

직파용 벼 펠릿종자 제조장치 개발

Development of a Rice Seed Pelleting Machine for Direct Seeding in Rice Cultivation

박종수 유수남 최영수 유대성
정회원 정회원 정회원 정회원
J. S. Park S. N. Yoo Y. S. Choi D. S. Yu

ABSTRACT

Direct seeding of rice-seed pellets is expected to be an alternative for solving problems in current direct seeding cultivation of rice, but mass production of rice-seed pellets is prerequisite for practical application.

Design, construction and performance evaluation of an experimental rice seed pelleting machine were carried out for mass production of rice-seed pellets. The pelleting machine intended to make a ball type rice-seed pellet, which have 3~5 rice seeds and diameter of which is 12 mm. Pellet materials ; rice seeds, soil, and binder were mixed and kneaded by the mixer. The designed rice seed pelleting machine fed pellet materials by screw conveyor to forming rolls and made rice-seed pellets. Capacity, ratio of perfect rice-seed pellets, seed and pellet material loss were investigated as mixing ratio of soil to rice seed and feeding rate of pellet materials.

The pelleting machine showed up to 37,000 pellets/h of pelleting rate, 61~71% of weight ratio of perfect rice-seed pellets to pellet materials supplied, 17~48% of seed loss ratio. Average weight and average diameter of the pellets were 1.66 g and 12.0 mm, respectively. More than 3 rice seeds were included in most pellets at 6:1 of mixing ratio of soil to rice seed. And compression strength of the pellets was in the range of 88-130 N. To improve performance of the pelleting machine, improvements of the forming rolls, feeding mechanism, and discharging mechanism for reducing loss of pellet materials and seeds damage are needed.

Keywords : Pelleting machine, Rice-seed pellet, Direct seeding in rice.

1. 서 론

수도작의 현행 직파재배 기술은 입모율, 도복, 잡초방제, 종자손실 및 유동, 포장준비 및 재배관

리에 많은 문제점들이 있어 이를 개선하기 위한 방안의 하나로 벼 종자의 코팅 및 정제화, 펠릿화에 대한 연구들이 수행되었다(Min, 1996; Won et al., 1997; Naito, 1963) 그러나, 기존 연구들은 재료

This study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea. This article was submitted for publication in August 2002, reviewed in September 2002, and approved for publication by the editorial board of KSAM in October 2002. The authors are Jong Su Park, research associate, Daedong industrial Co. Ltd., Soo Nam Yoo, professor, Young Soo Choi, professor, Dae Sung Yu, research assistant, Dept. of Bio-system & Agri. Eng. Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju, Korea. The corresponding author is Soo Nam Yoo, professor, Dept. of Bio-system & Agri. Eng. Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju, 500-757 Korea. E-mail:<snyoo@chonnam.chonnam.ac.kr>.

처리 방법, 처리에 따른 파종작업 특성, 생육특성 연구가 주류를 이루고 있으며, 직파재배의 부분적인 문제해결에 그치고 있다. 따라서 본 연구는 3~4개의 벼 종자를 상토와 같이 일정 크기로 펠렛화 한 벼 펠렛종자를 이용하여 균일 점파함으로써 정밀기계파종 뿐만 아니라 도복 경감, 입묘율 향상, 종자손실 및 유동 방지, 재배관리 향상 등을 기함으로써 현행 직파재배 문제점들의 전반적인 해결을 통한 직파재배 기술 향상, 생력화를 도모하고자 하였다. 그러나 이를 적용하기 위해서는 벼 펠렛종자 재배체계 확립과 더불어 현행 재식밀도를 고려하더라도 ha당 약 23만개의 벼 펠렛종자가 소요되기 때문에 대량생산을 위한 벼 펠렛종자 제조장치 개발이 필수적이다.

따라서 본 연구는 실험용 벼 펠렛종자 제조장치를 설계 제작하여 제조장치의 성능 및 제조된 벼 펠렛종자에 대한 특성을 분석함으로써 벼 펠렛종자 대량생산을 위한 제조장치 개발의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

2. 연구 사

작물의 종자 크기가 작거나, 가볍고 그 형태가 불규칙 할 경우 인력 또는 기계 파종이 어렵고 파종 효율을 저하시키는 문제가 발생하며, 파종 후 입묘를 위한 생육 관리에 많은 노력이 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안의 하나로 종자의 크기나 효용성 증대를 위한 종자 처리의 인위적 기술이 개발되고 있으며, 종자에 불활성 재료를 첨가하여 크기를 조절하거나 특별한 물질의 첨가를 통해 이용성과 생력성을 증대시키는 방향으로 응용되고 있다(Kim, 2000). 이러한 종자처리를 종자코팅이라 하며, 코팅종자에 대해서 Roos와 Moore(1975)는 종자를 코팅하여 알 모양이나 정제 모양으로 만든 것, 종자를 수용성 테이프에 싸서 길게 만들어 파종 작업을 편리하게 만든 것으로 정의하였다. Talyor와 Harman(1990)은 처리종자를 구체적으로 코팅종자와 펠렛종자로 나누어 정의하였는데 코팅종자는 종자의 모양이나 크기를 크게 변화시키지 않는 정도에서 재료를 부착 처리한 것을 의미하며, 펠렛종자는 종자에 재료를 부착시켜서 크기나 무게가 증가되도록 처리한 것으

로 보았다. Bulan(1991)은 펠렛화는 정교한 파종을 위해 종자를 등글게 성형하는 형태로 발달되어 왔으며, 항공살포에서 펠렛과 코팅 종자는 포장 출아, 입묘율의 안정화를 꾀하는 하나의 기술로 이용되고 있음을 보고하였다.

종자를 펠렛하기 위한 기본 요소로는 펠렛제조 기계, 펠렛재료(증량제, 첨가제 등) 및 접착제가 있어야 한다. Longden(1975)은 펠렛화 방법으로 분말로 된 펠렛재료 사이에 종자를 넣어 찍어내는 방법(stamping), 펠렛재료와 접착제를 혼합한 현탁액을 기계 밑에서 분무하면서 종자에 현탁액이 부착 되도록 하는 방법(slurry coating), 그리고 종자를 기계 내에서 회전시키면서 접착제를 종자에 분무하고 이어서 분말로 된 재료를 첨가하는 방법 등이 있음을 보고하였다.

종자를 처리하는 기계에 대한 연구로 Naito(1963)는 종자 코팅을 위해 코팅 팬(coating pan)과 정제 기계(tabletting machine)를 이용하였는데, 코팅 팬은 회전하는 팬의 중앙에 종자와 코팅재료를 투입시키고 열풍을 가하는 장치로서 보리, 밀 종자에 적합하였고, 정제 기계는 수동식으로 벼 낱알 종자를 정제화 하는 기계로서 비교적 작은 종자인 평지(rape), 순무, 무우와 같은 종자에 적합함을 보고하였다. Singh(1996)은 미세 종자를 펠렛화하기 위하여 혼합된 토양과 종자를 오거로 다공압력 판에 밀어 펠렛을 형성하는 기계와 타이어를 이용 내부에 종자를 넣고 회전시키면서 펠렛재료를 투입하여 구형 펠렛종자를 제조하는 장치를 연구하였다.

벼 종자 처리와 관련된 기존의 연구들은 벼 종자의 코팅 및 정제화, 펠렛화를 위한 재료, 처리 방법, 처리에 따른 파종작업 특성, 생육 특성 연구가 주류를 이루고 있으며, 실용화를 위한 벼 종자 펠렛 제조기계 개발 연구는 거의 없는 실정이다.

3. 재료 및 방법

가. 벼 펠렛종자 제조장치 설계 및 제작

벼 직파 재배에 적합한 구형 벼 펠렛종자를 대량 생산하기 위한 실용적인 제조장치 개발을 위하여 벼 종자, 펠렛용 상토, 접착제 등 균일·혼합

반죽된 펠릿재료로 12 mm 직경의 구형 벼 펠릿종자를 제조할 수 있는 그림 2와 같은 성형롤을 이용한 벼 펠릿종자 제조장치를 설계·제작하였다.

나. 벼 펠릿종자 제조장치 성능실험

(1) 시험재료

벼 품종은 동안 벼를 사용하였으며 벼 종자 길이가 평균±표준편차는 7.3±0.2 mm, 폭은 3.2±0.2 mm 그리고 두께는 2.4±0.1 mm로 조사되었다.

펠릿재료용 상토는 산적토로서 전라남도 나주시 삼포면 농업기술원 인근 산에서 채취하였으며, 상토를 건조시켜 500 μm(체 번호 35) 체를 사용하여 이를 통과한 입경의 상토를 사용하였다. 산적토의 비중은 약 2.7이며, 화학적 성분에 대한 분석 결과는 표 1과 같다.

종자 생육에 필요한 상토의 알맞은 조건은 관행의 육묘에 사용되는 상토를 고려할 때 묘의 뿌리가 잘 발육하며 배수성과 보수성을 동시에 지니고 병원균이 없어야 한다. 또한 화학적 성분 분석 결과 가장 적당한 pH가 4.8~5.2로 보고되는데(김, 2000) 본 연구에 사용된 펠릿재료용 상토의 pH는 약 5.0의 산성토로서 적당함을 알 수 있었다.

펠릿재료용 접착액의 재료로 아라비아고무(제조사:Junsei Chemical Co., 순정일급, 분말)를 접착재로서 사용하였으며, 제조방법으로는 물 100 cc에 아라비아고무 10% 농도의 혼합 접착액을 만들고 상토 100 g당 30 ml를 혼합하여 사용하였다.

(2) 펠릿재료

본 연구에서는 벼 종자, 상토, 접착액을 혼합 반죽한 펠릿재료를 펠릿종자 제조장치에 공급하여 구형 벼 펠릿종자를 제조하도록 하였는데 이를 위해 그림 1에서와 같이 벼 종자, 상토, 접착액을 일정비로 균일하게 혼합 반죽하는 펠릿재료 혼합반죽기를 사용하였다.

(3) 성능실험

설계 제작된 구형 벼 펠릿종자 제조장치의 성능 시험은 표 2에서와 같이 펠릿재료 공급부 스크류 컨베이어의 회전속도에 따른 펠릿재료 공급 특성과 상토종자 혼합비, 펠릿재료 공급률에 따른 벼 펠릿종자 제조성능, 성형률 그리고 제조 과정에서 발생하는 벼 종자 손실률을 3회 반복 실험을 통하여 조사하였다.

여기서, 성형률은 제조장치에 투입된 펠릿재료

Table 1 Chemical properties of soil

pH (1:5H ₂ O)	EC (ds/m)	O.M ¹⁾ (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	SiO ₂ (mg/kg)	C.E.C ²⁾ (cmol ⁺ /kg)	Ex.cation(cmol ⁺ /kg) ³⁾		
						K	Ca	Mg
5.00	0.04	4.80	1.00	109	9.90	0.37	2.18	0.93

¹⁾ O.M(organic matter) : 유기물

²⁾ C.E.C(cation exchange capacity) : 양이온 치환용량

³⁾ Ex.cation(exchangeable cation) : 치환성 양이온

Table 2 The experimental plan for evaluating performance of the rice seed pelleting machine

Variables	Levels of variable	Items of analysis
MR ¹⁾	6 : 1	o Pelleting rate o Pelleting ratio
	7 : 1	
	8 : 1	
FR ²⁾	0.4	o Seed loss o Characteristics of the rice-seed pellet
	0.8	
	1.2	

¹⁾ MR : Mixing ratio of soil to rice seed (weight base)

²⁾ FR : Feeding rate of pellet materials (kg/min)

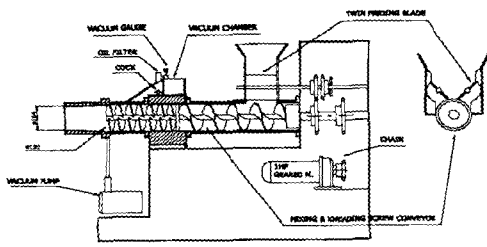


Fig. 1 A schematic diagram of the mixer designed for mixing and kneading pellet materials.

의 무게에 대한 완전한 구형 형태를 갖는 펠렛종자의 무게비로서 나타내었고, 제조성능은 시간당 제조 가능한 펠렛종자 개수로 정의하였다. 또한 제조 과정에서 발생하는 벼 종자 손실률은 공급된 벼 종자의 무게에 따른 벼 종자개수를 추정하여 제조한 펠렛종자 내에 포함된 손상되지 않은 완전한 벼 종자의 개수를 측정 이를 제외한 나머지 손실종자와의 비를 구하여 벼 종자 손실률을 나타내었다.

다. 제조된 벼 펠렛종자 특성 분석

제조된 벼 펠렛종자에 대한 특성 분석을 위해 제조 및 건조 후 직경과 무게, 펠렛종자 내 포함

된 벼 종자 개수, 압축강도를 파악하였다. 벼 펠렛종자의 직경과 무게는 온전히 제조된 50개를 대상으로 제조 직후와 건조 후의 직경과 무게를 측정하였으며, 펠렛종자 내 포함된 벼 종자의 개수는 임의로 추출한 100개의 벼 펠렛종자를 대상으로 포함된 벼 종자의 개수를 조사하였다. 압축강도는 건조기와 음지에서 건조된 벼 펠렛종자 50 개를 대상으로 물성분석기(모델명: TA-XT2 Texture Analyser, 제조회사: Stable Micro Systems™ - XT, 용량 490 N)를 이용 수평 지지판 위에 펠렛종자를 놓고 지지판으로 부터 15 mm 위에서 직경 50 mm 원형 평면 프로브를 2 mm/s의 속도로 하강시켜 펠렛종자의 표면에 압력을 가하여 파괴 시 최대 압축력을 측정하였다. 벼 펠렛종자의 건조는 건조기를 이용한 경우에는 43℃의 항온 상태에서 6시간, 음지 건조는 18℃~20℃, 약 38%로 유지되는 실험실 내에서 48시간 건조를 수행하였다.

4. 결과 및 고찰

가. 벼 펠렛종자 제조장치 설계 및 제작

벼 펠렛종자 제조장치의 주요부는 펠렛재료 공급부, 벼 펠렛종자 성형부 그리고 구동 및 동력 전달부, 프레임 및 기타 조정장치로 구성하였다. 그림 2는 설계 제작된 성형롤을 이용한 구형 벼

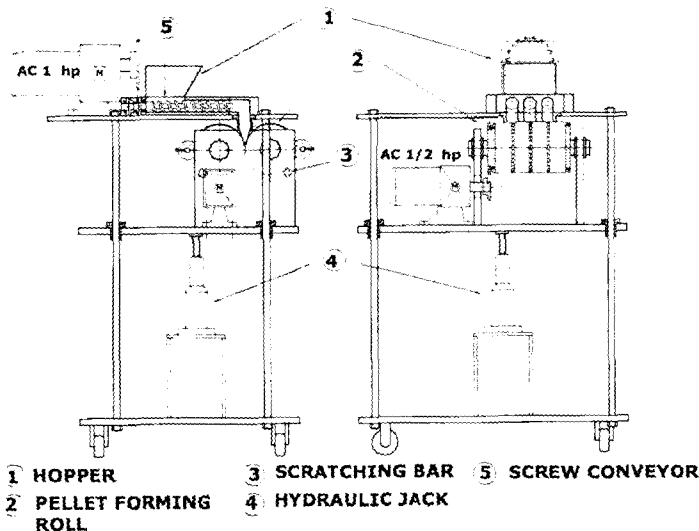


Fig. 2 A schematic diagram of the pelleting machine.

펠렛종자 제조장치의 구조도를 나타낸 것으로 제조장치 프레임 상부 판에 펠렛재료 공급부 및 구동모터, 중간 판에 벼 펠렛종자 성형부 및 구동모터를 위치시켰으며, 하부 판에 성형롤의 상하 이동을 위한 유압 잭과 제조장치의 운송을 위한 바퀴를 설치하였다.

(1) 펠렛재료 공급부

펠렛재료 공급은 외경 34 mm, 피치 24 mm의 3열 스크류 컨베이어를 이용하였으며, 1마력 기어모터로 20~90 rpm까지 가변 구동하도록 하였다.

(2) 펠렛종자 성형 및 배출부

그림 3은 펠렛종자 성형 및 배출부의 구조도를 나타낸 것이다. 구형 펠렛종자는 그림 3의 좌측 그림에서와 같이 펠렛재료를 출구 직경 12 mm의 공급 블럭(③)을 통해 두 개의 성형롤 사이에 공급하여 성형롤이 회전하면서 제조하게 된다. 이

때 투입된 펠렛재료의 원활한 압축성형과 투입된 펠렛재료의 손실을 최소화하기 위해 두 성형롤 사이의 틈새를 최소화 할 필요가 있으며 이를 위해 성형롤 압축장치(⑦)인 직경 50 mm의 롤을 부착하여 펠렛종자 제조과정에서 두 성형롤 벌어짐을 최소화하였다. 그리고 펠렛재료 처리 바(⑥)를 설치하여 제조 펠렛종자의 배출 보조와 성형롤의 표면에 남을 수 있는 펠렛재료 잔여물을 처리하도록 하였다.

그림 3의 우측 그림은 좌측 성형롤 A-A'의 단면도이다. 길이 216 mm, 직경 158 mm의 두 성형롤에는 직경 12 mm의 반구의 홈이 원주 방향으로 2 mm의 간격으로 35개씩 3열로 가공되었으며, 사용된 성형롤의 재질은 알루미늄으로 압축성형 시 상토와 벼 종자에 의해 롤 표면이 손상되는 것을 줄이기 위해 표면을 알루다이징 경질처리를 하였다. 성형롤의 내부에 외경 100 mm의 편심 원통이 배어링에 의해 축과 연결되어 있다. 제조된 구형 펠렛종자를 성형 홈에서 배출시키기 위해 각 성형롤 중심에 길이 23 mm의 스프링에 의해 지지되는 직경 4 mm의 배출봉(⑥)을 설치하였는데 배출봉은 성형롤 중심축과 편심원통 중심축 사이의 편차(3.8 mm)에 의한 캠의 작용으로 운동이 이루어지도록 하여 펠렛종자를 배출하도록 하였다.

나. 벼 펠렛종자 제조장치의 성능

(1) 펠렛재료 공급 특성

펠렛재료를 호퍼에 투입하여 스크류 컨베이어의 회전속도에 따라 공급블럭으로 배출되는 펠렛재료 공급률을 나타낸 것이 그림 4이다.

공급부 스크류 컨베이어의 회전속도가 20 rpm에서 90 rpm으로 변화할 때 펠렛재료 공급률은 약 0.3~1.2 kg/min로 나타났으며, 회전속도가 높아질수록 펠렛재료의 공급률은 거의 직선적으로 증가되는 것으로 나타났다.

(2) 성형롤

벼 펠렛종자 제조장치의 상토종자 혼합비와 펠렛재료 공급률에 따른 성형롤을 나타낸 것이 그림 5이다.

성형롤은 상토종자 혼합비에 관계없이 거의 비슷한 것으로 조사되었으며 약 61~71%로 조사되

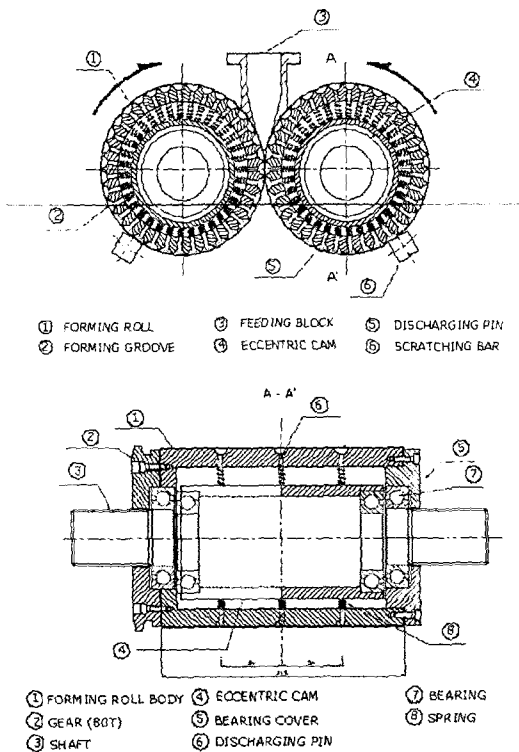


Fig. 3 Cross-section views of the forming rolls

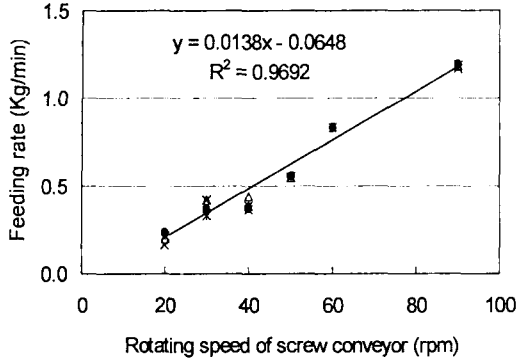


Fig. 4 Feeding rate of pellet materials according to rotating speed of the screw conveyor.

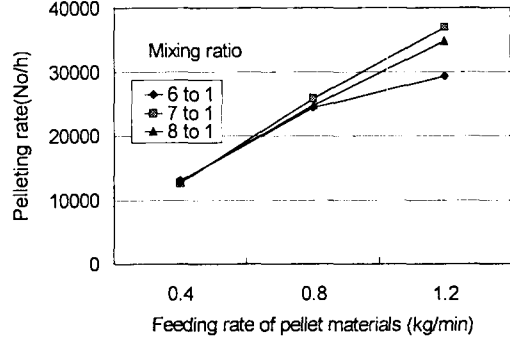


Fig. 6 Pelleting rate according to mixing ratio and feeding rate of pellet materials.

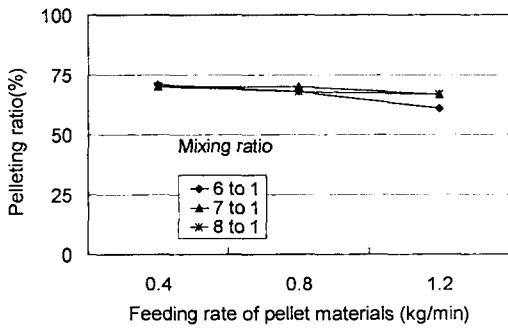


Fig. 5 Pelleting ratio according to mixing ratio and feeding rate of pellet materials.

었다. 그러나 펠릿재료 공급률에 따라서는 공급률이 0.4 kg/min과 0.8 kg/min일 경우 약 70%의 성형률을 보인 반면 1.2 kg/min의 공급률에서는 성형률이 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

대체로 성형률은 저조하게 나타났는데 주요 원인은 펠릿재료의 공급이 균일하게 이루어지지 않아 제조과정 중 성형함에 펠릿재료가 완전히 채워지지 못함 때문이며 이로 인해 구형으로 성형되지 못한 비율이 약 20% 정도, 그 외 펠릿재료 이송과정에서 발생한 펠릿재료 손실이 약 10%에 달하면서 성형률이 낮아진 것으로 나타났다.

(3) 제조성능

그림 6은 펠릿종자 제조장치의 제조성능을 나타

낸 것으로 공급률에 따라 거의 직선적으로 증가하였으며 시간당 약 13,000~37,000 개의 펠릿종자를 제조할 수 있는 것으로 조사되었다. 그림에서와 같이 상토종자 혼합비에 따른 제조성능은 7:1과 8:1 혼합비 간 차이는 거의 없었으나, 6:1 혼합비, 공급률 1.2 kg/min 일 때는 성형률 감소로 제조성능이 떨어지는 것으로 나타났다.

(4) 벼 종자 손실률

벼 펠릿종자 제조과정 중 성형을 저조 및 벼 종자 손상으로 인하여 벼 종자의 손실이 매우 큰 것으로 나타났는데 그림 7은 벼 종자 손실률을 나타낸 것이다.

벼 종자 손실률은 그림에서와 같이 상토종자 혼합비가 6:1일 때 36~48%, 7:1의 경우 36~44%, 8:1의 경우에는 17~28%인 것으로 나타나 상토에 대한 종자의 혼합비율이 클수록 벼 종자 손실률이 크게 나타나는 경향을 보였다. 펠릿재료 공급률에 따라서는 상토종자 혼합비 6:1과 7:1에서는 공급률에 따라 약간씩 감소하였으나 8:1의 혼합비에서는 뚜렷한 경향이 없었다. 대체적으로 펠릿재료 반죽과 성형에 따른 벼 종자 손상이 매우 크게 나타나 성형률의 제고 및 벼 종자 손상을 줄이기 위한 대책이 필요한 것으로 보인다.

다. 벼 펠릿종자 특성

(1) 벼 펠릿종자 크기 및 무게

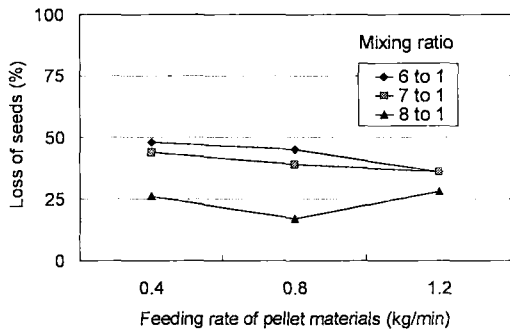


Fig. 7 Loss of seeds according to mixing ratio and feeding rate of pellet materials.

제조된 펠릿종자의 무게와 직경은 상토종자 혼합비, 펠릿재료 공급률에 관계없이 거의 비슷하였다. 무게의 평균±표준편차는 제조 직후 1.66±0.05 g에서 건조 후 1.26±0.04 g으로 감소하였으며, 직경 또한 제조 직후 12.0±0.1 mm에서 건조 후 11.2±0.3 mm로 약간 축소되었다.

(2) 압축강도

건조기와 음지 건조에 의한 벼 펠릿종자를 대상으로 물성분석기를 이용 압축강도를 측정된 결과 표 3에서와 같이 평균 압축강도는 건조기로 건조한 펠릿종자는 약 118~137 N, 음지 건조의 펠릿종자는 약 88~108 N으로 나타나 수분을 다소 많이 함유하고 있는 음지건조의 펠릿종자가 압축강

Table 3 Compression strength of the pellets

unit : N

Drying type	Mixing ratio of soil to rice seed	Feeding rate of pellet materials (kg/min)	Average compression strength (STD ¹⁾)
Drying by the dryer	6 : 1	0.4	122(42.5)
		0.8	123(35.0)
		1.2	118(34.9)
	7 : 1	0.4	130(22.1)
		0.8	137(32.3)
		1.2	130(36.7)
	8 : 1	0.4	120(24.8)
		0.8	117(28.1)
		1.2	126(35.2)
Drying in shady room	6 : 1	0.4	99(24.8)
		0.8	94(32.6)
		1.2	90(20.2)
	7 : 1	0.4	108(39.0)
		0.8	93(23.8)
		1.2	100(27.2)
	8 : 1	0.4	92(20.4)
		0.8	88(23.9)
		1.2	99(20.3)

¹⁾ STD : standard deviation.

도가 낮게 나타났다. 상토종자 혼합비에 따라서는 7:1 혼합비에서 6:1과 8:1 혼합비의 경우 보다 약간 크게 나타났으나 큰 차이는 없었으며, 펠릿 재료 공급률에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

대체로 펠릿종자 내에 6 립 이상의 벼 종자가 포함된 경우 부착력이 약하여 압축강도가 약간 떨어지는 것으로 보이며, 제조된 벼 펠릿종자의 압축강도는 기계파종이나 운반작업 등에서 요구되는 강도보다 충분히 클 것으로 예상되어 취급성 문제는 없을 것으로 보인다.

(3) 펠릿종자 내 포함된 벼 종자 수

상토종자 혼합비와 공급률에 따른 한 개의 펠릿종자 내에 포함된 완전 벼 종자의 개수를 나타낸 것이 그림 8이다.

벼 펠릿종자에 포함된 평균 벼 종자 개수(표준편차)는 상토종자 혼합비에 따라 6:1 혼합비에서 4.1(1.4) 립, 7:1의 혼합비에서 3.6(1.2) 립, 그리고 8:1의 혼합비에서 3.1(1.3) 립으로 나타나 상토에 대한 벼 종자 혼합비율이 클수록 펠릿종자에 포함된 벼 종자의 수가 증가하였다. 한편 펠릿재료 공급률에 따라서는 그림에서와 같이 큰 차이는 없었다.

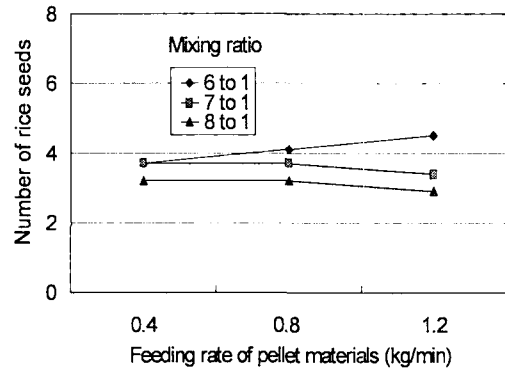


Fig. 8 Number of rice seeds in a rice-seed pellet.

포함된 종자의 개수에 따른 분포를 살펴보면 표 4에서와 같이 벼 종자가 3 립 이상 펠릿종자에 포함된 비율은 혼합비 6:1의 경우 약 84~97%, 7:1의 경우 약 81~86%, 8:1의 경우 약 34~72%로 조사되었으며, 상토종자 혼합비 6:1, 펠릿재료 공급률 0.8 kg/min, 1.2 kg/min일 때 3 립 이상 벼 종자가 포함된 펠릿종자의 비율이 거의 100%에 가깝게 나타났다.

Table 4 Distribution ratio according to number of seeds in a rice-seed pellet

(unit : %)

Mixing ratio	Feeding rate (kg/min)	Number of rice seeds.		
		Less than 2	3 ~ 5	more than 6
6 to 1	0.4	16.0	76.0	8.0
	0.8	3.0	80.0	17.0
	1.2	3.0	76.0	21.0
7 to 1	0.4	14.0	79.0	7.0
	0.8	19.0	77.0	4.0
	1.2	18.0	75.0	7.0
8 to 1	0.4	28.0	65.0	7.0
	0.8	36.0	60.0	4.0
	1.2	66.0	21.0	13.0

라. 벼 펠렛종자 제조장치 개선점

펠렛종자 제조장치의 펠렛재료 공급부는 수동으로 호퍼를 통해 스크류 컨베이어에 투입하는 방식으로 되어 있다. 하지만 실제 실험을 수행하는 과정에서 펠렛재료를 투입하는데 상당한 가압이 필요하였으며, 회전속도 변화에 따라 공급의 일정하게 유지하는데 큰 어려움을 보였다. 또한 펠렛재료의 공급 시 공급 스크류의 부하가 매우 크게 나타나 펠렛재료를 성형롤의 회전속도에 따라 원활히 공급해 줄 수 있는 펠렛재료 공급장치의 개선이 필요한 것으로 보인다.

성형부 성형롤 재질은 알루미늄이고 표면 손상을 막기 위해 경질 표면 처리가 되어있다. 그러나 지속적인 펠렛재료 공급에 의한 표면 손상을 피할 수 없었다. 문제되는 성형롤 표면 손상의 주원인은 두 개의 회전 성형롤 간의 틈새 때문이었는데 이와 같은 틈새는 펠렛재료의 손실, 벼 종자의 손상, 성형롤의 상토 부착 현상을 촉진시키는 것으로 나타났다. 이를 보완하기 위해 밀립방지 롤을 설치하였지만 미흡한 결과를 보여 보완이 필요하였다.

압축 성형된 펠렛종자는 부착성 때문에 배출부만으로 배출이 완전하게 이루어지지 않았으며 펠렛종자 배출 보조와 성형롤 표면에 붙어있는 펠렛재료를 처리하기 위해 부착한 펠렛재료 처리 바에 의해 오히려 만들어진 펠렛종자가 찌그러져 배출되는 경향이 있어 완전한 배출을 위한 배출부의 개선이 요구되었다.

5. 요약 및 결론

벼 종자, 상토, 접착제 등 펠렛재료를 균일하게 혼합·반죽한 펠렛재료를 스크류 컨베이어에 의해 회전 성형롤에 공급, 성형 배출함으로써 직경 12 mm의 구형 벼 펠렛종자를 제조할 수 있는 실험용 벼 펠렛종자 제조장치를 설계·제작하여 성능실험을 수행하였다.

성능실험 결과 설계 제작된 벼 펠렛종자 제조장치의 제조성능은 시간 당 최대 약 37,000 개로 나

타났으며, 제조된 벼 펠렛종자의 평균 무게는 제조 후 1.66 g, 건조 후 1.26 g, 평균 직경은 제조 후 약 12.0 mm, 건조 후 11.2 mm로 나타났다. 6 : 1의 상토종자 혼합비로 제조하는 경우 완전 종자 3 립 이상 포함한 펠렛종자 비율이 97 %로 나타났으며, 압축강도는 88 ~ 137 N으로 나타나 의도한 펠렛종자를 제조할 수 있었다. 그러나 운전조건에 따라 공급 펠렛재료에 대한 펠렛종자 성형비율이 약 61~71%, 손상 벼 종자 비율이 약 17~48%로 나타나, 펠렛재료의 손실과 종자손상을 줄이기 위한 성형롤의 개선, 균일 공급과 부하를 줄이기 위한 펠렛재료 공급장치의 개선, 제조 벼 펠렛종자 배출 시 손상을 줄이기 위한 배출장치의 보완 등이 필요한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. Bulan, P. 1991. Some effect of seed coating and aging treatments on soybean germination and emergence. Mississippi State Univ. Ph. D. Thesis.
2. Burris, J. S., A. H. Wahab and O. T. Edje. 1977. Effect of seed size on seedling performance in soybeans. Proc. Amer. Soc. Crop Sci. 11, pp.492-496.
3. Kim, S. W. 2000. Studies on development of seed pellet technique for stabilization of direct wet seeding rice. Chonnam National Univ. Ph. D Thesis.
4. Longden, P. C. 1975. Sugar beet seed pelleting. ADAS Q. REV. 18, pp.73- 80.
5. Min, T. G. 1996. Development of seed pelleting technology for rice and cabbage. Korean J. Crop Sci. 41(6):678-684.
6. Naito T. 1963. Studies on the coating of seed(1). Journal of the Japan Society of Agricultural Machinery. 25(1):35-38.
7. Roos, E. E. and F. D. Moore. 1975. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(5):573-576.
8. Singh, Jai. 1996. Design, construction and per-

- formance evaluation of seed pelleting machine. *Agri. Mech. in Asia and Africa* 27(1):25-26.
9. Taylor, A. G. and G. E. Harman. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Ann. Rev. Phytopathol.* 28, pp. 321-339.
10. Won, J. G., C. D. Choi, W. H. Lee, S. C. Lee, C. R. Kim and B. S. Choi. 1997. Improvement of rice seedling emergence by seed coating materials in direct seeding into flooded paddy soil. *Korean J. Crop Sci.* 42(3):286-291.