

종자피복기의 피복통 회전속도가 피복종자의 물리적 특성에 미치는 영향

허삼남 · 이성운* · 박천수 · 장 박 · 박홍석

Effects of Rotatory Speed of Coating Pan on the Physical Characteristics of Coated Seeds

Sam Nam Hur, Cheng Yun Li*, Chun Soo Park, Bo Zhang and Hong Suk Park

ABSTRACT

Using a small pilot coating pan, red clover and tall fescue seeds were coated under different rotating speed of pan (20, 30, 40, 45, 55, 60 rpm) for standardization of seed coating. Vermiculite was used as particulate matter and polyvinyl alcohol as adhesive for the coating of seeds. Coating index was calculated based on the percent singles out, percent agglomerates out, weight of particulate matter fine, percent friability, and average weight per 100 seeds to evaluate the physical characteristics of coated seeds. The coated seed of red clover under 45 rpm rotating speed of pan, was best in terms of percent singles out, percent agglomerates out, weight of fines, and average 100 seed weight. The coated seed of tall fescue under 40 rpm rotating speed of pan, showed highest percent singles out, lowest percent agglomerates out, lowest weight of fines, and heaviest average 100 seed weight. Excellent coating results were obtained with the pan speed of 45rpm for red clover and 40rpm for tall fescue seeds. As rotatory speed of coating pan affected much to the physical characteristics of coated seeds, standardization of the speed is required before seed coating.

(**Key words** : Coating pan, Coating index, Seed coating, Red clover, Tall fescue)

I. 서 론

종자피복 표준화 생산기술은 반복적인 생산 과정을 거치더라도 항상 동일품질의 피복종자를 생산할 수 있어야 한다. 하지만 피복통의 회전속도, 접착제의 종류, 농도 및 분무량, 종자의 형태와 양, 그리고 고품질종의 물리적 형태(고체 또는 액체)나 첨가량 등 여러 요인에 따라 피복효과가 모두 다르게 나타나기 때문에 (Scott 등, 1997) 이의 표준화가 필요하다. 피복

종자의 표준화를 위해서는 일차적으로 피복기계 회전속도의 표준화가 선행되어야 한다. 그리고 표준화된 종자를 평가하기 위해서는 피복종자의 물리적인 평가가 이루어져야 하는데 종자 피복 관련 문헌 중에서 참고할만한 물리적인 품질평가 방법에 관한 보고는 매우 드물다. 다만 일부 종자피복 관련 연구에서는 액상피복(液床被覆, fluid bed coating) 방법을 이용한 종자피복에 관한 피복기술이 보고되었으며, 피복제의 물리적인 성질, 종자의 형태나 양에 따라

전북대학교(Chonbuk National Univ. Chonju 561-756, Korea)

* 중국 연변대학 농학원(College of Agriculture, Yanbian Univ.)

Corresponding author : Sam Nam Hur, Chonbuk National Univ. Chonju 561-756, Korea.

Tel: +82-63-270-2610, Fax: +82-63-270-2612, E-mail: hsn@chonbuk.ac.kr

피복종자의 물리적인 품질이 크게 달라진다고 하였다(Liu와 Litster 1989; 1990). Scott 등(1997)은 피복 후 회수된 전체 무게, 단립피복종자, 서로 달라붙어 덩어리진 피복종자, 피복되지 않고 회수된 미 피복물질 등 여러 변수들을 측정하여 이 들의 변수 조합으로 피복지수를 도출하여 피복종자의 물리적인 품질을 평가하였다. 그는 피복통(coating pan, 직경 285 mm, 길이 195 mm), 자동 속도 조절기, 속도 모터(speed motor, 0~100 rpm)와 건조기(drier)로 구성된 소형 회전통(rotating drum)을 자체 제작하여 종자피복 연구에 이용하였으며, Fraser(1966)도 소형 회전통(rotating drum)을 이용하여 여러 가지 종자 피복실험을 수행하였다. 이러한 소형 회전 피복통은 대형 상업용 피복기에 비해 비용이 적게 들고 조작이 간편하며 실험에서 사용이 편리하기 때문에 종자피복 실험에 널리 이용되고 있다. 국내에서는 아직 피복종자를 생산하는 전문회사가 없으며 종자피복에 관한 표준화 실험도 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 자체 제작한 실험용 소형 종자 피복통을 이용하여 피복통의 회전속도별로 공시종자인 레드클로버(red clover)와 툴페스큐(tall fescue) 피복종자의 물리적인 특성을 조사하고 통의 최적 회전속도를 표준화하여 고품질의 피복종자 생산에 활용하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 종자 피복기계

실험실용 종자피복기(삼흥전공, 진주)는 피복통의 직경이 20.5 cm, 깊이가 23 cm인 원통형 피복통과 분무기, 건조기, 속도조절기(0~100 rpm, Mitsubishi, Japan)로 구성되었으며, 통의 각도는 임의 조절이 가능하게 제작되었다. 분무기는 접착제의 분무량을 조절할 수 있는 소형 전기분무기(220V, 0.8A, 45W TAIWAN)를

사용하였고, 건조기는 피복과정 중 종자의 건조를 위하여 시중에서 판매되고 있는 3단식 헤어드라이어(220V, 60Hz, 1200W)를 사용하였다.

2. 피복 방법

종자피복시 피복통의 기울기는 수평면과 35°로 기울어지게 조절하였다. 접착제(폴리비닐 알코올, polyvinyl alcohol) 분무량은 매 회당 0.3g을 15초에 1~2회씩 분무기로 피복통에 분사하였으며, 총 분무량은 분무횟수에 1회분무량 0.3g을 곱하여 산출하였다. 고흥물질(버미큘라이트, vermiculite)은 시약스푼으로 취하여 수시로 피복통에 추가하였으며 피복시간은 30~50분간 진행되었다. 피복진행과정 중 피복종자의 건조는 헤어드라이어를 이용하여 10분 간격으로 3~5분 동안 피복통 안에 더운 공기를 주입하여 실시하였다. 피복통 회전속도는 피복통의 속도 제어장치로 각각 20, 30, 40, 45, 55 및 60 rpm으로 조절하여 피복종자의 물리적 특성을 조사하였다. 공시종자로 레드클로버(*Trifolium pratense* L.)와 툴페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.) 종자를 사용하였다.

3. 피복종자의 물리성 품질 평가 방법

피복종자의 물리성 품질평가는 Table 1에서 보여주는 것과 같이 Scott 등(1997)의 종자피복 평가시스템을 응용하여 실시하였다. 측정된 항목은 총접착제 분무량(Z), 종자무게(A1), 고흥물질 첨가무게(A2), 종자피복 후 피복통에서 회수된 전체무게(B)이다. 그리고 회수된 전체 피복종자는 단립 피복종자(C), 서로 달라붙어 덩어리진 피복종자(D)와 피복되지 않고 회수된 미 피복 물질(E)로 분리하여 각각 무게를 측정하였다. 피복 시 피복통에 추가된 재료의 총무게(A)와 회수된 무게(B)의 차이는 통에서 유실되었거나 건조과정 중 건조에 의한 손실로 간주하고 그 양을 표시하였다. 그리고 피복된

종자의 100립중(H)에서 무처리 종자의 100립중(G)을 공제한 차이를 피복된 피복물질 양(CR)으로 하였다. 탈락정도(PF) 측정은 피복 후 건조된 단립종자 10 g을 취하여 측정하였으며, 측정설비는 자체 제작한 길이 50 cm, 직경이 5 cm인 플라스틱 원통으로 한쪽 끝을 플라스틱 뚜껑으로 여닫게 제작하였다. 플라스틱 원통에 피복된 종자를 넣은 후 뚜껑을 닫고 수평면과 수직으로 축을 따라 20 rpm에서 5분간 회전시켜 원통 안의 종자가 50 cm 높이에서 100회의 충돌을 시킨 다음 종자를 회수하여 18메시(mesh) 채로 쳐서 피복종자에서 탈락된 부서진 피복 재료를 제거하고 남은 무게를 측정하여

탈락정도를 계산하였다. 실험에 사용된 모든 피복종자는 60℃ 오븐에서 24시간 건조시킨 후에 사용하였다.

피복종자의 물리성 품질평가는 종합적인 피복효과를 나타낼 수 있는 피복지수(I)를 산출하여 평가하였다. 피복지수(I)는 첨가된 고형물질의 무게(A2)에 대한 단립피복종자(WS) 중에서 깨지기 쉬운 단립피복종자(WF)를 제외한 백분율로 표시하였다.

4. 통계처리

통계처리는 SAS ver 6.12(1991)를 이용하여

Table 1. Parameters involved in the evaluation of the physical quality of seed coating

W	=	Number of spray bursts run ⁻¹
X	=	Weight of adhesive burst ⁻¹
Y	=	Adhesive percentage particulate matter
Z	= (W*X*Y)/100	= Dry weight of adhesive
⇒ A1	=	Weight of raw seed in(g)
⇒ A2	=	Weight of coating particulate matter in (g)
A	= Z+A1+A2	= Gross weight in (g)
⇒ B	=	Gross weight out (g)
⇒ C	=	Weight of singles out (g)
⇒ D	=	Weight of agglomerates out (g)
E	= B-(C+D)	= Weight of fines (g)
⇒ F	=	Percent friability
⇒ G	=	Average weight per 100 raw seeds (g)
⇒ H	=	Average weight per 100 coated seeds (g)
PR	= (B*100)/A	= Percent recovery
PL	= 100-PR	= Percent lost in coating pan
PA	= (D*100)/(B-E)	= Percent agglomeration
PF	= (E*100)/A2	= Percent fines
AF	= (F*A)/(A2-E)	= Adjusted percent friability
CR	= [(H-G)/G]*100	= Coat : raw seed percentage ratio
WS	= [C*(H-G)]/H	= Weight of coat in singles (g)
WF	= (F*C)/100	= Weight of singles which is 'friable'
WSF	= WS-WF	= Weight of singles after friabilator (g)
CI	= (WSF*100)/A2	= Coating index

⇒ Input information required to enable calculations.

분산분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 피복통의 회전속도별 피복효과

레드클로버 종자의 피복통 회전속도별 피복 효과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 피복 종료 후 통에서 회수된 단립 피복종자에 대한 피복 통에 첨가된 전체 재료의 비율은 통의 회전속도가 45 rpm일 때 77.5%로 유의하게 높게 나타났다($p<0.01$). 통의 회전속도가 45 rpm 보다 증가 혹은 감소함에 따라 회수되는 단립 피복 종자 비율이 줄어들었다. 회수된 서로 달라붙어 덩어리 진 피복종자의 비율도 45 rpm에서 제일 적었으며($p<0.01$), 통의 회전속도가 45 rpm 보다 증가 혹은 감소함에 따라 서로 달라붙어 덩어리 진 피복종자 비율이 증가되었다. 피복되지 않고 회수된 미피복물질의 비율은 20, 30, 40 및 45 rpm의 통 회전속도에서 1.3~1.7% 사이로 적었으며, 55와 60 rpm에서는 2.8 및 3.8%로 크게 증가하였다. 충격에 의한 피복물질의 탈락성은 40과 45 rpm에서 각각 0.3 및 0.2%로 다른 처리들 보다 현저하게 적게 탈락되어 ($p<0.01$) 피복층이 쉽게 부서지지 않았다. 피복종자의 백립중은 45 rpm에서 0.77g으로 여타

시험구보다 현저하게 높게 나타났고($p<0.01$), 회전속도가 45 rpm 보다 증가 혹은 감소됨에 따라 백립중이 감소되었다.

톨페스큐 종자의 피복통 회전속도별 피복 효과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 통에서 회수된 단립 피복종자 비율은 40 rpm에서 72.5%로 제일 높게 나타났으며($p<0.01$), 회전속도가 40 rpm 보다 증가 혹은 감소함에 따라 회수되는 단립 피복종자 비율이 하락하는 경향을 나타내었다. 회수된 서로 달라붙어 덩어리 진 피복종자의 비율은 40~55 rpm에서 11.0%로 낮았다. 피복 후 통에서 회수된 미피복물질은 20, 30, 40 및 45 rpm에서 4.3~4.5%로 비슷하였으며, 55와 60 rpm에서는 각각 5.5 및 6.3%로 증가되었다. 피복종자의 충격에 의한 피복층의 탈락성은 40과 45 rpm에서 모두 0.1%로 가장 적었다($p<0.01$). 피복종자의 백립중은 40 rpm에서 0.67g으로 제일 높았으며($p<0.01$) 회전속도가 40 rpm 보다 증가 또는 감소함에 따라 백립중이 감소하였다.

종자 피복과정에서 피복통의 회전속도는 피복효과와 직접 관련되는 중요한 요인이다. 통의 크기와 모양 및 각도에 따라 종자피복에 필요한 통의 속도가 다르기 때문에 다른 형태의 피복통은 서로 다른 적정 회전속도를 필요로 한다. 강 등(1999)은 피복 드럼의 속도를 초기

Table 2. Coating efficiency of red clover seed depending on rotatory speed of coating pan

Speed of coating pan	Percent singles out (%)	Percent agglomerates out (%)	Percent fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100 seeds (g)
Intact	—	—	—	—	0.21±0.017 ^d
20 rpm	54.5±3.06 ^{e*}	14.5±2.61 ^a	1.7±0.42 ^c	0.8±0.18 ^a	0.62±0.086 ^c
30 rpm	65.0±1.98 ^{bc}	12.3±2.80 ^b	1.7±0.25 ^c	0.5±0.18 ^{bc}	0.67±0.038 ^{bc}
40 rpm	69.8±2.40 ^b	11.8±2.36 ^{bc}	1.5±0.54 ^c	0.3±0.17 ^d	0.73±0.092 ^{ab}
45 rpm	77.5±1.54 ^a	11.0±1.38 ^c	1.3±0.25 ^c	0.2±0.30 ^d	0.77±0.083 ^a
55 rpm	67.0±2.55 ^c	11.8±1.30 ^{bc}	2.8±0.72 ^b	0.5±0.20 ^{bc}	0.71±0.087 ^{ab}
60 rpm	61.5±4.85 ^d	12.5±1.64 ^b	3.8±0.45 ^a	0.7±0.31 ^b	0.68±0.066 ^{bc}

Mean ± SD

* Means within the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.01$).

Table 3. Coating efficiency of red tall fescue seed depending on rotatory speed of coating pan

Speed of coating pan	Percent singles out (%)	Percent agglomerates out (%)	Percent fines (%)	Percent friability (%)	Average weight per 100 seeds (g)
Intact	—	—	—	—	0.19±0.018 ^c
20 rpm	54.7±2.94 ^{d*}	12.3±1.61 ^a	4.3±0.90 ^b	0.6±0.18 ^a	0.48±0.016 ^d
30 rpm	67.8±3.53 ^b	12.0±0.70 ^a	4.5±0.54 ^b	0.3±0.16 ^b	0.65±0.054 ^{ab}
40 rpm	72.5±1.44 ^a	11.0±1.02 ^b	4.5±0.60 ^b	0.1±0.06 ^c	0.67±0.073 ^a
45 rpm	65.8±4.68 ^c	11.0±1.26 ^a	4.3±0.36 ^b	0.1±0.07 ^c	0.63±0.068 ^b
55 rpm	57.5±1.18 ^d	11.0±0.84 ^a	5.5±0.66 ^a	0.3±0.24 ^b	0.60±0.047 ^c
60 rpm	53.3±3.48 ^d	11.5±0.60 ^{ab}	6.3±0.42 ^a	0.5±0.28 ^a	0.55±0.059 ^c

Mean±SD.

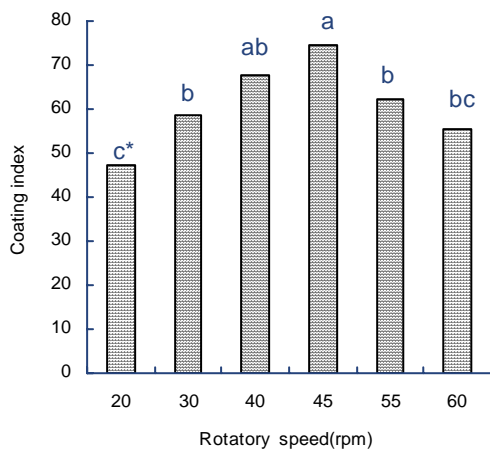
* Means within the same a column with different superscripts are significantly different ($p < 0.01$).

Fig. 1. Effects of coating pan speed on coating index for coating red clover seed.

* Bars with different alphabetic letters are significantly different ($p < 0.01$).

에는 60 rpm으로 하다가 피복 후기에는 최고 500 rpm까지 회전속도를 조절하였다고 보고하였지만 본 연구에서 사용된 피복기계로는 500 rpm에서는 피복작업을 수행할 수 없었다. 피복 기계가 서로 다르면 피복시 통의 회전속도에 큰 차이가 있었다. Scott(1997)는 피복통의 속도별 피복효과 검증에서 석회를 고형물질로 회전속도를 각각 29, 30, 31, 32, 33, 34 rpm로 시험한 결과 31 rpm에서 가장 좋은 결과를 나타냈

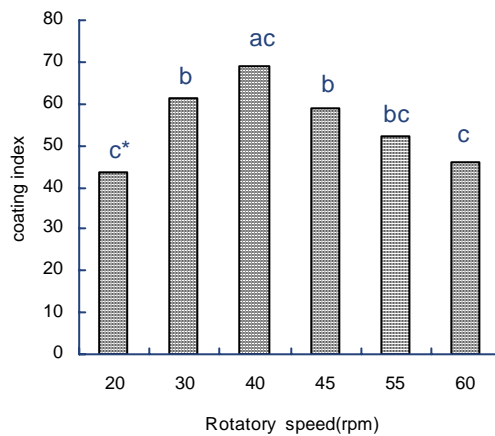


Fig. 2. Effects of coating pan speed on coating index for coating tall fescue seed.

* Bars with different alphabetic letters are significantly different ($p < 0.01$).

다고 하였다. 본 실험에서는 피복통의 회전속도에 따라 종자의 피복효과가 크게 달라졌는데, 피복통의 회전속도가 적정 회전속도보다 높거나 낮으면 피복효과가 크게 낮아졌다. 레드클로버는 피복통의 회전속도가 45 rpm일 때, 톨페스큐는 40 rpm에서 단립종자 비율, 덩어리진 피복종자, 미피복 물질, 피복물질의 탈락성, 백립중 등에서 가장 양호한 피복효과를 보여주었다. 따라서 피복통의 회전속도는 피복물질의

물리적 성질에 크게 영향을 미치기 때문에 양질의 종자피복을 위하여 피복통 회전속도의 표준화가 필요하였다.

2. 피복통 회전속도별 피복지수

레드클로버는 45 rpm에서 피복지수가 74.64로 가장 높았으며, 40 rpm에서는 67.72로 45 rpm 보다는 약간 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. 그리고 45 rpm 보다 높거나 낮아짐에 따라 피복지수가 낮아졌다. 툴페스큐에서는 40 rpm에서 피복지수가 69.01로 가장 높았으며, 40 rpm 보다 높거나 낮아지면 피복지수는 저하되었다. 피복지수는 종자피복 후 피복통에서 회수된 전체 무게에 대한 단립 피복종자의 비율, 덩어리진 피복종자, 피복되지 않고 회수된 미피복물질의 무게비율을 변수로 하여 산출(Scott 등, 1997; 이 등, 2004) 하였다. 때문에 Table 1과 2의 자료를 바탕으로 Fig. 1과 2의 피복지수가 산출되어 피복종자를 종합적으로 간단하게 판단할 수 있게 되었다. 따라서 피복종자의 물리적 평가에 피복지수가 좋은 평가지표가 되었으며, 피복통의 회전속도는 피복종자의 품질을 평가하는데 중요한 요인이 되었다.

IV. 요약

본 실험은 표준화된 피복종자를 생산하기 위하여 피복통의 회전속도를 20, 30, 40, 45, 55, 60 rpm으로 하여 소형 피복통으로 레드클로버와 툴페스큐 종자를 피복하였다. 고품질료로는 vermiculite를 사용하였고 접착제는 polyvinyl alcohol을 사용하였다. 피복 후 통에서 회수된 단립 피복종자 무게, 서로 달라붙어 덩어리진 피복종자 무게, 피복되지 않고 회수된 미 피복물질 무게, 충격에 의한 피복층 탈락성 및 피복종자의 백립중 등을 조사하여 피복종자의 물리적 특성을 평가하였으며, 이 자료를 근거로

피복효과를 종합적으로 표현하는 피복지수를 산출하였다. 레드클로버 종자는 통의 회전속도 45 rpm에서 회수된 단립 종자 무게가 제일 높았으며($p<0.01$), 덩어리진 종자 수가 적고 피복물질의 탈락율이 적었으며, 피복종자의 백립중도 가장 무거웠다. 툴페스큐 종자는 피복통 회전속도 40 rpm에서 회수된 단립 종자 무게가 제일 높았으며($p<0.01$), 덩어리진 종자 수가 적고 피복물질의 탈락율이 적었으며, 피복종자의 백립중도 가장 무거웠다. 통의 회전속도별 피복지수는 레드클로버는 45 rpm에서 ($p<0.01$), 툴페스큐는 40 rpm에서 제일 높았다 ($p<0.01$). 피복통의 회전속도는 피복종자의 물리적 성질에 크게 영향을 미치기 때문에 종자피복 전에 종자나 피복체에 따른 피복통 회전속도의 표준화가 필수적이라 하겠다.

V. 인용문헌

1. 강점순, 안종길, 손병구, 최영환. 1999. 파종작업의 생력화와 입묘 증진을 위한 상추 종자의 코팅 기술 개발. *대산논총*(7): 67-84.
 2. 이성운, 허삼남, 김택림. 2004. 피복지수에 의한 목초종자 피복제의 물리적 특성 평가. *한초지* 24(2):155-162.
 3. Fraser, M.E. 1966. Pre-inoculation of lucerne seed. *Journal of Applied Bacteriology*. 29:587-595.
 4. Liu, L.X. and J.D. Litster. 1989. Coating of seeds with fertilizer in a spouted bed. *Proceedings of the 17th Australasian Chemical Engineers Conference (Chemeca 89)*, Gold Coast, August. 23-25:310-317.
 5. Liu, L.X. and J.D. Litster. 1990. The effect of process variables on the maximum coating rate in a spouted Auckland New Zealand, August. 27-30: 626-633.
 6. SAS. 1991. *User's Guide Statistics*. Cary. N. C. Statistical Analysis System Institute Inc.
 7. 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.
- (접수일자 : 2008. 1. 31 / 채택일자 : 2008. 3. 7)