

파 펠릿종자 생산을 위한 접착제 및 피복재료 선발

강 점 순*

밀양대학교 원예학과

Selection of Binder and Solid Materials for Pelleting Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Seeds

Jum-Soon Kang*

Dept. of Horticulture, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

Abstract

This study was carried out to select new pelleting binder and material for Welsh onion seeds. The optimum treatments of the various plant growth regulators to improve seed germination of the Welsh onion was also estimated. There were no significant effects of growth regulators on the germination percentage, but germination was faster according to the number of days to 50% of the final germination (T_{50}) and the mean number of days to germination (MDG) than those of the control. Germinability was increased when the seeds were soaked in gibberellic acid (GA_3) solution for 24hrs, even though there was no synergy effect on the germinability when GA_3 was mixed with 6-benzylaminopurine (BAP). The optimum treatment for improving germination of Welsh onion was observed when the tested seeds was soaked in $500\mu M$ of GA_3 at $20^\circ C$ for 24hrs. Also, when the seeds soaked in the aforementioned treatment, the rate of germination was increased at lower temperature than at $20^\circ C$, the optimal temperature. The percentage and the speed of seed germination depended on the kinds of pelleting binder and their concentration. It showed that the higher the concentration of the binder for seeds pelleting, the lower the percentage of seed germination. Among the pelleting binder, polyvinyl alcohol (PVA) and polyvinyl pyrrolidone (PVP) were the best binders for seed pelleting, because seed germination using those binder did not affect on the concentration of binder. On the other hand, Carboxymethyl cellulose (CMC) and methyl cellulose (MC) severely inhibited the seed germination. The germinability was also different according to the pelleting materials. Among the different 58 pelleting materials, kaoline alone, the mixture of bentonite and kaoline, the mixture of bentonite, calcium carbonate and diatomaceous earth #300 were found as the best pelleting materials for welsch onion seeds.

Key words – Polyvinyl alcohol, Talc, Calcium carbonate, Kaolin,

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 055-350-5395, Fax : 055-350-5390
E-mail : jskang@arang.miryang.ac.kr

서 론

파는 백합과의 1~2년생 초본으로 칼슘, 인, 철분을 비롯한 비타민 A, C가 풍부하여 옛날부터 전국적으로 재배되어온 전통채소이다.

파 종자는 방패형이고 천립중이 2g내외로 작아 기계파종이 어렵다. 파 재배농가에서는 파종을 손 작업에 의존하고 있는데, 이는 소모되는 종자량이 많고 파종밀도가 불균일하여 묘출현 후에도 솟음작업이 뒤따른다. 또한 파종과 솟음, 제조작업 및 수확을 인력에 의존하고 있어 생산 단가를 상승시키는 요인이 되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 선진국에서는 발아장해를 유발하지 않는 비활성 물질을 종자표면에 피복하여 크기를 증가시킨 펠렛종자가 산업화되고 있다[1,13,18]. 최근에 들어 국내에서도 일부 작물에서 종자펠렛에 관한 활발한 연구가 진행되고 있으나[5,14,15], 파 종자를 대상으로 한 연구는 없었다.

펠렛종자를 만드는 궁극적인 목적은 파종을 기계화하여 파종과 솟음작업을 생략화하는데 있으며[1,6,7,10,17,18,22], 특히 농촌노동력 부족현상이 심화되고 있는 우리나라의 현실을 감안할 때 펠렛종자의 도입은 반드시 이루어져야 될 분야이다.

또한 펠렛종자는 입묘를 증진시킬 수 있는 여러 가지 생장촉진제[24], 살균제[23], 영양물질[4,20,21]의 첨가가 가능하여 재배토양에 이루어지는 것에 비해 경제적이고 처리 효율성을 극대화시킬 수 있다. 따라서 펠렛종자를 이용한 파 생산체계 확립은 노동력을 완화시킬 수 있을 뿐만 아니라 육묘관리비를 절감 할 수 있어 농가의 소득 향상에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

파 종자는 1년 정도의 수명을 갖는 단명종자이다. 따라서 연중 파 생산을 위해서는 저온 등 불량환경에서도 발아할 수 있는 높은 활력을 지닌 종자가 요구된다. 종자의 활력 상실은 여러 원인에서 발생하는 생리현상이지만, 활력이 저하된 종자를 priming 처리[12] 및 생장조절제[9,16] 처리에 의해 활력 회복이 가능하다.

이러한 관점에서 본 연구는 파 종자의 발아력을 증진시킬 수 있는 생장조절제 최적 처리조건을 구명하며, 파 종자 펠렛용으로 적합한 접착제 및 피복재료를 선발하여 이를 산업화 할 수 있는 방안을 모색하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

발아증진을 위한 생장조절제 처리효과

본 실험에 사용된 파 종자는 '설동'(농우)이었다. 파 종자의 발아력 증진 방안을 모색하기 위해 사용된 생장조절제는 gibberellic acid(GA₃) 및 6-benzylaminopurine(BAP)였고 처리농도는 각각 50 μM, 100 μM, 250 μM, 500 μM 및 1mM였다. 또한 생장조절제 혼용처리에 의한 발아촉진 효과를 타진하기 위해 GA₃와 BAP를 혼용하여 50 μM, 100 μM, 250 μM, 500 μM 및 1mM로 조성한 용액에 종자를 침지 처리하였다. 생장조절제 종자처리 방법은 5g의 종자를 petridish에 넣고, 생장조절제 용액을 20mL 공급한 후 밀봉하여 20℃ 항온기에서 1일, 2일 및 3일간 처리하였다. 처리 후 종자는 증류수에 2분간 수세하여 실온에서 12시간 건조시킨 다음 암조건의 15℃ 및 20℃의 항온기에서 최종 발아율에 대해 50% 발아에 소요되는 일수(T₅₀) 및 평균발아소요일수(MDG)를 조사하였다.

종자 펠렛의 접착제가 발아에 미치는 영향

종자펠렛에 사용되는 접착제의 종류 및 농도가 발아력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 종자를 치상한 후 CMC(carboxymethyl cellulose), HEC(hydroxyethyl cellulose), MC(methyl cellulose), PVA(polyvinyl alcohol), PVP(polyvinyl pyrrolidone), span 60 및 tween 80을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 및 3.0%로 농도를 달리한 용액을 발아배지에 5mL 공급하여 발아력을 비교하였다. 대조구는 접착제 대신에 증류수를 5mL 공급한 처리였다.

종자 펠렛의 피복재료가 발아에 미치는 영향

파 종자의 펠렛에 적합한 피복재료를 선발하기 위해 bentonite을 비롯한 58종의 단일 또는 혼합한 피복재료(v/v 1:1)로 펠렛하여 펠렛종자의 외부표면 형태와 발아성을 조사하였다. 펠렛종자의 제조방법은 회전드럼식의 펠렛 제조기(대림하이텍사, 한국)에 100g의 종자를 넣은 후 접착제를 분무하고 이어서 단일 또는 혼합한 피복재료를 소량씩 투입하면서 펠렛팅(pelleting)하였다. 펠렛종자의 제조과정중 접착제 분무는 펠렛 초기단계에는 PVA(polyvinyl alcohol) 0.5% 수용액을 중간단계에는 1.0% 수용액을 펠렛 완성단계에는 2.0%(w/v) 수용액을 분무하였다. 펠렛 제조

기의 회전속도는 펠렛 제조의 초기에는 60~70rpm, 중간 단계에는 100~150rpm, 펠렛 완성단계에는 400~500rpm으로 조절하였다. 펠렛종자의 완성단계에는 경도를 강화하기 위하여 열풍기를 이용하여 2분간 건조시켰다. 펠렛종자의 발아율을 조사는 직경 9cm의 petridish에 흡습지(Whatman No. 2) 2장을 깔고 펠렛종자를 50립씩 3반복으로 치상하여 암조건의 15℃ 및 20℃의 항온기에서 실시하였다. 발아조사는 종자를 치상한 후 18일까지 12시간 간격으로 하였으며, 유근이 펠렛층을 뚫고 1.0mm 이상 신장된 것을 발아한 것으로 하였다. 기타 실험절차는 ISTA[8] rule에 준해서 실시하였다. 실험결과는 Duncan's 다중검정, 최소유의차 검정(LSD) 및 요인분석을 하였는데, 이를 위해 SAS 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

발아증진을 위한 성장조절제 처리효과

성장조절제 종자처리하는 많은 작물에서 휴면타과, 불량조건에서 발아증진 및 유묘의 성장 촉진에 유용하다[9,16]. 과 종자에 성장조절제 처리는 처리기간, 성장조절제의 종류 및 처리농도에 관계없이 발아율에는 큰 차이가 없었다(Table 1과 2). 성장조절제 처리기간은 1일이 2일과 3일에 비해 발아촉진에는 효과적이었으나, 발아율을 크게 증진시키지는 못했다.

성장조절제 종류 및 농도에 관계없이 성장조절제에 1일간 처리한 종자는 저온인 15℃(Table 1)에서 대조구 종자보다 발아율이 높았으나 20℃(Table 2)에서는 큰 차이가 없었다. 따라서 성장조절제 처리에 의한 발아증진 효과는 저온에서 현저한 것으로 해석된다.

또한 성장조절제 처리는 발아속도를 단축시켜 조기발아를 유도하였다. 성장조절제 종류 및 농도에 관계없이 성장조절제에 1일간 처리한 종자는 대조구 종자보다 T_{50} 를 15℃에서 0.4~0.9일, 20℃에서는 0.3~0.5일을 단축시켜 발아를 촉진하였다. 성장조절제 중 GA_3 가 BAP 단독처리나 $GA_3 + BAP$ 을 혼용처리 한 것보다 발아증진 및 발아촉진 효과가 높았다.

과 종자에서 발아력을 증진시킬 수 있는 성장조절제 최적 처리조건은 250~500 μM 의 GA_3 1일간 처리였다. GA_3 와 BAP의 혼용처리는 발아를 촉진시킬 것으로 기대하였으

나, 과에서는 이들 혼용은 발아촉진의 상승효과가 나타나지 않았다. Khan[11]은 종자의 발아촉진에 GA_3 가 1차적으로 관여하며, cytokinin은 단독보다 GA_3 과 공존 할 때 발아촉진의 상승효과를 가진다고 하였으나, 과 종자에서는 GA_3 처리만으로도 발아가 촉진되었다. GA_3 처리에 의한 발아촉진은 GA_3 가 종자내에 존재하는 발아억제 물질의 활성을 저하시키고 저장양분을 분해하는 효소활성을 촉진한 것으로 해석된다.

종자 펠렛 접착제에 따른 발아력

펠렛종자에서 접착제 역할은 종피와 펠렛 피복재료간의 부착성을 높이고 궁극적으로 펠렛층의 경도를 강화시키기 위해 사용된다[2]. 펠렛 접착제의 구비조건은 수분용해도가 우수하며, 종자와의 친화성이 있어야 한다. 펠렛종자의 제조는 접착제를 종자 표면에 분무하고 피복재료를 서서히 첨가하면서 시작되는데, 접착제 없이는 펠렛종자의 경도를 유지할 수 없다. 지금까지 펠렛 접착제로 methyl cellulose 비롯한 몇 가지 물질이 보고[2,3,23]되고 있으나, 펠렛종자가 산화화되기 위해서는 가격이 저렴하고 발아에 장애를 주지 않는 접착제를 구명하는 것이 선행되어야 한다.

펠렛 접착제의 종류 및 농도를 달리한 용액을 발아배지에 공급하여 발아력을 비교한 결과 접착제의 종류에 따라 발아율에는 큰 차이는 없었다(Table 3). 대조구 종자는 15℃에서 92%, 20℃에서는 97%의 발아율을 보였다. PVA, PVP, span 및 tween 등의 접착제를 발아배지에 공급하더라도 90% 이상 발아한 것으로 보아 이들은 발아를 크게 억제하지 않는 접착제였다. 그러나 접착제의 농도가 증가하면 발아율이 약간 감소하였는데, 그 정도는 CMC, MC 및 HEC에서 뚜렷하였다.

발아속도는 접착제 종류, 처리농도의 및 이들 요인들의 상호작용에 따라 큰 차이를 보였다. 대조구 종자의 T_{50} 과 MDG는 15℃에서 5.3일과 5.8일이 소요되었고, 20℃에서는 2.8일 및 3.1일이 소요되었다. 발아배지에 접착제가 공급되면 증류수를 공급한 대조구와 동일한 발아속도를 보인 접착제도 있으나 대부분의 접착제들은 대조구보다 T_{50} 과 MDG가 약 0.3~0.5일 지연되었다. 접착제 가운데 CMC에서 발아지연 정도가 가장 높았다.

접착제의 처리농도 또한 발아속도에 관여하였으며, 전반적으로 접착제의 처리농도가 0.5% 일 때 발아율이 높았고

Table 1. Effect of plant growth regulators, soaking duration and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of Welsh onion seeds at 15°C.

Seed treatment ^z		Soaking duration (days)								
		1			2			3		
Plant growth regulators (PGRs)	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	94.6	3.35	3.78	96.0	3.79	4.71	95.3	3.88	4.53
	100 μM	95.3	3.41	3.63	90.6	3.80	4.26	90.0	3.91	4.39
	250 μM	96.0	3.35	3.69	93.3	3.89	4.04	88.6	3.94	4.57
	500 μM	94.0	3.37	3.69	97.3	3.78	4.26	72.0	4.28	4.97
	1mM	95.3	3.35	3.61	84.0	3.79	4.36	70.0	4.17	4.80
	Mean	95.1	3.37	3.68	92.2	3.81	4.23	83.2	4.03	4.65
BAP	50 μM	91.3	3.35	3.69	94.0	3.63	4.14	80.0	3.80	4.23
	100 μM	90.0	3.63	4.01	89.3	3.73	4.06	84.0	3.83	4.30
	250 μM	78.6	3.75	4.06	87.3	3.73	4.40	90.0	3.89	4.41
	500 μM	82.6	3.81	4.08	83.3	4.03	4.54	97.3	4.35	4.70
	1mM	83.3	3.81	4.32	93.3	4.58	5.00	96.0	4.78	5.24
	Mean	85.2	3.67	4.03	89.4	3.94	4.43	89.4	4.13	4.57
GA ₃ +BAP	50 μM	90.0	3.84	4.25	92.0	3.77	4.31	90.0	3.79	4.38
	100 μM	92.6	3.76	4.07	82.6	3.90	4.38	94.6	3.40	4.51
	250 μM	96.6	3.79	4.07	92.6	4.00	4.45	97.3	4.14	4.49
	500 μM	84.0	3.82	4.15	93.3	3.87	4.36	93.3	4.15	4.66
	1mM	89.3	3.88	4.24	93.3	3.90	4.34	86.0	4.18	4.56
	Mean	90.5	3.82	4.16	90.8	3.89	4.37	92.2	3.93	4.52
Untreated		81.3	4.26	4.81	81.3	4.26	4.81	81.3	4.26	4.81
LSD.05		11.4	0.15	0.19	13.8	0.25	0.29	11.7	0.30	0.34
		Germination				T ₅₀		MDG		
Significance										
Soaking duration(A)		NS ^y			***			***		
PGRs(B)		NS			***			***		
PGRs conc.(C)		NS			***			***		
A × B		***			***			***		
A × C		NS			***			***		
B × C		*			***			***		
A × B × C		**			**			*		

^z Seeds were dark-treated at 20°C and dark-germinated at 15°C for up to 18 days.

Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

발아가 빨랐으나, 고농도인 3.0%에서는 발아율이 약간 감소되었고, 발아는 지연되었다.

Span 및 tween은 발아를 크게 억제하지 않았으나 비중이 높아 물과 희석되지 않는 단점이 있었고, 이를 접착제

로 사용하여 제조된 펠렛종자는 경도가 낮았다(결과 미제시). 이는 운송이나 기계화 파종작업 중 펠렛층이 균열되기 쉽다는 것을 의미하고 있다. 펠렛 접착제 가운데 PVA와 PVP에서는 처리농도가 증가하더라도 비교적 높은 발아율

Table 2. Effect of plant growth regulators, soaking duration and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of Welsh onion seeds at 20°C.

Seed treatment ^z		Soaking duration (days)								
		1			2			3		
Plant growth regulators (PGRs)	Conc.	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
GA ₃	50 μM	94.6	2.35	2.76	94.0	3.07	3.60	95.3	2.91	3.52
	100 μM	92.6	2.40	2.91	87.3	2.99	3.58	92.0	2.56	3.20
	250 μM	94.0	2.30	2.77	94.0	3.10	3.62	92.6	2.84	3.59
	500 μM	100.0	2.28	2.80	97.3	2.49	3.34	92.6	3.18	3.68
	1mM	95.3	2.30	2.81	93.3	2.91	3.59	92.0	3.30	3.85
	Mean	95.3	2.33	2.81	93.2	2.91	3.55	92.9	2.96	3.57
BAP	50 μM	93.3	2.33	2.79	98.6	2.81	3.33	92.6	2.63	3.27
	100 μM	92.6	2.43	2.96	82.6	2.95	3.43	93.3	2.76	3.53
	250 μM	96.0	2.39	2.85	88.6	2.76	3.26	93.3	3.24	3.68
	500 μM	97.3	2.38	2.94	92.6	2.89	3.37	94.6	3.23	3.78
	1mM	96.6	2.75	3.13	86.6	3.29	3.72	86.6	4.35	5.06
	Mean	95.2	2.46	2.93	89.6	2.94	3.42	92.1	3.24	3.86
GA ₃ +BAP	50 μM	96.6	2.34	2.72	96.0	2.77	3.43	95.3	2.89	3.42
	100 μM	91.3	2.24	2.70	91.3	3.07	3.51	91.3	3.11	3.64
	250 μM	92.0	2.34	2.82	78.0	2.95	3.27	96.0	2.81	3.28
	500 μM	85.3	2.35	2.70	84.0	3.30	3.82	96.0	2.85	3.34
	1mM	94.0	2.40	2.90	94.0	3.06	3.62	89.3	3.01	3.58
	Mean	91.8	2.33	2.77	88.6	3.05	3.53	93.6	2.93	3.45
Untreated	98.0	2.79	3.27	98.0	2.79	3.27	98.0	2.79	3.27	
LSD.05		8.9	0.21	0.24	13.5	0.44	0.46	8.4	0.44	0.36
		Germination			T ₅₀			MDG		
Significance										
Soaking duration(A)		NS ^y			***			***		
PGRs(B)		NS			***			**		
PGRs conc.(C)		NS			***			***		
A × B		NS			*			***		
A × C		NS			***			***		
B × C		NS			***			***		
A × B × C		NS			***			***		

^z Seeds were dark-treated at 20°C and dark-germinated at 20°C for up to 18 days.

Untreated seeds were those taken fresh from the seeds package.

^y NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P=0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

을 보였고 발아억제 정도는 낮았다. 이는 펠렛종자의 경도 강화를 위해 접착제 농도를 증가하더라도 발아장해를 유발하지 않는다는 것을 시사하고 있다. 따라서 파 종자의 펠렛용으로 적합한 접착제는 PVA와 PVP 였다(Table 3).

종자 펠렛의 피복재료에 따른 발아성

펠렛종자는 피복재료에 따라 형태가 불량하거나 상품성이 없는 펠렛종자가 생산될 수 있다[17,19]. 또한 외형이 우수하더라도 발아를 저해하는 물질은 실용성이 없을 것이

Table 3. Effect of pelleting binders and their concentrations on percent germination, T₅₀ and MDG of un-pelleted Welsh onion seeds. Seeds were dark-germinated at 15°C and 20°C for up to 18 days.

Seed treatment		15°C			20°C		
Binder	Conc. (%)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Carboxymethyl cellulose(CMC)	0.5	96.0	4.57	5.20	96.6	2.86	3.58
	1.0	82.6	4.98	5.73	86.6	4.10	4.57
	1.5	84.6	4.91	5.60	95.3	2.51	3.30
	2.0	78.6	5.09	5.49	85.3	3.27	3.90
	3.0	88.6	4.97	5.37	92.6	3.07	3.67
Hydroxyethyl cellulose(HEC)	0.5	96.0	4.59	5.10	94.0	2.38	2.98
	1.0	94.0	4.57	5.12	95.3	2.37	2.97
	1.5	92.0	4.60	5.14	94.0	2.67	3.27
	2.0	92.6	4.70	5.35	92.6	2.57	3.26
	3.0	87.3	5.13	5.70	93.3	2.76	3.38
Methyl cellulose (MC)	0.5	99.3	4.22	4.73	96.6	2.39	2.99
	1.0	98.0	4.01	4.80	95.3	2.69	3.37
	1.5	90.6	4.82	5.40	81.3	2.43	2.86
	2.0	96.6	4.15	4.72	87.3	2.79	3.74
	3.0	79.3	4.40	5.20	90.6	2.60	3.26
Polyvinyl alcohol(PVA)	0.5	96.6	3.91	4.51	98.0	3.03	3.63
	1.0	94.0	4.00	4.48	98.0	2.50	3.14
	1.5	90.6	3.93	4.70	96.0	2.47	3.27
	2.0	95.3	4.24	4.79	95.3	2.45	3.04
	3.0	94.0	4.16	4.73	94.0	2.55	3.22
Polyvinyl pyrrolidone (PVP)	0.5	97.3	3.74	4.17	98.0	2.34	2.75
	1.0	96.0	4.08	4.75	96.6	2.53	2.88
	1.5	93.3	4.13	4.80	98.0	2.44	2.93
	2.0	95.3	3.98	4.51	96.6	2.45	3.20
	3.0	97.3	3.99	4.53	100.0	2.39	2.76
Span 60	0.5	94.6	3.85	4.49	98.6	2.35	2.99
	1.0	94.0	3.89	4.55	94.6	2.39	3.16
	1.5	96.6	4.47	5.00	96.6	2.37	2.94
	2.0	92.6	4.17	4.85	92.6	2.73	3.56
	3.0	93.3	3.96	4.75	92.0	2.56	3.30
Tween 80	0.5	95.3	3.89	4.37	94.0	3.31	3.99
	1.0	92.6	4.03	4.66	92.6	3.22	3.98
	1.5	90.6	4.22	4.77	96.6	3.45	4.02
	2.0	98.6	4.26	4.89	92.6	3.44	4.06
	3.0	92.6	4.40	5.02	90.6	3.13	3.71
Control(H ₂ O)		92.0	4.27	4.75	97.3	2.83	3.08
LSD.05		7.5	0.44	0.43	7.8	0.44	0.39
Significances							
Binderr chemical (A)		NS ^z	***	***	*	***	***
Binder conc.(B)		**	***	***	*	**	**
A × B		NS	NS	NS	NS	NS	NS

^z NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001, respectively.

다. 펠렛 종자가 산업화되기 위해서는 외형이 우수하고 발아에 장애를 주지 않는 펠렛 피복재료가 탐색되어야 할 것이다.

여러 가지 피복재료로 제조한 펠렛종자의 외형 및 발아성을 조사한 결과는 Table 4와 5에서 보는 바와 같다.

펠렛 피복재료 중 DME #300과 #500, kaoline, limestone 및 talc등의 단일 재료와 이를 혼합한 피복재료로 펠렛하면 펠렛형성이 좋았고 표면도 매끄러웠다. 반면 bentonite, celite 및 peatmoss등은 펠렛형성이 불량하였고 표면이 거칠어진 펠렛종자가 생산되었다. 또한 이를 혼합한 피복재료로 종자를 펠렛하더라도 펠렛형성이 불량하였다.

펠렛 피복재료에 따라 펠렛종자의 발아율 및 발아속도에 큰 차이를 보였다. 종자를 펠렛하면 대조구보다 발아율이 약간 감소하는 경향이였으나, kaolin, bentonite + kaoline 혼합물질, CC + celite 혼합물질, celite + DME #300 + kaoline 혼합물질 및 kaoline + peatmoss등으로 펠렛한 종자들은 발아온도에 관계없이 92% 이상 발아하였다. 따라서 이들은 발아를 크게 저해하지 않는 피복재료였다.

반면 talc와 limestone으로 펠렛된 종자에서는 발아율이 감소하였다. 특히 limestone으로 펠렛된 종자는 발아율이 12%에 불과하였고 이와 혼합한 펠렛종자들도 50% 미만으로 발아율이 급감하여 과 종자의 펠렛에 적합한 피복재료는 아니었다. 이와 같이 limestone의 발아억제 원인은 높은 pH에 기인된 것으로 보여진다.

발아속도도 펠렛 피복재료의 종류에 따라 큰 차이가 있었다. 종자를 펠렛하면 발아속도는 약간 지연되었다. 대조구 종자의 T_{50} 과 MDG는 각각 3.3일과 3.6일이 소요되었으나 CC, kaolin, bentonite + CC 혼합물질, bentonite + kaoline 혼합물질, bentonite + CC + DME #300 혼합물질, bentonite + CC + peatmoss 혼합물질 및 celite + kaoline 등으로 펠렛된 종자에서는 T_{50} 이 대조구 종자보다 약 0.5일 정도 지연되었다. 그러나 다른 피복재료에 비해 발아지연 정도가 낮았다. Limestone이 혼합된 피복재료로 펠렛하면 T_{50} 이 6~7일 이상 소요되었다.

이상과 같이 여러 가지 펠렛 피복재료로 과 종자를 펠렛하여 펠렛형성 정도와 발아성을 검토한 결과 kaoline, bentonite + kaoline 혼합물질 및 bentonite + CC + DME #300 등으로 종자를 펠렛하면 펠렛형성이 우수하였고 높은 발아율과 발아세를 보여 과 종자의 펠렛에 우수한

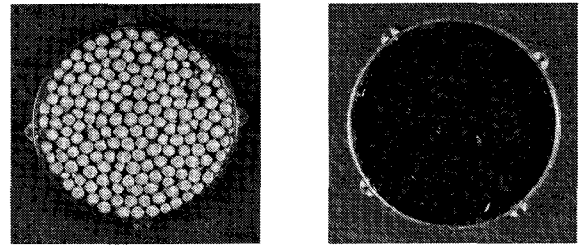


Fig. 1. Appearance of pelleted Welsh onion seed with diatomaceous earth #300 as pelleting materials.

피복재료로 평가되었다(Table 4 및 Table 5).

요 약

본 연구는 과 종자의 발아력을 증진시킬 수 있는 성장조절제 최적 처리조건을 구명하며, 과 종자 펠렛용으로 적합한 접착제 및 피복재료를 선발하기 위해 수행되었다. 식물 성장조절제 종자처리 발아율을 증진시키지는 못했다. 그러나 50% 발아에 소요되는 일수(T_{50})와 MDG는 단축되어 조기발아 하였다. 성장조절제 최적 처리조건은 500 μ M의 GA₃로 1일간 처리였다. 성장조절제 처리에 의한 발아촉진 효과는 발아적온보다는 저온인 15℃에서 뚜렷하였다. 종자 펠렛의 접착제 종류 및 농도에 따라 발아율에는 큰 차이가 없었으나 발아속도는 대조구 종자에 비해 약 0.3~0.5일 지연되었다. 종자 펠렛용 접착제의 농도가 증가하면 발아율이 약간 감소하였는데, 이러한 경향은 Carboxymethyl cellulose (CMC) 및 Methyl cellulose(MC)에서 뚜렷하였다. 종자 펠렛 접착제 가운데 Polyvinyl alcohol(PVA)와 Polyvinyl pyrrolidone(PVP)에서는 처리농도가 증가하더라도 발아를 크게 억제하지 않아, 과 펠렛종자 제조에 적용될 수 있는 최적 접착제였다. 펠렛 피복재료 중 kaoline, bentonite + kaoline 혼합물질 및 bentonite + CC + DME #300 혼합물질로 펠렛된 종자에서 높은 발아율과 발아세를 보여 과 종자의 펠렛에 적합한 피복재료였다.

감사의 글

본 연구는 밀양대학교 기성회채원 학술연구지원비에 의해 연구되었음.

Table 4. Effect of different kinds of pelleting materials on percent germination and T₅₀ of pelleted Welsh onion seeds at 15°C.

Pelleting materials	Pellet shape ^z	15°C			
		Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)	
Bentonite	-	80.6 a-g ^y	4.02 j-n	5.34 l-v	
Calcium carbonate(CC)	+	90.6 a-d	3.55 mn	4.49 s-x	
Celite	-	79.3 b-h	5.55 b-g	6.17 e-v	
Diatomaceous earth #300(DME #300)	++	92.6 a-c	3.80 l-n	4.61 s-x	
Diatomaceous earth #500(DME #500)	++	88.6 a-d	4.32 f-n	5.03 o-w	
Kaolin	++	93.3 ab	3.68 l-n	4.40 u-x	
Limestone	++	12.0 p	6.54 a-c	6.87 b-h	
Peatmoss	++	98.6 a	4.77 e-m	5.21 n-w	
Talc	-	62.0 i-h	6.35 a-d	6.61 c-j	
Bentonite + CC	++	91.3 a-c	3.94 k-n	4.06 wx	
Bentonite + Celite	-	69.3 g-i	4.32 f-n	5.74 h-r	
Bentonite + DME #300	+	86.0 a-f	4.48 f-n	5.30 l-x	
Bentonite + Kaolin	++	94.6 ab	3.52 mn	4.43 t-x	
Bentonite + Limestone	+	14.0 op	7.23 a	6.97 b-g	
Bentonite + Peatmoss	+	90.0 a-d	5.27 c-k	6.05 g-o	
Bentonite + Talc	+	76.6 c-i	6.81 ab	7.34 a-e	
Bentonite + CC + Celite	++	85.3 a-g	3.79 l-n	5.01 o-w	
Bentonite + CC + DME #300	+	93.3 ab	3.66 l-n	4.48 s-x	
Bentonite + CC + Kaolin	+	90.0 a-d	3.72 l-n	4.48 s-x	
Bentonite + CC + Limestone	+	16.0 n-p	5.35 c-j	6.32 c-n	
Bentonite + CC + Peatmoss	++	81.3 a-g	3.55 mn	4.76 q-x	
Bentonite + CC + Talc	+	70.6 e-i	4.51 f-n	5.53 j-t	
CC + Celite	+	93.3 ab	3.95 k-n	5.00 o-w	
CC + DME #300	+	93.3 ab	3.65 mn	4.30 v-x	
CC + Kaolin	+	18.0 m-p	7.32 a	7.51 a-c	
CC + Limestone	+	9.3 p	6.46 a-c	7.07 a-g	
CC + Peatmoss	++	80.6 a-g	4.36 f-n	5.16 n-w	
CC + Talc	+	74.6 d-i	5.66 b-f	6.50 c-l	
CC + Celite + DME #300	+	95.3 ab	3.81 l-n	4.48 s-x	
CC + Celite + Kaolin	+	93.3 ab	3.73 l-n	4.49 s-x	
CC + Celite + Limestone	+	16.6 n-p	5.35 c-j	5.64 j-s	
CC + Celite + Peatmoss	+	86.6 a-e	4.52 f-n	5.59 j-t	
CC + Celite + Talc	+	90.6 a-d	3.72 l-n	4.93 p-w	
Celite + DME #300	+	92.6 a-c	3.77 l-n	4.71 s-x	
Celite + Kaolin	+	92.0 a-c	3.69 l-n	4.62 s-x	
Celite + Limestone	+	8.6 p	6.43 a-c	6.44 c-m	
Celite + Peatmoss	+	94.0 ab	5.21 d-j	5.93 g-q	
Celite + Talc	+	79.3 b-h	6.09 a-e	6.57 c-k	
Celite + DME #300 + Kaolin	+	94.0 ab	4.11 i-j	5.26 m-w	
Celite + DME #300 + Limestone	+	28.6 l-o	5.40 c-i	6.08 g-o	
Celite + DME #300 + Peatmoss	+	90.6 a-d	5.02 d-k	5.67 i-r	
Celite + DME #300 + Talc	+	70.0 f-i	5.49 b-h	6.28 d-n	
DME #300 + Kaolin	++	86.6 a-e	4.68 f-m	5.59 j-t	
DME #300 + Limestone	++	18.0 l-p	6.07 a-e	6.86 b-i	
DME #300 + Peatmoss	+	90.6 a-d	4.49 f-n	5.14 n-w	
DME #300 + Talc	+	63.3 h-j	6.82 ab	7.40 a-d	
DME #300 + Kaolin + Limestone	++	24.0 l-p	7.27 a	8.19 a	
DME #300 + Kaolin + Peatmoss	++	72.0 e-i	5.65 b-f	6.92 b-h	
DME #300 + Kaolin + Talc	++	86.6 a-e	4.17 f-n	5.35 l-v	
Kaolin + Limestone	++	35.3 kl	6.14 a-d	7.19 a-f	
Kaolin + Peatmoss	++	98.0 a	4.01 j-n	4.69 s-x	
Kaolin + Talc	+	84.0 a-g	4.22 g-n	5.46 j-v	
Kaolin + Limestone + Peatmoss	++	76.6 c-i	4.19 g-n	4.89 p-w	
Kaolin + Limestone + Talc	++	34.0 lm	5.65 b-f	6.51 c-l	
Limestone + Peatmoss	++	39.3 kl	4.34 f-n	5.39 k-v	
Limestone + Talc	+	32.0 lm	7.40 a	8.07 ab	
Limestone + Peatmoss + Talc	++	50.6 jk	5.49 b-h	5.95 g-q	
Peatmoss + Talc	+	93.3 ab	3.64 mn	4.44 t-x	
Control (dH ₂ O)	+	94.0 ab	3.26 n	3.62 x	

^z -rough in surface, + smooth in surface, ++ very smooth in surface.

^y Means in columns are separated by DMRT P= 0.05.

Table 5. Effect of different kinds of pelleting materials on percent germination and T₅₀ of pelleted Welsh onion seeds at 20°C.

Pelleting materials	20°C		
	Germination (%)	T ₅₀ (days)	MDG (days)
Bentonite	87.3 a-e ^z	2.85 k-p	4.14 h-r
Calcium carbonate(CC)	84.0 a-f	2.82 l-p	4.16 h-r
Celite	90.0 a-c	3.76 f-p	4.85 d-m
Diatomaceous earth #300(DME #300)	91.3 a-c	4.40 e-l	4.98 d-j
Diatomaceous earth #500(DME #500)	92.6 a-c	3.54 h-p	4.60 g-n
Kaolin	94.0 ab	2.77 m-p	3.79 j-i
Limestone	22.6 no	6.59 a-c	6.85 ab
Peatmoss	90.0 a-d	4.13 e-m	4.93 d-j
Talc	52.0 g-h	4.85 d-i	5.75 b-f
Bentonite + CC	88.6 a-d	2.37 op	3.28 o-t
Bentonite + Celite	86.0 a-e	2.68 m-p	4.34 h-o
Bentonite + DME #300	88.6 a-d	2.69 m-p	3.64 m-t
Bentonite + Kaolin	97.3 ab	2.35 op	2.99 r-t
Bentonite + Limestone	32.6 j-n	3.04 k-p	3.41 m-t
Bentonite + Peatmoss	92.6 a-c	2.82 l-p	3.79 j-t
Bentonite + Talc	68.0 e-h	3.53 h-p	4.67 e-m
Bentonite + CC + Celite	92.6 a-c	2.36 op	3.05 q-t
Bentonite + CC + DME #300	80.0 a-f	2.40 op	3.67 l-t
Bentonite + CC + Kaolin	90.0 a-d	2.45 op	3.36 n-t
Bentonite + CC + Limestone	44.6 i-l	3.40 i-p	4.49 g-o
Bentonite + CC + Peatmoss	94.6 ab	2.39 op	2.98 r-t
Bentonite + CC + Talc	86.6 a-e	3.04 k-p	3.97 j-s
CC + Celite	96.6 ab	2.35 op	3.06 q-t
CC + DME #300	90.0 a-d	2.49 n-p	3.42 n-t
CC + Kaolin	24.0 m-o	6.76 ab	6.66 ab
CC + Limestone	17.3 no	5.38 b-e	6.23 bc
CC + Peatmoss	82.0 a-f	2.62 m-p	3.70 k-t
CC + Talc	88.0 a-e	3.64 g-p	4.84 d-m
CC + Celite + DME #300	91.3 a-c	2.48 n-p	3.61 m-t
CC + Celite + Kaolin	92.0 a-c	2.33 op	2.88 st
CC + Celite + Limestone	28.0 k-o	5.04 c-h	5.25 c-t
CC + Celite + Peatmoss	88.0 a-e	2.69 m-p	3.37 n-t
CC + Celite + Talc	91.3 a-c	2.75 m-p	4.16 h-r
Celite + DME #300	92.0 a-c	2.69 m-p	3.76 j-t
Celite + Kaolin	94.6 ab	2.25 p	2.64 t
Celite + Limestone	18.6 no	3.62 m-p	4.25 h-q
Celite + Peatmoss	91.3 a-c	3.92 e-o	4.59 g-n
Celite + Talc	64.0 f-i	3.54 h-p	4.48 g-o
Celite + DME #300 + Kaolin	98.0 a	2.43 op	3.38 n-t
Celite + DME #300 + Limestone	28.6 k-o	4.90 d-i	5.61 b-g
Celite + DME #300 + Peatmoss	92.6 a-c	3.56 m-p	4.33 h-o
Celite + DME #300 + Talc	81.3 a-f	4.17 e-m	4.91 d-l
DME #300 + Kaolin	97.3 ab	2.84 k-p	3.90 j-s
DME #300 + Limestone	24.6 l-o	5.33 b-f	5.87 b-e
DME #300 + Peatmoss	90.0 a-d	3.45 h-p	3.91 j-s
DME #300 + Talc	70.0 d-g	4.43 e-k	5.35 b-e
DME #300 + Kaolin + Limestone	43.3 j-m	6.24 b-d	6.44 bc
DME #300 + Kaolin + Peatmoss	73.3 c-f	4.06 e-n	5.25 c-i
DME #300 + Kaolin + Talc	88.6 a-d	3.55 h-p	4.27 h-q
Kaolin + Limestone	32.6 j-n	7.87 a	7.84 a
Kaolin + Peatmoss	94.0 ab	2.92 k-p	3.96 j-s
Kaolin + Talc	92.6 a-c	2.58 m-p	3.64 m-t
Kaolin + Limestone + Peatmoss	26.6 l-o	4.66 d-j	4.59 g-n
Kaolin + Limestone + Talc	15.3 no	5.23 b-g	6.06 b-d
Limestone + Peatmoss	23.3 m-o	3.43 i-p	3.71 k-t
Limestone + Talc	10.0 o	4.79 d-i	4.81 d-m
Limestone + Peatmoss + Talc	48.0 h-k	3.02 k-p	4.32 h-p
Peatmoss + Talc	77.3 b-f	3.19 j-p	4.08 i-r
Control (dH ₂ O)	98.0 a	2.37 op	3.13 p-t

^z Means in columns are separated by DMRT *P*= 0.05.

참 고 문 헌

1. Antonov, I., K. Slavov, P. Purvanov and S. Stanchey. 1978. Pelleting of sugar beet seed and of some other crops. *Plant Sci.* **15**, 120-135.
2. Baxter, L. and L. Waters. 1986a. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **111**, 31-34.
3. Baxter, L. and L. Waters. 1986b. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the imbibition, respiration and germination of sweet corn at four matric potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **111**, 17-20.
4. Canerday, R. 1990. Coating creates nutrient environment. *Seed World.* **June**, 48-49.
5. Cho, S.K., H.Y. Seo, Y.B. Oh, E.T. Lee, I.H. Choi, Y.S. Jang, Y.S. Song and T.G. Min. 2000. Selection of coating materials and binders for pelleting onion (*Allium cepa* L.) seed. *J. Kor. Soc. Sci.* **41**, 593-597.
6. Dadlani, M., V.V. Shenoy and D.V. Seshu. 1992. Seed coating to improve stand establishment in rice. *Seed Sci. Technol.* **20**, 307-313.
7. Halsey, L.H. and J.M. White. 1985. Influence of raw and coated seed on production of carrots in relation to seeder device. *HortScience* **15**, 142-144.
8. ISTA. 1985. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. *Seed Sci. Tech.* **13**, 299-355.
9. Karssen, C.M. 1995. Hormonal regulation of seed development, dormancy, and seed germination studied by genetic control, pp 333-350. In: J.Kigel and G.Gali (eds). Seed development and germination. Marcel Dekker, Inc. New York.
10. Kaufman, G. 1994. Seed coating: A tool for stand establishments: A stimulus to seed quality. *HortTechnology* Oct/Dec. 98-102.
11. Khan, A.A. 1975. Primary, preventive and permissive roles of hormones in plant systems. *Bot. Review.* **41**, 391-420.
12. Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Hort. Rev.* **13**, 131-181.
13. Lowther, W.L. and P.D. Johnstone. 1979. Coating materials for commercial inoculated and coated clover seed. *N.Z.J. Agric. Res.* **22**, 475-478.
14. Min, T.G. 1996. Development of seed pelleting technology for rice and cabbage. *Kor. J. Crop Sci.* **41**, 678-684.
15. Min, T.G., M.S. Park and S.S. Lee. 1996. Physical characteristics and germination of pelleted tobacco seeds depending on moulding materials. *Kor. J. Crop Sci.* **41**, 535-541.
16. Persson, B. 1993. Enhancement of seed germination in ornamental plants by growth regulators infused via acetone. *Seed Sci. Technol.* **21**, 281-290.
17. Roos, E.E. and E.D. Moore. 1975. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **100**, 573-576.
18. Sachs, M., D.J. Cantliffe and T.A. Nell. 1982. Germination behavior of sand coated sweet pepper seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **107**, 412-416.
19. Scott, J.M. 1989. Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. *Advances in Agronomy* **42**, 43-83.
20. Sharples, G.C. and J.P. Gentry. 1980. Lettuce emergence from vermiculite seed tablets coating activated carbon and phosphorus. *HortScience* **15**, 73-75.
21. 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. *Agron. J.* **63**, 380-384.
22. Sooter, C.A. and W.F. Milier. 1978. The effect of pellet coating on the seedling emergence from lettuce seed. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* **21**, 1034-1039.
23. Taylor, A.G. and G.E. Harman. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annu. Rev. Phytopathol.* **28**, 321-339.
24. 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.

(Received October 9, 2002; Accepted December 5, 2002)