

ผลของสารก่อฟิล์มที่มีต่อคุณลักษณะของการเคลือบและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

Effect of film coating substance on coating characterization and quality of corn seed

บุญมี สิริ^{1*}, ผดุงขวัญ จิตโรภาส² และ สุวารี ก่อเกษตรวิสัย¹

Boonmee Siri^{1*}, Padungkwan Chitropas² and Suwaree Korkasetwit¹

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารก่อฟิล์มที่มีต่อคุณลักษณะของสารเคลือบและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเคลือบ ทำการทดลองที่อาคารปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิธีการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ศึกษาชนิดและสัดส่วนของพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นสารก่อฟิล์มที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความหนืด การละลายของฟิล์ม ความสม่ำเสมอของการเคลือบ และความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการเคลือบ ศึกษาความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะแช่แข็ง (freeze thaw) และศึกษาความคงตัวของสารเคลือบในสภาพการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่าการใช้ hydroxypropyl methylcellulose, hydroxypropyl methylcellulose ผสมกับ polyacrylate และ hydroxypropyl methylcellulose ผสมกับ vinyl acetate เป็นสารก่อฟิล์ม ทำให้สารเคลือบมีค่า pH ประมาณ 5-7 มีความหนืดประมาณ 300 cps มีความสม่ำเสมอของการเคลือบและไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ ซึ่งสารเคลือบทั้ง 3 ตัวมีความคงตัวดีภายหลังการทดสอบในสภาวะแช่แข็ง เมื่อทดสอบความคงตัวของสารเคลือบทั้ง 3 ในสภาพการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าค่า pH และค่าความหนืดของสารเคลือบลดลงเนื่องจากการเสื่อมสภาพของสารก่อฟิล์ม แต่ไม่มีผลต่อค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงสรุปได้ว่าสารก่อฟิล์มมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเคลือบ

คำสำคัญ: การเคลือบเมล็ดพันธุ์, สารเคลือบเมล็ดพันธุ์, ข้าวโพด, คุณภาพเมล็ดพันธุ์

Abstract: This objective of this study was to determine the effect of film former on coating substance characteristics and quality of coated corn seed. There were 3 experiments which were to study the effect of type and proportion of polymer as a film former on pH, viscosity, dissolution of film, coating uniformity and corn seed germination, to determine the stability of coating substances by freeze thaw method and to determine the stability of coating substances at stability after seed germination storage. The results showed that pH and viscosity of coating substances containing hydroxypropyl methylcellulose, the mixture of hydroxypropyl methylcellulose and polyacrylate and the mixture of hydroxypropyl methylcellulose and vinyl acetate as a film former were about 5-7 and 300 cps, respectively. These coating substances had coating uniformity and did not affect seed germination. Freeze thaw method testing showed coating stability of these substances. In addition, pH and viscosity of coating substances that storage 6 months had decreased because the film formers were denatured but no affect on coating uniformity and the seed quality. It could be concluded that film former affect on quality of corn coated seed.

Keywords: seed coating, coating substances, corn seed, seed quality

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น, 40002

Department of Plant science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น, 40002

Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmaceutical, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: boonmee@kku.ac.th

คำนำ

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยการผลิตพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจะนำมาซึ่งผลผลิตพืชทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ วิธีที่ช่วยป้องกันโรคและแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์ที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรคือ การคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีก่อนปลูก (seed dressing) เพราะเป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติและยังคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และสารเคมีที่ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์บางชนิดยังช่วยป้องกันกำจัดศัตรูพืชทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงอีกด้วย โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมคลุกเมล็ดในลักษณะผงหรือแบบเปียก ซึ่งการคลุกแบบผงทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับการคลุกไม่สม่ำเสมอและมีสารเคมีบางส่วนหลุดร่วงเป็นเหตุให้ต้องคลุกสารในปริมาณมากและใช้ปริมาณสารไม่แน่นอนทำให้เหลือพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและเกษตรกรมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษได้ง่าย ส่วนการคลุกแบบเปียกแม้ว่าจะสม่ำเสมอว่าแต่จะทำให้เมล็ดเปียกชื้นและเกิดการเสื่อมความงอกได้ ซึ่งการเคลือบเมล็ด (seed coating) จึงเป็นวิธีซึ่งนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากการเคลือบเมล็ดนั้นทำให้เมล็ดได้รับสารเคลือบอย่างสม่ำเสมอ และสารเคลือบติดแน่นไม่หลุดร่วงและมีปริมาณพอดีกับการละลายและการใช้ไปของต้นกล้า ซึ่งช่วยลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและโอกาสที่จะได้รับสารพิษของเกษตรกรลง เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบแล้วยังสามารถเก็บไว้ใช้ได้ข้ามปีและง่ายต่อการขนส่ง ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพและยืดอายุในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เกษตรกรสามารถใช้เมล็ดปลูกได้ทันทีไม่ต้องเสียเวลาในการคลุกเมล็ดและสัมผัสกับสารเคมีขณะปลูกอีก (ภาณี และคณะ, 2540)

การเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้นมีการปฏิบัติมานานกว่า 40 ปีในต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทยยังไม่มีคนที่แพร่หลายนัก เนื่องจากสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งทำให้มีราคาแพง โดยการพัฒนาขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการเคลือบเมล็ดมาจากอุตสาหกรรมเคลือบยา (film coating)

โดยใช้สารก่อฟิล์มที่มีความเหนียวและสารออกฤทธิ์ต่างๆ เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Bruggink, 2005) โดยสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรมีลักษณะเป็นสารที่มีน้ำเป็นตัวกลาง ความหนืดต่ำ มีความเข้มข้นของของแข็งสูง สามารถปรับสมดุลของสารมีขั้วและไม่มีขั้วได้และให้ฟิล์มที่มีความแข็งแรงเมื่อแห้งแล้ว (Copeland and McDonald, 1995) สารก่อฟิล์มที่เลือกใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้นมีมากมายหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ค่าการละลาย ความยืดหยุ่น หรือการป้องกันความชื้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของการเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้นๆ จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้ชนิดสารก่อฟิล์ม สารก่อฟิล์มเหล่านี้จึงมีผลต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ ความสม่ำเสมอของการเคลือบและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบด้วย

อีกหนึ่งโรคที่เป็นปัญหาสำคัญของการผลิตข้าวโพดคือ โรคราน้ำค้าง (downy mildew) ซึ่งเป็นโรคที่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดได้รับความเสียหายอย่างมาก ในแหล่งที่โรคระบาดรุนแรงและพันธุ์ข้าวโพดที่อ่อนแอจะทำความเสียหายถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2550) โดยมีคำแนะนำให้คลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ก่อนปลูก แต่ได้มีรายงานว่า การคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วย metalaxyl ในอัตราที่สูงแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะส่งผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ (ถมยา และคณะ, 2546) ดังนั้นการทดลองนี้จึงศึกษาชนิดและคุณสมบัติของสารก่อฟิล์มที่มีต่อคุณลักษณะของการเคลือบและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และศึกษาความคงตัวของสารเคลือบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ภายในประเทศ

วิธีการศึกษา

การศึกษานิตและสัดส่วนของสารก่อฟิล์มที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ

ทำการทดลองที่อาคารปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเตรียม

Table 1 Seed coating substances composition.

Ingredients	Chemicals weight of each formulation (%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hydroxypropylmethylcellulose(HPMC)	5	-	-	-	-	5	5	5	5	-
Polyacrylate (ED)	-	5	-	-	-	5	-	-	-	-
Polyvinylalcohol (PVA)	-	-	5	-	-	-	0.5	-	-	-
PVP vinyl acetate copolymer (VA)	-	-	-	5	-	-	-	0.5	-	-
PVA-PEG copolymer (IR)	-	-	-	-	5	-	-	-	0.5	-
Commercialsubstance(CS)		-	-	-	-	-	-	-	-	100
Glycerin	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
PEG6000	1	1.5	-	1	1	1	1	1	1	-
Titanium dioxide	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Color	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-
Water	92.75	92.75	92.75	92.75	92.75	87.75	92.25	92.25	92.25	-

สารเคลือบในรูปแบบของเหลวโดยใช้สารก่อฟิล์มชนิดเดียวและใช้สารก่อฟิล์ม 2 ชนิดร่วมกัน คือ hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), polyacrylate (ED), polyvinylalcohol (PVA), PVP vinylacetate copolymer (VA), PVA-PEG copolymer (IR) และสารเคลือบทางการค้า (CS) และพอลิเมอร์ 2 ชนิดร่วมกัน คือ HPMC:ED, HPMC:PVA, HPMC:VA และ HPMC:IR (Table 1) โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเมื่อได้สารเคลือบรูปแบบของเหลวต่าง ๆ แล้วแบ่งสารเคลือบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาทดสอบคุณสมบัติของสารเคลือบ คือ ความหนืด ความเป็นกรดต่าง ลักษณะแผ่นฟิล์มและค่าการละลายของแผ่นฟิล์มที่ได้จากสารเคลือบต่าง ๆ ส่วนที่ 2 นำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุนรุ่น SKK08 โดยใช้สารเคลือบปริมาณ 60 มม.ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กก.แล้วจึงลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้มีระดับใกล้เคียงกับความชื้นเดิม จากนั้นประเมินค่าความสม่ำเสมอของการเคลือบ และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ ซึ่งในการทดลองนี้จะคัดเลือกสารเคลือบต่าง ๆ ที่มีความเป็นไปได้เพื่อศึกษาความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะเร่งและในสภาพการเก็บรักษาต่อไป

การศึกษาความคงตัวของสารเคลือบที่เตรียมรูปแบบของเหลวในสภาวะเร่ง

นำสารเคลือบรูปแบบของเหลวที่มีความเป็นไปได้จากการทดลองที่ 2.1 มาทดสอบความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะเร่ง โดยบรรจุสารเคลือบลงในขวดปิดฝาให้สนิท นำไปไว้ในที่อุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 24 ชม. และนำไปไว้ในที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 24 ชม. คิดเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบ 6 รอบ (กองควบคุมยา, 2547) เมื่อครบกำหนดแล้วแบ่งสารเคลือบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำสารเคลือบไปทดสอบหาค่าความเป็นกรดต่างและความหนืดภายหลังจากสภาวะเร่ง ส่วนที่ 2 นำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้สารเคลือบปริมาณ 60 มล.ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กก. แล้วจึงลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้มีระดับใกล้เคียงกับความชื้นเดิม จากนั้นประเมินค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในห้องปฏิบัติการ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพไร่ และความเร็วในการงอก

การศึกษาความคงตัวของสารเคลือบในสภาพการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

นำสารเคลือบรูปแบบของเหลวที่มีความเป็นไปได้จากการทดลองที่ 2.1 มาทดสอบความคงตัวของสารเคลือบในสภาพการเก็บรักษา โดยนำสารเคลือบ

รูปแบบของเหลวบรรจุลงขวดปิดฝาให้สนิทแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % (กองควบคุมยา, 2547) ตรวจสอบคุณสมบัติของสารเคลือบ และเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อประเมินค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบ และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาสารเคลือบเช่นเดียวกับการศึกษาความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะเร่งทุกเดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือน

การบันทึกข้อมูล

ความหนืดของสารเคลือบ

การหาค่าความหนืดของสารเคลือบทำได้โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer (Model DV-II) ที่ความเร็วรอบต่างๆ กัน โดยทดสอบเคลือบปริมาณ 50 มล. ใส่บีกเกอร์ จากนั้นตั้งค่าโปรแกรมใส่เข็มรูปตัว T เบอร์ 92 ทำการวัดความหนืดของสารเคลือบที่อุณหภูมิ 25 ± 1 °ซ แล้วบันทึกข้อมูล แต่ละสูตรตำรับทำซ้ำ 3 ครั้ง

ความเป็นกรดต่างของสารเคลือบ

นำสารเคลือบที่ได้จากการเตรียมรูปแบบของเหลวในตำรับต่างๆ มาวัดความเป็นกรดต่าง โดยใช้ pH meter ทดสอบเคลือบลงในบีกเกอร์ 50 มล. นำแท่งแก้ววัด pH จุ่มลงในสารเคลือบแล้วอ่านค่าที่ได้ บันทึกผลการทดลองโดยแต่ละสูตรตำรับทำซ้ำ 3 ครั้ง

การละลายของฟิล์ม

เตรียมแผ่นฟิล์มจากสารเคลือบตำรับต่างๆ โดยทดสอบเคลือบลงบน Petri dish 20 กรัม แล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 4 ชม. จากนั้นลอกแผ่นฟิล์มออกจาก Petri dish จะได้แผ่นฟิล์มแล้วจึงนำมาทดสอบการละลายทำโดยชั่งน้ำหนักตะแกรงที่มีขนาด 3x5 ซม. ขนาดรูตะแกรง 2x1.5 มม. พับขอบทั้ง 4 ด้านให้มีความสูงประมาณ 1 ซม. ตัดแผ่นฟิล์มที่ทำจากสารเคลือบสูตรตำรับต่างๆ โดยมีขนาด 4 ตร.ซม. วางบนตะแกรง และชั่งน้ำหนัก นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มจุ่มในน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์ใช้เวลาในการ

จุ่มแผ่นฟิล์มลงในน้ำ 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด จากนั้นนำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มไปอบที่อุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 4 ชม. ชั่งน้ำหนักตะแกรงพร้อมแผ่นฟิล์มที่เหลือบนตะแกรง ทดสอบสูตรตำรับละ 3 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าการละลายของฟิล์มจากสูตร

ค่าการละลายของฟิล์ม

$$= \frac{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักฟิล์มที่เหลืออยู่}}{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น}} \times 100$$

ความสม่ำเสมอของการเคลือบ

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบมาสูตรตำรับละ 10 เมล็ดเพื่อตรวจวัดความสม่ำเสมอของสารเคลือบกับเมล็ดพันธุ์ โดยศึกษาลักษณะพื้นผิวด้านเรียบของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เคลือบสาร ซึ่งให้ระดับค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 100 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ
- 4 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 80 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ
- 3 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 60 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ
- 2 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 40 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ
- 1 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 20 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ
- 0 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 0 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (seed moisture content)

การทดสอบความชื้นของเมล็ดด้วยวิธีอบด้วยความร้อน (hot air oven method) ตามกฎของ ISTA (2004) โดยใช้อุณหภูมิ 103 ± 2 °ซ ใช้เวลา 17 ± 1 ชม. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นเปรียบเทียบน้ำหนักสด (wet weight basis)

เปอร์เซ็นต์ความขึ้น

$$= \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเมล็ดหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ}} \times 100$$

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในห้องปฏิบัติการ (seed germination)

นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการเคลือบด้วยสารเคลือบต่าง ๆ และไม่เคลือบสารมาทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในห้องปฏิบัติการโดยวิธี between paper (BP) ทำการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด และนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกที่มีอุณหภูมิ 20 °ซ เป็นเวลา 16 ชม. และ 30 °ซ เป็นเวลา 8 ชม. ทำการตรวจนับความงอกหลังการเพาะ 7 วัน รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร (ISTA, 2004)

ความงอกของเมล็ด(%)

$$= \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่ปลูก}} \times 100$$

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพไร่ (field emergence)

นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการเคลือบด้วยสารเคลือบต่าง ๆ และไม่เคลือบสารมาทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพไร่โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในกระบะทราย ทำการทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ทำการตรวจนับความงอกตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงวันสุดท้าย (final count) รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกเช่นเดียวกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ความเร็วในการงอก (speed of germination)

ทดสอบความเร็วในการงอกของเมล็ด (ต้น/วัน) ตามกฎ ISTA (2004) ตามวิธีทดสอบความงอกข้อ 7) แล้วตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติและจำนวนวันที่งอกตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงวันสุดท้ายจากนั้นนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของเมล็ดจากสูตร

ความเร็วในการงอก

$$= \text{ผลรวมของ} \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ในแต่ละทรีทเมนต์ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ นำข้อมูลคุณสมบัติของสารเคลือบที่เตรียมรูปแบบของเหลว ฟิสิกส์ที่ได้จากสารเคลือบต่าง ๆ และลักษณะคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ส่วนค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบเมล็ดพันธุ์วิเคราะห์แบบ nonparametric method ซึ่งใช้ Chi square test (χ^2 -test) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS (Statistical Analysis System, version 6.12)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาชนิดและสัดส่วนของสารก่อกำเนิดที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ

การทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาสารก่อกำเนิดในกลุ่มที่ละลายน้ำได้ ยกเว้น polyacrylate (ED) ที่ไม่ละลายน้ำแต่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกได้ (Chang and Shukla, 2000) ซึ่ง Copeland and McDonald (1995) กล่าวถึงลักษณะสารเคลือบที่ดีคือ สามารถละลายน้ำได้ มีความหนืดต่ำ ปรับสมดุล hydrophilic และ hydrophobic ได้ และเมื่อแห้งแล้วฟิล์มมีความแข็งแรง สารเคลือบที่เตรียมขึ้นมีค่า pH ระหว่าง 5-7 และสารเคลือบ ED และ HPMC:ED จะมีค่า pH เท่ากับ 4.73 และ 5.24 เนื่องจากเตรียมจากกรด HCl 1 N เพื่อให้สลายเข้ากับสารก่อกำเนิดได้ ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดคือ 5.5 - 7.0 (กรมวิชาการเกษตร, 2550) จากการทดลองพบว่าค่า pH ของสารเคลือบที่ทดสอบไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์แต่อย่างใด โดยพบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารไม่มีความ

แตกต่างทางสถิติกัน และความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารทุกตัวรับไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบสาร (Table 2)

เมื่อทดสอบความหนืดของสารเคลือบพบว่า สารเคลือบที่เตรียมจาก HPMC มีความหนืดค่อนข้างสูง และการใช้สารก่อกฟิล์ม 2 ชนิดร่วมกันทำให้สารเคลือบมีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณสารก่อกฟิล์มมากขึ้น (Table 2) ซึ่งสารเคลือบที่มีความหนืดต่ำจะมีความสม่ำเสมอของการเคลือบน้อยกว่าสารเคลือบที่มีความหนืดสูง เนื่องจากมีลักษณะของสารก่อกฟิล์มที่ยืดเกาะไม่เพียงพอ แต่หากสารเคลือบนั้นมีความหนืดสูงเกินไปจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเคลือบได้ซึ่งในกระบวนการเคลือบ สารเคลือบที่มีความหนืดสูงจะมีขนาดหยดของสารใหญ่ และการกระจายตัวของสารเคลือบบนผิวของเมล็ดพันธุ์ช้ากว่าสารที่มีความหนืดต่ำซึ่งมีขนาดหยดของสารเคลือบที่เล็กและมีการกระจายตัวได้เร็วกว่า แต่เนื่องจากสารเคลือบตัวรับที่เตรียมขึ้นมีความหนืดไม่สูงกว่า 300 cps มากนักจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการเคลือบ (อรอนงค์, 2548) และพบว่าฟิล์มที่ได้จาก HPMC, HPMC:ED, HPMC:VA มีลักษณะฟิล์มที่ดี (Figure 1) เนื่องจาก HPMC ที่ใช้เป็นสารก่อกฟิล์มหลักให้คุณสมบัติเหนียวและยืดหยุ่นได้ (Harwood and Johnson, 1994) แต่สารเคลือบ ED ให้ฟิล์มที่เปราะและหักได้ง่าย ซึ่งสารก่อกฟิล์มที่ดีควรมีความยืดหยุ่นไม่เหนียวจนเกินไปคล้ายยาง และไม่เปราะจนเกินไปคล้ายพลาสติก (อรุณศรี, 2540) และฟิล์มที่มีส่วนผสมของ PVA มีเม็ดใสคล้ายเจล (ไม่สามารถเตรียมเป็นสารเคลือบในรูปแบบของเหลวได้) มีผิวหน้าฟิล์มไม่เรียบจึงไม่เหมาะในการใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Figure 1) อาจเนื่องมาจาก PVA ที่ใช้ในการทดลองนี้มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจึงไม่สามารถละลายในน้ำได้ทั้งหมด และเมื่อทดสอบค่าการละลายของฟิล์ม พบว่าฟิล์มที่ได้จากสารเคลือบทุกตัวรับสามารถละลายน้ำได้แสดงว่าสารเคลือบไม่ได้เป็นสิ่งที่ขัดขวางการงอกเมล็ดพันธุ์ (Table 2) ซึ่งค่าการละลายของสาร

เคลือบตัวรับต่างๆ แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของสารก่อกฟิล์ม

เมื่อประเมินความสม่ำเสมอของการเคลือบโดยให้ระดับค่าคะแนนพบว่าสารเคลือบทางการค้าทำให้เมล็ดพันธุ์มีความสม่ำเสมอของการเคลือบดีที่สุด รองลงมาได้แก่ HPMC, HPMC:ED และ HPMC:VA ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งการใช้สารก่อกฟิล์ม 2 ชนิดร่วมกัน (HPMC:ED และ HPMC:VA) ช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่เคลือบสารได้ดีกว่าการใช้สารก่อกฟิล์มชนิดเดียว (ED และ VA) (Figure 2) และหลังการเคลือบเมล็ดที่ผ่านกระบวนการเคลือบไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบที่เพาะในห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบสาร (Table 2) ซึ่งพบเช่นเดียวกับรายงานของสุวารี และคณะ (2549) และ Almeida et al. (2005) ดังนั้นจึงได้คัดเลือกสารเคลือบ HPMC, HPMC:ED และ HPMC:VA มาทดสอบความคงตัวของสารในสภาวะเร่งและในสภาพการเก็บรักษาต่อไป

การศึกษาผลของสารก่อกฟิล์มที่มีต่อความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะเร่งและในสภาพการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

เมื่อทดสอบความคงตัวของสารเคลือบในสภาวะเร่งที่ได้คัดเลือกทั้ง 3 ตัวรับ คือ HPMC, HPMC:ED และ HPMC:VA และเปรียบเทียบกับสารเคลือบทางการค้า (CS) ค่า pH ของสารเคลือบตัวรับต่างๆ เพิ่มขึ้น ความหนืดของสารเคลือบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและพบว่าสารเคลือบทางการค้ามีความหนืดเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และเมื่อประเมินค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบพบว่าสารเคลือบที่ผ่านสภาวะเร่งเมื่อนำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้มีค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบที่ดี และความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารภายหลังจากการทดสอบความคงตัวในสภาวะเร่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดไม่เคลือบสาร ดังนั้นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมขึ้นทุกตัวรับมีความคงตัวของสารที่ดี (Table 3)

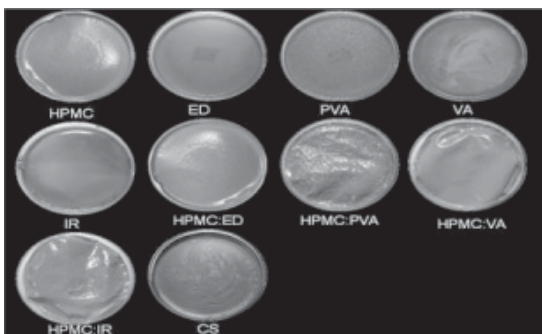


Figure 1 Film characterization of coating substances.

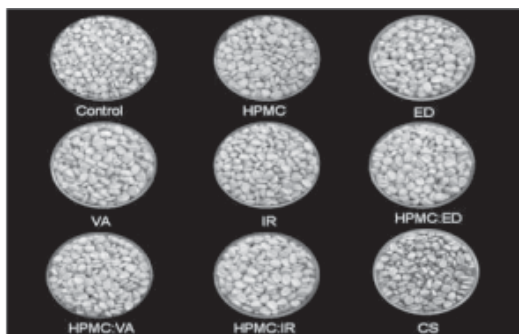


Figure 2 The seed which coated by various coating.

Table 2 Characters of seed coating substances and corn seed germination after coating.

Coating substances	pH ^{1/}	Viscosity (cps) ^{1/}	Film dissolve (%) ^{1/}	Coating uniformity ^{2/}	Germination in laboratory (%) ^{1/}
Non-coated	-	-	-	0.0 ± 0.00e	92.67
HPMC	6.86 ± 0.09d	289.00 ± 0.00e	57.66 ± 6.66b	4.5 ± 0.50ab	89.33
ED	4.73 ± 0.02g	65.70 ± 0.00h	7.62 ± 1.53e	3.5 ± 0.50d	92.00
PVA	6.43 ± 0.49e	87.67 ± 0.05g	59.92 ± 7.61b	-	-
VA	6.43 ± 0.12e	64.96 ± 0.15h	100.00 ± 0.00a	3.4 ± 0.40d	92.00
IR	7.49 ± 0.11b	66.10 ± 0.10h	96.70 ± 3.46a	3.8 ± 0.40cd	90.00
HPMC:ED	5.24 ± 0.02f	307.33 ± 1.53c	22.24 ± 4.55d	4.0 ± 0.60bc	88.00
HPMC:PVA	7.02 ± 0.05c	439.67 ± 1.15a	30.02 ± 4.15c	-	-
HPMC:VA	6.90 ± 0.03d	303.67 ± 0.57d	22.42 ± 0.78d	4.5 ± 0.70ab	90.67
HPMC:IR	6.93 ± 0.05cd	316.00 ± 0.00b	35.07 ± 1.31c	4.1 ± 1.00bc	92.00
CS	8.16 ± 0.01a	205.70 ± 0.00f	18.26 ± 0.88d	5.0 ± 0.00a	84.67
F-test	**	**	**	**	ns
C.V.(%)	0.88	0.29	8.82	16.63	5.84

ns, ** not significant and significant at $P \leq 0.01$, respectively and means value in parenthesis is standard deviation.

^{1/}means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to DMRT at $P \leq 0.05$

^{2/}coating uniformity to analyze by χ^2 - test and means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to LSD at $P \leq 0.05$.

Table 3 Characters of seed coating substances and corn seed germination after freeze thaw .

Coating substances	pH ^{1/}	Viscosity (cps) ^{1/}	Coating uniformity ^{2/}	Germination in laboratory after 6 months storage (%) ^{1/}
Non-coated	-	-	0.00 ± 0.00c	90.00a
HPMC	6.65 ± 0.01b	306.33 ± 1.53b	4.60 ± 0.52b	86.00ab
HPMC:VA	6.23 ± 0.63b	306.00 ± 1.00b	4.60 ± 0.52b	86.66a
HPMC:ED	4.73 ± 0.01c	302.67 ± 2.89b	4.80 ± 0.42ab	85.33ab
CS	8.05 ± 0.03a	607.66 ± 11.15a	5.00 ± 0.00a	77.33b
F-test	**	**	**	*
C.V.(%)	4.90	1.53	9.84	5.36

*, ** significant at $P \leq 0.05$ and significant at $P \leq 0.01$, respectively and means value in parenthesis is standard deviation.

^{1/}means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to DMRT at $P \leq 0.05$.

^{2/}coating uniformity to analyze by χ^2 - test and means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to LSD at $P \leq 0.05$.

เมื่อทดสอบความคงตัวของสารเคลือบที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ค่า pH ของสารเคลือบตำรับต่างๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่ค่าความหนืดของสารเคลือบที่เตรียมขึ้นทั้ง 3 ตำรับลดลง อาจเนื่องมาจากในระหว่างการเก็บรักษาสารเคลือบสารก่อฟิล์มมีการเสื่อมสภาพไปจึงทำให้ค่าความหนืดลดลง แต่พบว่าสารเคลือบทางการค้ามีค่าความหนืดของสารเพิ่มขึ้นจากระยะการเก็บรักษาเริ่มต้น (Table 4) เมื่อประเมินค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบพบว่า เมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบ

ตำรับต่างๆ มีค่าคะแนนการติดของสารเคลือบไม่แตกต่างจากระยะการเก็บรักษาเริ่มต้น (Table 4)

จากการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เคลือบด้วยสารเคลือบที่เก็บรักษาเป็นเวลานานต่างกัน 1 - 6 เดือน พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่เคลือบสาร เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารตำรับต่างๆ ยังคงมีความงอกมากกว่า 89% และพบเช่นเดียวกันเมื่อทดสอบความเร็วในการงอก (Table 5)

Table 4 Characters of seed coating substances after 6 months storage.

Storage duration/ Coating substances	pH ^{1/}				
	Control	HPMC	HPMC:VA	HPMC:ED	CS
0	-	7.00 ± 0.14b	6.89 ± 0.03b	4.94 ± 0.05d	8.02 ± 0.02b
1	-	6.71 ± 0.06cd	6.35 ± 0.02e	4.78 ± 1.73e	8.01 ± 0.02b
2	-	6.67 ± 0.01d	6.64 ± 1.73c	5.79 ± 0.04c	7.94 ± 0.03c
3	-	6.82 ± 0.01c	6.48 ± 0.02d	5.91 ± 0.04b	8.02 ± 0.01b
6	-	7.57 ± 0.01a	7.62 ± 4.42a	7.35 ± 1.70a	8.39 ± 3.86a
F-test		**	**	**	**
C.V.(%)		0.99	0.68	0.65	0.23
viscosity (cps) ^{1/}					
0	-	278.33 ± 3.06a	281.33 ± 0.58a	307.33 ± 1.53a	275.33 ± 10.26b
1	-	229.66 ± 1.15b	211.66 ± 1.15b	219.66 ± 1.53c	362.66 ± 4.04a
2	-	218.33 ± 1.15c	194.66 ± 0.58d	213.66 ± 2.08d	372.66 ± 2.08a
3	-	227.33 ± 4.16b	196.33 ± 0.58c	214.00 ± 2.00d	368.00 ± 2.65a
6	-	215.66 ± 2.52c	163.00 ± 1.00e	223.66 ± 2.89b	372.33 ± 0.58a
F-test		**	**	**	**
C.V.(%)		1.18	0.38	0.83	1.47
coating uniformity ^{2/}					
0	0.00 ± 0.00	4.30 ± 0.48	4.30 ± 0.48	4.60 ± 0.51	5.00 ± 0.00
1	0.00 ± 0.00	4.30 ± 1.41	4.30 ± 1.39	4.60 ± 1.42	4.90 ± 1.58
2	0.00 ± 0.00	4.80 ± 0.42	4.70 ± 0.48	4.80 ± 0.42	4.90 ± 0.31
3	0.00 ± 0.00	4.60 ± 0.52	4.50 ± 0.53	4.40 ± 0.70	5.00 ± 0.00
6	0.00 ± 0.00	4.60 ± 0.52	4.40 ± 0.52	4.30 ± 0.67	5.00 ± 0.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	0.00	9.85	11.23	12.67	4.03

ns, ** not significant and significant at $P \leq 0.01$, respectively and means value in parenthesis is standard deviation

^{1/}means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to DMRT at $P \leq 0.05$

^{2/}coating uniformity to analyze by χ^2 -test and means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to LSD at $P \leq 0.05$

Table 5 Changes of field corn seed quality after coating with coating substances which storage 6 months.

Coating substances	Storage duration (months)				
	0	1	2	3	6
Germination in laboratory (%) ^{1/}					
Control	90.00a	89.33ab	92.33a	94.66	91.00
HPMC	88.00ab	88.00b	93.66a	94.66	90.66
HPMC:VA	84.66bc	93.33a	90.33a	97.33	91.33
HPMC:ED	90.66a	90.66ab	80.33b	95.33	92.00
CS	82.00c	82.00c	87.00ab	94.00	90.00
F-test	**	**	*	ns	ns
C.V.(%)	2.84	2.66	5.09	5.96	1.81
Germination in field (%) ^{1/}					
Control	82.66	86.66	90.66	89.33	89.66
HPMC	79.33	82.66	88.00	87.33	91.66
HPMC:VA	88.00	84.00	77.33	96.00	91.66
HPMC:ED	77.33	82.66	82.00	90.66	89.00
CS	76.66	88.00	87.33	93.33	89.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	7.45	5.48	8.27	4.73	4.12
Speed of germination ^{1/}					
Control	15.49	15.21a	13.43a	13.35	11.91
HPMC	14.14	12.65b	11.97ab	12.05	12.33
HPMC:VA	16.73	11.77b	10.74b	13.55	12.46
HPMC:ED	14.02	12.44b	11.33b	12.13	11.77
CS	14.24	13.68ab	12.61ab	13.16	11.75
F-test	ns	*	*	ns	ns
C.V.(%)	7.36	8.08	8.05	7.47	5.37

ns, *, ** not significant, significant at $P \leq 0.05$ and significant at $P \leq 0.01$ respectively and means value and in parenthesis is standard deviation.

^{1/} means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to DMRT at $P \leq 0.05$.

สรุป

สารเคลือบที่มีความเป็นไปได้นี้จะนำมาเคลือบ เมล็ดพันธุ์คือ HPMC, HPMC:ED และ HPMC:VA เนื่องจากมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5 - 7 ละลายน้ำได้ดี มีความสม่ำเสมอของการเคลือบและไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ ซึ่งสารเคลือบทั้ง 3 ตัวมีความคงตัวของสารที่ดีภายหลังการทดสอบในสภาวะเร่งจึงมีความเป็นไปได้ในการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษาสารเคลือบเป็นระยะเวลา 6 เดือน สารเคลือบทั้ง 3 ตัว มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH และค่าความหนืด แต่ไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่เคลือบและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบุคลากรโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน และขอขอบคุณสำนักงานสนับสนุนการวิจัย สกว. ที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2550. การปลูกข้าวโพด: เอกสารวิชาการ เล่มที่ 4. 191 หน้า.
- กองควบคุมยา. 2547. แนวทางการทดสอบความคงสภาพของยา และผลิตภัณฑ์. กองควบคุมยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- ภาณี ทองพำนัก วุฒิชัย ทองดอนแอ ประภาส ประเสริฐสูงเนิน กนิษฐา สังคะหะ และภาณี มั่นอัน. 2540. การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืช และการใช้ประโยชน์. รายงานผลการวิจัยประจำปี ทุนอุดหนุนวิจัยปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ถมยา ทองเหลือง; สุปรานี งามประสิทธิ์; สุรพล เข้าห้อง; อารงศิลป์ โพธิ์สูง; แสงแข นาวานิช. 2546. ผลของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่มีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพฝักสด. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุวารี ก่อเกษตรวิศว์ ผดุงขวัญ จิตโรภาส และบุญมี ศิริ. 2550. ผลของสารเคลือบที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษ. วิทยาศาสตร์เกษตร 37:173-176.
- อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548. สารเคลือบ: เอกสารคำสอนระดับปริญญาตรี กระบวนวิชาสารช่วยสำหรับรูปแบบยาเตรียมของแข็ง. สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อรุณศรี ปรีเปรม. 2540. พอลิเมอร์ทางเภสัชกรรม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Almeida, C de., C.D.R. Rocha and L.F. Razera. 2005. Polymer coating, germination and vigor of broccoli seeds. Available: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Accessed Dec.15, 2005.
- Bruggink, G.T. 2005. Flower seed priming, pregermination, pelleting and coating. P. 249-262. In: M.B. McDonald and F.Y. Kwong (eds). Flower Seed Biology and Technology. CABI Publishing. USA.
- Chang, R.K. and A.J. Shukla. Polymethacrylates. P. 401-406. 2000. In: A. H.Kibbe (ed). Handbook of Pharmaceutical Excipients 3rd Edition. The pharmaceutical Press. London.
- Copeland, O.L. and B.M. Miller. 1995. Principles of Seed Science and Technology. 3rd Edition. Chapman & Hall, NY.
- Harwood, R.J. and J.L. Johnson. 1994. Hydroxypropyl methylcellulose. P. 229-232. In: A. Wade. and P.J., Weller (eds). Handbook of Pharmaceutical Excipients 2nd Edition. The pharmaceutical Press. London.
- ISTA.2004. International Rules for Seed Testing 2004. Seed Science and Technology. Volum 29, Supplement. Zurich, Switzerland.