

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการของข้าวโพดหวานกับอุณหภูมิสะสม

ผลการศึกษาความต้องการอุณหภูมิสะสมสำหรับการพัฒนาการที่ระยะต่างๆ ของข้าวโพดหวาน พบว่า ความต้องการอุณหภูมิสะสมสำหรับการงอกพื้นดินของข้าวโพดหวานทั้งสามพันธุ์มีค่าเท่ากันในแต่ละฤดูปลูก โดยฤดูฝน อุณหภูมิสะสมสำหรับการงอกพื้นดินมีค่าเท่ากับ 89.2 degree-days ฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 87.1 degree-days แต่ใช้เวลาในการงอกพื้นดิน 5 วันในฤดูฝน และ 6 วันในฤดูหนาว ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในฤดูฝนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า ความแตกต่างกันเพียง 1 วันจึงไม่ทำให้อุณหภูมิสะสมแตกต่างกันมาก สอดคล้องกับ Maiti and Weshe-Ebeling (1998) ที่กล่าวว่าความต้องการอุณหภูมิสะสมเพื่อใช้ในการงอกของข้าวโพดจะมีค่าใกล้เคียงกันในทุกฤดูปลูก

ในการพยากรณ์การออกดอกโดยใช้จำนวนวันนั้นทำได้ยาก เพราะการออกดอกของข้าวโพดหวานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสะสมและความยาวแสง จากตาราง 3 จะเห็นว่า การออกดอกตัวผู้ระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาวแตกต่างกันประมาณ 30% ในทุกพันธุ์ แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสะสม ความแตกต่างจะเหลือประมาณ 3-3.6% สำหรับการออกดอกตัวผู้ และ 0.5-2.1% สำหรับการออกไหม (ตาราง 4) โดยพันธุ์ HIBRIX10 และพันธุ์ CABARET มีความแตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งถ้าอุณหภูมิสะสมนี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยด้านวันปลูก ก็จะทำให้ง่ายมากขึ้นในการประเมินวันออกไหม และค่อนข้างแม่นยำสำหรับสองพันธุ์นี้ โดย Daughtry *et al.* (1984) ศึกษาในข้าวโพดพันธุ์ Becks65X พบว่าการใช้อุณหภูมิสะสมในการทำนายวันออกไหมและวันเก็บเกี่ยวที่ระยะ black layer มีความแม่นยำมากกว่าการนับจำนวนวัน

การที่อุณหภูมิสะสมของข้าวโพดหวานปลูกในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าเป็นเพราะในเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันที่ต่ำกว่า (ภาพภาคผนวก 7 และ 8) และความยาววันที่สั้นกว่าฤดูฝน เมื่อนำอุณหภูมิดังกล่าวมาคำนวณอุณหภูมิสะสม ทำให้ได้ค่าของแต่ละวันน้อย จึงต้องใช้ระยะเวลาหรือจำนวนวันเพิ่มมากขึ้นเพื่อสะสมอุณหภูมิให้เพียงพอสำหรับการพัฒนาการแต่ละระยะ ส่งผลให้มีความแตกต่างกันของจำนวนวันเมื่อปลูกในฤดูที่แตกต่างกัน ซึ่งเฉลิมพล (2542) กล่าวว่า ถ้าระหว่างที่พืชนั้นขึ้นอยู่มีอากาศหนาวเย็นหรือมีอุณหภูมิต่ำ พืชจะใช้ระยะเวลานานขึ้น (ในการเจริญถึงระยะนั้นๆ) เพื่อสะสมอุณหภูมิให้ได้ตามที่กำหนด แสดงว่าอุณหภูมิที่เย็นลงมีอิทธิพลต่อเวลาการออกดอกมากกว่าความยาววันที่สั้น ซึ่งข้าวโพดหวานในฤดูหนาวต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นประมาณ 30% ถึง

ระยะออกดอกตัวผู้ และ 29% ถึงระยะออกใหม่ เพื่อที่จะได้ความสูงของต้น (ถึงข้อใบธง) ใกล้เคียงกับข้าวโพดหวานที่ปลูกในฤดูฝน (ตาราง 5)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

การที่ความสูงต้นและฝักมีค่าใกล้เคียงกันถึงแม้ว่าจะทำการปลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกัน Hesketh *et al.* (1969) ได้ให้เหตุผลว่าเป็นลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวโพดแต่ละพันธุ์ แต่หากการเจริญเติบโตถูกจำกัดโดยปัจจัยของน้ำและธาตุอาหาร จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของลักษณะดังกล่าว

การยืดเวลาการพัฒนาการของข้าวโพดหวานทำให้จำนวนใบในฤดูหนาวเพิ่มสูงขึ้น (ตาราง 5) จากการศึกษาของ Duncan and Hesketh (1968) พบว่าความแตกต่างของจำนวนใบในข้าวโพดภายใต้วันปลูกต่างกัน เกิดจากปัจจัยของอุณหภูมิและความยาววัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 27.3°C สูงกว่าในฤดูหนาวที่มีค่าเท่ากับ 22.2°C สำหรับความยาววันเฉลี่ยในฤดูฝนเท่ากับ 12.9 ชั่วโมงต่อวัน และฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 11.1 ชั่วโมงต่อวัน ผลการทดลองครั้งนี้ขัดแย้งกับรายงานบางรายงานเช่น Swiader *et al.* (1992) พบว่าข้าวโพดหวานเมื่อนำไปปลูกในเขตที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะมีการสร้างจำนวนใบมากกว่าในเขตที่มีอุณหภูมิหนาวเย็นกว่า และการศึกษาของ Chase and Nanda (1967) พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในรัฐ Florida ช่วงเดือนพฤศจิกายนมีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยกว่าข้าวโพดสายพันธุ์เดียวกันเมื่อปลูกในรัฐ Illinois ช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งมีความยาววันมากกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่า 5°C Hesketh *et al.* (1969) ทดลองปลูกข้าวโพดในโรงเรือนกระจก โดยการควบคุมอุณหภูมิและความยาววันที่ระดับต่างๆ พบว่าข้าวโพดที่เจริญเติบโตในอุณหภูมิ 30°C มีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าที่อุณหภูมิ 15°C 2.8 ใบ และเมื่อได้รับความยาววันลดลงจาก 16 ชั่วโมง/วัน เป็น 10 ชั่วโมง/วัน ในสภาพอุณหภูมิ 30°C และ 21°C ส่งผลให้จำนวนใบเฉลี่ยมีค่าลดลง 2.6 และ 1.8 ใบ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่อุ่นกว่าและความยาววันที่ยาวกว่า ข้าวโพดจะมีจำนวนใบสูงกว่า ความขัดแย้งกันของผลการทดลองเป็นเพราะว่าอุณหภูมิกกลางวันไม่ต่ำมาก ส่วนอุณหภูมิกกลางคืนต่ำทำให้ไม่สูญเสียพลังงานมากจากการหายใจ และชั่วโมงแสงจริงๆ ในวันปลูกฤดูหนาวอาจจะยาวและมีความเข้มแสงไม่น้อยกว่าฤดูฝนเท่าไรนัก การที่ข้าวโพดหวานในฤดูหนาวมีระยะเวลาในการสะสมอาหารนานกว่า ทำให้สามารถสร้างจำนวนใบเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถช่วยเพิ่มพื้นที่สร้างอาหารมากขึ้น ซึ่งจะเห็นจากภาพ 2 ว่า น้ำหนักแห้งในฤดูหนาวใกล้เคียงหรือน้อยกว่าฤดูฝนเล็กน้อย

การที่ข้าวโพดหวานที่ปลูกในฤดูหนาวใช้เวลานานกว่าในการเจริญเติบโต ทำให้อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ย (RGR) ต่ำกว่าที่ปลูกในฤดูฝน (ตาราง 5) โดยการทดลองของ Coelho and Dale (1980) สรุปว่าในสภาพภูมิอากาศที่มีปริมาณแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ และความชื้นสูง ส่งผลให้ข้าวโพดมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ซึ่งอาจจะอธิบายผลที่ได้ในฤดูฝน

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต และความหวาน

จากแนวโน้มการเจริญเติบโตของน้ำหนักรากฝักสดหลังปลูกเปลือก ซึ่งในฤดูฝน พันธุ์ CABARET ได้หยุดที่ 18 วันหลังออกใหม่ พันธุ์ HIBRIX10 และพันธุ์ AT5S หยุดที่ 20 วันหลังออกใหม่ ส่วนในฤดูหนาว ทุกพันธุ์น้ำหนักรากฝักหยุดที่ประมาณ 22 วันหลังออกใหม่ (ภาพ 6 และตารางภาคผนวก 11) แต่วันสิ้นสุดการพัฒนารขององค์ประกอบผลผลิตไม่ตรงกันในบางกรณี จำนวนเมล็ดของทุกพันธุ์หยุดเพิ่มที่ 20 วันหลังออกใหม่ ในฤดูฝน และประมาณ 22 วันหลังออกใหม่ในฤดูหนาว (ตาราง 10 และภาพภาคผนวก 5) ขนาดเมล็ดของพันธุ์ HIBRIX10 ก็ยังไม่ชะลอตัว แต่ของอีกสองพันธุ์ช้าลงหลัง 20 วันหลังออกใหม่ นอกจากนั้นความยาวและความกว้างฝัก (หลังปลูกเปลือก) ก็เริ่มหยุดที่ 22 วันหลังออกใหม่ในทุกพันธุ์และทั้งสองฤดูปลูก (ภาพ 3 และ 4) ความไม่สอดคล้องกันระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตและขนาดของฝัก โดยเฉพาะพันธุ์ CABARET และผลที่ได้ในฤดูหนาวอาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของตัวอย่างและการวัด และความชื้นของเมล็ด (ตาราง 9 และภาพภาคผนวก 4) จำนวนเมล็ดเต็มไม่น่าเปลี่ยนแปลงหลัง 20 วันหลังออกใหม่ แต่ความกว้างฝักหลังปลูกเปลือกในฤดูหนาว (ตาราง 6 และภาพภาคผนวก 1) และความยาวยังไม่หยุดหลัง 20 วันหลังออกใหม่ (ตาราง 7 และภาพภาคผนวก 2) ซึ่งจะทำให้ขนาดของเมล็ดสามารถขยายตัวได้เล็กน้อย

ผลผลิตฝักสดหลังปลูกเปลือกในฤดูหนาวน้อยกว่าในฤดูฝนเพราะองค์ประกอบของผลผลิตลดลง (ภาพ 6) รวมถึงขนาดของฝักด้วย ซึ่งน่าจะเป็นอิทธิพลของอุณหภูมิที่ต่ำกว่า Swan *et al.* (1987) ได้รายงานว่าการพัฒนาการช้าของเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพอุณหภูมิต่ำ ทำให้เมล็ดมีความชื้นสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิสูง น้ำหนักของเมล็ดจึงลดลง แต่ในการทดลองนี้ ความชื้นเมล็ดไม่ได้ลดลง แต่เป็นขนาดของเมล็ดและจำนวนของเมล็ด นอกเหนือจากอิทธิพลของอุณหภูมิแล้ว Derby *et al.* (2004) ได้รายงานที่ปริมาณน้ำฝนก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวโพดถึงแม้ว่าจะทำการปลูกในพื้นที่ชลประทาน เพราะปริมาณฝนที่ตกลงมาสามารถลดสภาวะการขาดความชื้นในดิน (soil moisture deficits) และ Roygand *et al.* (2002) ยังกล่าวว่า ช่วยลดการเกิดความเครียดน้ำ (water stress) ที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวโพดได้ในพื้นที่ที่มีการให้น้ำโดยระบบชลประทาน สอดคล้องกับรายงานของ Norwood (2001) ว่าข้าวโพดจะถูกจำกัดผลผลิต หากในเขตพื้นที่ปลูกมีปริมาณน้ำฝนน้อย และมีอุณหภูมิสูง

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของความหวานของน้ำตาลและค่าความหวาน ในฤดูหนาว ข้าวโพดหวานทุกพันธุ์มีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 18-20 วันหลังออกไหม สำหรับค่าความหวาน (ภาพ 12) และส่วนประกอบบางตัว ที่สำคัญคือ reducing sugar และน้ำตาลซูโครส ซึ่งเมื่อรวมกันจะให้ความหวานมากที่สุดที่ วันที่ 18 และ 20 วันหลังออกไหม (ภาพ 8 และ 11) (ตารางภาคผนวก 13 และ 18) นอกจากนั้นเมื่อประเมินจากภาพเหล่านั้น วันที่ 17 และ 21 วันหลังออกไหมก็อาจถือว่าข้าวโพดหวาน น่าจะมีความหวานในระดับสูงด้วย ช่วงเวลาที่มีความหวานสูงสุดของพันธุ์ทั้งสามคล้ายกับที่เคยมีผู้รายงานคือ Furguson *et al.* (1979) รายงานว่าปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และฟรุกโตส มีค่าสูงสุดที่ 19 วันหลังผสมเกสร จากนั้นจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ไปจนถึงระยะที่ข้าวโพดหวานมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด และ Gonzales *et al.* (1976) ได้ทดลองในข้าวโพดหวานที่มีถิ่นต่างๆ ควบคุมพบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุดที่ประมาณ 18 วันหลังออกไหม

สำหรับในฤดูฝนไม่มีการวัดปริมาณน้ำตาลซูโครส การใช้ reducing sugar เพียงอย่างเดียวอาจสรุปช่วงเวลาที่เหมาะสมไม่แม่นยำ มีเพียงพันธุ์ HIBRIX10 เท่านั้นที่มีค่า reducing sugar สูงสุดที่ 18 วันหลังออกไหม สำหรับอีกสองพันธุ์มีค่าสูงสุดที่ก่อน 18 วันหลังออกไหม (ภาพ 8) ถ้าใช้ค่าความหวาน ก็จะสรุปผลได้ใกล้เคียงกับฤดูหนาว ดังเช่นงานของ สมิตรา และคณะ (2532) ศึกษาความหวานกับพันธุ์ ในฤดูฝนและฤดูแล้ง สรุปว่าค่าความหวาน (%obrix) อยู่ระหว่าง 14.6-16% ระหว่าง 16-22 วันหลังออกไหม ถ้าค่าความหวานที่ 14.4% เป็นค่าความหวานที่ผู้บริโภคได้รับได้ ข้าวโพดหวานพันธุ์ ATSS และพันธุ์ CABARET เท่านั้นที่สามารถเก็บได้ในช่วง 16-22 วันหลังออกไหมในฤดูฝนและฤดูหนาว อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวในวันที่ 16 วันหลังออกไหม ไม่น่าจะเหมาะสม เพราะขนาดของเมล็ดยังเล็กอยู่ น้ำหนักฝักก็ไม่ดีเท่าที่ควร ถ้าเก็บวันที่ 22 วันหลังออกไหมก็ไม่เหมาะสมในด้านกายภาพ เพราะความหวานจะลดต่ำเกินไปกว่าจะถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นช่วงที่ควรเก็บเกี่ยวคือ 18-21 วันหลังออกไหม