

## 더덕 종자의 펠렛팅을 위한 소재 탐색 및 기술개발

최경구\* · 이윤수\*\* · 차광호\*\*\*†

\*전북대학교 농업생명과학대학, \*\*강원대학교 농업생명과학대학  
\*\*\*전북대학교 농업과학기술연구소, †(주)비아이지 중앙연구소

### Selection and Technical Development for Seed Pelleting Material of *Codonopsis lanceolata* Trautv.

Kyeong Gu Choi\*, Youn Su Lee\*\*, and Kwang Ho Cha\*\*\*†

\*College of Agriculture and Life Sci., Chonbuk Natl. University, Jeonju 561-756, Korea.

\*\*College of Agriculture and Life Sci., Kangwon Natl. University, Chuncheon 200-701, Korea.

\*\*\*Institute of Agricultural Science & Technology, Chonbuk Natl. University, Jeonju 561-756, Korea.

†The Central Research Institute for Microorganism Resources, BIG Co., Ltd., Daejeon 306-230, Korea.

**ABSTRACT :** This study was conducted to select *Codonopsis lanceolata* seed's new pelleting particulate materials and adhesives. Different adhesives (Polyvinyl alcohol (PVA), Carboxymethyl cellulose (CMC), Polyvinyl pyrrolidone (PVP), Xanthan gum (XG), Arabic gum (AG)) and particulate materials (Illite, Diatomite, Pyrophyllite + Illite + Diatomite (PID), Pyrophyllite + Illite + Talc (PIT), Bentonite + Talc (BT)) were tested for seed pelleting. PID for *Codonopsis lanceolata* seed pelleting appeared to be the best particulate material. Among the pelleting adhesives, PVP was the best adhesive for seed pelleting, and the optimum concentration for germination of pelleting seed was 1%. Germination rate of the pelleted seeds treated with PID particulate material and PVP adhesive was higher (86.8%) than those of raw seeds (85.5%). T<sub>50</sub> and MDG of pelleted *Codonopsis lanceolata* seed required five and eight days at soil moisture content of 50%, respectively.

**Key words :** Seed pelleting, T<sub>50</sub>, MDG, *Codonopsis lanceolata*

## 서 언

더덕은 옛부터 한방에서 최유 (催乳), 거담, 패혈제거, 강장 약으로 해소, 기관지염, 해독 (배농, 종독), 거위, 건비, 보혈, 식용증진, 인삼대용으로 많이 쓰이며, 약용작물로는 인삼, 당귀, 도라지, 황기, 작약 다음으로 6위 작물로 부상하였고 최근 일반인들의 기호도가 높아져 자연건강 식품으로 수요가 급증함에 따라 면적도 점차 증가하고 있다.

현재 우리나라의 농업은 급속한 산업화로 농촌의 노동력이 부족한 상태이고, 노동임금이 급격히 상승되고 있어 작물재배의 생력화가 절실히 요구된다 (Yoon *et al.*, 2001). 더덕 종자의 성상은 부정형으로 가볍고 미세하여 파종시 산파에 의한 종자 손실이 클 뿐만 아니라 입모후 잡초 발생에 의한 제초 관리가 어려워 재배 농가에서 어려움이 많다. 종자 펠렛팅은 토양의 발아 미세환경을 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 기계화 점파 및 멀칭 재배가 가능해 제초문제를 해결할 수 있는

경제적인 종자 처리법이다 (Halsey & White *et al.*, 1985; Min, 1996; Cho *et al.*, 2000; Dadlani *et al.*, 1992; Kang, 2002; Park *et al.*, 1999). 미국이나 일본, 유럽에서는 미세종자나 부정형 종자는 기계 또는 손파종시 취급하기 어렵기 때문에 종자 펠렛팅을 통한 재배가 상용화 되고 있으나 우리나라에서는 파종작업의 생력화를 위하여 종자를 펠렛팅 하는 기술이 대학 및 연구 기관을 통해 연구수준에 머물고 있다. 또한 국내에서의 약용작물 종자처리기술은 종피파열, priming, 종피연화, 생장조절제와 같이 4가지로 연구되었고 (Kang *et al.*, 2004) 종자 펠렛팅에 대한 실용적인 연구는 부족한 실정이다.

펠렛팅 종자는 종자 표면에 피복물질을 투입하고 접착물질을 동시에 분무하여 종자주위에 피복물질을 부착시켜 크기를 증가시킨 것으로 펠렛팅 재료 (피복소재 + 접착소재)의 물리 화학적 특성에 따라서 펠렛팅 종자 형태가 불균일 하거나 상품성이 없는 펠렛팅 종자가 생산될 수 있으며 펠렛팅 종자 형태가 균일하더라도 발아를 저해하는 소재는 적합하지 않다. 또

†Corresponding author: (Phone) +82-42-934-8154 (E-mail) cha5704@empal.com

Received January 4, 2006 / Accepted June 29, 2006

한 실용적으로 이용되기 위해서는 가격이 저렴하고 토양에 환경친화적이어야 하며 작업이 용이한 소재이어야 한다 (Roos & Moore *et al.*, 1975; Scott, 1989).

본 연구는 다양한 접착소재를 농도별 혹은 상호 조합 (1:1) 을 통하여 더덕 종자의 발아에 안정한 접착소재를 선발하였다. 또한 펠렛팅 종자 제조후 수분흡수력, 경도등 물리적 특성을 조사하였으며, 다양한 토양수분조건에서의 발아율을 조사하여 더덕을 비롯한 각종 약용작물 펠렛팅 종자의 기초 연구 자료로 활용하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

더덕 종자는 강원도 태기산 더덕 농가로부터 분양받아 사용하였다. 펠렛팅을 위한 접착소재 선별 조합은 PVA (polyvinyl alcohol), CMC (carboxymethyl cellulose), PVP (polyvinyl pyrrolidone), XG (xanthan gum), AG (arabic gum)등을 dH<sub>2</sub>O 에 1% 농도로 희석하여 사용하였다. 펠렛 피복소재 조합은 Illite, Diatomite, Pyrophyllite + Illite + Diatomite (PID), Pyrophyllite + Illite + Talc (PIT), Bentonite + Talc (BT) 등이며 중량비 (w/w)를 1:1혹은 1:1:1 비율로 혼합하였으며, 기타 CaO<sub>2</sub>와 고흡수제를 피복소재 중량 대비 각각 0.5% 씩 첨가하여 피복소재와 최종적으로 ribbon-mixer를 이용하여 30분간 혼합하여 사용하였다. 또한 접착소재의 농도와 종류 및 피복소재 조합은 예비실험 결과 효과적이었던 결과를 토대로 선정하였다 (data not shown). 더덕종자의 입모을 향상을 위해 Kang *et al.* (1998)의 방법으로 priming 처리 후 종자 펠렛팅에 이용하였다.

종자 펠렛팅에 사용된 펠렛화 기계는 원형의 pan으로 자체 제작하여 회전속도 조절이 가능하고 회전 pan의 경사도를 조절할 수 있는 기계를 이용하였으며 펠렛팅 방법은 Scott *et al.* (1997)의 처리에 따랐으며 펠렛팅 종자 크기는 3 mm로 선별하여 사용하였다.

피복소재에 따른 펠렛팅 종자의 경도는 자체 제작한 경도계를 이용하여 측정하였으며, 압력이 가해진 후 펠렛팅 종자 표면에 1 mm 이상 크랙 혹은 파열정도에 따라 최대하중 (kg/cm<sup>2</sup>)으로 표시하였다. 균일도는 1차적으로 펠렛 종자 제조중 선별기를 이용하였고, 2차적으로는 건조 후 버니어 캘리퍼스를 이용하였다. 조사방법은 표본시료에서 무작위 추출하여 10반복으로 조사하였다.

펠렛팅 종자의 수분 흡수력 측정은 직경 9 cm petridish에 20 ml의 물을 담고 펠렛팅 종자 100립씩을 침지시킨 후 시간별 수분 흡수력을 수분 측정기로 측정하여 흡수된 수분량을 계산하였다. 토양의 수분 함수량이 펠렛팅 종자의 유효출현에 미치는 영향을 조사하기 위하여 펠렛팅 종자를 포장용수량 50%, 70%, 90%로 조정된 각각의 상토 (Berger社, Canada)를 채운 file box (30.5 cm×23.5 cm×4 cm)에 파종거리 2 cm

×3 cm로 100립씩 파종하여 출아율을 조사하였다. 발아율은 직경 15 cm의 petridish (Falcon, USA)에 filter paper를 깔고 증류수 9 ml을 넣고 펠렛팅 종자 100립을 치상하여 20°C 항온기에서 조사하였다. 발아율 시험은 완전임의배치 4반복으로 하였으며 조사기준은 유근이 1.0 mm 이상 돌출된것을 정상발아한 것으로 인정하였다. 최종발아율에 대한 50% 발아에 소요되는 일수 (T<sub>50</sub>)는 다음의 공식을 이용하여 조사하였다.

$$T_{50} = T_i + \frac{(N+1)/2 - N_i}{(N_j - N_i)} \times (T_j - T_i)$$

N: 최종 발아조사기간까지 발아된 전체 종자수  
 N<sub>i</sub>: N에 대한 50% 직전까지 발아된 종자수의 합계  
 N<sub>j</sub>: N에 대한 50% 직후에 발아된 종자수의 합계  
 T<sub>i</sub>: N<sub>i</sub> 시점까지 소요된 발아기간  
 T<sub>j</sub>: N<sub>j</sub> 시점까지 소요된 발아기간  
 단, N<sub>i</sub> < (N+1)/2 < N<sub>j</sub> 이어야 한다.

평균 발아소요일수 (MDG)는 다음과 같은 공식을 이용하였다.

$$MDG = \frac{\sum (Gt \times Dt)}{\sum Gt}$$

Gt: t 시간당 종자 발아립수, Dt: 발아 소요일수

### 결과 및 고찰

#### 1. 피복소재조합에 따른 펠렛팅 종자의 발아율

다양한 피복소재를 이용한 펠렛팅 종자의 발아율은 PID처리조합에서 가장 높았으며 Illite, PIT, Diatomite, BT 순으로 높게 나타났다 (Table 1). 접착소재는 PVP처리가 가장 발아율이 높았으며 PVA, XG, CMC, AG 순으로 높게 나타났다. 피복소재 PID와 접착소재 PVP 처리에서 86.8%의 발아율을 나타내 나종자 85.5%보다 높았으나 유의성은 없었다. 조 등 (1998)은 펠렛팅 종자가 발아하여 어린 싹이 피복물질을 뚫고 자라기 위해서는 피복소재가 너무 강하게 접착되어서도 안되며 수분에 적당히 용해되면서 종자와의 친화성이 있어야 한다고 보고하였다. 펠렛팅 종자의 발아는 피복소재의 입자 결합력과 접착소재의 종류에 따라 차이가 많다고 하였으며 (Millier & Bensin, 1974), Hirota (1972)는 *Vicia villosa* 펠렛종자의 발아율이 Diatomite 피복소재에 methyl cellulose와 arabic gum의 접착소재 처리 조합에서 가장 높았다고 하였으나, 본 실험의 더덕 펠렛종자의 발아율은 Diatomite 피복소재에 Carboxymethyl cellulose와 arabic gum의 접착소재 처리조합이 오히려 낮게 나타나 작물별 펠렛팅을 위한 피복·접착소재 차이가 있는 것으로 생각된다.

#### 2. 펠렛팅 종자의 물리적 특성

더덕은 PID 처리구가 성형율이 가장 좋았고 강도는 I 단독

**Table 1.** Effect of pelleting materials and adhesives on the germination of pelleted *Codonopsis lanceolata* seed.

| Treatment      | Germination (%)  |        |        |        |        |
|----------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
|                | PVA <sup>†</sup> | PVP    | XG     | AG     | CMC    |
| I <sup>‡</sup> | 82.7 ab*         | 83.1 b | 81.2 a | 75.8 c | 73.8 c |
| PIT            | 80.6 c           | 81.8 b | 76.3 b | 71.9 d | 71.0 d |
| PID            | 84.4 a           | 86.8 a | 70.7 d | 78.3 b | 79.2 b |
| D              | 78.2 d           | 78.7 c | 73.5 c | 72.6 d | 71.1 d |
| BT             | 76.7 e           | 72.5 d | 73.5 c | 72.7 d | 73.2 c |
| raw seed       | 83.6 a           | 85.5 a | 81.1 a | 82.8 a | 85.9 a |

<sup>†</sup>I: Illite, PIT: Pyrophyllite + Illite + Talc, PID: Pyrophyllite + Illite + Diatomite, D: Diatomite, BT: Bentonite + Talc.

<sup>‡</sup>PVA: Polyvinyl alcohol, PVP: Polyvinyl pyrrolidone, XG: Xanthan gum, AG: Arabic gum, CMC: Carboxymethyl cellulose.

\* DMRT (5%).

**Table 2.** Physical properties and uniformity of pelleted *Codonopsis lanceolata* seed.

| Treatment | Physical properties of pelleting seed |                                |              |                 |      |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------|-----------------|------|
|           | Pelleting handling                    | Hardness (kg/cm <sup>2</sup> ) | Crack type   | Crack time (hr) | Dust |
| I         | *** <sup>†</sup>                      | 516 ± 71.2                     | melt         | 2               | -    |
| PIT       | ***                                   | 371 ± 38.2                     | swell + melt | 1.4             | +    |
| PID       | *****                                 | 448 ± 07.95                    | split        | 0.8             | -    |
| D         | ****                                  | 210 ± 15.7                     | swell + melt | 0.4             | +    |
| BT        | ***                                   | 308 ± 27.7                     | swell        | 0.8             | ++   |

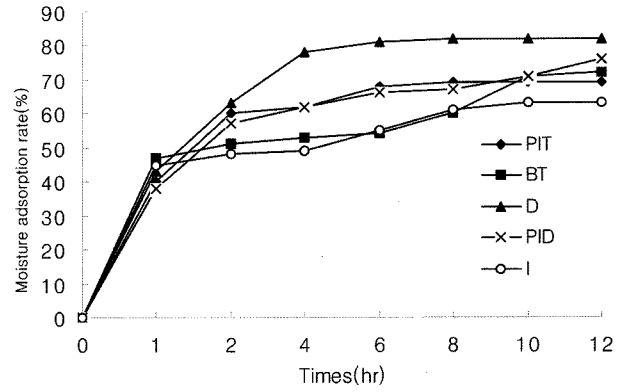
<sup>†</sup>\*\*\*\*\*: very good, \*\*\*\*: good, \*\*\*: middle, \*\*: bad, \*: very bad

처리가 가장 높았다 (Table 2.). Illite는 종자 펠leting 성형율이 좋지 않아 펠leting 성형 pan내 종자 rolling 시간이 길어져 강도가 높게 나온 것으로 생각된다.

피복소재 조합에 따른 펠leting 종자의 발아율이 대체로 PID 처리구에서 가장 높았는데 펠leting 종자의 물리적 특성의 균열 형태와 연관지어 생각해볼때 melt형의 피복소재 조합은 수분 접촉 후 허물어져 종자표면 주위를 감싸게 되어 주위의 산소 공급을 차단시켜 발아율이 떨어지는 원인이 되며 swell형도 유사한 경향을 나타내었고 split형의 피복소재 조합이 펠leting 종자가 1/2로 갈라지면서 나종자의 수분흡수 및 산소투과를 용이하게 조장할 수 있어 펠leting 종자의 발아에 가장 좋았던 것으로 생각된다.

**3. 펠leting 종자의 수분 흡수력 측정**

펠leting 종자의 수분흡수는 1시간 경과시 BT 처리가 가장 빨리 흡수하여 48%의 수분 흡수력을 나타냈으며 4시간 경과시 Diatomite의 처리구에서 약 80%정도의 수분 흡수율을 나



**Fig. 1.** Comparison of moisture adsorption rate among different pelleting particulate materials.

타내어 가장 높은 수분 흡수력을 보였다 (Fig. 1). 그러나 수분흡수력이 높은 Diatomite가 피복소재로 처리된 펠leting 종자의 발아율이 높지 않았는데 이는 펠leting 종자가 수분 접촉후 Diatomite가 과도한 수분을 보유하고 있어 종피의 투수·투기성을 저하시켜 발아율을 떨어뜨린 것으로 생각된다. 한편 PID 처리구의 수분흡수 양상은 S형의 수분 흡수력을 보였다.

**4. 토양함수율에 따른 펠leting 종자의 발아율**

토양함수율이 50% 조건에 파종된 펠leting 종자의 출현율은 PID 처리가 83.7%로 다른 처리에 비해 출현율이 높았으며 (Table 3), 나종자 파종에서보다도 약간 높았는데 이는 종자 펠leting 소재중 고흡수제에 의한 수분 유지가 종자 발아를 조장한 결과로 생각된다. 한편, 출현속도는 피복소재에 따라 차이를 보였는데 BT 처리에서 T<sub>50</sub>과 MDG가 각각 5.5일과 9.4일로 가장 불량하였으며 PID 처리 종자는 5.0일과 8.2일이 소요되어 T<sub>50</sub>과 MDG가 각각 0.5일, 1.2일 단축되었다.

토양함수율이 90%인 조건에 파종된 펠leting 종자의 출현율은 PID 처리에서 89.3%로 다른 처리에 비해 출현율이 높았으며, 출현속도 또한 T<sub>50</sub>과 MDG가 각각 4.8일과 7.3일 소요되었다. 수분함량이 높을수록 펠leting 종자의 출현율은 높게 나타났으며 T<sub>50</sub>과 MDG는 단축되는 경향이였다. 이와 같이 미세종자이면서 가벼운 더덕종자를 펠leting 할 경우 나종자와 발아율 차이가 없으면서 생력재배를 위한 기계화 파종이 가능할 것으로 사료된다.

**적 요**

더덕 종자의 파종시 산파에 의한 종자 손실이 클 뿐만 아니라 입모 후 잡초 발생에 의한 제초 관리가 어려워 재배 능가에서 어려움이 많아 발아 미세환경을 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 기계화 점파 및 멀칭 재배가 가능하고 제초문제를 해결할 수 있는 더덕 종자 펠leting 연구를 실시하였던 바 그 결

**Table 3.** Effect of soil moisture content on seed germination, T<sub>50</sub> and MDG of pelleted *Codonopsis lanceolata* seed.

| Soil moisture content | Treatment      | Germination (%) | T <sub>50</sub> (days) | MDG <sup>†</sup> (days) |
|-----------------------|----------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 50%                   | I <sup>‡</sup> | 78.8 c*         | 5.2 b                  | 9.3 a                   |
|                       | PIT            | 81.5 b          | 5.1 c                  | 9.0 b                   |
|                       | PID            | 83.7 a          | 5.0 d                  | 8.2 e                   |
|                       | D              | 81.5 b          | 5.1 c                  | 8.6 c                   |
|                       | BT             | 70.3 d          | 5.5 a                  | 9.4 a                   |
|                       | raw seed       | 83.0 a          | 5.0 d                  | 8.3 d                   |
| 70%                   | I              | 81.5 c          | 5.1 b                  | 9.1 a                   |
|                       | PIT            | 83.5 b          | 5.0 c                  | 8.8 b                   |
|                       | PID            | 88.3 a          | 4.9 c                  | 8.0 d                   |
|                       | D              | 81.4 c          | 5.1 b                  | 8.6 c                   |
|                       | BT             | 72.8 d          | 5.5 a                  | 9.2 a                   |
|                       | raw seed       | 88.5 a          | 4.9 cd                 | 8.0 d                   |
| 90%                   | I              | 81.9 c          | 5.0 c                  | 7.8 b                   |
|                       | PIT            | 85.4 b          | 4.9 d                  | 7.7 b                   |
|                       | PID            | 89.3 a          | 4.8 e                  | 7.3 c                   |
|                       | D              | 79.7 c          | 5.0 b                  | 8.0 b                   |
|                       | BT             | 79.4 c          | 5.4 a                  | 8.4 a                   |
|                       | raw seed       | 89.6 a          | 4.8 e                  | 7.2 c                   |

<sup>†</sup>MDG : Mean days to germination.

<sup>‡</sup>I: Illite, PIT: Pyrophyllite + Illite + Talc, PID: Pyrophyllite + Illite + Diatomite, D: Diatomite, BT: Bentonite + Talc.

\*DMRT (5%).

과를 요약하면 다음과 같다.

다양한 피복물질을 이용한 펠렛팅 종자의 발아율은 PID 처리가 가장 높았으며 Illite, PIT, Diatomite, BT 순으로 높게 나타났다. 접착물질은 PVP 처리가 가장 발아율이 높았으며 PVA, XG, CMC, AG 순으로 높게 나타났다. 펠렛팅 종자의 피복소재별 성형율, 강도는 PID가 가장 좋았으며, 발아율에 가장 좋은 물리적 특성은 수분 접촉시 split 형의 1/2 균열이 생기고 수분 흡수력은 S자형의 흡수 양상을 보였다. 토양함수량에 따른 발아율은 50% 조건에서 PID처리가 가장 좋았으며, 수분함수량이 높을 수록 펠렛팅 종자의 발아율은 증가되는 경향이였다.

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원으로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## LITERATURE CITED

- Cho SK, Seo HY, Oh YB, Lee ET, Choi IH, Jang YS, Song YS, Min TG** (2000) Selection of coating materials and binders for pelleting onion (*Allium cepa* L.) seed. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:593-597.
- Dadlani M, Shenoy VV, Seshu DV** (1992) Seed coating to improve stand establishment in rice. Seed Sci. Technol. 20: 307-313.
- Halsey LH, White JM** (1985) Influence of raw and coated seed on production of carrots in relation to seeder device. HortScience 15:142-144.
- Hirota H** (1972) Studies of surface sowing in grassland establishment with use of pelleted seeds. J. Jpn. Soc. Grassl. Sci. 18:299-309.
- Kang JH, Park JS, Kim YG** (1998) Effect of GA<sub>3</sub> and light quality on seed germination in three *Campanulan* plants. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 5(3):169-176.
- Kang JH, Shim DO, Jeong JI** (2001) Effect of seed treatment for promoting seedling emergence of *codonopsis lanceolata* Trautv. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 9(1):68-75.
- Kang JH, Yoon SY, Jeon SH** (2004) Analysis on practicality of seed treatment for medicinal plants published in korean scientific journals. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 12(4):328-341.
- Kang JS** (2002) Selection of binder and solid materials for pelleting welsh onion (*Allium fistulosum* L.) seeds. Kor. J. Life Sci. 12:721-730.
- Millier WF, Bensin RF** (1974) Tailoring pelleted seed coatings to soil moisture conditions. New York's Food Life Sci. 7:20-23.
- Min TG** (1996) Development of seed pelleting technology for rice and cabbage. Kor. J. Crop Sci. 41:678-684.
- Park CH, Shim KB, Kim MK, Park CG, Seong NS** (1999) Germination of pelleted seeds in *Rehmannia glutinosa* Libosch. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 7(3):213-217.
- Roos EE, Moore ED** (1975) Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in green-house soil tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:573-576.
- Scott JM** (1989) Seed coating and treatments and their effects on plant establishment. Advances in Agronomy 42:43-83.
- Scott JM, Blair Gj, Andrews AC** (1997) The mechanics of coating seeds in a small rotating drum. Seed Sci. Technol. 25: 281-292.
- Yoon ST, Han JK, Joo MK, Park CH** (2001) Effects of temperature pelleting materials and size on germination of *Rehmannia glutinosa* Libosch. Kor. J. Medicinal Crop Sci. 9(4): 295-300.
- 조정래** (1998) 채소 및 화훼종자의 고품질화 기술개발을 위한 priming 및 coating에 관한 연구. 농림기술개발사업연구보고서, 농림부.