บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ข้าวโพดจัดอยู่ในวงศ์ Gramineae และ สกุล Zea มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zea mays ceratina* มีชื่อสามัญว่า Maize ข้าวโพดสามารถแยกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยอาศัยลักษณะภายนอกของเมล็ดและคุณสมบัติของแป้งใน endosperm ซึ่งสามารถแบ่งข้าวโพดได้ดังนี้ ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ (dent corn) ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง (flint corn) ข้าวโพดแป้ง (flour corn) ข้าวโพดหวาน (sweet corn) ข้าวโพดคั่ว (pop corn) ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) ข้าวโพดป่า (pod corn) (Robert, 1985)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ระบบรากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) ซึ่งประกอบด้วยราก ขั้นต้น(primary root) รากยึดเหนี่ยว (brace root) รากด้านข้าง (lateral root) และรากย่อย (root hair) แต่ไม่มีรากแก้ว(tap root) ปริมาณของรากข้าวโพดแต่ละต้นแต่ละพันธุ์จะมีมากน้อยต่างกันไป แล้วแต่ลักษณะพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมที่ข้าวโพดขึ้นอยู่ เมื่อเพาะเมล็ดข้าวโพดรากที่งอกออกมาก่อนนี้เป็นรากชั่วคราวหรือรากขึ้นต้น(seminal root) หลังจากนั้นรากถาวร (permanent root) ก็จะงอกขึ้นรอบ ๆ ปล้องด้านล่าง ซึ่งรากเหล่านี้จะพัฒนาไปเรื่อย ๆ จนถึงระยะหลังที่มีการออกดอกแล้ว

ลำต้นข้าวโพดมีลักษณะแข็ง มีความสูงตั้งแต่ 60 เซนติเมตรจนถึงกว่า 6 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ลำต้นประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) โดยข้อของข้าวโพดเป็นที่เกิดของราก หน่อ และฝักอีกด้วย ปล้องที่โคนต้นจะสั้นและหนา แต่จะค่อย ๆ ยาวขึ้น ทางด้านปลายปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนตั้งแต่ 8-20 ปล้อง โดยทั่วไปข้าวโพดมีการแตกหน่อไม่มากนัก หรือไม่มีการแตกหน่อเลย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ใบของข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว ประกอบด้วยแผ่นใบ (Leaf blade) ยาวประมาณ 80 - 100 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนมีขนและปากใบขนาดใหญ่ ผิวใบด้านล่างไม่มีขนและปากใบมีขนาดเล็กแต่มีจำนวนมากกว่า กาบใบ (leaf sheath)ซึ่งหุ้มลำต้นอยู่มีลักษณะค่อนข้างหนากว่าแผ่นใบ ระหว่างแผ่นใบและกาบใบมีเยื่อกันน้ำ (ligule) และหูใบ (auricle) ที่รอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบด้านหลังใบมีลักษณะเป็นเส้นยาวไม่มีสีรอบแผ่นใบเรียกว่า Leaf Collar และระหว่างฝักกับลำต้นจะพบส่วนที่มีลักษณะคล้ายใบแต่ไม่มีเส้นกลางใบเป็นสัน 2 สัน เรียกว่า prophyllum

ข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่บนลำต้นเดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง (monoecious plant) ดอกตัวผู้อยู่รวมกันเป็นช่อ (staminate inflorescence) เรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ (tassel) และอยู่ตอนบนสุดของลำต้น ช่อดอกตัวผู้เป็นช่อดอกแบบ panicle อับละอองเกสร (anther) หนึ่ง ๆ จะมีละอองเกสรตัวผู้ (pollen grain) ประมาณอับละ 2500 ช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดธรรมดา 1 ต้นจะผลิตเกสรตัวผู้ได้ถึง 25,000,000 เกสร เพื่อจะผสมเกสรกับดอกตัวเมียเพียง 800-1000 ดอก ส่วนช่อดอกตัวเมียของข้าวโพด (pistillate infloreocence) ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่าฝัก (ear) ซึ่งจะเกิดจากตาที่มุมใบ ฝักอ่อนโดยทั่ว ๆ ไปจะเกิดบริเวณตอนกลางของลำต้นประมาณใบที่ 7 นับจากใบธงลงมา ซึ่งจะปรากฏให้เห็นเมื่อข้าวโพดอายุได้ประมาณ 45-80 วันหลังที่ข้าวโพดงอก ช่อดอกตัวเมียของข้าวโพดเป็นแบบ spike ซึ่งเกิดอยู่บนซัง (cob) ในลักษณะที่เป็นคู่ เป็นแถวยาวไปตามซัง มีก้านของดอกสั้นมาก (pedicel spikelet) ดอกตัวเมียข้าวโพดมีส่วนประกอบ คือ กลีบหุ้มสั้น ๆ (glume) 2 อัน เกสรตัวเมีย (pistil) 1 อัน เยื่อรองรังไข่ (indicules) 2 อัน และ เกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (rudimetary stamen pistil) 3 อัน ส่วนที่เป็น style นั้นเราเรียกว่าเส้นไหม (silk) ผิวของเส้นไหมจะมีลักษณะที่เหนียวเหนอะหนะเพื่อทำหน้าที่รับละอองเกสรตัวผู้ เส้นไหมจะมีชีวิตอยู่ราว ๆ 2 สัปดาห์เส้นไหมจะมีความยาวประมาณ 10-30 เซนติเมตร เส้นไหมที่อยู่ตอนกลางและตอนโคนของฝักข้าวโพด จะเจริญพร้อมกัน แต่เส้นไหมของตอนกลางฝักจะโผล่ออกมาพ้นกาบฝักก่อน ทำให้เกิดการผสมเกสรก่อน ส่วนเส้นไหมที่อยู่ตอนปลายของฝักจะเจริญทีหลังและส่งออกมาพ้นกาบฝักหลังสุดทำให้โอกาสที่จะผสมติดน้อย ดังนั้นจะเห็นว่าในฝักข้าวโพดโดยทั่ว ๆ ไป เมล็ดที่อยู่ตรงกลางฝักจะมีขนาดโตกว่าเมล็ดที่อยู่ตรงโคนฝัก เมล็ดที่อยู่ปลายฝักจะมีขนาดเล็กที่สุด และเมล็ดบางส่วนที่อยู่ปลายฝักจะไม่มีการพัฒนา ในเรื่องการผสมเกสรของข้าวโพดนั้น เมื่อเส้นไหมได้รับละอองเกสรแล้ว ละอองเกสรต่าง ๆ จะขยายตัวทันทีโดยส่ง tube ลงไปตามเส้นไหมจนถึงรังไข่ ซึ่งอยู่ปลายเส้นไหมเพื่อผสมกับไข่ การผสมจะเสร็จภายใน 12-28 ชั่วโมง นับตั้งแต่ละอองเกสรตัวผู้สัมผัสกับเส้นไหม ภายใต้สภาพที่เหมาะสม ละอองเกสรตัวผู้อาจจะมีชีวิตอยู่ได้นาน 18-24 ชั่วโมง แต่ถ้ามีความร้อนหรือแห้งมาก ๆ อาจจะตายในเวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง หลังจากผสมแล้วประมาณ 20-40 วัน รังไข่จะเจริญเป็นเมล็ดที่แก่จัด

เมล็ดของข้าวโพดเรียกว่า caryopsis มีเยื่อบาง ๆ ไม่มีสีหุ้มเมล็ดอยู่ที่ส่วนยอดของเมล็ดจะมีรอย ซึ่งเรียกว่า silk scar ซึ่งเป็นรอยต่อของเส้นไหมที่แห้งหลุดไป ภายในเมล็ดประกอบด้วย endosperm เป็นส่วนที่เก็บสะสมอาหารของเมล็ด มีสีต่าง ๆ หลายสี เช่นเหลือง ขาว ส้ม เป็นต้น อาหารที่สะสมส่วนใหญ่จะเป็นพวกแป้ง คัพภะ (embryo) ส่วนนี้จะเจริญเป็นต้นอ่อนอยู่ทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านล่างของเมล็ดโดยฝังอยู่ด้านหนึ่งของ endosperm ประกอบด้วย radicle ซึ่งหุ้มด้วย coleorhiza อีกด้านหนึ่งจะเป็น stem tip ซึ่งมีใบอ่อนหรือ embryonic leaves ประมาณ 5 ใบหุ้มด้วย coleoptile ด้านข้างของแกนกลาง (ด้านที่ติดกับ endosperm) จะพบส่วนที่เรียกว่า sculellum (cotyledon)ฐานของเมล็ดจะติดกับซังโดยส่วนของ pedicel ซึ่งเมื่อข้าวโพดแก่ที่บริเวณ pedicel ติดกับซังจะพบเนื้อเยื่อสีดำ ซึ่งเราเรียกว่า black layer (Physiological maturity : PM) (เรวัต, 2541) (ทรงเชาว์, 2545)

พัฒนาการข้าวโพด

พัฒนาการของข้าวโพดตั้งแต่งอกโผล่พ้นผิวดินขึ้นมาจนถึงระยะที่ฝักของข้าวโพดสุกแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้นั้น แบ่งออกเป็น 2 ระยะใหญ่ ๆ คือ ระยะพัฒนาการทางลำต้นและใบ (vegetative phase) กับระยะพัฒนาการทางด้านติดดอกออกผล (reproductive phase) ซึ่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการทั้งสองระยะยังสามารถแบ่งออกเป็นระยะย่อย ๆ Benson (1985) รายงานว่าในการพัฒนาของข้าวโพดตั้งแต่ระยะเริ่มงอกถึงระยะเก็บเกี่ยว จะมีปรากฏให้เห็นถึงการเพิ่มจำนวนใบ การเพิ่มจำนวนราก การออกดอก การพัฒนาของเมล็ด และการสุกแก่ ซึ่งสามารถจำแนกระยะการเจริญเติบโตได้ดังนี้

1. ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative stage) เป็นระยะเริ่มตั้งแต่ coleoptile โผล่พ้นดินจนถึงระยะออกดอกตัวผู้ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นระยะต่าง ๆ คือ
   1.1 ระยะ VE เป็นระยะการงอกและเริ่มการเจริญเติบโต
   1.2 ระยะ V1 – V5 เป็นระยะที่ปรากฏใบกางสมบูรณ์สลับซ้ายขวาจากใบที่ 1 – 5 จุดเจริญยังคงอยู่ใต้ระดับผิวดิน
   1.3 ระยะ V5 - V9 เป็นระยะที่ใบกางสมบูรณ์จากใบที่ 6 – 9 จุดเจริญและช่อดอกตัวผู้อยู่เหนือระดับดินและลำต้นมีการยืดตัว
   1.4 ระยะ V10 – VT เป็นระยะที่ใบกางสมบูรณ์ ปรากฏฝักในกาบใบ จนถึงระยะปรากฏช่อดอกตัวผู้ ไหมของข้าวโพดเริ่มมีการยืดตัว ข้าวโพดเริ่มมีรากอากาศ
2. ระยะการเจริญพันธุ์ (Reproductive stage) เป็นระยะตั้งแต่ดอกตัวผู้บานจนถึงระยะที่ไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก ตลอดจนระยะผสมเกสร (ระยะ R1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด (Grain filling) เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมแป้งในเมล็ด แบ่งเป็นระยะต่าง ๆ ดังนี้
   3.1 ระยะเมล็ดเจริญ (ระยะ R2) เป็นระยะที่ฝักเจริญเติบโตเกือบเต็มที่ เมล็ดที่ได้รับการผสมเริ่มพองตัว มีน้ำเกิดขึ้นภายใน
   3.2 ระยะน้ำนม (ระยะ R3) เมล็ดบนฝักปรากฏเป็นสีเหลือง ภายในเมล็ดเป็นน้ำนมสีขาวเนื่องจากการสะสมแป้ง
   3.3 ระยะแป้งอ่อน (ระยะ R4) เป็นระยะที่ภายในเมล็ดเป็นแป้ง
   3.4 ระยะแป้งแข็ง (ระยะ R5) เป็นระยะที่แป้งหดตัว
4. ระยะสุกแก่ทางสรีระ (Physiological maturity) เป็นระยะที่ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด แป้งแข็งตัวโดยสมบูรณ์ และเกิดชั้นเนื้อเยื่อสีดำที่ส่วนโคนของเมล็ด เมล็ดหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มมีการสูญเสียความชื้น (ระยะ R6)
5. ระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว (Harvesting maturity) เป็นระยะที่ต้นและใบของข้าวโพด รวมทั้งกาบหุ้มฝักแห้ง ฝักคลายตัวจากกาบหุ้ม เมล็ดมีการลดความชื้นอย่างต่อเนื่อง

การแยกพัฒนาการต่าง ๆ ใช้การปรากฏของระยะนั้น ๆ ในเวลาเดียวกันที่อัตรา 50 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่าของจำนวนพืชทั้งหมดที่สังเกตได้ในแปลงปลูก ซึ่งความสำคัญของการรู้ระยะพัฒนาการของพืชจะช่วยให้สามารถวางแผนการจัดการปลูกพืชที่เหมาะสม เลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมวางแผนการดูแลรักษาและป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงหรือลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ รวมถึงช่วยให้สามารถวางแผนการใช้แรงงานและทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิสะสมและพัฒนาการของข้าวโพด

ปัจจัยภายนอกที่ควบคุมพัฒนาและการเจริญเติบของพืช ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ลม) สภาพดิน (เช่น โครงสร้าง ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความเป็นกรด-ด่าง) และสภาพทางชีวภาพ (เช่น โรค แมลง วัชพืช) เป็นต้น โดยอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลต่อขบวนการทางชีวเคมีและกายภาพของพืช (เฉลิมพล, 2542) โดยพัฒนาการของพืช (phonology) ที่ปรากฏให้เห็นนั้นสามารถสังเกตได้จากสภาพทางกายภาพที่ปรากฏให้เห็น เมื่อมีการจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมให้ต่างไปจากสภาพเดิมที่เคยเป็นอยู่ พืชก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพตามไปด้วย (Zadaks, 1974) อัตราการปรากฏ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบและจำนวนใบบนลำต้นหลักเป็นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตของพืชได้ เพราะจำนวนใบและการพัฒนาของใบแสดงถึงพัฒนาการของทรงพุ่มพืช ซึ่งก็จะเชื่อมโยงไปถึงพื้นที่การรับแสงและการสะสมน้ำหนักแห่งของต้นพืชด้วย (Heskerth et al., 1969 และ Volk and Bugbee, 1991) ประโยชน์ของการรู้ระยะพัฒนาการของพืช ทำให้สามารถวางแผนในการดูแลและจัดการปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมให้แก่พืชได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ Neild and Seely (1997) ได้กล่าวว่า การผันแปรของการพัฒนาการและการเจริญติบโตข้าวโพดที่ปลูกภายใต้สภาพไร่ เกิดจากผลของอุณหภูมิมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญมาก Reaumur (1753) อ้างโดย Raymond (2000) เป็นคนแรกที่เสนอแนวความคิด “degree day” หรือ Growing degree day summation : GDD ว่าถ้าพืชชนิดเดียวกันปลูกและเก็บเกี่ยวในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จะมีอายุการเก็บเกี่ยวหรือสุกแก่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมที่พืชปลูกหรือขึ้นอยู่แตกต่างกัน Fehr et al. (1971) กล่าวว่า พืชที่มีอายุการเจริญเติบโตเท่ากันอาจมีพัฒนาการที่แตกต่างกันได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน พืชหลายชนิดที่พัฒนาการและการเจริญเติบโตจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสะสมที่ได้รับจำนวนหนึ่งที่แน่นอน แม้สภาพแวดล้อมจะผันแปรไปอย่างไร พืชจะมีการพัฒนาการและเจริญเติบโต และถ้าระยะที่พืชนั้นเจริญเติบโนอยู่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นมากวก่าปกติ พืชก็ต้องใช้ระยะเวลาที่นานขึ้นเพื่อรวมอุณหภูมิให้ได้ถึงจำนวนที่กำหนดในขณะเดียวกัน ถ้ามีสภาพภูมิอากาศอุ่นขึ้น หรือมีสภาพอุณหภูมิสูงกว่าปกติ พืชจะมีพัฒนาการที่เร็วขึ้นกว่าปกติ(เฉลิมพล, 2535) Raymond (2000) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ‘heat sums’ ว่าหมายถึงค่าความร้อน และ ‘thermal time’ หมายถึง ค่าความร้อนของขบวนการของการเปลี่ยนแปลงจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง และคำว่า “degree day sum’ หรือ อุณหภูมิสะสม “phyllochron’ หมายถึง ช่วงระยะเวลาที่คำนวณเป็นวันของการปรากฏการพัฒนาที่สมบูรณ์ระหว่างใบสองใบ โดยนับจากช่วงเวลาหลังจากใบข้าวโพดใบหนึ่งมีการพัฒนาที่สมบูรณ์แล้วจนกระทั่งถึงระยะที่ใบข้าวโพดอีกใบหนึ่งมีการพัฒนาที่สมบูรณ์แล้วเช่นกัน สุทัศน์ (2536) ได้กล่าวว่าค่าอุณหภูมิสะสมเป็นสิ่งชี้ว่าพืชต้องการปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งเพื่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช โดยไม่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาหรืออายุของพืชที่ปลูก ดังนั้น ผลรวมของค่าอุณหภูมิสะสมที่วัดได้แต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืชจะมีค่าค่อนข้างคงที่ หรือมีความแปรปรวนน้อยกว่าการใช้ผลรวมของจำนวนวันปลูกพืช Ritchie and NeSmite (1991) กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ค่าอุณหภูมิสะสมไว้หลายประการ เช่น ใช้ในการวางแผนการปลูกและการจัดการพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพเพื่อวางแผนการใช้ทรัพยากรในฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความเสี่ยงภัยจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพื่อคาดการณ์วันสุกแก่ของพืชสำหรับวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตให้มีคุณภาพดี เป็นต้น Brown (1969) ได้พัฒนาสมการเพื่อใช้ในการคาดการณ์ระยะพัฒนาการณ์ของข้าวโพด โดยเรียกสมการนี้ว่า Brown's growing-degree unit มีค่าเท่ากับ (สมการที่1)

$$H = \frac{\text{daily max.temp.} + \text{daily min. temp.}}{2} \quad (1)$$

โดย H คือค่าความร้อนต่อหนึ่งวัน มีหน่วยเป็นองศาเซงเซียส ($^{\circ}$C) , daily max. Temp. คือค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวัน ($^{\circ}$C) และ daily min. temp. คือค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ($^{\circ}$C) และเมื่อต้องการคิดค่าอุณหภูมสะสมของข้าวโพด ก็จะต้องนำค่าอุณหภูมิพื้นฐาน (The minimum threshold temperature : T. base) ของข้าวโพดเข้ามาเพิ่มในสมการ จะได้เป็นสมการใหม่ดังนี้ (สมการที่2)

$$GDD = \frac{(\text{daily max. temp.} + \text{daily min. temp.}) - \text{t. base}}{2} \quad (2)$$

โดยที่ T. base คือค่าอุณหภูมิพื้นฐาน สำหรับข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 10 $^{\circ}$C (neild and James, 1974 และ Tollenaar, 1979) ซึ่งวิธีการแทนค่าในสมการ เลือกใช้วิธีของ Tllenaar and Hunter (1979) ซึ่งเรียกวิธีการแทนค่าในสมการนี้ว่า "cut-off method" คือการกำหนดให้ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันไม่เกิน 30 $^{\circ}$C (T.max.=30) ซึ่งหมายถึงว่าถ้าวันใดที่ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันมากกว่า 30 $^{\circ}$C ให้แทนค่าในสมการเท่ากับ 30 $^{\circ}$C ส่วนวันที่ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันไม่เกิน 30 $^{\circ}$C ให้แทนค่านี้ตามปกติ และถ้าค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวันมีค่าน้อยกว่าค่า T. base คือ 10 $^{\circ}$C ให้แทนค่านสมการเท่ากับ 10 $^{\circ}$C ซึ่งวิธีกานี้ Ralph and James (1974) ให้เหตุผลในการกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันไม่เกิน 30 $^{\circ}$C ว่าค่าอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น มีการใช้กันแพร่หลายและให้ผลในการคาดการณ์พัฒนาการและอายุการสุกแก่ได้ผลอย่างแม่นยำเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ส่วน T. base หรือค่าอุณหภูมิพื้นฐานนั้น Darrel and Donail (1980) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชจะมีชีวิตอยู่ได้ไม่มีการพัฒนาหรือมีการเจริญเติบโต และถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่านี้พืชจะเกิดอันตรายและอาจตายได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ความต้องการค่าอุณหภูมิสะสมสำหรับพัฒนาการระยะต่างๆข้าวโพดที่มีค่า GDD ประมาณ 2700 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส

ระยะการเจริญเติบโต	การพัฒนาการ	ค่า GDD (C)
ทางด้านลำต้น	วันปลูก	0
	ใบที่สองคลี่เต็มที่แล้ว	200
	ใบที่สีคลี่เต็มที่แล้ว	345
	ใบที่หกคลี่เต็ที่แล้ว มีจุดเจริญปรากฏเหนือผิวดิน	475
	ใบที่แปดคลี่เต็มที่แล้ว เริ่มมีการพัฒนาของเกสรัวผู้	610
	ใบที่สิบคลี่เต็มี่แล้ว	740
	ใบที่สิบสี่คลี่เต็มที่แล้วเริ่มมีการพัฒนาของไหมบนฝัก	1000
	ใบที่สิบหกคลี่นเต็มี่แล้วส่วนปลายของเกสรตัวผู้เริ่มปรากฏ	1135
การสืบพันธุ์	ไหมเริ่มโผล่พ้นฝัก มีการแตกของอับละอองเกสรตัวผู้	1400
	เมล็ดมีลักษณะใส ไม่มีสี	1660
	เมล็ดเริ่มมีการสะสมของแป้งแข็งเห็นเป็นเส้นสีขาว	1925
	ด้านบนหรือส่วนหลังของเมล็ดกำหลังมีลักษณบุ๋ม (กรณีที่ข้าวโพดเป็นพวก dent)	2190
	ด้านบนหรือส่วนหลังของเมล็ดมีลักษณะบุ๋มเด่นชัดแล้ว (กรณีที่ข้าวโพดเป็นพวก dent)	2450
การสุกแก่	การสุกแก่ทางสรีระ	2700

(ที่มา : ดัดแปลงจาก Growing degree day requirement for different phenology stage of 2700 GDD. Neild and James ,1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะการปลูกกับการเจริญเติบโตและผลผลิต

การปลูกข้าวโพดควรจัดระยะปลูก ระยะระหว่างแถว และระยะระหว่างหลุมให้ข้าวโพดมีอัตราปลูกที่เหมาะสม เนื่องจากผลผลิตของข้าวโพดจะลดลงได้จากการแข่งขันกันระหว่างต้นของข้าวโพดในพื้นที่ปลูกใกล้เคียงกัน ดังนั้นในสภาพแปลงปลูกที่ต้นข้าวโพดที่ขึ้นเดี่ยว ๆ หรืออยู่ห่าง ๆ กันใบของข้าวโพดจะได้รับแสงอย่างทั่วถึง ในทางตรงกันข้าม ต้นข้าวโพดที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index)สูงเกินไป ใบข้าวโพดจะบังแสงซึ่งกันและกัน ทำให้การสังเคราะห์แสงเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ และอีกทั้งยังมีใบที่ไม่ได้รับแสง มีการหายใจนำสารที่สังเคราะห์ได้ไปใช้ ทำให้ผลผลิตของข้าวโพดตกต่ำ (ราเชน, 2539)

ผลผลิตของข้าวโพดหมายถึงปริมาณหรือน้ำหนักที่เก็บเกี่ยวได้ต่อหน่วยพื้นที่ ผลผลิตจะมีองค์ประกอบที่เป็นตัวเสริมสร้างที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักฝัก และน้ำหนักเมล็ดบนฝัก ในกระบวนการทางสรีระวิทยา พบว่า ผลผลิตของข้าวโพดจะมีสหสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดที่ข้าวโพดสร้างขึ้น ซึ่งลักษณะทั้งสองจะขึ้นอยู่กับการแสดงออกของการเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยการจัดการด้านเขตกรรมให้พืชได้รับแสงมากขึ้น เช่นการจัดระยะปลูกให้เหมาะสม และการจัดระบบการปลูกแบบแถวคู่ จะทำให้ข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น การทำให้น้ำหนักฝักในระยะออกดอกของข้าวโพดเพิ่มขึ้นได้ 10 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยให้จำนวนเมล็ดต่อฝักในระยะเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นได้ 5.5 เปอร์เซ็นต์ โดยทฤษฎีแล้ว การสร้างเสริมให้น้ำหนักฝักในระยะออกดอกเพิ่มขึ้น1กิโลกรัม จะทำให้ผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดเพิ่มขึ้นได้ถึง 14 กิโลกรัม (Fisher และ Palmer, 1983)

Owaht และคณะ (1970) รายงานว่าอัตราปลูกที่เหมาะสมของข้าวโพดจะอยู่ในช่วง 6,400 – 8,500 ต้น และในปี 1971 Owaht และคณะรายงานจากการทดลองโดยใช้อัตราปลูกของข้าวโพด 5 อัตรา ตั้งแต่ 6,400 – 17,000 ต้น/ไร่ พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นลดลง ผกผันกับอัตราปลูกที่เพิ่มขึ้น แต่ค่าเฉลี่ยของผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่างอัตราปลูก ในขณะที่เมื่ออัตราปลูกเกิน 8,500 ต้น/ไร่ ค่าเฉลี่ยของผลผลิตมีแนวโน้มลดลง ในการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการเพิ่มอัตราปลูกของข้าวโพด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Supot และคณะ (1971) ที่ทำการทดลองการเพิ่มอัตราปลูกจาก 2,200 – 16,000 ต้น/ไร่ พบว่า การเพิ่มอัตราปลูกทำให้จำนวนต้นไม่ติดฝักมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราปุ๋ยกับการเจริญเติบโตและผลผลิต

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด ซึ่งการเจริญเติบโต การพัฒนาและการสร้างผลผลิตของข้าวโพด จะมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทางสรีรวิทยาและสะสมสารสังเคราะห์ในส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพด (ราเชน, 2539) ซึ่งนิพนธ์ และคณะ (2538) ได้รายงานว่า จากการทดลองที่ ตำบลท่าแซะ อำเภอท่าแซะ พบว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 จาก 25 เป็น 50 กิโลกรัม/ไร่ ไม่ทำให้จำนวนฝักแตกต่างกันแต่การเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 เป็น 100 กิโลกรัม/ไร่ทำให้จำนวนฝักต่อแปลงเก็บเกี่ยวย่อยเพิ่มขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ขณะที่การเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 จาก 25 เป็น 50 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ความสูงของต้นและฝักมีความแตกต่างทางสถิติ ยิ่งเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 เป็น 100 กิโลกรัม/ไร่ยิ่งทำให้ความสูงของต้นและฝักสูงขึ้น แต่ก็ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับที่อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ การทดลองในตำบลทะเลทรัพย์ อำเภอประทิว พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 จาก 25 เป็น 50 และ 100 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้การเจริญเติบโตในระยะ 1 เดือนแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเพิ่มอัตราปุ๋ยที่สูงขึ้นจะทำให้การเจริญเติบโตสูงขึ้นด้วย การทดลองในตำบลบางสน อำเภอประทิว พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 จาก 25 เป็น 50 และ 100 กิโลกรัม/ไร่ มีผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการทดลองในตำบลพงษ์เจริญ อำเภอท่าแซะ พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยสูตร 20–20-0 จาก 25 เป็น 50 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้น้ำหนักเมล็ดที่ 15% ความชื้น จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อย คะแนนของลักษณะฝัก ความสูงของต้นเมื่ออายุ 1 เดือน และความสูงของต้นและฝักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved