Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 465-468 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 465-468 (2554)

ผลของสารพอกสูตรตำรับที่แตกต่างกัน ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
Effects of Different Seed Pelleting Formula on Maize Seed Quality

ธีระศักดิ์ สาขามุละ[1] **และ บุญมี ศิริ**[1]
Theerasak Sakhamula[1], and Boonmee Siri[1]

Abstract

The objectives of this study were to determine the optimum formulation of applied on small pelleting materials and binders Three sizes of Maize seeds variety SPP053 obtained by sieving the seeds through three sizes of screen openings 18/64, 16/64 and 14/64 inch diameters. The seed was used for pelleting. The treatments consisted of three kinds of pelleting materials bentonite, vermiculite, and calcium carbonate, three levels 5, 7 and 10% of three binders (HPMC, PVP and PVA) and three levels 1, 2 and 3% of Poly Ethylene Glycol (PEG). The best seed pelleting formulation was the combination of vermiculite, 7% HPMC and 2% PEG, giving the lowest thousand seed weight 160 g. seed moisture increase to 32%, best seed adhesion 100% and better durability 85%, the uniformity of the pellets was 72%. In addition, after pelleting and accelerated aging the physiological characters such as seed germination and speed of germination which were determined under laboratory conditions and field conditions showed no significant difference from those of small and large sizes seeds without pelleting.
Keywords: Maize seed, Seed pelleting, Seed quality

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาวัสดุพอกและวัสดุประสานที่เหมาะสมต่อการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ โดยนำข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ SPP053 มาคัดขนาดด้วยตะแกรงรูเปิดกลม 3 ขนาด คือ 18/64, 16/64 และ 14/64 นำเมล็ดที่ค้างบนตะแกรงขนาด 14/64 มาพอกด้วยสารพอกสูตรต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุพอกคือ bentonite, vermiculite และ calcium carbonate วัสดุประสานคือ HPMC, PVP และ PVA ในอัตรา 5, 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ PEG 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ แล้วตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการพอก พบว่าการใช้ vermiculite ร่วมกับ HPMC 7 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ PEG 2 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักเมล็ดพอก 1,000 เมล็ด และความชื้นหลังการพอกเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 160 กรัม และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งยังให้การยึดติดเมล็ดและความคงทนของสารพอกดีที่สุด เท่ากับ 100 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความสม่ำเสมอของขนาดเมล็ดพอก เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ หลังการพอกและการเร่งอายุ พบว่าเมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอก
คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด การพอกเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์

คำนำ

ประเทศไทยผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 20,000 เมตริกตัน มีมูลค่าประมาณ 2,500 ล้านบาท (สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย, 2552) ปัญหาของการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันคือ เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีขนาดแตกต่างกัน เมื่อผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์โดยการคัดแยกจะมีเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดกลาง และเมล็ดขนาดเล็กซึ่งต้องคัดออกไปประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตเมล็ดทั้งหมด โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ถูกคัดทิ้งนี้ยังคงมีคุณภาพทางพันธุกรรมดี แต่ไม่สามารถจำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ได้เนื่องด้วยตลาดไม่ยอมรับ ทำให้ต้องจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ในราคากิโลกรัมละ 4-5 บาท จึงทำให้เกิดความสูญเสียในเชิงเศรษฐศาสตร์ ประมาณปีละ 250 ล้านบาท

จากปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้จึงมีแนวคิดแก้ปัญหาโดยการนำเอาวิธีการพอกเมล็ด (seed pelleting) มาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการพอกจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีขนาดสม่ำเสมอ สามารถใช้กับเครื่องปลูกได้ดี การพอกเป็นการเพิ่มวัสดุพอกหรือสารเติมเต็ม (filter) คลุมเมล็ดหลายๆ ชั้น เช่น โดโลไมต์ เบนโทไนต์ เพอร์ไลต์ เวอร์มิคูไลต์ หรือทราย โดยใช้วัสดุประสาน (binder) จำพวกสารเหนียวเป็นตัวยึดเกาะวัสดุพอก โดยการ

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[1] Department of Plant Science and Agricultural Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

กำหนดปริมาณวัสดุพอกเพื่อหาอัตราส่วนระหว่างวัสดุพอกกับปริมาณเมล็ดพันธุ์อย่างเหมาะสม ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเมล็ด ซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของพืช (Taylor *et al*., 1997) นอกจากนี้การพอกเมล็ดทำให้สามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์บางอย่างตามวัตถุประสงค์ได้ เช่นสารเคมีป้องกันโรค-แมลง สารเร่งการเจริญเติบโต หรือแร่ธาตุอาหารพืช (Taylor and Haman, 1990; Smith and Miller, 1987) เมื่อวิธีการพอกเหมาะสมทำให้เมล็ดพืชหลังจากการพอกมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาในการงอกช่วยให้ต้นกล้ามีคุณภาพดีกว่าเมล็ดปกติ อีกทั้งยังทำให้เมล็ดพอกมีความงอกที่สม่ำเสมอและมีต้นกล้าที่แข็งแรง (Kim et al, 2005; Bruggink, 2005) ซึ่งการพอกเมล็ดเป็นเทคโนโลยีทางด้านวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ที่ทำให้สามารถนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ที่จะถูกคัดทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าของเมล็ดพันธุ์ ก่อให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์และสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้กับเมล็ดพันธุ์พืชชนิดอื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

คัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่พันธุ์ SPP053 ด้วยตะแกรงรูเปิดกลม ออกเป็น 3 ขนาด คือ 1) เมล็ดขนาดใหญ่ เป็นเมล็ดที่ตกค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 18/64 นิ้ว มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 24-26 กรัม 2) เมล็ดขนาดกลาง เป็นเมล็ดที่ลอดผ่านรูตะแกรงขนาด 18/64 นิ้ว แต่ตกค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 16/64 นิ้ว โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 20-22 กรัม และ 3) เมล็ดขนาดเล็ก เป็นเมล็ดที่ลอดผ่านรูตะแกรงขนาด 16/64 นิ้ว แต่ตกค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 14/64 นิ้ว โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 13-15 กรัม ก่อนนำเข้าการทดลอง และทุกการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete design (CRD)

การทดลองที่ 1 การศึกษาชนิดของวัสดุพอก วัสดุประสาน และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดหลังการพอก

นำเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็ก (14/64 นิ้ว) มาพอกด้วยสารพอกสูตรที่แตกต่างกัน **(Table 1)** ใช้เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์ รุ่น SKK08 (ดัดแปลง) พอกให้เมล็ดพันธุ์มีขนาดค้างบนตะแกรงขนาด 18/64 นิ้ว แล้วตรวจสอบลักษณะต่างๆ คือ 1) น้ำหนักเมล็ดหลังการพอก 2) ความสม่ำเสมอของเมล็ดพันธุ์หลังพอก และ 3) คุณภาพการยึดติดของสารพอก

การทดลองที่ 2 การศึกษาอัตราส่วนของสารพอกที่เหมาะสมต่อการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่

คัดเลือกวัสดุประสานจากสูตรการพอกที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ขนาด 14/64 นิ้ว หลังพอกลดความชื้นด้วยตู้อบไอร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ คือ 1. การลดลงของความชื้นเมล็ดพันธุ์หลังการพอก 2. น้ำหนักเมล็ดหลังการพอก 3. คุณภาพการยึดติดของสารพอก 4. ความสม่ำเสมอของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอก 5. ความคงทนของสารพอก 6. ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่พอกด้วยสูตรต่างกันมาเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง (ISTA, 2004) จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบคุณภาพ ความงอกและความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาชนิดของวัสดุพอก วัสดุประสาน และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดหลังการพอก

พบว่า เมล็ดข้าวโพดที่พอกด้วยสารที่มีส่วนผสมของ vermiculite (M2, M5 และ M8) มีน้ำหนักหลังการพอกเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (Table 1) และพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วย HPMC 5% (M1, M2 และ M3) มีการยึดติดของสารพอกดีที่สุด โดยเฉพาะการพอกด้วย HPMC 5% ร่วมกับ vermiculite (M2) ที่ทำให้มีการยึดติดเมล็ดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ เท่ากับ 41 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิธร และคณะ (2550)

2. การศึกษาอัตราส่วนของสารพอกที่เหมาะสมต่อการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่

ผลการทดลองที่ 1 ที่พบว่าการใช้ HPMC 5%+PEG 1% ร่วมกับวัสดุพอกชนิดต่างๆ มีผลทำให้สารพอกยึดติดเมล็ดได้ดีที่สุดโดยมีเมล็ดดีที่ไม่มีรอยแตกร้าวสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ จึงคัดเลือกวัสดุประสานชนิด HPMC มาพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดขนาดเล็ก การทดลองที่ 2 ผลการทดลองพบว่า การพอกเมล็ดด้วย HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ vermiculite (P3) ทำให้เมล็ดพอกมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 290 กรัม/1,000 เมล็ด และความชื้นหลังการพอกเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังให้คุณภาพการยึดติดเมล็ดและความคงทนของสารพอกดีที่สุด เท่ากับ 100 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) โดยการกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความเข้มข้นของวัสดุประสานจะส่งผลต่อความสม่ำเสมอ และการดูดซับของเมล็ดพอก

(Grellier *et al*., 1999) การใช้วัสดุพอกมากขึ้นจะทำให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้น (ศศิธร และคณะ, 2550) ส่วนคุณภาพเมล็ดพันธุ์พบว่า การพอกเมล็ดด้วย HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ vermiculite (P3) ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ที่ไม่ได้ผ่านการพอก (Table 3)

Table 1 Thousand seeds weight, adhesion of pelleting material and uniformity of maize pelleted seed after pelleting process.

Treatments[1/]	Seeds weight(g./1,000 seeds)	Adhesion of pelleting material (%)	Uniformity (%)
M1	372 b	5 c	95 a
M2	279 g	41 a	74 cd
M3	360 c	10 d	60 ef
M4	431 a	2 d	92 a
M5	292 f	1 d	86 ab
M6	301 e	1 d	74 cd
M7	341 d	0 d	81 bc
M8	251 h	25 b	68 de
M9	360 c	0 d	55 f
F-test	**	**	**
CV%	1.5	11.2	7.5

** : significantly different at at P≤ 0.01
Mean in the same column with difference letters are significantly different at P≤ 0.05 by DMRT.
[1/] M1: HPMC5%+PEG1%+bentonite, M2: HPMC5%+PEG1%+vermiculite, M3: HPMC5%+PEG1%+calcium carbonate, M4: PVA5%+PEG1%+bentonite , M5: PVA5%+PEG1%+vermiculite, M6: PVA5%+PEG1%+calcium carbonate, M7: PVP5%+PEG1%+bentonite, M8: PVP5%+PEG1%+vermiculite ,M9: PVP5%+PEG1%+calcium carbonate

Table 2 Moisture increase, thousand seeds weight, adhesion of pelleting material, uniformity and durability of maize pelleted seed after pelleting process with different rate of HPMC and PEG.

Treatments[1/]	Seed moisture content (%)	Seeds weight (g./1,000 seeds)	Adhesion of pelleting (%)	Uniformity (%)	Durability (%)
C1	11.5 d	128 e	-	-	-
C2	11.9 d	250 d	-	-	-
P1	54.0 a	309 a	18 c	87 a	0 c
P2	54.9 a	310 a	25 c	88 a	0 c
P3	32.0 c	290 c	100 a	86 a	85 a
P4	37.0 bc	289 c	100 a	72 b	80 b
P5	44.9 b	301 b	43 b	65 c	0 c
P6	36.3 bc	290 c	98 a	67 bc	0 c
F-test	**	**	**	**	**
CV%	5.1	0.4	6.6	4.2	14.6

** : significantly different at at P≤ 0.01
Mean in the same column with difference letters are significantly different at P≤ 0.05 by DMRT.
[1/]C1: Control 1 (18/64 inch, non pelleting), C2: Control 2 (14/64 inch, non pelleting), P1: HPMC 7% + PEG* 2% + Bentonite, P2: HPMC 10% + PEG 3% + Bentonite, P3: HPMC 7%+ PEG 2% + Vermiculite, P4: HPMC 10%+ PEG 3% + Vermiculite, P5: HPMC 7%+ PEG 2% + Calcium carbonate, P6: HPMC 10%+ PEG 3% + Calcium carbonate

3. ศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

หลังการพอกนำเมล็ดพันธุ์มาเร่งอายุเมล็ดที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอกและความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ ผลการทดลองพบว่า การพอกเมล็ดด้วย HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ vermiculite (P3) ทำให้เมล็ดมีความงอกหลังจากการเร่งอายุที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ไม่ได้ผ่านการพอก (Table 3) ชี้ให้เห็นว่าสารพอกสูตรดังกล่าว (P3) ไม่ได้เป็นตัวยับยั้งหรือชะลอการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสารพอกเมล็ดพันธุ์ที่สามารถช่วยยืดอายุการรักษาของเมล็ดพันธุ์ได้ ควรมีคุณสมบัติป้องกันการแลกเปลี่ยนความชื้นของเมล็ดพันธุ์ วัสดุพอกและวัสดุประสานชนิดต่างๆ มีคุณสมบัติในการป้องกันและดูดซึมความชื้นได้แตกต่างกัน (Sujatha et al., 2005) การพอกเมล็ดด้วยโดโลไมต์และ PVA จะชะลอกระบวนการดูดซับน้ำและอากาศของเมล็ดพอกมากที่สุด (Silva and Nakagawa, 1998)

Table 3 Germination percentage and speed of germination under laboratory and field conditions of maize pelleted seed after pelleting process and accelerated aging test.

Treatments[1/]	Seed pelleting process				Accelerated aging test			
	Germination		Speed of germination		Germination		Speed of germination	
	Laboratory	Field	Laboratory	Field	Laboratory	Field	Laboratory	Field
C1	95 a	96 a	26.65 a	23.11 ab	65 ab	62 b	15.55 b	14.21 bc
C2	95 a	95 a	26.76 a	24.19 a	64 abc	73 a	16.02 ab	18.05 a
P1	95 a	90 b	24.26 ab	21.38 cd	68 ab	72 a	17.50 a	18.00 a
P2	90 c	88 bc	21.81 c	20.17 cd	67 ab	72 a	16.40 ab	17.31 ab
P3	95 a	94 a	23.55 ab	20. 24 cd	65 ab	62 b	16.00 ab	15.50 b
P4	92 bc	85 c	22.90 b	20.11 d	70 ab	58 c	16.57 ab	12.52 c
P5	91 c	92 b	21.97 c	22.71 bc	60 bc	61 b	14.68 bc	14.69 bc
P6	93 b	94 a	21.02 c	21.64 c	74 a	70 ab	17.45 a	17.17 ab
F-test	**	**	**	**	**	*	**	*
CV%	2.17	5.79	2.15	5.61	8.17	11.01	7.11	10.55

*, ** : * significantly different at at P≤ 0.05, ** significantly different at at P≤ 0.01, respectively.
Mean in the same column with difference letters are significantly different at P≤ 0.05 by DMRT.
[1/]C1: Control 1 (18/64 inch, non pelleting), C2: Control 2 (14/64 inch, non pelleting), P1: HPMC 7% + PEG* 2% + Bentonite, P2: HPMC 10% + PEG 3% + Bentonite, P3: HPMC 7%+ PEG 2% + Vermiculite, P4: HPMC 10%+ PEG 3% + Vermiculite, P5: HPMC 7%+ PEG 2% + Calcium carbonate, P6: HPMC 10%+ PEG 3% + Calcium carbonate

สรุป

จากการศึกษาสารพอกสูตรตำรับที่แตกต่างกัน ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด สามารถสรุปได้ว่า

1. การพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ Vermiculite ทำให้เมล็ดมีความชื้นหลังการพอกเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด มีการยึดติดเมล็ดและความคงทนของสารพอกสูงสุด

2. สารพอกในการพอกเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมคือ สูตร HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ Vermiculite

3. หลังการพอกและเร่งอายุ พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย HPMC 7% + PEG 2% ร่วมกับ Vermiculite ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกไม่แตกต่างจากเมล็ดขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ไม่ได้ผ่านการพอก

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักวิจัยของโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การอนุเคราะห์สถานที่และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองรวมทั้งให้การช่วยเหลือในการทำการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ศศิธร การะบุญ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ สายพันธุ์ กาบใบ ลำยอง ครีบผา และสุชาดา เวียรศิลป์. 2550. อัตราส่วนของวัสดุพอกและวัสดุประสานที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. ว.วิทย.กษ. 38(5 พิเศษ): 181 - 184.

สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย. 2552. วารสารเมล็ดพันธุ์พืชออนไลน์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http:// www.seed.or.th. (25 พฤษภาคม 2552)

Bruggink, G.T. 2005. Flower Seed priming, Pregermination, Pelleting and Coating. McDonald, M.B. and Kwong, F.Y. (eds). Flower seed biology and technology. CABI publishing. USA : 249–262

Grellier, P., L.M. Riviere. and P. Renault. 1999. Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. Eur. J. Agron. 10: 57-65.

ISTA. 2004. International Rules for Seed Testing. Seed Science and technology. Glattbrugg, Switzerland. 450 p.

Kim, J.D., C.H. Kwon, S.G. Kim, J.K. Kim and S.N. Hur. 2005. Development of seed pelleting technique for surface sowing of alfalfa. Affiliation Cheonan Yonam College, Sunghwan, Journal of Animal Science and Technology 47(3): 475-480

Silva, J.B.C. and J. Nakagawa. 1998. Methods for evaluating cements for seed pelleting. Journal Horticultura Brasileira 16(1): 31-37.

Smith, A.E. and R. Miller. 1987. Seed pellet for improved seed distribution of small seeded forage crop. Journal of Seed technology 11 : 42-51.

Sujatha, K., K. Ramamoorthy and K. Sivasubramaniam. 2005. Pelleting for seed quality improvement in blackgram and cowpea during storage. Journal Plant Archives. 5(2): 657-658.

Taylor, A.G. and G.E. Haman. 1990. Concepts and technology of selected seed treatments. Rev Phytopathol. 38: 321-339.

Taylor, A.G., D.F. Grabe and D.H. Paine. 1997. Moisture content and water activity of pelleted and film - coated seeds. Seed Technology 19: 24 - 32.