3	59.3	1.8	5.0
LSD(0.05)					
Chemical(A)		6.10	4.58	0.16	0.56
Concentration(B)		NS	NS	NS	NS
A×B		NS	NS	NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of

hours to 50% of the final germination percentage.

한편 두과목초의 priming 처리후 발아세, 발아율은 평균발아속도 및 T50은 Table 41과 Table 42에서 보는 바와 같다. priming 약제의 종류와 농도를 달리 하여 알팔파에 처리하였을때 결과는 Table 41에서 보는 바와 같다. 약제의 종류에서는 PEG처리가 다른 약제보다 높았으며, PEG에서 농도간 비교에서 PEG 30% 처리가 발아세와 발아율이 높고 T50이 짧아 우수하였다($P < 0.05$). PEG 다음으로는 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 가 다른약제보다 우수하였으며 특히 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 50mM이 우수하였다.

Table 41. Effect of priming chemicals and their concentrations on the germination of alfalfa

Seed treatment		GE	PG	MDG	T50
Chemical	Concentration	(%)	(%)	(days)	(days)
KNO ₃	50mM	14.0	15.3	1.1	3.2
	100mM	18.0	18.0	1.3	3.2
	200mM	44.0	52.7	3.8	3.1
Ca(NO ₃) ₂	50mM	71.3	78.0	5.6	2.4
	100mM	69.3	75.3	5.4	2.4
	200mM	64.0	66.0	4.7	2.4
K ₃ PO ₄	50mM	56.0	57.3	4.1	2.4
	100mM	48.0	60.7	4.3	2.9
	200mM	68.7	73.3	5.2	2.5
KH ₂ PO ₄	50mM	48.7	53.3	3.8	2.8
	100mM	52.0	62.7	4.5	2.6
	200mM	48.0	52.7	3.8	2.5
PEG	10%	81.3	82.7	5.9	2.4
	20%	74.7	85.3	6.1	2.4
	30%	85.3	88.7	6.3	2.3
LSD(0.05)					
Chemical(A)		8.32	8.85	0.63	0.21
Concentration(B)		6.45	6.86	0.48	NS
A×B		*	**	**	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

화이트클로버도 알팔파와 마찬가지로 약제의 종류에서 PEG가 다른 약제보다 우수하였다($P < 0.05$). 특히 PEG의 30%가 발아율이 높고 T50이 짧아 처리구 중에서 가장 우수하였다.

다음은 K₃PO₄ 200mM이 다른 처리구보다 우수하였다.

Table 42. Effect of priming chemicals and their concentrations on the germination of white clover

Seed treatment		GE	PG	MDG	T50
Chemical	Concentration	(%)	(%)	(days)	(days)
KNO ₃	50mM	64.7	69.3	5.0	2.4
	100mM	77.3	78.0	5.6	2.4
	200mM	62.0	65.3	4.7	2.4
Ca(NO ₃) ₂	50mM	62.7	72.7	5.2	2.5
	100mM	64.0	75.3	5.4	2.7
	200mM	57.3	67.3	4.8	3.1
K ₃ PO ₄	50mM	33.3	36.0	2.6	2.7
	100mM	46.3	50.0	3.6	2.6
	200mM	72.7	78.0	5.6	2.4
KH ₂ PO ₄	50mM	38.0	42.7	3.0	3.1
	100mM	62.0	62.7	4.5	2.4
	200mM	52.7	54.0	3.9	2.6
PEG	10%	76.0	79.3	5.7	2.4
	20%	73.3	75.3	5.4	2.4
	30%	83.3	83.3	6.0	2.2
LSD(0.05)					
Chemical(A)		7.56	8.69	0.62	0.18
Concentration(B)		5.85	6.73	0.48	NS
A×B		***	**	**	**

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

나. Priming 처리온도 및 처리시간에 따른 효과

1) 서론

Priming 처리한 종자는 처리기간 동안 발아되지 않고, 처리후 priming 효과를 극대화 시킬 수 있는 priming 기간의 설정은 중요하다(O'sullivan 및 Bouw, 1984; Smith와 Cobb, 1991). Priming 기간이 길거나 짧으면 최적 priming 기간보다 발아 소요일수가 늦어지는데(Athertan과 Farooque, 1983; Smith와 Cobb, 1991), 적절한 priming 기간은 작물에 따라 다르며, priming 약제 및 농도와 priming 온도도 큰 영향을 미치므로 이러한 요인들을 복합적으로 조절할 수 있어야 될 것이다. 이와 같이 priming 기간은 작물의 종류와 품종 및 연구자에 따라 몇 시간에서 몇 주까지 그 범위가 다양하며, priming 효과를 극대화 시킬 수 있는데 중요한 역할을 한다(Khan, 1991; Smith 및 Cobb, 1991).

Priming 최적기간은 작물에 따라 6시간에서 28일까지 보고 되었으며, priming 온도는 발아를 억제할 수 있는 15~25℃ 범위가 가장 적합하며(Bradford, 1986; Khan, 1991), 연구자와 작물에 따라 10℃ 및 30℃ 등에서 발아 소요일수 단축에 효과적이라고 한다. 이와 같이 종자의 priming시 처리 약제의 종류와 농도 이외에도 priming 기간과 온도 역시 매우 중요한 요인이다. 따라서 본시험에서는 priming 1차 시험에서 선발한 약제를 기준으로 하여 적정 처리온도와 처리시간을 규명하기 위하여 수행하였다.

2) 재료 및 방법

본 시험에 사용한 주요목초는 화분과목초로 톨페스큐와 오처드그라스를 사용하였으며, 두과목초는 알팔파와 화이트 클로버로 사용하였다. priming 약제와 농도는 priming 약제의 농도에서 선발된 처리구로 톨페스큐는 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 200mM, 오처드그라스는 K_3PO_4 50mM, 알팔파 및 화이트 클로버는 PEG 30%를 처리하였다. priming 처리기간은 화분과 목초는 2일, 4일, 6일 및 8일을 두과목초는 1일, 2일, 3일 및 4일로 달리 처리하였다. 한편 priming 처리온도는 10, 15 및 20℃로 하여 처리하여 비교하였다. 발아시험시 치상온도는 12시간 20℃(주간)와 12시간 30℃(야간)로 변온 주었으며, 각 작물의 발아기준은 국제표준발아 시험법(AOSA, 1983)에 준하여 발아기에서 각 처리별로 3반복하여 조사하였다. 발아시험의 조사항목은 발아세(GE; germinative energy), 발아율(PG; percent germination), 평균 발아소요일수(MDG; mean daily germination) 및 T50(number of hours to 50%

of the final germination percentage)을 조사하였다. 본 시험의 모든 성적은 SAS package program(Ver. 6.12)을 사용하여 분산분석을 실시하고 처리한 평균비교는 최소유의차 검정을 실시하였다.

3) 결과 및 고찰

Priming 처리시간과 온도에 따라서 톨페스큐(Table 43)는 6시간 처리가 다른 처리구보다 높았으며, 온도에서는 15℃가 다른 온도보다 다른 처리구보다 높았다 ($P < 0.05$).

Table 43. Effect of priming duration and temperature on the germination of tall fescue

Priming duration (days)	Priming temperature (°C)	GE (%)	PG (%)	MDG (days)	T50 (days)
2	10	65.3	88.0	3.1	3.6
	15	60.8	78.9	2.7	3.2
	20	62.5	81.7	2.8	3.4
4	10	48.5	89.5	3.0	5.0
	15	57.3	76.0	2.7	3.6
	20	36.0	87.3	3.1	4.5
6	10	62.7	90.0	3.2	2.9
	15	74.2	91.0	3.1	3.2
	20	55.0	82.8	3.0	3.6
8	10	52.7	80.8	2.7	3.7
	15	43.3	73.3	2.6	5.2
	20	42.7	80.7	2.9	4.4
Significance					
Priming duration(D)		8.97	3.35	0.22	0.67
Priming temperature(T)		7.77	2.90	0.19	NS
D×T		NS	**	NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

Priming 처리시간과 온도가 오처드그라스의 발아율과 발아 소요일수에 미치는

영향은 Table 44에서 보는 바와 같다. 오처드그라스는 톨페스큐와 마찬가지로 6일처리가 다른 처리구보다 발아율이 높고 발아 소요일수가 짧았다($P < 0.05$). 온도에서는 처리간에 차이가 없었으나 15~20°C 처리가 10°C 처리보다 높았다.

Table 44. Effect of priming temperature and duration on the germination of orchardgrass

Priming duration (days)	Priming temperature (°C)	GE (%)	PG (%)	MDG (days)	T50 (days)
2	10	50.8	79.5	2.6	4.7
	15	56.3	77.4	2.8	4.5
	20	50.8	74.6	2.3	5.0
4	10	62.0	83.3	3.0	3.7
	15	36.2	82.6	3.1	4.9
	20	53.8	82.7	2.7	4.3
6	10	64.2	81.5	2.9	3.6
	15	58.9	85.2	3.0	3.8
	20	66.4	83.1	2.8	3.4
8	10	47.1	79.2	2.7	4.4
	15	38.0	77.9	2.6	5.1
	20	44.0	70.8	2.5	5.2
Significance					
Priming duration(D)		9.72	5.44	NS	0.25
Priming temperature(T)		8.42	NS	NS	NS
D×T		*	NS	NS	NS

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

알팔파는 priming 처리시간을 화본과와 다르게 1일, 2일, 3일 및 4일 처리하였

으며, priming 처리시간과 온도에 따른 결과는 Table 45에서 보는 바와 같다. 알팔파는 화분과와 다르게 2일 처리에서 발아율이 높고 발아 소요일수가 짧았다 ($P < 0.05$). priming 처리온도에서는 차이가 없었으나 15~20℃가 10℃보다 우수하였다.

Table 45. Effect of priming temperature and duration on the germination of alfalfa

Priming duration (days)	Priming temperature (°C)	GE (%)	PG (%)	MDG (days)	T50 (days)
1	10	26.7	96.7	6.9	5.0
	15	47.5	97.2	6.9	4.0
	20	58.7	96.0	6.9	3.7
2	10	58.5	97.3	6.9	3.6
	15	57.3	98.0	7.0	3.7
	20	58.7	98.0	7.0	3.7
3	10	58.7	97.3	7.0	3.7
	15	36.0	98.0	7.0	4.6
	20	58.0	97.3	7.0	4.0
4	10	31.3	96.7	6.9	4.8
	15	46.7	95.3	6.8	4.1
	20	50.7	97.3	7.0	4.0
Significance					
Priming duration(D)		5.24	NS	NS	0.25
Priming temperature(T)		3.62	NS	NS	0.22
D×T		*	NS	NS	**

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

Priming 처리시간과 온도가 화이트 클로버의 발아율과 발아 소요일수에 미치는

는 영향은 Table 46에서 보는 바와 같다. 화이트 클로버는 2일 처리시가 다른 처리보다 발아세와 발아율이 높았고, 평균 발아소요일수와 T50은 짧았다(P< 0.05). priming 처리온도는 20℃가 다른 처리구보다 우수하였다.

Table 46. Effect of priming temperature and duration on the germination of white clover

Priming duration (days)	Priming temperature (°C)	GE (%)	PG (%)	MDG (days)	T50 (days)
1	10	65.6	94.5	6.5	3.3
	15	59.6	96.7	7.0	3.7
	20	79.3	97.3	7.0	3.1
2	10	74.7	94.0	6.8	3.2
	15	75.8	96.5	6.4	3.1
	20	82.0	96.0	6.9	3.1
3	10	59.6	93.2	6.8	3.7
	15	56.0	91.3	6.8	3.9
	20	83.0	96.7	7.0	2.7
4	10	58.0	95.3	7.0	3.7
	15	60.1	96.6	6.8	3.7
	20	57.0	98.0	7.0	3.8
Significance					
Priming duration(D)		2.86	1.76	NS	0.20
Priming temperature(T)		2.27	1.52	NS	0.17
D×T		*	NS	NS	**

GE=germinative energy, PG=percent germination, MDG=mean daily germination, T50=number of hours to 50% of the final germination percentage.

8. 실증시험

가. 피복종자의 단파 및 혼파 시험

1) 서론

종자피복 기술 중에서 본 연구에서 개발한 펠렛종자는 코팅종자보다 종자의 크기를 증가시켜서 정착률을 증가시킬 뿐만아니라 1립당 종자의 수를 증가시킬 수 있는 장점이 있다. 그리고 혼파초지에서 목초의 종자는 크기가 다르므로 파종의 길이도 다르다. 따라서 상대적으로 목초의 종자가 작은 것은 많이 파종하는 경우가 많다.

본 시험에서는 종자의 크기가 상이하어 파종하는 어려움과 종자비용을 절약하기 위하여 펠렛종자 1립당 여러 종자 또는 1종자를 코팅하여 파종하였다.

2) 재료 및 방법

본 시험은 펠렛종자의 농가실정 시험을 위하여 연암축산원예대학에서 실시하였으며, 파종시기는 2002년 10월 2일에 파종하였다. 본시험에 공시한 초종은 알팔파, 오처드그라스 및 톨페스큐 단파와 3초종을 혼파 하였다. 파종량은 ha당 알팔파는 25kg, 오처드그라스는 20kg, 톨페스큐 15kg으로 파종하였다.

3) 결과 및 고찰

펠렛종자의 출현율은 오처드그라스와 혼파가 각각 83.0 및 86.4%로 높았다. 따라서 유식물 활력도 9점으로 다른 처리구보다 우수하였다. 1차수확시 생초수량은 오처드그라스가 7,222kg/ha으로 가장 높았으며, 다음은 혼파로 6,278kg/ha였다. 건물수량에서는 생초수량과 마찬가지로 오처드그라스와 혼파가 각각 1,350kg/ha 및 1,035kg/ha로 다른 처리구보다 높았다. 이러한 결과로 본시험을 수행한 지역이 단단풍나무 아래의 초지이므로 임간초지에 적합한 오처드그라스가 상대적으로 수량이 많은 것으로 여겨진다.

Table 47. Emergence, seedling vigor, plant height, dry matter and yield of forage at surface-sown of pelleted seed

Treatment	Emergence		Seedling vigor	plant height	Dry matter	Yield	
	Index	Percent				Fresh	DM
		%		-mm-	-%-	-kg / ha-	
Alfalfa	7	69.1	7	48	14.7	3,000	440
Orchardgrass	8	83.0	9	53	18.6	7,222	1,350
Tall fescue	7	76.7	8	58	14.5	5,444	780
Mixture*	8	86.4	9	57	16.8	6,278	1,035
Mean	8	78.8	8	54	16.1	5,486	901
LSD(0.05)		NS			2.6	2,219	348

* Mixture=tall fescue+orchardgrass+alfalfa.





나. 초지조성 방법 및 혼파조합 시험

본 시험에서 개발한 펠렛종자와 경운초지조성을 비교하기 위하여 경기도 화성의 흥원목장에서 수행하였다. 본시험의 파종시기는 2002년 10월 3일에 파종하였으며, 시험의 결과는 Table 48에서 보는 바와 같다. 먼저 출현율에서는 처리간에 차이가 없었으나 경운초지조성이 피복종자 겉뿌림보다 우수하였다. 월동후 2003년 3월의 월동률은 처리구 모두가 파종시기가 낮아 월동률이 낮았으나 경운초지조성이 피복종자 겉뿌림보다 높았다. 혼파조합에서는 알팔파 혼파조합이 화이트클로버 혼파조합보다 좋았다.

목초의 생초 수량은 경운초지가 8,370kg/ha로 피복종자 겉뿌림보다(5,908kg/ha) 높았으며, 건물수량에서는 경운초지가 1,207kg/ha로 854kg/ha 겉뿌림보다 높았다. 한편 혼파조합에는 알팔파 혼파조합이 화이트클로버 혼파조합보다 생초수량과 건초수량 모두에서 우수하였다.

이상의 결과로 볼 때 피복종자 겉뿌림은 경운초지 조성 방법보다 사초생산량이 30% 감소하여 앞으로 생산성을 개선할 수 있는 방법이 개발되어야 할 것으로 생각된다.

Table 48. Effect of sowing method and mixture on emergence, overwintering, dry matter, and yield of forage

Sowing Method	Mixture	Emergence	Over wintering	Plant height	Dry matter	Yield	
						Fresh	Dry matter
		%	%	-mm-	%	-kg / ha-	
Conventional Sowing	Mixture 1*	95.0	52.8	64	15.4	9,133	1,413
	Mixture 2**	90.0	33.9	61	13.1	7,607	1,001
	Mean	92.5	43.3	63	14.3	8,370	1,207
Surface Sowing	Mixture 1	83.3	33.3	59	15.1	6,564	991
	Mixture 2	80.0	31.1	53	13.6	5,252	717
	Mean	81.7	32.2	56	14.3	5,908	854
LSD(0.05)							
Sowing method(S)		NS	6.1		NS	2,008	327
Mixture(M)		NS	6.1		0.7	NS	327
S × M		NS	*		NS	NS	NS

* Mixture1=tall fescue+ochardgrass+alfalfa, ** Mixtur2=tall fescue+ochardgrass+white clover.





다. 봄 파종시기 및 파종방법 비교

1) 오처드그라스

본 시험은 충남 천원목장의 소나무가 많은 임간초지에서 2003년 봄에 파종시기와 파종방법이 오처드그라스의 출현율과 정착에 미치는 영향은 Table 49에서 보는 바와 같다. 파종시기의 비교에서는 파종시기가 늦어질수록 출현율과 정착률이 높아졌으나 파종시기가 빠른 구에서는 파종후 강수량이 많은 시기는 출현율과 정착률이 높았다.

파종방법간 비교에서는 무처리 종자로 레이크한 처리구가 펠렛종자 겉뿌림보다 출현율과 정착률이 높았다. 이는 토양중의 수분함량이 출현율과 정착률에 영향을 미친 것으로 여겨진다. 펠렛종자 겉뿌림도 레이크 겉뿌림보다는 낮았으나, 무처리보다는 높았다.

2) 화이트클로버

일반적으로 두과목초는 임간초지에 적합하지 않은 초종이나 두과의 대표적인 화이트클러버를 소나무 임간초지에 파종시기와 파종방법을 달리하여 시험하였다.

화이트클러버의 파종방법간 비교에서도 무처리 종자 레이크가 펠릿종자 걸뿌리보다 출현율과 정착률이 높았다. 펠릿종자는 출현율은 다른 처리구보다 조금 낮으나 정착률은 개선되었다. 이상의 시험의 결과를 볼때 피복종자 걸뿌림은 레이크보다 낮았으나 이용가능성을 보였다. 그리고 임간초지에서 피복종자로 파종할 경우에는 강수량이 많은 시기에 파종하면 목초의 출현율과 정착율이 증가하였다.



Table 49. Effect of planting date and method on emergence and establishment of orchardgrass over woodland

Planting date	Planting method	Emergence	Establishment
		----- % -----	
26 February	Control	78.0	15.7
	Laking	72.8	44.9
	Pellet	66.7	13.3
3 March	Control	84.5	27.6
	Laking	74.7	33.1
	Pellet	74.2	46.0
12 March	Control	53.7	2.9
	Laking	93.3	26.7
	Pellet	90.0	48.0
19 March	Control	54.7	11.7
	Laking	67.5	16.7
	Pellet	63.3	14.7
26 March	Control	70.8	36.7
	Laking	76.7	54.7
	Pellet	74.7	92.5
4 April	Control	85.8	50.7
	Laking	78.0	55.1
	Pellet	80.5	52.7
9 April	Control	85.0	62.0
	Laking	95.5	91.3
	Pellet	72.5	54.0
16 April	Control	73.8	49.7
	Laking	81.7	49.3
	Pellet	79.2	91.3
LSD(0.05)			
Planting date(D)		NS	3.73
Planting method(M)		9.42	6.09
D×M		**	**

Table 50. Effect of planting date and method on emergence and establishment of white clover over woodland

Planting date	Planting method	Emergence	Establishment
		----- % -----	-----
26 February	Control	52.2	13.7
	Laking	58.9	24.3
	Pellet	52.2	2.4
3 March	Control	55.0	17.6
	Laking	73.9	28.6
	Pellet	57.2	4.3
12 March	Control	68.9	29.4
	Laking	90.6	64.7
	Pellet	65.0	22.4
19 March	Control	57.8	17.3
	Laking	83.3	39.2
	Pellet	56.1	27.8
26 March	Control	60.0	17.3
	Laking	75.0	45.1
	Pellet	58.3	25.1
4 April	Control	55.6	16.9
	Laking	59.4	38.0
	Pellet	53.9	32.9
9 April	Control	62.2	21.6
	Laking	58.3	46.7
	Pellet	62.8	52.2
16 April	Control	63.3	56.5
	Laking	61.7	69.4
	Pellet	67.2	54.1
LSD(0.05)			
Planting date(D)		2.79	2.80
Planting method(M)		4.56	4.50
D×M		**	**

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절. 목표 달성도

	연구개발 목표	평가 착안점	목표 달성도(%)
1차년도 (2000)	○ 종자 피복물질 개발 ○ 종자 피복방법 개발	○ 시험에 사용될 초종의 적합성 ○ 종자 피복제 선정의 적절성 ○ 피복방법의 적절성 ○ 피복종자의 발아력 평가 ○ 피복종자의 유식물 활력 평가	100
2차년도 (2001)	○ 피복종자에 의한 걸뿌림초지 개발 ○ 피복종자 대량생산 체계구축	○ 피복종자 대량생산 체계구축 ○ 피복종자에 의한 산지초지 개량효과 ○ 피복종자에 의한 답리작 사료작물 생산효과	100
3차년도 (2002)	○ 새 기피제 개발 ○ 피복종자 시제품 생산	○ 새 기피제 선정 및 효과 ○ 피복종자의 산업화 가능성 ○ 피복종자 이용의 경제성	100

2. 관련분야의 기여도

- 가. 주요 목초와 사료작물의 피복종자를 비교 평가하여 각 농가에 적합한 초종을 선정할 수 있는 자료를 제공할 수 있었다.
- 나. 피복기술을 개발하여 피복물질의 종류와 배합비율의 결정, 피복물질의 수분함량, 초종별 피복종자 크기 구멍, 피복기 회전속도 결정 등을 통하여 피복기술을 표준화하였다.
- 다. 새 기피제 개발로 새에 의한 농작물 피해를 줄일 수 있게 되었다.
- 라. 피복종자의 피복물질이 물에 풀리지 않는 방법을 개발하여 종자피복에 대한 국제경쟁력을 갖추게 되었다.
- 마. 종자에 전처리로 priming을 하거나 생장조절제를 처리하여 종자의 발아력과 유식물 활력을 향상시킬 수 있었다.

- 바. 대형피복기와 펠렛제조기를 혼합 이용하여 피복시간과 단위시간당 피복량을 크게 증가시켜 종자의 대량생산이 가능하게 되었다.
- 사. 적절한 접착제와 피복물질의 선정으로 피복종자를 산지와 담리작 및 부실초지에 걸뿌림 파종함으로서 정착율과 생산성을 크게 향상시켜 조사료 생산기반 확대에 크게 기여할 수 있게 되었다.
- 아. 피복기술의 개발, 피복종자에 살충제, 살균제, 영양물질, 생육조절제 등의 첨가 기법 개발로 종자피복의 산업화를 이룰 수 있게 되었음.
- 자. 피복기와 펠렛기를 혼용하여 피복시간의 단축, 적정 피복크기를 구명하였으며, 새로운 종자피복 기술의 개발로 경제적인 효과를 크게 기할 수 있게 되었다.
- 차. 타 작물에의 기여도

작 물	문 제 점	기 여 도
잔 디	○ 국산잔디의 발아율 및 출현율 감소	○ priming 기술 및 종자 피복기술에 의한 국산잔디의 발아율 및 출현율향상
	○ 골프장 잔디의 부분갱신의 어려움	○ 피복종자에 의한 골프장 잔디의 부분갱신 가능
	○ 정원 및 공원 잔디의 초기정착의 문제점	○ 피복종자에 의한 정원 및 공원 잔디의 초기정착 개선
채 소	○ 상치, 배추, 파, 고추 등 소형 채소 종자의 입묘확보 어려움	○ 소형채소 종자를 priming과 종자 피복에 의하여 입묘율 향상 기대
	○ 채소 종자의 기계화 작업	○ 채소종자의 종자피복에 의한 기계화에 의한 파종 노동력 감소
	○ 토양전면 유기물과 비료시비에 의한 유기물 및 비료 손실	○ 종자 가까이에 유기물과 비료를 피복함으로써 유기물과 비료 절감 효과
	○ 채소의 규격 출하 어려움	○ 종자 priming과 피복에 의한 규격 농산물의 생산과 생산계획 수립 가능
화 예	○ 소형 화예 종자의 확보 어려움	○ 소형화예 종자를 priming과 종자피복에 의하여 입묘율 향상 기대
	○ 화예 종자의 기계화 작업	○ 화예종자의 종자피복에 의한 기계화에 의한 파종 노동력 감소
	○ 토양전면 유기물과 비료시비에 의한 유기물 및 비료손실	○ 종자 가까이에 유기물과 비료를 피복함으로써 유기물과 비료 절감 효과

수 목	○ 소형 수목종자의 입묘 확보 어려움	○ 소형수목 종자를 priming과 종자피복에 의하여 입묘율 향상 기대
	○ 수목 종자의 기계화 작업	○ 수목종자의 종자피복에 의한 기계화에 의한 파종 노동력 감소
	○ 토양전면 유기물과 비료 시비에 의한 유기물 및 비료 손실	○ 종자 가까이에 유기물과 비료를 피복함으로써 유기물과 비료 절감 효과
경종작물	○ 경운작업에 의한 기계화 노동력의 어려움	○ 피복종자에 의한 무경운 직파 재배에 의한 노동력 절감
	○ 농작물의 입묘형성의 균일도 감소	○ 종자 priming과 피복에 의한 입묘율 향상과 균일도 증가에 의한 규격 농산물 출하 가능
	○ 작물의 병충해 및 재해성 강화의 어려움	○ 각 작물의 취약한 병충해 및 내재해성 물질의 피복하여 감소효과 기대

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

일반 양축가들이 손쉽게 조사료를 생산할 수 있으며 일반작물이나 원예작물 생산 농가들도 땅을 갈아엎지 않고 파종하여 작물을 생산할 수 있는 획기적인 농사법으로 활용될 수 있다. 또한 종자의 피복기술개발이 완료되면 부가가치 산업이 될 것이며 피복된 종자의 수요가 증가하면 선진국과 같이 종자 피복을 산업화 할 수 있을 것으로 기대되며 일부 업체에서는 이에 대한 깊은 관심을 표명하고 있다.

- 1) 피복기술의 산업화에 따른 종자의 부가가치 창출
- 2) 축산농가에 대한 세미나와 교육 등으로 농가에 기술 보급
- 3) 종자피복기술을 산업화
- 4) 피복기술을 다른 작물(원예작물, 공예작물, 식량작물, 사료작물 등) 종자의 피복에 기술을 확대 적용함

피복종자의 산업화는 본 연구의 과제를 통하여 대량처리의 기술 및 시설이 개발되었으며, 이외에도 종자의 피복물질, 피복크기, 배합비 등에 관한 연구결과를 이용하여 농가에 보급한 결과가 좋았다. 그리고 경제성을 분석하여 경제성에 입각

한 피복물질의 배합비를 구명하여 산업화의 기초를 이루었다. 따라서 본 연구의 기술을 토대로 하면 멀지 않아 목초의 종자피복기술이 산업화가 될 것으로 본다. 그리고 종자피복기술 중에서 coating 기술과 함께 pelleting 기술을 개발하여 발아율과 정착율을 향상을 가져왔을 뿐만아니라 종자피복시간을 단축함으로써 산업화에 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한 피복종자의 발아율 증가시키고 발아 소요일수를 감소하기 위하여 원예에서 많이 이용하는 종자의 priming 기술을 개발하여 많은 개선 가능성을 보였다. 농가에서 피복종자를 이용할 경우에는 부실 초지보다는 빛이 일부 차광되는 임간초지에서 효과가 있었으며, 특히 표면에 노출되어 강수랑과 밀접한 관련이 있었다. 따라서 이후의 실험에서는 priming과 종자피복기술의 접목과 새 기피제에 대한 보다 심도있는 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

제 1 절. 연구개발 결과 발표

1. 특허출원 : “피복종자의 피복물질 탈락방지제 개발“

출원일 ; 2003년 7월 10일, 애일 국제특허법률사무소

2. 논문발표

- 1) 겉뿌림 파종을 위한 목초종자 피복제 개발 (2002년 한국초지학회 학술 발표회. proceedings. p. 29)
- 2) 화본과 목초 종자피복기술 개발에 관한 연구 (2002년 한국초지학회 학술 발표회 proceedings. p. 17)
- 3) 콩과목초 종자피복기술 개발에 관한 연구 (2002년 동물자원과학회 학술 발표회 proceedings. p. 208)
- 4) 목초 종자의 priming 기술에 관한 연구 (2003년 한국초지학회 학술발표회 proceedings. p. 166)
- 5) 사초용 유채의 종자피복기술에 관한 연구 (2003년 한국초지학회 학술 발표회 proceedings. p. 166-167)
- 6) 임간초지에서 피복종자의 파종기술개발에 관한 연구 (2003년 한국초지학회 학술발표회 proceedings. p. 167)
- 7) 종자피복이 답리작 사료작물의 정착과 수량에 미치는 영향 (2003년 한국 동물자원과학회 학술발표회 proceedings. p. 129)

제 2 절. 홍보 및 기술보급

1. 전시회

피복종자를 홍보하기 위하여 2001년 10월에 2지역에서 전시회를 하였다. 연암 축산원에대학은 연암생명산업대전 기간인 10월 26일에서 11월 4일의 8일 동안 전시 하였으며, 천안농고에서도 같은 기간에 전시를 하여 피복종자에 대한 관심을 높였다. 그리고 각 전시회에 사용한 홍보물은 그림에서 보는 바와 같다.





1) 톨페스큐의 피복종자 크기



2) 피복종류 및 크기

전시회 판넬 및 피복종자 샘플

2. 기술보급

- 1) 홍원목장 : 경기도 화성군 팔탄면 소재 홍원목장에 1ha를 초지조성용 종자 피복을 의뢰받아, 목초종자를 피복하여 보급하였으며 그 내용은 다음과 같다.

초지갱신용 종자피복비 내역서

제목 : 흥원목장 초지갱신을 위한 종자피복

- 피복기간 : 2001. 8 - 2002. 7.(12개월)
- 피복종자의뢰기관 : 흥원목장
- 연구기관 : 연암축산원예대학 축산기술지원센터

귀 목장의 초지조성 1ha(3,000평)에 사용할 종자피복 비용 내역서는 다음과 같습니다.

- 다음 -

항 목	내 용	금 액
인건비	연구원	200,000원
종자	물페스큐(30kg), 화이트클로버(7kg)	150,000원
재료비	피복물질(Peatmoss, TCP, Zeolite, 석회석, 걸착제)	600,000원
Overhead	연구관리비	50,000원
계		1,000,000원

* 입금통장: 농협중앙회, 계좌번호=469-01-098685, 예금주=연암축산원예대학

2001년 12월 일

책임자 권 찬 호

연암축산원예대학 축산기술지원센터



- 2) 천원목장 : 충남 천안시 입장면 소재 천원목장에 0.1ha를 임간초지에 초지 조성용 종자피복을 의뢰받아, 목초종자를 피복하여 보급하였다.
- 3) 농도원목장 : 경기도 용인시 원삼면 소재 송도원 목장에 펠렛종자를 2003년 4월 4일에 불경운초지 0.1ha와 인간초지 0.1ha를 걸뿌림 하였다.

제 3 절 타 분야에의 응용

1. 원예

상치, 배추, 파, 고추, 양파 등 채소종자는 일반육묘는 물론 대규모 육묘시 필수적으로 균일도, 발아시간 단축 및 높은 발아율을 가진 고품질의 종자가 요구되며, 기계화를 통한 직파재배에서도 영양소 및 토양수분 등 재배조건이 불리한 토양에 재배하는 경우가 많아 환경에 잘 적응할 수 있는 종자 필수적이다. 종자의

품질향상을 위한 방법으로 종자 priming은 발아시간의 단축, 유식물 출현율 향상, 규격묘 향상과 수량 증대 등에 효과적이고, 종자 coating은 부족한 노동력 문제를 완화시킬 수 있는 기계화 파종 및 생력화에 효과적이다. 따라서 본 연구에서 개발한 종자 priming 기술과 coating 기술은 상기에서 언급한 내용에 부합하는 기술로 채소종자의 대량생산, 규격화 및 기계화의 이용에 효과적일 것이다.

파종하여 재배하는 화훼종자도 채소종자와 마찬가지로 피복종자와 priming 기술을 이용하면 임묘율 향상, 기계화에 의한 노동력 감소, 유기물과 비료절감 등에 효과가 있을 것으로 생각된다.

2. 잔디

국산 잔디는 파종할 경우 발아율과 출현율이 낮아 잔디묘판에 파종하여 정착하면 때를 이항하여 이용하는 어려움이 있어 외국잔디에 비하여 이용율이 낮다. 본 연구에서 개발한 종자 priming 및 피복기술을 이용하면 국산 잔디의 발아율과 출현율을 향상시킬 수 있을 것이다.

또한 골프장, 정원 및 공원의 잔디에서 부분갱신을 하고자 할 경우에 피복종자를 이용하면 출현율과 정착율이 높아 잔디의 이용에 효과가 좋을 것이다.

3. 수목

수목종자의 육묘에서 발아율, 정착율 및 초지생육이 낮아 많은 육묘생산에 어려움을 겪고 있다. 그러나 본 연구에서 종자피복기술과 priming 기술을 이용하면 앞서 언급한 기술적인 어려움을 개선하고 기계화에 의한 노동력 절감에 기여할 것으로 생각된다.

4. 경종작물

경종작물 중에서 종자 크기가 작은 작물은 기계화에 어려움이 많으나 종자 피복에 의하여 종자의 크기를 옥수수나 콩과 같이 크게 하면 기계화 작업이 가능할 것이다. 그리고 요즘에 경종농업에서 새로운 기술로 많이 이용하는 직파재배에서 피복종자를 이용하면 종자와 유식물에 유리한 미세환경을 개선하여 줌으로써 효과가 높을 것으로 기대된다.

경종작물 중에서도 임묘를 하여 이항하여 재배하는 작물은 직파재배에 어려움이 많을 뿐만 아니라 임묘율이 낮고 균일도가 낮아 농산물의 규격화가 어려울 뿐만 아니라 출하계획에 어려움이 많다. 본 연구에서 개발한 종자피복기술은 임묘율 향상, 균일도 증가, 발아소요일수 단축 및 균일화를 기할 수 있어 새로운 기술로 기대된다.

그리고 경종작물의 재배에서 각 작물이 취약한 병충해 및 내재해성 물질을 피복하여 이용하면 작물의 생산성도 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

산업체는 모든 종자피복에 관한 기술정보를 비밀로 하여 수집이 불가능하기 때문에 모든 기술정보의 수집은 현재까지 조사된 문헌을 기초로 종자피복에 관한 연구가 많이 수행되고 있는 호주와 뉴질랜드, 미국, 유럽 등의 대학, 연구소로부터 그동안 개발된 기술 및 정보를 인터넷과 e-mail을 통하여 수집하였으며, 현지(호주)를 답사하여 필요한 자료 및 정보를 직접 수집하였다. 전문 연구기관인 호주의 New England대학과 농업연구소를 방문하여 보다 폭 넓은 정보를 수집하였고 전문가들과의 전화와 e-mail을 통하여 필요한 정보를 수시로 얻을 수 있었다.

제 1 절 종자 피복기술과 파종기의 발달

파종된 목초종자의 발아 및 정착에 미치는 요인으로는 초종, 종자의 발아, 토양구조, 토양의 비옥도, 기후조건, 파종시기, 토지경작방법 및 파종방법, 잡초, 병충해, 근류균, mycorrhiza 등 여러 가지가 있다.

최근까지 종자 피복기술은 근류균의 보호, 미량 및 다량 영양소의 공급, 조류 및 설치류로부터의 보호, 성장촉진제의 흡수촉진, 산소공급, 발아촉진, 발아지연, 종자무게 및 크기의 증대, 선택성 제초제의 적용 등 다양한 목적으로 개발되었다 (Scott, 1989). Knott 및 Lorenz(1950)는 채소나 사탕무우와 같은 종자크기가 너무 작아서 기계파종이 어려운 것을 종자피복기술을 이용하여 비교적 용이하게 기계파종을 할 수 있도록 하였다. 종자피복시 사용된 설비로는 처음엔 제약업계에서 사용되는 정제제조시설을 응용했다(Lachman 등, 1970). 또한 적은 량의 항곰팡이제나 살충제의 종자피복에 적합한 피복기계를 비롯한 여러 가지 형태의 종자피복 설비가 소개되었다(Purdy, 1967; Harris, 1975; Jeffs 및 Tuppen, 1986).

더 발전된 방법으로는 extrusion, compression, fluid-bed 방법 등이 있으며,

이중에서 extrusion방법은 한 입자 내에 몇 개의 종자가 들어갈 경우 사용된다(Hirota, 1972b). 원통형의 드럼을 이용한 종자피복시 한가지 문제는 피복된 종자의 입자크기를 알맞게 만드는 것이다. 이는 원통의 직경, 회전속도, 기울기, 피복재료의 성질(입자도, 수분함량)에 따라 피복시 소요시간, 생성된 입자의 크기, 결착정도 등에 영향을 미친다(Scott 등, 1997).

제 2 절 피복재료의 종류 및 피복효과

1. 근류균 보호

근류균의 생존을 향상시키기 위하여 다양한 물질을 종자피복에 사용하였다(Brockwell, 1962; Lowther, 1974). 근류균 보호를 위한 피복재료로 가장 많이 사용되는 것은 lime, gypsum, dolomite, rock phosphate 등이 있다. 그외에 화학물질의 부형제나 pelleting 물질로 사용되는 montmorillonite (Bergersen 등, 1958; Hirota, 1972a)와 vermiculite (Sharples 및 Gentry, 1980)와 같은 점토물질도 있다. 몇몇 다른 물질들도 pelleting, 근류균접종, 단순한 희석제 등의 이유로 사용되는데 이러한 것에는 bauxite(Norris, 1973), diatomaceous earth(Hirota, 1972a), talc(Brinkerhoff 등, 1954; Vartha 및 Clifford, 1973a) 등이 있다.

호주나 뉴질랜드에서는 특히 산성토양에서 근류균을 콩과목초 종자에 피복할 경우에는 석회를 함께 사용하고 있다. 캐나다에서는 pH 5.0에서 pH 5.6사이의 토양에서 석회를 피복할 경우 알팔파의 정착률이 개선되었다(Kunelius 및 Gupta, 1975). 하지만 pH 6.2이상의 토양에서는 석회피복이 오히려 성장을 저해한다고 하였다.

2. 결합제

Hirota(1972a)는 *Vicia villosa* 종자에 diatomaceous earth를 피복하기 위한 결합제 시험을 했는데 methyl cellulose와 gum arabic의 혼합시 가장 좋은 결합 효과를 나타냈다고 하였다. 활성탄소의 종자피복에 gum arabic과 plasticizer를 결합제로 사용할 경우 매우 좋은 효과를 본 연구도 있었다(Sharples, 1981).

Scott(1975b)은 종자피복시 결합제와 피복재료의 사용범위를 위한 시험에서 일반적으로 특별한 결합제의 효과 규명은 매우 어려운 작업이라 하였다. Hathcock 등(1984a)은 목초종자에 석회피복시 결합제의 효과에 관한 시험을 하였는데, methyl cellulose가 가장 좋은 효과를 보고 하였다. 콩과 종자피복에 있어서 결합제에 관한 가장 중요한 점은 결합력이 아니라 근류균 접종에서 근류균의 생존에 미치는 영향이다. 근류균접종에서 근류균의 생존을 향상시키는 다양한 결합제로 gum arabic(Brockwell, 1962; Norris, 1972), methyl cellulose(Faizah 등, 1980; Norris, 1972) 등을 소개하였다. 이 중에서 가장 많이 이용되는 결합제는 methyl cellulose인데 그 이유는 사용하기가 편리하고 비용이 저렴하며 사용량도 3%(w/v)로 gum arabic의 45%(w/v)보다 매우 적은 양이 소요되기 때문이다.

3. 영양물질

영양소의 피복효과는 여러 요인에 따라 그 결과가 다양하게 나타나는데 품종(Watkin 및 Winch, 1974; Dowling, 1978), 파종시기(Vartha 및 Clifford, 1973b; Watkin 및 Winch, 1974; Dowling, 1978), 토양의 종류(Watkin 및 Winch, 1974), 피복형태, 토양비옥도 및 토질(Scott, 1975b)등을 들 수 있다.

Scott 및 Blair(1988)는 phalaris(*Phalaris aquatica*)와 alfalfa(*Medicago sativa*)

종자에 MCP(mono-calcium phosphate), DCP(di-calcium phosphate), TCP(tri-calcium phosphate)를 피복할 경우 인의 이용률이 증가하는 순서 즉 TCP<DCP<MCP 순으로 점차 초기생육이 향상되었다고 하였다. 인의 형태에 따라 잎수와 수량이 현저히 증가하였는데 (TCP<DCP<MCP), 인 함량과 인의 용해도가 증가함에 따라 크게 증가하였다.

또한 phalaris 종자에 5 kg/ha의 인을 피복한 경우 파종 27 일이 지난 후 초장은 20 kg/ha의 인을 조파 또는 산파한 처리와 비슷하였다(Scott 및 Blair, 1988b). 각 개체의 초장은 종자피복시 더욱 균일하였는데 이는 종자에 인이 골고루 피복되어 이용되었기 때문이라고 하였다. 수확시에는 조파에 비하여 종자피복 처리가 건물수량이 높았고, 줄기보다 뿌리에서 인의 함량이 높았는데 이는 조파에 비하여 피복된 종자가 잡초와의 토양내 수분과 영양소 경쟁에서 더욱 생존력이 높았기 때문이라고 하였다. 호주의 걸뿌림 초지에서 불용성 영양소의 피복은 영양소 공급 면에서 효과가 없는 것으로 보고되었다(Dowling, 1978). Silcock 및 Smith(1982)는 DCP는 buffel grass 파종시 인의 공급원으로 부적합하나 종자에 피복할 경우에는 초기 출현률을 향상시켰다고 하였다. 반면에 Terman 등(1958)은 산성 토양에서 DCP가 MCP보다 ryegrass와 sudangrass에서 더욱 이용이 잘 된다고 보고하였다.

제 1또는 제 2 superphosphate를 buffel grass 종자피복에 사용할 경우 출현에 악영향을 미친다. 반면, 다른 인 공급제는 어느 정도의 농도에서 해롭지 않았다(Silcock 및 Smith, 1982)고 하였다. 종자피복시 MCP와 같은 가용성 인 공급제는 화분과 목초보다는 콩과목초에서 종자의 발아에 크게 영향을 미쳤다(Scott, 1986; Scott와 Blair, 1988a). Vartha 및 Clifford(1973b)는 ryegrass에 인성분을 피복시 정착률이 2~4배 정도 개선되었다고 하였다. 인(P)과 유황(S) 그리고 몰리브덴(Mo)을 클로버 종자에 피복시 정착률이 개선되었고(Scott 및 Hay, 1974), 유황이 함유된 종자피복시 걸뿌림된 콩과목초의 경우 정착률이 약 2배 개선되었

다(Scott 및 Archie, 1978). 특히 몰리브덴(Mo)은 콩과에서 질소고정과 깊은 연관이 있어 종자피복시 많이 이용되고 있는데 클로버의 정착률을 개선시켜주었다(Scott 및 Hay, 1974). Gault 및 Brockwell(1980)은 몰리브덴의 다양한 형태와 근류균과의 상호작용에 관하여 연구하였고, 근류균 집중에 좋지 않은 유일한 형태인 sodium molybdate라고 보고하였다.

Tall fescue와 Kentucky bluegrass 종자에 질소, 인, 석회를 다양한 비율로 조합하여 피복할 경우 각각 따로 사용할 때보다 생장률이 향상되었다(Hathcock 등, 1984b)고 하였다. 가용성 영양소의 종자피복시 나타날 수 있는 발아율의 저하를 예방하기 위하여 많은 연구가들이 피복시 비교적 용해성이 적은 물질을 사용하였다. 저용해성 비료의 피복시험에서 주요한 영향은 영양소의 공급에 의한 것이라기보다는 물리적인 요인에 기인한다고 하였다(Scott 및 Hay, 1974). 그러나 Scott 등(1985)은 ryegrass의 영양소 피복에서 대부분의 가용성 영양소를 피복시 출현을 지연시키거나 저해한 반면, 초기생육은 개선되었다고 하였다. 다른 연구자들은 발아의 지연에도 불구하고 종자피복시 잔존한 개체의 생산성은 피복하지 않은 것에 비하여 증가하였다고 하였다(Younger 및 Gilmore, 1978).

제 3 절 종자피복시 물리 화학적인 변화

Hadas(1982)에 의하면 대부분의 염은 삼투압의 변화에 의한 직접적인 발아저해가 아니라 품종별 감수성에 따른 이온독성에 의하여 발아가 영향 받는다고 하였다. Scott(1986)는 phalaris의 lemma와 palea는 MCP에 의해 caryopsis가 보호된다고 하였는데, 이는 lemma-palea와 caryopsis 사이의 공간이 약간 건조한 토양에서의 공기층과 같은 반투과성막 역할을 하기 때문인 것으로 추정하였다.

Miller 및 Bensin(1974)은 피복종자의 수분흡수정도가 종자의 발아에 큰 영향

을 미친다고 했다. Scott(1975a)는 목초종자에서 화본과 목초종자를 피복할 경우 목초종자의 무게는 보통 2~10mg/seed 정도로 무게가 두 배 증가하여 공기중 낙하 속도가 증가하였지만, 콩과목초는 별 효과가 없었다고 하였다. Scott 및 Hay(1974)는 일반적으로 영양물질이 피복된 종자의 발아율은 pH와 정의 상관관계가 있는 것에 주목하였다. 또한 친수성 물질을 종자피복시 사용하면 종자의 발아를 촉진시킬 수 있다. 종자를 피복하여 걸쭉하면 토양수분흡수 및 보유능력이 개선되고(Langer, 1977) 종자의 물리적 형태 개선에 의한 초기 유식물의 root-shoot 형성이 촉진된다고 하였다(Scott, 1974).

제 4 절 목초종자의 피복이 발아 및 초기생육에 미치는 영향

종자피복에 의해서 목초종자의 발아율이 향상되느냐 또는 저하되느냐에 대한 연구결과는 학자에 따라 다양하다. 화본과 목초인 orchardgrass와 timothy, 그리고 콩과목초인 red clover, white clover, alfalfa 등에 각종 증량제와 유기물 및 마그네슘을 비롯한 미량광물질 등을 피복한 시험에서 timothy를 제외한 모든 초종에서 피복종자가 피복하지 않은 종자에 비해서 발아율이 떨어졌다(이 등, 1987). 이 등(1990)은 증량제가 목초의 발아, 정착, 그리고 사초수량에 미치는 영향을 구멍코자 orchardgrass 종자에 석회, 연탄재, 우분, 계분 등을 피복할 경우 발아율과 정착률이 피복하지 않은 구에 비하여 낮게 나타났다고 하였다.

이(1984)는 종자 피복이 걸쭉립 목초의 정착개체수, 초기생육 및 수량에 미치는 영향을 구멍코자 60% lime, 20% phosphate 및 20% peat moss(w/w)의 증량 피복재료와 13% arabic gum 및 2% methyl cellulose(w/v)를 걸쭉제로 사용하여 orchardgrass, perennial ryegrass, Kentucky bluegrass, tall fescue, ladino clover

의 종자를 피복하였다. 그 결과 걸뿌린 목초의 초기생육을 촉진하였고, 정착개체수 및 조성 당해 건물수량도 증가 시켰다고 하였다. Dowling 등(1971)은 석회 피복시 subterrenean clover, alfalfa, perennial ryegrass는 정착개체수가 3~8배 증가하였다고 보고하였고, Scott(1974)는 피복시 orchardgrass의 정착개체수는 감소된 반면 brown top과 같이 종자가 작고 가벼운 초종은 정착개체수가 증가하였음을 보고하였다. 침수지역에서는 white clover와 perennial ryegrass에 칼슘페록사이드를 피복시켰을 때 파종한 목초의 초기출현과 정착이 향상되었다 (Ollerenshaw, 1985)고 보고된바 있다. 화분과 목초인 perennial ryegrass, orchardgrass 등에 여러 가지 미량요소, 살충제, 석회등을 종자에 피복하여 발아 시험 및 포장 시험을 하였던 Vartha 및 Clifford(1973)에 따르면 피복이 최종 발아율에 아무런 영향을 끼치지 않았다. 없었다고 하였다. 또한 피복재료의 화학적 조성보다 물리적 성질이나 피복의 정도가 목초정착에 더 큰 영향을 준다고 하였다. 알팔파나 서브테레니안클로버에 대한 피복의 효과는 총발아율에서는 아주 미미하였으며 페스큐와 티모시는 총 발아율이 종자피복에 의해서 저하되었다 (Dowling, 1978).

제 5 절. 기타 종자 피복재료가 정착 및 초기생육에 미치는 영향

1. 삼투압 조절

종자의 발아기간을 단축시키고 유식물 활력과 정착을 향상시키기 위해 polyethylene glycol(PEG) 처리 시험들(Knipe, 1968; Ryan 등, 1975; Sinha 및 Gupta, 1982; Somers 등, 1983; Hur 및 Hunt, 1993)이 수행되었다. 특히 PEG

처리하는 가뭄이나 저온 등 불량환경에 대한 내성을 부여하는 효과가 있기 때문에 (Heydecker 및 Coolbear, 1977; Khan 및 Samimy, 1982; Khan 등, 1978; 1981) 일반작물이나 채소, 화훼류(Heydecker 등, 1975; Khan, 1977; Khan 등, 1978) 뿐만 아니라 사료작물(허, 1990; 허, 1991)에도 응용되었다. 또한 목초의 발아와 생육을 촉진하기 위하여 화분과 목초인 *tama ryegrass*와 *orchardgrass* 그리고 콩과목초인 *red clover*와 *white clover* 종자에 polyethylene glycol을 피복한 시험에서 종자의 발아를 향상시킬 수 있었으며, 피복하지 않은 종자에 비하여 발아율은 저하되었으나 정착률과 초기생육은 향상되었다(허 및 D. Leung, 1997).

2. 친수성물질

종자의 발아촉진을 위하여 친수성 물질이 종자피복에 사용되었다(Baxter 및 Water, 1986; Berdahl 및 Barker, 1980; Miyamoto 및 Dexter, 1960).

친수성 물질을 상치 종자나 목초종자에 피복시 발아에는 영향을 미치지 않는다는 보고도 있다(Sharples 및 Gentry, 1980). 점액질의 피복재료가 물의 흡수는 향상시키지만 너무 습한 조건에서는 종자에 산소 확산을 방해할 수도 있다는 보고도 있다(Hadas, 1982). 친수성물질을 cowpea 종자에 피복할 경우에는 출현률은 낮아지나 옥수수 종자에 피복할 경우 출현률을 증가시켰다(Baxter 및 Waters, 1986). 석회와 같은 고온 입자의 피복재료는 어떠한 조건하에서는 목초종자를 걸쭉시 물의 흡수와 발아를 향상시킨다고 하였다(McMillian 및 Dowling, 1970). 그러나 이러한 효과는 매우 제한된 범위내의 수분 장력하에서 나타난다(Hay, 1973; Scott 및 Hay, 1974; Lush 등, 1981).

3. 제초제, 살균제 및 살충제 피복

제초제, 살균제 및 살충제(Scott, 1989; Scott 및 Hay, 1974; Hur 및 Hunt, 1993) 등을 피복하여 유식물의 정착과 초기생육을 촉진시키는 실험들이 수행되었다. 잡초억제를 위하여 알팔파 종자에 석회와 함께 액상 EPTC[(s)-ethyl dipropylthiocarbamate]를 피복하였다. 피복된 종자는 저장후 1년후에도 발아에 지장이 없었다고 하였다. EPTC를 너무 과도하게 사용했을 때는 알팔파도 감수성을 나타내어 출현률이 낮아질 수 있다고 하였다(Dawson, 1981). 반면 EPTC-coated alfalfa로 잡초방제를 성공적으로 할 수 있었다는 다른 보고도 있다(Kapusta 및 Strieker, 1982). Scott와 Blair(1987)은 rattle fescue 종자의 발아를 억제하기 위하여 알팔파 종자에 EPTC를 적용한 결과 알팔파의 생산량을 현저히 증가시켰다고 하였다. Barrat 등(1995)은 White clover의 바구미 피해를 줄이기 위한 acephate, carbosulfan, oxamyl, thiodicarb, triaziphos, isofenphos, lidane 등의 살충제 피복시 carbosulfan 및 isofenphos가 유식물정착에 다른 것보다 더욱 효과적이었다고 보고하였다. Alfalfa와 ryegrass의 damping-off diseases는 fungicide를 종자 처리시 사용하면 효과적으로 억제할 수 있다고 하였다(Falloon, 1980). Falloon 및 Fletcher(1983)는 fungicide 피복은 출현률을 개선시켜줄 뿐만 아니라 임상적 질병의 발생률도 감소시켜준다고 보고하였다.

목초종자의 걸뿌림시 개미에 의한 피해가 매우 심각한데 이에 종자에 permethrin 또는 bendiocarb 등을 피복하면 개미에 의한 피해를 줄일 수 있다고 하였다(Gilmour, 1979).

제 7 장 참고문헌

제 1 절. 종자 피복물질 및 걸뿌림 파종법 개발

Abou, C. 1993. Les semences en voient de toutes les couleurs. Biofutur. Nov. 93: 49-53.

Ascher, J. S. and R. D. Graham. 1994. Agronomic value of seed with high nutrient content, in wheat in heat stressed environments: Irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems. (Saunders D. A. and G. P. Hellel. Eds) CIMMYT, Mexico. pp. 297-308.

Austin, R. B. 1973. Appendix I-Panel discussion - Pre-sowing seed treatments. In Seed Ecology (ed. W. Heydecker). pp. 521-531.

Baxter, L. and L. Waters Jr. 1987. Field and laboratory response of sweet corn and cowpea to a hydrophilic polymer seed coating. Acta Horticulturae. pp.31-35.

Baxter, L. and L. Waters, Jr. 1986a. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. J. Am. Hort. Sci. 111: 31-34.

Baxter, L. and L. Waters, Jr. 1986b. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet corn at four matrix potentials. J. Am. Hort. Sci. 111: 517-520.

Beeler, D. 1974. Seeds of the future. Agrichem. Age Vol. 17(12): 7-8.

Belford, R. K. 1981. Response of winter wheat to prolonged waterlogging under outdoor conditions. *J. Agric. Sci., Camb.* 97: 557-568.

Berdahl, J. D. and R. E. Barker. 1980. Germination and emergence of Russian wildrye seeds coated with hydrophilic materials. *Agronomy. J.*, Vol. 72:(November December)1006-1008.

Blair, G. L. 1971. The sulphur cycle. *J. Aust. Int. Agric. Sci.* 37: 113.

Bolland, M. D. A. and M. J. Baker. 1988. High phosphorus concentrations in seed of wheat and annual medic are related to higher rates of dry matter production of seedlings and plants. *Austr. J. of Experi. Agric.* 28: 765-770.

Brocklehurst, P. A. and J. Dearman. 1983. Effects of calcium peroxide as a supplier of oxygen for seed germination and seedling emergence in carrot and onion. *Seed Sci &Tech.* 11: 293-299.

CaMpbell, M. H. 1968. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.* 8: 470.

Cannell, R. Q., R. K. Belford, K. Gales, C. W. Dennis, and R. D. Prew. 1980. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of winter wheat. *J. Sci. Food Agri.* 31: 117-132.

Chadwick, H. W., G. T. Turner, H. W. Springfield, and E. H. Reid. 1969. An evaluation of seeding rangeland with pellets. *USDA For. Serv. Res. Paper RM-45.*

Cullen, N. A. 1966. *Proc. X Int. Grassld Congr.* 851.

Dadlani, M., V. V. Shenoy, and D. V. Seshu. 1992. Seed coating to improve stand establishment in rice. *Seed Sci. Technol.* 20: 307-313.

Dasberg, S. and K. Mendel. 1971. The effect of soil water and aeration on seed germination. *J. Exp. Botany.* 22: 992-998.

Davies, W. I. C. and J. Davies. 1981. Varying the time of spraying paraquat or glyphosate before direct drilling of grass and clover seeds with and without calcium peroxide. *Grass and Forage Science.* 36: 65-69.

Dexter, S. T. and T. Miyamoto. 1959. Acceleration of water uptake and germination of sugarbeet seedballs by surface coatings of hydrophilic colloids. *Agron. J.* 51: 388-389.

Doane, W. M. and D. H. Mayberry. 1979. Super slurper "swells out all over" in crop conservation planting. *USDA Research News.* NC-226. pp.15.

Dowling, P. M. 1978. Effect of seed coating on the germination, establishment, and survival of over-sown pasture species at Glenn Innes, New South Wales. *N. Z. J. Exp. Agric.* 6: 161-166.

Dowling, P. M., R. J. Clements, and J. R. McWilliam. 1971. Establishment and survival of pasture species from seed sown on soil surface. *Australian journal of agricultural research.* 22: 61-74.

Eikhoff, R. H., P. A. King. and S. W. Moline. 1973. The influence of a hydrophilic polymer on the water holding capacity and shelf life of container grown plants. *Proc. Nat. Agri. Plastic Assoc. Conf.* 11:

117-126.

Elkins, C. M., F. J. Olsen, and E. Gower. 1976. Effects of lime and lime pelleted seed on legume establishment and growth in South Brazil. *Exp. Agric.* 12: 201-206.

Estrade, M., M. Malandain, and J. Grelu. 1993. Technique for seed coating with pesticides. *Pesticide. Sci.* 37(2): 211-212.

Fallon, R. E. 1980. Effects of fungicide seed treatments on seedling emergence of pasture and turf grasses. *N. Z. J. Exp. Agric.* 8: 287-289.

Fanta, G. F., R. C. Burr, W. M. Doane, and R. C. Russel. 1978. Absorbent polymers from starch and flour through graft polymers from starch and flour through graft polymerization of acrylonitrile and comonomer mixtures. *Starch/Starke*. Verlag chemie, GmbH. D-6940. Nt. 7 S: 237-242.

Fraser, M. E. 1966. Pre-inoculation of lucerne seed. *Journal of Applied Bacteriology*. 29: 587-595.

Gaspar, S. 1972. Problems in testing pelleted beet seeds. *Proc. Int. Seed Test. Assoc.* 37: 857-864.

Greipsson, S. 1999. Seed coating improves establishment of surface seeded *Poa pratensis* used in revegetation. *Seed Sci. & Technol.* 27: 1029-1032.

Greipsson, S. and A. J. Davy. 1994. Germination of *leymus arenarius* and its significance for land reclamation in Iceland. *Annals of Botany*.

73: 393-401.

Greipsson, S. and H. El-Mayas. 1999. Large-scale reclamation of barren lands by aerial seeding in Iceland. *Land Degradation & Development*. 10: 185-193.

Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA(3) on seed germination of a sand stabilising grass *Leymus arenarius* used in reclamation. *Seed Science & Technology* 29(1) 1-10

Grellier, P. 1999. Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. *European Journal of Agronomy*. 10(1): 57-65.

Harper, J. L. 1977. *Population biology of plants*. Academic press, London.

Harper, S. H. T. and J. M. Lynch. 1981. Effects of fungi on barley seed germination. *Journal of General Microbiology*. 122: 55-60.

Hassan, Z. A., S. D. Young, C. Hepburn, and R. Arizal. 1990. An evaluation of urea-rubber matrices as slow-release fertilisers. *Fert. Res.* 22: 63-70.

Hathcock, A. L., P. H. Dernoeden, T. R. Turner, and M. S. Mcintosh. 1984. Tall fescue and kentucky bluegrass response to fertilizer and lime seed coatings. *Agronomy. J.* vol. 76: 879-883.

Hauser, V. L. 1989. Improving grass seedling establishment. *Journal of Soil and Water Conservation*. 43: 153-156.

Henderson, J. C. and L. Hensley. 1987. Effect of a hydrophilic gel on seed germination of three tree species. *HortScience*. 22: 450-452.

Heydecker, W. and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance—survey and attempted prognosis. *Seed Sci. and Technol.* 5: 353-425.

Hull, A. C. Jr., R. C. Holmgren, W. H. Berry, and J. A. Wagner. 1963. Pellet seeding on western rangelands. *USDA Misc. Publ.* 922.

Hwang, W. D. and J. M. Sung. 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seeds by ethylcellulose coating. *seed Sci. Technol.* 19: 269-278.

Iswaran, V., P. K. Chhonkar, and N. S. S. Rao. 1972. Produce more pulses by pelleting. *Indian Fmg.* 22: 12.

Jensen, M. H., P. A. King, and R. H. Eikhoff. 1971. A hydrophilic polymer as a soil amendment. *Proc. 10th Nat. Agri. Plastic Conf.* 10: 69-79.

Klein, J. D. and M. Sachs. 1992. Measurement of water uptake and volatile production by coated wheat seeds and subsequent seedling growth. *Seed Sci. Technol.* 20: 299-305.

Lachman, L., H. A. Lieberman, and J. L. Kanig. 1970. The theory and practice of industrial pharmacy. *Lea and Febiger(Eds)*.

Lawford, B. and L. Waters. 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration, and germination of sweet com at

four matric potentials. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences*. 111: 517-520.

Leaver, J. P. and E. H. Roberts. 1984. Peroxides in seed coatings. *Outlook on Agriculture* 13: 147-153.

Lee, H., H. K. Kim, and C. H. Kim. 1990. Studies on establishment of oversown pasture see. II Effect of coating materials on germination, establishment and yield of pasture species. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*. 10: 10-14.

Liu, L. X. and J. D. Litster. 1989. Coating of seeds with fertilizer in a spouted bed. *Proceedings of the 17th Australasian Chemical Engineers Conference (Chemeca 89), Gold Coast, August*. 23-25: 310-317.

Liu, L. X. and J. D. Litster. 1990. The effect of process variables on the maximum coating rate in a spouted Auckland New Zealand, August. 27-30: 626-633.

Longden, P. C. 1975. Sugar beet seed pelleting. *A D A S Q. Rev.* 18: 73-80.

Longnecker, N. E., N. E. Marcar, and R. D. Graham. 1991. Increased manganese content of barley seeds can increase grain yield in manganese-deficient conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*. 42: 1065-1074.

Lowther, W. L. 1974. Interaction of lime and seed pelleting on nodulation and growth of white clover. I Glasshouse trials. *N. Z. Jl. Agric. Res.* 17: 317-323.

Lynch, J. M., S. H. Harper, and M. Sladdin. 1981. Alleviation by a formulation containing calcium peroxide and lime, of microbial inhibition of cereal seedling establishment. *Current Microbiol.* 5: 27-30.

Madakadze, I. C., B. Prithiviraj, R. M. Madakadze, K. Stewart, P. Peterson, B. E. Coulman, and D. L. Smith. (2000). Effect of preplant seed conditioning treatment on the germination of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Seed Sci. & Technol.* 28: 403-411.

Marshall, A. H. and R. E. L. Naylor. 1984a. Some factors influencing the establishment of direct reseeded grass. *Crop Research.* 24: 23-35.

Marshall, A. H. and R. E. L. Naylor. 1984b. The effect of leachates from grass trash on establishment of ryegrass. *Annals of Applied Biology.* 105: 75-86.

Mayer, A. M. and A. Poljakoff-Mayber. 1982. *The germination of seeds.* Pergamon Press, New York.

McGowan, A. A. and W. A. Williams. 1971. Seed treatments to delay barley emergence. *Agron. J.* 63: 633-635.

McWilliam, J. R. and P. M. Dowling. 1970. Factors influencing the germination and establishment of pasture seed on the soil surface. *Proc. Int. Grassl. Congr.* 11: 578-583.

Millier, W. F. and R. F. Bensin, 1974. Tailoring pelleted seed coatings to soil moisture conditions. *New York's Food Life Sci.* 7: 20-23.

Ota, Y. and M. Nakayama. 1970. Effect of seed dressing with calcium

peroxide on germination of wetland rice seeds in flooded conditions. Proceedings of Crop Science Society of Japan. 39: 535-536.

Perry, D. A. and D. R. Ellerton. 1983. Studies on death of deteriorated barley seed in soil. Annals of Applied Biology. 102: 183-191.

Plucknett, D. L. 1971. Use of pelleted seed in crop and pasture establishment. Hawaii Agric. Ext. Circ. 446: 15.

Porter, F. E. 1976. Seed coating as a means of improving crop production. Sixth Calif. Alfalfa Symp., Univ. of Calif. Spec. Pub. 3206:20-27.

Powell, A. A. and S. Mathews. 1988. Seed treatments: development and prospects. Outlook on Agriculture. 17: 93-103.

Roberts, W. O. 1973. Prevention of mineral deficiency by soaking seed in nutrient solution. Journal of Agricultural Science. 38: 458-468.

Robert, E. L., R. E. Naylor, and C. G. Prentice. 1986. Effect of a calcium peroxide seed coating on germination of perennial ryegrass seeds. Ann. appl. Biol. 108: 611-618.

Robert, J. T., K. B. Robert, and Q. C. Robert. 1983. Effect of a calcium peroxide seed coating on the establishment of winter wheat subjected to pre-emergence waterlogging. J. Sci. Food Agric. 34: 1159-1162.

Roos, E. E. and F. D. Moore. 1975. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 573-576.

Roos, E. E. and G. S. Jackson. 1976. Testing coated seed: Germination and moisture absorption properties. *Journal of Seed Technology*. Volume 1, Number 1,(1976):87-95.

Ros, C., R. W. Bell, and P. F. White. 2000. Phosphorus seed coating and soaking for improving seedling growth of *Oryza sativa*(rice) cv. IR66. *Seed Sci. & Technol.*, 28: 391-401.

Schneider, A. 1997. Effects of coating on seed imbibition. 2. Effect of coating rates. *Crop Science*. 37(6): 1850-1857.

Schneider, A. and P. Renault. 1997. Effects of coating on seed imbibition: I. Model estimates of water transport coefficient. *crop Sci*. 37: 1841-1849.

Schneider, A. and P. Renault. 1997. Effects of coating on seed imbibition: II. Effect of coating rates. *Crop Sci*. 37: 1850-1857.

Scott, D. 1975. Effects of seed coating on establishment. *N. Z. J. Agric. Res.* 18: 59-67.

Scott, J. M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy*. 42: 43-83.

Scott, J. M. 1998. Delivering fertilizers through seed coatings. *Journal of Crop Production*. Vol. 1.No. 2(#2): 197-220.

Scott, D. and W. J. Archie. 1978. Sulphur, phosphate and molybdenum coating of legume seed. *Ibid* 21: 643-649.

Scott, J. M. and G. J. Blair. 1988. Phosphorus seed coatings for

pasture species. I. Effect of source and rate of phosphorus on emergence and early growth of phalaris(*Phalaris aquatica* L.) and Lucerne(*Medicago sativa* L.). Aust. J. Agric. Res. 38: 437-445.

Scott, D. and R. J. M. Hay. 1974. Some physical and nutritional effects of seed coating. Proceedings of 12th international Grassland Congress 1(2): 523-531.

Scott, J. M., G. J. Blair, and A. C. Andrews. 1997. The mechanics of coating seeds in a small rotating drum. Seed Science and Technology. 25: 281-292.

Scott, D., W. J. Archie, and R. J. M. Hay. 1992. Effect of sowing method, soil moisture and temperature on establishment from coated grass seed. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 54: 131-133.

Scott, J. M., R. S. Jessop, R. J. Steer, and G. D. McLachlan. 1987. Effects of nutrient seed coating on the emergence of wheat and oats. Fert. Res. 14: 205-217.

Scott, J. M., C. J. Mitchell, and G. J. Blair. 1985. Effect of nutrient seed coating on the emergence and early growth of perennial ryegrass. Australian Journal of Agricultural Research. 36: 221-231.

Sharples, G. C. and J. P. Gentry. 1980. Lettuce emergence from vermiculite seed tablets containing activated carbon and phosphorus. HortScience 15(1): 73-75.

Silcock, R. G. and T. Smith. 1982. Seed coating and localized

application of phosphate for improving seedling growth of grasses on acid, sandy red earths. *Australian Journal of Agricultural Research*. 33: 785-802.

Sithamparanathan, J., M. J. Macfarlane. and S. Richardson. 1986. Effect of treading, herbicides, season, and seed coating on oversown grass and legume establishment in easy North Island hill country. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 14: 173-182.

Sladdin, M. and J. M. Lynch. 1983. Effect of calcium peroxide, lime and other seed coatings on winter wheat establishment under wet conditions. *Crop Protection*. 2: 113-119.

Smid, A. E. and T. E. Bates. 1971. Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed. V. Seed coating compared with banding. *Agronomy Journal*. 63: 380-384.

Stuart, M. C. 1980. The use of hydrophilic polymers as soil amendments to delay the onset of moisture stress in plants. M. S. Thesis. University of Minnesota.

Takao M. M. and S. T. Dexter. 1960. Acceleration of early growth of sugar beet seedlings by coating of seedballs with hydrophilic colloids and nutrients. *Agronomy J.* 52: 269-271.

Taylor, A. G., T. G. Min, and C. A. Mallaber. 1991. Seed coating system to upgrade Brassicaceae seed quality by exploiting sinapine leakage. *Seed Sci. Technol.* 19: 423-433.

Thomson, R. J., R. K. Belford, and R. Q. Cannell. 1983. Effect of a

calcium peroxide seed coating on the establishment of winter wheat subjected to pre-emergence water logging. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34: 1159-1162.

Tonkin, J. H. B. 1984. Pelleting and other presowing treatments. *Advances in Research and Technology of Seeds*. 4: 94-127.

Valk, A. G. 1992. Establishment, colonization and persistence. In *plant succession theory and prediction*. eds. D. C. Glenn-Lewin, R. K. Peet and T. T. Veblen. pp. 60-102, Chapman and Hall, London.

Vartha, E. W. and P. T. P. Clifford. 1969. Surface sowing of coated grass seed in tussock grassland improvement. *Tussock Grasslands and Mountain Lands Institute review*. 16: 45-47.

Vartha, E. W. and P. T. P. Clifford. 1973. Effects of seed coating on establishment and survival of grasses, surfacesown on tussock grasslands. *New Zealand Journal of experimental agriculture*. 1: 39-43.

Vartha, E. W. and P. T. P. Clifford. 1974. Effects of seed coatings on establishment and survival of grasses, surface sown on Tussock grasslands. *New Zealand journal of experimental agriculture* 1: 39-43.

Vulsteke, G., F. V. De Steene, M. De Proft, and P. Meeus. 1994. Seed coating to control pests in peas (*Pisum sativum* L.). *Acta Horticulturae*. 371: 37-44.

Warren, J. E. 1999. Bio-osmopriming tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds for improved stand establishment. *Seed Science & Technology*. 27(2): 489-499.

Wood, D. M. and W. F. Morris. 1990. Ecological constraints to seedling establishment on the pumice plains, Mount St. Helens, Washington. *American Journal of Botany*. 77: 1411-1418.

Wythes, M. 1990. Phosphorus seed coating and its influence on the competitiveness of phalaris sown into weeds. B. Rur. Sc. Honours thesis, University of New England, Armidale, Australia. 85 p.

Young, J. A., B. L. Kay, and R. A. Evans. 1970. Germination of cultivars of *Trifolium subterraneum* L. *Agron. J.* 62: 638-641.

Younger, D. R. and J. M. Gilmore. 1978. Studies with pasture grasses on the black cracking clays of the central Highlands of Queensland. 2. Sowing methods. *Tropical Grasslands*. 12: 162-169.

Zhang, M. C. 1998. Seed germination and seedling dry matter production of canola, barley and wheat as affected by seed-placed KCl and polymer-coated KCl. *Canadian Journal of Soil Science*. 78(4): 611-614.

강점순, 안종길, 손병구, 최영환. 1999. 파종작업의 생력화와 입묘 증진을 위한 상추 종자의 코팅 기술 개발. *대산논총*(7): 67-84.

제 2 절. 종자 피복기술 개발 및 산업화

Akers, S. W., G. A. Berkowitz, and J. Rabin. 1987. Germination of parsley seed primed in aerated solutions of polyethylene glycol. *HortScience* 22: 250-252.

Alvarado, A. D. and K. J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seed. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Sci. & Technol.* 16: 601-612.

Alvarado, A. D. and K. J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seed. II. Influence of a second treatment after storage on germination and field emergence. *Seed Sci. & Technol.* 16: 613-623.

Association of Official Seed Analysis. 1983. Rules for testing seeds. *Proc. Assoc. Seed Anal.* 54:1-112.

Argerich, C. A., K. J. Bradford, and F. M. Ashton. 1990. Influence of seed vigor and preplant herbicides on emergence, growth, and yield of tomato. *HortScience* 25: 288-291.

Baars, J. A., J. A. Douglas, and P. J. T. Allan. 1981. Lucerene establishment on uncultivated pumice hill country in the Central North Island N. Z. *J. Exp. Agric.* 8.

Barratt, B. I. P., W. L. Lowther, and C. M. Ferguson. Seed coating with insecticide to improve oversown white clover (*Trifolium repens* L.) establishment in tussock grassland. 1995. *N. Z. J. Agric. Res.* vol. 38, no. 4: 511-518.

Baxter, L., and L. Waters, Jr. 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111: 31-34.

Berdahl, J. D., and R. E. Barker. 1980. Germination and emergence of Russian wildrye seeds coated with hydrophilic materials. *Agron. J.* 72: 1006-1008.

Bergersen, L. J., J. Brockwell, and J. A. Thomson. 1958. Clover seed pelleted with bentonite and organic materials as an aid to inoculation with nodule bacteria. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 24: 158-160.

Bennett, M. A. 1988. Evaluation of seed coating and priming treatments for stand establishment of processing tomatoes. *Proc. Intern. Conf. Stand Estab. Hort. Crops.* Lancaster, PA. p.51-62

Brinkerhoff, L. A., G. Fink, R. A. Korsten, and D. Swift. 1954. Further studies on the effect of chemical seed treatments on nodulation of legumes. *Plant Dis. Rep.* 38: 393-400.

Brocklehurst, P. A. and J. Dearman. 1983. Interaction between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. *Ann. Appl. Biol.* 102: 577-584.

Brockwell, J. 1962. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. 1. Coating materials, adhesives, and methods of inoculation. *Aust. J. Agric. Res.* 13: 638-649.

Campbell, M. H., and A. R. Gilmour, 1979. Reducing losses of surface-sown seed due to harvesting ants. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.* 19: 706-711.

Carpenter, W. J. 1989. *Salvia splendens* seed pregermination and priming for rapid and uniform plant emergence. *J. Amer. Soc.* 114: 247-250.

Carpenter, W. J. 1990. Priming dusty miller seeds : Role of aeration, temperature, and relative humidity. *HortScience* 25: 299-302.

Carpenter, W. J. and J. F. Boucher. 1991. Priming improves high- temperature

germination of pansy seed. HortScience 26: 541-544.

Dahal, P., K. J. Bradford, and R. A. Jones. 1990. Effects of priming and endosperm Integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. J. Exp. Bot. 41: 1441-1453.

Dawson, J. H. 1981. Selective weed control with EPTC-S-ethyl dipropyllethylcarbarnate treated seed of alfalfa(*medicago sativa*). Weed Sci. 29: 105-110.

Dowling, P. M., R. J. Climents, and J. R. Mcwilliam. 1971. Establishment and survival of pasture species from seed sown on soil surface. Aust. J. Agric, Res. 22: 61-74.

Dowling, P. M. 1978. Effect of seed coatings on the germination, establishment and survival of oversown pasture species at Glen Innes, New South Wales. N. Z. J. of Exp. Agric. 6: 161-166.

Faizah, A. W., W. J. Broughton, and C. K. John. 1980. Rhizobia in tropical legumes growth in coirdust-soil compost. Soil Biol. Biochem. 12: 219-227.

Falloon, R. E. 1980. Fungicide seed treatment of ryegrasses to improve seedling establishment and increase forage yields. N. Z. J. Agric. Res. 23: 385-391.

Falloon, R. E., and R. H. Fletcher. 1983. Increased herbage production from perenial ryegrass following fungicide treatment Lollum perenne, New zealand. N. Z. J. Agric. Sci. 26: 1-6.

Frett, J. J. and W. G. Pill 1989. Germination characteristics of osmotically primed and stored Impatiens seeds. Scientia Horticulturage 40: 171-179.

Gault, R. R., and J. Brockwell. 1980. Studies on seed pelleting as an aid to

legume inoculation. 5. Effects of incorporation of molybdenum compounds in the seed pellet on inoculant survival seeding nodulation and plant growth of lucerne and subterranean clover. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry*. 20: 63-71.

Gray, D., H. R. Rowse, and R.L.K Drew. 1990. A comparison of two large-scale seed priming techniques. *Ann. Appl. Biol.* 116: 611-616.

Gray, D., P. A. Brocklehurst, J.R.A. Steckel, and J. Dearman. 1984. Priming and pregermination of parsnip (*Pastinaca sativa* L.) seed. *J. Hort. Sci.* 59: 101-108.

Hadas, A. 1982. Dormancy and germination. p.507-527. *In* A.A.Khan (ed.). *The Physiology and Biochemistry of Seed Development*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Haigh, A. M. and E.W.R. Barlow. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 202-208.

Haigh, A. M. and E.W.R. Barlow. 1987. Water relations of tomato seed germination. *Aust. J. Plant Physiol.* 114: 485-492.

Hanson, A. D. 1973. Effects of imbibition drying treatments on wheat seeds. *New Phytol.* 72: 1063-1073.

Harris, D. A. 1975. The application of chemicals to seed. *Outlook Agric.* 8: 275-280.

Hathcock, A. L., P. H. Dernoeden, J. J. Murray, and D. J. Wehner. 1984a. Seed germination of tall fescue and kentucky bluegrass as affected by adhesives. *Hortscience* 19: 442-443.

Hathcock, A. L., P. H. Dernoeden, T. R. Turner, and M. S. McIntosh. 1984b. Tall fescue and Kentucky bluegrass response to fertilizer and lime seed

coatings. *Agron. J.* 76: 879-882.

Hatton, W., and A. M. Baker. 1987. Calcium peroxide as a seed coating material for padl rice. II. Chemical and physical requirement of the coating. *Plant Soil* 99: 365-378.

Hay, R. J. M. 1973. The effect of coating and pelleting on germination and establishment of some grasses. M. Ag. Sc. thesis, Univ. of Canterbury, Lincoln college, New Zealand.

Hur, S. N., and C. J. Nelson. 1985. Temperature effects on germination of birdfoot trefoil and seomba di . *Agron. J.* 77: 557-560.

Heydecker, W., J. Higgins, and Y. J. Turner. 1975. Invigoration of seeds? *Seed Sci. Tech.* 5: 881-888.

Heydecker, W., and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance; survey and attempted prognosis. *Seed Sci. Tech.* 5: 353-425.

Hirota, H. 1972a. Studies of surface sowing in grassland establishment with use of pelleted seeds. *J. Jpn. Soc. Grassl. Sci.* 18: 299-309.

Hirota, H. 1972b. Studies of surface sowing in grassland establishment with use of pelleted seeds. *J. Jpn. Soc. Grassl. Sci.* 18: 310-319.

Hur, S. N., and W. F. Hunt. 1993. Improving germination and seedling establishment of chicory. *Proc. Int. Grassl. Congr. Proc.* 17th 1: 135-136. New Zealand.

Jeffs, K. A.(ed.) 1986. "Seed Treatment. " British Crop Protection Council, Bracknell, England.

Jeffs, K. A., and R. J. Tuppen. 1986. Seed Treatment p.17-45. *In* K. A. Jeffs, (ed.) British Crop Protection Council, Bracknell, England.

Kapusta, G., and C. F. Strieker. 1982. Weed control in spring established alfalfa. Prog. Rep. South. Ill. Univ. Belleville Res. Cent.

Khan, A. A. 1977. Preconditioning, germination, and performance of seeds. *In* The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. p. 283-318. North-Holland Pub. Co., New York.

Khan, A. A., A. Szafirowska, and N. H. Peck. 1981. Osmoconditioning of seeds. N. Y. Food and Life Sci. Quart. 13: 9-13.

Khan, A. A., and C. Samimy. 1982. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy. p. 203-241. *In* A. A. Khan(ed.) The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, Netherlands.

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.

Knipe, O. D. 1968. Effects of moisture stress on germination of alkali sacaton, galleta, and blue grama. J. Range Manage. 21: 3-4.

Knott, J. E., and Lorenz, O. A. 1950. Vegetable Production. Adv. Agron. 2: 113-155.

Kunelius, H. T., and Gupta, U. C. 1975. Effects of seed inoculation methods with peat-based rhizobium melizoti on alfalfa. Can. J. Plant Sci. 55: 555-563.

Lachman, L., Lieberman, H. A., and Kanig, J. L. 1970. The Theory and Practice of Industrial Pharmacy. p. 185-403. Lea & Febiger, Philadelphia.

Langer, R. H. M. 1977. Pastures and Pasture Plants : p270-274. A.H&A.W. Reed. Wellington. New Zealand.

Lowther, W. L. 1975. Pelleting material for over-sown clover. *N. Z. J. Exp. Agric.* 3: 121-125.

Lowther, W. L., and A. F. R. Adams. 1974. Interaction of lime and seed pelleting on the nodulation and growth of white clover. *N. Z. J. Agric. Research* 17 : 317-325.

Lush, W. M., R. H. Groves, and P. E. Kaye. 1981. Presowing hydration/dehydration treatments in relation to seed germination and early seedling growth of wheat and ryegrass. *Aust. J. Plant Physiol.* 8: 409-425.

McWilliam, J. R., and P. M. Dowling. 1971. Better establishment from areal seeding. *Rural Res. CSIRO.* 71: 2-6.

Millier, W. F. and R. F. Bensin. 1974. Tailoring pelleted seeds to soil moisture conditions. *N. Y. Food Life Sci. Q.* 7: 20-23.

Miyamoto, T., and S. T. Dexter. 1960. Acceleration of early growth of sugar beet seedlings by coating of seedballs with hydrophilic colloids and nutrients. *Agron. J.* 5: 269-271.

Murray, G. A., J. B. Swensen, and G. Beaver. 1992. Emergence of spring- and summer-planted onions following osmotic priming. *HortScience* 27: 409-410.

Murray, G. A., J. B. Swensen, and J. J. Gallian. 1993. Emergence of sugar beet seedlings at low soil temperature following seed soaking and priming. *HortScience* 28: 31-32.

Norris, D. O. 1972. Seed pelleting to improve nodulation of tropical and subtropical legumes. 4. The effects of various mineral dusts on nodulation of *Desmodium uncinatum*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 12: 152-158.

Norris, D. O. 1973. Seed pelleting to improve nodulation of tropical and

subtropical legumes. 6. The effects of dilute sticker and bauxite pelleting on nodulation of six legumes. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 13: 700-704.

Ollerenshaw, J. H. 1985. Influence of waterlogging on the emergence and growth of *Lolium perenne* L. shoots from seed coated with calcium peroxide. *Plant Soil* 85: 131-144.

Purdy, L. H. 1967. *Fungicide* (D. C. Torgeson, ed.), Vol. 1. p. 195-237. Academic Press, New York.

Rao, S. C., S. W. Akers, and R. M. Ahring. 1987. Priming Brassica seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture conditions. *Crop Sci.* 27: 1050-1053.

Robert, E. L. N., and C. G. Prentice. 1986. Effect of a calcium peroxide seed coating on germination of perennial ryegrass seeds. *Ann. Appl. Biol.* 108: 611-618.

Ryan, J., S. Miyamoto., and J. L. Stroehlein. 1975. Salt and specific ion effects on germination of four grasses. *J. Range Manage.* 28: 61-64.

Samfield, D. M., J. M. Zajicek, and B. G. Cobb. 1991. Rate and uniformity of herbaceous perennial seed germination and emergence as affected by priming. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 10-13.

Samimy, C. and A. A. Khan 1983. Secondary dormancy, growth regulator effects, and embryo growth potential in curly dock (*Rumex crispus*) seeds. *Weed Sci.* 31: 153-158.

Scott, D. 1974. Effects of seed coating on establishment. *N. Z. J. Agric. Res.* 18: 59-67.

Scott, D. 1975a. Effects of seed coating on establishment. *N. Z. J. Agric. Res.* 18: 233-236.

Scott, D. 1975b. Effects of seed coating on establishment. N. Z. J. Agric. Res. 18: 59-67.

Scott, D., and Archie, W. J. 1978. Sulphur, phosphate and molybdenum coating of legume seed. N. Z. J. Agric. Res. 21: 643-649.

Scott, D., and R. J. M. Hay. 1974. Some physical and nutritional effects of seed coating. Proc Int. Grassl. Congr. 12th 1(2): 523-531.

Scott, J. M. 1986. Seed coating as an aid to pasture establishment. Ph. D. thesis, Univ. of New England, Australia.

Scott, J. M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. Adv. Agron. 42: 4-83.

Scott, J. M., and G. J. Blair. 1987. Competition from *Vulpia myuros* L. Gmel. in pastures and its control by coating seeds with herbicides. Aust. J. Exp. Agric. 27: 367-375.

Scott, J. M., and G. J. Blair. 1988. Phosphorus seed coatings for pasture species. I. Effect of source and rate of phosphorus on emergence and early growth of phalaris(*Phalaris aquatica* L.) and lucerne(*Medicago sativa* L.). Aust. J. Agric. Res. 38: 437-445.

Scott, J. M., and G. J. Blair. 1988. Phosphorus seed coatings for pasture species. II. Comparison of effectiveness of phosphorus applied as seed coatings, drilled or broadcast, in promoting early growth of phalaris(*Phalaris aquatica* L.) and lucerne(*Medicago sativa* L.). Aust. J. Agric. Res. 39: 447-456.

Scott, J. M., G. J. Blair, and A. C. Andrews. 1997. The mechanics of coating seed in a small rotating drum. Seed Sci. Tech.(Switzerland). 25(2).

Scott, D., W. J. Archie, and R. J. M. Hay. 1992. Effects of sowing method,

soil moisture and temperature on establishment form coated grass seed. Proc. N. J. Grassl. Assoc. 54: 131-133.

Scott, J. M., C. J. M. Mitchell, and G. J. Blair. 1985. Effect of nutrient seed coating on the emergence and early growth of perennial ryegrass. Aust. J. Agric. Res. 36: 221-231.

Sharples, G. C. 1981. Lettuce seed coatings for enhanced seedling emergence. Hortscience 16: 661-662.

Sharples, G. C., and J. P. Gentry. 1980. Lettuce emergence from vermiculite seed tablets containing activated carbon and phosphorus. Hortscience 15: 73-75.

Sesrs, P. D. 1963. Cyclic patterns within New Zealand grassland farming. Sheep -Farming. Ann. p. 233-246

Silcock, R. G., and F. T. Smith. 1982. Seed coating and localized application of phosphate for improving seedling growth of grasses on acid, sandy red earths. Aust. J. Agric. Res. 33: 785-802.

Sinha, A., and S. R. Gupta. 1982. Effects of osmotic tension and salt stress on germination of three grass species. Plant Soil. 69: 13-19.

Somer, D. A., S. E. Ullrich, and M. F. Ramsay. 1983. Sunflower germination under simulated drought stress. Agron. J. 75: 570-572.

Suckling, F.E.T. 1965. Hill pasture improvement. Newton King Group of Co. and D. S. I. R,N.Z.

Terman, G. L., D. R. Bouldin, and J. R. Lehr. 1958. Calcium phosphate fertilizers: I. Availability to plants and solubility in soils varying in pH. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 22: 25-29.

Valdes, V. M. and K. J. Bradford. 1987. Effects of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 153-156.

Vartha, E. W., and P. T. P. Cliford. 1973a. Effects of seed coating on establishment and survival of grasses, surface-sown on tussock grassland. *N. Z. J. Exp. Agric.* 1: 39-43.

Vartha, E. W., and P. T. P. Cliford. 1973b. Effects of seed coating on establishment and survival of grasses, surface-sown on tussock grassland. *N. Z. J. Exp. Agric.* 1: 181-186.

Watkin, E. M., and J. E. Winch. 1974. An assessment of shallow soil pastures in Ontario. Proj. No. 85045. Rep. of A.R.D.A., Ontario, Canada

White, J. G. H. 1973. Improvement of hill country pastures. P259-290. *In* R.H.M.Langer(ed.). Pasture and pasture plants. A.H.&A.W.Reed, Wellington, New Zealand.

Younger, D. R., and J. M. Gilmore. 1978. Studies with pasture grasses on the black cracking clays of the central highlands of Queensland. 2. Sowing methods. *Trop. Grassl.* 12: 163-169.

강남준. 1994. 고추종자에 있어서 K₃PO₄를 이용한 priming과 침지용액의 PH 조절에 따른 저온 발아촉진에 관한 생화학적 연구. 경상대학교 박사학위 논문.

강점순. 1996. Priming에 의한 토마토 종자의 생리생태학적 변화와 발아 및 내환 경성 증진에 관한 연구. 경상대학교 박사학위 논문.

강점순, 조정래. 1996. 수박종자의 priming 처리가 발아와 유묘생장에 미치는 영향. *한국원예학회지* 37: 12-17.

강점순, 조정래, 정연옥. 1996. 토마토 종자의 priming과 발아기간중의 형태학적

변화. 한국원예학회지 37: 206-213.

강점순, 조정래. 1996. 적정 priming 조건이 토마토 종자의 발아와 유묘생장에 미치는 효과. 한국원예학회지 37: 645-651.

강점순, 조정래. 1996. 프라이밍후 저장온도 및 종자함수량이 토마토 종자의 발아에 미치는 효과. 한국원예학회지 37: 652-656.

권찬호. 2001. CODEX 유기농업과 초지의 역할. 한국초지학회 학술발표회 proceeding. p. 55-76.

김동암, 김길수, 박천서. 1969. Alfalfa의 재배에 관한 연구. 봉소의 시비수준이 Alfalfa의 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시연보 12 : 75-82.

김동암 등. 1987. 초지학총론. 선진문화사. 서울.

김동암 등. 2001. 초지학. 선진문화사. 서울

김정인. 2002. 친환경 농산물 인증제도의 국내·외 현황과 전망. 한국동물자원과학회 학술발표회 proceeding. p. 91-106.

김종관, 권찬호, 한건준, 민두홍, 김종덕, 김동암. 2000. 종자피복이 걸뿌림 목초의 정착과 초기생육에 미치는 영향. 한초지 20(1) : 61-66.

김종관, 권찬호, 김동암. 2000. 피복재료 및 종자의 크기가 걸뿌림 목초의 생육특성에 미치는 영향. 한초지 20(1) : 67-76.

김종관, 권찬호, 민두홍, 한건준, 김종덕, 김동암. 2000. 종자 피복재료 및 걸착제가 걸뿌림 목초의 발아 및 초기생육에 미치는 영향. 동물자원지 42(2) : 235-242.

서성. 2001. 영동 산불 피해지역 초지개량효과. 2001년도 한국초지학회 학술발표회 proceeding pp. 11-25.

성경일. 2001. 21세기 환경친화형 축산으로서 임간초지의 활성화 방향과 과제. 2001년도 한국초지학회 학술발표회 proceeding pp. 29-54.

성낙춘, 박근용, 조재영. 1990. 온도, polyethylene glycol 및 황산처리가 자운영의 발아에 미치는 영향. 한작지. 35: 248-253.

오상집. 2002. 세계 유기축산의 동향과 한국형 유기축산 정착을 위한 기술적 접근. 한국동물자원과학회 학술발표회 proceeding. p. 53-74.

이인덕. 1984. 산지초지 개량에 관한 연구. III. 종자 Coating에 의한 겉뿌림 초지조성. 한초지 4(3) : 194-200.

이효원, 정병룡, 김희경. 1987. 겉뿌린 목초종자의 정착에 관한 연구. I. 각종 증량제 및 미량광물질의 종자피복이 발아에 미치는 영향. 한초지 7(2) : 113-119.

이효원, 김훈기, 김창호. 1990. 겉뿌린 목초종자의 정착에 관한 연구. II. 각종 증량제 피복이 파종목초의 발아, 정착 및 수량에 미치는 영향. 한초지 10(1) : 10-14.

정연옥. 1994. 고추의 초기 발아촉진을 위한 종자 priming의 효과와 이의 생리적 기작에 관한 연구. 경상대학교 박사학위 논문.

정연옥, 조정래. 1994. Priming 처리가 토마토 종자의 품종별 초기발아율과 유묘 출현을 향상에 미치는 영향. 경상대학교 농어촌개발연구소보 13: 47-55.

정연옥, 조정래. 1994. 토마토 종자의 priming 후 저장력 차이와 퇴화처리한 종자의 priming 효과. 경상대학교 농어촌개발연구소보 13: 57-65.

정연옥, 강남준, 조정래, 김재환. 1994. Priming 조건이 토마토 종자의 초기발아율 향상에 미치는 효과. 한국원예학회지 35: 574-580.

정연옥, 조정래. 1995. 토마토 및 고추 종자 coating 재료의 전처리가 발아와 초

기생육에 미치는 영향. 한국원예학회지 36: 185-191.

정연옥, 조정래. 1996. 고추(*Capsicum annuum* L.) 종자의 priming 후 저장온도와 repriming이 발아에 미치는 영향. 한국원예학회지 37: 201-205.

정연옥, 조정래. 1996. 고추(*Capsicum annuum* L.) 종자의 priming 후 건조온도와 기간 및 저장중 종자수분함량이 발아에 미치는 영향. 한국원예학회지 37: 522-525.

조규남. 2002. 유기축산 육성 정책방향. 한국동물자원과학회 학술발표회 proceeding. p. 75-90.

조정래, 박중춘, 강성모, 최영환, 정연옥, 강점순, 강희규, 정헌재, 신원교, 이도현. 1991. 인공씨감자 및 채소종자의 coating 가공법 개발. 과학기술처 특정연구개발 사업.

조정래, 강성모, 정연옥, 강남준, 강점순. 1994. 발아촉진과 임묘율 향상을 위한 채소종자의 priming 및 coating에 관한 연구. 한국과학재단 핵심전문연구과제, KOSEF 921-1500-006-2.

허삼남. 1990. 삼투압 조절이 Italian ryegrass와 수수 종자의 발아에 미치는 영향. 한초지. 10: 121-128.

허삼남. 1991. 삼투압 조절이 불량환경하에서의 Italian ryegrass와 수수의 생산성에 미치는 영향. 한축지 33: 101-105.

허삼남, 박홍석. 1995. 새로운 기법에 의한 치코리의 사료화에 관한 연구. 한초지. 15(4):265-273

허삼남, D. Leung. 1997. 산지초지 개량과 관리에 관한 연구. 한초지. 17(4): 329-344.