

อิทธิพลของระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวโพด^{1/}

Influence of Different Physiological Maturity Stages on Seed Quality of Maize^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวจุฑารัตน์ พวงแก้ว^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.อนนท์ จันทร์เกตุ^{3/}

บทคัดย่อ

ระยะการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ต่างกัน ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในช่วงอายุที่เหมาะสมที่สุด เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ได้มาซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการของเมล็ดข้าวโพดสายพันธุ์อินเบรต พบว่าความกว้าง และความยาวเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 18-34 วัน และลดลงในช่วง 34-42 วัน แต่ความหนาของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พัฒนาการของเมล็ดข้าวโพดจากวันผสมถึงวันเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ส่งผลต่อความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความชื้น และน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 30 วัน หลังการผสมเกสร ซึ่งเป็นระยะพัฒนาการที่ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีมีความแข็งแรง และเป็นช่วงที่เมล็ดสามารถสะสมน้ำหนักแห้งได้ค่อนข้างสมบูรณ์ ทั้งนี้ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในช่วงประมาณ 50-62 วันหลังผสมเกสรขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เนื่องจากในระยะดังกล่าว ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกที่ดี มีแข็งแรงสูง และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด

คำสำคัญ: การสุกแก่ทางสรีรวิทยา, คุณภาพเมล็ดพันธุ์, พัฒนาการของเมล็ด, เมล็ดพันธุ์

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาทางพืชไร่

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ข้าวโพด (corn หรือ maize) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามของโลก รองจากข้าว สาลี และข้าว มีการใช้ประโยชน์ทั้งเป็นอาหารมนุษย์ และอาหารสัตว์ ข้าวโพดมีการผลิตโดยทั่วไปอยู่ในเขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อนชื้น และพื้นที่ราบเขตร้อน สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมค่อนข้างกว้าง (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) ในประเทศไทยปี 2565 มีเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ 6.89 ล้านไร่ และมีแนวโน้มที่จะมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น เนื่องจากราคาข้าวโพดได้ปรับตัวเพิ่ม ทำให้เกษตรกรส่วนหนึ่งมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) นอกจากนี้แป้งในเมล็ดข้าวโพดสามารถใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องได้อีกหลายชนิด จึงจัดว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายประเทศ (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

เมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดที่ใช้ในการเพาะปลูกมี 2 ประเภทคือ เมล็ดพันธุ์ผสมเปิด และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม เมล็ดพันธุ์ผสมเปิดเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดแบบผสมเปิดที่บางครั้งอาจเป็นเมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้เก็บไว้ทำพันธุ์เอง ขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม เป็นเมล็ดพันธุ์ที่เกิดจากนักปรับปรุงพันธุ์ได้สร้างสายพันธุ์แท้ (Inbred line) ขึ้นมา และดำเนินการหา คู่ผสมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม (Hybrid) ที่ให้ผลผลิตที่ดี และเพื่อจำหน่ายสำหรับการเพาะปลูก การผลิตเมล็ดพันธุ์นอกจากต้องการผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในปริมาณมากแล้ว เมล็ดพันธุ์นั้นยังต้องมีคุณภาพสูง กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ดี และมีการงอกที่สม่ำเสมอทั้งในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดี และจำนวนประชากรต่อพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ซึ่งช่วยลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ และนำไปสู่การได้รับผลตอบแทนของเกษตรกรที่เพิ่มมากขึ้น (บุญมี, 2552) ดังนั้นการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญสำหรับผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในช่วงอายุที่เหมาะสมที่สุด เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ได้มาซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เนื่องจากการเก็บเกี่ยวเร็วหรือช้าเกินไปจะส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ในบางกรณี เช่นสภาพฟ้าอากาศที่ไม่เหมาะสม ทำให้การเก็บเมล็ดพันธุ์ต้องยืดหยุ่นในช่วงเวลาการเก็บ เพราะฉะนั้นระยะเวลาการสุกแก่ทางสรีรวิทยาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับการพิจารณา (Macrobert et al., 2014) งานสัมมนานี้จึงได้รวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวโพด

1. ข้าวโพด และความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ข้าวโพด (Maize หรือ Corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. เป็นธัญพืชที่ใช้ประโยชน์เป็นอาหารของมนุษย์มาตั้งแต่ก่อนที่คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส จะค้นพบทวีปอเมริกาในปี พ.ศ. 2035 หลังจากนั้นข้าวโพดได้แพร่กระจายเข้าไปในทวีปยุโรป เอเชีย และแอฟริกา ในบรรดาพืชอาหารที่ใช้เมล็ดด้วยกัน ข้าวโพดจัดว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากข้าวสาลีและข้าว ข้าวโพดมีการเพาะปลูกได้อย่างกว้างขวางทั้งในเขตอากาศอบอุ่น (temperate) เขตอากาศกึ่งร้อนชื้น (subtropic) และพื้นที่ราบเขตร้อน (lowland tropic) ซึ่งจัดเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมที่กว้างขวาง ตั้งแต่เขตละติจูด 55 องศาเหนือ ถึง 40 องศาใต้ เมล็ดของข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ใช้เป็นอาหารหลักของมนุษย์ในหลายๆ ประเทศ ได้แก่ เม็กซิโก สเปน อิตาลี โปรตุเกส แอฟริกาใต้ อินเดีย อินโดนีเซีย ฯลฯ ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพดสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรม แป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีกหลายชนิด รวมทั้งส่วนต้นของข้าวโพดยังสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ (forage crop) ได้แก่ เป็นหญ้าสด (fodder) หญ้าแห้ง (hay) และหญ้าหมักข้าวโพด (silage) อีกด้วย (ราเชนทร์, ม.ป.ป.)

2. การจำแนกชนิดของข้าวโพด

ราเชนทร์ (ม.ป.ป.) ได้จำแนกชนิดของข้าวโพดตามลักษณะของเมล็ดไว้ดังนี้

2.1 ข้าวโพดป้า (Pod corn)

เป็นข้าวโพดชนิดเก่าแก่ พบว่า มีปลูกในแถบอเมริกากลางและใต้ ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของข้าวโพด เมล็ดทุกเมล็ดบนฝักจะมีเปลือกที่หุ้มเมล็ดอย่างมิดชิดเหมือนกับเมล็ดหญ้าและยังมีกาบหุ้มฝัก (husk) หุ้มอีกชั้นหนึ่ง เมล็ดภายในเปลือกมีสีต่างๆหรือเป็นลาย pod corn ถูกควบคุมโดย gene “Tu” จัดอยู่ใน sub-species *tunicata*

2.2 ข้าวโพดคั่ว (Pop corn)

เป็นข้าวโพดที่มีแป้งแข็งอัดกันอย่างแน่นมาก มีแป้งอ่อนอยู่น้อย มักจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา มีรูปร่างลักษณะของเมล็ดอยู่ 2 พวก คือ rice pop corn เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาวแหลมคล้ายเมล็ดข้าวและ pearl pop corn ที่เมล็ดลักษณะกลมเมื่อเมล็ดได้รับความร้อนจะมีการสร้างความดัน (pressure) ขึ้นภายในเมล็ด และระเบิดออกมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 25-30 เท่า ข้าวโพดคั่วจัดอยู่ใน sub-species *everta*

2.3 ข้าวโพดหัวแข็ง (Flint corn)

เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะหัวแข็ง ด้านบนของเมล็ดมีแป้งแข็งเป็นองค์ประกอบทำให้หัว (crown) ของเมล็ดมีลักษณะเรียบ ส่วนแป้งอ่อนจะอยู่ภายในตรงกลางหรือไม่มีเลย เมื่อเมล็ด

แข็งตัวจะไม่มีรอยบุบจึงเรียกว่าข้าวโพดหัวแข็ง flint corn ถูกควบคุมโดย gene “Fl” จัดอยู่ใน sub species indurata มีสีต่างๆ ได้แก่ เหลือง เหลืองส้ม ขาว และดำ เป็นต้น

2.4 ข้าวโพดหัวบุบ (Dent corn)

เป็นข้าวโพดที่มีส่วนของแป้งอ่อนอยู่ด้านบน ของเมล็ดส่วนแป้งแข็งจะอยู่ด้านล่าง และด้านข้าง เมื่อข้าวโพดแก่จะมีการสูญเสียความชื้นของเมล็ด ทำให้แป้งอ่อนหดตัว ด้านบนของเมล็ดจึงเกิดรอยบุบ ข้าวโพดชนิดนี้จึงถูกเรียกว่าข้าวโพดหัวบุบ มีหลายสีเช่นเดียวกับข้าวโพดหัวแข็ง dent corn จัดอยู่ใน sub species indentata

2.5 ข้าวโพดแป้งอ่อน (Flour corn)

เป็นข้าวโพดที่เมล็ดมีแป้งอ่อนเป็นองค์ประกอบเกือบทั้งหมด มีส่วนแป้งแข็งเป็นชั้นบางๆ ข้างในเมล็ด เมื่อข้าวโพดแก่การหดตัวของแป้งในเมล็ดจะเท่า ๆ กันโดยรอบ จึงคงรูปร่างเหมือนข้าวโพดหัวแข็ง แต่มีลักษณะทึบแสง (opaque) flour corn ถูกควบคุมโดย recessive gene “Fl” จัดอยู่ใน sub species amylacea

2.6 ข้าวโพดหวาน (Sweet corn)

เป็นข้าวโพดที่ส่วนน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนไปเป็นแป้งไม่สมบูรณ์ ทำให้ก่อนสุกแก่มีความหวานกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ และเมื่อแก่จะมีลักษณะเหี่ยวยุบ sweet corn ถูกควบคุมโดยคู่ของ recessive gene ที่แตกต่างกันหลายกลุ่ม ได้แก่ sugary “su” ข้าวโพดชนิดนี้เมล็ดจะใส ส่วนข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน gene shrunken 2 “sh2” และ brittle gene “bt” เมล็ดจะมีลักษณะขุ่น sweet corn จัดอยู่ใน sub species saccharate

2.7 ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn)

เป็นข้าวโพดที่แป้งภายในเมล็ดเป็นชนิดแป้งอ่อนแต่มีความเหนียว เนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น amylopectin ที่โมเลกุลจับกันเป็นแบบ branch chain โดยมีสัดส่วนของแป้งชนิด amylopectin ต่อ amylose ประมาณร้อยละ 73:27 waxy corn ถูกควบคุมโดย gene “wx” จัดอยู่ใน sub species ceratina

3. การจำแนกกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามแบบสากล

ปัญญา พุกสุน. (ม.ป.ป.) ได้อธิบายการพัฒนาของข้าวโพด ตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวจะปรากฏให้เห็นถึงการเพิ่มจำนวนใบ การเพิ่มจำนวนราก การออกดอก การพัฒนาของเมล็ด และการสุกแก่ ซึ่งสามารถจำแนกกระยะการเจริญเติบโตอย่างกว้างๆ ดังนี้

3.1 การเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative, V)

ระยะ VE (ระยะการงอกและเริ่มเจริญเติบโต - germination and emergence) เป็นระยะที่เริ่มต้นจากเมล็ดดูดความชื้นและพองตัวเริ่มกระบวนการงอก โดยราก (radicle) เริ่มยืดตัวแล้วตามด้วยการยืดตัวของต้นอ่อน (plumule) ที่อยู่ภายใต้การหุ้มของ coleoptile ต่อมารากข้าง (lateral seminal root) ที่เกิดจาก embryonic axis ปรากฏให้เห็น ส่วนของ mesocotyl (ปล้องแรก) ยึดตัวผลักดันให้ coleoptile โผล่พ้นผิวดินซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน หลังจากนั้น mesocotyl จะหยุดการยืดตัว ส่วนจุดเจริญ (growing point) ยังคงอยู่ในระดับความลึก 2.5-3.8 เซนติเมตรใต้ผิวดิน ในระยะนี้ใบจริงจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันพบว่า ในระยะ VE จะมีรากถาวรชุดแรกเริ่มยืดตัวออกจาก coleoptilar node ด้วย

ระยะ V1-V5 เป็นระยะที่ปรากฏใบทางสมบูรณ์สลับข้างซ้ายและขวา จาก 1 ใบถึง 5 ใบ จุดเจริญยังคงอยู่ที่ระดับผิวดิน แต่ส่วนลำต้นข้าวโพดเริ่มมีการยืดตัว รากถาวร (adventitious root) มีการขยายตัวเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่วนรากข้างได้สลายตัวไปหรือหยุดเจริญเติบโตแล้ว ในระยะนี้ใบทั้งหมดและตาดอกที่จะพัฒนาเป็นฝัก เริ่มกำเนิดขึ้นจนถึงระยะ V5 ที่ตาดอกตัวเมียและช่อดอกตัวผู้กำเนิดโดยสมบูรณ์ ส่วนของจุดเจริญยืดตัวโผล่พ้นระดับผิวดินประมาณ 20 เซนติเมตร

ระยะ V6-V9 เป็นระยะที่ใบทางสมบูรณ์ จากใบที่ 6 ถึงใบที่ 9 จุดเจริญและช่อดอกตัวผู้อยู่เหนือระดับดินและลำต้นมีการยืดตัว ในขณะเดียวกันระบบรากมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และปรากฏรากจากข้อล่าง ๆ ของลำต้นด้วย ในระยะนี้จะมีการกำเนิดฝัก หรือ tiller นั้น มักจะไม่พัฒนาให้ปรากฏเห็น นอกจากจะมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินและระยะปลูก จนถึงระยะ V8 จะปรากฏว่าใบล่าง ๆ 2-3 ใบเริ่มร่วงและแห้งตาย ส่วนในระยะ V9 พบว่าปรากฏมีฝักข้าวโพดที่พัฒนามาจากตาข้างลำต้นได้หลายฝัก แต่จะมี 1-2 ฝัก บนที่สามารถพัฒนาได้อย่างสมบูรณ์ ในระยะนี้ลำต้นมีการยืดตัวและช่อดอกตัวผู้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว

ระยะ V10-V15 เป็นระยะที่ใบทางสมบูรณ์ นอกใบที่ 10 ถึงใบที่ 15 การเกิดใบใหม่แต่ละใบใช้เวลาเร็วขึ้น ฝักของข้าวโพดเริ่มปรากฏให้เห็นชัด มีจำนวนแถวบนฝักที่ชัดเจน แต่จำนวนของดอกตัวเมียของแต่ละแถว ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ข้าวโพดจะมีอายุอีก 10-12 วัน ถึงระยะออกไหมเป็นระยะสำคัญสำหรับการให้ผลผลิตของข้าวโพด ใบที่เกิดใหม่ใช้เวลาเพียง 1-2 วันต่อใบ ฝักบนเริ่มเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและไหมเริ่มเจริญขึ้น

ระยะ V16 - VT เป็นระยะที่ปรากฏฝักภายในกาบใบ จนถึงระยะปรากฏช่อดอกตัวผู้ (VT) ไหมของข้าวโพดเริ่มมีการยืดตัว โดยไหมส่วนโคนฝักจะมีการยืดตัวก่อน ส่วนไหมบริเวณปลายฝักจะยืดตัวเป็นขั้นสุดท้าย ในระยะนี้จะพบว่าข้าวโพดมีรากอากาศ (brace root) เกิดขึ้นที่บริเวณข้อโคนต้น รากดังกล่าวจะช่วยในการหาน้ำและธาตุอาหาร รวมทั้งช่วยยึดเหนี่ยวลำต้นด้วย ส่วนในระยะ

VT เป็นระยะที่ข้าวโพดมีความสูงมากที่สุด ก้านสุดท้ายของช่อดอกตัวผู้ปรากฏให้เห็นและเริ่มโปรยละอองเกสร โดยทั่วไปการโปรยละอองเกสรจะเกิดขึ้นในช่วงสายๆ จนถึงช่วงก่อนค่ำ ในระยะนี้ไหมยังไม่โผล่พ้นกาบหุ้มฝัก (ปัญญา พุกสุน. ม.ป.ป.)

3.2 ระยะการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ (reproductive, R)

ระยะ R1 (ระยะออกไหม - silking) เป็นระยะที่ไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก โดยมีการยืดตัววันละประมาณ 2.5-3.8 ซม. และเริ่มมีการผสมเกสร ละอองเกสรตัวผู้จะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมงในการงอก tube ลงสู่ส่วน ovule ของดอกตัวเมีย โดยทั่วไปการผสมเกสรจะใช้เวลา 23 วัน จนไหมผสมหมด ในระยะ R1 นี้ ovule หรือ kernel จะพัฒนาโดยสมบูรณ์รอบๆ ฝัก แต่ยังไม่ปรากฏ embryo ในเมล็ด ก้านฝักและกาบหุ้มฝักเจริญโดยสมบูรณ์

ระยะ R2 (ระยะเมล็ดเจริญ - blister) เป็นระยะที่ฝักเจริญเติบโตเกือบเต็มที่ ไหมของข้าวโพดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเข้มและเหนียว เมล็ดได้รับการผสมแล้วเริ่มพองตัว เมล็ดเริ่มมีน้ำเกิดขึ้นภายใน มี embryo เล็กๆ แต่ยังมีการพัฒนาตัวอย่างช้าๆ โดยเริ่มมีการพัฒนา radicle, coleoptile และ embryonic leaf

ระยะ R3 (ระยะน้ำนม - milky) เป็นระยะที่ไหมเริ่มแห้งเป็นสีน้ำตาล เมล็ดบนฝักปรากฏเป็นสีเหลือง นับได้ 18-22 วันหลังวันออกไหม ภายในเมล็ดเป็นน้ำนมสีขาวเนื่องจากการสะสมแป้ง ในระยะนี้ embryo ของเมล็ดเริ่มเจริญอย่างรวดเร็วและปรากฏให้เห็นชัดเจนทางด้านตัดขวาง

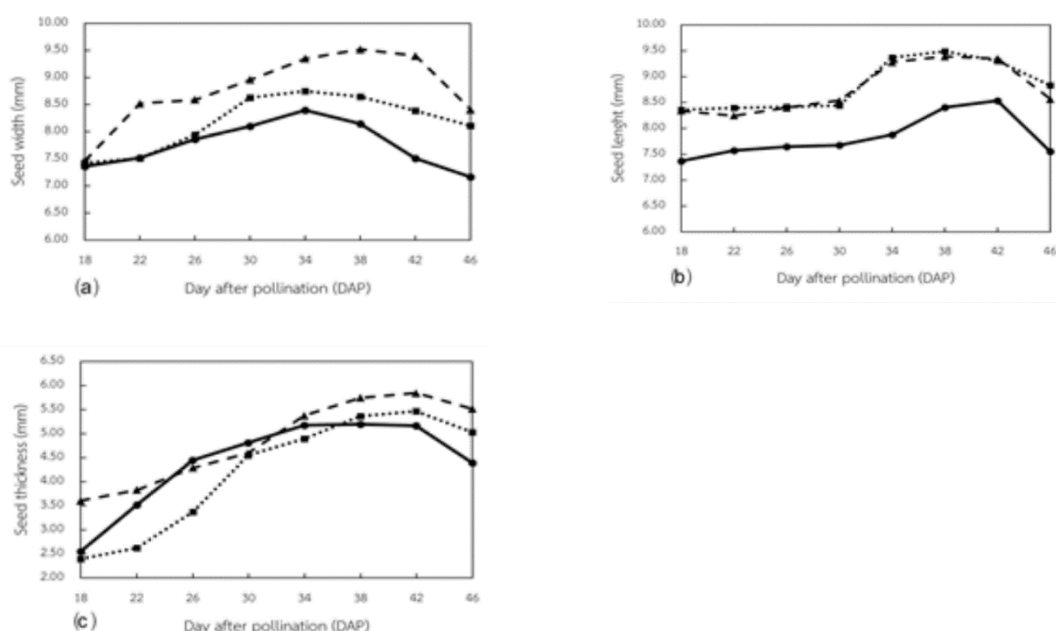
ระยะ R4 (ระยะแป้งอ่อน - dough) เป็นระยะที่ภายในเมล็ดเป็นแป้ง นับได้ 24-28 วัน หลังออกไหม ในระยะนี้ embryo เริ่มขยายใหญ่มากขึ้น และมีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของขนาดเมล็ด และ embryonic leaf ปรากฏแล้ว 4 ใบ

ระยะ R5 (ระยะแป้งแข็ง - dent) เป็นระยะที่แป้งหดตัว นับได้ 35-42 วัน หลังออกไหมในระยะนี้ embryonic leaf ใบที่ 5 และใบสุดท้าย รวมทั้ง seminal root เริ่มปรากฏในส่วน of embryo เมล็ดเริ่มจะแห้ง

ระยะ R6 (ระยะสุกแก่ทางสรีระ - physiological maturity) เป็นระยะที่นับได้ตั้งแต่ 45 วัน หลังวันออกไหม เป็นระยะที่ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด แป้งแข็งตัวโดยสมบูรณ์ และเกิดขึ้นเนื้อเยื่อสีดำ (black layer) ที่ส่วนโคนของเมล็ด เมล็ดหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มมีการสูญเสียความชื้น (ราเชนทร์ ม.ป.ป.)

4. ผลของระยะพัฒนาการต่อขนาดเมล็ดพันธุ์

วริษา และคณะ (2564) ได้ศึกษาพัฒนาการของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์อินเบรต 3 สายพันธุ์ ที่อายุต่างๆหลังการผสมต่างกัน พบว่า อายุเก็บเกี่ยวมีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาขนาดเมล็ดพบว่า เมล็ดข้าวโพดสายพันธุ์อินเบรตทั้ง 3 สายพันธุ์ มีความกว้างเมล็ด และความยาวเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 18-34 วัน และลดลงอย่างช้าๆ ในช่วง 34-42 วัน ขณะที่ความหนาของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สร้างเมล็ดจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ทั้งนี้พบว่าความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด มีค่าสูงสุดที่ 34 38 และ 42 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



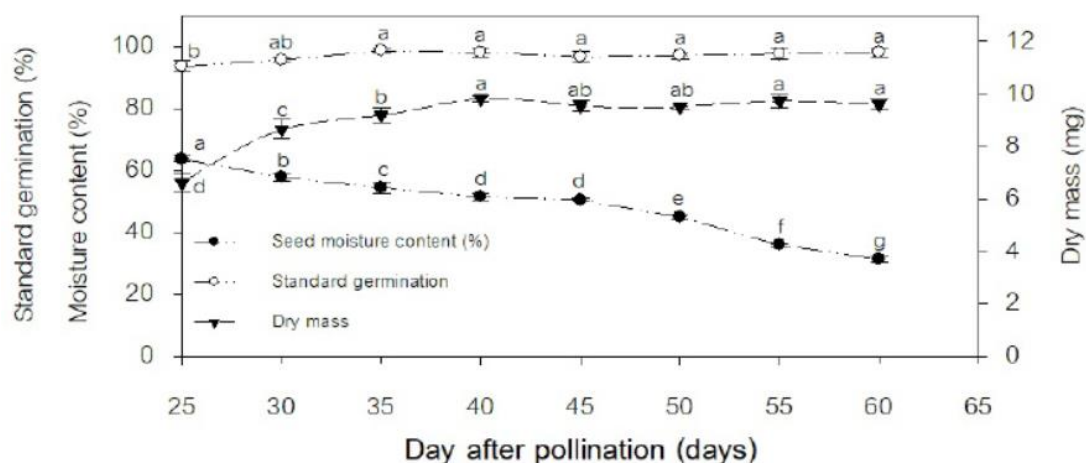
ที่มา: วริษา และคณะ (2564)

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของความกว้างเมล็ด(a) ความยาวเมล็ด(b) ความหนาของเมล็ด(c) ที่อายุเมล็ดพันธุ์หลังการผสมต่างกัน

5. ผลของระยะพัฒนาการต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์

ธวัชชัย และคณะ (2562) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเมล็ด และการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในช่วงระยะพัฒนาการของเมล็ดต่างกัน โดยจะเก็บเมล็ดข้าวโพดที่อายุ 25 30 35 40 45 50 55 และ 60 วันหลังการผสมเกสร พบว่า ระยะพัฒนาการของเมล็ด ทำให้มีเปอร์เซ็นต์

ความชื้นของเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบว่าความชื้นภายในเมล็ดจาก 63.6 % ที่ 25 DAP ลดลงเหลือ 31.2 % ที่ 60 วันหลังการผสม สำหรับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้ง พบว่ามีการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นจาก 6.61 กรัม เป็น 9.82 กรัม ในช่วงพัฒนาการที่ 25 จนถึง 40 วัน หลังการผสม ทั้งนี้หลังจากเมล็ดข้าวโพดมีอายุ 45 วันหลังผสม พบว่าน้ำหนักแห้งไม่มีการเพิ่มสูงขึ้น และคงที่จนถึง 60 วัน (ภาพที่ 2) สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาของเมล็ดหลังได้รับการผสมเกสร จำเป็นต้องรักษาความชื้นภายในเมล็ด เพื่อให้เกิดกิจกรรมทางสรีรวิทยาต่างๆ ที่มีผลต่อการพัฒนา ของต้นอ่อน กิจกรรมการสะสมอาหาร และการพัฒนาของเปลือกหุ้มเมล็ด อย่างไรก็ตามการลดลง ของความชื้นภายในเมล็ดจะเปลี่ยนไปตามปัจจัยสภาพแวดล้อมในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น



ที่มา: ธวัชชัย และคณะ (2562)

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลแห้งความงอกมาตรฐานและความชื้นเมล็ดข้าวโพดระหว่างการ พัฒนาเมล็ด (25 30 35 40 45 50 55 และ 60 วัน)

ธวัชชัย และคณะ (2562) ได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของเมล็ด ได้แก่ การ เร่งอายุ ดัชนีความงอก อัตราการเติบโตของต้นกล้า การนำไฟฟ้าในข้าวโพดระหว่างการพัฒนาเมล็ด เมื่ออายุเมล็ดพันธุ์หลังผสมต่างกันที่อายุ 25-60 วันหลังการผสม พบว่า เมล็ดข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวจาก ช่วงระยะพัฒนาการต่างกัน เมื่อผ่านการเร่งอายุแล้วมีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความ งอกหลังผ่านการเร่งอายุอยู่ระหว่าง 85.0% ถึง 89.5% ซึ่งให้เห็นว่า ในระยะหลังการผสมเกสรที่ 25 วันเป็นต้นไป เมล็ดของข้าวโพดมีการพัฒนาต้นอ่อน และการสะสมอาหารในเมล็ดค่อนข้างสมบูรณ์

การประเมินดัชนีการงอกของเมล็ด พบว่าการเก็บเกี่ยวจากช่วงระยะเวลาต่างกัน ทำให้ ความเร็วในการงอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยความเร็วในการ

งอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 9.35 ต้นต่อวัน ที่ระยะพัฒนาการ 25 วัน เป็น 12.38 ต้นต่อวัน ที่ระยะ 35 DAP จากนั้นค่อนข้างคงที่จนถึงที่ระยะ 60 วัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยระยะพัฒนาการที่ 25 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่ำสุดที่ 49.51 มิลลิกรัมต่อต้น ต่างจากระยะพัฒนาการที่ 40 วัน ที่เพิ่มขึ้นเป็น 62.82 มิลลิกรัมต่อต้น และในระยะพัฒนาการที่ 45 วัน อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้ลดลงและค่อนข้างคงที่จนถึงระยะสุดท้ายของการศึกษาที่ 60 วัน จากผลการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดทั้งสองวิธีที่กล่าวมานั้น สังเกตได้ว่าพบว่าในระยะพัฒนาการของเมล็ดที่ 25 วัน เมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวมีความแข็งแรงต่ำกว่าทุกระยะพัฒนาการอย่างชัดเจน ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเสื่อมสภาพของผนังเซลล์ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าในแต่ละระยะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในระยะพัฒนาการที่ 25 วัน ค่าอยู่ที่ $0.0191 \mu S^{-1} cm^{-1} g^{-1}$ seed โดยมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าทุกระยะพัฒนาการของเมล็ด แต่มีค่าต่ำสุดในช่วง 40 และ 45 วัน มีค่าอยู่ที่ 0.0073 และ $0.0075 \mu S^{-1} cm^{-1} g^{-1}$ seed ตามลำดับ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากระยะที่ 45 วัน เริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานในข้าวโพด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของเมล็ด เช่น การเร่งอายุ ดัชนีความงอก อัตราการเติบโตของต้นกล้า การนำไฟฟ้าในข้าวโพดระหว่างการพัฒนาเมล็ด

Day after pollination (days)	Accelerated aging (%)	Germination Index	Seedling growth rate (mg/plant)	Electrical conductivity ($\mu S/cm/g$)
25	85.0 $\pm$ 2.6	9.35 $\pm$ 0.2 d	49.51 $\pm$ 0.7 e	0.0191 $\pm$ 0.001 a
30	87.5 $\pm$ 1.0	11.94 $\pm$ 0.1 c	52.18 $\pm$ 1.3 d	0.0143 $\pm$ 0.001 b
35	86.5 $\pm$ 3.4	12.38 $\pm$ 0.3 a	50.89 $\pm$ 1.6 de	0.0109 $\pm$ 0.002 c
40	89.5 $\pm$ 3.8	12.25 $\pm$ 0.2 ab	62.82 $\pm$ 1.5 a	0.0073 $\pm$ 0.001 e
45	86.5 $\pm$ 1.0	12.06 $\pm$ 0.2 bc	54.61 $\pm$ 1.4 c	0.0075 $\pm$ 0.001 e
50	87.5 $\pm$ 1.0	12.14 $\pm$ 0.1 abc	54.64 $\pm$ 0.6 c	0.0083 $\pm$ 0.002 de
55	86.0 $\pm$ 1.8	12.19 $\pm$ 0.2 abc	55.87 $\pm$ 1.3 c	0.0091 $\pm$ 0.001 cde
60	86.5 $\pm$ 3.0	12.25 $\pm$ 0.2 ab	58.50 $\pm$ 1.2 b	0.0104 $\pm$ 0.000 cd
Min	85.0	9.4	49.5	0.0073
Max	89.5	12.4	62.8	0.0191
Mean	86.9	11.8	54.9	0.0109
F-test	ns	**	**	**
C.V.%	3.0	1.7	2.3	8.7

ที่มา: ธวัชชัย และคณะ (2562)

Konuskan et al.(2021) ทำการทดสอบอิทธิพลของวันเก็บเกี่ยวที่ต่างกันตั้งแต่ 30-62 วัน หลังการเก็บเกี่ยวต่ออัตราการงอก และดัชนีการงอกของข้าวโพด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Dekalp6589 Cadiz และ Bolson พบว่าข้าวโพดสายพันธุ์ Bolson มีอัตราการงอกและดัชนีการงอกดีที่สุดที่ 46 50 54 58 และ 60 วัน หลังผสมเกสร รองลงมาข้าวโพดสายพันธุ์ Cadiz ที่มีอัตราการงอกดีที่สุด ใน 46 50 54 58 และ 60 วัน หลังผสมเกสร ทั้งนี้สำหรับดัชนีการงอกพบว่าข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์มีดัชนีการงอกที่ดีที่สุดที่อายุต่างกันเล็กน้อย ข้าวโพดพันธุ์ Dekalp6589 มีดัชนีการงอกที่ดีที่สุดที่อายุ 58-62 วันหลังการผสมเกสร พันธุ์ Cadiz มีดัชนีการงอกที่ดีที่สุดที่อายุ 54-62 วันหลังการผสมเกสร และ ข้าวโพดพันธุ์ Bolson มีดัชนีการงอกที่ดีที่สุดที่อายุ 50-62 วันหลังการผสมเกสร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลกระทบของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 3 สายพันธุ์ระหว่างระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่ออัตราส่วนความงอกและดัชนีการงอกของข้าวโพด

Harvest at following DAT	Germination ratio (%)			Germination index		
	Dekalp 6589	Cadiz	Bolson	Dekalp 6589	Cadiz	Bolson
30 th	87.2 c	83.5 cd	47.0 i	9.92 de	10.39 cd	4.66 i
34 th	75.0 ef	69.0 fg	52.0 i	8.93 fg	7.1 h	4.84 i
38 th	50.0 i	66.0 gh	62.0 h	4.75 i	7.15 h	6.73 h
42 th	83.5 cd	80.0 de	90.0 bc	8.21 g	8.57 g	9.83 d-f
46 th	84.0 cd	95.5 ab	95.0 ab	9.08 c-g	10.15 d	11.59 ab
50 th	97.5 a	94.5 ab	100 a	11.26 bc	11.12 bc	12.35 a
54 th	60.0 h	99.0 a	99.0 a	6.90 h	12.25 a	12.34 a
58 th	99.0 a	99.5 a	100 a	12.22 a	12.44 a	12.48 a
62 th	99.5 a	100 a	100 a	12.5 a	12.49 a	12.45 a
LSD (5%)	6.51			0.96		

ที่มา : Konuskan et al. (2021)

6. สรุป

ระยะการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ต่างกัน ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ เมื่อพิจารณาถึงพัฒนาการของเมล็ดข้าวโพดสายพันธุ์อินเบรต พบว่าความกว้างและความยาวเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 18-34 วัน และลดลงในช่วง 34-42 วัน แต่ความหนาของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พัฒนาการของเมล็ดข้าวโพดจากวันผสมถึงวันเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ส่งผลต่อความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความชื้น และน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 30 วัน หลังการผสมเกสร ซึ่งเป็นระยะพัฒนาการที่ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีมีความแข็งแรง ส่วนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอยู่ที่ 30-

40 วัน ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ไม่ควรน้อยกว่า 30 วันหลังผสมเกสร ทั้งนี้พบว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่อายุ 50-62 วันหลังผสมเกสร จะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกที่ดี มีแข็งแรงสูง และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร ข้าวโพด. แหล่งที่มา : http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/2filcrop_Requirement/02_Cor n. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2565
- ข้าวโพด. 2561. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แหล่งที่มา : <http://siweb1.dss.go.th/repack/fulltext/IR47. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 มกราคม 2566>
- ธวัชชัย ทองเฟื่อง, รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย, พลัง สุริหาร, บุญมี ศิริ, กมล เลิศรัตน์ และดนุพล เกษโธสง. 2562. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างการพัฒนาของเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว. แก่นเกษตร 47(1): 63-72
- บุญมี ศิริ. 2552. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- ปัญญา พุกสุน. ม.ป.ป. การผลิตข้าวโพดฝักสด. ศูนย์วิจัยพืชสวนกาญจนบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา : <http://lib.doa.go.th/multim/e-book/EB00547. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2565>
- ราเชนทร์ ถิรพร. ม.ป.ป. การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1-59.
- วริษา สุทธิลักษณ์, ก้องเกียรติ สุขสงค์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย และพรชัย หาระโคตร. 2564. การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างการพัฒนาในข้าวโพดหวานสายพันธุ์อินเบรตที่มียืนด้อยร่วม. แก่นเกษตร 49(1): 323-328
- Konuskan, O., Gozubenli, H., Barutcular, C., Hossain, A., Islam, M. S., El Sabagh, A. 2021. The effects of early harvesting on the seed vigour of three corn (*Zea mays* L.) hybrids based on germination characteristics. Applied Ecology and Environmental Research 19(2) : 1123-1134.