

벼 및 배추種子 Pelleting을 위한 物質探索 및 技術開發*

閔 泰 基**

Development of Seed Pelleting Technology for Rice and Cabbage

Tai Gi Min**

ABSTRACT : Seed pelleting have successfully been used in many crops for better crop establishment and for mechanizing seeding process for small crop seeds in developed countries. In this experiment various pelleting materials and binders were tested to get basic information on the shape, hardness and germination of pelleted seeds of cabbage (cv. Seoul Beachoo) and rice (cv: Ilpoom).

PLL-11, paper clay, lime and coal ash were good materials to make smooth shape of the pellets with pelgel and AG-11 as binders, and PLL-11 as material and pelgel and AG-11 as binders were the best among them in consideration of shape and hardness together. The hardness of the pelleted seeds were differed with each other depending on both of the pelleting materials and binders. Pelleted cabbage seeds coated by pelgel as binder with different materials showed lower germination percentge than control in general, but the seeds pelleted by PLL-11 with different binders showed no restraint effects. When the cabbage seed pelleted by PLL-11 with pelgel as binder showed almost same germination percentage as control. The pH and electrical conductivity of the extract from bentonite and zeolite were very higher than other materials tested and germination percentage showed a little lower than control when the cabbage seed planted on the filter paper damped with the extract. As a result, PLL-11 as pelleting material and pelgel and AG-11 as binder appeared the good materials to make pellets of cabbage seeds and rice in consideration of shape, hardness and germination.

Key words : Seed pelleting, Binder, Pelleting material, Cabbage, Rice.

종자의 크기가 작거나 불규칙한 종자는 기계과 종이나 손으로 다루기가 매우 어렵기 때문에, 미국이나 유럽에서는 종자표면에 종자에 영향이 미치지 않는 물질을 코팅하여 그 크기를 인위적으로 크게 만드는 소위 종자 pelleting 기술이 개발되어 응용되고 있다^{1,2,9,10)}. 이와 같은 종자 pelleting 기술은 파종의 생력화나 육묘의 생력화를 위하여

매우 중요한 기술로 간주되고 있으며 우리나라에서도 관심이 고조되고 있다.

농산물 시장의 개방에 따라 국제가격 경쟁에서 우위를 점하기 위하여 모든 농작업이 기계화되어 생력화되는 것이 필수요건이기 때문에 포장에서의 기계과종 및 시설원예 등에서 과종작업도 생력화가 절실히 요구된다. 그러나 우리나라에서는 아

* 이 연구는 1995년 농촌진흥청 특정연구 지원에 의해 이루어진 것임.

** 대구대학교 자연자원대학(College of Natural Resources, Taegu Univ., Kyungsan 712-714, Korea) <96. 8. 2 接受>

직 파종작업의 생력화를 위하여 종자를 pelleting 하는 기술이 전혀 개발되어 있지 않으며 외국기술은 모두 know-how로 기술을 비밀로 하고 있기 때문에 이러한 기술을 축적하여 자체개발하는 일이 절실히 요구된다^{4,7)}.

종자를 pelleting하기 위해서는 기본적으로 pelleting물질, 물질을 종자에 부착토록 하는 접착제(sticker, binder), 그리고 pelleting 기계가 필요하다. Pelleting 방법으로 알려진 것은 분말로 된 pelleting 물질 사이에 종자를 넣어 찍어내는 방법(stamping), pelleting 물질과 접착제를 혼합한 현탁액을 기계 밑에서 분무하면서 종자에 현탁액이 부착되도록 하는 방법(slurry coating), 또는 종자를 기계 내에서 회전시키면서 접착제를 종자에 분무하고 이어서 분말로 된 pelleting 물질을 첨가하는 방법(rolling machine) 등이 있다⁵⁾. 또 보고된 pelleting 물질로는 limestone, chalk, sawdust, sand, clay, cellite, montmorillonite clay, vermiculite, krilium, bentonite caly, calcium carbonate, zeolite, cork, peat 등이 있고, 접착제로는 methyl cellulose, carboxymethyl cellulose(CMC), starch 등이 보고되고 있다^{5,6,11)}.

따라서 본 시험에서는 종자 pelleting의 기초적인 정보를 얻기 위해서 배추 및 벼종자를 대상으로 하여 우선 가장 적합한 pelleting 물질을 탐색하기 위한 실험을 실시하였다.

材料 및 方法

1. 시험재료

시험에 사용된 종자는 배추종자(서울 배추, 장미배추) 및 벼씨(일품벼)이며, 종자 pelleting 재료는 국내에서 구입할 수 있는 광물질 재료로서 clay(대구대 포장에서 채취; 회갈색의 貝岩에서 유래된 대구통) 100 mesh, zeolite, 석고(sukgo), lime, talc, bentonite(Junsei Chemical Co.), PLL-11(200 mesh), paper clay, kaoline, coal ash 등을 사용하였다. 석고는 문방구에서 판매하는 분말을 구입하여 사용하였으며

vermiculite는 원예용으로 사용하는 제품을 구입하여 homogenizer로 분쇄한 후 150 mesh 체로 통과한 분말을 시험에 이용하였다.

Pellet에 사용한 접착제는 수용성으로 CMC(sodium carboxymethyl cellulose, Junsei Co.), pelgel(Natrogen Co.), methylcellulose, AG-11, tween 80, PVP(polyvinyl pyrrolidine), PVA(polyvinyl alcohol) 및 polyox N-10을 이용하였다.

2. Pelleting 방법

Pelleting 기계로는 rolling machine type으로 속도와 기울기가 조절되는 회전 그릇 모양으로 자체 제작하여 사용하였으며, pelleting 방법은 이 회전그릇에 종자를 담고 회전시키면서 접착제를 mist sprayer로 종자에 분무한 후 pellet 물질인 분말을 조금씩 종자에 산포하였다. 또 회전판이 밑에서 회전하고 회전속도를 조절할 수 있는 기계(CF granulator)를 제작하여 동일 과정으로 pelleting 하였으나 본 시험에서 제시된 성적은 rolling machine으로 pelleting 한 것으로만 하였다. Pelleting 물질이 약 1mm가량 coating 되었을 때를 pellet 종자로 보고 pelleting 작업을 끝내고 종자를 약 40℃되는 공기가 순환되는 건조기에서 약 1시간 건조하였다. 건조된 pellet 종자는 4℃ 냉장고에 보관하면서 시료로 이용하였다.

3. Pellet 종자의 특성조사

가. 模樣形成 程度

Pellet종자를 만들었을 때 외형이 거친 것(-), pellet은 형성되나 모양이 매끈하지 않고 울퉁불퉁하거나 pellet이 고르지 않아 상품적인 가치가 없는 것(+) 및 모양이 둥글고 매끈하며 매우 우수한 것(+++) 등으로 나누어 모양형성 정도를 나타내었다.

나. 硬 度

경도를 수치화하기 위하여 硬度計(hardness-meter, 日本 東京木屋製作所)를 이용하였으며, 垂直으로 압박하여 깨어질 때의 압력(kg/cm²)

으로 표시하였다.

다. 發芽率 調査

1) Pellet 종자의 발아율

Pellet 종자의 발아율은 가로×세로×높이가 각각 33×25×8cm인 두께가 달린 plastic 발아상에 paper towel을 두겹 깔고 그 밑에 증류수를 부어 paper towel이 자동으로 흡수되게 한 후 반복당 50립씩 3반복으로 파종하였으며, 이 발아상을 형광등이 24시간 조사되는 약 25℃의 항온실에 두면서 1일 간격으로 발아율을 조사하였다.

2) Pellet 물질의 추출물을 이용한 발아율 조사

Pellet물질:물을 1:5로 희석하여 진탕기에서 약 30분간 심하게 진탕한 후 Whatman No. 2 여지로 추출물을 여과한 후 그 추출물을 이용하여 배추종자의 발아율을 조사하였다. 배추종자는 直徑 9cm의 샤페에 濾紙를 깔고 추출물 15ml을 공급하고 반복당 50립씩 3 반복으로 배추종자를 파종하여 1일 간격으로 발아율을 조사하였다.

라. Pellet 물질 抽出物의 電氣傳導度 및 pH 조사

Pellet물질:물이 1:5로 희석된 용액에서 추출된 추출물에 대하여 전기전도도와 pH를 측정하

였다. 전기전도도는 Oyster conductivity /temperature meter (USA)를 이용하였고, pH는 Corning pH meter 220을 사용하였다.

結果 및 考察

1. Pelleting 종자의 模樣形成

Pellet 종자는 본래의 종자에 물질을 부착시켜 그 크기를 증가시킨 것인데 물질을 부착시키는 과정에서 물질의 종류나 접촉체에 따라서 물질이 잘 부착되지 않거나, 부착되더라도 모양이 불균일하여 상품적 가치가 없는 것, 또는 부착된 물질이 접촉하면 곧 탈락하여 취급이 어려운 것 등 여러 가지 형태의 pellet 종자가 만들어진다. 우선 pelleting 종자로서 바람직한 물리적인 특성은 균일하게 pellet 되어 상품적 가치가 있어야 하며, 다루기에 불편이 없을 정도로 경도가 있어야 한다. 표 1에서는 각 재료와 접착제를 이용하여 pellet 종자를 만들었을 때 모양형성 정도를 나타내었다.

각 접착제의 농도는 점도가 sprayer로 사용 가능하고, pelleting 작업시 점성이 강하여 종자가 기계에 부착되지 않을 정도의 농도를 예비시험에서 선발하여 사용하였다. 그러나 polyox N-10의 경우는 낮은 농도에서도 mist spray가 되지 않아

Table 1. The shape of the pelleted seeds coated by different materials and binders

	CMC ^{a)} (1%)	Pelgel (10%)	Methylcellulose (1%)	AG-11 (8%)	Tween80 (1%)	PVP (1%)	PVA (1%)	Polyox (1%)
Zeolite ^{b)}	+	+	-	+	-	-	-	*
Talc	-	-	-	-	-	-	-	*
Kaoline	+	-	-	-	-	-	-	*
Clay	-	-	-	-	-	-	-	*
Paper clay	++	++	+	-	+	+	+	*
Lime	+	++	+	-	+	+	+	*
PLL-11	+	++	+	++	+	+	+	*
Coal ash	+	++	+	++	+	+	+	*
Bentonite	-	-	-	-	-	-	-	*
Suckgo	-	-+	+	-	-	-	-	*

a) : Binders and concentration b) : Pelleting materials

- : Rough in surface, + : Not rough in surface but uneven size, ++ : Very smooth in surface and even size

* : Unable to spray as mist

spraying 방법으로 pelleting 할 때는 사용이 곤란하였다. 표 1에서 보면 모양형성은 주로 pelleting 재료에 따라 영향이 컸다. 모양형성이 우수한 pelleting 재료와 접착제의 조합을 보면 접착제에서는 pelgel과 AG-11, pelleting 물질로서는 paper clay, Lime, PLL-11 그리고 Coal ash 등이었다.

PLL-11과 AG-11을 이용하여 배추종자와 벼씨의 pelleting 종자 모양은 사진 1과 같다.

2. Pellet 종자의 硬度

모양형성이 우수한 pellet 종자에 사용된 접착제와 물질을 중심으로 다시 경도를 측정하였다. 그림 1에서 pelgel을 접착제로 하고 각 재료별로 pellet 종자를 만들었을 때 경도를 나타내었는데 bentonite나 paper clay가 가장 경도가 강하게 나타났다. Pellet 종자에서 아무리 모양형성이 우수하여도 다루기에 불가능할 정도로 쉽게 깨어진다면 곤란하다. 여기서 경도가 약 1kg 이상이면 손으로 다루기에 불편이 없을 정도로 판단되었다. 경도의 특성에 있어서도 서로 다른 특성을 보였는데 paper clay로 만든 pellet 종자는 압력을 가했을 때 찌그러지는 破壞 樣相을 보였고, bentonite나 PLL-11같은 물질은 깨어지는 樣相으로 破壞되는 특성을 보였다. 따라서 그림 1에서 보이는 경도가 상대적인 비교로 이해될 수 있고, paper

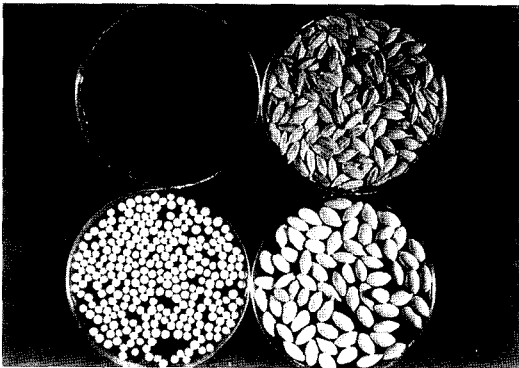


Photo. 1. Bare and pelleted seeds of cabbage and rice coated by PLL-11 with AG-11 as binder (left: cabbage, right: rice).

clay로 만든 pellet 종자는 이 실험에서 사용된 경도계로 측정하기에는 부적합하다고 생각되었다. 따라서 bentonite는 경도는 강하나 모양형성에서 부적합하였고, 모양과 경도가 같이 우수한 물질은 PLL-11과 paper clay로 나타났다. 또 그림 2에서는 PLL-11을 pelleting 재료로 하고 여러 가지 접착제를 이용하여 pelleting 종자를 만들어 경도를 측정하였다. 여기서 경도가 1 이상 되는 접착제로서는 pelgel 과 AG-11이 좋은 것

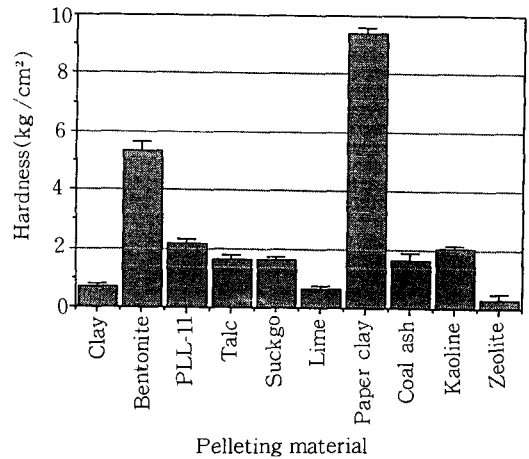


Fig. 1. Hardness of the pelleted seeds depending on the various pelleting materials with pelgel as binder.

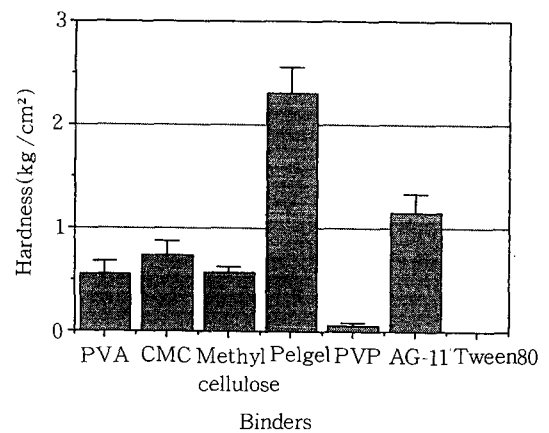


Fig. 2. Hardness of the pelleted seeds depending on PLL-11 as pelleting material with various binders (cabbage cv: Seoul Baechoo).

으로 나타났으며 tween 80의 1%용액으로 pelleting한 종자는 거의 경도가 없어 건드리면 쉽게 깨어졌다. 따라서 경도는 pelleting 물질에 따라서도 영향이 있을 뿐 아니라 접착제에 따라서도 공히 영향이 있음을 알 수 있었다. 결론적으로 본 시험에서 공시한 물질 중에서 모양형성과 경도가 아울러 우수한 pelleting 물질은 PLL-11이고, 접착제로는 pelgel과 AG-11로 나타났다.

3. Pelleting 種子の 發芽

Pelgel을 접착제로 하고 여러 가지 pelleting 물질로 pelleting한 배추종자의 발아를 그림 3에 나타내었다. 여러 가지 pelleting 물질에 따라 발아속도나 발아율에서 심한 차이를 나타내었다. 접착제는 동일하나 pellet 재료에 따라 발아반응이 매우 다르게 나타나므로 pelleting 물질이 발아에 영향을 준다는 사실로 이해될 수 있다. 발아시험에서도 pellet 물질 중 PLL-11이 가장 우수한 것으로 나타났다. 또 PLL-11이 가장 좋게 나타났으므로 PLL-11을 pelleting 물질로 하고 접착제의 영향을 보기 위해서 여러 가지 다른 접착제를 이용하여 pellet 종자를 만든 후 발아시험을 하였다. 그림 4에서 보는 바와 같이 접착제에 의해서는 발아에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 결국 pelleting 물질이 발아저해에 주요 원인이 되는 것으로 나타났기 때문에 pellet 물질을 진탕한 후 그 추출물을 이용하여 배추종자를 파종한 결과 발아는 그림 5와 같다. 즉, bentonite와 zeolite에서 추출된 용액에서 약간의 발아저해가 보였으나 다른 추출물에서는 거의 저해현상이 나타나지 않았다. 배추종자 pelleting 시험에서 좋은 발아율을 보였던 PLL-11과 AG-11을 이용하여 pelleting한 범씨(일품벼)에서도 무처리와 99.3%, pellet 범씨도 99.3%로 발아에 지장이 없었다. 배추종자 및 범씨 pelleting 종자의 발아모습은 사진 2와 같다.

4. Pelleting 물질의 電氣傳導度 및 酸度

Pelleting 물질로부터 발아저해의 원인이 나타나므로 그 원인을 찾고자 우선 pelleting 물질의 추출물에 대한 酸度和 電氣傳導度を 측정하였다

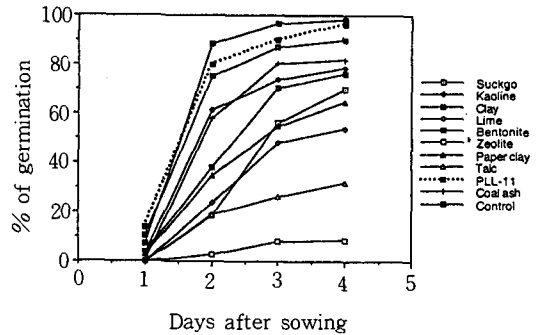


Fig. 3. Germination of the pelleted seeds coated by various materials with pelgel as binder (cabbage cv: Seoul Baechoo).

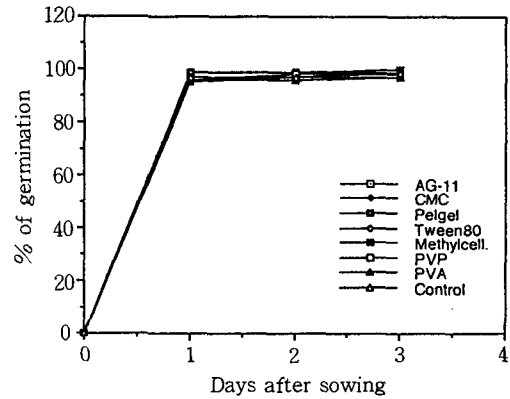


Fig. 4. Germination of the pelleted seeds coated by PLL-11 with various binders (cabbage cv: Jangmi).

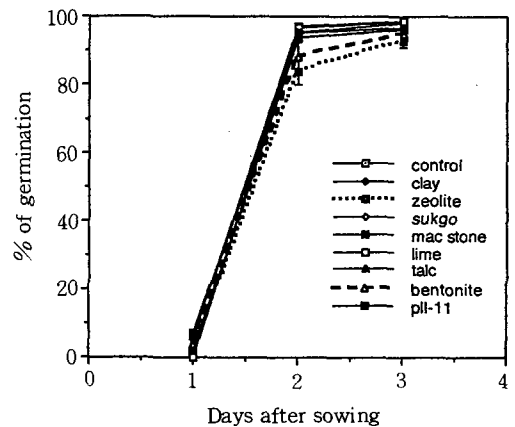


Fig. 5. Germination of cabbage seeds planted on the filter paper damped with the extract of the pelleting materials (cabbage cv: Jangmi).

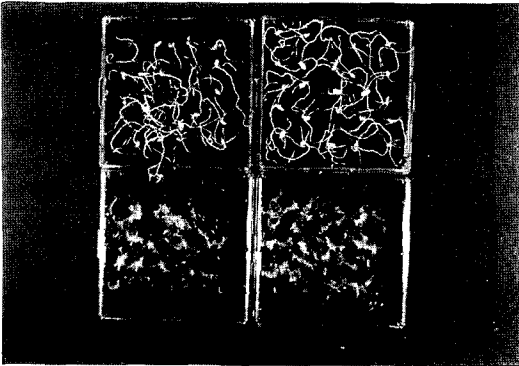


Photo. 2. Germination of rice (cv: Ilpoom) and cabbage (cv: Seoul Baechoo) compare with bare and pelleting seeds.
(upper left: rice bare, upper right: rice pelleting, down left: cabbage bare, down right: cabbage pelleting seeds)

Table 2. The pH and electrical conductivity of extract of the pelleting materials

Pelleting material	Electrical conductivity	pH
	mS	
Clay	26.5	6.1
Zeolite	141.9	10.3
Suckgo	33.9	6.7
Lime	35.4	6.8
Talc	37.7	6.7
Bentonite	75.2	10.0
PLL-11	26.5	7.0

(표 2).

酸도에 있어서 zeolite와 bentonite의 pH가 10 이상으로 높게 나타났으며 電氣傳導度도 동일하게 높게 나타났다. 따라서 그림 5의 pelleting 물질 추출용액에 의한 발아시험에서 zeolite와 bentonite의 추출물에서 약간의 발아저해가 있었던 것은 높은 pH와 電氣傳導度에 의한 것이 아닌가 추측된다.

종합적으로 고찰해 볼 때 pelleting 종자의 발아저해 원인은 주로 pelleting 물질에 기인하는 것으로 나타났으며, pelleting 물질의 酸度나 電

氣傳導度도 어느 정도 영향이 있는 것으로 보인다. 그러나 그림 3에서 보듯이 pelleting 물질에 따라 발아저해 현상이 다양하게 나타나고 있으므로 이러한 발아저해 원인을 酸度나 電氣傳導度 만으로는 설명할 수 없다. Durrant와 Loads³⁾는 clay를 이용한 사탕무 pelleting 종자에서 발아저해 요인이 종자내 산소투과가 어렵기 때문이라고 하였으며, Millier⁶⁾는 두껍게 pelleting 했을 경우 발아저해가 더욱 심하였다고 보고한 바 있다. 또 민⁸⁾등의 담배종자 pelleting 시험에서는 bentonite로 만든 pelleting 종자에서 발아저해 현상이 크게 나타나지 않아 작물종자의 종류에 따라서도 발아 반응의 차이를 나타내고 있다. 따라서 발아저해요인은 pelleting 물질이 물을 흡수했을 때 산소의 투과문제, 작물종자의 특성, 또는 pelleting 물질의 물리적인 특성 등 복합적인 요인에 의하여 유발된다고 볼 수 있다. 앞으로 pelleting 물질의 발아저해요인을 물질별로 더욱 연구하여 이해하는 것이 pelleting 종자를 만드는 데 있어서 주요한 기초지식이 될 것이다.

摘 要

기계화 파종으로 파종작업의 생력화를 위하여 배추종자 및 벼씨 pelleting에 대해서 pelleting 물질과 접착제에 대한 기초적인 시험을 실시하였다. 그 중 pelleting 재료와 접착제에 따른 pellet의 模樣形成, 硬度, 發芽에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Pellet 종자의 모양형성은 접착제를 pelgel, AG-11을 사용하고 재료로는 paper clay, lime, PLL-11, coal ash 등을 사용할 때 가장 우수하였다.
2. Pellet 종자의 경도는 pelleting 물질에 따라, 또는 접착제의 종류에 따라 공히 영향이 컸다.
3. 모양형성과 경도를 함께 고려할 때 가장 우수한 pelleting 재료는 PLL-11 및 paper clay이었고, 접착제로는 pelgel과 AG-11이었다.
4. Pelgel을 접착제로 하고 여러 가지 재료를 이용한 pellet 종자의 발아는 대체적으로 다양한

발아저해 현상을 보였으나 PLL-11을 재료로 하고 여러 가지 접착제로 pelleting한 종자에서는 발아에 지장이 없었다. 그 중 PLL-11을 재료로 한 pellet 종자에서 가장 발아율이 우수하였고 zeolite를 재료로 한 종자에서 발아억제 현상이 가장 심했다.

5. AG-11과 PLL-11을 재료로 한 볏씨 pelleting 종자의 발아는 무처리와 같았다.
6. PLL-11을 재료로 하고 여러 가지 접착제를 이용한 pellet 종자에서는 발아저해가 거의 나타나지 않았다.
7. Pellet 물질의 추출물을 이용한 발아에서 zeolite와 bentonite 추출물에서 약간의 발아저해 현상이 나타났다.
8. Pellet 물질의 추출물 酸度는 zeolite와 bentonite에서 가장 높았고, 電氣傳導度도 역시 zeolite와 bentonite에서 가장 높았다.

mination and emergence of sugar-beet seed. *Seed Sci. & Technol.* 14:343-353.

4. Johson, J. 1975. New developments in seed pelleting and seed coating, with special reference to rangeland improvement. *Outlook on Agric.* 9:281-283.
5. Longden, P. C. 1975. Sugar beet seed pelleting. *ADAS Q. REV.* 18:73-80
6. Millier, W. F. and R. F. Bensin. 1974. Tailoring pelleted seed to soil moisture conditions. *New York's Food & Life Sci.* 7:20-23.
7. 민태기, 이윤환. 1983. 피복재료가 품종별 연초 피복종자의 발아에 미치는 영향. *한국작물학회지* 28(1):139-143.
8. 민태기, 박민숙, 이석순. 1996. 성형재료에 따른 담배 펠렛종자의 물리적 특성과 발아율. *한국작물학회지* 41(5) : 535-541.
9. Robinson, F. E., K. S. Mayberry and J. Jr. Hunter. 1975. Emergence and yield of lettuce from coated seed. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* 18(4):650-653.
10. Robinson, F. E. and K. S. Mayberry. 1976. Seed coating, precision planting and sprinkler irrigation for optimum stand establishment. *Agron. J.* 68:694-695.
11. Taylor, A. G. and G. E. Harman. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Ann. Rev. Phytopathol.* 28:321-339.

引用文獻

1. Burris, J. S., A. H. Wahab and O. T. Edje. 1977. Effect of seed size on seedling performance in soybeans. *Proc. Amer. Soc. Crop Sci.* 11:492-496.
2. Bulan, P. 1991. Some effect of seed coating and aging treatments on soybean germination and emergence. Mississippi State Univ. Ph.D Thesis.
3. Durrant, M. J. and A. H. Loads. 1986. The effect of pellet structure on the ger-