บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* var. *saccharata*) เป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจที่มีความต้องการทั้งในรูปแบบของการบริโภคสดและเข้าสู่โรงงานแปรรูปเพิ่มขึ้นทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศในแถบมหาสมุทรแปซิฟิกและยุโรปตะวันตก ความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้นนี้จึงส่งผลให้ความต้องการเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมักจะมีปัญหาเรื่องความงอกและความแข็งแรงต่ำ ดังนั้น การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานให้มีคุณภาพสูงจึงทำได้ยากกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชนิดอื่นๆ

โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมักจะมีลักษณะเหี่ยวย่น ลีบบาง และน้ำหนักเบา ซึ่งเกิดจากการกลายพันธุ์ของเอนโดสเปิร์ม ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีการสะสมอาหารอยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครสมากกว่าแป้ง เมื่อระดับของแป้งในเอนโดสเปิร์มลดลงจึงส่งผลให้เมล็ดเป็นเหลี่ยมมุมจำนวนมากและเปราะบางกว่าข้าวโพดชนิดอื่น รวมทั้งเมล็ดพันธุ์มีเพอริคาร์บที่บางจึงมักจะแตกหรือพองออกเมื่อเมล็ดเหี่ยวลง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องปกติที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานจะมีความงอก การโผล่พ้นดินในแปลงและความแข็งแรงของต้นกล้าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ลดลงไม่ได้เป็นผลโดยตรงมาจากระดับน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น แต่เป็นผลมาจากการที่ระดับน้ำตาลสูงทำให้การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดขึ้นในอัตราที่ช้ากว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ จึงทำให้เชื้อสาเหตุโรคเมล็ดพันธุ์ชนิดต่างๆ มีโอกาสเข้าทำลายได้มากขึ้น ส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Willium, 2001) การที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน มีปริมาณของแป้งต่ำทำให้เกิดการเหี่ยวย่นของเมล็ด พันธุ์อย่างรุนแรงภายหลังการลดความชื้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางด้านโครงสร้างของเมล็ดพันธุ์ กล่าวคือ การหดตัวจะดึงเอนโดสเปิร์มออกจากเพอริคาร์บจึงทำให้เกิดช่องว่าง งระหว่างเอนโดสเปิร์มกับเพอริคาร์บ ซึ่งช่องว่างเหล่านี้ทำให้เมล็ด พันธุ์มีความอ่อนแอต่อความเสียหายทางกายภาพที่เกิดจากการใช้เครื่องมือต่างๆ กับเมล็ดพันธุ์และเป็นผลให้เกิดการแตกหักของเพอริคาร์บ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการดูดน้ำจึงเกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ อย่างรุนแรงและส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของคาร์โบไฮเดรต เช่น ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ซึ่งล้วนแต่เป็นแหล่งของพลังงานที่ใช้ในการงอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ของเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การรั่วไหลของคาร์โบไฮเดรตในปริมาณมากอาจช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์อีกด้วย ซึ่งทำให้เมล็ดพันธุ์เน่าในเวลาต่อมา ความเสียหายของเพอริคาร์บจึงเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลดลง (Willium, 2001) ปัญหาดังกล่าวคือสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความงอกและความแข็งแรงต่ำ และมีการเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชนิดอื่นๆ รวมทั้งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้น้อยลงและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราในดินซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกข้าวโพดหวานเพราะทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่งอกและเน่าตาย หรือต้นอ่อนที่งอกมาแล้วมีอาการไหม้ รากเน่า ไม่สามารถเจริญเติบโตและตั้งตัวได้ ซึ่งเชื้อราเหล่านี้ได้แก่ *Pythium* spp., *Fusarium* spp. และ *Rhizoctonia solani* รวมทั้งเชื้อรา *Fusarium moniliforme* และ *Penicillium oxalicum* ซึ่งเป็นทั้งเชื้อราในดินและเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ ด้วยเหตุนี้ในการปรับปรุงคุ ณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงมักจะให้ความสำคัญกับการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราคับเมล็ดพันธุ์ด้วย

ในอดีตการป้องกันและกำจัดเชื้อราในดินมักใช้วิธีการใส่สารเคมีลงในดินโดยตรงหรือทำการคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีซึ่งวิธีการแรกจะสิ้นเปลืองสารเคมีมากกว่าและยังทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในสภาพแวดล้อมอีกด้วย ส่วนการคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีนั้นมักมีปัญหาจากการที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีลักษณะเหี่ยวย่น จึงทำให้การคลุกสารเคมีทำได้ไม่ทั่วถึง และอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดเชื้อราลดลงได้ ต่อมาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดเชื้อราเนื่องจากสารเคมีสามารถยึดเกาะอยู่กับผิวเมล็ดได้อย่างสม่ำเสมอมากขึ้น ไม่เกิดการหลุดร่วงของสารออกฤทธิ์และยัง ใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าการคลุกเมล็ดพันธุ์อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ (seed pelleting) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและช่วยปรับปรุงรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้นซึ่งเป็นประโยชน์ในการกำหนดความแม่นยำในการปลูกโดยใช้เครื่องปลูกอีกด้วย เนื่องจากรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ที่มีความสม่ำเสมอและเรียบเนียนจะสามารถเคลื่อนที่ภายในเครื่องปลูกได้ดีกว่าเมล็ด พันธุ์ ที่มีผิวขรุขระ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นก็ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ไม่กระเด็นเมื่อหยอดลงดิน นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการพอกเมล็ดร่วมกับการเติมสารออกฤทธิ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการงอกหรือการเจริญเติบโตของต้นอ่อนได้อักด้วย อาทิเช่น การเติมฮอร์โมนที่ช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ การเติมการเติม ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการตั้งตัวของต้นพืชในระยะแรก และการเติมสารที่มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยออกซิเจนเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพดินที่เปียกชื้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการพอกเมล็ดพันธุ์เป็นประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มคุณภาพและการสร้างมูลค่าให้กับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้กับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาข้อมูลพื้นฐานของเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์นี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

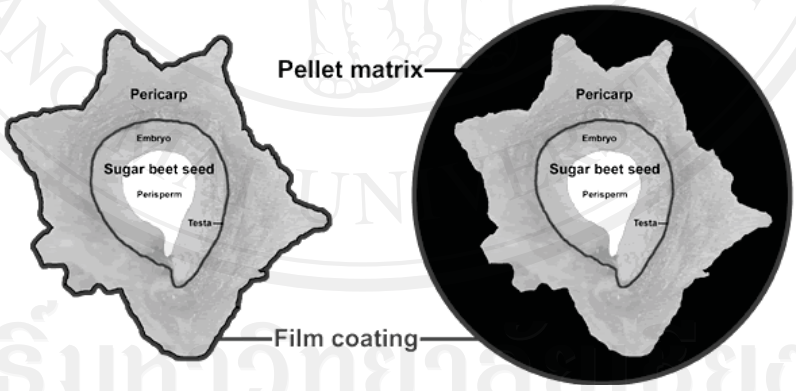
2.2 ความเป็นมาของเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์

ปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์จะมีการนำเทคโนโลยีทางเมล็ดพันธุ์มาใช้ในการเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และสร้างความแตกต่างทางการค้าเป็น อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยี การพอกเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นเทคนิคการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมนำมาใช้กับเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบัน โดยเมล็ดพันธุ์จะถูกพอกด้วยวัสดุต่างๆ ให้มีรูปร่างและขนาดที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะมองไม่เห็นลักษณะเดิมของเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่เทคโนโลยีการเคลือบ เมล็ดพันธุ์ (seed coating) จะทำการเคลือบเมล็ดด้วยสารต่างๆ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาด รูปร่าง หรือน้ำหนักอย่างชัดเจนจากลักษณะเมล็ดพันธุ์เดิม (ภาพที่ 2.1) เทคนิคการพอกเมล็ด พันธุ์นี้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถปลูกได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารออกฤทธิ์ต่างๆ ลงในวัสดุพอกได้อีกด้วย เพื่อเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หรือป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืช เทคนิคดังกล่าวจึงนับว่าเป็นการกำหนดเอกลักษณ์และเพิ่มมูลค่าของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้กันมากในบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบัน

เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1960 (Grellier *et al*., 1999) และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย วัตถุประสงค์ดั้งเดิมของการพอกเมล็ดพันธุ์ คือ เพื่อเพิ่มขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์หรือเปลี่ยนแปลงรูปทรงของเมล็ดพันธุ์ให้สะดวกต่อการเพาะปลูก เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์นิยมใช้กันมากในบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ผักและไม้ดอก รวมถึงเมล็ดพันธุ์หญ้าต่างๆ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เหล่านี้มักจะมีขนาดเล็กมาก มีน้ำหนักเบา บางชนิดมีรูปทรงไม่สม่ำเสมอ มีรูปร่างแบน ยาวรี หรือมีผิวขรุขระ ซึ่งลักษณะเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคในการเพาะปลูกโดยใช้เครื่องปลูก และการนำเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์มาใช้จะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ เนื่องจากการพอกเมล็ด พันธุ์ช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักของเมล็ด พันธุ์ รวมทั้งปรับเปลี่ยนรูปทรงของเมล็ดพันธุ์บางชนิดให้มีความกลมสม่ำเสมอมากขึ้น ทำให้มีความสะดวกและแม่นยำในการปลูกโดยใช้เครื่องปลูก หรือสามารถหยิบจับได้ง่ายในการปลูกโดยใช้มือหยอด และการพอกเมล็ดพันธุ์ยังช่วยให้เมล็ด พันธุ์ไม่ให้เกาะกันเป็นกลุ่มก้อน หรือในบางกรณีในเมล็ดพอกหนึ่งๆ อาจ จะประกอบด้วยเมล็ดพันธุ์พืชตั้งแต่สองเมล็ดขึ้นไป ซึ่งมักใช้กับเมล็ด พันธุ์พืชที่ต้องหยอดหลาย ๆ เมล็ดในหลุมเดียวกันซึ่งเรียกว่า multi-pellet ต่อมาได้มีการนำเอาเทคนิคการพอก เมล็ดพันธุ์มาใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์อย่างกว้างขวางมากขึ้น โดยมีการพัฒนารูปแบบในการพอกเมล็ด พันธุ์เพื่อวัตถุประสงค์ในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากการปรับปรุงรูปร่างเมล็ดพันธุ์ แล้ว การพอกเมล็ดพันธุ์ยังสามารถยกระดับหรือปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ได้ โดยการเติมสารบางอย่างลงไปใน วัสดุพอกเพื่อความเป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การเติมสารกระตุ้นการงอกเพื่อช่วยเพิ่มความงอกหรือแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ปุ๋ย หรือธาตุอาหารพืชเพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบของต้นกล้าในระยะแรก หรือการเติมสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อช่วยป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งความคาดหวังจากการพอกเมล็ด พันธุ์ดังกล่าว ข้างต้น ก็คือ เพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้เร็วขึ้น ต้นอ่อนที่งอกออกมาสามารถได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นทันทีและสามารถที่จะใช้ในการเจริญเติบโตในระยะแรกได้ รวมทั้งมีความแข็งแรงและทนทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชไร่ ได้มีการนำเอาเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์มาใช้เช่นกัน ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวผิวดำ (Xintian *et al.*, 1999; Kavitha, 2003) ข้าว (Ros *et al.*, 2000; ศศิธร และคณะ, 2549) ยาสูบ (Caruso *et al*., 2001) ทานตะวัน (Krishnasamy, 2004) งา (Bharathi *et al*., 2004; Dogan *et al*., 2005; Ryu *et al*., 2006) ข้าวฟ่าง (Geetha *et al*., 2007) และข้าวโพดหวาน (ศศิธร และคณะ, 2550) เป็นต้น



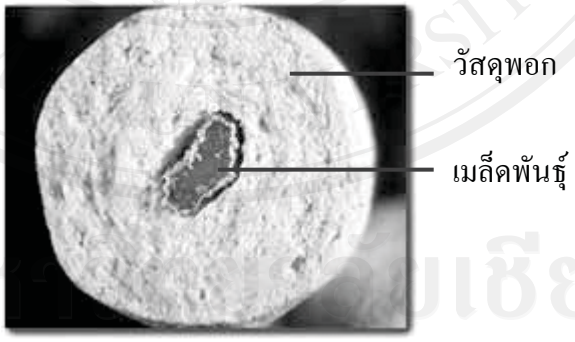
ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ชูการ์-บีทภายหลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (ซ้าย) และการพอกเมล็ดพันธุ์ (ขวา)
(ที่มา: http://www.seedbiology.de/seedtechnology.asp)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 กระบวนการพอกเมล็ดพันธุ์

2.3.1 องค์ประกอบของเมล็ดพอก

ในกระบวนการพอกเมล็ดจะประกอบด้วยวัสดุ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารตัวเติม (filler) หรือวัสดุพอก (pelleting material) และวัตถุประสาน (binder) หรือกาว (glue) สารตัวเติมที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ clay, calcium carbonate, limestone, gypsum, perlite, talc, diatomaceous earth, kaolin clay, bentonite, zeolite, vermiculite และ peat เป็นต้น (Taylor and Harman, 1990; Black *et al*., 2006) ส่วนวัตถุประสานที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ gum arabic, gelatin, starch, polyoxylethylene glycol-based waxes, polyvinyl alcohol, carboxymethyl cellulose และ methylcellulose เป็นต้น (Taylor and Harman, 1990; Vanangamudi *et al*., 2006) นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารออกฤทธิ์ (active ingredients) ชนิดต่างๆ เพิ่มเติมเข้าไปในส่วนประกอบของการพอกเมล็ดได้อีกด้วย เช่น สารบ่มเชื้อ (inoculants) ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง (macro-micro nutrients) สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (growth regulator) สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicides) และสารป้องกันกำจัดวัชพืช (herbicides) เป็นต้น (Taylor and Harman, 1990) สำหรับลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพอกนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เมล็ดพันธุ์และวัสดุพอก (ภาพที่ 2.2) และในบางกรณีอาจมีการเคลือบเมล็ดพอกอีกชั้นด้วยโพลิเมอร์ซึ่งมีการเติมสีลงไปด้วยเพื่อให้มีลักษณะที่สวยงามหรือช่วยให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเมื่อนำไปปลูก



ภาพที่ 2.2 ภาพตัดขวางของเมล็ดพอกแสดงให้เห็นส่วนประกอบของเมล็ดพันธุ์และวัสดุพอก
(ที่มา: http://www.seeddynamics.com/technology/ourscience/seedpelleting.htm)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์

โดยทั่วไปเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย 2 ระบบหลักๆ คือ ระบบฉีดพ่น (coating pan equipment) (ภาพที่ 2.3 ก) และระบบหยดสารลงบนจานหมุน (spinning disc equipment) (ภาพที่ 2.3 ข) (Stendahl, 2005) โดยเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์ชนิดแรกจะมีลักษณะคล้ายกับถังผสมปูนซีเมนต์ ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และส่วนที่สัมผัสกับเมล็ดเป็นโลหะไร้สนิม มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก อาศัยหลักการทำงานของการระบบการฉีดของเหลวเป็นละออง (mist-o-matic) ซึ่งสามารถกำหนดระยะเวลาในการฉีดพ่น เวลาพัก และจำนวนรอบในการหมุนของถังพอกได้โดยอัตโนมัติ ในขั้นตอนของการพอกเมล็ดพันธุ์ วัตถุประสานจะถูกฉีดพ่นเป็นละอองไปเคลือบบนผิวเมล็ดพันธุ์ทุกทิศทางและทำให้แห้งติดกับผิวเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็วด้วยการเป่าอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 30-60 องศาเซลเซียส แต่การพ่นของเหลวไปทุกทิศทางนั้นมีผลทำให้สารเคลือบกระจายไปทั่วถังผสม ทำให้ไม่สามารถกำหนดอัตราการใช้วัตถุประสานได้อย่างแน่นอน ส่วนเครื่องพอกระบบหยดสารบนจานหมุนประกอบด้วยถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และจานหมุนซึ่งทำงานแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์มีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลมและภายในถังส่วนที่สัมผัสกับเมล็ดพันธุ์จะถูกเคลือบด้วย polyurethane เพื่อป้องกันเมล็ดพันธุ์ไม่ให้ได้รับการกระทบเทือนมากจนเกินไป ในขั้นตอนของการพอกเมล็ดพันธุ์ วัตถุประสานจะถูกฉีดลงบนจานหมุนซึ่งจะทำให้สารกระจายออกเป็นละอองไปเคลือบบนผิวเมล็ดพันธุ์ทุกทิศทาง ในขณะที่ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์ก็จะหมุนไปพร้อมๆ กัน ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอกคลุกเคล้ากันอย่างทั่วถึงและสามารถยึดติดกับผิวเมล็ดพันธุ์ได้อย่างสม่ำเสมอ เครื่องพอกเมล็ดพันธุ์ชนิดนี้จะมีความเร็วรอบในการหมุนสูงกว่าแบบแรก ความเร็วรอบในการหมุนจะแปรผันไปตามชนิดและปริมาณของเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดความเร็วในการหมุนของถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และจานหมุนได้โดยมีแผงควบคุมการทำงานอย่างเป็นระบบและอัตโนมัติ ต้นทุนในการผลิตเครื่องพอกเมล็ดชนิดนี้ค่อนข้างสูงจึงทำให้มีราคาแพงตามไปด้วย

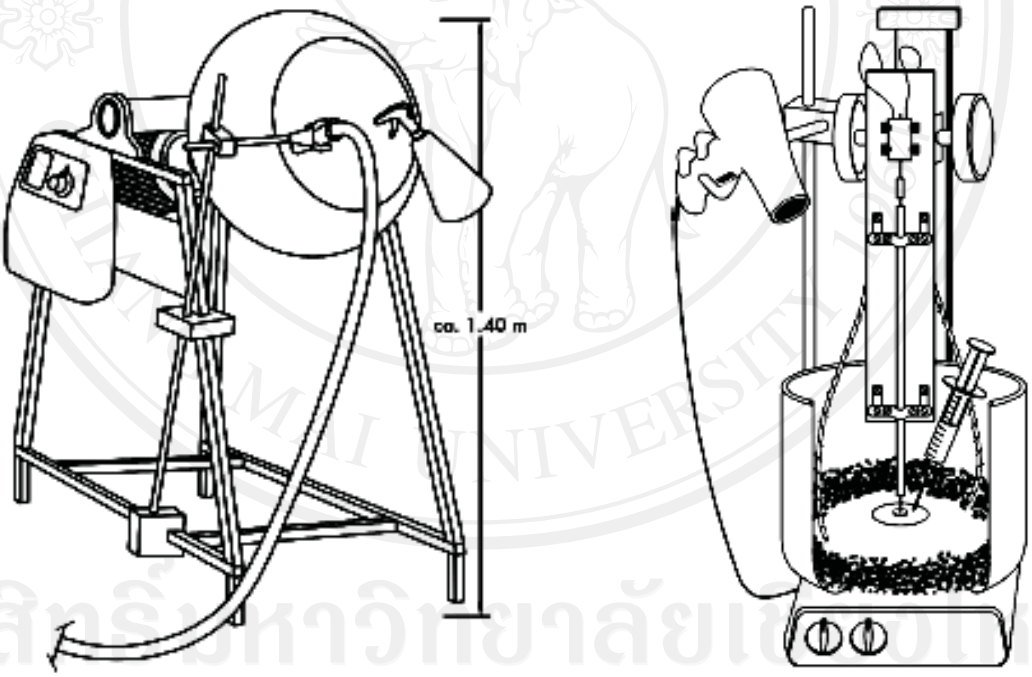
2.3.3 หลักการในการพอกเมล็ดพันธุ์

หลักการสำคัญของเทคนิคการพอกเมล็ดที่ควรคำนึงถึง คือ วัสดุที่ใช้ต้องไม่ทำความเสียหายหรือส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความเข้มข้นของวัตถุประสานและปริมาณวัสดุพอกต้องไม่ส่งผลเสียต่อความงอกและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษา และคุณลักษณะของวัสดุพอกที่ดีจะต้องมีการกระจายตัวของอนุภาคที่สม่ำเสมอ มีความพรุนมากพอที่จะทำเมล็ดพันธุ์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอในขณะงอก และมีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำที่ดีสามารถดูดซับน้ำในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ได้มากพอต่อความต้องการในการงอกของเมล็ดพันธุ์และสามารถถ่ายเทน้ำให้เมล็ดพันธุ์นำไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด นอกจากนี้ ควรเป็นวัสดุที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำไปใช้ได้ง่ายและไม่เป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์อีกด้วย ในบางครั้งอาจใช้วัสดุพอกหลายชนิดผสมกันเพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมมากขึ้น

สำหรับวัตถุประสานที่ดีจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะยึดเกาะวัสดุไว้ด้วยกันโดยไม่ทำให้เมล็ดพอกแข็งมากเกินไปจนทำให้กระบวนการงอกล่าช้าออกไป หากเลือกใช้ส่วนผสมของวัสดุพอกและวัตถุประสานที่เหมาะสมก็จะทำให้ได้เมล็ดพอกที่ดีซึ่งสามารถแตกออกได้อย่างง่ายดายเมื่อได้รับความชื้นหลังจากนำไปปลูก และลักษณะเช่นนี้ยังทำให้ความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนเกิดได้เร็วขึ้น ส่งผลให้เมล็ด พันธุ์มีสภาวะเครียดระหว่างการงอกน้อยลงจึงสามารถงอกได้ดีขึ้น ดังนั้น ในการจะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาใช้ในการพอกเมล็ดจึงควรทำการศึกษาถึงคุณสมบัติของวัสดุเหล่านั้นก่อนว่ามีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยหรือไม่



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์ระบบฉีดพ่น (ก) และระบบหยดสารลงบนจานหมุน (ข) (Stendahl, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 ขั้นตอนในการพอกเมล็ดพันธุ์

การพอกเมล็ดพันธุ์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ กล่าวคือ ในการนำไปใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้วัสดุพอกซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และเมื่อคัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมได้แล้วก็จะต้องมีศิลปะในการพอกเมล็ด พันธุ์ เพื่อให้ได้เมล็ดพอกที่มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ มีความสวยงามและยังคงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ได้ วิธีการพอกเมล็ด พันธุ์ คือ นำเมล็ด พันธุ์บรรจุลงในถังพอก ซึ่งจะทำหน้าที่หมุนเหวี่ยงเมล็ดพันธุ์ระหว่างกระบวนการพอก จากนั้นจะทำการฉีดพ่นวัตถุประสานจนเมล็ดเปียก แล้วพ่นวัสดุพอกลงไปซึ่งจะถูกปั่นเหวี่ยงให้คลุกเคล้ากับเมล็ดพันธุ์ วัตถุประสานจะถูกฉีดพ่นลงไปบ นเมล็ดพันธุ์สลับกับการเติมวัสดุพอกไปเรื่อยๆ ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ขั้นตอนนี้จะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ขนาดของเมล็ดพอกตามที่ต้องการ ซึ่งในระหว่างกระบวนการพอกนี้เมล็ดพันธุ์จะถูกนำออกมาจากถังเคลือบหลายๆ ครั้งเพื่อคัดขนาดด้วยตะแกรง เมล็ดพอกที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานจะถูกนำไปพอกต่ออีกไปเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ สิ่งที่ต้องทราบก็คือ ควรเติมวัสดุพอกและวัตถุประสานลงไปบนเมล็ดเมื่อไหร่และในปริมาณเท่าใด หากทำให้เมล็ดพันธุ์เปียกมากเกินไปในช่วงแรกจะมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ติดกัน และทำให้เมล็ดพอกประกอบด้วยเมล็ดพันธุ์มากกว่าหนึ่งเมล็ด แต่ถ้าใส่วัตถุประสานน้อยเกินไปก็จะทำให้เมล็ดพอกอ่อนนิ่มเกินไปหรือเปราะบางทำให้แตกหักง่าย สิ่งเหล่านี้จึงถือว่าเป็นศิลปะที่จะทำให้ได้เมล็ดพอกที่สมบูรณ์แบบ (Harris Moran Seed Company, 2007) ในอดีตความสำเร็จในการพอกเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานเป็นสำคัญเพราะต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่สูง แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ทันสมัยมากขึ้นซึ่งสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติและควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Scott *et al*., 1997) จึงทำให้สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกมากขึ้น ขั้นตอนการพอกเมล็ดพันธุ์โดยสรุปแสดงดังภาพที่ 2.4

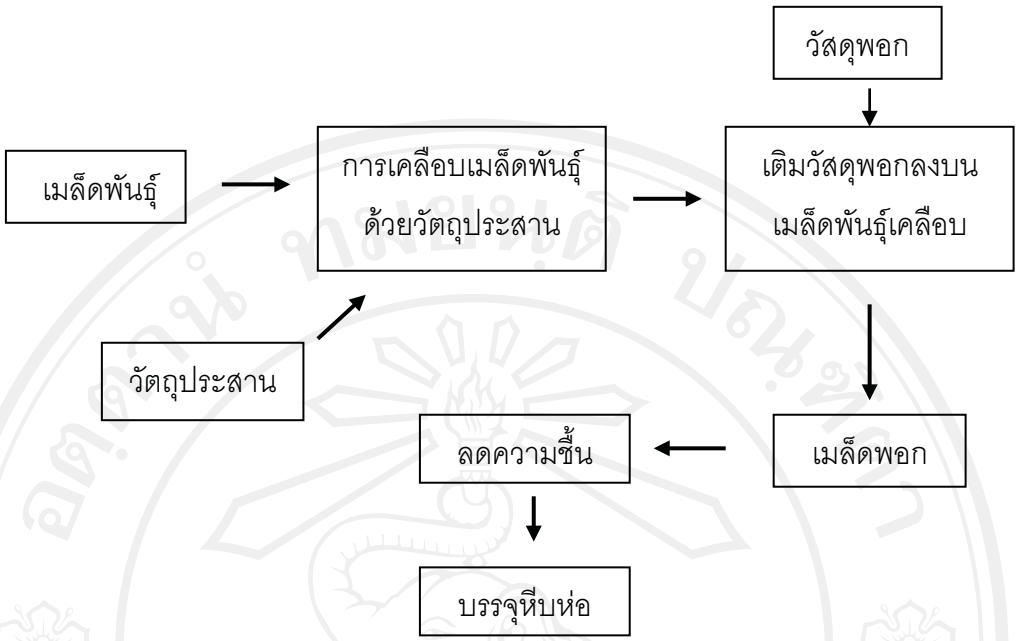
2.4 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์

นอกจากประโยชน์ในการปรับปรุงรูปร่างของเมล็ดพันธุ์เพื่อให้มีความสะดวกและความแม่นยำในการเพาะปลูกแล้ว การพอกเมล็ดยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวางซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 ช่วยปรับปรุงรูปร่างของเมล็ดพันธุ์และเพิ่มความแม่นยำในการปลูก

เมล็ดพันธุ์พืชมีความหลากหลายทางด้านขนาด รูปร่างและสีเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์ผักและไม้ดอก เช่น เปลือกหุ้มเมล็ดของ *Codonopsis laceolata* มีรูปร่างคล้ายปีกเมล็ดพันธุ์แครอท พริกและมะเขือเทศมีลักษณะแบนและบาง เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองมีรูปร่างยาวเรียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.4 กระบวนการพอกเมล็ดพันธุ์ (ดัดแปลงจาก Taylor *et al.,* 1992)

ส่วนเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่มี รูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยม และผิวขรุขระ เป็นต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดความลำบากในการกำหนดความแม่นยำในการเพาะปลูก เทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์จึงถูกนำมาใช้กับเมล็ดพันธุ์เหล่านี้เพื่อช่วยให้เมล็ดที่มีขนาดเล็กมีขนาดใหญ่ขึ้น และช่วยให้เมล็ดที่มีรูปร่างไม่แน่นอนมีรูปร่างกลมสม่ำเสมอมากขึ้น สะดวกในการนำไปเพาะปลูกด้วยมือและการกำหนดความแม่นยำในการปลูกด้วยเครื่องปลูก เนื่องจากเมล็ดพอกสามารถเคลื่อนที่ผ่านเครื่องปลูกได้ดีกว่าเมล็ดปกติ เพราะมีพื้นผิวที่เรียบกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอ ก จึงส่งผลให้ให้ระยะปลูกมีความสม่ำเสมอมากขึ้นและยังสามารถควบคุมความลึกในการปลูกได้อีกด้วย (Kaufman, 1991) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชที่ให้ผลผลิตขึ้นอยู่กับระยะปลูกและความลึกในการปลูก เช่น หัวหอมและแครอท ซึ่งระยะปลูกจะเป็นตัวกำหนดขนาดของหัว หากปลูกถี่เกินไปก็จะทำให้หัวมีขนาดเล็กและได้ผลผลิตต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงต้องปลูกด้วยระยะห่างที่เหมาะสม ซึ่งการพอกเมล็ดพันธุ์จะช่วยให้การปลูกมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น โดยทั่วไปการพอกเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มน้ำหนักของเมล็ดประมาณ 2-50 เท่า หรืออาจมากกว่านี้ หากเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กมากๆ อย่างเช่น ยาสูบ ในขณะที่การเคลือบเมล็ดพันธุ์จะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียง 0.1-2 เท่า ส่วนการเคลือบด้วยฟิล์มบางๆ (film coating) มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 0.1 เท่า (Black *et al*., 2006) ขนาดที่เพิ่มขึ้นนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละพืชซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของ เมล็ดพันธุ์ว่าต้องการวัสดุมาพอกมากน้อยเพียงใด และยังขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและความพรุนของวัสดุพอกอีกด้วย สำหรับ ชนิดพืช ที่มีการพอกเมล็ด พันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในทางการค้าอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ชูการ์-บีท แครอท ผักคื่นช่าย ชิโคลี่ กระเทียมต้น ผักกาดหอม หัวหอม พริก ยาสูบ มะเขือเทศ และเมล็ดพันธุ์ดอกไม้ที่มีขนาดเล็ก เช่น บีโกเนีย พิทูเนีย โลบิเลีย ดาวเรือง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้กับพืชตระกูลกะหล่ำและข้าวโพดหวาน อีกด้วย (Black *et al*., 2006) การพอกเมล็ดพันธุ์สามารถใช้ร่วมกับสารที่ให้สี ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ในดินได้และทำให้ง่ายในการกำหนดอัตราปลูก (Aldhous, 1972)

2.4.2 ช่วยเพิ่มความสามารถในการตั้งตัวของต้นพืชในระยะแรกของการเจริญเติบโต

การพอกเมล็ด พันธุ์ช่วยให้เมล็ดพันธุ์กับดินสัมผัสกันได้มากขึ้น ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถดูดความชื้นได้ดีขึ้น จึงช่วยเพิ่มโอกาสที่เมล็ด พันธุ์จะสามารถงอกได้ และการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตลงในวัสดุพอก ช่วยส่งเสริมการเกิดรากหรือเร่งให้เมล็ด พันธุ์ งอกได้เร็วขึ้น (Vanangamudi *et al*., 2006) ส่วนการเติมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะช่วยให้ต้นพืชไม่ได้รับอันตรายจากการเข้าทำลายของโรคพืชหรือแมลง ส่งผลให้พืชสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามศักยภาพของพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคนิคการปลูกเชื้อไรโซเบียมร่วมกับการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปูนขาว เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนขาวสำหรับช่วยในการตั้งตัวของพืชตระกูลถั่วและหญ้าอาหารสัตว์ในสภาพดินกรด เช่น ในเมล็ดพันธุ์ arrowleaf clover (Wade *et al*., 1972) white clover (Lowther, 1974) crownvetch (Sims *et al*., 1974) alfalfa, ladino clover และ red clover (Olsen and Elkins, 1977) เป็นต้น การพอกเมล็ดด้วยยิปซัมเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์งาและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนในสภาพดินกรดในเขตชลประทาน รวมทั้งช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Bharathi *et al*., 2004) การปลูกเชื้อไรโซเบียมลงบนเมล็ดพืชตระกูลถั่วจะช่วยให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะการปลูกพืชตระกูลถั่วในเขตหนาวมักมีการเติมเชื้อไรโซเบียมให้กับเมล็ด พันธุ์เพื่อช่วยในการตรึงไนโตรเจน ซึ่งอาจใช้วิธีการคลุกกับเมล็ดโดยตรงหรือใช้ร่วมกับการพอกเมล็ด พันธุ์ก็ได้ ในการคลุกกับเมล็ด พันธุ์โดยตรงจะต้อง นำไปใช้ทันที แต่ถ้านำเชื้อไรโซเบียมมาพอกลงบนเมล็ดพันธุ์เชื้อจะยังคงมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 3 เดือน (Black *et al*., 2006) นอกจากนี้ Wade *et al*. (1972) พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปูนขาวร่วมกับการปลูกเชื้อไรโซเบียม สามารถเพิ่มผลผลิตของหญ้าอาหารสัตว์ได้ถึง 200 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การพอกเมล็ด พันธุ์คะน้าด้วยปุ๋ย ช่วยให้เมล็ด พันธุ์งอกได้ดีและมีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ ส่วนการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อไตรโคเดอร์มาช่วยให้เมล็ด พันธุ์งอกได้ดีขึ้นและเมื่อนำไปปลูกในดินที่มีเชื้อสาเหตุโรคเน่าคอดิน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ (ภาณี และคณะ, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.3 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอก

ในบางกรณีการพอกเมล็ดยังสามารถป้องกันมิให้เมล็ดพันธุ์งอกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้อีกด้วย เช่น สภาพที่หนาวเย็นเกินไปหรือดินมีความเปียกชื้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพดินที่มีน้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งทำให้ผลผลิตลดลงและทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น ปัญหาดังกล่าวมักเกิดกับพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวซึ่งมีการระบายน้ำไม่ดี จึงมักเกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอๆ ปัญหาหลักที่เกิดจากสภาพน้ำท่วมขังก็คือ การขาดแคลนออกซิเจนของพืชปลูก แต่ข้อจำกัดดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการเติมสารประกอบที่มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยออกซิเจน (oxygen-liberating compounds) ลงไปในดินซึ่งจะเกิดการแตกตัวและให้ออกซิเจนออกมาเมื่อดินได้รับความชื้น ซึ่งสารประกอบดังกล่าวมักเป็นสารในกลุ่ม peroxide เช่น BaO_2, $NaBO_3$, CaO_2 และ ZnO_2 (Wiersma and Mortland, 1953; Yamada, 1951; Lynch *et al*., 1981; Langan *et al*., 1986) โดยเฉพาะ CaO_2 นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในสภาพที่มีน้ำขังมากที่สุด เนื่องจาก CaO_2 สามารถปลดปล่อยออกซิเจนได้อย่างช้าๆ โดยไม่ส่งผลเสียต่อพืชและยังมีต้นทุนต่ำอีกด้วย (Melsted *et al*., 1949; Yamada, 1951; Wiersma and Mortland, 1953) ต่อมาได้มีการนำเอาสารที่สามารถปลดปล่อยออกซิเจนได้นี้มาเติมลงในวัสดุพอก เพื่อแก้ปัญหาการขาดออกซิเจนในสภาพน้ำท่วมขัง ซึ่งช่วยให้เมล็ดพันธุ์ได้รับออกซิเจนเพียงพอที่จะใช้ในงอกและใช้ในการเจริญของต้นอ่อนในระยะแรก นอกจากนี้การนำสารเหล่านี้มาพอกลงบน เมล็ดพันธุ์โดยตรงยังประหยัดกว่าการใส่ลงในดิน เนื่องจากใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าและเมล็ด พันธุ์สามารถนำไปใช้ได้เร็วกว่าเพราะ สารพอกอยู่บนเมล็ด พันธุ์โดยตรง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการพอกเมล็ด พันธุ์ผักกาดหอมด้วย hot-water-polyvinyl alcohol (วัตถุประสาน) และทราย (วัสดุพอก) เปล่าๆ จะเหมาะสำหรับปลูกในดินที่มีความชื้นต่ำ ในขณะที่การพอกเมล็ด พันธุ์ด้วย hot-water-polyvinyl alcohol และทรายที่ผสมกับ wax emulsion ของ paraffin จะช่วยให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ดีขึ้นในสภาพดินที่มีความชื้นสูง และการเคลือบเมล็ดพอกอีกชั้นด้วยสารที่มีคุณสมบัติไม่เปียกน้ำ (hydrophobic) จะเอื้ออำนวยต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพดินที่เปียกชื้น เนื่องจากช่วยป้องกันไม่ให้วัสดุพอกดูดน้ำมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่ การเคลือบเมล็ดพอกอีกชั้นด้วยสารที่มีคุณสมบัติเปียกน้ำ (hydrophilic) จะเอื้ออำนวยต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพดินที่แห้ง เนื่องจากช่วยให้วัสดุพอกสามารถดูดซับน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ดีขึ้นทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับความชื้นเพียงพอที่จะใช้ในการงอก (Sooter and Millier, 1978) การพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย CaO_2 สามารถช่วยปรับปรุงความสามารถในการงอกของเมล็ดข้าวบาร์เลย์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน (Lynch *et al*., 1981) การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีและข้าวโพดด้วย CaO_2ช่วยให้มีความงอกดีขึ้น ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย ZnO_2 ช่วยให้ความสามารถใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การงอกในสภาพน้ำขังของข้าวสาลี ถั่วเหลืองและข้าวโพดสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยวัตถุประสานเพียงอย่างเดียว (Langan *et al.*, 1986) นอกจากนี้ยังมีการนำ allelopathic compound มาพอกเมล็ดพันธุ์พืชเมืองหนาว เพื่อยืดระยะเวลาการงอกของเมล็ดพันธุ์จากฤดูหนาวไปเป็นฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกในช่วงที่อุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (Esfahani and Shariati, 2006)

2.4.4 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

เมล็ดพันธุ์ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการเพาะปลูกหรือการผลิตพืช เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีย่อมส่งผลให้ได้ต้นพืชที่แข็งแรง เจริญเติบโตได้ดี และสามารถให้ผลผลิตได้ตามความสามารถของสายพันธุ์ การที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูง ปราศจากการทำลายของโรคและแมลงจะต้องมีการจัดการที่ดี ซึ่งวิธีการปฏิบัติแต่ดั้งเดิมคือการคลุกเมล็ดพันธุ์กับสารเคมีเพื่อการป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลงในระหว่างการเก็บรักษา หรือก่อนนำไปเพาะปลูก การคลุกเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการดั้งเดิมมักทำให้สารเคมีติดกับเมล็ดพันธุ์ไม่ดีเท่าที่ควรและไม่มีความสม่ำเสมอของสารเคมีบนเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นเทคนิคการเคลือบหรือพอกเมล็ดพันธุ์จึงเป็นวิธีที่ทำให้สารเคมีสามารถยึดติดอยู่กับผิวเมล็ดพันธุ์ได้อย่างสม่ำเสมอมากขึ้น ไม่เกิดการหลุดร่วงของสารออกฤทธิ์และยังใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าการคลุกเมล็ด พันธุ์อีกด้วย นอกจากนี้ยังลดขั้นตอนในการเตรียมเมล็ดพันธุ์เนื่องจากเกษตรกรไม่ต้องทำการคลุกเมล็ด พันธุ์ก่อนปลูก รวมทั้งลดการฟุ้งกระจายของสารเคมีจึงมีความปลอดภัยต่อเกษตรกรและช่วยลดการตกค้างของสารเคมีในสภาพแวดล้อมอีกด้วย เพราะไม่ต้องใส่สารเคมีจำนวนมากลงในดินเหมือน กับวิธีการดั้งเดิม หรืออาจมีการใส่เพิ่มเติมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในดินร่วมกับการพอกเมล็ดพันธุ์สามารถลดปริมาณการใช้สารกำจัดแมลงในการปลูกชูการ์ -บีทได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (Heijbroek and Huijbregts, 1995) และเมื่อเกษตรกรนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกสารเคมีก็จะยังคงอยู่บนเมล็ ดพันธุ์ ทำให้สามารถป้องกันศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในประเทศเนเธอร์แลนด์มีการใช้สารกำจัดเชื้อราและสารกำจัดแมลงร่วมกับการพอกเมล็ด พันธุ์ชูการ์-บีทมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 แต่ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เติมลงไปมักไม่เพียงพอที่จะควบคุมเชื้อราและแมลงในดินที่มีการเข้าทำลายอย่างรุนแรง (Duning and Heijbroek, 1981) ส่วนเมล็ดพอกของชูการ์ -บีททั้งหมดที่ใช้ในยุโรปจะทำการเติมสารกำจัดเชื้อรา thiram และสารกำจัดแมลง methiocarb ลงไปในปริมาณเล็กน้อย เพื่อให้สามารถควบคุมโรคและแมลงได้ในระดับปานกลาง แล้วมีการใช้เพิ่มอีกเล็กน้อยในภายหลัง เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมีในแปลงผลิต ทั้งนี้สารทั้งสองชนิดจะต้องสามารถใช้ร่วมกันได้โดยไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีอย่างรุนแรงและไม่เกิดอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ ความเข้มข้นที่แท้จริงในเมล็ดพอกแต่ละเมล็ดจะต้องใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่กำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และวัสดุพอกที่ใช้จะต้องไม่ไปรบกวนการทำงานของสารออกฤทธิ์ต่างๆ นอกจากนี้สารเคมีที่ใช้จะต้องมีความคงตัวสูง ไม่เสื่อมสลายง่ายระหว่างอยู่ในวัสดุพอก จากการใช้สารกำจัดเชื้อรา hymexazol ร่วมกับการพอกเมล็ดพันธุ์ชูการ์ -บีทเพื่อควบคุมเชื้อราในดิน พบว่าอัตราของสาร hymexazol ที่มีในเมล็ดพอกมักจะต่ำกว่าอัตราที่ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจาก hymexazol เป็นผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างไม่คงตัวและสามารถสลายตัวในวัสดุพอกได้ (Heijbroek and Huijbregts, 1995)

ดังนั้น ในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชร่วมกับการพอกเมล็ด พันธุ์จะต้องหาอัตรา ส่วนที่เหมาะสมของสารที่ใช้ และตรวจสอบความเข้มข้นที่แท้จริงของสารออกฤทธิ์ภายหลังการพอกเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำเมล็ดนั้นไปใช้ เพื่อให้ได้อัตราการใช้ที่ถูกต้องและป้องกันการสิ้นเปลืองของสารเคมี นอกจากนี้การเติมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชลงไปในวัสดุพอกยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ด้วย เนื่องจากสามารถป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลงในโรงเก็บได้ (ภาณี และคณะ, 2541)

2.4.5 ช่วยเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน

การพอกปุ๋ยหรือธาตุอาหารต่างๆ ลงบนเมล็ดพันธุ์ โดยตรงมีประโยชน์ในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยรองพื้นในการปลูกพืช โดยต้นอ่อนจะได้สารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตในระยะแรกจากปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่เติมลงในวัสดุพอก ซึ่งวิธีการนี้ต้นอ่อนจะสามารถใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารได้อย่างรวดเร็ว เพราะธาตุอาหารเหล่านั้นถูกนำมาพอกไว้โดยรอบเมล็ดพันธุ์อยู่แล้ว ดังจะเห็นได้จากการพอกเมล็ด พันธุ์ด้วยปุ๋ยไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($(NH_4)_2 HPO_4$) แอมโมเนียมฟอสเฟต ($NH_4H_2PO_4$) และไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) เป็นประโยชน์ต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสและการเจริญเติบโตของต้น อ่อนข้าวโพดหวานมากกว่าการหว่านเป็นแถบลงในแปลงปลูก (Smid and Bates, 1971) และการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างด้วยปุ๋ยชนิดต่างๆ พบว่าทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อปลูกในสภาพโรงเรือนกระจก และเมล็ด พันธุ์ที่พอกด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ซุปเปอร์ฟอสเฟตเดี่ยว (single superphosphate) หรือปูนขาวให้ ผลดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก (Magalhaes *et al*., 1994) ซึ่งสอดคล้องกับ Hathcock *et al*. (1984) ที่รายงานว่าการพอกเมล็ด พันธุ์ด้วยปูนขาวร่วมกับปุ๋ยยูเรียและไดแคลเซียมฟอสฟอตช่วยปรับปรุงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของหญ้า tall fescue และ bluegrass ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์คะน้าด้วยปุ๋ยมีส่วนทำให้ต้นกล้าของคะน้ามีขนาดของใบและมีน้ำหนักสดสูงกว่าเมล็ดปกติ และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมล็ดปกติ (ภาณี และคณะ, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการพอก

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการพอกเมล็ด พันธุ์นั้นส่วนใหญ่เป็นข้อมูลงานวิจัยจากอุตสาหกรรมสินแร่และการทำปุ๋ยเม็ด รวมทั้งอุตสาหกรรมการเคลือบยา (Scott, 1989) ซึ่งในการพอกเมล็ดพันธุ์นี้มีปัจจัยหลายประการที่เป็นตัวกำหนดความสมบูรณ์ของการพอก ซึ่งได้แก่ ชนิดของถังพอก ความเร็วรอบในการหมุนของถัง ชนิดและปริมาณหรือความเข้มข้นของวัตถุประสานและวัสดุพอก ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงระยะเวลาและความถี่ในการปล่อยวัตถุประสานกับวัสดุพอก รวมทั้งชนิดและปริมาณของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพอกก็มีความเหมาะสมแตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบทางกายภาพของวัสดุพอก (ลักษณะเป็นโคลนหรือเป็นผงละเอียด) จากการศึกษากลไกในการพอกเมล็ดในถังหมุนขนาดเล็กพบว่า ในการพอกเมล็ดพันธุ์มักมีปัญหาในการทำซ้ำ เนื่องจากถังพอกมักจะมีวัตถุประสานหรือวัสดุตัวเติมติดอยู่ทำให้การพอกในครั้งต่อไปไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้จึงควรทำความสะอาดถังพอกก่อนใช้ในครั้งต่อไป การปล่อยวัตถุประสานเป็นระยะเวลาสั้นๆ จะทำให้คุณภาพในการพอกติดดีกว่าการปล่อยเป็นระยะเวลานาน รวมทั้งสัดส่วนระหว่างการปล่อยวัตถุประสานและวัสดุตัวเติมในแต่ละครั้งต้องมีความเหมาะสมด้วย นอกจากนี้การลดความชื้นก็มีความจำเป็นในระหว่างการเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อป้องกันการบวมของเมล็ด พันธุ์จากการดูดน้ำและการหดตัวของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการลดความชื้น (Scott *et al*., 1997) ในการนำเทคนิคการพอกเมล็ดมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ หรือเพื่อปรับปรุงลักษณะทางกายของเมล็ดพันธุ์นั้น มีการวิจัยและพัฒนามาอย่างยาวนานกว่าจะประสบความสำเร็จเช่นในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของการพอกทั้งในด้านลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพอกและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการพอกซึ่งปัจจัยหลักๆ ที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพดังกล่าว ได้แก่

2.5.1 วัสดุตัวเติมหรือวัสดุพอก (Filler material or pelleting material)

2.5.2 วัตถุประสาน (Binder or adhesive)

2.5.3 อัตราส่วนในการพอก (Pelleting ratio)

2.5.4 ปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ความเร็วรอบของเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้น เป็นต้น

2.5.1 วัสดุตัวเติมหรือวัสดุพอก (Filler material or pelleting material)

ปัจจุบันการเลือกวัสดุสำหรับการพอกเมล็ดยังคงอาศัยประสบการณ์เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่มีรูปแบบตายตัวที่เป็นมาตรฐานสากล และส่วนใหญ่จะเป็นสูตรที่พัฒนาขึ้นมาโดยบริษัทเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นความลับทางการค้า โดยทั่วไปวัสดุพอกที่นิยมใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ดินขาว (kaolin clay) หินปูน (limestone) แคลเซียมคาร์โบเนต (calcium carbonate) ดินเบา (diatomaceous

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

earth) พีท (peat) แร่อะลูมิเนียม (bauxite) แร่ภูเขาไฟ (pumice) ปูนขาว (lime) ยิปซัม (gypsum) และหินฟอตเฟต (rock phosphate) แร่จำพวกแป้ง (talc) ผงชอล์ก (chalk) แร่ไมกา (mica) แร่ดินเหนียวต่างๆ เช่น โดโลไมท์ (dolomite) ซีโอไลท์ (zeolite) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) มอนมอริลโลไนท์ (montmorillonite) และเบนโทไนท์ (bentonite) เป็นต้น (Taylor and Harman, 1990, Black *et al*., 2006) วัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการพอกเมล็ด พันธุ์ร่วมกับเชื้อไรโซเบียม ได้แก่ ปูนขาว หินฟอสเฟต ยิปซัม และโดโลไมท์ (Wade *et al*., 1972; Lowther, 1974; Sims *et al*., 1974; Olsen and Ekins, 1977) นอกจากนี้ยังมีวัสดุพอกที่ได้จากธรรมชาติ เช่น เลือดแห้ง มูลไก่ พีท มอสและแป้งเปียก (Vanangamudi *et al*., 2006) เป็นต้น ในการจะเลือกวัสดุชนิดใดมาใช้ในการพอกเมล็ด พันธุ์นั้นควรทำการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุเหล่านั้นก่อนว่าเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์หรือไม่ และในบางครั้งอาจต้องใช้วัสดุพอกมากกว่าหนึ่งชนิดเพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามที่ต้องการ วัสดุพอกที่ดีมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

1) มีความพรุนที่พอเหมาะและยอมให้อากาศสามารถผ่านเข้าไปสู่เมล็ดพันธุ์ได้
2) วัสดุพอกจะต้องแตกออกได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับดินที่มีความชื้นเพื่อป้องกันอุปสรรคทางกายภาพต่างๆ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์
3) ไม่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์
4) หาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพง

วัสดุพอกแต่ละชนิดจะมีผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันออกไป เช่น ในการพอกเมล็ดพันธุ์หญ้า 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าไรย์ (*Lolium perenne*) หญ้า cocksfoot หญ้า browntop (*Agrostis tenuis*) และหญ้า yorkshire fog โดยใช้ปูนขาว แร่จำพวกแป้งและซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นวัสดุพอก พบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง 4 เปอร์เซ็นต์เมื่อพอกด้วยแร่จำพวกแป้ง และลดลง 2 เปอร์เซ็นต์เมื่อพอกด้วยซูเปอร์ฟอสเฟต ส่วนการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปูนขาวทำให้ความงอกลดลงเพียง 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก (Scott, 1974) สอดคล้องกับ Silva *et al.* (2002) ที่รายงานว่าการพอกเมล็ด พันธุ์ผักกาดหอมด้วยเบนโทไนท์และ polyvinyl acetate มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์งอกล่าช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ แต่เมื่อนำเมล็ดพอกไปปลูกในวัสดุปลูกอินทรีย์ภายใต้สภาพโรงเรือนกระจก พบว่ามีอัตราการงอกเช่นเดียวกับเมล็ด พันธุ์ปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยวัสดุพอกบางชนิดมีผลดีต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เช่น การพอกเมล็ดพันธุ์ bonnet bellflower ด้วย pyrophyllite+illite+diatomite (PID) โดยใช้ polyvinyl alcohol (PVP) เป็นวัตถุประสานมีอัตราการงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก (Choi *et al*., 2006) และการพอกเมล็ดพันธุ์งาด้วยยิปซัมที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพดินกรด (Bharathi *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.2 วัตถุประสาน (Binder or adhesive)

ในกระบวนการพอกเมล็ด พันธุ์จะต้องใช้วัตถุประสานเพื่อยึดวัสดุพอกไว้กับผิวเมล็ด พันธุ์ หากใช้น้ำในการพอกเมล็ดพันธุ์จะทำให้วัสดุพอกหลุดร่วงง่าย เมล็ดพอกมีความเปราะบางและเกิดฝุ่นผงหรือการแตกหักของวัสดุพอกได้ง่าย ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียสารออกฤทธิ์ต่างๆ นอกจากนี้การเกิดฝุ่นผงหรือการแตกหักยังเป็นเป็นปัญหาในการใช้เครื่องมือต่างๆ กับเมล็ดพอก เนื่องจากเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและเป็นอุปสรรคในการกระบวนการเพาะปลูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่องปลูก ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุประสานเพื่อให้เมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอกยึดเกาะกันอย่างแข็งแรง ไม่แตกหักระหว่างกระบวนการพอกเมล็ด พันธุ์หรือนำเมล็ดพันธุ์ไปใช้กับเครื่องปลูก ทั้งนี้วัตถุประสานจะต้องไม่ยึดติดกันแน่นจนเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Scott, 1989) วัตถุประสานที่ใช้นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ gum arabic, methyl cellulose, gelatin, casein, caseinate salts, mineral, plastic rexins, polyvinyl acetate, methyl ethyl cellulose, polyurethane, polyvinyl alcohol, poloyvinyl acetate, poly electrolyte (dextran), poly ethylene oxide และ carboxyl methyl cellulose (CMC) (Taylor and Harman, 1990; Black *et al*., 2006) นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสานบางชนิดที่มีราคาถูกและต้นทุนต่ำ เช่น rice gruel, maida gruel, sago gruel และ starch (revive) gruel (Vanangamudi *et al*., 2006) วัตถุประสานที่ดีควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถเข้ากันได้ดีกับเปลือกหุ้มเมล็ด พันธุ์และวัสดุพอกที่ใช้ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถเคลือบบนผิวของเมล็ดพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่ทำให้เกิดรูซึ่งเป็นการเปิดช่องว่างให้อากาศเข้าไปสู่เมล็ด พันธุ์ และสามารถยึดเกาะวัสดุพอกไว้กับผิวเมล็ด พันธุ์ได้อย่างแข็งแรง
2. มีความแข็งแกร่งแต่ยืดหยุ่นได้ดี สามารถยึดเกาะกับวัสดุได้ดี เพื่อป้องกันการเกิดฝุ่นละอองระหว่างการพอกและป้องกันการแตกหักของวัสดุพอกเมื่อใช้เมล็ดพอกกับเครื่องมือต่างๆ
3. มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี ซึ่งจะส่งผลให้วัสดุพอกมีความอ่อนตัวและแตกออกได้ง่ายเมื่อเมล็ดพอกสัมผัสกับความชื้นจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์
4. มีความเหนียวที่เหมาะสมต่อการใช้งาน หากวัตถุประสานมีความเหนียวมากเกินไปจะทำให้ใช้งานได้ยาก แต่ถ้ามีความเหนียวไม่เพียงพออาจไม่สามารถยึดเกาะวัสดุพอกไว้ได้
5. ไม่เป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสานแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการยึดเกาะวัสดุพอกกับเมล็ดพันธุ์ได้แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณสมบัติของเมล็ด พันธุ์และวัสดุพอกที่ใช้ เช่น ในการพอกเมล็ด พันธุ์ *Vicia villosa* ด้วย diatomaceous earth พบว่าการใช้ส่วนผสมของ methyl cellulose และ gum arabica เป็นวัตถุประสานมีความเหมาะสมมากที่สุด (Hirota, 1972) และ methyl cellulose ยังเป็นวัตถุประสานที่มีประสิทธิภาพในการพอกเมล็ด พันธุ์หญ้าด้วยปูนขาวอีกด้วย (Hathcock *et al.*, 1984) ในขณะที่การพอกเมล็ด พันธุ์ด้วยผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) สามารถใช้ร่วมกับวัตถุประสานได้หลายชนิด เช่น gum arabic ผสมกับ platicizer (Sharple, 1981) หรือ polyvinyl acetate (Nagju, 1973) วัตถุประสานที่มีประสิทธิภาพจะต้องสามารถยึดเกาะวัสดุพอกกับเมล็ด พันธุ์ไว้ได้อย่างหนาแน่นโดยปราศจากการแตกหักหรือร่อนเป็นผงภายหลังการลดความชื้น สำหรับความเข้มข้นและอัตราการใช้ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด อาทิเช่น polyvinyl alcohol (PVA) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์เป็นวัตถุประสานที่เหมาะสมที่สุดในการพอกเมล็ด พันธุ์ bonnet bellflower (Choi *et al*., 2006) ส่วน carboxyl methyl cellulose, methyl ethyl cellulose, gum arabic และ nitric coat แนะนำให้ใช้ที่ความเข้มข้น 3, 5, 45 และ 4.3 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ โดยการพอกเมล็ดพันธุ์โดยใช้ methyl cellulose และ methyl ethyl cellulose ตามความเข้มข้นดังกล่าวเป็นที่นิยมมากกว่าการใช้ gum arabic ทั้งนี้เนื่องจากสารทั้งสองชนิดใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพดีกว่า (Lahiri, 1991) นอกจากนี้ความเข้มข้นของวัตถุประสานยังส่งผลต่อความสามารถในการงอกและการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์อีกด้วย กล่าวคือ หากความเข้มข้นของวัตถุประสานมากเกินไป จะทำให้ผิวที่พอกอยู่แตกออกได้ยาก ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ยากหรือไม่สามารถงอกได้ แต่ถ้าความเข้มข้นของวัตถุประสานน้อยเกินไป จะเป็นสาเหตุให้วัสดุพอกเกิดการแตกหักหรือกะเทาะออกจากเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายระหว่างการบรรจุหีบห่อ การขนส่ง หรือขณะทำการปลูกด้วยเครื่องมือต่างๆ (Kojimoto *et al*., 1989; Hwang and Sung, 1991) และยังมีอิทธิพลต่อการถ่ายเทน้ำและความสามารถในการดูดน้ำอีกด้วย โดยวัตถุประสานที่มีความเข้มข้นสูงหรือปริมาณมากเกินไปจะมีผลในทางลบต่อการถ่ายเทน้ำเนื่องจากจะไปปิดรูพรุนของวัสดุพอกจึงขัดขวางการไหลของน้ำ (Grellier *et al*., 1999) รวมทั้งไปจำกัดความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนในเมล็ด พันธุ์อีกด้วย (Sachs *et al.*, 1982) นอกจากความเข้มข้นของวัตถุประสานแล้ว ปริมาณการใช้ก็มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์เช่นกัน จากการทดลองของศศิธร และคณะ (2549) พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยเบนโทไนท์โดยใช้ non-ionic polyacrylamide เป็นวัตถุประสาน มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง เมื่อใช้วัตถุประสานที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นหรือใช้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าว โพดหวานด้วยเบนโทไนท์โดยใช้ non-ionic polyacrylamide เป็นวัตถุประสานในความเข้มข้น 3 , 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ไม่มีผลต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (ศศิธร และคณะ, 2550) นอกจากนี้ Kang (2002) รายงานว่าการใช้ polyvinyl alcohol (PVA) และ poly vinyl pyrroridone (PVP) เป็นวัตถุประสานให้ผลดีที่สุดในการพอกเมล็ด พันธุ์ เนื่องจากความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่ได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นที่ใช้ ส่วน carboxymethy cellulose (CMC) และ methyl cellulose (MC) มีผลยับยั้งความงอกของเมล็ด พันธุ์อย่างรุนแรง จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าวัตถุประสานอาจมีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ ดังนั้น ในการพอก เมล็ดพันธุ์จึงควรเลือก ชนิดและความเข้มข้นวัตถุประสานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพการพอกที่ดีโดยไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

2.5.3 อัตราส่วนในการพอก (Pelleting ratio)

ปริมาณวัสดุพอกที่ใช้ในการพอกเมล็ด พันธุ์ จะแสดงเป็นอัตราส่วนของวัสดุพอกต่อเมล็ดพันธุ์ (w/w) ซึ่งอัตราส่วนในการพอกนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อความสำเร็จในการพอกเมล็ด พันธุ์ โดยอัตราส่วนในการพอกที่เหมาะสมจะ ทำให้เกิด ความสมบูรณ์ทางกายภาพของเมล็ดพอก ซึ่งอัตราส่วนที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด โดยทั่วไปเมล็ด พันธุ์ที่มีขนาดใหญ่และมีรูปร่างค่อนข้างกลมจะใช้อัตราส่วนในการพอกต่ำกว่าเมล็ด พันธุ์ที่มีขนาดเล็กหรือมีรูปร่างไม่เป็นทรงกลม เช่น การพอกเมล็ดชูการ์-บีท หัวหอมและผักกาดหอม จะใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณของวัสดุพอกและเมล็ดพันธุ์เท่ากับ 2:1, 4:1-9:1 และ 17:1-35:1 (w/w) ตามลำดับ (Taylor *et al*., 1997) ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ยาสูบและพิทูเนียจะต้องใช้วัสดุพอกมากถึง 100:1 ถึง 150:1 (Ni, 1997) นอกจากอัตราส่วนในการพอกจะมีผลต่อลักษณะทางกายภาพ ของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการพอกแล้ว ยังมีผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์อีกด้วย การใช้วัสดุพอกในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ชั้นของวัสดุพอกหนามาก เมื่อนำไปเพาะปลูกอาจเป็นอุปสรรคต่อการงอกได้ เนื่องจากส่วนของรากและต้นอ่อนจะงอกออกมาได้ยากทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกลดลง จากการทดลองของศศิธร และคณะ (2550) พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ด้วยเบนโทไนท์ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก โดยเมล็ด พันธุ์ที่ใช้อัตราส่วน ในการพอก 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ด พันธุ์ 800 กรัม มีเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 72.9, 69.7, 66.0 และ 64.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่ Kang *et al*. (2007) รายงานว่าความเร็วในการงอกของเมล็ด พันธุ์แครอทล่าช้าออกไปตามขนาดของเมล็ดพอกที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าความหนาของเมล็ดพอก จะเปรียบเสมือนเกราะกำบังที่ห่อหุ้มเมล็ด พันธุ์เอาไว้ภายใน แต่ในขณะเดียวกันก็ส่งผลในทางลบต่อการนำออกซิเจนไปใช้ของคัพภะและการดูดน้ำของเมล็ด พันธุ์ มีความเป็นไปได้ว่าการพอกเมล็ด พันธุ์ที่บางกว่าจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการดูดซึมน้ำได้น้อยกว่า การพอกเมล็ดพันธุ์หนาๆ (Tonkin, 1979) การเพิ่มความหนาของวัสดุพอกจะส่งผลให้การไหลของน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดลงโดยเฉพาะภายใต้สภา พที่ดินมีความชื้นต่ำและศักยภาพของน้ำ (Ψ) ระหว่างเมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอกมีค่าต่างกันมากๆ (Grellier *et al*., 1999)

2.5.4 ปัจจัยอื่นๆ

นอกจากวัสดุตัวเติม วัตถุประสานและอัตราส่วนในการพอกแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเร็วรอบในการหมุนของถังพอกหรือจานหมุนและอุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้น ในการพอกเมล็ดพันธุ์หากใช้ความเร็วรอบในการหมุนของถังพอกหรือจานหมุนต่ำเกินไป จะทำให้เกิดแรงในการอัดตัวไม่มากพอที่จะทำให้วัสดุพอกยึดเกาะกับเมล็ดพันธุ์และไม่มีความสม่ำเสมอในการพอก รวมทั้งส่งผลต่อการเกิดรูปร่างทรงกลมอีกด้วย แต่ถ้าใช้ความเร็วรอบมากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ได้เช่นกัน ศศิธร และคณะ (2549) รายงานว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้ความเร็วของจานหมุน 300 รอบต่อนาทีไม่ส่งผลต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่การใช้ความเร็วของจานหมุน 500 และ 800 รอบต่อนาทีทำให้ความเร็วในการงอกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์หญ้า lucerne ในถังหมุนขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 285 mm.) ใช้ความเร็วของถังเคลือบประมาณ 30 รอบต่อนาที เท่านั้น (Scott *et al*., 1997) สำหรับการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์พอกนั้นสามารถทำได้สองวิธี คือ การลดความชื้นระหว่างกระบวนการพอกเมล็ดพันธุ์และการลดความชื้นหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการพอกเมล็ดพันธุ์แล้ว โดยวิธีแรกจะทำการติดตั้งระบบการให้ความร้อนเข้ากับเครื่องพอกโดยตรง และทำการเป่าลมร้อนให้กับเมล็ดพันธุ์ขณะทำการพอกเพื่อป้องกันการบวมของเมล็ดพันธุ์โดยการดูดน้ำจากสารละลายของวัตถุประสานและการเหี่ยวย่นของเมล็ดพันธุ์เมื่อทำการลดความชื้น เช่น ในการพอกเมล็ดพันธุ์หญ้า lucerne ด้วยปูนขาวแล้วเป่าด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ก็เพียงพอแล้วสำหรับการลดความชื้นของเมล็ดพอก (Scott *et al*., 1997) ส่วนการลดความชื้นภายหลังการพอกนั้น จะต้องนำเมล็ดพันธุ์ออกจากถังพอก ก่อน แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ซึ่งอาจต่อเชื่อมออกจากเครื่องพอกด้วยระบบสายพานหรือแยกเป็นอิสระต่อกัน หรือในพืชบางชนิดอาจใช้วิธีการผึ่งลมในที่ร่มก็เพียงพอแล้ว อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พอกจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด ในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานจะทำการลดความชื้นที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง (ศศิธร และคณะ, 2550) ส่วนเมล็ดพันธุ์พืชที่สามารถทำการลดความชื้นที่อุณหภูมิห้องได้เลย ได้แก่ เมล็ดพันธุ์งา ใช้ระยะเวลา 48 ชั่วโมง (Ryu *et al*., 2006) เมล็ดพันธุ์พริกหวานใช้ระยะเลา 24 ชั่วโมง (Sachs *et al*., 1982) เมล็ดพันธุ์ finger millet ทำการผึ่งในที่ร่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Vigneshwari *et al*., 2005) เป็นต้น อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พอกอาจส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อความมีชีวิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ ในขณะที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปก็อาจทำให้เมล็ดพันธุ์พอกยังคงมีความชื้นสูงอยู่ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดเชื้อราระหว่างการเก็บรักษาและ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพในที่สุด ดังนั้น ในการพอกเมล็ดพันธุ์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ด้วยเพื่อไม่ให้ส่งผลเสียต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการพอก

2.6 อิทธิพลของสมบัติทางกายภาพของวัสดุพอกที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

แม้ว่าการพอกเมล็ด พันธุ์จะมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน แต่การกระทำใดๆ ต่อเมล็ดพันธุ์ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านใดด้านหนึ่ง ได้ โดยทั่วไปในการพอกเมล็ดพันธุ์มักจะมีปัญหาว่าเมล็ดพันธุ์งอกได้ช้าหรือมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก โดยเฉพาะภายใต้สภาพดินที่ไม่เหมาะสม (Taylor and Harman, 1990; Perry, 1976; Tonkin, 1979) ซึ่งวัสดุพอกแต่ละชนิดจะมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติในการถ่ายเทและกักเก็บน้ำ เพราะน้ำเป็นปัจจัยแรกที่จะชักนำให้เกิดกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการพอกเมล็ดพันธุ์ก็คือ กระบวนการพอกเมล็ด พันธุ์และสูตรผสมที่ใช้ไม่ควรทำให้อัตราการงอกล่าช้าหรือมีเปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยกว่าเมล็ด พันธุ์ที่ไม่ได้พอก (Sachs *et al*., 1981) โครงสร้างของวัสดุพอกนับเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมปัจจัยต่างๆ ในการงอก เนื่องจากมีผลต่อกระบวนการ ดูดน้ำและการถ่ายเทออกซิเจนภายในเมล็ดพันธุ์ซึ่งส่งผลต่อขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ สำหรับลักษณะทางกายภาพของวัสดุพอกที่มีผลต่อคุณสมบัติในการถ่ายเทน้ำและการกักเก็บน้ำ ได้แก่ ขนาดของอนุภาค (particle size) การกระจายขนาดอนุภาค (particle-size distribution) ความพรุน (porosity) ความสามารถในการกักเก็บน้ำ (water retention) และความสามารถในการเปียกน้ำ (wettability) เป็นต้น

2.6.1 ผลของขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ขนาดอนุภาคและการกระจายอนุภาคเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความแข็งแรงของการพอก เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการเกาะตัวกันของวัสดุพอก วัสดุพอกที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กจะทำให้การพอกมีความแข็งแรงมากกว่าวัสดุพอกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น ในการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วย iron ore พบว่าแร่ที่มีอนุภาคขนาดเล็กกว่า (<15 μm) และมีความพรุน 0.33 จะ ทำให้เมล็ดพอกมีความแข็งแรงมากกว่าการพอกด้วยแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ (>15 μm) ถึง 3 เท่า (Urich and Han, 1962) แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กมักมีความพรุนต่ำจึงมีแนวโน้มที่จะไปจำกัดการใช้ออกซิเจนของเมล็ด พันธุ์ได้มากกว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ และส่งผลให้การไหลของน้ำ ผ่านวัสดุพอกลดลงอีกด้วย (Grellier *et al*., 1999) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น การพอกเมล็ด พันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยวัสดุพอกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่จะส่งผลดีต่อการงอกของเมล็ด พันธุ์มากกว่าวัสดุพอกที่มีอนุภาคขนาดเล็ก จากผลการทดลองของ Sachs *et al.* (1982) พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์พริกหวานด้วยทรายซิลิกาที่มีขนาดของอนุภาคตั้งแต่ 75-105 μ m มีอัตราการงอกสูงกว่าการพอกเมล็ด พันธุ์ด้วยดินเหนียวที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า นอกจากนี้การกระจายตัวของขนาดอนุภาคยังมีผลต่อการเกิดรูปร่างทรงกลมของเมล็ดพันธุ์พอก เช่น การเติมอนุภาคที่มีขนาดเล็กลงไปในส่วนผสมของการพอกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่จะทำให้เกิดรูปร่างทรงกลมได้เร็วขึ้น และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการพอก ทั้งนี้ขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของวัสดุพอกแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เช่น ผงซิลิกามีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 10 μm ขึ้นไป ส่วนดินเหนียวมีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงแคบๆ เพียง 2-3 μm เท่านั้น (Grellier *et al*., 1999) ในขณะที่ดินเหนียว ปูนขาวและโดโลไมท์ควรร่อนด้วยตะแกรงขนาด 150 เมซ ก่อนนำไปใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ (Vanangamudi *et al*., 2006)

2.6.2 ผลของความสามารถในการกักเก็บน้ำและความสามารถในการเปียกน้ำของวัสดุพอกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ความสามารถในการกักเก็บน้ำและความสามารถในการเปียกน้ำของวัสดุพอกมีความสัมพันธ์กับการดูดใช้น้ำของเมล็ด พันธุ์ขณะที่งอก เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการถ่ายเทน้ำ กล่าวคือ การไหลของน้ำ (water flow) ผ่านวัสดุพอกที่ไม่เปียกน้ำ (hydrophobic) จะต่ำกว่าวัสดุที่เปียกน้ำ (hydrophilic) จึงเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำไปยังเมล็ด พันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อศักยภาพของน้ำ (Ψ) ระหว่างเมล็ด พันธุ์กับวัสดุพอกมีค่าต่างกันมากๆ ด้วยเหตุนี้เมล็ดพันธุ์จึงดูดซับน้ำได้ในปริมาณที่ต่ำกว่าการพอกด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติเปียกน้ำ (Grellier *et al*., 1999) แต่ในทางตรงกันข้ามวัสดุพอกที่มีการดูด ซับความชื้นได้มากเกินไปก็จะทำให้เมล็ด พันธุ์มีความชื้นสูงระหว่างกระบวนการพอก ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการหายใจของเมล็ด พันธุ์เพิ่มขึ้นและส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพในที่สุด คุณสมบัติของการไม่เปียกน้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชในสภาวะที่ดินมีความชื้นสูงได้ โดยการพอกเมล็ด พันธุ์ด้วยวัสดุที่มีการเติมสาร ที่มีคุณสมบัติ ไม่เปียกน้ำลงไป เพื่อป้องกันการดูดน้ำของวัสดุ พอกและจำกัดการถ่ายเทน้ำไปยังเมล็ดพันธุ์

2.6.3 ผลของความพรุนของวัสดุพอกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ความพรุนของวัสดุพอกมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศเข้าสู่เมล็ด พันธุ์ในขณะที่เมล็ดพันธุ์งอก โดยโครงสร้างของเมล็ดพอกที่มีความพรุนมากและน้ำหนักเบาจะทำให้เมล็ด พันธุ์งอกได้ดีกว่าเมล็ด พันธุ์ที่พอกด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักมาก เนื่องจากเมล็ด พันธุ์มีการถ่ายเทของน้ำและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศได้ดีกว่า (Durrant and Loads, 1986) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sharple (1981) ที่รายงานว่า การใช้ผงถ่านกัมมันต์พอกลงบนเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมโดยตรงทำให้เมล็ดงอกได้เร็วและมีความสม่ำเสมอของต้นกล้ามากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วยวัสดุมาตรฐาน เนื่องจากโครงสร้างที่มีความพรุนสูงจะยอมให้มีการแพร่กระจายของออกซิเจนได้ดีกว่า และผงถ่านกัมมันต์ยังช่วยดูดซับสารยับยั้งการเจริญเติบโตที่เมล็ด พันธุ์ขับออกมาอีกด้วย นอกจากนี้ความพรุนยังมีผลในทางอ้อมต่อน้ำหนักของเมล็ดพอก โดยวัสดุพอกที่มีความพรุนต่ำมีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำหนักของเมล็ดพอกเพิ่ม ขึ้นมากกว่าวัสดุที่มีความพรุนสูง ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุที่มีความพรุนสูงมักจะมีความหนาแน่นต่ำและน้ำหนักเบา ยกตัวอย่างเช่น สูตรผสมสำหรับ การพอกเมล็ด พันธุ์ที่จำหน่ายเป็นการค้า ได้แก่ สารพอก Filcoat ซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นดินเหนียวทำให้เมล็ดพอกของชูการ์-บีทมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 1.1 กรัมเป็น 5.9 กรัม ส่วนสารพอก European Blends 3 (EB 3) และ European Blends 5 (EB5) ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของดินเหนียวและอนุภาคของเนื้อไม้ทำให้น้ำหนักเมล็ด พันธุ์เพิ่มขึ้นเป็น 3.7 และ 2.6 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่สารพอก Maribo ซึ่งผลิตจากสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดทำให้น้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 2.3 กรัม ซึ่งในที่นี้สารพอก Maribo มีความพรุนมากที่สุด รองลงมา คือ EB 3, EB5 และ Filcoat ตามลำดับ (Durrant and Loads, 1986)

วัสดุพอกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป วัสดุบางชนิดอาจมีลักษณะทางกายภาพที่ช่วยให้เมล็ดพอกมีลักษณะทางกายภาพที่ดี แต่เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่วัสดุบางชนิดอาจทำให้เมล็ดพอกมีลักษณะทางกายภาพที่ดี แต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น ในการพอกเมล็ด พันธุ์อาจต้องใช้วัสดุพอกมากกว่าหนึ่งชนิดเพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมตามที่ต้องการ

2.7 การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานนั้นยังไม่ค่อยมีการศึกษามากนัก ด้วยเหตุนี้จึงยังไม่มีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการพอกและวัสดุพอกที่เหมาะสม ส่วนใหญ่เป็นกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นความลับทางการค้า จากการวิจัยที่ผ่านมา ศศิธร และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนในการพอกเมล็ด พันธุ์ ด้วยเบนโทไนท์และความเข้มข้นของวัตถุประสานที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยใช้เบนโทไนท์ ในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม และใช้ non-ionic polyacrylamide เป็นวัตถุประสานในความเข้มข้นที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (m/v) พบว่าความเข้มข้นของวัตถุประสานไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ในขณะที่การใช้เบนโทไนท์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกลดลง แต่การวิจัย ดังกล่าว ยังไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถบอกได้ว่า วัสดุพอก ชนิดใดมีความเหมาะสมในการนำมาพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน เนื่องจากทำการศึกษาในวัสดุพอกเพียงชนิดเดียว ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงทำการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุพอกหลายๆ ชนิด เพื่อหาวัสดุพอกที่มีความเหมาะสมในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน สำหรับ วัสดุพอกที่นำมาศึกษาประกอบด้วยเบนโทไนท์ เวอร์มิคูไลท์และเพอร์ไลท์ ซึ่งลักษณะทั่วไปของวัสดุพอกแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1 เบนโทไนท์ (Bentonite)

เบนโทไนท์เป็นแร่ดินเหนียวในกลุ่มของแร่ montmorillonite สูตรเคมี คือ $Al_2O_3 4SiO_2 H_2O$ มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 2.5-4.0 ไมครอน (Reade Advanced Materials, 1997) โครงสร้างผลึกเป็นแบบสามชั้ น คือ มีชั้น Alumina octahedral sheet แทรกอยู่ระหว่าง Silica tetrahedral 2 ชั้น โครงสร้างทั่วไปคล้ายกับ Mica แต่แทนที่จะมีไอออนของ K^+ แทรกอยู่ระหว่างชั้น กลับมีน้ำแทรกอยู่แทน แรงยึดระหว่างแผ่นของโครงสร้างแต่ละชั้นจะมีค่าน้อยทำให้น้ำหรือของเหลวสามารถแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างแผ่นได้ เนื่องจากเบนโทไนท์มีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีการพองตัว (swelling) และความแข็งแรง (strength) สูง สามารถแบ่งกลุ่มของเบนโทไนท์ออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ เบนโทไนท์ที่มีการบวมน้ำได้ (swelling bentonites) และเบนโทไนท์ที่ไม่มีการบวมน้ำ (non-swelling bentonites) กลุ่มแรกประกอบด้วยโซเดียม (Na^+) อยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลจึงเรียกอีกชื่อว่า โซเดียมเบนโทไนท์ (sodium bentonite) มีคุณสมบัติในการพองตัวสูงมาก สามารถพองตัวได้หลายเท่าเมื่อเปียกน้ำ และขณะแห้งมีการการจับตัวกันของพันธะอย่างแข็งแรง ส่วน เบนโทไนท์ที่ไม่มีการบวมน้ำประกอบด้วยแคลเซียม (Ca^+) อยู่ในโครงสร้างของโมเลกุลจึงเรียกอีกชื่อว่า แคลเซียมเบนโทไนท์ (calcium bentonite) มีความสามารถในการพองตัวเมื่อเปียกน้ำต่ำมาก และโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติยับยั้งการดูดซับน้ำ (คชินท์ , 2551) เบนโทไนท์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น การทำโคลนเจาะ การทำแบบหล่อโลหะ การสร้างเขื่อนและสารกันซึมต่างๆ การขจัดสีในน้ำมัน เภสัชภัณฑ์ เครื่องสำอาง อาหารสัตว์ การขจัดคราบไขมันสัตว์ การทำเซรามิคและเป็นส่วนประกอบในการผลิตเครื่องสำอาง ยาและอาหารสัตว์ เป็นต้น

สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์นั้น เบนโทไนท์ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุพอกกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวเชื่อมประสานที่ดี จึงช่วยให้เมล็ดพอกมีความแข็งแรงและคงทน เมล็ดพันธุ์แครอทที่พอกด้วยเบนโทไนท์สามารถเกิดรูปร่างทรงกลมได้ดีและมีความแข็ง (hardness) สูงถึง 1,280 กรัม ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ซึ่งพอกด้วยเบนโทไนท์ร่วมกับหินปูน เบนโทไนท์ร่วมกับซีโอไลท์ และเบนโทไนท์กับหินปูนและซีโอไลท์มีความแข็งต่ำกว่าโดยมีค่าเท่ากับ 385 , 372 และ 364 กรัม ตามลำดับ (Kang *et al.*, 2007) แต่การที่เบนโทไนท์มีความหนาแน่น สูงส่งผลให้มีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พรุนต่ำตามไปด้วย จึงมักจะไปจำกัดการใช้ออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์ในขณะงอก และเบนโทไนท์ยังมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงและสามารถขยายตัวได้หลายเท่าเมื่อเปียกน้ำ จึงเป็นอุปสรรคในการงอกของเมล็ดพันธุ์ จากการทดลองของ Jerlin *et al.* (2008) พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พริกด้วยเบนโทไนท์มีผลทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ และความยาวของต้นอ่อนสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และการพอกเมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ด้วยเบนโทไนท์เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงต่ำกว่าการใช้เบนโทไนท์ร่วมกับดินเหนียวและผงขี้เลื่อยภายหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 เดือน นอกจากนี้การพอกเมล็ดพันธุ์ *Cadonopsis lanceolata* ด้วยเบนโทไนท์ร่วมกับแร่จำพวกแป้งก็มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก (Choi *et al*., 2006) ซึ่งสอดคล้องกับ Sachs *et al.* (1981) ที่กล่าวว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พริกหวานด้วยดินเหนียวมักประสบปัญหาเรื่องวัสดุพอกไปจำกัดความเป็นประโยชน์ของออกซิเจนในขณะที่เมล็ดพันธุ์งอกและไปจำกัดการงอกของราก ซึ่งเป็นผลให้อัตราการงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง และในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานก็ให้ผลเช่นเดียวกัน (ศศิธร และคณะ , 2550) นอกจากการใช้เบนโทไนท์เป็นวัสดุพอกโดยตรงแล้ว ยังใช้เป็นวัตถุประสาน ได้อีกด้วย เช่น ในการทดลองของ Silva *et al.* (2002) ได้ใช้สารแขวนลอยของเบนโทไนท์ร่วมกับ polyvinyl acetate เป็นวัตถุประสานในการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมด้วยทรายและ microcellulose ซึ่งพบว่าอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงและงอกได้ล่าช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พอก คุณสมบัติทั่วไปของเบนโทไนท์แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของเบนโทไนท์

Physical properties		**Element**	**weight %**
Volume by weigh (cm^3/g)	1.82	Na	1.86
Bulk Density (g/cm^3)	0.55	Ca	3.39
pH	10	Mg	1.38
Electrical Conductivity ($mS\ cm^{-1}g^{-1}$)	198±13.2	K	0.72
Water holding capacity (%dw basis)	184.7±1.3	Al	13.93
Color	light cream	Si	75.05
		Fe	3.67

ที่มา: ข้อมูลจาก Kang *et al.* (2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.2 เวอร์มิคูไลท์

เวอร์มิคูไลท์เป็นแร่ดินเหนียวในกลุ่มของแร่ montmorillonite เช่นเดียวกับเบนโทไนท์ สูตรเคมี คือ $(MgFe, Al)_3(Al, Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ โครงสร้างผลึกเป็นชนิด 2 :1 คือ ในแต่ละชั้นของ octahedral ประกอบด้วย tetrahedral 2 ด้าน โครงสร้างทั่วไปคล้ายกับ Mica แต่แทนที่จะมีไอออนของ K^+ แทรกอยู่กลับมีไอออนของ Mg^{2+} และ Fe^{2+} แทรกอยู่แทน และในระหว่างหลืบของชั้นผลึกที่ซ้อนกันนั้นมีอะตอม Ca และ Mg ดูดยึดอยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้โมเลกุลของน้ำที่เป็นอิสระแทรกเข้าไปได้น้อยมาก ส่วนที่แทรกเข้าไปได้จะเป็นโมเลกุลของน้ำที่อยู่กับอะตอม Mg ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายๆ กับสะพานเชื่อมระหว่างหน่วยผลึก ระดับการยึดตัวและหดตัวของหลืบจึงมีน้อยและมี basal spacing เท่ากับ 10-14 แองสตรอม (รัตนสุดา, 2551) จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์แครอท พบว่าเวอร์มิคูไลท์มีสมบัติต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของเวอร์มิคูไลท์

Physical properties		**Element**	**weight %**
Volume by weight (cm^3/g)	2.2	Mg	15.89
Bulk Density (g/cm^3)	0.45	Ca	0.98
Electrical Conductivity ($mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$)	587±5.6	K	10.85
Water holding capacity (%dw basis)	117.8±6.5	Al	13.74
pH	9.7	Si	41.30
Color	Light to dark brown	Fe	14.46
		Ti	2.78

ที่มา: ข้อมูลจาก Kang *et al.* (2007)

เวอร์มิคูไลท์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ เช่น เป็นฉนวนกันความร้อนในการสร้างอาคาร ผนังกันไฟ พื้นคอนกรีต งานเหล็กและกระจก เป็นต้น ทางด้านการเกษตร เวอร์มิคูไลท์ถูกนำใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตร และในทางพืชสวนนิยมใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับการปักชำ การปลูกพืชกระถางหรือการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน เนื่องจากเวอร์มิคูไลท์มีความคงทนสูง น้ำหนักเบา สะอาด ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นพิษและปราศจากเชื้อโรค นอกจากนี้เวอร์มิคูไลท์ยังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงการระบายอากาศของดินได้เป็นอย่างดี โดยที่ยังคงรักษาความชื้นและธาตุอาหารไว้ได้ จึงช่วยให้การปักชำหรือการเพาะเมล็ดพันธุ์เร็วขึ้น และ ยัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย (The Vermiculite Association, 2008) สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์นั้น มีการนำเวอร์มิคูไลท์มาใช้เป็นวัสดุพอก ในพืชหลายชนิด อาทิเช่น ในการพอกเมล็ดพันธุ์งา (Ryu *et al*., 2006) เมล็ดพันธุ์แครอท (Kang *et al*., 2007) และเมล็ดพันธุ์ *Rehmannia glutinosa* (Yoon *et al*., 2001) เป็นต้น

2.6.3 เพอร์ไลท์

เพอร์ไลท์เป็นผลิตผลที่ได้จากการ เผาหินภูเขาไฟเนื้อแก้วที่อุณหภูมิที่เหมาะสมในระยะเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งขยายตัวออกไปได้ตั้งแต่ 4-20 เท่าของปริมาตรเดิม ทำให้เปลี่ยนสภาพเป็นสารที่มีน้ำหนักเบา มีความพรุนสูง และมีลักษณะคล้ายหินพัมมิส เรียกว่า เพอร์ไลท์ มีส่วนประกอบของออกไซด์ของธาตุซิลิกาค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 70 หรือมากกว่า มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 2-5 ไม่ค่อยทำปฏิกริยาทางเคมีกับสารเคมีอื่นๆ จัดอยู่ในจำพวกสารเฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี (สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน : 2551) ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของเพอร์ไลท์ในรูปของออกไซด์ของธาตุต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของเพอร์ไลท์

Physical properties		**Element**	**weight %**
Specific Gravity	2.2-2.4	Mg	0.2
Bulk Density (kg/m^3)	0.032-0.4	Ca	0.6
Thermal Conductivity (W/mK)	0.04-0.06	K	3.7
Water holding capacity (% dw basis)	200-600	Al	7.2
Moisture Content	< 1.0 %	Si	33.8
pH	6.5-8.0	Fe	0.6
Color	White	Na	3.4

ที่มา: ข้อมูลจาก Perlite Institute, Inc. (2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพอร์ไลท์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของเพอร์ไลท์ ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในงานด้านก่อสร้างเพื่อประโยชน์ในการลดน้ำหนักของสิ่งก่อสร้าง เป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความเย็น และยังสามารถเป็นผนังป้องกันเสียงได้ สำหรับทางด้านการเกษตรเพอร์ไลท์ถูกนำมาใช้ในการปรับสภาพดิน เนื่องจากเพอร์ไลท์มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับที่ดี สามารถกักเก็บความชื้นไว้ได้ดีกว่าดินทรายถึง 4 เท่า ทำให้รักษาความสมดุลระหว่างปริมาณน้ำและอากาศในดินไว้ได้ และช่วยป้องกันไม่ให้ดินแห้งจนเกินไป และ

เพอร์ไลท์มีความพรุนสูง ซึ่งมากกว่าดินเหนียวทั่วไปถึง 5 เท่า ทำให้มีปริมาณของก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้คุณสมบัติของความเป็นฉนวนยังช่วยรักษาอุณหภูมิของดินไม่ให้เปลี่ยนแปลงมาก (สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน : 2551) ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ผู้วิจัยคัดเลือกเพอร์ไลท์มาใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์เนื่องจาก วัสดุที่มีความพรุนสูง จะส่งผลดีต่อเมล็ดพันธุ์เนื่องจากไม่เป็นอุปสรรคต่อการงอก และในปัจจุบันยังไม่ค่อยมีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเพอร์ไลท์มาใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ จึงเป็นที่น่าสนใจ อย่างยิ่งในการ นำวัสดุชนิดนี้มาศึกษาในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

จะเห็นได้ว่าวัสดุทั้ง 3 ชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะเปรียบเทียบศักยภาพในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานของวัสดุเหล่านี้ โดย ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุพอกและหาความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการพอก ซึ่งลักษณะทางกายภาพของวัสดุพอกที่ทำการศึกษา ได้แก่ การกระจายอนุภาค (particle-size distribution) และความสามารถในการกักเก็บน้ำ ของวัสดุพอก (water retention) ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองนี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นในการงอกของเมล็ดพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved