

과제 구분	지역농업 기술개발	Code: LS0604	수행시기	전반기	연구기간	'00 ~ '02(3년차완료 )
연구과제명	토양미생물대사산물을 이용한 미세종자작물 생력재 배기술 개발				연구책임자	사 종 구
연구항목명	펠leting종자 생산 및 농가포장시험					
연구원별임무						
구 분	소 속		성 명		담 당 임 무	
세부과제책임자	환경농업연구과		김 성 일		연구계획, 수행, 총괄	
공동연구자	"		정 태 성		연구대행 및 조사	
	"		이 재 흥		"	
색인 용어	결체물질, 증량재, 펠leting, 점파, 출현율					

## ABSTRACT

The seeds of *Codonopsis laceolata*, *Codonopsis pilosula*, *Adenophora triphylla*, *Platycodon grandiflous*, *Phyteuma japonicum*, *Sesamum*, Onion(*Allium cepa* L.), Carrot(*Dacus carota* L.) vary greatly in size, shape, colour and making singularization and precision placement difficult. The seed size of *Codonopsis pilosula*, *Adenophora triphylla*, *Phyteuma japonicum*, *Platycodon grandiflousis*, *Sesamum* is small. The testa of *Codonopsis laceolata* modified to wing-form apparatus. Carrot(*Dacus carota* L.) seed is planner and light. Onion(*Allium cepa* L.) seed is angular and irregurar. The aim of pelleting on these seeds is to facilitate mechanical and hand sowing to achieve uniformity of plant spacing. First of all, The pellets should not retard the germination rate or reduced the percent stand in comparision with the non-pelleted control, We tried to select bulking agent and adhesive to satisfy this requirements. As a promising bulking agent for coating and adhesive, talc and polyvinylalcohol, caroxymethylcellulose are selected as pelleting material and used for pelleting in this experiment. The pellet saved seeding labor and increased seedling emergence rate in field test. The chemials added to protect germinating seed from soil-borne pathogen attack in pelleting process could be encapsulated with filler material and can avoid direct contact of the plant protectants with the seed surface or worker. The pelleted seed had many beneficial effect to farm house. Carrot and *saemum* could be grown by mechanical sowing in large-scale cultivating area with less seedlot requirement. The carrot cultivated by pelleted seed and mulching, The root weight was approximately 125.8g at mid-vegetative period and marketable yield was increase. The active ingredients of soil-borne disease protectant, formulated as dry powders, can be applied in subsequent layers and disease control effectiveness superior than traditional dust method. The leaf-blight development on sesamum perfectly protected by fungicide application at pelleting process.

## 1. 연구배경

현재 농가에서는 종자크기가 작아 파종이 어려운 미세종자들을 모래나 톱밥등에 혼합하여 흠뿌림함으로써 종자손실이 크고, 발아후 숙음작업 노력비가 과출되고, 밀파에 의한 개체간 경합에 의해 초기생육이 불량하여 수확시 상품가치가 낮은 등의 이유로 농가에서 재배를 기피하고 있는 실정이다. 이러한 작물들을 농가소득작물로 전환시키기 위해서는 생산비와 노력비를 줄일 수 있는 새로운 재배기술개발이 필요하다. 국내에서는 지금까지 생력재배를 위해 파종기개발에 대한 연구가 진척되어 있고, 일부 파종기들이 생산판매되어 손파종에 비해 파종량과 시간을 크게 줄여주어 많은 농가에서 이용하고 있다. 당근의 경우 대부분 농가들의 재배면적이 대단위로 이루어져 수동식 기계파종을 하고 있으나 당근종자는 모양이 납작하고 가벼워 현재보급된 파종기로는 혈당 파종립수 조절이 어려워 종자손실은 물론 숙음작업에 의한 생산노력비 부담이 크게 차지하고 있다. 산채 및 약용작물로 점차재배 면적이 확산되고 있는 더덕, 도라지, 잔대, 만삼, 영아자는 종자 크기가 작고 발아율이 낮아 산파나 조파에 의해 영농이 이루어지고 있다. 더덕의 경우 일부농가에서 제초 및 입모수 확보를 위해 유공비닐피복을 이용한 재배를 하고 있으나 종자크기가 작고 가벼워 파종 및 숙음시간이 과다소요되고 있다. 잔대, 만삼, 영아자는 약용이나 쌈채류 이용가능한 새로운 농가소득작물로 재배희망농가가 증가하고 있으나 종자크기가 2mm이하로 모래나 톱밥에 섞어 흠뿌림에 의존하고, 발아율이 낮아 재배는 거의 이루어지지 않고, 자생지 채취에 의해 수율을 충당하고 있다. 고랭지 양파의 경우 재배지 환경요인으로 육묘재배를 하고 있으나 양파종자는 결각이지고 흑색으로 육묘상자 파종시간이 많이 소요되어 농가생산비 부담이크다. 이러한 미세종자나 모양이 불규칙한 종자들은 모양을 크게하거나 구형으로 성형하여 다루기 쉽게 가공하는 전처리과정이 필요하다. 종자펠렛처리 기술은 종자원형 그대로 크게하거나, 종자형태에 관계없이 구형으로 필요에 따라 크기를 조절하여 생산할 수 있는 기술로, 원형의 용기를 회전시키면서 종자를 넣고 결체물질과 증량재를 반복하여 처리하면서 생산한다. 펠렛처리는 종자표면을 증량재로 씌우고 결체물질로 경도를 유지시켜주기 때문에 무처리 종자에 비해 발아환경이 어려워 지게 된다. 따라서 펠렛종자 생산기술의 성공여부는 파종시 종자표면에 처리된 재료들이 종자발아에 필요한 수분이나 산소공급에 방해를 주지않아야한다. 이는 사용될 증량재나 결체물질이 건조 후 수분흡수시 열개가 잘되고 종자표면으로부터 쉽게 이탈될수 있는 재료를 선택해야 함을 의미한다. 증량재의 경우 진흙이나 돌가루와 같은 불활성 물질과 Peat moss와 같은 안정된 식물잔재물을 사용할수 있으며, 결체물질은 풀과 같은 역할을 하면서 파종시 쉽게 균열을 일으킬수 있는 특성을 가지고 있어야한다. 전분이나 밀가루와 같은 천연재료는 파종시 토양내 유해한 병원균의 영양원으로 이용될 가능성이 높아 재료로 부적합하고, 미생물영양원으로 이용가능성이 거의없는 인공합성물질(Polymer)을 사용하여야한다. Polymer는 합성과정에 따라 수용성과 비수용성이 있는데 재료로 선택할 때는 펠렛처리대상 작물종자에 따라 예비처리 시험을 거친 후에 이루어져야한다. 펠렛처리 과정은 기계화, 자동화가 어려워 수작업에 의하기 때문에 생산비용이 많이들어 처리비용에 의한 펠렛종자 가격상승의 요인이 되고, 따라서 이를 구입하여 사용하는 농민입장에서 종자비 자체로는 무처리종자에 비해 농가부담이 크다. 따라서 종자발아율과 같은 품질이 무처리

에 비해 월등하여야하는데 이를 위해서는 건실한 종자를 생산하고 선별하는기술과 함께 종자의 발아율과 발아세를 높여줄 수 있는 종자전처리 기술개발도 함께 이루어져야한다.

펠렛종자에 대한 경험담으로 몬타나주립대학 홈페이지에 있는 내용을 소개하면

-과거 우리농업인들은 작은종자들을 일정하게파종하는데 애를 먹었다. 당근이나 꽃상추같은 작은종자 채소들은 하나같이 뭉쳐서 떨어지고 파종되지 않은 곳이 많았다. 가끔 불균일하게 출현하고 손으로 숙음작업하는데 시간을 소비하였다. 얼마전부터 종자회사들이 펠렛종자를 소개하기 시작하였다. 작은종자들을 찰흙과 같은 물질로 크게 코팅하였다. 크게 펠렛된 것들일수록 골에 파종하기 쉽고 숙음작업노력도 덜게해준다. 붐비와 관수로 코팅은 녹아내리고 종자는 발아한다. 그 결과 모든 골에는 싱싱하고 공간배열이 잘된 묘가 자란다. 이것은 약간 비싸지만 숙음개체수가 적고 숙음시간이 덜든다. 콩이나 옥수수같은 큰 종자는 펠렛처리가 필요하지 않다. 현재까지 몇몇 작은 종자들만이 펠렛종자로 공급되고 있지만 소비자에게 펠렛팅이 잘 소개되면 미래에는 더욱 펠렛처리된 종자를 찾게될 것이다-

<http://www.montana.edu/commserv/csnews/nwview.php?article=154>

종자는 크기, 모양, 색깔등이 매우 다양하다. 대부분 종자는 작고 불규칙한 형태이기 때문에 정확히 파종하는 것이 어렵다. 뿐만아니라 종자가 발아하는 동안이나 유통기에 이들에게 해를 주는 병해충으로부터 보호해야한다. 종자 코팅기술은 상기한 두가지 어려운 문제를 동시에 해결해 줄수 있는 것으로 이에 대한 필요성은 오래전부터 인식되어 1905년에 Aristotle Rey는 곡물종자에 풀을 이용하여 비료를 부착시켜주는 특허를 출원하였고, 1958년까지 서로다른 코팅형태와 코팅응용에 대한 처리과정에 관련한 특허가 35개에 이르렀었다(Burns 등, 2002). 종자코팅기술은 식물파종간격을 일정하게 하도록 기계파종이 용이하게 하고, 처리과정에서 첨가하여 식물보호제 운반도구로 사용할 수 있고, 목표로하는 부분에만 보호제를 처리하여 토양생태계의 피해를 최소화 할수 있다. 종자코팅기술은 펠렛팅과 필름코팅 두가지가 있다. 펠렛팅은 불활성물질로 종자표면에 층을 쌓아 종자의 본래 모양과 크기를 가려주고 무게를 증가시켜 파종을 쉽게하는것이고, 필름코팅은 종자 본래의 모양과 크기가 유지되는 선에서 본래무게와 근소한 차이로 코팅처리하는 것이다. 이 두가지 기술 모두 Polymer, 살균제나 살충제 같은 화학물질, 유용미생물과 같은 미생물재료, 구별을 위한 색소등과 같은 첨가물을 이용한다.

펠렛작업은 일정량의 종자를 통이나 코팅팬에 넣어 수행한다(Scott, 1989; Ni, 1997). 펠렛팅은 노동집약적인 작업으로 숙련된 기술을 필요로하고 일반적으로 작업시간이 길다. 펠렛작업은 부분적으로 컴퓨터제어에 의한 자동화가 시도되고 있으나(Scott 등 1977)완전자동화 예는 아직보고되어 있지 않다. 펠렛팅의 주요 재료는 바인더와 결체물질인데 상업적으로 펠렛종자를 생산하는 회사들은 사용된 이 두가지 물질명으로 상품명을 붙이고 있다. 증량재는 가루상태이며 코팅작업과정 중에 체로쳐서 종자표면에 고루 묻도록 뿌려주고, 물은 분무하여 뿌려준다. 물은 펠렛을 형성하게 해주고 결체물질이 그 기능을 발휘하도록한다. 대부분의 펠렛작업은 물을 사용하기 때문에 작업이 끝나면 건조과정을 거쳐야한다. 결체물질과 증량재의 종류는 다양하고(Scott, 1989; Ni, 1997), 각 재료에 대한 조사보고(Taylor, 1997)

도 있다. 증량재의 사용량은 증량정도를 결정하게되고 그 표시는 종자대비 증량재 무게비로 표시한다. 펠렛종자의 증량은 다양하며 예로 크고, 둥근 종자는 증량재 양이 적게들고, 작거나 모양이 일정하지 않은 종자는 증량재 사용량이 증가하게 된다. 즉, 사탕무는 2:1, 양파는 4~9:1, 상추는 17~35:1정도가 된다(Ni, 1997; Taylor 등, 1997). 담배나 패츄니아 같은 작은 종자는 100~150:1(Ni, 1997)정도이다. 증량재의 물리적성질은 펠렛종자의 무게와 밀도에 영향을 준다. 상추에 사용되는 증량재를 조사한 결과 밀도는 0.8~1.7g/cm<sup>3</sup>이었다(Taylor 등, 1997). 펠렛밀도는 파종시 요구에 따라 결정된다(Hill, 1998). 밀도가 낮은 펠렛은 육묘장에서 진공흡입파종기를 사용할 때 적합하고, 고밀도 펠렛은 야외파종시 필요하다. 최고 밀도 펠렛은 고속파종기를 사용할 때 필요한데 그 이유는 파종기에서 종자가 땅에 땅에 떨어질 때 튀는 것을 방지하기 위해서다. 펠렛재료를 고를 때 유의사항은 구입가격과 처리대상 종자에 대한 영향을 미래 확인하여야한다. 종자가공산업체에서 펠렛처리기술을 개발하는데 가장관심을 보였던 기술은 펠렛처리된 종자의 발아율이 무처리 종자와 비교하여 지연되거나 출현율이 낮아지지 않게하는 것이었는데 그 이유는 펠렛처리는 종자에 산소확산장애를 주어 발아에 영향을 주기 때문이다(Sachs 등, 1981). 이 문제는 산소를 발생하는 화합물을 첨가하거나 파종후 균열에 의한 열개가 되게 함으로써 해결하였으며, 사용된 재료는 알칼리성 토양과 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 포함하는 화합물들이 산소유출을 위해 사용되었고 CaO<sub>2</sub>가 광범위하게 사용되었다(Langan 등 1986). 펠렛은 파종시 식물이 발아에 필요로하는 물질들을 운반해주는 매개체의 역할도하는데, 특히 펠렛처리과정에서 식물보호제를 첨가하는 것이 보편화되어 있다. 즉 활성물질들을 펠렛처리시 종자나 펠렛최외부와 격리된 중간층에 위치하게 함으로써 종자와 사람이 처리된물질로 부터 보호하는 것을 펠렛첨가(Hill, 1998)이라고 한다. 이러한 물리적 격리는 고농도의 처리 식물보호제에 의한 식물독작용을 피할 수 있게한다. 펠렛첨가 기술은 양파에 살균제 Thiram과 Carboxin혼합제인 Pro-Gro(20g a.i./kg.종자)와 곤충생장조절제인 Cryomazine(50g a.i./kg.종자)처리예로 들수 있다(Taylor 등 1993). 필름코팅은 종자에 물질을 균일하게 적용시키기 위해 제약과 제과산업에 이용되고 있는 방법을 수용한 것으로, 필름형성을 위한 제형재료는 Polymer, 유연제, 색소등으로 구성되어 있다(Halmer, 1988; Robani, 1997). 제형재료는 상품화된 것을 사용할 수 있으며 액상이나 건조된 가루형태로 판매된다(Ni, 1997). 필름형성혼합물을 사용하면 종자에 골고루 물질들이 배분된다(Halmer, 1988). 펠렛과 마찬가지로 형성된 필름은 종자에 물리적 장애로 작용할 수있고, 파종시 종자표면에 있는 억제물질이 씻김작용(Leaching)에 의해 제거되는 것을 지연시킨다는 보고가 있으며, 내배엽에 산소가 공급되는 것을 제한 할수 있다고 하였다(Duan 등, 1997).

코팅기기개발은 공장규모의 필름코팅 방법과 필요한 기기들에 대한 연구가 다양하게 보고되어 있다. 펠렛팅과 달리 필름코팅에서 뿌려진 액상의 제형재료를 건조시키기 위해 통기장치가 필요하다. 표준펠렛팅 팬이 필름코팅 Polymer를 적용하는데 사용되었고, 건조는 코팅팬 내부에 강제로 따뜻한 공기를 불어 넣음으로써 가능하게하였고(Taylor 등, 1993), Burriss 등(1994)은 소규모로 공기속도와 온도를 조절하고 유체화된 바닥구조를 하고 있는 종자코팅기를 소개하기도 하였다. 필름코팅은 펠렛팅과 달리 주로 공기유통이 되거나 구멍이나 있는

팬에서 대용량이나 연속작업형태로 이루어지고 있다(Halmer, 1988; Robani, 1994). Huxley 사(Iowa)의 코팅기기시스템이 소개한 연속작업순환드럼 코팅기기로 인해 필름코팅의 사용이 확산되었다. 이 기기는 종자가 수분흡수를 못하게하는 상태에서 여러 Polymer시스템을 연속적으로 적용할 수 있게 제작되었다. 종자형태와 처리하고자하는 무게에 따라 100 ~ 10,000kg/시간 속도로 처리할 수 있다. 전통적인 방법으로 소량으로 처리하는 기기들은 건조장치가 없어 동시에 여러물질을 처리할 수 없다(Ni, 1997). 국내에서는 농촌진흥청 호남 농업시험장 참깨(오 등, 1997), 목포시험장 양파펠렛처리에 대한 연구가 진행되어 두 작목에 대한 생력화가 가시화되고 있으며, 벼, 배추(민, 1996), 목초종자(이 등 1987, 1990) 산지초지조성 종자펠렛(이 등, 1984) 일부 기업체에서도 수요농가 주문시 제작보급하고 있다.

본 연구는 공시한 종자들의 펠렛처리에 필요한 결체물질과 증량재들의 발아율에 대한 영향을 조사하여 최적재료를 선택하고, 생산된 펠렛종자를 농가에 분양하여 출현율, 기계파종 효과등을 조사·분석하여 농산물 시장경쟁력확보에 필요한 생력재배기술개발에 일조를하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 펠렛처리용 종자선종 및 전처리

자가채종한 종자들은 바람과 키를 이용하여 종자표면에 묻어 있는 흙이나 식물잔재물을 최대한 제거하고, 메쉬를 이용하여 종자크기별로 선종하였다. 선종한 종자는 크기별로 구분하여 세제를 이용하여 세척한 후 그늘에서 선풍기를 이용하여 3일간 말리고, 발아율을 최대한 높이기 위해 저온처리(4℃), GA(100ppm) 및 프라이밍처리(-0.8MP, PEG)를 하였다. 당근은 회전하는 원통에 Sand paper붙인 다음 종묘회사에서 구입한 종자를 넣고 회전하면서 발생하는 마찰을 이용하여 종자에 손상을 주지 않는 상태로 종자표면을 최대한 매끄럽게 연마하여 펠렛재료로 사용하였다. 참깨와 양파는 구입한 상태로 펠렛처리하였다.

### 나. 펠렛 처리용 증량재 및 결체물질 선발

펠렛처리에 사용되는 증량재는 가공시 작업효율을 높이기 위해 입자가 10 $\mu$ m이하의 분말 재료를 선발하였으며, 선발된 재료는 물에 1:4(W/W)로 섞어 pH를 조사하고 종자표면에 물을 분사하여 각 증량재를 씻은 다음 적은 상태로 발아율을 조사하였다. 증량재의 종자표면 접착을 위해 발한 polymer는 천연가공물질로 Gum Xanthan, Gum arabic, Sodium carboxymethylcellulose 3종과 화학합성물질 Polyvinylpyrrolidone, Polyvinylalcohol 3종을 각각 2%농도로 물에 녹인 다음 이들을 2겹의 여과지를 깔아준비한 페트리디시에 3ml씩 넣고 종자를 50립씩 치상한 다음 25℃ 항온기에서 발아율을 조사하였다.

#### 다. 펠릿재료별 펠릿팅 작업능률 및 생산성 조사

증량재 물리성에 의한 펠릿처리 작업효율을 조사하기 위해 참깨종자에 결체물질(1.5%, Carboxymethylcellulose)로 성형작업을 완성하는데 필요한 시간을 확인하고, 결체물질은 각각 2%로 물에 녹인다음 증량재 Talc를 사용하여 펠릿처리하였다. 펠릿작업이 끝난 젖은 종자는 45℃에서 2일 건조하여(함수율 6%이하) 발아조사 페트리디시에서 열개 및 발아율을 조사하였다

#### 라. 종자펠릿처리 농가포장시험

준비된 종자는 회전원통에 넣고 회전시키면서, 증량재와 결체물질을 반복처리하여일정한 크기로 성형하였다. 펠릿처리된 종자는 45℃ 강제수환식곡물건조기에 넣어 건조시키고, 건조후에는 시험기 내에서 열개정도와 발아율을 조사한 후 포장에서 시험하였다. 포장시험에서의 시비내용은 작물별 표준 및 관행시비량에 따라 포장관리를 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 증량재 및 결체물질선발

시험재료로 선발한 증량재들의 pH는 Talc(8.4-8.9), Zeolite(7.0), Bentonite (7.5- 8.0)이었으며 목탄은 토양개량재로 농가에 판매되는 숯을 마쇄한 것으로 pH는 8.7-9.3이었다. 각 증량재들을 처리한 시험구에서 더덕의 경우 Talc와 Zeolite에서 발아율이 낮았으나 처리간에 유의차는 없었다(표 1).

표 1. 종자발아에 대한 펠릿용 증량재 처리효과

증량재	발아율(%)			
	참깨	양파	당근	더덕
Talc	95	97	79	46
Zeolite	98	95	82	59
Bentonite	99	95	63	66
목탄	95	90	72	71

결체물질로 사용한 Polymer는 참깨, 양파, 더덕에는 발아장애요인이 되지 않았으나, 당근 발아에는 장애요인으로 작용하여 무처리구 84.7%에 비해 결체물질에 따라 12~34% 발아억제효과를 보였다(표 2).

표 2. 종자발아에 대한 펠릿용결체물질 처리효과

결 체 물 질	발아율(%)			
	참 개	양 파	당 근	더 덕
Gum Xanthan	97.3	92.7	46.7	76.0
Polyvinylpyrrolidone	92.7	89.3	57.3	63.3
Polyvinylalcohol	98.0	93.3	59.3	63.3
Carboxymethylcellulose	98.0	92.0	66.7	75.3
Gum Arabic	90.0	96.7	66.0	68.7

펠렛처리용 증량제로 사용한 재료 중 종자표면에 접착력이 좋은 Talc의 경우 작업기간이 30분으로 Vermiculite 보다 작업능률이 좋았으며 열 개나 발아율도 높았다. Zeolite는 성형하였을 때 외관이 매끄러워 좋은 재료이었으나 파종시 수분공급과 함께 열개가 되지않고 종자표면에서 흘러내려 종자발아시 산소공급장애에 의한 발아율 감소효과를 보였다(그림 1, 표 3.). 결체물질 Polyvinylpyrrolidone, Polyvinyl alcohol, Xanthan gum은 2%농도로 펠렛처리하였을 때 점도에 종자응집현상이 나타나지 않고 펠렛처리 후 펠렛당 종자 1립 비율도 99%이었으며 열개와 발아율도 높았다(그림 2, 표 4).

표 3. 증량제 별 펠렛팅작업 능력 및 생산성조사

증 량 제	펠렛팅종자 생산소요시간	성형정도	열 개	발아율(%)
Talc	0.5	상	양 호	95.3
Vermiculite	4.0	상	불 량	78.6
Diatomaceous earth	1.8	중	양 호	98.0
Zeolite	2.5	상	불 량	87.4
Bentonite	1.8	상	불 량	90.4
목 탄	3.0	하	양 호	96.3

※ 공시종자-서둔참개(발아율 98.7%), 결체물질-1.5%CMC + 1.%PVA



양 호



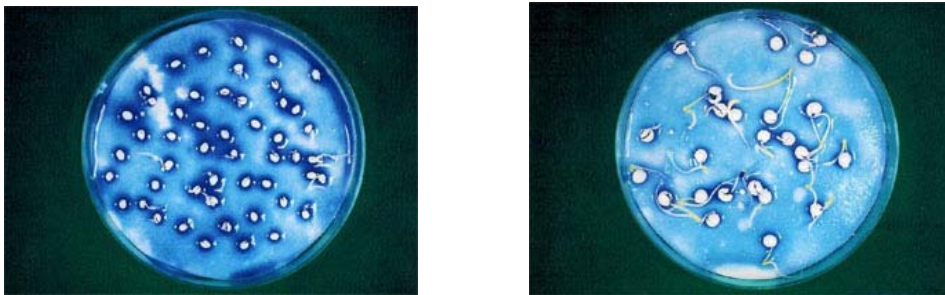
불 량

그림 1. 펠렛종자 열 개

표 4. 결체물질별 펠렛팅 작업효율

결체물질	립수/펠렛팅	열 개	발아율(%)
Arabic gum	1.2	양호	87.4
Xanthan gum	1.1	양호	93.2
Polyvinylpyrrolidone	1.0	양호	98.7
Polyvinyl alcohol	1.1	양호	97.4
Carboxymethylcellulose	1.0	불량	86.3

※ 공시종자-서둔참깨(발아율 99.2%), 증량제-Talc, 농도-3%, 용해온도-100℃, 1시간, 3회



참 깨

양 파

그림 2. 펠렛종자 발아조사

펠렛처리한 종자들은 구형으로 무게가 12~19배 증가하고, 노지파종시 종자간 파종거리 조정이 요이할 뿐만 아니라 출현율도 23~36%증가하였다(표 5, 6)(그림 3).

표 5. 미세종자 펠렛팅처리 결과

- 종자최장길이(mm)

참 깨		더 덕		도 라 지	
펠 렛	무처리	펠 렛	무처리	펠 렛	무처리
6.2	3.5	3.7	3.6	3.7	2.6

- 립당무게(mg)

참 깨		더 덕		도 라 지	
펠 렛	무처리	펠 렛	무처리	펠 렛	무처리
35.6	2.7	26.8	1.8	20.4	1.1

표 6. 노지파종 시험구 작물생육조사

구 분		앞 수 (개)	엽 폭 (cm)	근 장 (cm)	배축길이 (cm)	출현율 (%)
더 덕	펠 렛	0.85	0.13	5.62	3.00	68.7
	무처리	0.42	0.04	4.34	1.64	45.7
도라지	펠 렛	2.16	0.60	5.91	1.97	72.4
	무처리	1.72	0.41	4.91	1.34	36.7



(도라지)



(참 깨)



(더 덕)



(영아자)



(잔 대)



(만 삼)

그림 3. 펠릿종자(X25배 현미경사진)

농가재배 면적이 해마다 증가하고 있는 도라지, 더덕은 대부분 모래나 톱밥에 섞어 줄파종이나 흙뿌림으로 재배하고 있어 종자소모량이 많다. 펠릿종자를 사용하면 종자증량을 위한 농가 전처리가 필요하지 않고, 무게가 가벼워 파종시 바람과 같은 일기에 구애를 받지 않으며, 흰색으로 파종유무 판단이 쉬웠다. 관행재배방식으로 줄파종과 흙뿌림을 하였을 때 종자소모량은 1/2 ~ 1/3로 줄일수 있었으며 흙덮기 작업시 종자의 매립유무확인도 용이하여 파종립수 대비 수확주수의 비율도 무처리에 비해 22 ~ 38% 증가하였다(표 7). 펠릿종자 점파재배시 단위면적당 수확주수는 감소하나(표 7) 주당 뿌리무게가 무처리구에 비해 증가하여 상품성이 향상되었을 뿐만 아니라 단보당 수확량도 도라지 53%, 더덕 39% 증가하였다(표 8).

표 7. 펠릿종자 파종방법에 따른 종자소요량 및 수확주수

작 물	파종방법	종자소요량(립)	수확주수	수확주/파종수
도라지	산 파	1,800,000	530,000	29%
	점파(5×8cm)	340,000	174,900	51%
더 덕	산 파	1,700,000	125,400	7%
	점파(5×8cm)	180,000	82,500	45%

표 8. 펠릿종자처리에 의한 상품성증대효과

작 물	파종방법	주근수 (개)	경 폭 (mm)	경 장 (cm)	근 중 (g)	수 량 (kg/10a)
도라지	무처리산파	-	15.1	-	22.3	1,638
	펠릿점파	-	18.9	-	43.8	2,551
더 덕	무처리산파	2.8	4.2	8.7	8.0	671
	펠릿점파	2.7	8.6	14.7	17.4	937

PGPR균으로 확인된 세균배양액을 준비하여 산채종자 프라이밍처리하고 시 더덕, 잔대, 영아자, 만삼의 발아율은 크게 향상되었으나 도라지의 경우 발아율향상효과는 관찰되지 않으나 재배지 파종시 출현율이 53.3%로 높았다(표 9)

표 9. *Pseudomonas putida* 배양여액<sup>a)</sup> 프라이밍처리<sup>b)</sup> 산채류 펠릿종자<sup>c)</sup> 파종효과

산채류	발아율(%)	
	습실처리	재배지토양
더 덕	75.4	72.3
잔 대	67.3	65.7
도라지	52.7	53.3
영아자	48.3	64.7
만 삼	87.4	79.6

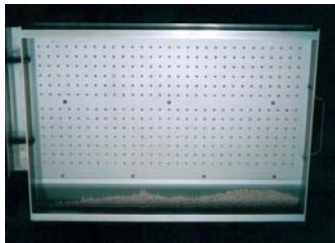
<sup>a)</sup>배양액-KB broth, Cell free <sup>b)</sup>-10℃, 5일 <sup>c)</sup>결체물질-PVP, 50℃, 1% 증량재-Talc

양파육묘재배 농가에서 육묘포트(406공) 파종에 드는 노력비감소효과를 조사한 결과 무처리종자는 검은색으로 상토와 구별이 어렵고, 결각형태로 손파종시 1알씩 집어내는데 시간이 걸려 시간당 평균 1.4상자, 간이파종기 사용시 3.2상자, 플러그육묘장에 있는 흡기에 의한 진공파종기 사용시 6.6상자 파종이 가능하였으나 혈당입모수가 1.03~1.07으로 득묘수 확보시 3~7%의 종자손실이 있었다. 펠릿종자는 손파종시 시간당 3.5상자 파종하였으며 펠릿당 1알처리율이

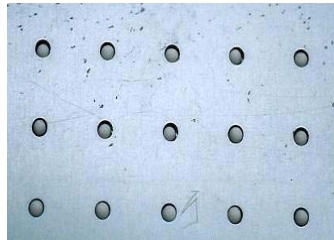
99.2% 이상으로 혈당입모수는 거의 1.0에 가까워 종자손실을 줄여 주었고, 간이파종기 사용시에는 시간당 55.5상자 파종이 가능하여 파종노력비를 크게 줄일 수 있었다(표 10, 그림 4).

표 10. 펠릿종자 양파육묘상자 파종시 노동력절감효과

	파종방법	파종상자수/시간	출현율	입모수/혈
무처리종자	손 파 종	1.4	86.8	1.03
	간이파종기	3.2	92.3	1.07
	진공파종기	6.6	97.8	1.01
펠릿 종자	손 파 종	3.5	87.6	1.00
	간이파종기	55.5	90.4	1.00



양파 간이파종기(406공)



양파펠릿종자



펠릿종자파종



발아율조사



양파육묘:보온덮개



고랭지양파재배

그림 4. 양파펠릿종자 파종시험

표 11. 참깨 펠릿종자 파종시 노동력절감효과

	종자	파종방법	파종립수	입모수(주)	결주율(%)	처리량 (평/시간)
흑색비닐	무처리	파종기	3.2	2.8	2.3	800
	펠릿종자	파종기	1.0	0.9	2.2	800
유공비닐	무처리	손파종	3.4	2.7	3.1	20
	펠릿종자	손파종	2.1	1.9	2.6	35
무 멀 칭	무처리	파종기	2.8	1.4	12.8	800
	펠릿종자	파종기	1.0	1.0	15.2	800

참깨 대면적 재배시 기계파종에 의한 생력화를 위해 무처리 종자와 펠릿종자를 준비하여 무멀칭구는 그린파종기(신화정공 Co.)를 멀칭구는 황금파종기(평택 031-681-9995)를 사용하였다. 멀칭구에서 기계파종시 종자크기가 작고 파종기의 특성상 파종립수 조절이 어려워 혈당 평균 3.2립 파종되었으나 펠릿종자는 98.3%이상 혈당 1립씩 파종이 가능하였다. 유공비닐에서 농가관습 및 파종속도에 의해 혈당 파종립수는 3.4개 이었으며, 펠릿종자는 2.1개 이었다. 파종면적은 손파종의 경우 시간당 20~30평, 기계파종의 경우 시간당 800평 이상으로 파종노력비를 크게 줄일수 있었다. 그린파종기는 롤러식으로 파종립수 조절이 양호하여 혈당 2.8립 파종이 가능하였다. 무멀칭구는 멀칭처리구에 비해 제조작업에 드는 비용이 많이들어 관리가 어렵고, 생육이 저조하였다(표 11).



그린 파종기(2조식)



파종(2조식)



황금 파종기(1조식)



파종(1조식)

그림 5. 파종기

고성군 농가포장은 봄철 파종기에 바람과 한발이 심하여 무피멀칭재배가 곤란한 지역으로 당근과 더덕은 흑색비닐로 멀칭한 다음 황금파종기로 파종하였다. 당근의 구당파종립수는 2.30이었으며 더덕은 1.80이었다. 평균 출현율은 각각 62.3, 55.7%로 입모율은 두 작목 모두 80%이하로 결주가 많았으며 출현한 어린묘가 바람에 흔들리는 비닐에 손상을 입거나 비닐에 접촉하여 소사

하는 비율 즉 고사율이 각각 16.7, 15.4%의 영향으로 조사되었다(표 12).

표 12. 펠릿종자 농가포장시험(고성군 -당근, 더덕)

작물명	재배방법	파종방법	구당파종립수	출현율(%)	할당 입모율(%)	고사율(%)
당 근	피 복	기계파종	2.3	62.3	78.3	16.7
더 덕	"	"	1.8	55.7	62.3	15.4



무피복(파종간격 8cm)



피복(파종간격 10cm)





무피복파종구: 상-생육, 하-수확



피복파종구: 상-생육, 하-수확

그림 6. 당근펠릿종자 농가포장시험

강릉시 왕산면 대기리는 봄에 파종하여 초가을까지 출하하는 고랭지당근재배를 하는 지역으로 이슬과 저온으로 한발에 의한 장애가 비교적 적은 곳으로 무멀칭재배지역이다. 무처리 종자를 기계파종하는 농가의 평균 파종립수는 헥당 4.2립이었으며 펠릿종자는 파종기 룰에 있는 흠의 크기에 맞춰 성형한 결과 1립파종이 가능하였으나, 멀칭파종구에서 황금파종기를 이용하여 파종하면 파종량조정이 어려워 평균 2립씩파종되었다. 당근생육은 멀칭처리구에서 주당 뿌리무게가 171.7g으로 상품성이 크게 증가하였고, 발아촉진균 *P. putida* 배양여액을 프라이밍처리한 후 펠릿처리한 당근종자는 189.8g으로 당근증수에 효과가 있었다. 이러한 수량차이는 파종간격차이와 어린묘 생육시 개체간 경합에 의한 생육억제등의 영향에 의한 것으로 예측된다(표 13).

표 13. 펠릿종자 농가포장시험(강릉시-당근)

구 분	<i>P. putida</i> 배양여액	재 배 방 법	파종립수 (개)	발아율 (%)	고사율 (%)	생육조사 (파종50일후)	
						근중(g)	근폭(cm)
펠릿종자	무 처 리	멀 칭	2	86.2c	12.4	171.7cd	4.6
		무멀칭	1	74.3a	2.5	125.8b	4.2
	침지처리	멀 칭	2	87.2c	11.2	189.8d	4.7
		무멀칭	1	82.3b	1.4	141.7bc	4.5
무처리종자	무 처 리	무멀칭	4.2	74.5a	6.7	98.8a	4.2

DMRT(0.05)

황성군 더덕재배농가에서 펠릿종자를 이용한 재배법 시험을 수행한 결과 펠릿종자 발아율은 무멀칭구와 멀칭구에서 발아율이 65.6% 이상으로 더덕재배에 적합한 토양환경으로 확인되었으며(표 14), 펠릿종자는 손파종시 종자를 다루기가 용이하여 줄파종 즉, 종관행파종시 종자소모량을 2/3이상 줄일 수 있었으며 파종 후 생육기에도 종자밀식에 의한 뿌리밀착으

로 발생하는 기형더덕발생율을 감소시켜주었다(표 14, 그림 7, 8).

표 14. 펠릿종자 농가포장시험(횡성군 - 더덕)

재배방법	파종방법	발아율(%)	고사율(%)	재식거리(cm)
무멀칭	손 파 종	76.4	0	줄파종
멀 칭	기계파종	70.2	17.1	10×10
무멀칭	기계파종	65.6	4.9	10×20

일부 더덕 재배농가에서 제초작업과 뿌리생육조건을 향상시켜주기 위해 유공(10공)비닐을 이용한 더덕재배를 하고 있으나(그림 8), 멀칭 후 파종시 투자되는 비용이 과다지출되어 노지에 종자를 산파한 다음 피복하여 종자소모량이 많고, 숙음작업에 어려움을 겪고 있다.



피복 후 기계파종



무피복 기계파종



농가관행재배(줄파종)

그림 7. 더덕펠릿종자 농가포장시험



노지재배



멀칭재배

그림 8. 더덕재배

영월군과 양구군에서 참깨 펠릿종자생력화시험을 수행한 결과 파종시간은 ha당 8시간이 소요되어 대면적재배시 파종노력비를 크게 줄일수 있었으며, 펠릿처리 과정에서 첨가한 살균제는 분의처리구(발병율-96.5%)에 비해고온기 어린묘에 발생하는 잎마름병증상을 발병율 7.3% 이하로 효과적으로 방제하였다(표 15, 그림 9).

표 15. 참깨펠릿종자 농가포장 잎마름병 방제효과(영월군 - 참깨)

농가	재배방법	파종방법	출현율(%)	파종시간 (시간/0.5ha)	잎마름병 발생율(%)	
농가A	펠릿종자	투명비닐	기계파종	98.7	4	5.7
	무처리	"	"	99.5	"	97.2
농가B	펠릿종자	흑색비닐	기계파종	99.2	4	7.3
	무처리	"	"	97.4	"	96.3

※ 펠릿팅처리시 살균제(캡탄 1,000배액)첨가



참깨 잎마름병피해

참깨펠릿종자

그림 9. 참깨 펠릿종자 농가포장시험

표. 16. 펠릿종자 농가포장시험(양구군 - 참깨, 당근)

작 물	구분	파종방법	입모수	잎마름병방제(회)
당 근	관 행	기계파종	3 ~ 4	-
	펠릿종자	"	1 ~ 3	-
참 깨	관 행	"	6 ~ 8	1 ~ 3
	펠릿종자	"	1 ~ 4	-



그림 10. 참깨시험포장

또한 생육초기 병방제효과에 의해 양구군의 경우 관행적으로 병방제를 위해 본엽 8~9엽기에 처리하던 농약사용횟수를 줄여주었다(표 16, 그림10)

#### 4. 적 요

더덕(*Codonopsis laceolata*), 만삼(*Codonopsis pilosula*), 잔대(*Adenophora triphylla*), 도라지(*Platycodon grandiflous*), 영아자(*Phyteuma japonicum*), 참깨(*Sesamum*), 양파(*Allium cepa* L.), 당근(*Dacus carota* L.)들은 크기, 모양, 색깔이 다양하여 한알씩 일정한 간격으로 정확히 파종하기가 어렵다. 만삼, 잔대, 영아자, 도라지, 참깨는 작고, 더덕의 외종피는 날개형태로 되어있으며, 당근종자는 편평하고 가볍다. 또한 양파는 결각의 불규칙한 형태를 하고 있다. 이러한 종자들을 펠릿처리하는 주목적은 기계나 손파종시 파종효율을 높이고, 일정하고 균일하게 파종할 수 있게하기 위해서이다. 우선 펠릿종자는 무처리종자와 비교하여 발아율을 지연시켜서는 안되기 때문에 펠릿처리시 요구되는 조건을 만족시키기 위해 먼저 결체물질과 증량재 선발시험을 수행하였다. 시험결과에 따라 증량재는 talc, 결체물질

은 polyvinylalcohol, caroxymethylcellulose를 선발하여 모든 시험연구에 사용하였다. 펠렛 종자는 농가에서 파종노력을 줄이고, 출현율을 높여주었다. 발아하는 종자를 토양병으로부터 보호하기 위해 사용된 농약은 결체물질로 덧씌워 종자나 작업자의 접촉을 예방할 수 있었다. 펠렛종자는 농가에 많은 이익을 가져다 주었는데, 당근과 참깨는 대면적재배시 관행에 비해 적은양으로 기계파종이 가능하게 하였다. 토양병을 방제하기 위한 가루형태의 농약을 펠렛종자제조과정에서 결체물질 사이네 처리하면 현재사용하는 분의처리 보다 방제효과가 높아 완전방제가 가능하였다.

## 5. 인용문헌

- 민태기(1996) 벼 및 배추종자 Pelleting을 위한 물질탐색 및 기술개발. 한국작물학회지 41(6):678-684.
- 오명규, 김종태, 유숙중, 고종철, 박문수, 이종용(1997) 참깨종자의 과립화 재료에따른 발아 및 물리적 특성, 한국작물학회지 42(5):497-502.
- 이인덕(1984) 산지초지개량에 관한 연구 III. 종자 coating에 의한 걸뿌림 초지조성. 한국초지학회지 4(3):194-200.
- 이효원, 김기훈, 김창호(1990) 걸뿌린 목초종자의 정착에 의한 연구 II 각종증량재 피복이 파종 목초의 발아, 정착 및 수량에 미치는 영향. 한국초지학회지. 10(1): 10-14
- 이효원, 정병룡, 김희경, 걸뿌린 종자의 정착에 의한 연구 I. 각종 증량재 및 미량광물질의 종자 피복이 발아에 미치는 영향. 한국초지학회지 7(2):113-119
- Burns, J., B. Bennett, K. Rooney, J. Walsh and J. Hensley(2002) Coatings for Legume and Grass Seed. Proc. 57th Southern Pasture and Forage Crop improvement Conference, Athens, GA April 23-25.  
<http://spfcic.okastate.edu/procedures/2002/extention/burns.htm>
- Burris, J.S., L.M. Prijic, and Y. Chen(1994) A small-scale laboratory fluidized bed seed-coating apparatus. pp419-423 in martin, T.(ed.)Seed treatment progress and prospects. Surrey, British Crop Protection Council.
- Butler, R.(1993) Coatings, Films and treatments. Seed World. October, 19-24.
- Duan, X., and J.S. Burris(1997) Film coating impairs leachig of germination inhibiteors in sugar beet seeds. Crop Science 37, 515-520.
- Halmer P.(1988) Technical and commercial aspects of seed pelleting and film-coating. pp 191-204 in Martin T.J.(ed.) Application to seeds and soil. British Crop Protection Council.
- Hill H.J., and A.G. Taylor(1989) Relationship between viability, endosperm integrity and imbibed lettuce density and leakage. HortScience 24,814-816.
- Hill H.J., A.G. Taylor, and X.L. Huang(1988) Seed viability determinations in ccabbage utilizing sinapine leakage and electrical conductivity measurements. journal of

experimental Botany 39.1439-1448.

- Langan, T.D., J.W. Pendleton, and E.S. Oplinger(1986)** Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. *Agronomy Journal* 78.769-772.
- Ni B.R.(1997)** Seed coating film coating and pelleting. pp 737-747 in Chinese Association of Agricultural Sciences, DOA, Ministry of Agriculture, PR China and China national Seed Group Corporation(ed.) *Seed industry and Agricultural Development*. Beijing, China Agriculture Press.
- Robani H.(1994)** Film-coating horticultural seed. *Hort Technology* 4. 104-105.
- Sachs M., D.J. Cantliffe, and T.A. Nell(1981)** Germination of clay coated sweet pepper seeds. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences* 106. 385-389.
- Scott J.M.(1989)** Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *advances in Agronomy* 42, 43-83.
- 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.
- Taylor A.G.(1997)** Seed storage, germination and quality. pp 1-36 in Wien, H.C.(ed.) *the physiology of vegetable crops*. Wallingford, CAB international.
- Taylor A.G., and C.J. Eckenrode(1993)** Seed coating technologies to apply Trigard for the control of onion Maggot and to reduce pesticide application. pp 73-78 in *Efforts pertinent to the integrated pest management effort at Cornell University 1993*, NYS IPM Publication #117

## 6. 연구결과 활용제목

- 당근 생력재배를 위한 펠릿종자 파종효과..... (2002, 영농활용)