

과제 구분	Code : LS0604	수행시기	전반기	연구기간	1999(3년차 완결)
연구과제명	지역특화작목개발				
세부과제명	근채류 발아 및 생육촉진을 위한 유용균주 실용화 방안연구				
색인 용어	PGR, 생육촉진, 발아율				
연구원별임무					
구분	소속	성명	전화번호	담당임무	
연구책임자	경영환경연구과	김성일	(0361)258-5724	유용균주분리	
공동연구자	"	정태성	"	발아촉진효과구명	
	해안농업시험연구팀	원재희	(0391)648-2521	유용균주 처리종자 생육조사	
	강릉대학교	용영록	(0391)640-6425	근채류 자료수집	

#### ABSTRACT

The inorganic salt, phytohormon and microbial metabolites used for seed germination stimulator increased the germination rate by priming treatment. The bulking agents for carrot seed pelleting were talc and cellulose, and the mixture prepared talc : cellulose ratio as 60:40 was most favorable for germination rate. Among the seed germination rate increasing stimulator, Gibberellin and microorganic metabolites of *Pseudomonas putida*, *Bacillus megatherium*, *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* were increased the seed germination rate and used as priming materials for pelleting technique development. The plot sowed with pelleted seed, seedling emergency was increased about 4~21% and seedling stand per spot less than 1.8 and thinning is possible by on practice. As a carrot growth promoting effect, the seeds primed with gibberellin, and metabolate of *P. putida*, *B. megatherium*, *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* grew to more plant growth. The root length and width also increased at harvest. The cost for cellulose needed about 85.7% of total bulking agents and the other substitute for cellulose is needed. The cost of media formulation for priming matabolate production needed only 1 to 40times than gibberellin and it promising technique for seed manufacturing process.

## 연구 배경

현대농업의 승패는 종자발아의 성공여부에 의해 결정되는데, 농가에서 파종적기를 맞추고 재배지 관리를 철저히 하는 것도 중요하지만 활력이 좋고 병원균에 감염되지 종자를 공급하는 것이 무엇보다 중요하다. 현대 종자산업은 주로 형질이 우수한 품종선발, 저장력이 좋고 식물병원균에 오염되지 않은 종자생산을 주요 목표로 하고 있다. 그러나 작물의 종류에 따라 종자를 그대로 파종하면 발아율이 낮아 농가가 바라는 만큼의 수확과 소득에 미치지 못해 최근에는 이를 해결하기 위해 일부 선진국에서는 생산된 종자를 가공하여 발아율과 발아세를 높여줌으로써 고품질 종자생산을 위한 종자 가공기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

종자 가공기술은 프라이밍기술(Priming), 유체조파기술(Fluid drilling), 환조제기술(Pelleting), 연마기술(Abrading) 4분야로 크게 구분되며 이들의 특징은 다음과 같다. 프라이밍기술(Priming)은 종자를 수분흡수력이 낮은 용액이나 완충겔에 종자가 발아되기 전까지 침종 처리함으로써 물질이 종자내부에 흡수 되도록 하는 기술이다(Bradford, 1986). 프라이밍 처리한 종자는 저온(Pill 등, 1988), 가뭄(Frett, 1989), 염류장애(Wiebe, 1987)가 있는 토양조건에서 종자의 출현율을 높여준다. 이 기술은 종자의 종류에 따라 여러번 시험하여 최적조건을 잡아야하는데 그 이유는 처리시간(Evans 등, 1989; Frett 등, 1989; Pill 등 1988), 물질의 온도와 흡수력(Evans 등, 1989; Frett 등, 1989; Haigh 등 1987), 물질의 특성(Bradford, 1986; Haigh 등, 1987)등에 따라 각각 다르기 때문이다. 프라이밍에 가장 많이 사용되는 물질은 Polyethylene glycol(PEG)로서 분자량은 8,000정도이고 콜로이상태이며 낮은 흡수력은 세포간질물질 작용에 의해 생긴다. PEG는 불활성이고 식물에 무독성이나 값이 비싸고 공기를 차단할 정도로 끈기가 있기 때문에(Mexal 등, 1975) 대체물로  $KH_2PO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $CaCl_2$ ,  $Na_2NO_3$ ( Haigh 등 1987)등을 사용되고있다. 처리방법은 흡수력이 낮은 농도에 종자를 침종 처리하여 발아력을 높인 후 종자 표면을 물로 세척한 후 파종한다. 유체조파기술(Fluid drilling)은 미리 발아시킨 종자를 겔속에 넣어 파종시 유근이 손상되지 않도록 하는 기술을 말하며, 이 기술을 이용하면 종자 크기가 작은 작물의 초기 출현율이 좋아져 유묘의 생장이 활발해지고 나중에 수확량이 증대된다(Salter, 1978). 이 기술에서 사용되는 겔 성분은 주로 Magnesium sulfate이며 제품으로 개발된 상품들은 대개 1.5%(w/v)농도로 사용한다. 종자발아는 적당한 온도의 물속에 종자를 넣고 공기를 주입하면서 발아가 완전히 진행되었을 때 겔속에 넣은 후 방울방울 떨어뜨리면서 파종한다. 환조제기술(Pelleting)은 Talc, 규조토, Zeolite등의 광물질이나 셀룰로오스 등의 분해가 어려운 고분자 유기물을 첨가제로 하고, Hydroethlene cellulose, Xanthan gum, Polyvinyl alcohol, Carboxymethyl cellulose등을 접착제로 사용하여 종자를 가공하는 기술이다. 이 기술은 종자의 크기를 조절할 수 있고 가공 처리 중에 종자발아 및 생육에 필요한 물질들을 첨가할 수 있기 때문에 가장 활발히 연구되어지고 있는 기술이다. 연마기술(Abrading)은 종피를 마찰작용을 이용하여 깎아주는 연마과정을 거쳐

종자를 가공하는 기술로, 종피가 두꺼워 수분이 배에 흡수되지 않거나 종피에 있는 구성분들이 소수성물질로 이루어진 종자를 가공하는데 이용된다(Palaniappa 등, 1994). 이 기술은 가공과정에서 종자손실의 위험성이 큰데 그 이유는 연마 정도에 따라 종자의 눈이나 배 부위에 손상을 주는 가능성이 크기 때문이다(Bainer 등 1934; Borthwick, 1932; Singh 등 1977).

이러한 종자가공기술은 발아촉진 물질이용기술 개발이 선행되어야하는데 Auxin, Gibberellin, Cytokinin, Ethylene, Abscisic acid와 같은 식물생장호르몬, Humic acid, Folic acid, Fulic acid등과 같은 식물의 생장을 자극하는 식물체무독성 천연물질 등을 쉽게 얻을 수 있어야한다. 식물호르몬은 식물이나 기타 생물체로부터 순수 분리한 후 식물의 외부에 처리하여 식물의 생장이나 품질향상 그리고 수량증수 효과 등 다방면으로 이용되고 있으나 식물체에서 분리한 식물호르몬은 가격이 비싼 단점이 있다. 이에 대한 연구내용으로 미생물이 합성한 식물호르몬에 대한 연구가 진행되고 있다. Barea등(1976)은 다양한 식물근권에서 분리한 50개의 세균중에서 Auxin을 생산하는 균이 86%, Gibberellin을 생산하는 균이 58%, Kinetin 유사체 생산균이 90%였다고 하였다. Kampert 등(1975)은 *Pinus silvestris*의 근권에서 분리한 세균 중 55%, 곰팡이 중 86%가 Gibberellin 유사체 생산능이 있다고 하였다.. Arshad와 Frankenberger (1989)는 옥수수 근권에서 분리한 다수의 미생물이 ethylene합성능이 있다고 하였다.

Yabuta(1935)는 *Gibberella fujikuroi*(*Fsarium moniliforme*)이 Gibberellin를 생산하는 것을 최초로 보고한 이후로 Gibberellin의 생산, 분리, 동정에 대한 연구가 활발히 진행되었다. Muromster와 Globus(1975)는 *Gibberella fujikuroi* 계통들 중 80%가 Gibberellin를 생산한다고 하였으나 Bahrawi(1977)은 *Gibberella fujikuroi*계통들 중 40%만이 Gibberellin합성능을 가지고 있다고 하였다. 이러한 차이는 *Gibberella fujikuroi*들이 분리된 기주식물에 따라서 Gibberellin생산여부가 결정되기 때문이다. *Gibberella fujikuroi* 이외의 토양미생물 중 세균류 즉 *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*속에 속하는 종들 중 일부가 Gibberellin을 생산하는 능력을 가지고 있다.

이에 따라 본 연구는 당근종자는 크기가 작고 종피가 얇기 때문에 프라이밍기술과 환조제기술을 조합하여 종자 코팅기술을 개발하고자 하였다. 발아촉진물질은 연구용 무기염과 식물호르몬을 공시하여 사용하고, 지금까지 식물생육촉진 물질을 생산하는 균으로 알려진 세균이 생산한 대사산물도 아울러 조사하고자 하였다.

## 재 료 및 방 법

### 1. 당근종자 발아촉진물질 선발

당근종자는 봄 파종용 종자를 공시재료로 사용하였고, 당근 발아촉진물질로 식물생장호르몬제는 Gibberellin A3, Thiourea, Kinetin, 무기염류는 KNO<sub>3</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>을 준비하여 농도별로 희석처리하여 발아율을 조사하였다. 미생물은 식물종자에 균체를 처리하면 식물생장을 촉진시켜주는 물질을 생산하는 능력이 있는 균주로 보고된 *Pseudomonas putida*, *Bacillus megatherium*, *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.을 조사대상으로 하였다. *P. putida* 와 *B. megatherium* 2균주는 K.B 액체배지에 접종원을 1 ml씩 접종하고 72시간동안 배양(120rpm, 28℃)한 후 4℃에서 원심분리(6,000rpm, 10분)하여 가라앉은 세균균체는 버리고 상층액을 수집하여 생체막여과지(0.45µm)에 통과시켜 잔류하는 세균을 완전히 제거하여 세균배양여액으로 준비하였다. *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.은 PDA배지에 접종배양한 후 50% methanol로 추출한 후 감압농축 후 건조시키고 증류수에 희석하여 발아촉진효과를 조사하였다.

### 2. 당근발아촉진효과 조사(기내시험)

표면세척하여 준비한 당근종자는 식물생장호르몬, 무기염류, 미생물 배양여액에 각각 12시간 동안 침종 처리하고 유리깔대기와 진공펌프를 이용하여 표면에 남아있는 물기를 최대한 제거한 후 풍건시켜 priming처리하였다. 발아율은 지름 7.8cm의 배양접시에 여과지(whatman No. 1)를 깔 다음 증류수 2ml를 넣고 30분 간 약간 기울인 상태로 방치하여 여과지 표면 위로 증류수가 흐르지 않도록 여분의 증류수를 제거하고, 여기에 각 처리종자를 50립 씩 일정한 간격으로 파종하였다. 파종한 배양접시는 파라필름으로 밀봉한 후 20℃ 항온배양기에 암조건하에서 배양하면서 발아율을 기간별로 조사하였다. 종자발아는 종자길이 만큼 유근이 자랐을 때 발아된 것으로 판정하였다.

### 3. 종자펠렐팅처리 효과시험

종자펠렐팅은 지름 30cm 텡스텐 용기 내부에 테프론 튜브를 원형으로 붙여 펠렐팅 작업시 종자가 용기내부에 달라붙지 않도록 하였고, 종자처리가 이루어지는 부분은 실리콘으로 방사선모양으로 결을 만들어 종자가 잘 구르도록 하였다. 준비된 용기는 회전속도를 조정할 수 있는 전기모터에 부착시켜 가공정도에 따라 속도를 조정할 수 있도록 하였다.

결체물질은 3% Carboxymethylcellulose(CMC), 5% Xanthan gum을 증량재는 Talc, Cellulose를 재료로 사용하였다. CMC는 소량의 methanol에 녹인 후 증류수를 넣어주고 4℃ 냉장고에 12시간 방치하여 콜로이드상태로 섞어준 다음 고압증기살균기(121℃, 1.5 기압)에서 끓여 완전히 녹인 후 Talc와 cellulose를 일정비율로 섞어 사용하였다.

#### 4. 포장시험

당근 재배시험은 배수가 잘되는 사질양토의 밭에서 실시하였다. 경지정리는 트랙터 쟁기로 토심 50cm 깊이까지 2회 경운하고 300평 기준 시비량에 따라 계분발효비료 100kg, 석회 200kg, 토양살충제, 질소비료 12kg, 인산질비료 18kg, 칼륨비료 15kg 뿌린 다음 3회 로터리하여 비료와 흙을 잘섞어 준 다음 이랑폭을 90cm로 골은 50cm로 하여 포장을 정리하고 이랑표면은 파종기 사용이 가능하도록 최대한 편평하게 정리하였다.

종자파종은 2조식 종자파종기를 이용하여 점파하였으며, 펠렛팅종자는 2립씩 파종되도록 가공하였고, 무처리 종자는 파종기 사용지침에 따라 흙을 선택하여 파종하였다. 모든 시험구의 주간거리는 9cm 줄간 거리는 15cm가 되도록 이랑 당 4줄 심기를 하였다. 파종하여 본엽이 4엽까지 자랐을 때 추비로 300평 당 질소비료 22kg, 칼륨비료 8kg을 포장전면에 뿌려주고 스프링클러를 이용하여 충분히 관수하였다.

#### 5. 경제성분석

종자소모량은 시판종자 300평 관행 파종구의 종자소모량과 펠렛팅종자 2립 점파시의 종자소모량을 비교하고, 펠렛팅종자 생산에 필요한 재료비, 인건비, 종자비용, 숙음작업, 김메기 등에 투입된 인건비 등을 조사하여 기존의 시판종자 파종시 소요되는 비용을 비교하여 경제성 여부를 조사하였다.

### 결 과 및 고 찰

#### 1) 당근종자 발아촉진물질선발

종자를 무기염을 농도별로 준비하여 침종처리하여 4일간 암조건하에(25℃ 항온기) 키운 후 발아율을 조사한 결과 무처리구의 발아율은 34.3%이었으며, KNO<sub>3</sub>는 0.2%, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>는 0.1%, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.2% 로 처리하였을 때 각각 발아율이 가장 높았다(표 1). Gibberellin은 무처리구에 비해 모든 처리구에서 발아율이 향상되었고, 농도변화에 따른 발아촉진 경향성이 일정하지 않았으나 10-3M 처리구에서 37.2%, 10-6M 처리구에서 39.7%의 발아율을 보였다. Kinetin은 10-4M처리구에서 가장좋은 발아율을 보였다(표2)

표 1. 무기염류 프라이밍 처리에 의한 발아촉진효과 (치상 4일 후)

처리구	농도별 발아율(%)					
	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
KNO <sub>3</sub>	34.8	37.6	38.9	28.4	23.6	26.3
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	35.2	38.3	37.4	32.6	29.3	26.7
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	38.3	36.7	39.2	38.2	33.4	22.4
Control	34.3					

표 2. 식물 성장호르몬 프라이밍 처리에 의한 발아촉진효과 (치상 4일 후)

처리구	발아율(%)					
	10 <sup>-1</sup> M	10 <sup>-2</sup> M	10 <sup>-3</sup> M	10 <sup>-4</sup> M	10 <sup>-5</sup> M	10 <sup>-6</sup> M
Gibberellic acid	37.4	36.4	37.2	36.6	36.3	39.7
Kinetin	34.9	35.7	37.2	38.1	35.8	35.2
Control	34.3					

사상균을 PDA배지에 배양하여 50% methanol 추출물을 농축하여 완전히 건조시킨 후 플레이트 당 증류수 20ml에 녹인 후 프라이밍 처리효과를 조사한 결과 치상 12일 후에 발아율이 90.6%로 무처리구 93.1%보다 낮았으나 처리구간 차이로 통계상의 유의성은 없었다. 그러나 치상 6일 후 무처리구는 발아율이 80.0%로 사상균 배양 추출액 처리구의 평균 86.1%보다 낮아 높은 유의성을 보였으며 그에 따라 발아세가 무처리구 보다 향상됨을 알 수 있었다(표3). *P. putida*와 *B. megatherium*을 1일부터 5일까지 K.B 액체배지에 접종하여 배양기간을 달리하여 각각 준비한 배양여액을 당근종자에 프라이밍 처리한 결과 3일 동안 배양하여 준비한 배양여액을 프라이밍 처리한 당근의 발아율이 가장 높아 *P. putida* 배양여액처리구는 38.3% *B. megatherium* 배양여액 처리구는 37.1%의 발아율을 보여 무처리구에 비해 5.7%, 4.5%의 발아촉진효과를 보였다(표 4).

표 3. 사상균 추출액 프라이밍 처리에 의한 발아촉진효과

처 리 구	발아율(%) <sup>♪</sup>	치상 6일 후 발아율(%)	발아세 <sup>♪♪</sup>
<i>Trichoderma</i> sp.	90.6x	84.9bc	93.7
<i>Aspergillus</i> sp.	93.2x	86.7bc	91.4
<i>Penicillium</i> sp.	90.6x	86.8c	95.8
무 처 리	93.1x	80.0a	85.9

♪ 발아율=치상 12일 후 발아조사    ♪♪ 발아세=6일후 발아율÷12일후 발아율×100

표 4. 세균배양액 프라이밍 처리에 의한 당근종자 발아촉진효과 (치상 4일 후)

균 주 명	발아율(%)					
	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간	148시간
	배양액	배양액	배양액	배양액	배양액	배양액
<i>P. putida</i>	34.6	36.7	38.3	38.2	37.2	38.6
<i>B. megatherium</i>	36.1	35.2	37.1	36.8	37.0	34.6
무 처 리	32.6					

### 3. 종자펠leting처리 효과시험

당근 종자 20㎖를 넣고 코팅작업을 실시하였다. 작업결과 생산된 펠leting종자에는 당근종자가 하나씩 포함되는 비율이 95%이상으로 생산된 종자는 기술상 문제점이 없었으며, 펠leting 처리한 당근종자는 무게가 4.5배정도 증가하고 길이가 1.35배 늘어난데 비해 폭은1.89배 늘어나 길이/폭의 비율이 28% 감소하여(표 5) 무처리 종자에 비해 둥근 형태로 되었다.

종자 증량시 주재료인 Talc와 Cellulose의 조성비율을 달리하여 펠leting 처리하고 25℃에서 7일간 키운 후 발아율을 조사한 결과, Talc의 함량비율이 높을수록 처리종자의 표면은 매끄럽고 미관상 좋으나 발아율이 떨어지고, Cellulose의 비율을 높여 주면 종자 표면이 약간 매끄럽지 않으나 경도와 발아율이 증가(표 6)하고, 조성비를 Talc:Cellulose=60:40로 조정하였을 때 발아율이 가장 높았다.

표 5. 당근 종자 펠렛팅처리 효과

처리구	립 당 무게(mg)	길이 × 폭(mm)	길이/폭
무처리	1.7	3.1×1.8	1.72
코팅처리	7.7	4.2×3.4	1.23

표 6. 증량재 구성비에 따른 처리별 발아율

Talc : CMC	발아율(%)	Talc : CMC	발아율(%)
100 : 0	26.5	70 : 30	56.8
90 : 10	31.3	60 : 40	65.2
80 : 20	29.5	50 : 50	63.7

3일간 배양하여 준비한 세균 배양여액과 각 발아율이 초대인 화학물질 농도로 당근종자를 프라이밍 처리한 후 코팅재료인 Talc와 Cellulose조성비를 60:40으로하고 CMC 10%와 Glycerol 0.5%로 준비한 결체물질로 종자를 펠렛팅 처리한 후 발아력을 조사한 결과 배양 7일 후에는 *P. putida*, *B. megatherium*, *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., Gibberellic acid, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>처리구에서 발아율이 현저히 증가하였다(표 7).

표 7. 화학물질 및 미생물배양여액의 당근종자 발아촉진효과

종자처리내용	발아율(%)			
	2일 후	4일 후	7일 후	10일 후
무 처리	1.8	32.5	65.0	89.9
<i>P. putida</i>	3.7	36.5	74.8	89.7
<i>B. megatherium</i>	2.5	38.2	81.0	92.3
<i>Trichoderma</i> sp.	2.3	32.1	78.6	89.2
<i>Aspergillus</i> sp.	1.7	34.7	74.2	86.1
<i>Penicillium</i> sp.	2.4	36.3	78.2	90.4
10 <sup>-4</sup> Gibberellic acid	1.6	36.6	77.9	91.1
0.2% KNO <sub>3</sub>	4.8	38.6	63.6	87.5
0.2% K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	3.6	22.5	67.5	90.2

각 처리구 별 기내배양시 어린묘 생육상태를 조사한 결과 무처리에 비해 발아율이 높았던 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 처리구의 생체무게는 가벼웠으나 길이 생장은 차이가 없었다. Gibberellic acid는 어린 묘의 뿌리생장과 줄기생장을 촉진하는 효과를 보였으나 세균배양여액이나 무기염물질들은 뿌리생장을 억제하는 결과를 보였다. *P. putida*, *B. megatherium*

Trichoderma sp., Aspergillus sp., Penicillium sp.와 Gibberellic acid 처리구는 어린묘는 생체량이 증대되는 경향을 잔뿌리의 발달도 왕성하였다(표 8).

표 8. 펠렐팅종자 기내 10일 배양 후 당근 묘 생육조사

처리내용	생체무게(mg)	길이(cm)	잔뿌리수(개)
무 처 리	116.7	8.5	0.2
<i>P. putida</i>	119.8	8.2	1.3
<i>B. megatherium</i>	119.2	8.1	1.4
<i>Trichoderma</i> sp.	118.3	8.2	1.4
<i>Aspergillus</i> sp.	117.2	8.1	1.3
<i>Penicillium</i> sp.	118.3	8.4	1.3
10 <sup>-4</sup> Gibberellic acid	117.6	8.6	1.6
0.2% KNO <sub>3</sub>	114.7	7.8	0.0
0.2% K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	111.5	8.1	0.1

#### 4. 포장시험

생산된 당근 펠렐팅 종자는 2조식 종자파종기로 이랑을 따라 4줄로 줄뿌림을 하였다. 파종시 종자수는 2립씩 떨어지도록 파종기를 조작하였고, 무처리 시판종자 파종은 농가에 사용하는 방법에 준하여 파종하였다. 파종 12일 후 떡잎이 지상부로 돌출했을 때 출현율과 결주율을 조사하였다. 펠렐팅 처리한 종자를 파종한 시험구는 평균 2립 이하씩 출현한 반면(표 9) 시판종자를 파종한 시험구는 밀생하여 출현하고 결주율도 높았다.

표 9. 기계파종 12일 후 출현율조사

처리내용	출현율(%)	평균출현주수(주)	결주율(%)
무 처 리	78.5	6.4	21.5
펠 렐 팅	82.3	1.5	17.7
<i>P. putida</i>	95.8	1.6	4.2
<i>B. megatherium</i>	91.2	1.7	8.8
10 <sup>-4</sup> Gibberellic acid	100	1.8	0.0
0.2% KNO <sub>3</sub>	89.3	1.4	10.7
0.2% K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	89.6	1.2	10.4

파종 후 본엽이 4엽기에 이르렀을 때 각 처리구의 당근생육을 조사한 결과 코팅처리구와 KNO<sub>3</sub> 처리구의 초장은 시판종자 처리구보다 짧았으나 나머지 처리구는 촉진되었으며, 근장은 시료 굴취시 뿌리 끝 부분이 절단되어 정확히 측정할 수 없었지만 *B. megatherium*, *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., Gibberellic acid, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 처리구에서 뿌리길이생장이 촉진되었다(표 10).

근비대의 척도인 근경은 KNO<sub>3</sub> 처리구를 제외한 모든 처리구에서 촉진되는 것이 관찰되었으며 B. megatherium 처리구의 근경은 무처리구에 비해 평균 0.07cm 이상 비대촉진효과가 있었다. 시판종자 처리구의 당근은 밀생하여 수확작업에 시간이 많이 소요되었으나 코팅종자를 파종한 시험구의 당근은 2주 이하씩 출현하고 종자 크기가 커서 파종시 흙에 밀려 종자간 이격 거리가 시판종자 파종구보다 커져 당근 초기생장시 근접에 의한 상호장애율이 낮아 수확작업을 6엽기 이상에서 한번에 할 수 있었다.

표 10. 당근 생육중기 묘 소질조사

처리내용	초장(cm)	근장(cm)	근경(cm)
무 처리	7.83	9.21	0.26
코팅	6.92	7.63	0.28
<i>P. putida</i>	8.03	9.12	0.27
<i>B. megatherium</i>	8.28	9.82	0.33
<i>Trichoderma</i> sp.	8.42	8.93	0.31
<i>Aspergillus</i> sp.	8.27	9.13	0.34
<i>Penicillium</i> sp.	8.07	9.21	0.31
10 <sup>-4</sup> Gibberellic acid	8.03	9.31	0.28
0.2% KNO <sub>3</sub>	6.42	8.60	0.25
0.2% K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	8.23	9.47	0.30

포장에서 당근을 수확하여 상품성을 조사한 결과 펠leting 처리구의 당근은 무처리구에 비해 근경과 근중이 증가하였고, 상품율도 무처리구 64.3%에 비해 펠leting 처리구의 상품율은 83.1%로 증가되었다. 특히 B. megatherium과 Trichoderma sp. 처리구의 경우 상품율이 92%에 달해 펠leting 처리효과는 물론 미생물대사산물처리효과가 있는 것으로 관찰되었다(표 11).

표 11. 수확기 당근종자 펠렛팅처리에 의한 수량 증수효과

처리내용	근장(cm)	근경(cm)	근중(g)	상품율(%) <sup>♪</sup>
무 처 리	19.9	3.9	173.1	64.3
코 텅	20.1	4.0	198.7	79.4
<i>P. putida</i>	18.9	4.3	220.1	78.2
<i>B. megatherium</i>	20.3	4.0	205.1	92.0
<i>Trichoderma</i> sp.	20.0	4.2	205.2	92.1
<i>Aspergillus</i> sp.	19.4	4.4	227.9	79.8
<i>Penicillium</i> sp.	20.9	4.8	278.0	80.4
10 <sup>-4</sup> Gibberellic acid	19.4	4.1	199.8	85.7
0.2% KNO <sub>3</sub>	19.7	4.0	200.7	76.3
0.2% K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	20.4	4.1	197.4	84.2
				83.12

♪상품율= 180g 이상 당근 수 ÷수확당근 총수x 100

#### 5.경제성분석

종자코팅에 사용된 배지와 시약들은 연구기관에서 실험용으로 사용하는 정제된 것들로 대체로 가격이 비싼 편이다. 세균배양에 사용된 Nutrient broth는 Difco회사에서 제조한 것으로 10ml배지조제에 필요한 시약량을 환시세와 현지공급가격을 환산한 가격으로 25.6원이 소요되었다. 다른 모든 재료비도 이와 같은 방법으로 지출비용을 산출하였으며, 코팅 주재료인 cellulose는 6,000원이 소요되었으며 전체 세균배양액을 프링이밍하는데 소요되는 금액은 7,272원으로 총소비용의 55%를 차지하였다. 이러한 추가비용은 현재 시판되는 300평 당근발 적정 파종량이 300,000립 임에 반하여 코팅종자 파종시 100,276립이 필요하여 종자대금 소매가 기준으로 34,000원을 1/3 수준으로 줄 일수 있기 때문에 농가와 종묘회사 양측에 모두 득을 줄 수 있다(표 12).

표 12. 펠렛팅종자 생산비

(300평처리용)

구분	지출내용	가격(원)
재료비	배지 및 시약 구입비:	
	Nutrient broth	25.6
	Tryptone	6
	Peptone	3
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	3
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	3
	Glycerol	1.5
	첨가제 구입비:	
	Carboxymethylcellulose	800
	Talc	200
Glycerol	0.	
Cellulose	6,000	
인건비	기술자 1일 임금 70,000원 기준	13,125
총계		20,166

적 요

종자발아 촉진을 위해 공시한 무기염, 식물생장호르몬 그리고 미생물배양여액을 침종처리에 의해 프라이밍한 결과 무처리구에 비해 발아력이 증가되었다. 당근종자 코팅재료로 Talc와 cellulose혼합비율에 따라 당근의 발아율에는 차이가 있었으나 혼합비율을 Talc:cellulose =60:40으로 하여 코팅 처리하면 모양도 좋을 뿐만아니라 발아세도 떨어지지 않았다. 당근종자를 프라이밍 처리한 후 코팅처리하는 기술에 이용한 종자발아 자극물질로 Gibberellin이 가장 좋았으며, P. putida와 B. megatherium이 생산하는 물질들도 발아촉진효과가 높았다. 생산한 코팅종자를 재배지에 파종하면 초기생육이 촉진되어 출현율이 4~21%까지 증가하고 파종지점 평균출현 주수도 1.8개 미만으로 숙음작업등의 재배지 관리가 용이하였다. 당근 생육촉진효과로 코팅종자 중 Gibberellin과 P. putida, B. megatherium 배양여액을 처리한 당근의 초장과 근장의 생육이 대조구에 비해 양호하였으며, 특히 B. megatherium 배양여액을 처리한 당근의 근장 및 근 비대가 촉진되었다. 코팅에 사용되는 Cellulose는 300평 처리용 코팅종자를 생산하는 6,000원이 소요되어 첨가제 구입비의 85.7%를 차지하여 생산비 부담이되므로 대체물질 조사가 추가로 요구되었다. 종자발아촉진을 위한 프라이밍재료로 사용한 세균배양여액은 생산재료비가 41.5원이 소요되어 제형화된 Gibberellin 구입비 1,625원의 1/39밖에 소요되지 않아 이 균주가 생산하는 물질을 분석하여 종자산업에 이용할 수 있는 연구가 필요하다.

인 용 문 헌

Arshad, M., and Frankenberger, W.T., Jr. Biosynthesis of ethylene by *Acremonium faciforme*. *Soil Biol. Biochem.* 21:633~638. 1989.

Bainer, R. and Borthwick. H. A. Thresher and other mechanical injury to seed beans of the lima type. *California Agr. Expt. Sta. Bul.* 580:3~30. 1934.

Barea, J.M., Navarro, E., and Montoya, E. Production of plant growth regulators by rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria. *J. Appl. Bacteriol.* 40:129~134. 1976.

Borthwick, H.A. Thresher injury in baby lima beans. *J. Agr. Res.* 44:503~510. 1932.

Bradford, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germinations. *Hortscience* 21:1105 ~ 1112. 1986.

EL-Bahrawy, S. Survey of some *Fusarium moniliforme* strains from different host plants for compounds processing gibberellin-like activity. *Zentrbl. Bakteriol. Abt. II* 132:178~183. 1977.

Evans, T.A. and W.G. Pill Emergence and seedling growth from osmotically primed or pregerminated seeds of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Hort Sci.* 64:275~282. 1989.

Frett, J.J. and W.G. Pill. Germination characteristics of osmotically primed and stored impatiens seeds. *Scientia Hort.* 40:171~179. 1989.

Haigh, A.M. and E.W.R. Barlow. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 :202~208. 1987.

Kampert, M., and Strzelczyky, E. Synthesis auxins by fungi isolated from roots of pine seedlings (*Pinus silvestris* L.) and from soil. *Acta Microbiol. Pol.* 8:223~230. 1975.

Mexal, J., J.T. Fisher, J. Osteryoung, and P.C.P. Reid. Oxygen availability in polyethylen glycol solutions and its implications in plant-water relations. *Plant Physiol.* 55:20~24. 1975.

Muromstev, G.S., and Globus, G.A. On the adaptability significance to phytopathogen *Gibberella fujikuroi* (saw) Wr. in the ability to synthesize gibberellins. In proceedings plant growth regulators, 2nd Int. Symp. T. Kudrev, I. Ivaov(eds.). Bulgarian Academy of Science, Sofia, pp. 149~153. 1975.

Palaniappa, K. Threshing cylinder speed affects germination of *Amaranthus cruentus* L. seeds, *HortScience* 29(6):652~654. 1994.

Pill, W.G. and W.E. Finch-savage. Effects of combining priming and plant growth regulator treatments on the synchronization of carrot seed germination. *Ann. Applied Biol.* 113:383~389. 1988

Salter, P. J. Techniques and prospects for "Fluid drilling" of vegetable crops. *Acta Hort.* 72:101~107. 1978.

Singh, B. and D.E. Linvill. Determining the effect of pod and grain moisture content on threshing loss and damage of navy beans. *Trans. Amer. Soc. Agr. Eng.* 20:226~227. 1977.

Weibe, H.J.. and Muhyaddin. T. Improvement of emergence by osmotic treatment in soil of high salinity. *Acta Hort.* 198:91~100. 1987.

Yabuta, T. Biochemistry of the "Bakanae" fungus of rice. *Agric. Hortic.* 10:17~22. 1935.

#### 연구결과 활용

◦특허출원 및 산업체기술이전