บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชไร่ที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นมูลค่าปีละประมาณ 10,000 ล้านบาท มีพื้นที่ปลูกปีละ 8-9 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวโพดนอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2539) ในเดือนสิงหาคม 2544 มีการส่งออกทั้งสิ้น 45,268 ตัน เพิ่มขึ้นจาก 41,309 ตัน ของเดือนกรกฎาคมร้อยละ 9.58 และเพิ่มขึ้นจากเดือนสิงหาคม 2543 ที่ส่งออกได้เพียง 551 ตัน (พัชรา, 2544) และมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกที่ทำให้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์ แต่พื้นที่ปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง ดังนั้น เพื่อให้การผลิตข้าวโพดเพียงพอต่อความต้องการ จึงจำเป็นต้องมีการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ โดยการปรับปรุงวิธีการปลูกและปัจจัยการผลิตทั้งที่เป็นปัจจัยทางสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ร่วมกับการใช้เมล็ดพันธุ์ดี (ราเชนทร์, 2539)

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตข้าวโพดซึ่งต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี มีความงอกสูง ที่สำคัญต้องสามารถงอกให้ต้นพืชได้เพียงพอในสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูก การทดสอบความงอกมาตรฐานที่กำหนดโดยสมาคมการทดสอบเมล็ดพันธุ์ระหว่างประเทศ (ISTA, 1993) และสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 1983) เป็นการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ได้รับปัจจัยที่เหมาะสม แต่ในสภาพการเพาะปลูกจริงมักมีสภาพแวดล้อมเป็นข้อจำกัดและไม่เหมาะสมแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น ในเขตหนาวมักเป็นสภาพอุณหภูมิต่ำ แต่ในเขตร้อนจะเป็นอุณหภูมิสูง ทำให้ข้อมูลความงอกมาตรฐานไม่สามารถใช้ประเมินอัตราปลูกเพื่อการผลิตพืชในสภาพแปลงปลูกจริงที่มีความไม่เหมาะสมได้ จึงต้องทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น การทดสอบในสภาพหนาว (cold test) ใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อเพาะปลูกในเขตหนาว การทดสอบความงอกในสภาพเย็น (cool germination test) ใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ฝ้ายเพื่อการเพาะปลูกในสภาพแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา (วัลลภ, 2540) ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นการทดสอบโดยเลียนแบบสภาพการเพาะปลูกในเขตหนาว สำหรับปัญหาหลักในการเพาะปลูกของประเทศไทย รวมทั้งในเขตร้อนชื้นคือการขาดน้ำหรือมีน้ำมากเกินไปหลังการหยอดเมล็ดพันธุ์ในฤดูกาลเพาะปลูกเนื่องจากฝนทิ้งช่วง

หรือฝนตกหนัก สภาพทั้งสองจึงเป็นปัญหาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้ได้จำนวนต้นพืชต่ำกว่าอัตราที่เหมาะสม หากมีวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถประเมินความงอกที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะดังกล่าวได้ จะช่วยประกันให้ได้จำนวนต้นพืชในอัตราที่ต้องการ จึงได้ศึกษาวิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะจำกัดน้ำและน้ำท่วมขังเพื่อใช้ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อประเมินศักยภาพการเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพความเสี่ยงดังกล่าว

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของข้าวโพด

ข้าวโพดมีชื่อภาษาอังกฤษว่า corn หรือ maize มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกากลางบริเวณประเทศสหรัฐอเมริกาและเม็กซิโก (FAO, 1982 ; Jugenheimer,1976) ข้าวโพดอยู่ในวงศ์ (family) Poaceae (Gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays L.* มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (2n=20) พืชที่อยู่ในวงศ์นี้ ได้แก่ ธัญพืช และหญ้าต่างๆ วงศ์ย่อย (sub-family) ของข้าวโพดคือ Panicoideae พืชอื่นที่อยู่ในวงศ์ย่อยเดียวกันนี้ คือ ข้าวฟ่าง ลูกเดือย และอ้อย เป็นต้น (นพรัตน์, 2534) ข้าวโพดอยู่ในเผ่า (tribe) Maydeae มีลักษณะที่สำคัญคือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันบนต้นเดียวกัน (ราเชนทร์, 2539) แบ่งออกเป็น 8 สกุล (genus) คือ Coix Schlerachne Trilobachne Chionachne และ Polytocha มีถิ่นฐานเดิมอยู่ในทวีปเอเชีย ส่วนอีก 3 สกุล คือ Tripsacum Euchlaena และ Zea มีถิ่นฐานอยู่ในทวีปอเมริกา (Aldrich *et al*., 1975 ; Jugenheimer,1976) ข้าวโพดมีระบบรากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) มีการเจริญของราก 2 ส่วน ได้แก่ รากที่เจริญมาจากรากอ่อน (radicle) ของคัพภะ เรียกว่า รากแก้ว (primary root หรือ first seedling root) มีรากแขนงแตกออกมา เรียกว่า secondary root หรือ lateral root และรากที่เจริญจากส่วนข้อของลำต้น เรียกว่า รากค้ำจุน (adventitious root) นอกจากรากที่เกิดจากข้อใต้ดินแล้วยังมีรากที่เกิดจากข้อเหนือดิน เรียกว่า รากอากาศ (aerial root หรือ brace root) (ชูศักดิ์, 2542) ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ไส้แน่น ไม่กลวง เรียกว่า culm หรือ stack ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) มีความสูงตั้งแต่ 1-6 ม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5–4.0 ซม. ลำต้นตั้งตรงค่อนข้างกลมและเรียวเล็กขึ้นไปที่ยอด (ประภา, 2527) ใบข้าวโพดประกอบด้วยแผ่นใบ (leaf blade) มีลักษณะเป็นแผ่นเรียว ยาวประมาณ 80 ซม. กว้าง 9-10 ซม. ผิวใบด้านบนมีขนกระจายอยู่ทั่วไปและมีปากใบขนาดใหญ่ ส่วนผิวใบด้านล่างไม่มีขน มีปากใบเล็กแต่มีจำนวนมากกว่าผิวใบด้านบน กาบใบ (leaf sheath) ซึ่งหุ้มลำต้นอยู่ มีลักษณะค่อนข้างหนาและแข็งแรงกว่าแผ่นใบ เยื่อกั้นน้ำ (ligule) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในกาบใบและหูใบ (auricle) (เรวัติ, 2541)

ข้าวโพดมีช่อดอก (inflorescence) ตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่แยกกันอยู่คนละตำแหน่ง (monoecious plant) ช่อดอกตัวผู้ (staminate inflorescence) เกิดที่ส่วนปลายยอดของลำต้นเป็นช่อดอกแบบ panicle มีชื่อเรียกทั่วไปว่า tassel เจริญจากปล้องสุดท้ายของลำต้นหรือก้านช่อดอก (peduncle) ใน 1 ช่อดอกมีกลุ่มดอกย่อย (spikelet) ประมาณ 300 กลุ่ม

เกิดเป็นคู่บนแกนแขนงที่แตกออกมา ดอกหนึ่งมีก้านเรียกว่า pedicelled spikelet และดอกไม่มีก้านเรียกว่า sessile spikelet แต่ละดอกหุ้มด้วยกลีบ (glume) 2 กลีบ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปไข่ มีขนเล็กน้อย ดอกหนึ่งๆ ประกอบด้วยดอกย่อย (floret) 2 ดอก ดอกย่อยที่อยู่ด้านบนเจริญกว่าดอกย่อยที่อยู่ด้านล่าง แต่ละดอกย่อยถูกหุ้มด้วย lemma และ palea ภายในดอกย่อยหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเกสรตัวผู้ (stamen) 3 อัน เยื่อรองรังไข่ (lodicle) 2 อัน และเกสรตัวเมียที่ไม่ทำหน้าที่ (rudimentary pistil) 1 อัน ช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดหนึ่งต้นผลิตละอองเกสรได้ถึง 25,000,000 เกสร เพื่อผสมกับดอกตัวเมียเพียง 800-1,000 ดอก (ประภา, 2527) ส่วนช่อดอกตัวเมีย (pistillate inflorescence) ของข้าวโพด เรียกว่า ฝัก (ear) เกิดจากตาที่มุมใบของข้อที่ 7 หรือ 8 บนลำต้นนับจากใบธงลงมา เป็นช่อดอกแบบ spike ซึ่งเกิดอยู่บนซัง (cob) ในลักษณะที่เป็นคู่ ดอกตัวเมียข้าวโพดมีดอกย่อยที่มีก้านสั้นมาก เรียกว่า pedicel มีส่วนประกอบภายนอกเหมือนกับดอกย่อยของดอกตัวผู้ ซึ่งประกอบด้วย glume 2 อัน ดอกย่อย 2 ดอก ที่หุ้มด้วย lemma และ palea ภายในดอกย่อยประกอบด้วยเกสรตัวเมีย (pistil) 1 อัน เยื่อรองรังไข่ 2 อัน และเกสรตัวผู้ที่ไม่ทำหน้าที่ (rudimentary stamen) 3 อัน เกสรตัวเมียประกอบด้วย รังไข่ (ovary) และออวุล (ovule) 1 ชุด และมีก้าน (style) ที่เรียกว่า เส้นไหม (silk) ผิวของเส้นไหมมีลักษณะเหนียวเพื่อทำหน้าที่รับละอองเกสร เส้นไหมมีชีวิตอยู่ประมาณ 2 สัปดาห์ (ทรงเชาว์, 2531)

ข้าวโพดเป็นพืชที่ดอกตัวผู้ปล่อยละอองเกสรก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมรับการผสม (protandry) การผสมเกสรเป็นแบบผสมข้าม (cross pollination) โดยมีการผสมตัวเอง (self pollination) เพียงเล็กน้อย หลังจากผสมแล้ว 20-40 วัน รังไข่จึงเจริญเป็นเมล็ดที่แก่จัด (seed หรือ grain) เป็นแบบ caryopsis โดยฐานของเมล็ดติดกับซัง (ราเชนทร์, 2539) รูปร่างของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเมล็ดบนฝัก เมล็ดที่อยู่ส่วนปลายและส่วนโคนฝักมีลักษณะค่อนข้างกลม ส่วนเมล็ดที่อยู่กลางฝักมีลักษณะแบนและมีเหลี่ยมมุม ที่ฐานพบเยื่อสีดำ (black layer) ปรากฏให้เห็นเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (ชูศักดิ์, 2542)

ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 1 และนครสวรรค์ 72 เป็นพันธุ์แนะนำโดยสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลาย พันธุ์นครสวรรค์ 1 เป็นข้าวโพดพันธุ์ผสมเปิด เกิดจากการผสมข้ามระหว่างข้าวโพด SW1 (mms) C_2F_2 ซึ่งได้รับการปรับปรุงโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์กับประชากรข้าวโพด POP 28 (DMR) ซึ่งได้รับการปรับปรุงให้ต้านทานโรคราน้ำค้างโดยศูนย์ปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) มีลักษณะที่สำคัญคือ มีอายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน อายุออกไหม 52 วัน ความสูงต้น 196 ซม. ความสูงฝัก 111 ซม. ซังมีสีขาว-ขาวปนแดง เมล็ดมีสีส้มอมเหลือง ชนิดกึ่งหัวแข็ง ใบมีสีเขียวเข้ม ทรงใบตั้ง

เมื่อฝักแห้งใบยังมีสีเขียวสดอยู่ ระบบรากและลำต้นแข็งแรง มีความต้านทานโรคราน้ำค้าง และให้ผลผลิตเฉลี่ย 740 กก./ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2539 ; ยศพร, 2532) ส่วนพันธุ์นครสวรรค์ 72 เป็นข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว เกิดจากสายพันธุ์แท้ Nei 9008 ผสมกับสายพันธุ์แท้ Nei 9202 ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และศูนย์ปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีอายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน อายุออกไหม 52 วัน ความสูงต้น 205 ซม. ความสูงฝัก 107 ซม. ซังมีสีขาว เมล็ดมีสีส้มอมเหลือง ชนิดหัวแข็ง มีความต้านทานโรคราน้ำค้างและราสนิมสูง และให้ผลผลิตเฉลี่ย 917 กก./ไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2539 ; 2541)

2. ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ความงอกหรือความมีชีวิตและความแข็งแรงเป็นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่มีความสำคัญที่สุด (วัลลภ, 2540) โดยความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อการเพาะปลูกมากกว่าความมีชีวิต (วัลลภ, 2523) เมล็ดพันธุ์เริ่มงอกได้หลังจากระยะการพัฒนาของต้นอ่อนสมบูรณ์แล้ว เมื่อเมล็ดพันธุ์พัฒนาถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) มีการสะสมอาหารและน้ำหนักแห้งไว้สูงสุด จึงมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุดด้วย (วัลลภ, 2540) หลังจากนั้นจึงลดลง โดยความแข็งแรงลดลงในอัตราที่เร็วกว่าความมีชีวิตและสุดท้ายจะถึงจุดสิ้นสุดพร้อมกัน (Delouche and Caldwell, 1960)

วันชัย (2542) กล่าวว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความหมายครอบคลุมถึงความมีชีวิตและศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในการงอกและเจริญเติบโต ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์แสดงออกโดยความงอกภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและสมบูรณ์ ส่วนศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในการงอกและเจริญเติบโตนั้นแสดงออกในการงอกในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ซึ่งรู้จักโดยทั่วไปในความหมายของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ความงอกหรือความมีชีวิต หมายถึง การงอกและพัฒนาของต้นอ่อนจากเมล็ดพันธุ์จนได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์เพียงพอที่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชต่อไปได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (วัลลภ, 2538) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถูกควบคุมโดยการปฏิบัติดูแลรักษาในแปลง สภาพอากาศ การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ สภาพและอายุการเก็บรักษา (ขวัญจิตร, 2534) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูกจริงมักมีจำนวนน้อยกว่าความงอกในห้องปฏิบัติการเสมอ เนื่องจากไม่สามารถจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมได้ตลอดเวลาที่งอกเหมือนกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (วัลลภ, 2540) การแสดงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในรูปความงอกไม่สามารถบอกได้ว่าเมล็ดพันธุ์นั้นสามารถให้ต้นกล้าที่ตั้งตัวได้ดีในแปลงปลูก โดยเฉพาะสภาพแวดล้อมที่มีสภาวะ

เครียดในการเพาะปลูก เนื่องจากความงอกเป็นการทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและเมล็ดพันธุ์ได้รับปัจจัยต่าง ๆ อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ (วัลลภ, 2525) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ จึงเป็นอีกคุณสมบัติที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้อย่างรวดเร็ว สม่ำเสมอ ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง ตั้งตัวได้เร็ว มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในหลายสภาพการเพาะปลูก (วัลลภ, 2540) เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพอยู่ตลอดเวลาหลังการสุกแก่ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กัน และยังสัมพันธ์กับความงอกอีกด้วย ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง มีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดจึงเป็นเมล็ดพันธุ์ดีที่มีคุณภาพสูงสุดเหมาะแก่การเพาะปลูก โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง สามารถเก็บรักษาได้ดีกว่า ให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็ว และมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ (Edje and Burris, 1971) เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกสูง งอกได้รวดเร็ว และมีความสามารถในการเก็บรักษาที่ดี แสดงว่ามีความแข็งแรงดี (วัลลภ, 2540)

3. การทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียด

การเพาะปลูกมักมีสภาพที่ก่อให้เกิดสภาวะเครียดต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์และการตั้งตัวของต้นกล้า ได้แก่ การเตรียมแปลงปลูกที่ไม่ดี จุลินทรีย์ในดิน ศัตรูพืช สารเคมี การใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ อุณหภูมิต่ำ สภาพที่มีฝนตก และแห้งแล้ง (ขวัญจิตร, 2530) สภาพแวดล้อมที่เป็นข้อจำกัดและไม่เหมาะสมมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ การทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียดที่เป็นการทดสอบความแข็งแรงที่ดี ต้องมีสภาวะเครียดที่สอดคล้องกับสภาพการเพาะปลูกจริง เพื่อให้สามารถเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ได้เหมาะสมกับการเพาะปลูกในพื้นที่นั้นๆ เช่น การทดสอบในสภาพหนาวเป็นวิธีที่ใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่กำหนดโดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 1983) เพื่อการเพาะปลูกในเขตหนาว ทำโดยเพาะเมล็ดในกระบะ โดยใช้ดินจากแปลงปลูกที่มีความชื้นดิน 70% ของความจุความชื้น ที่อุณหภูมิ 10°ซ. เป็นเวลา 7 วัน และเพาะที่อุณหภูมิ 25°ซ. อีก 4 วัน ถ้ามีความงอกสูง แสดงว่ามีความแข็งแรงดี ที่สามารถใช้เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีสภาวะเสี่ยงต่อสภาพอากาศหนาวเย็นในช่วงการเพาะปลูกได้ดี และการทดสอบความงอกในสภาพเย็นของเมล็ดพันธุ์ฝ้ายที่ใช้เพาะปลูกในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา เป็นวิธีการที่ แนะนำโดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 1983) ทำโดยเพาะเมล็ดพันธุ์ฝ้ายในที่มืด อุณหภูมิ 18°ซ. เป็นเวลา 7 วัน ประเมินต้นกล้าที่มีความยาวมากกว่า 4 ซม. ได้เปอร์เซ็นต์สูง

จึงจัดเป็นต้นกล้าที่มีความแข็งแรงดี นอกจากสภาวะเครียดในสภาพหนาวและสภาพเย็นที่ใช้ในการทดสอบเมล็ดพันธุ์แล้ว สภาวะเครียดอื่นๆ ที่ถูกนำมาใช้ ได้แก่ การเพาะเมล็ดพันธุ์ในอิฐ (brick grit) ซึ่งใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ธัญพืชในทวีปยุโรป ทำโดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในอิฐก้อนเล็กๆ หรือทรายที่คลุมด้วยอิฐหนา 3 ซม. ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องและในเวลาที่กำหนด ต้นกล้าที่งอกได้อย่างสมบูรณ์ จึงนับว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรง (ISTA, 1987) รวมทั้งการเร่งอายุที่แนะนำโดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 1983) ซึ่งสามารถใช้ได้ดีในการประเมินความงอกในไร่กับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ถั่วลิสง ฝ้าย ถั่วลันเตา ถั่วพุ่ม ถั่วเหลือง และข้าวโพด (จวงจันทร์, 2529) การทดสอบทำโดยนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในสภาพที่มีความเครียดที่เร่งกระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ระดับอุณหภูมิ 40-45°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 100% ระยะเวลาที่ใช้แตกต่างกันตามชนิดพืช ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 2-4 วัน จากนั้นนำไปทดสอบความงอกโดยวิธีมาตรฐาน เมล็ดพันธุ์ที่งอกได้ดีหลังผ่านสภาวะเครียดดังกล่าวแสดงว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงดี

4. การทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียดน้ำ

การงอกของเมล็ดพันธุ์จำเป็นต้องได้รับปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ น้ำ ออกซิเจน และอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้อย่างเต็มที่ (วัลลภ, 2540) โดยเฉพาะน้ำกับออกซิเจนต้องอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม เนื่องจากปัจจัยทั้งสองสามารถเข้าทดแทนที่กันได้ ส่วนอุณหภูมินั้น เมล็ดพันธุ์ได้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่พืชเจริญเติบโตอยู่แล้ว โดยเมล็ดพันธุ์พืชเขตร้อนสามารถงอกได้ดีในสภาพอุณหภูมิสูง ส่วนเมล็ดพันธุ์พืชเขตหนาวสามารถงอกได้ดีในสภาพอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น น้ำและออกซิเจนจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ ที่ต้องจัดให้ในการเพาะเมล็ดพันธุ์และควบคุมการงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่ในสภาพแปลงปลูกจริง ไม่สามารถจัดปัจจัยที่เหมาะต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ การเพาะปลูกในประเทศไทยและการเพาะปลูกในเขตร้อนชื้นทั่วไป ปัญหาที่ประสบมากขึ้นในช่วงการเพาะปลูก คือ สภาวะเครียดน้ำ ที่เกิดขึ้นจากการขาดน้ำเนื่องจากฝนทิ้งช่วง และสภาพที่น้ำมากเกินไปหรือน้ำท่วมขัง (เฉลิมพล, 2535) เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดต้องการน้ำในการเริ่มงอกแตกต่างกัน ปริมาณน้ำและความชื้นในดินเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการงอก การเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช (ราเชนทร์, 2539) ปริมาณน้ำที่ระดับความจุของดิน (field capacity) เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด

สำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ (วัลลภ, 2540) สภาวะเครียดที่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย 2 สภาวะ คือ

4.1 **สภาวะจำกัดน้ำ**

พรพรรณ และคณะ (2540) ได้ศึกษาระดับความชื้นของดินเหนียวที่เหมาะต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์งา พบว่า เมล็ดพันธุ์งาเริ่มงอกที่ความชื้นดินระดับ 50% ของความจุความชื้นโดยมีความงอก 18% และที่ความชื้นดินระดับ 60-100% ของความจุความชื้น เมล็ดพันธุ์งามีความงอกอยู่ในช่วง 68-94% Heydecker (1977) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาและข้าวโพดหวานที่เพาะในสภาพความชื้นดินที่ระดับต่ำกว่าความจุความชื้นดินที่อุณหภูมิ 7 และ 20°ซ. มีความงอกสูงกว่าที่ระดับความจุความชื้นดิน นอกจากระดับความชื้นดินแล้วความงอกของเมล็ดพันธุ์ยังแตกต่างกันตามสภาพและเวลาการขาดน้ำด้วย Gurmu และ Naylor (1991) รายงานว่า การเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างในดินที่มีสภาพขาดน้ำรุนแรงที่สุดที่ระดับความเครียดน้ำ -1.15 MPa ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเหลือเพียง 40% ในพันธุ์ที่ทนทานต่อการขาดน้ำ และเป็นศูนย์ในพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการขาดน้ำ นอกจากนี้ Stout และคณะ (1980) พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อสภาพขาดน้ำมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น และเมล็ดพันธุ์ถั่วพีที่เพาะในสภาพให้น้ำสลับกับขาดน้ำสภาพละ 4 วัน มีความงอกลดลงมากกว่าสภาพที่ให้น้ำตลอด และสภาพขาดน้ำ 4 วัน แล้วให้น้ำตลอด (Heydecker, 1977)

จากการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้างต้น ยังไม่ได้กำหนดเป็นวิธีการทดสอบในสภาวะขาดน้ำ รวมทั้งการเพาะเมล็ดพันธุ์ในสภาพจำกัดความชื้น ซึ่งเป็นการทดลองเลียนแบบธรรมชาติของการเพาะปลูกพืชโดยทั่วไปที่เมื่อหว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงแล้วพบสภาพแห้งแล้ง ในห้องปฏิบัติการมีการทดสอบการเพาะเมล็ดพันธุ์ในสารละลายบางชนิดเพื่อปรับระดับความจำกัดน้ำที่เมล็ดพันธุ์ดูดไปใช้ สารละลายดังกล่าว ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ กลีเซอรอล ซูโครส โพลิเอทธิลีนไกลคอล และน้ำตาลแมนนิทอล (วัลลภ, 2540) โดยเฉพาะสารโพลิเอทธิลีนไกลคอลได้มีการนำมาใช้ในการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด โดย De และ Kar (1995) พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวลดลงจาก 96% ที่ระดับความเครียดน้ำ 0 MPa เป็น 40% เมื่อระดับความเครียดน้ำเป็น -0.5 MPa และเมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงเหลือ 10 และ 2% เมื่อระดับความเครียดน้ำเป็น -1.0 และ -1.5 MPa ตามลำดับ Falleri (1994) พบว่า ที่ระดับความเครียดน้ำ -8 bars ทำให้เมล็ดพันธุ์สนมีความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกลดลงมากที่

สุด นอกจากนี้การเพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ระดับความเครียดน้ำ -0.5 MPa ทำให้ความงอกลดลงจากที่มากกว่า 80% จนเป็นศูนย์ที่ระดับความเครียดน้ำ -1.3 MPa (Mauromicale and Cavallaro, 1995) วิเชียร และคณะ (2524) พบว่า ความเครียดน้ำที่ระดับ 0 -5 และ -10 bars มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์มิลเล็ต ข้าวฟ่าง และข้าวไร่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาชนิดพืช พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างมีความงอกในสภาวะความเครียดน้ำทั้ง 3 ระดับสูงกว่าเมล็ดพันธุ์มิลเล็ตและข้าวไร่ โดยข้าวฟ่างมีแนวโน้มที่จะทนทานต่อความเครียดน้ำได้สูงสุด และถั่วเขียวมีความทนทานต่อความเครียดน้ำต่ำสุด

ข้อเสียของการจำกัดความชื้นด้วยวิธีนี้ คือ น้ำตาลแมนนิทอล กลีเซอรอล และโซเดียมคลอไรด์ ที่ทำหน้าที่ดูดน้ำอาจเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์เมื่อเพาะปลูก และซึมเข้าเมล็ดพันธุ์ได้ทาง micropyle (วัลลภ, 2540) สารโพลิเอทธิลีนไกลคอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 4,000 ขึ้นไปจะอยู่ภายนอกเมล็ด ไม่สามารถซึมเข้าไปได้แต่มีความหนืดซึ่งไปรบกวนการใช้ออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์ (ขวัญจิตร, 2530) ในพืชบางชนิดทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง เช่น บรอคโคลี แครอท และหอม เป็นต้น (Bradford, 1986) และทำให้เมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กอาจงอกได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ขนาดใหญ่ (วัลลภ, 2540)

4.2 **สภาวะน้ำท่วมขัง**

ในสภาวะน้ำท่วมขัง เมล็ดพันธุ์ได้รับน้ำมากเกินไปทำให้งอกได้น้อยลงหรือไม่งอกเลย เนื่องจากน้ำเข้าไปแทนที่ออกซิเจนทำให้ปริมาณออกซิเจนขาดหรือหมดไป (จักรี, 2539) ช่องอากาศในดินถูกแทนที่ด้วยน้ำ ทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kawase, 1981 ; Norton, 1986) เป็นผลให้เกิดสารประกอบต่างๆ หลายชนิด รวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีค่า RQ (respiratory quotient) สูง เป็นผลมาจากการมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นแต่มีปริมาณออกซิเจนลดลง (Martin *et al*., 1991 ; Nilson and Orcutt, 1996) และสารบางชนิดเป็นพิษต่อเซลล์ เช่น เอทานอล และอะซีตัลดีไฮด์ (Barta, 1980 ; Martin *et al*., 1988 ; Norton, 1986) ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ในเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะเอนไซม์ pyruvate decarboxylase และ alcohol dehydrogenase ซึ่งเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในสภาพที่มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Van Toai *et al*., 1985) ซึ่ง pyruvate decarboxylase ทำหน้าที่เปลี่ยนไพรูเวสให้กลายเป็นอะซีตัลดีไฮด์ และ alcohol dehydrogenase เปลี่ยนอะซีตัลดีไฮด์ต่อไปเป็นเอทานอล (Nilson and Orcutt, 1996) นอกจากอะซีตัลดีไฮด์และเอทานอลแล้วสารพิษชนิดอื่นที่ถูกสร้างขึ้นเมื่อเพาะเมล็ดพันธุ์ในสภาวะ

น้ำท่วมขังคือ ไดแมทธิลซัลไฟด์ และกรดแลคติก (Khosravi and Anderson, 1990) ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ล้วนทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ทดสอบในสภาวะน้ำท่วมขังลดลง

นอกจากกิจกรรมของเอนไซม์แล้วความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขังยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการให้น้ำท่วมขัง และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (เฉลิมพล, 2535) การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในสภาวะน้ำท่วมขังโดยการเพาะในดินที่อุณหภูมิ 25°ซ. เป็นเวลา 48-144 ชม. ทำให้ความงอกลดลงทั้งพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำมีความงอกลดลงมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง และเมล็ดพันธุ์ที่ให้น้ำท่วมขังเป็นเวลานานทำให้ความงอกลดลงมากกว่าการให้น้ำท่วมขังเป็นเวลาที่สั้นกว่า (Fausey and McDonald, 1985) Van Toai และคณะ (1985) ได้เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีคุณภาพสูงและต่ำในดินที่อุณหภูมิ 10 และ 25°ซ. เป็นเวลา 0-10 วัน พบว่า ทั้งสองอุณหภูมิเมื่อให้น้ำท่วมขังนานขึ้น มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกเพิ่มขึ้น เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงมีความงอกในสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำในทั้งสองอุณหภูมิ นอกจากคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และความยาวนานในการให้น้ำท่วมขังแล้วความงอกของเมล็ดพันธุ์ยังแตกต่างกันตามสภาพการให้น้ำท่วมขังและพันธุ์พืชอีกด้วย ซึ่ง Cerwick และคณะ (1995) ได้ให้น้ำท่วมขังเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 วิธี คือ เพาะในดินที่มีน้ำท่วมขัง และแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำก่อนเพาะ เป็นเวลา 0 และ 72 ชม. พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เพาะในดินที่มีน้ำท่วมขังมีความงอกลดลงเหลือเพียง 10% ในการให้น้ำท่วมขังนาน 72 ชม. และเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำก่อนเพาะมีความงอกลดลงเช่นเดียวกันเหลือ 30% ในการแช่น้ำนาน 72 ชม. จากความงอกเริ่มต้น 95% เท่ากัน เช่นเดียวกับ Martin และคณะ (1991) ที่เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในดินที่มีน้ำท่วมขังที่อุณหภูมิ 27°ซ. นาน 0-7 วัน พบว่า พันธุ์ที่ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอกไม่แตกต่างกัน แต่พันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง ในการให้น้ำท่วมขังเพียง 1 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง และลดลงจนมีความงอกต่ำกว่า 10% ในการให้น้ำท่วมขังนาน 5-7 วัน

Yamauchi และ Winn (1996) ทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาวะน้ำท่วมขัง 2 วิธีโดยทดสอบในถาดพลาสติก และในแปลงปลูก พบว่า พันธุ์ที่ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอกในถาดพลาสติกและในแปลงปลูกมากกว่าพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง โดยการทดสอบในถาดพลาสติกมีความงอกมากกว่าในแปลงปลูก Crawford และ Zochowski (1984) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่ว chickpea มีความงอกลดลงเมื่อเพาะภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังนาน 24 ชม. และมีความงอกลดลงมากขึ้นในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 72 ชม. จนมีความงอกเป็นศูนย์ในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 96 ชม. นอกจากนี้ Crawford (1977) ยังได้ทดลองเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์พืช 5 ชนิด

คือ ข้าว ผักกาดหอม ข้าวโพด ถั่วปากอ้า และถั่วพี ที่เพาะโดยให้น้ำท่วมขังนานต่างกัน พบว่า การเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 24-72 ชม. ทำให้เมล็ดพันธุ์พืชทั้ง 5 ชนิด มีความงอกลดลง โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวมีความงอกสูงสุด รองลงมาคือ ผักกาดหอม ข้าวโพด ถั่วปากอ้า และถั่วพี ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงอย่างมากเหลือประมาณ 35% ในถั่วปากอ้า และเป็นศูนย์ในถั่วพี ในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 96 ชม.

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีความแข็งแรงต่างๆ กัน ในสภาวะจำกัดน้ำและน้ำท่วมขัง