ผลของคุณภาพเมล็ดพันธุ์และระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์

Effects of Seed Quality and Waterlogging Duration on Seed Germination and Vigour of Two Waxy Corn Varieties

ศานิต สวัสดิกาญจน์ [1/]

Sanit Sawatdikarn [1/]

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of seed quality and waterlogging duration on seed germination and vigour of two waxy corn varieties. The experiment was conducted at the Department of Agricultural Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University during January to November 2006. It was designed as 2x3x4 Factorial in CRD with 3 replications; two waxy corn varieties namely Sumlee and Ban Koh as the first factor, three corn seed qualities namely high, medium and low, as the second factor and the third factor was four waterlogging duration 1 cm above soil surface at for 0 (control treatment), 6, 18, and 24 hours. Seed germination, speed of germination index, shoot length and dry weight of seedling were recorded. The results showed that the seed germination of the Sumlee variety was 64% which was significantly different from Ban Koh variety (53%). The seed vigour in term of shoot length and seedling dry weight also showed significantly different between Sumlee and Ban Koh varieties. The levels of high seed quality were significantly different from the medium and low quality seed. The levels of high seed quality produced the germination at 76%, whereas seed germination of medium and low seed quality produced only 64% and 35.5% respectively. For waterlogging duration for 6, 18, and 24 hours after seeding, produced lower seed germination and seed vigour than the controlled treatment. The interaction of varieties x seed quality levels,

[1/] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

[1/] Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Pranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

varieties x water logging duration, seed quality levels x waterlogging duration and varieties x seed quality levels x water logging duration were not found in seed germination and vigour characteristics. Therefore the planting of waxy corn for waterlogging conditions in Ban Koh village was obtained from Sumlee variety with the levels of seed quality at high and medium quality.

Key words : waxy corn, seed germination and vigor, seed quality, waterlogging duration

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของคุณภาพเมล็ดพันธุ์และระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน ดำเนินการทดลองที่โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2549 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x3x4 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์ของข้าวโพดเทียนจำนวน 2 พันธุ์คือ พันธุ์สำลีและบ้านเกาะ ปัจจัยที่ 2 คือระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมี 3 ระดับคือ คุณภาพสูง ปานกลางและต่ำ และปัจจัยที่ 3 คือ ระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขังสูงจากผิวดิน 1 ชม. นานต่างกัน 4 ระยะเวลา คือ 0 (สภาพควบคุม) 6 18 และ 24 ชม. บันทึกคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ 4 ลักษณะคือ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ในด้านดัชนีความเร็วในการงอก ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีให้ความงอกแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ โดยพันธุ์สำลีให้ความงอก 64% ส่วนพันธุ์บ้านเกาะให้ความงอก 53% สำหรับความแข็งแรงในด้านความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าพันธุ์สำลีมีความแข็งแรงแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ พบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงให้ความงอกแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงมีความงอก 76% ส่วนคุณภาพปานกลางและต่ำมีความงอก 64 และ 35.5% ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาการให้น้ำท่วมขัง พบว่าเมื่อระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังเพิ่มขึ้นจาก 6 ชม. เป็น 18 และ 24 ชม. ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงแตกต่างทางสถิติกับการไม่ให้น้ำท่วมขัง และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัย พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขังที่มีต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการปลูกข้าวโพดเทียนในตำบลบ้านเกาะในสภาวะน้ำท่วม ขัง ควรเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีที่มีระดับคุณภาพสูงและปานกลาง

คำหลัก : ข้าวโพดเทียน ความงอก ความแข็งแรงของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาการให้น้ำท่วมขัง

คำนำ

ข้าวโพดเทียนเป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในปัจจุบันมีการปลูกในหลายตำบลของ อ.พระนครศรีอยุธยา บ้านเกาะเป็นตำบลที่มีการปลูกข้าวโพดเทียนมากที่สุดประมาณ 150 ไร่ พันธุ์ข้าวโพดเทียนที่นิยมปลูกในตำบลบ้านเกาะมี 2 พันธุ์คือ พันธุ์บ้านเกาะและพันธุ์สำลี (ศานิต, 2549ก.) สำหรับพันธุ์บ้านเกาะเป็นพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกมากว่า 50 ปี ส่วนพันธุ์สำลีเป็นพันธุ์ใหม่ที่นำมาปลูกประมาณ 5 ปี พันธุ์บ้านเกาะเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว ทำให้ได้รับการจัดให้เป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของ ต.บ้านเกาะ เนื่องจากมีรสชาติหวานและฝักมีขนาดเล็ก ส่วนพันธุ์สำลีก็เป็นพันธุ์ที่กำลังเริ่มมีความนิยมมากขึ้น เพราะเป็นพันธุ์ที่มีฝักใหญ่ รสชาติดีและรับประทานแล้วไม่ติดฟัน นอกจากนี้ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลียังมีการเจริญเติบโตในหลาย ๆ ด้านค่อนข้างดี เช่น ความสูง การออกดอกและการสุกแก่ รวมทั้งให้ผลผลิตสูงด้วย เนื่องจากใน 1 ต้น ให้ผลผลิตฝักจำนวน 2 ฝัก (ศานิต, 2549ข.) จากคำบอกเล่าของเกษตรกรต.บ้านเกาะ พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์นี้เมื่อปลูกในฤดูฝนมีจะความงอกต่ำ โดยเฉพาะพันธุ์บ้านเกาะที่มีความงอกในสภาวะน้ำท่วมขังไม่เกิน 50% (ศานิต, 2549ก.) ทั้งนี้เพราะสภาพน้ำท่วมขังเมล็ดพันธุ์ได้รับน้ำมากเกินไปทำให้งอกได้น้อยลงหรือไม่งอกเลย (Norton, 1986) เนื่องจากน้ำเข้าไปแทนที่ออกซิเจนจนมีผลให้ปริมาณออกซิเจนขาดหรือหมดไป (อภิพรรณ, 2531 ; จักรี, 2539)

การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขัง มีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการทดลอง พบว่าพันธุ์พืชและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขัง และยังพบว่าการให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงมากกว่าการให้น้ำท่วมขังในระยะเวลาที่สั้นกว่าสำหรับการศึกษาที่พบว่าพันธุ์พืชมีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขัง เช่น ข้าวโพดโดย Martin และคณะ (1991) ที่เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจำนวน 2 กลุ่มคือ พันธุ์ทนทานและพันธุ์ไม่ทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง พบว่าพันธุ์ที่ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอกไม่แตกต่างกัน เมื่อให้น้ำท่วมขังนานขึ้น แต่พันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง เมื่อให้น้ำท่วมขังนานขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองในพืชอื่น เช่น ข้าวโดย Yamauchi และ Winn (1996) ที่เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาวะน้ำท่วมขัง 2 วิธีคือ ทดสอบในถาดพลาสติกและในแปลงปลูก พบว่าพันธุ์ที่ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอกมากกว่าพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง ทั้งการเพาะในถาดพลาสติกและในแปลงปลูก สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาวะน้ำท่วมขัง โดยพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงมีความงอกในสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าคุณภาพปานกลางและต่ำ เช่น การทดลองในข้าวโพดของ Fausey และ McDonald (1985) พบว่าการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในดินที่อุณหภูมิ 25 °ซ. เป็นเวลา 48 ชม. เป็นต้นไป ทำให้ความงอกลดลงทั้งพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม

และพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำให้ความงอกลดลงมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง นอกจากนี้ van Toai และคณะ (1985) ได้เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีคุณภาพสูงและต่ำในดินที่อุณหภูมิ 10 และ 25 °ซ. เป็นเวลา 0-10 วัน พบว่าทั้งสองอุณหภูมิมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกเพิ่มเมื่อให้น้ำท่วมขังนานขึ้น เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงมีความงอกในสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ แสดงว่าพันธุ์พืชและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ ในสภาวะน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก

พื้นที่ปลูกข้าวโพดเทียนของต.บ้านเกาะส่วนใหญ่เป็นที่ราบ สภาพดินเป็นดินร่วนปนทรายกระจายอยู่ริมสองฝั่งแม่น้ำป่าสัก หรือที่เรียกว่าดินน้ำไหลทรายมูล จากรายงานของศานิต (2549ก.) พบว่าปัญหาในการปลูกข้าวโพดเทียนของ ต.บ้านเกาะและตำบลใกล้เคียงคือ การที่สภาพพื้นที่โดยทั่วไปไม่เหมาะต่อการปลูกข้าวโพดเทียน แต่เหมาะต่อการปลูกข้าว การปลูกข้าวโพดเทียนจึงกระจายอยู่เฉพาะสองฝั่งแม่น้ำป่าสักมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาการปลูกข้าวโพดเทียนในตำบลนี้คือ การหาพื้นที่ใหม่ที่สามารถปลูกข้าวโพดเทียนได้ดี พื้นที่เป้าหมายที่น่าจะเป็นไปได้คือพื้นที่นาสำหรับ ต.บ้านเกาะมีพื้นที่นารกร้างว่างเปล่าเป็นจำนวนมาก มีพื้นที่ประมาณ 15,000 ไร่ ซึ่งสามารถนำมาปลูกข้าวโพดเทียนได้ แต่ปัญหาหลักของพื้นที่นาที่จะนำมาใช้ปลูกข้าวโพดเทียนคือ พื้นที่นามีสภาพเป็นที่ต่ำ ทำให้น้ำท่วมขังและมีความชื้นในแปลงปลูกสูง โดยเฉพาะเมื่อปลูกในฤดูฝน นอกจากนั้นในบางฤดูหรือบางปีพื้นที่นาของต.บ้านเกาะมีปริมาณน้ำมากเกินไปหลังการหยอดเมล็ดพันธุ์ในฤดูกาลเพาะปลูก เนื่องจากสภาพฝนตกหนักแล้วระบายน้ำไม่ทัน หรือถ้าระบายน้ำได้ก็ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน สภาพดังกล่าวจึงกลับสู่สภาวะปกติ สภาพที่กล่าวมาจึงเป็นปัญหาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้ได้ต้นพืชต่ำกว่าอัตราที่ต้องการ นอกจากนี้ปัญหาที่ประสบตลอดมาของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเทียนของตำบลนี้คือ การเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนไว้ทำพันธุ์หรือปลูกในฤดูกาลต่อไปจำนวนหลายชุด ทำให้การเลือกใช้เมล็ดพันธุ์เพื่อการเพาะปลูกในสภาวะน้ำท่วมขังทำได้ยาก อีกทั้งไม่มีข้อมูลการทนทานต่อน้ำท่วมขังของข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์ การมีข้อมูลเกี่ยวกับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในสภาวะน้ำท่วมขัง ทำให้การปลูกข้าวโพดเทียนในต.บ้านเกาะในพื้นที่นาที่รกร้างว่างเปล่า มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้ศึกษาการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนจำนวน 2 พันธุ์คือ พันธุ์สำลีและพันธุ์บ้านเกาะที่มีคุณภาพต่างกันคือ คุณภาพสูง ปานกลางและต่ำ ในสภาวะน้ำท่วมขังสูงจากผิวดิน 1 ซม. เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดเทียน ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นาของตำบลบ้านเกาะต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนจำนวน 2 พันธุ์ คือพันธุ์สำลีซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์บ้านเกาะ

เป็นพันธุ์ผสมเปิด นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนแต่ละพันธุ์ที่มีคุณภาพต่างกันโดยการเก็บรักษาและการเร่งอายุ เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงใช้เมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก เก็บรักษาในสภาพควบคุมอุณหภูมิ 10 °ซ. ของทั้งสองพันธุ์ โดยพันธุ์สำลีมีความงอก 95% ส่วนพันธุ์บ้านเกาะมีความงอก 90% สำหรับเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ ใช้วิธีเร่งอายุตามวิธีของ Anon (1983) ให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์มีคุณภาพปานกลางและต่ำ โดยการนำเมล็ดพันธุ์จำนวน 200 เมล็ด ใส่ตะแกรงแล้วนำไปไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ให้เมล็ดอยู่เหนือระดับน้ำที่ระดับอุณหภูมิ 42 43 และ 44 °ซ. นาน 48 72 และ 96 ชม. ความชื้นสัมพัทธ์ 100% หลังการเร่งอายุที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกัน นำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความงอกแล้วคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำดังนี้ พันธุ์สำลีเร่งอายุให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพปานกลาง ที่อุณหภูมิ 42 °ซ. นาน 96 ชม. มีความงอกหลังการเร่งอายุ 85% ส่วนพันธุ์บ้านเกาะ ทำการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43 °ซ. นาน 72 ชม. มีความงอกหลังการเร่งอายุ 80% และเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ พันธุ์สำลีเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44 °ซ. นาน 96 ชม. โดยมีความงอกหลังการเร่งอายุ 70% ส่วนพันธุ์บ้านเกาะ เร่งอายุที่อุณหภูมิ 45 °ซ. นาน 96 ชม. มีความงอกหลังการเร่งอายุ 60%

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x3x4 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์ของข้าวโพดเทียน จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สำลีและพันธุ์บ้านเกาะ และปัจจัยที่ 2 ระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มี 3 ระดับคือ คุณภาพสูง ปานกลางและต่ำ สุดท้ายปัจจัยที่ 3 คือ ระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขังสูง 1 ซม.จากผิวดิน มี 4 ระดับคือ 0 (สภาพควบคุม) 6 18 และ 24 ชม.

3. การเพาะเมล็ดพันธุ์

ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนทั้ง 2 พันธุ์ ทุกระดับคุณภาพในดินจำนวน 1,000 ก. ในตะกร้าพลาสติกขนาด 20x26x6 ซม. จำนวน 50 เมล็ด/ซ้ำ รวม 3 ซ้ำ นำไปวางในถาดรองน้ำให้น้ำท่วมขังสูง 1 ซม. เป็นระยะเวลาต่างกัน 6 18 และ 24 ชม. แล้วนำไปเพาะต่อที่อุณหภูมิห้องเปรียบเทียบกับการเพาะโดยไม่มีการให้น้ำท่วมขัง (สภาพควบคุม)

4. การประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การประเมินผลความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย 4 ลักษณะคือ

4.1 ความงอก ประเมินตามกฎของสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (Anon, 1981) ทุกวันในช่วงอายุ 4-7 วัน คำนวณความงอกเป็นเปอร์เซ็นต์

4.2 ดัชนีความเร็วในการงอก นำผลการทดสอบความงอกในข้อ 4.1 มาคำนวณเป็นดัชนีความเร็วในการงอกจากสูตร

$$\text{ดัชนีความเร็วในการงอก} = \text{ผลรวมของ} \left\{ \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติในแต่ละวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะที่ตรวจนับ}} \right\}$$

4.3 ความสูงของต้นกล้า วัดความสูงจากโคนต้นถึงปลายยอดของต้นกล้าปกติที่อายุ 7 วัน (Anon, 1996) คำนวณความสูงของต้นกล้าต่อต้นมีหน่วยเป็น ซม. จากสูตร

$$\text{ความสูงของต้นกล้าต่อต้น} = \frac{\text{ผลรวมของความสูงของต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

4. น้ำหนักแห้งของต้นกล้า ตัดต้นกล้าปกติที่ระดับคอดิน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 °ซ. เป็นเวลา 24 ซม. (Anon, 1983) และคำนวณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่อต้นมีหน่วยเป็น มก. จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่อต้น} = \frac{\text{ผลรวมของน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความงอก

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีให้ความงอกแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ โดยพันธุ์สำลีให้ความงอก 64% ส่วนพันธุ์บ้านเกาะให้ความงอก 53% สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เพาะ พบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงให้ความงอกแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงมีความงอก 76% (Table 1) ส่วนคุณภาพปานกลางและต่ำมีความงอก 64 และ 35.5% ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาการให้น้ำท่วมขัง พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง เมื่อระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังเพิ่มขึ้น โดยมีความงอกลดลงเป็น 61% เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 6 ซม. และความงอกลดลงเป็น 53 และ 46% เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 18 และ 24 ซม. ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัย พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง ที่มีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพต่ำมีความงอกค่อนข้างต่ำ จนไม่สามารถนำไปใช้เป็นเมล็ดพันธุ์เพื่อการเพาะปลูกได้ สอดคล้องกับการทดลองในข้าวโพด ที่พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีคุณภาพต่ำ มีความงอกในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนานตั้งแต่ 48-144 ชม. น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง (Fausey and McDonald,1985) และเมื่อพิจารณาพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขัง พบว่าพันธุ์สำลีมีความงอกใน

Table 1. Seed germination and vigour of waxy corn seed at high, medium and low quality seed under different waterlogging durations

Treatment	Seed germination (%)	Speed of germination index	Shoot length (cm)	Seedling dry weight (mg)
Varieties				
Sumlee	64.0 a	13.8	13.3 a	35.0 a
Ban Koh	53.0 b	12.2	8.9 b	24.0 b
F–test	**	NS	**	**
Seed quality levels				
High	76.0 a	16.6 a	15.2 a	39.5 a
Medium	64.0 b	13.2 b	10.6 b	29.9 b
Low	35.5 c	9.2 c	7.5 c	19.2 c
F–test	**	**	**	**
Waterlogging duration (hours)				
0	74.0 a	17.8 a	14.2 a	36.0 a
6	61.0 b	14.0 b	11.6 b	30.5 b
18	53.0 c	12.2 b	10.1 b	28.9 b
24	46.0 d	8.0 c	8.5 b	22.6 c
F–test	**	**	**	**
Varieties x seed quality levels				
F–test	NS	NS	NS	NS
Varieties x waterlogging duration				
F–test	NS	NS	NS	NS
Seed quality x waterlogging duration				
F–test	NS	NS	NS	NS
Varieties x seed quality levels x Waterlogging duration				
F–test	NS	NS	NS	NS
Mean	58.5	13.0	11.1	29.5
CV (%)	6.8	11.5	8.9	5.2

Means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.
NS = non-significant, ** = highly significant

สภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะ ซึ่งสอดคล้องกับ Copeland และ Mcdonald (1995) ที่พบว่าเมล็ดพันธุ์พืชที่ต่างพันธุ์กันจะตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์สำลีมีความทนทานต่อการให้น้ำท่วมขังมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะ โดยพิจารณาจากความงอกของทั้งสองพันธุ์โดยพันธุ์สำลีมีความงอก 64% ซึ่งมีความงอกมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะอยู่ 11% ที่มีความงอกเท่ากับ 53% ข้าวโพดเทียนต่างพันธุ์กันตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมขังต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Martin และคณะ (1988) ที่รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เป็นพันธุ์ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอกไม่แตกต่างกันและอยู่ในช่วง 85-95% เมื่อให้น้ำท่วมขังนานตั้งแต่ 1-7 วัน แต่พันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อสภาวะน้ำท่วมขัง เมื่อให้น้ำท่วมขังนาน 5-7 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกต่ำกว่า 10%

2. ดัชนีความเร็วในการงอก

สำหรับความแข็งแรงในด้านดัชนีความเร็วในการงอก พบว่าพันธุ์สำลีมีดัชนีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ โดยพันธุ์บ้านเกาะมีดัชนีความเร็วในการงอก 13.8 ส่วนพันธุ์บ้านเกาะมีดัชนีความเร็วในการงอก 12.2 (Table 1) เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพต่างกันมีดัชนีความเร็วในการงอกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงมีดัชนีความเร็วในการงอกสูงสุด 16.6 รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ โดยมีดัชนีความเร็วในการงอก 13.2 และ 9.2 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขัง พบว่าการไม่ให้น้ำท่วมขังให้เมล็ดพันธุ์มีดัชนีความเร็วในการงอกสูงสุด 17.8 รองลงมาคือ การให้น้ำท่วมขังนาน 6 และ 18 ชม. ที่ให้ดัชนีความเร็วในการงอกอยู่ในช่วง 12.2-14.0 ส่วนการให้น้ำท่วมขังนาน 24 ชม. ให้ดัชนีความเร็วในการงอกต่ำสุด 8.0 และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัย ที่มีต่อดัชนีความเร็วในการงอก พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง

การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงและปานกลางให้ดัชนีความเร็วในการงอกอยู่ในช่วง 13.2-16.6 ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ ที่มีดัชนีความเร็วในการงอกในสภาวะน้ำท่วมขังค่อนข้างต่ำ 9.2 สอดคล้องกับการทดลองในข้าวโพดของ Khosravi และ Anderson (1990) ที่พบว่าข้าวโพดที่มีคุณภาพก่อนการทดลองสูง มีอัตราการงอกดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขัง พบว่าระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังนาน 24 ชม. ข้าวโพดเทียนมีดัชนีความเร็วในการงอกน้อยกว่าการให้น้ำท่วมขังนาน 6 และ 18 ชม. ทำนองเดียวกับการทดลองในถั่วอัลฟัลฟา (alfalfa) ที่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วอัลฟัลฟาลดลงเมื่อระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังเพิ่มเป็น 8-12 วัน ส่วนการให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 1-6 วัน อัตราการเจริญเติบโตของถั่วอัลฟัลฟาไม่แตกต่างกัน (Thompson and Fick, 1981)

3. ความสูงของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีให้ต้นกล้ามีความสูง 13.3 ซม. ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ ที่ให้ต้นกล้ามีความสูง 8.9 ซม. (Table 1) สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่ใช้ พบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงให้ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด 15.2 ซม. รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ ที่ให้ต้นกล้ามีความสูง 10.6 และ 7.5 ซม. ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาระยะเวลาการให้น้ำท่วมขัง ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าข้าวโพดเทียน พบว่าการไม่ให้น้ำท่วมขังให้ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด 14.2 ซม. ส่วนการให้น้ำท่วมขังนาน 6 18 และ 24 ซม. ให้ต้นกล้ามีความสูงไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีความสูงของต้นกล้าอยู่ในช่วง 8.5-11.6 ซม. และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัยที่มีต่อความสูงของต้นกล้า พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง

การเพาะข้าวโพดเทียนโดยให้น้ำท่วมขังทั้งสามระดับคือ 6 8 และ 24 ซม.เหนือผิวดิน 1 ซม. มีผลให้ต้นกล้าข้าวโพดเทียนมีความสูงน้อยกว่าการเพาะที่ไม่ให้น้ำท่วมขัง เช่นเดียวกับการทดลองปลูกพืชหลายชนิดในสภาวะน้ำท่วมขัง เช่น ละหุ่ง ที่พบว่าการให้น้ำท่วมชั่วคราวของต้นกล้าละหุ่งนาน 5 7 และ 9 วัน ให้ต้นกล้ามีความสูงน้อยกว่าการไม่ให้น้ำท่วมขัง (อนันต์, 2538) และเช่นเดียวกับการทดลองในถั่วอัลฟัลฟาและถั่วทรีฟอย (trefoil) (Barta, 1980) และถั่วเหลือง (Scott *et al.*, 1989) ที่รายงานว่า การให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานในระยะต้นกล้า ทำให้ต้นกล้ามีความสูงลดลงกว่าการให้น้ำปกติ นอกจากนี้ความสูงของต้นกล้าที่ได้ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เพาะด้วย โดยพบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงให้ต้นกล้ามีความสูงมากกว่าคุณภาพอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาพันธุ์ข้าวโพดเทียน พบว่าพันธุ์สำลีให้ต้นกล้าที่งอกมีความสูงมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะ (Figure 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Huang และคณะ (1994) ที่พบว่าข้าวสาลีพันธุ์สะวันนาที่เป็นพันธุ์ทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความสูงของต้นกล้ามากกว่าพันธุ์บาเลส ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อสภาวะน้ำท่วมขัง

4. น้ำหนักแห้งของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี ให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์บ้านเกาะ โดยพันธุ์สำลีให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้ง 35 มก. ส่วนพันธุ์บ้านเกาะให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้ง 24 มก. (Table 1) สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ พบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้ง 39.5 มก. ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพกลางให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้า 29.9 มก. ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ ให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 19.2 มก. สำหรับระยะเวลาการให้น้ำท่วมขัง พบว่าการไม่ให้น้ำท่วมขังให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้ง 36.0 มก. ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการเพาะที่ให้น้ำท่วมขัง และการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 24 ชม. ให้ต้นกล้ามีน้ำหนัก

แห้งต่ำสุด 22.6 มก. และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัยที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และพันธุ์ x คุณภาพเมล็ดพันธุ์ x ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง

ข้าวโพดเทียนพันธุ์ลำสีมีการเจริญเติบโตดีกว่าพันธุ์บ้านเกาะ โดยมีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่า เช่นเดียวกับการทดลองในข้าวสาลีที่พบว่าพันธุ์ข้าวสาลีที่จัดเป็นพันธุ์ทนทานต่อน้ำท่วมขังคือ พันธุ์สะวันนามีน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากกกว่าพันธุ์บาเลสซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อน้ำท่วมขัง (Huang *et al.*, 1997) และยังพบว่าข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์ที่ทดสอบในสภาวะให้น้ำท่วมขังทั้ง 3 ระดับคือ 6 18 และ 24 ชม. มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าน้อยกว่าการทดสอบในสภาวะให้น้ำปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการให้น้ำท่วมขังทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการล่าช้ากว่าปกติ (กิตติ, 2544)

การเพาะเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงเท่านั้นที่ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ ให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งลดลงค่อนข้างมาก และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขัง พบว่าการไม่ให้น้ำท่วมขังให้น้ำหนักแห้งแตกต่างทางสถิติกับการเพาะที่ให้น้ำท่วมขัง สอดคล้องกับการทดลองในพืชวงศ์ถั่วบางชนิดในสภาวะน้ำท่วมขัง เช่น ถั่วเหลือง (อภิพรรณและคณะ, 2531) และถั่วฝักยาว (Nawata *et al.*, 1991) ซึ่งรายงานว่าน้ำหนักแห้งของพืชที่ปลูกในสภาวะน้ำท่วมขังขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการให้น้ำท่วมขัง โดยการให้น้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำกว่าการให้น้ำปกติ

ข้าวโพดเทียนพื้นเมืองพันธุ์บ้านเกาะ มีความงอกแตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดเทียนลูกผสมพันธุ์สำลี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพันธุ์ลูกผสมมีศักยภาพในการงอกดีกว่าพันธุ์ผสมเปิด (Copeland and McDonald, 1995) การทดสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในครั้งนี้สอดคล้องกับหลายการทดลองที่ทดสอบการงอกของพืชในสภาวะน้ำท่วมขัง ที่พบว่าพืชที่มีความทนทานต่อน้ำท่วมขังมีความงอก เช่น ข้าวโพด (Martin *et al.*, 1991) และข้าว (Yamauchi and Winn, 1996) และความแข็งแรงในด้านความสูงของต้นกล้าในข้าวสาลี (Huang *et al.*, 1994) และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในข้าวสาลี (Huang *et al.*, 1997) ในสภาวะน้ำท่วมขังมากกว่าพืชที่มีความอ่อนแอต่อสภาวะน้ำท่วมขัง

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่เพาะโดยให้น้ำท่วมขังทั้ง 3 ระดับคือ 6 18 และ 24 ชม. มีความงอกและความแข็งแรงทั้ง 3 ลักษณะคือ ดัชนีความเร็วในการงอก ความสูงของต้นกล้า และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ลดลงจากสภาพการเพาะปกติ และมีความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำสุด (Table 1) ในการเพาะที่ให้น้ำท่วมขังนาน 24 ชม. เช่นเดียวกับการทดลองในข้าวโพดที่เพาะในสภาวะน้ำท่วมขังของ Fausey และ McDonald (1985) Khosravi และ Anderson (1990) และ Cerwick *et al.* (1995)

การเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนในสภาวะน้ำท่วมขัง ทำให้มีความงอกลดลงจากความงอกมาตรฐาน โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและต่ำ และเมื่อได้รับน้ำท่วมขังนาน 24 ชม. หรือประมาณ 1 วัน ข้าวโพดเทียนทั้งสองพันธุ์มีความงอกลดลงค่อนข้างมาก โดยพันธุ์บ้านเกาะลดลงมากกว่าพันธุ์สำลี และเมื่อพิจารณาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนคุณภาพสูงและปานกลาง สามารถใช้ปลูกในสภาวะที่เสี่ยงต่อฝนตกหนักในช่วงการเพาะปลูกของต.บ้านเกาะได้ โดยมีความงอก 76 และ 64% ตามลำดับ (Table 1) ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพต่ำมีความงอกต่ำมาก 35.5% ดังนั้นการปลูกข้าวโพดเทียนในสภาวะน้ำท่วมขังของ ต.บ้านเกาะ ควรเลือกปลูกเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงและปานกลางมากกว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพต่ำ สามารถปลูกได้ในสภาวะน้ำท่วมขังในต.บ้านเกาะได้เช่นกัน แต่ผู้ปลูกต้องเสียเวลาในการปลูกซ่อมหรือปลูกใหม่ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพต่ำมีความงอกค่อนข้างต่ำ

สรุปผลการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีมีความงอกและความแข็งแรงมากกว่าพันธุ์บ้านเกาะ

2. ข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพสูงมีความงอก 76% ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางและต่ำ มีความงอก 64 และ 35.5 % ตามลำดับ

3. การให้น้ำท่วมขังระดับ 1 ซม. เหนือผิวดินนาน 6 18 และ 24 ชม. ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนมีความงอกและความแข็งแรงลดลงมากกว่าการเพาะที่ไม่ให้น้ำท่วมขัง

4. การปลูกข้าวโพดเทียนในสภาวะน้ำท่วมขังของต.บ้านเกาะ ควรเลือกใช้พันธุ์สำลีและเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงและปานกลาง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนให้ดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติ วงส์พิเชษฐ. 2544. อิทธิพลของน้ำท่วมขังที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9. *ว. แก่นเกษตร* 29 : 131-139.

จักรี เส้นทอง. 2539. *พลวัตผลผลิตพืช*. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 276 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่*. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 188 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์. 2549ก. *การผลิตข้าวโพดเทียนในตำบลบ้านเกาะอ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา*. รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพ ฯ. 173 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ 2549ข. *การเก็บรักษาเมล็ด*

พันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวต่างกัน. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาพระนครศรีอยุธยา. 42 หน้า.

อนันต์ พลธานี. 2538. ผลของสภาพน้ำขังชั่วคราวในระยะต้นกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของละหุ่ง. *ว. แก่นเกษตร* 23 : 81-86.

อภิพรรณ พุกภักดี โกวิท ธีรวิโรจน์ ไสว พงษ์เก่า และโรเบริ์ต ลอน. 2531. การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำ. ว. *เกษตรศาสตร์* (วิทย.) 22 : 83-93.

Anon.1981. Rule for testing seed. *J. Seed Technol.* 6 : 1-126.

Anon.1983. *Seed Vigour Testing Handbook Contribution No.32 to the Handbook on Seed Testing.* Association of Official Seed Analysts. 93 p.

Anon. 1996. *International Rules for Seed Testing.* Seed Science and Technology 24, (suppl.) 335 p.

Barta, A.L. 1980. Regrowth and alcohol dehydrogenase activity in waterlogged alfalfa and birdfoot trefoil. *Agron. J. 72* : 1017-1020.

Cerwick, S. F., B. A. Martin and L. D. Reding. 1995. The effect of carbon dioxide on maize seed recovery after flooding. *Crop Sci.* 35 : 1116-1121.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald.1995. *Principles of Seed Science and Technology.* Burgress Publishing Company, Minnepolis. 409 p.

Fausey, N. R. and M. B. McDonald. 1985. Emergence of inbred and hybrid corn following flooding. *Agron. J.* 77 : 51-56.

Huang. B., J. W. Johnson, D. S. NeSmith and D. C. Bridges. 1994. Root and shoot growth of wheat genotype to hypoxia and subsequent resumption of aeration. *Crop Sci.* 34 : 1538-1544.

Huang. B., J. W. Johnson and D. S. NeSmith. 1997. Response to root-zone CO2 enrichment and hypoxia of wheat genotypes differing in water logging tolerance. *Crop Sci.* 37 : 464-468.

Khosravi, Gh. R. and I. C. Anderson. 1990. Pre-emergence flooding and nitrogen amosphere effects on germinating corn inbreds. *Agron. J.* 82 : 495-499.

Martin, B. A., O. S. Smith and N. O. Neil. 1988. Relationship between laboratory germination tests and field emergence of maize inbred. *Crop Sci.* 28 : 801-805.

Martin, B. A., S. F. Cerwick and L. D. Reding. 1991. Physiological basis for inhibition of maize seed germination by flooding. *Crop Sci.* 31 : 1052-1057.

Nawata, E., S. Yochinaga and S. Shigenaga.

1991. Effect of waterlogging duration on growth and yield of yard long bean (Vigna sinensis var. sequipedalis). *Scientia Horticulturae* 48 : 185-191.

Norton, C. R. 1986. Germination under flooding : metabolic implication and alleviation of injury. *HortSci.* 21 : 1123-1125.

Scott, H. D., J. DeAngulo., M. B. Daniel and L. S. Wood. 1989. Flood duration effects on soybean growth and yield. *Agron. J.* 81 : 631-636.

Thompson, T. E. and G. W. Fick. 1981. Growth response of alfalfa to duration of soil flooding and to temperature. *Agron. J.* 73 : 329-332.

van Toai, T. T., N. R. Fausey and M. B. McDonald. 1985. Alcohol dehydrogenase and pyruvate decarboxylase activities in flood-tolerant and susceptible corn seed during flooding. *Agron. J.* 77 : 753-757.

Yamauchi, M. and T. Winn. 1996. Rice seed vigour and seedling establishment in anaerobic soil. *Crop Sci.* 36 : 680-686.