

การเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ Seed Coating for Anti-Counterfeiting Seeds

พจนา สีขาว¹
Potjana Sikhao¹

คำนำ

เมล็ดพันธุ์พืชเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญยิ่งด้านการผลิตทางการเกษตรเพราะเมล็ดพันธุ์ คือ จุดเริ่มต้นของการผลิต หากเกษตรกรได้เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ โดยเริ่มตั้งแต่อัตราความงอกได้มาตรฐาน มีสิ่งเจือปนหรือพันธุ์ปลอมปนเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังรวมถึงกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานด้วย ก็จะทำให้เกษตรกรมีโอกาสประสบความสำเร็จในการผลิตสูง ซึ่งภาวะการตลาดเมล็ดพันธุ์ในช่วงที่ผ่านมา พบว่าส่วนงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาสายพันธุ์ต่างๆ ให้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และเมล็ดพันธุ์ก็มีคุณภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบันตลาดเมล็ดพันธุ์มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง แต่ขณะเดียวกันก็มีการแสวงหาผลประโยชน์จากการค้าเมล็ดพันธุ์โดยไม่คำนึงถึงคุณธรรม จรรยาบรรณ และจริยธรรม เช่น การจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ การทำเมล็ดพันธุ์ปลอมหรือลอกเลียนแบบ (Guan *et al.*, 2013a) โดยการทำเลียนแบบและบรรจุภัณฑ์ปลอม จากนั้นขนส่งอย่างผิดกฎหมายแล้วขายในราคาถูกให้หมดในเวลาอันรวดเร็ว (World Bank, 2014) ตลอดจนการขโมยเมล็ดพันธุ์ตามแปลงผลิตของบริษัทอื่นๆ รวมทั้งการขโมยสายพันธุ์พ่อแม่อีกด้วย (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2554)

การปลอมหรือลอกเลียนแบบเมล็ดพันธุ์ให้เหมือนกับเมล็ดพันธุ์ทั่วไปที่มีคุณภาพสูงจะส่งผลเสียต่อผลผลิตและคุณภาพในการผลิตทางการเกษตรเป็นอย่างมาก (Gao and Zhou, 2005) ขณะเดียวกันได้มีการพยายามที่จะสร้างเทคโนโลยีป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากเมล็ดพันธุ์ปลอม เช่น การทำเลียนแบบที่มีความจำเพาะเจาะจง การทำบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะ แต่ส่วนใหญ่แล้วเทคโนโลยีป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มีจุดมุ่งหมายเพียงแค่บรรจุภัณฑ์มากกว่าตัวเมล็ดพันธุ์เอง ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำปลอมหรือลอกเลียนแบบได้ง่ายและไม่สามารถป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Guan *et al.*, 2011 อ้างถึงใน Wang, 2009; Cai, 2009) ปัจจุบันจึงมีการระบุเครื่องหมายลงบนเมล็ดพันธุ์โดยตรงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงด้วยวิธีการต่างๆ หลายวิธี เช่น การแช่เมล็ดในสารละลาย safranin T ซึ่งสารละลายนี้จะซึมเข้าไปในเมล็ดและกลายเป็นเครื่องหมาย (marker) ในตัวของเมล็ดพันธุ์ (Guan *et al.*, 2011) การใช้ rhodamine B ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสงร่วมกับการใช้ผงแม่เหล็กมาประยุกต์ในการสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์โดยการพอก (Guan *et al.*, 2013a) การแช่เมล็ดในสารละลายสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสง แล้วพอกเมล็ดให้ขึ้นรูปด้วย bentonite (Guan *et al.*, 2013b) อย่างไรก็ตามวิธีการต่างๆ ดังกล่าวยังมีความยุ่งยาก ยิ่งไปกว่านั้นยังต้องใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนในการตรวจสอบ

ดังนั้นในธุรกิจเมล็ดพันธุ์จึงต้องหาวิธีการเพื่อทำเครื่องหมายบนเมล็ดพันธุ์ที่สะดวก มีประสิทธิภาพ และง่ายในการตรวจสอบ เทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีลักษณะดังกล่าว และเป็นวิทยาการใหม่ทางด้านเมล็ดพันธุ์ที่ได้พัฒนาเทคนิคการเคลือบมาจากอุตสาหกรรมการเคลือบยา เป็นการใช้พอลิเมอร์ที่มีความเหนียวแล้วผสมสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ สี และสารเติมแต่ง มาเคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์อย่างบางเบา ยึดติดแน่นกับผิวเมล็ดไม่เกิดการหลุดร่วงและสลาย (Taylor and Harman, 1990) สร้างเอกลักษณ์ระบุเครื่องหมายบนเมล็ดพันธุ์โดยใช้สารเติมแต่งที่มีลักษณะหรือคุณสมบัติเฉพาะ เช่น สารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสง ผงแม่เหล็ก หรือ ดีเอ็นเอ มาผสมกับพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติในการเคลือบ เป็นสูตรสารเคลือบที่ใช้เป็นเครื่องหมายเฉพาะที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ใน

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การพิสูจน์ทราบและแสดงความเป็นเจ้าของ เพื่อป้องกันหลีกเลี่ยงการปลอมแปลงและการขโมยสายพันธุ์เมื่อเป็นเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนสร้างองค์ความรู้และสร้างเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์และเกษตรกรจะได้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่อไป

1. การเคลือบเมล็ดพันธุ์

1.1 ความหมายและวัตถุประสงค์ของการเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเคลือบเมล็ดพันธุ์หมายถึง การสะสมของสารในลักษณะบางเบาและมีความหนาอย่างสม่ำเสมอจนเป็นเยื่อบางเกาะติดแน่น ไม่หลุดร่วงคลุมรอบเมล็ดพันธุ์โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเมล็ด (ภาณี และคณะ, 2540) ซึ่งมีการพัฒนาเครื่องมือและขั้นตอนมาจากอุตสาหกรรมเคลือบยาโดยใช้โพลีเมอร์ที่มีความเหนียวและมีส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ (McDonald and Kwong, 2005) ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงการปฏิบัติต่อเมล็ดที่ใช้กันมากในธุรกิจเมล็ดพันธุ์ โดยสารที่เคลือบเมล็ดจะต้องไม่ทำให้เมล็ดมีรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไป และมักจะใช้ร่วมกับสารป้องกันโรคและแมลง ธาตุอาหารพืช และสารประกอบอื่นๆ ที่มีผลโดยตรงต่อเมล็ดพันธุ์ (Copeland and McDonald, 1995) นอกจากนี้ยังมีการใช้ร่วมกับฮอร์โมนพืชอีกด้วย (Greipsson, 2001) ซึ่งการจะเลือกใช้ร่วมกับสารชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเคลือบ

โดยทั่วไปการเคลือบเมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยการเพิ่มฮอร์โมนหรือธาตุอาหารเพื่อการมองเห็นง่ายเมื่ออยู่ในแปลงปลูกโดยการเคลือบด้วยสีที่มีลักษณะเด่นชัด เคลือบเพื่อใช้การสารเคมีในปริมาณที่น้อยลงไม่หลุดร่วงในระหว่างปลูก เพื่อลดการฟุ้งกระจายของสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ลดขั้นตอนในการเตรียมเมล็ดพันธุ์โดยการคลุกสารก่อนปลูก ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยการเคลือบด้วยฮอร์โมนพืชบางชนิดที่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้

วัตถุประสงค์ประการสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้จำแนกแหล่งที่มา ชนิด พันธุ์พืช หรือระบุความเป็นเจ้าของ โดยทั่วไปการสร้างเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ทำได้โดยการเคลือบสี (Welbaum, 1997) หรือสารเรืองแสงชนิดต่างๆ บนผิวของเมล็ดพันธุ์ ดังตัวอย่างงานทดลองของ Sikhao *et al.* (2014b) ที่ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์แดงด้วย riboflavin ซึ่งเป็นสารที่พบได้ในธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสง

1.2 องค์ประกอบของสารเคลือบ

สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยพอลิเมอร์ที่ควรเป็นสารชีวภาพหรือสารเคมีที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุด สารที่ใช้ในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมในสูตรของสารเคลือบ สารที่ไม่มีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ด ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด นอกจากนี้อาจเพิ่มสารป้องกันโรคและแมลงเพื่อควบคุมการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Figure1) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเคลือบ ซึ่งสารเคลือบจะถูกสร้างหรือพัฒนาขึ้นตามความต้องการและวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ โดยทั่วไปแล้วสารเคลือบเมล็ดพันธุ์มีองค์ประกอบดังนี้

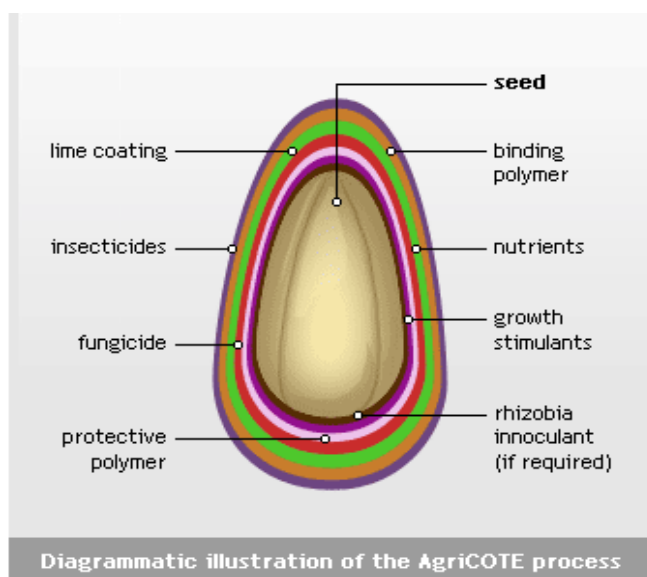


Figure1 Diagrammatic illustration of the AgriCOTE coating process (Advance Seed 2011)

1) สารออกฤทธิ์ (active ingredient) สารออกฤทธิ์ที่เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเคลือบ ซึ่งสารออกฤทธิ์ที่นิยมใช้ ได้แก่ สารป้องกันกำจัดเชื้อรา สารป้องกันกำจัดแมลง ธาตุอาหาร ฮอริโมน และสารเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งมักใช้ร่วมกับพอลิเมอร์ที่มีลักษณะเหนียวเพื่อใช้เป็นสารยึดเกาะให้สารออกฤทธิ์ติดกับเมล็ดพันธุ์ได้เป็นอย่างดี จากการทดลองของภาณี และคณะ (2540) พบว่าเมล็ดฟักทองที่เคลือบด้วย Captan ไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อรา และมีความงอกสูงกว่าเมล็ดปกติ และ Ester *et al.* (2003) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีขาวและกะหล่ำดอกด้วยสารป้องกันแมลง Imidacloprid ในอัตรา 24-48 g a.i. ต่อ 100,000 เมล็ด ช่วยป้องกันการทำลายของด้วงเต่าและเพลี้ยกะหล่ำ และการใช้ Spinosad อัตรา 70 g a.i. ต่อ 100,000 เมล็ด ช่วยป้องกันการทำลายของหนอนแมลงเจาะรากกะหล่ำและหนอนผีเสื้อได้ Qiu *et al.* (2005) เคลือบเมล็ด rape ด้วยสาร Uniconazole ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth retardant) พบว่าช่วยให้รากมีความแข็งแรง มีการตั้งตัวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีขึ้น นอกจากนี้การเคลือบเมล็ดด้วยฮอริโมนสามารถช่วยลดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา ช่วยการกระตุ้นการงอกและความสม่ำเสมอในการงอกของเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้นได้ ดังตัวอย่างงานทดลองของสายสุดา (2557) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับ IBA แล้วตรวจสอบคุณภาพและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบและติดตามคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจากการเคลือบ แต่พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบด้วย IBA มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสารหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 เดือน

2) สารยึดเกาะ (binder) เป็นสารที่เติมลงไปในการเคลือบเพื่อให้สารออกฤทธิ์ต่างๆ ยึดเกาะติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ดีขึ้นเพราะถ้าหากสารออกฤทธิ์ต่างๆ หลุดร่วง ก็จะทำให้การออกฤทธิ์ลดลง และสารยึดเกาะยังสามารถใช้ในการปรับการผ่านเข้าออกของน้ำได้ เพราะหากมีเฉพาะพอลิเมอร์อาจทำให้น้ำผ่านเข้าสู่เมล็ดไม่ได้ การงอกจะไม่เกิดขึ้น (Pamuk, 2004) ซึ่งการเลือกใช้สารยึดเกาะนั้นควรคำนึงถึงการเข้ากันได้ระหว่างสารยึดเกาะที่ใช้กับองค์ประกอบอื่นของสารเคลือบ ซึ่งต้องให้แรงยึดเกาะที่เพียงพอ สำหรับสารที่ไม่มีคุณสมบัติยึดเหนี่ยวกันเลยนั้น ถ้านำมาทำสารเคลือบ ควรเลือกใช้สารยึดเกาะที่มีแรงยึดเกาะสูง ชนิดของสารยึดเกาะ ได้แก่ starch, pregelatinized starch,

gelatin, sugar, acacia, tragacanth, polyvinylpyrrolidone (PVP หรือ Kollidon), methylcellulose (MC), sodium carboxymethylcellulose, ethylcellulose, hydroxypopolymethyl cellulose (HPMC), polyacrylamides, polyvinylloxazolidones, polyethylene glycol, precirrol (เพียริก, 2530)

3) ตัวทำละลาย (solvent) คือ ของเหลวที่ระเหยได้ซึ่งใช้ในสารเคลือบ เพื่อละลายสารยึดที่เป็นของแข็งหรือที่มีความหนืดสูงให้ได้เป็นเนื้อเดียวกัน นอกจากนี้หน้าที่ของตัวทำละลาย คือ ไปละลายหรือทำให้เกิดการกระจายตัวของพอลิเมอร์และสารเติมต่างๆ แล้วพาสารเหล่านี้ไปยังผิวของเมล็ดพันธุ์ที่จะเคลือบ (ปราโมทย์, 2534) ตัวทำละลายที่ดีควรจะสามารถละลายหรือทำให้เกิดการกระจายตัวของพอลิเมอร์และส่วนประกอบอื่นๆ ในสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้จะต้องไม่มีความหนืดมากเกินไป เพราะจะก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต ควรเป็นสารที่มีอัตราการแห้งเร็วและไม่เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ น้ำ, ethanol, methanol, isopropanol, chloroform, acetone, methyl ethyl ketone และ methyl chloride (ปราโมทย์, 2534; อรอนงค์, 2548)

4) พลาสติไซเซอร์ (plasticizer) เป็นสารที่เติมลงไปในการรับของสารเคลือบเพื่อให้ได้ลักษณะของฟิล์มที่ต้องการ ทำให้ฟิล์มที่ได้มีความอ่อนตัวและยืดหยุ่นดี มีความทนทานสูงและมีการยึดเกาะกับสารอื่นได้ดี (ปราโมทย์, 2534; อรอนงค์, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับ พิสิทธิ์ และ ภาณุณี (2535) ที่ได้อธิบายว่าพลาสติไซเซอร์เป็นสารที่ใส่ลงไปเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพในด้านความยืดหยุ่น (flexibility) ของฟิล์ม พลาสติไซเซอร์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมักจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่มีการปรับสภาพ ดังนั้นสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุล เช่น polyols (glycerol, propylene glycol และ polyethylene glycols) จะเป็นพลาสติไซเซอร์ที่ดีที่สุดให้กับพอลิเมอร์ในกลุ่ม water-soluble cellulose ethers ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในสัดส่วนที่มาก ในทางตรงกันข้ามสารกลุ่ม organic esters (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง citric acid และ phthalic acids) จะเป็นพลาสติไซเซอร์ที่แย่ที่สุดให้กับพอลิเมอร์กลุ่ม cellulose ethers ที่มีขั้วน้อยกว่า ซึ่ง ได้แก่ cellulose acetate phthalate และ hydroxypropylmethylcellulose phthalate (อรอนงค์, 2548)

5) สีย้อม (colorants) ใช้เพื่อช่วยให้เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบมีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ง่ายต่อการจดจำของเกษตรกรผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ และบ่งบอกว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปใช้เพาะปลูกไม่ควรนำไปบริโภคหรือเลี้ยงสัตว์ สีย้อมที่ใช้ควรเป็น pigments หรือ insoluble dyes ที่ไม่ละลายในตัวทำละลายที่ใช้ เพราะตัวทำละลายที่ใช้จะระเหยได้เร็ว ถ้าใช้สีย้อมที่ละลายในตัวทำละลายได้ก็จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการย้ายที่ของสี ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีสีไม่สม่ำเสมอ (พิสิทธิ์ และ ภาณุณี, 2535)

6) สารเติมแต่ง (additives) เป็นสารที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากที่กล่าวข้างต้น เช่น สารทอหุ้มและเพิ่มความเนียน (opaquant extenders) ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่มีผลละเอียดมาก ใช้เพื่อช่วยลดปริมาณของสี เพราะสีมีราคาแพง แต่จะใช้เฉพาะเมื่อไม่ต้องการให้ฟิล์มโปร่งแสงเท่านั้นและยังช่วยให้ได้สีที่มีความเข้มต่างๆ สารทอหุ้มและเพิ่มความเนียนที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ titanium dioxide เพราะทำให้ขาวและสะท้อนเป็นเงาสวย นอกนั้นก็ยังมี silicate (talcum, aluminum silicate), carbonate (magnesium carbonate), sulfate (calcium sulfate), oxides (magnesium oxide) และ hydroxide (aluminium hydroxide) (พิสิทธิ์ และ ภาณุณี, 2535; ปราโมทย์, 2534; อรอนงค์, 2548)

นอกจากนี้จุดมุ่งหมายของการใช้สารเติมแต่ง คือ เพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ เช่น การใช้ดีเอ็นเอเป็นสารเติมแต่งเพิ่มเข้าไปในสารเคลือบ (ปิยะศักดิ์, 2552; พจนา และคณะ, 2553; Sikhao *et al.*, 2014a) การใช้ rhodamine-B ผสมกับสารเคลือบเพื่อสร้างเอกลักษณ์เฉพาะให้กับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ (ชนกนตร และ บุญมี, 2557) การเติม riboflavin ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสงในสูตรสารเคลือบ (พจนา และคณะ, 2555) เป็นต้น ดังนั้นการใช้สารเติมแต่งที่มีความจำเพาะเจาะจงดังกล่าวเข้าไปในสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการสร้างเอกลักษณ์เพื่อป้องกันการปลอมแปลงให้กับเมล็ดพันธุ์ได้ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีลักษณะที่จำเพาะ

เจาะจง และมีความจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบัน

2. การป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์โดยการเคลือบ

การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์โดยการระบุเครื่องหมายลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์อื่นจะเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์แบบย้อนกลับถึงแหล่งผลิต ชนิดพืช ชนิดพันธุ์ ป้องกันการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ และระบุความเป็นเจ้าของเมล็ดพันธุ์ของแต่ละบริษัท ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับธุรกิจเมล็ดพันธุ์อย่างหนึ่ง ได้แก่ การใช้ Audio MarQ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความเป็นเจ้าของเมล็ดด้วยเสียง โดยเมล็ดพันธุ์ต้องผ่านการเคลือบด้วยสารที่เป็นเครื่องหมาย (marker) ของบริษัทนั้น ๆ วิธีการนี้สามารถตรวจสอบผ่านพลาสติก กระดาษ กระจก และยังสามารถตรวจสอบเมล็ดเดี่ยวๆ หลังจากปลูกในแปลงได้นานถึง 8 สัปดาห์ (ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551) เพื่อการตรวจสอบเอกลักษณ์และรับรองความแท้ของพันธุ์และเมล็ดพันธุ์พืชปิยะศักดิ์ (2552) จึงได้พัฒนาโมเลกุลดีเอ็นเอที่บอกเอกลักษณ์บนพื้นฐานของการดัดแปลงชิ้นส่วนดีเอ็นเอเป้าหมายบนหน่วยดีเอ็นเอที่สามารถเพิ่มปริมาณได้และใช้ทดสอบการเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์สีดาทิพย์ 1 ด้วยวัสดุเคลือบที่สลายตัวได้ในธรรมชาติ พบว่าความเข้มข้นของโมเลกุลดีเอ็นเอบอกเอกลักษณ์ที่เหมาะสมมากกว่า $1 \mu\text{g/L}$ ของปริมาตรวัสดุเคลือบ และเมื่อเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์แล้วสามารถต้านทานการสลายตัวในสภาวะการเก็บที่ควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในสภาวะปิดผนึกอย่างน้อย 6 เดือน สำหรับการตรวจสอบเอกลักษณ์และรับรองความเป็นพันธุ์แท้ นั้น ดำเนินการบนพื้นฐานของหลักการทางยีนเซ็นเซอร์ (gene sensor) ร่วมกับการเรืองแสงของดีเอ็นเอ พบว่าเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยดีเอ็นเอเท่านั้นที่พบโมเลกุลของดีเอ็นเอบอกเอกลักษณ์และสามารถตรวจสอบการเรืองแสงได้ ต่อมาพจนา และคณะ (2553) ได้ใช้หลักการเดียวกันในการสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาเพื่อป้องกันการปลอมหรือลอกเลียนแบบของเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์พ่อแม่ หลังจากนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยโมเลกุลดีเอ็นเอไปตรวจสอบแล้ว พบว่าเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยโมเลกุลดีเอ็นเอเท่านั้นที่มีแถบดีเอ็นเอปรากฏเช่นเดียวกับแถบของดีเอ็นเอที่ใช้เคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้สามารถบ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ได้ ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยดีเอ็นเอนั้นไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เช่นเดียวกันกับงานทดลองของ Sikhao *et al.* (2014a) ที่ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยดีเอ็นเอจากเชื้อไวรัสของกุ้งเพื่อบอกเอกลักษณ์ วิธีการเหล่านี้ถึงแม้จะสามารถทำได้ง่ายและสามารถบ่งบอกเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ได้ แต่มีข้อจำกัดคือดีเอ็นเอมีการสลายตัวหลังจากการเคลือบไปแล้วระยะหนึ่งจึงระบุความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์เพียงแค่ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น

ชนกเนตร และบุญมี (2557) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย rhodamine-B เพื่อระบุเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พบว่าวิธีการนี้สามารถสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และมีเสถียรภาพหลังจากเก็บรักษา ต่อมาชนกเนตร และ บุญมี (2559) พบว่าเมล็ดพันธุ์ยังคงมีการเรืองแสงถึงแม้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไปแล้วถึง 6 เดือน นอกจากนี้ Tian *et al.* (2013) ยังพบว่าการเคลือบเมล็ดถั่วลิสงดำร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine-B และ safranin T เป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือในการป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ได้ ซึ่งไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ด ต่อมา Tian *et al.* (2014) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วปากอ้าร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine-B โดยตรวจสอบการเรืองแสงในต้นกล้า พบว่า สามารถตรวจสอบการเรืองแสงได้จนถึงระยะกล้า แต่การใช้สารดังที่กล่าวมาข้างต้น เป็นสารอนินทรีย์ อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเกษตรกรนำเมล็ดไปใช้ปลูก

พจนา และคณะ (2558) ได้พัฒนาสารเคลือบเพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ โดยการเคลือบด้วย riboflavin ซึ่งเป็นสารที่พบในธรรมชาติ แล้วศึกษาเสถียรภาพของการเรืองแสงระหว่างการเก็บรักษาในห้องที่ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่าสามารถใช้ riboflavin เพื่อบ่งบอกเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ได้ โดยสารนี้ไม่มีผล

ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และยังคงมีการเรืองแสงถึงแม้ว่าเก็บรักษาไปแล้วถึง 10 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดมีเสถียรภาพเช่นกันแม้ว่าเก็บรักษาไว้ในห้องที่ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม (Sikhao *et al.*, 2014b)

สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับการใช้สารเติมแต่งที่มีความจำเพาะเจาะจงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและสามารถตรวจสอบได้ง่ายในการสร้างเอกลักษณ์หรือเครื่องหมายบนผิวของเมล็ดพันธุ์เพื่อป้องกันการปลอมแปลง ทั้งนี้สารเติมแต่งที่ใช้ควรเป็นสารที่มีเสถียรภาพ ไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว การเคลือบเมล็ดพันธุ์ในเชิงพาณิชย์สามารถดำเนินการได้โดยอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อเกษตรกรผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ใช่พันธุ์ปลอมที่อยู่ในตลาดเมล็ดพันธุ์จะมีคุณภาพดีและผ่านการรับรองการปลอมแปลง ดังนั้นจึงเป็นโอกาสดีที่เกษตรกรจะได้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่คุณภาพดีสำหรับเพาะปลูก

เอกสารอ้างอิง

- ชนกเนตร ชัยวิชา และ บุญมี ศิริ. 2557. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับ Rhodamine-B ต่อการเรืองแสงและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. *แก่นเกษตร*. 42 (1) (พิเศษ): 124-129.
- ชนกเนตร ชัยวิชา และ บุญมี ศิริ. 2559. ผลของการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง Rhodamin B ต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ. *แก่นเกษตร*. 44(1) (พิเศษ): 334-338.
- ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534. ยาเม็ดเคลือบฟิล์ม. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ. 2552. ดีเอ็นเอบอกเอกลักษณ์สำหรับการเคลือบเมล็ดและการตรวจวัดด้วยยีนเซ็นเซอร์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8. 6-9 พฤษภาคม 2552 ณ โรงแรม ดิ เอ็มเพลส อ.เมือง จ.เชียงใหม่.
- พจนาน สีขาว, ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ และ บุญมี ศิริ. 2553. เอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์แตกต่างจากการเคลือบด้วยดีเอ็นเอ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 41(2) (พิเศษ): 485-488.
- พจนาน สีขาว, พัฒนา อีพรชัยสิทธิ์, ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ และบุญมี ศิริ. 2555. ศึกษาการสร้างเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์แตกต่างลูกผสมโดยใช้สารพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสง. *แก่นเกษตร*. 40(พิเศษ): 163-170.
- พจนาน สีขาว พัฒนา อีพรชัยสิทธิ์ และ บุญมี ศิริ. 2558. เสถียรภาพของการเรืองแสงหลังการเคลือบและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์แตกต่าง. *แก่นเกษตร*. 43(1) (พิเศษ): 89-95.
- พิสิทธ์ สุทธิอารมณ์ และ ภารุณี ถนอมเกียรติ. 2535. Tablet Coating. แผนกวิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- เพียรกิจ แดงประเสริฐ. 2530. ยาเม็ด. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภาณี ทองพำนัก วุฒิชัย ทองดอนเอ ประภาส ประเสริฐสูงเนิน กนิษฐา สังคະหะ และญาณิ มั่นอัน. 2540. การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืชและการใช้ประโยชน์. รายงานผลการวิจัยประจำปี ทนอดหนุนวิจัยปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551. ก้าวล้ำกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch52/04-plant/plant-ku/plant_00.html. สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2552.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2554. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thasta.com> สืบค้นเมื่อ : 15 สิงหาคม 2557
- สายสุดา ไยวราช. 2557. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 52 หน้า.
- อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548. สารเคลือบ: เอกสารคำสอน ระดับปริญญาตรี กระบวนวิชา สารช่วยสำหรับรูปแบบยาเตรียมของแข็ง. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 50 หน้า.

- CLIENTS/AdvanceSeed/seed_coating.php. Cited on 18 October 2011.
- Cai, Y. 2009. Several new anti-counterfeiting technologies for packaging. Shanghai Packaging 2:40-41.
- Copeland, L.E. and McDonald, M.B. 1995. Seed Science and Technology. Champ & Hall: New York.
- Ester, A., Putter, H. and Bilsen, J.G.P.M. (2003). Film coating the seed of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. *Capitata* L.) and cauliflower (*Brassica oleracea* var.IL.) with imidacloprid and spinosad to control insect pest. Crop Protection, 22(5), 761-768.
- Francis P.S., Adcock, J.L., Costin, J.W., Purcell, S.D., Pfeffer, F.M. and Barnett, N.W. (2008). Chemiluminescence detection of opium poppy (*Papaver somniferum*) alkaloids. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 48, 508-518.
- Gao, H. and Zhou, R. 2005. The development trend of seed anti-counterfeiting packaging. Seed World, 9, 6-7.
- Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass leymus arenarius used in reclamation. Seed Science and Technology, 29, 1-10.
- Guan, Y., Hu, J., Li, Y. and Zheng, Y. 2011. A new anti-counterfeiting method: Fluorescent labeling by safranin T in tobacco seed. Acta Physiologiae Plantarum, 33, 1271-1276.
- Guan, Y., Li, Y., Hu, J., Ma, W., Zheng, Y. and Zhu, S. 2013a. A new effective fluorescent labeling method for anti-counterfeiting of tobacco seed using Rhodamine B. Australian Journal of Crop Science, 7, 234-240.
- Guan, Y., Wang, J., Hu, J., Li, Y., Ma, W., Hu, W. and Zhu, S. 2013b. Pathway to keep seed security: The application of fluorescein to identify true and fake pelleted seed in tobacco. Industrial Crops and Products, 45, 367-372.
- McDonald, M.B. and Kwong, F.Y. 2005. Flower Seed Biology and Technology. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Pamuk, S.G. 2004. Controlling water dynamic in Scots pine (*Pinus sylvertris* L.) seed before and during seedling emergence. Doctoral Thesis. Department of Silviculture, Swedish University of Agriculture Sciences, Uppsala, SWEDEN.
- Qiu, J., Renmin, W., Jizhi, Y. and Jin, H. 2005. Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under water logging stress. Plant Growth Regulation, 47, 75-81.
- Sikhao, P., Chaumpluk, P. and Siri, B. 2014a. Seed coating with DNA for anti-counterfeiting of cucumber seeds. Khon Kaen Agriculture Journal, 42(1), 473-477.
- Sikhao, P., Teerapornchaisit, P., Taylor, A.G and Siri, B. 2014b. Seed coating with riboflavin, a natural fluorescent compound, for authentication of cucumber seeds. Seed Science and Technology, 42, 171-179.
- Taylor, A.G. and Harman, G.E. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. Annual Review of Phytopathology, 28, 321-339.
- Tian, Y., Wang, Q., Hu, J., Wang, J. and Guan, Y. 2013. Application of fluorescent dyes for falsification-preventing of pea seeds (*Pisum sativum* L.). Australian Journal of Crop Science, 7, 147-151.
- Tian, Y., Li, Z., He, F., Guan, Y., Zhu, S. and Hu, J. 2014. A novel anti-counterfeiting method: Application and decomposition of RB for broad bean seeds (*Vicia faba* L.). Industrial Crops and Products, 61, 278-283.
- Wang, ZH. 2009. Anti-counterfeiting technologies grow by leaps and bounds in the market. Print Today, 2, 76-79.
- Welbaum, G. 1997. Seed development and germination. Field Crops Research, 54(1), 85.
- World Bank 2014. Overview of the seeds sector. cited on 29 July 2014. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17604/839040NWP0Afri0no30382116B00PUBLIC0.pdf?sequence=1>.