บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลกและประเทศไทย สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานอันดับหนึ่งของโลก และในปี 2545 ประเทศไทยมีการส่งออกในลำดับที่ 4 สำหรับในปี 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก 500,000 ไร่ ผลผลิตทั้งหมด 600,000 ตัน ใช้เมล็ดพันธุ์ 500 ตัน มูลค่า 350 ล้านบาท (บริษัท แปซิฟิกเมล็ดพันธุ์ จำกัด, 2549 อ้างโดย วีระศักดิ์, 2550) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดหวาน คือ ดินร่วนที่ระบายน้ำดี มีความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 5.5-6.5 และอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 10-45 °ซ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้จะส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง (ทวีศักดิ์, 2540; Tindall, 1983; Yamaguchi, 1983) แหล่งปลูกข้าวโพดหวานในประเทศไทยส่วนใหญ่กระจายอยู่ในเขตน้ำฝน สามารถปลูกได้ 3-4 ครั้ง/ปี คือ ต้นฤดูฝน (เดือนมีนาคม-กรกฎาคม) กลางฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-สิงหาคม) และฤดูหนาวและฤดูร้อน (เดือนพฤศจิกายน-มีนาคม) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกในฤดูร้อนต้องอาศัยน้ำจากระบบชลประทาน (สุรเชษฐ, 2543) การเพาะปลูกข้าวโพดหวานในภาคใต้ สามารถปลูกได้ทั้งปี โดยเฉพาะจังหวัดสงขลา (ไพรวัลย์, 2545) เนื่องจากสภาพแวดล้อมของภาคใต้มีฝนตกตลอดทั้งปี และมีอุณหภูมิเฉลี่ยปานกลางเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน (ประภาส และศิริกุล, 2544) ซึ่งน่าจะมีศักยภาพในการผลิตข้าวโพดหวานได้ดีกว่าภูมิภาคอื่น เนื่องจากมีตลาดฝักสดทั้งในประเทศและในมาเลเซียและสิงคโปร์ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานในระยะเริ่มงอกต้องการน้ำในระดับสูงประมาณ 20 มม./วัน (สุรเชษฐ, 2543) แต่ปัญหาสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดหวานในพื้นที่อาศัยน้ำฝน มักประสบกับการขาดน้ำหลังจากการหยอดเมล็ดพันธุ์เนื่องจากการกระทบแล้ง หากมีวิธีการทดสอบความงอกเพื่อประเมินอัตราปลูกในสภาวะแล้งได้ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากเมล็ดพันธุ์ได้หลากหลายยิ่งขึ้น จากการศึกษาการทดสอบความงอกเพื่อประเมินการเพาะปลูกในสภาวะแล้งของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (ศานิต, 2545) และข้าวโพดหวาน (อรวรรณ, 2545) โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในดิน ในตะกร้าพลาสติก ให้น้ำ 70 % ของความจุความชื้นดินครั้งเดียวในวันเพาะ ที่อุณหภูมิห้อง และประเมินความงอกที่อายุ 5 วัน ให้ผลสอดคล้องกับความงอกในแปลงปลูกในสภาวะแล้ง แต่ผลการทดสอบยังแปรปรวนไปตามฤดูกาลที่มีสภาพอากาศต่างกัน ทำให้ไม่สามารถใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ได้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาการควบคุมความชื้นในการทดสอบเพื่อลดความแปรปรวนของสภาพอากาศของฤดูกาล ทำให้สามารถทดสอบได้กว้างขวางขึ้น

การตรวจเอกสาร

1. การผลิตข้าวโพดหวานในประเทศ

ประเทศไทยมีการผลิตข้าวโพดหวานและพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่องและยาวนาน ทั้งพันธุ์ผสมเปิดและพันธุ์ลูกผสม พร้อมกับมีการขยายตัวของธุรกิจเมล็ดพันธุ์และอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานทั้งเพื่อการบริโภคและการส่งออก ปัจจุบันการผลิตข้าวโพดหวานส่วนใหญ่ใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม เนื่องจากให้ผลผลิตสูง ต้นมีความแข็งแรงและสม่ำเสมอ ทนทานต่อโรคและแมลง และมีหลายพันธุ์ให้เลือก เพื่อให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ พันธุ์ลูกผสมที่ใช้มีอยู่หลายกลุ่ม เช่น กลุ่มพันธุ์อินทรี กลุ่มพันธุ์หวานทอง กลุ่มพันธุ์สวีท กลุ่มพันธุ์ชูการ์ กลุ่มพันธุ์ไฮบริกซ์ กลุ่มพันธุ์เอทีเอส และกลุ่มพันธุ์สวีททูโทน เป็นต้น (สุรเชษฐ, 2543)

เดิมการจำแนกข้าวโพดหวานให้อยู่ในกลุ่มของ *Zea mays* L. อาศัยลักษณะของปริมาณแป้งภายในเมล็ดเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ข้าวโพดหวานแต่ละชนิดมียีนควบคุมการสะสมแป้งแตกต่างกัน ซึ่งต้องเป็นยีนด้อยทั้งคู่ ที่ทำให้น้ำตาลไม่เปลี่ยนเป็นแป้ง และมีการสะสมน้ำตาลซูโครส สูงกว่าข้าวโพดไร่ประมาณ 3 เท่า (ทวีศักดิ์และราเชนทร์, 2539) ยีนที่ควบคุมการสะสมน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดหวานมีหลายตัว แต่ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์กันแพร่หลายคือ ยีน ชูการี่ (*su*) มีลักษณะเด่น คือ เนื้อเมล็ดนุ่ม เนื่องจากมีไฟโตไกลโคเจน ซึ่งเป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ละลายน้ำได้ ยีนชรังเคน (*sh*) มีผลให้แป้งลดลงและมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ยีนบริตเติล (*bt*) มีผลคล้ายกับยีนชรังเคน นอกจากนี้ยังได้มีการค้นพบยีนอื่นๆ อีกมากมาย และได้มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน เช่น ยีนชูการี่-เอนแฮนเซอร์ (*se*) ยีนอะไมโลสเอกซ์เทน-เดอร์ (*ae*) และยีนดูล (*du*) เป็นต้น (ทวีศักดิ์, 2540) ข้าวโพดหวานพิเศษมักมีเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำ ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงได้พยายามนำยีนต่างๆ มาอยู่ร่วมกันในสภาพด้อยทั้งคู่ในทุกๆ โลกัส เพื่อให้ได้ข้าวโพดหวานที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น คือมีปริมาณน้ำตาลสูงและแก้ปัญหาเรื่องความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เช่น ข้าวโพดหวานที่มียีนร่วม *su se* และ *ae du wx* (waxy gene) นอกจากนี้ นักปรับปรุงพันธุ์ยังได้พยายามนำยีนความหวานตั้งแต่สองยีนขึ้นไปเข้ามาทำงานร่วมกัน เพื่อเพิ่มความหวานและรสชาติในการรับประทานให้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้ผู้รับประทานมีความรู้สึกว่าข้าวโพดหวานชนิดนี้หวานขึ้นเป็นพิเศษ เช่น การนำยีน *sh2* หรือ *se* มาเสริม ตัวอย่างข้าวโพดหวานประเภทนี้คือ พันธุ์ Sugar Loaf พันธุ์ Honey Comb และพันธุ์ Sugar Time เป็นต้น สำหรับพันธุ์ในประเทศไทย เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียวหวานขอนแก่น ที่มียีน *sh2* เป็นพื้นฐานและมียีน *su* และ *wx* มาเป็นตัวเสริม นอกจากนี้ ยังมีพันธุ์เมล็ดสองสี (bi-color) คือ สีขาวและสีเหลืองรวมอยู่ในฝักเดียวกัน ข้าวโพดหวานที่เพาะปลูกในประเทศไทยประมาณ 80 % เป็นข้าวโพดหวานชนิดหวานพิเศษ ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครสสูงกว่าข้าวโพดหวานธรรมดาถึง 3 เท่า สูงกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน 6 เท่า และสูงกว่าข้าวโพดไร่ 12 เท่า (กองขยายพันธุ์พืช, 2536) เนื่องจากมียีน ชรังเคน (*sh1/sh1* หรือ *sh2/sh2*) หรือยีนบริตเติล (*bt/bt* หรือ *bt2/bt2*)

ควบคุมอยู่ (ทวีศักดิ์ และ ราเชนทร์, 2539) เมล็ดข้าวโพดหวานพิเศษมีลักษณะเหี่ยวย่นมากและทึบขุ่น (ทวีศักดิ์, 2540) ทำให้มีความแข็งแรงและความงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานธรรมดา และเสื่อมสภาพได้ง่าย (Parera and Cantille, 1994; Parera *et al*., 1995) การมีปริมาณน้ำตาลในเมล็ดสูง ยังทำให้เกิดโรคในเมล็ดได้ง่าย (Styer *et al*., 1980)

ข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-2 และพันธุ์อินทรี 2 เป็นข้าวโพดหวานที่นิยมเพาะปลูกในประเทศไทย พันธุ์เอทีเอส-2 เป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่มียีนบริตเติล 1 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง 1,800-2,500 กก./ไร่ รสหวาน สามารถต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง เป็นพันธุ์ที่นิยมใช้บริโภคฝักสดภายในประเทศ และโรงงานแปรรูป (ทวีศักดิ์, 2540) ส่วนพันธุ์อินทรี 2 เป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่มียีนชรังเคน 2 (ธีรศักดิ์, 2546) ให้ผลผลิต 1,800-2,300 กก./ไร่ มีความหวานสูง มีความต้านทานต่อโรคราสนิม และทนทานต่อการหักล้มได้ดี เหมาะสำหรับตลาดฝักสดและโรงงานแปรรูป (สุรเชษฐ, 2543)

2. ผลของสภาพแวดล้อมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกในแปลงปลูกได้ดี จำเป็นต้องมีสภาพแปลงปลูกที่เหมาะสม และมีปัจจัยสำหรับการงอกครบถ้วน เช่น อุณหภูมิที่เหมาะสม น้ำ ออกซิเจน โครงสร้างดิน และจุลินทรีย์ในดิน รวมถึงการจัดการ แต่สภาพแปลงปลูกจริงไม่สามารถกำหนดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้เหมาะสมและเพียงพอสำหรับการงอกได้ มีการศึกษามากมายถึงผลของสภาพแวดล้อมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่การศึกษาส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นที่ผลของอุณหภูมิและปริมาณน้ำที่มีต่อการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้า เช่น ผลของอุณหภูมิสูงหรือต่ำที่มีต่อการงอก โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่จำกัดการงอกของเมล็ดพันธุ์ในหลายพื้นที่ (Cutforth *et al*., 1986; Egley, 1990) ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิสูงหรือต่ำก็มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ทั้งสิ้น (Hampson and Simpson, 1990b; Livingston and DeJong, 1990) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ คือ 18-25 °ซ (DeJong and Best, 1979; Hampson and Simpson, 1990a) แต่ในการเพาะปลูกจริงไม่สามารถกำหนดอุณหภูมิในช่วงดังกล่าวได้ จึงทำให้เมื่อปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีลงดินในเขตหนาว ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวยอดต้นกล้าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Jessop and Stewart, 1983) โดยส่วนยอดตอบสนองต่ออุณหภูมิมากกว่าราก (Hampson and Simpson, 1990b) เนื่องจากอุณหภูมิในอากาศมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าอุณหภูมิในดิน และอัตราของรากต่อยอดลดลง โดยตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง (18 °ซ) มากกว่าอุณหภูมิต่ำ (10 °ซ) (Cutforth *et al.,* 1986) นอกจากนี้การที่อุณหภูมิลดลงจาก 25 °ซ เป็น 20 °ซ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีมีความงอกลดลง (Lafond and Fowler, 1989) สำหรับผลของปริมาณน้ำที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ สามารถเกิดได้ 2 แบบ คือ สภาวะน้ำมาก และสภาวะขาดน้ำ โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การหาวิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะจำกัดน้ำ Hunter และ Erickson (1952) ได้ศึกษาการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

พบว่าปริมาณน้ำต่ำสุดที่ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้คือ 500 กรัม/กก. วิชัย และคณะ (2547) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองคุณภาพสูงของพันธุ์เชียงใหม่ 60 และพันธุ์ สจ. 5 ที่ปลูกในแปลงโดยให้น้ำครั้งเดียวในวันปลูก มีความงอกต่ำกว่าการให้น้ำทุกวัน 21 % และ 10 % ตามลำดับ อรวรรณ (2545) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานคุณภาพสูงของพันธุ์อินทรี 2 และพันธุ์ซุปเปอร์สวีทคอมโพสิท 1 ดีเอ็มอาร์ ที่ปลูกโดยให้น้ำทุกวันมีความงอกสูงกว่าการปลูกโดยการให้น้ำครั้งเดียวในวันปลูก 13 % และ 19 % ตามลำดับ ศานิต (2545) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดคุณภาพสูงพันธุ์นครสวรรค์ 1 และพันธุ์นครสรรค์ 72 ที่ปลูกในสภาวะแล้งโดยให้น้ำครั้งเดียวในวันปลูก ให้ความงอกในแปลงลดลง 10 % และ 14 % จากความงอกในแปลงที่ให้น้ำทุกวัน ตามลำดับ สุดารัตน์ (2545) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์แตงกวาคุณภาพสูงของพันธุ์มีนา 28 และพันธุ์คัด-มอ. ให้ความงอกในแปลงปลูกที่ให้น้ำทุกวัน 94.0 % และ 79.5 % ตามลำดับ แต่เมื่อให้น้ำลดลงเหลือ 2 วันแรกของการปลูก ให้ความงอกในแปลงลดลงเหลือ 76.0 % และ 64.5 % ตามลำดับ และการให้น้ำครั้งเดียวในวันปลูก ให้เมล็ดพันธุ์แตงกวามีความงอกเหลือ 8.5 % และ 7.0 % ตามลำดับ นอกจากนี้ผลของสภาพแวดล้อมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพแปลงปลูก ไม่ได้เกิดจากปัจจัยเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบการงอก จากการศึกษาของ Lafond และ Fowler (1989) พบว่าอุณหภูมิและน้ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี โดยอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีตอบสนองต่ออุณหภูมิมากกว่าความชื้น โดยเมล็ดพันธุ์มีความงอกไม่แตกต่างกันเมื่อลดการให้น้ำจาก -0.2 MPa เหลือ -1.5 MPa แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 5 เป็น 25 °ซ ส่งผลให้ความงอกเพิ่มขึ้น และ Lindstorm และคณะ (1976) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกในฤดูหนาวมีการงอกลดลง เมื่อน้ำในดินลดลงจาก -0.6 MPa ที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็น -0.9 MPa ที่อุณหภูมิ 20 °ซ จากข้อมูลงานวิจัยเห็นได้ว่าการเพาะปลูกเมล็ดพันธุ์ในพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะขาดน้ำ มักให้ความงอกลดลงในระดับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสภาวะขาดน้ำ ดังนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์จึงจำเป็นต้องเลือกเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงเพื่อให้สามารถงอกได้ดีในแปลงปลูกที่มีความเสี่ยง หรือการปรับอัตราปลูกให้เหมาะสมกับความงอกในแปลงในสภาวะเครียดต่างๆ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการเพาะปลูกพืช ยังสามารถช่วยจัดการด้านการผลิตให้เหมาะสม และลดต้นทุนของเกษตรกร เพราะถ้าเกษตรกรเลือกเมล็ดพันธุ์ผิดพลาด ก็อาจต้องไถแปลงทิ้งหรือรอปลูกครั้งถัดไป ซึ่งการรอปลูกนี้อาจได้รับผลจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนรวมถึงการคาดคะเนวันเก็บเกี่ยวที่ผิดพลาดได้ ฉะนั้นควรมีวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถทำให้เมล็ดพันธุ์แสดงศักยภาพได้ดีที่สุดในสภาวะเครียดต่างๆ เพื่อนำข้อมูลจากการทดสอบมาเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ได้อย่างถูกต้อง

3. การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

การทดสอบความงอกมาตรฐาน ไม่สามารถนำไปประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องจากการเพาะด้วยวิธีมาตรฐานเป็นการวัดศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่มีการจัดปัจจัยสำหรับการงอกอย่างครบถ้วนและเหมาะสม และเมื่อไปเพาะปลูกในแปลง ปรากฏว่าความงอกที่ได้จากวิธีมาตรฐานไม่สอดคล้องกับความงอกในแปลงปลูก ดังนั้น นักเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์จึงได้พยายามหาวิธีการทดสอบความแข็งแรง เพื่อให้ได้ผลสอดคล้องกับศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ สภาพการเพาะปลูก และการจัดการเมล็ดพันธุ์ เช่น การเก็บรักษา ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ผลรวมของคุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเมื่อนำไปปลูกแล้วมีผลทำให้ได้ต้นกล้าที่แข็งแรงและสม่ำเสมอ ภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าสภาพแวดล้อมนั้นจะเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมต่อการงอกก็ตาม (ASOA, 2002) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ความแข็งแรงอันเนื่องมาจากลักษณะทางพันธุกรรม เป็นความแข็งแรงและลักษณะดีเด่นของเมล็ดพันธุ์อันเนื่องมาจากพันธุกรรม เช่น ความดีเด่นของลูกผสม หรือความแข็งแรงของลูกผสม และ 2) ความแข็งแรงทางสรีรวิทยา เป็นความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์อันเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมอื่นที่มีผลต่อเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนเก็บเกี่ยว ตลอดจนถึงการสี นวด ตาก อบลดความชื้น การขนย้าย การบรรจุหีบห่อ การคลุกสารเคมี และการเก็บรักษา (จวงจันทร์, 2529) การวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นการวัดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อนที่เมล็ดพันธุ์จะสูญเสียความมีชีวิต การทดสอบทำได้หลายวิธีทั้งวิธีการทดสอบทางกายภาพ วิธีทางสรีรวิทยา และวิธีทางชีวเคมี (วัลลภ, 2541; วันชัย, 2542) เช่น การวัดความสามารถในการงอก การวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน และการพัฒนาของต้นกล้าในรูปความสูงและน้ำหนักแห้ง ทั้งในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม การวัดอัตราการหายใจ (Woodstock and Grabe, 1967; Carver and Matthews,1975; Miles *et al*., 1988; He and Burris, 1992; Garcia *et al*., 1995) การวัดประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่มีบทบาทในการงอกและมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Steiner *et al*., 1989) ได้แก่ เอนไซม์ย่อยกรดกลูตามิค (glutamic acid decarboxylase : GADA test) การวัดปริมาณการสังเคราะห์ดีเอ็นเอภายในเมล็ดพันธุ์ (Garcia *et al*., 1995) การวัดความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมหรือสภาวะเครียด เช่น การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีในสภาพ heat shock (Van der Vanter *et al*., 1993) การวัดปริมาณและกิจกรรมของเอนไซม์ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในสภาพ heat shock (Duke and Doehlert, 1996; Zhao *et al*., 2003) การทดสอบในสภาพหนาวของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Martin *et al*., 1988; Nijenstein and Kruse, 2000) ถั่วเหลือง (Zorrilla *et al*., 1994) การทดสอบความงอกในสภาพเย็นของเมล็ดพันธุ์ฝ้าย (AOSA, 1983; Kerby *et al*., 1989) การทดสอบความงอกในสภาพจำกัดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Van der Vanter, 1988; ศานิต, 2545; อรวรรณ, 2545) การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (Wilson and Trawatha,1991;

Wilson *et al*., 1992) การทดสอบในสภาวะน้ำท่วมขังของเมล็ดพันธุ์ข้าว (Yamaguchi and Winn, 1996) ตลอดจนการทดสอบความแข็งแรงในสภาวะเครียดภายใต้การระบาดของเชื้อ *Fusarium moniliforme* ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (Kulik and Schoen, 1982) และเชื้อ *Phomopsis* ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (Zorrilla *et al*., 1994)

จากวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่กล่าวข้างต้น เป็นการจัดรูปแบบวิธีการทดสอบ เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ได้แสดงออกถึงความแข็งแรง ดังนั้นการหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ดีที่สุด และให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับสภาพการเพาะปลูกจริง ควรจัดปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในแปลงปลูกให้กับรูปแบบของวิธีการทดสอบให้มากที่สุด เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ได้ใช้ความแข็งแรงที่มีอยู่แสดงศักยภาพในการงอกและตั้งตัวของต้นกล้าในแปลงปลูกได้ การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการทดสอบที่แตกต่างกันตามสภาพการเพาะปลูกและการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถใช้เมล็ดพันธุ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเหมาะสมกับสภาพการเพาะในแต่ละรูปแบบได้

4. การทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียด

สภาวะเครียดที่มีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์และการตั้งตัวของต้นกล้าในเขตร้อนชื้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ การเตรียมแปลงปลูกไม่ดี จุลินทรีย์ในดิน ศัตรูพืช สารเคมี การใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ สภาพที่มีฝนตกหนัก และแห้งแล้ง (ขวัญจิตร, 2534) ดังนั้นการทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาพเครียด นับเป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่ดีอีกวิธีการหนึ่ง ที่ให้ผลสอดคล้องกับสภาพการเพาะปลูกจริง โดยสามารถทำให้เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกในแต่ละสภาพได้ การทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียดมีวิธีการทดสอบหลายวิธี ทั้งการทดสอบโดยใช้วิธีการตามกฎของสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 2002) เพื่อให้ได้ผลที่สอดคล้องกับเมล็ดพันธุ์ที่งอกในสภาพเครียด และการทดสอบโดยเลียนแบบสภาพแวดล้อมจริงที่มีผลกระทบกับเมล็ดพันธุ์ขณะทำการเพาะปลูก สำหรับการทดสอบโดยใช้วิธีการตามกฎของสมาคม เช่น การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่แนะนำโดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 1983; Copeland and McDonald, 2001) ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับการประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ แต่ได้มีความพยายามของนักวิจัยนำวิธีการเร่งอายุมาประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดเพื่อให้สอดคล้องกับความงอกในแปลงปลูก เช่น ถั่วลิสง ฝ้าย ถั่วลันเตา ถั่วพุ่ม ถั่วเหลือง และข้าวโพด (จวงจันทร์, 2529) การทดสอบทำโดยนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในสภาพที่มีความเครียดที่เร่งกระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ที่ระดับอุณหภูมิ 40-45 °ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 100 % (Delouche and Baskin, 1973; วัลลภ, 2545) แต่สำหรับการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นจำเป็นต้องเร่งที่อุณหภูมิสูงกว่าเขตอบอุ่น (วัลลภ, 2545) ซึ่งมีการปรับใช้ประเมินความแข็งแรงในพืชหลายชนิด เช่น ฝ้าย (Furbeck *et al*., 1989) ถั่วแขก (Pandey, 1989; Hampton *et al*., 1992) ข้าวโพดไร่ (วัลลภ และคณะ, 2536ก;

Santipracha *et al*., 1997) ถั่วเขียว (วัลลภ และคณะ, 2536ข; Hampton *et al*., 1992) ข้าวฟ่าง (Ibrahim *et al*., 1993) ถั่วเหลือง (Zorilla *et al*., 1994; Egli and TeKrony, 1996) ข้าวโพดหวาน (วีรเกียรติ และคณะ, 2548; Wilson and Trawatha, 1991; Wilson *et al*., 1992) และข้าวสาลี (Bhattacharyya *et al*., 1985; Heslehurst, 1988) นอกจากนี้ สมาคมการทดสอบเมล็ดพันธุ์ระหว่างประเทศได้มีการพัฒนาวิธีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผักที่มีเมล็ดขนาดเล็ก เรียกว่าวิธีการทดสอบการเสื่อมสภาพ (controlled deterioration test) (ISTA, 1995) ซึ่งมีการใช้วิธีการทดสอบเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปม (Powell and Metthews, 1984b) แตงกวา (Alsadon *et al*., 1995) คะน้า (Powell and Metthews, 1985) ถั่วเขียว (Hampton *et al*., 1992) หอมหัวใหญ่ (Powell and Metthews, 1984a; Powell *et al*., 1984) ข้าวไรน์ (Marshall and Naylor, 1985) และมะเขือเทศ (Alsadon *et al*., 1995) ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงควรมีการปรับวิธีการให้สอดคล้องตามสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

วิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพเครียดที่จัดสภาพการทดสอบให้เหมือนกับการเพาะปลูกจริงเป็นการเลียนแบบสภาพเพาะปลูกที่มีปัจจัยต่างๆ กระทบต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ คือ อุณหภูมิดินต่ำ จุลินทรีย์ในดิน โดยวิธีการดังกล่าวมีหลายวิธีที่แนะนำไว้ใน AOSA (2002) เช่น การทดสอบในสภาพหนาวเป็นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Loeffler *et al*., 1985; Nijenstein, 1986;1988; Beckendem *et al*., 1987; Martin *et al*., 1988; Byrum and Copeland, 1995; TeKrony and Hunter, 1995; AOSA, 2002) สำหรับการประเมินความงอกเพื่อการเพาะปลูกในเขตหนาว ทำโดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในกระบะ ที่ใช้ดินจากแปลงปลูกที่มีความจุความชื้นดินประมาณ 40 % และให้น้ำ 70 % ของความจุความชื้นดิน นำไปเพาะที่อุณหภูมิ 10 °ซ เป็นเวลา 7 วัน และที่อุณหภูมิ 25 °ซ อีก 4 วัน ถ้ามีความงอกสูง แสดงว่ามีความแข็งแรงดี สามารถใช้เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีสภาวะเสี่ยงต่อสภาพอากาศหนาวเย็นในช่วงการเพาะปลูกได้ดี ซึ่งใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ฝ้าย (Smith and Varnil, 1986) หอมหัวใหญ่ (Beckendem *et al*., 1987) ชูการ์บีท (Kraak *et al*., 1984) และข้าวโพดหวาน (Wilson *et al*., 1992) การทดสอบความงอกในสภาพเย็นของเมล็ดพันธุ์ฝ้าย ที่ใช้เพาะปลูกในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา เป็นวิธีการที่แนะนำโดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 2002) เพื่อการเพาะปลูกในเขตหนาว ทำโดยเพาะเมล็ดพันธุ์ฝ้ายในที่มืด อุณหภูมิ 18 °ซ เป็นเวลา 7 วัน ประเมินต้นกล้าที่มีความยาวมากกว่า 4 ซม. จึงจัดเป็นต้นกล้าที่มีความแข็งแรงดี นอกจากสภาวะเครียดในสภาพหนาวและสภาพเย็นที่ใช้ในการทดสอบเมล็ดพันธุ์แล้วยังมีสภาวะเครียดอื่นๆ ที่ถูกนำมาใช้ ได้แก่ การเพาะเมล็ดพันธุ์ในอิฐ (Brick grit หรือ Hiltner test) เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ธัญพืชในทวีปยุโรป ทำโดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในอิฐก้อนเล็กๆ หรือทรายที่คลุมด้วยอิฐหนา 3 ซม. ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องและในเวลาที่กำหนด ต้นกล้าที่งอกได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา จึงนับว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงดี (ISTA, 1995; วัลลภ, 2545)

จากวิธีการทดสอบในสภาวะเครียดข้างต้น วิธีการส่วนใหญ่เป็นการประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านสภาวะเครียดจากอุณหภูมิสูงและต่ำ เชื้อจุลินทรีย์ภายในดิน แต่สภาวะเครียดน้ำที่มีผลกระทบต่อเมล็ดพันธุ์ไม่สามารถใช้วิธีดังกล่าวในการประเมินได้ จึงทำให้มีนักวิจัยพยายามหาวิธีประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียดน้ำ เช่น วิธีการทดสอบในสภาวะจำกัดน้ำเป็นการทดสอบสภาวะเครียดของเมล็ดพันธุ์ที่ดีอีกวิธีหนึ่งสำหรับการประเมินการเพาะปลูกในสภาวะแล้ง การทดสอบในสภาวะจำกัดน้ำมีการทดสอบ 2 วิธี คือ (1) การทดสอบในสภาวะจำกัดความชื้นโดยเพาะในสารละลายออสโมติคัมที่ดูดความชื้นไว้เพื่อจำกัดการดูดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เช่น โซเดียมคลอไรด์ กลีเซอรอล น้ำตาลซูโครส น้ำตาลแมนนิทอล และโพลีเอทิลีนไกลคอล (PEG) (วัลลภ, 2541) ซึ่งได้มีการใช้อย่างกว้างขวางในหลายพืช เช่น ถั่วเขียว (De and Kar,1995) เมล็ดสน (Falleri, 1994; Boydack *et al*., 2003) มะเขือเทศ (Mauromicale and Cavallaro, 1995) หอมหัวใหญ่ (Whalley *et al.,* 2001) ข้าวสาลี (Baalbaki *et al*., 1999) แต่ต้องใช้สารเคมี และต้องควบคุมสภาพการทดสอบโดยเฉพาะอุณหภูมิที่คงที่ตลอดเวลา ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และ (2) การทดสอบความงอกในสภาวะจำกัดน้ำโดยการควบคุมความชื้นของดินที่เพาะ เช่น ทานตะวัน (Helms *et al*., 1997) ถั่วเหลือง (Helms *et al.,* 1996) ถั่วลันเตา (Heydecker, 1977) ข้าวฟ่าง (Stout *et al*., 1980) ข้าวโพด (Helms *et al*., 1997; ศานิต, 2545; อรวรรณ, 2545) แต่วิธีการทดสอบดังกล่าวมักให้ผลแปรปรวนไปตามสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล ที่ทำให้น้ำดินระเหยไปไม่เท่ากัน จึงทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้แตกต่างกัน จึงนำไปสู่ข้อจำกัดต่อการทดสอบเมล็ดพันธุ์ จึงได้ศึกษาการทดสอบเพื่อควบคุมความแปรปรวนดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการควบคุมความชื้นในการทดสอบความงอกในสภาวะจำกัดน้ำของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน สำหรับการประเมินความสามารถในการเพาะปลูกในสภาวะแล้งและให้ได้ผลการทดสอบที่สม่ำเสมอกัน