

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์
และคุณภาพหุ้ด้มของพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์
และพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์

ยุทธพร แรกชำนาญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์

ชื่อเรื่อง

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์

และคุณภาพหุ่งต้มของพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์

และพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์

โดย

ยุทธพร แรกชำนาญ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราภรณ์ แสงทอง)

วันที่ 1 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ประวิตร พุทยานนท์)

วันที่ 1 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ปราณี วราสวัสดิ์)

วันที่ 1 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์วราภรณ์ จำปา)

วันที่ 1 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ อุตสาหานนท์)

วันที่ 2 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 15 เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๐

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุ่ด่มของพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์ และพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์
ชื่อผู้เขียน	นายยุทธพร แรกชำนาญ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง

บทคัดย่อ

การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุ่ด่ม ของพันธุ์ข้าวก่อนการกลายพันธุ์ และพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์ พันธุ์ข้าวก่อนการกลายพันธุ์ใช้พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 1 ส่วนพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์ใช้พันธุ์ กข 6 กข 15 และ กข 10 การศึกษาของลักษณะต่างๆ (ยกเว้นความแตกต่างทางพันธุกรรม) ทำทั้งในฤดูนาปี และ นาปรัง และทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ และ 5 สิ่งทดลอง ได้แก่ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 โดยทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลองโดยแยกวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละฤดูคือ ฤดูนาปี และฤดูนาปรัง แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ของทั้ง 2 ฤดูปลูก เมื่อพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะนั้นๆ ในแต่ละฤดู จึงทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวก่อนการกลายพันธุ์กับพันธุ์ข้าวที่เกิดจากการกลายพันธุ์ ด้วยวิธี New Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์การเปรียบเทียบทำเพียง 3 คู่เท่านั้นคือ เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ในลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุ่ด่ม พบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์นี้มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 37 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้ SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ด้วย DMRT พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะของผลผลิตต่อไร่ ความสูงเตือนสุดท้าย น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนรวมของผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตทั้งฤดูนาปี และนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะผลผลิตต่อไร่ ความสูงเดือนสุดท้าย จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เมื่อทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีของพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง ของทั้งปัจจัยควบคุมและปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ส่วนการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะดัชนีการงอกของปัจจัย ควบคุม เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งฤดูนาปี และนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะของ ความงอกมาตรฐานของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมและปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ เมื่อทำการทดสอบคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล ส่วนการทดสอบคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพหุ่ด้มทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะ ปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ในลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุ่ด้ม พบว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ด้วย DMRT พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะ ผลผลิตต่อไร่ ความสูงเดือนสุดท้าย จำนวนเมล็ดต่อรวง และจำนวนรวงต่อกอ ส่วนการเปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะของ ผลผลิตต่อไร่ ความสูงเดือนสุดท้าย จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เมื่อทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปี พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม

ส่วนการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะความงอกมาตรฐาน และดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม และเมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในฤดูนาปีและฤดูนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะของอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม เมื่อทำการทดสอบคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีของพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะอัตราการยืดตัว และระยะแห้งไหม้ ส่วนการทดสอบคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะ ปริมาณมิโลส และระยะแห้งไหม้ เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพหุ่ด้มทั้งฤดูนาปี และนาปรังพบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะปริมาณมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแห้งไหม้

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 ในลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุ่ด้ม พบว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ด้วย DMRT พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ส่วนการเปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะของผลผลิตต่อไร่ ความสูงเดือนสุดท้าย จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เมื่อทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ส่วนการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม และเมื่อได้วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งฤดูนาปี และนาปรัง พบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะความงอกมาตรฐาน อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และดัชนีการงอกของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ เมื่อทำการทดสอบคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะปริมาณมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแห้ง

ไพล ส่วนการทดสอบคุณภาพหุงต้มที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวทั้งสองพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในลักษณะปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไพล เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพหุงต้มทั้งฤดูนาปี และนาปรังพบว่าพันธุ์กับฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไพล



Title	Studies of genetic variation, yield, seed quality and cooking quality of mutant and wild type rice varieties
Author	Mr. Yuthaporn Rackchamnan
Degree of	Master of Science in Seed Technology
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr.Varaporn Sangtong

ABSTRACT

In this study of genetic variation, yield, yield components, seed and cooking qualities between mutant and wild type rice varieties, three mutant rice varieties (RD 6, RD 15 and RD 10) two wild type rice varieties (KDML 105 and RD 1) and were (except genetic variation) study on their various characteristic during on-season (rainy period) and off-season (non-rainy period). This study consisted of productions using the Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications each 5 treatments (KDML 105, RD 6, RD 15, RD 1 and RD 10). Statistical analysis was done for each season (on and off-seasons) and was followed by a combined analysis of variation for both seasons. When statistical differences were noted in the various characteristics of the plants for each season, a comparison was then made between the two types of rice varieties (mutant and wild type) by using the New Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 99% level, although comparison was made between 3 pairs only: KDML 105 and RD 6; KDML 105 and RD 15; and, RD 1 and RD 10.

In the comparison between KDML 105 and RD 6 in terms of their in genetic variation, yield, yield components, seed and cooking qualities, results showed that both rice varieties had different genetic variation (37%) based on SSR marker at 100 loci. When compared on the yield and yield components during on-season planting of the two rice varieties by using DMRT, highly significant difference existed in their yield per rai, number of plants per tiller and number of panicles per tiller. On the other hand, comparison of yield and yield components of the two rice varieties planted off-season, a highly significant difference was observed on their yield per rai, height on the last month prior to harvesting, 1,000-seed weight and seed percentage. Analysis of variance for yield and yield components for rice varieties planted on both on- and off-season

indicated that rice variety and planting season showed interactions in terms of yield per rai, height during last month before harvesting, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, number of panicles per tiller and seed percentage. Results of seed quality testing of harvested rice planted during on-season period, showed highly significant difference between the two types of rice varieties based on standard germination, germination index and seedling growth rate of their control and accelerated aging groups. Meanwhile, seed quality test of both rice varieties planted off-season, a highly significant difference was found on the germination index of the control group. Analysis of variance for seed quality of both rice varieties planted during on and off-seasons, indicated interaction of variety and planting season on standard germination of accelerated aging group and seedling growth rate of control and accelerated aging groups. On the other hand, cooking quality test of the two types of rice varieties, showed highly significant differences in their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency. In addition, off-season planting of the two rice varieties, show a highly significant difference on their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency. Analysis of variance on the cooking quality of the two rice varieties planted on-season, showed that variety interacted with planting season in terms of their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency.

Comparison between KDML 105 with RD 15 of their genetic variation, yield, yield components, seed quality and cooking quality, results showed a difference of 31% when using SSR marker in 100 loci. In comparing through DMRT, the yield and yield components for the two rice plant varieties planted during on-season period, results indicated highly significant differences in yield per rai, height of rice plants during the last month before harvest, number of seeds per panicle and number of panicles per tiller. As for the comparison of yield and yield components of the two rice varieties planted during the off-season period, it was found that a highly statistical difference existed in their yield per rai, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, number of panicles per tiller, 1,000-seed weight and seed percentage. Analysis of variance for yield and yield components of rice varieties planted during on- and off-seasons, showed interaction between variety and planting season in terms of their yield per rai, height of rice plants during the last month prior to harvesting, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, number of panicles per tiller and seed percentage. On the other hand, test on seed quality of harvested rice planted during on-season, showed highly significant differences in their

standard germination, germination index and seedling growth rate for accelerated aging group and seedling growth rate of the control group. In addition other hand, results of seed quality test of the two rice varieties planted during off-season, showed highly significant differences observed on the standard germination and germination index of the control group while the analysis of variance on seed quality of rice varieties planted during on- and off-seasons, indicated interactions between variety and planting season on the seedling growth rate of the control group. Meanwhile, cooking quality test of the two rice varieties planted during on-season, showed highly significant differences on their elongation ratio and gel consistence. In addition, test on the cooking quality of rice varieties planted during off-season, indicated highly significant differences on their apparent amylose content and gel consistency. Results of the analysis of variance for cooking quality of rice varieties planted during on- and off-seasons, noted that variety interacted with planting season on their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency.

Moreover, comparison between RD 1 and RD 10 on their genetic variation, yield, yield components, seed quality and cooking quality, showed a highly significant difference in genetic variation (46%) when using SSR marker in 100 loci. Also, comparison using DMRT of the yield and yield components of the two rice varieties planted during on-season, resulted to highly significant differences on their yield per rai, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, number of panicles per tiller and 1,000-seed weight. While comparison of yield and yield components of the two rice varieties planted during off-season, highly significant differences were observed on their yield per rai, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, and 1,000-seed weight. Analysis of variance of yield and yield components of the rice varieties planted during on- and off-seasons, indicated interactions between variety and planting season in terms of their yield per rai, height of rice plants during the last month prior to harvesting, number of plants per tiller, number of seeds per panicle, 1,000-seed weight and seed percentage. On the other hand, test on the seed quality of the two rice varieties planted during on-season, showed highly significant differences existing in their standard germination, germination index and seedling growth rate for both the control and accelerated aging groups. As for the results of the seed quality test of the two rice varieties planted during off-season, statistical analysis revealed a highly significant difference on the standard germination of control group while analysis of variance on seed quality of rice varieties planted during both on- and off-season period, resulted

to interactions between variety and planting season on their standard germination and seedling growth rate (control group) and germination index (accelerated aging group). In the cooking quality of the two rice varieties planted during on-season period, results showed highly significant differences on apparent amylose content, elongation ratio and gel consistences, while testing of the cooking quality of the two rice varieties planted during the off-season indicated highly significant differences in their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency. Further analysis of variance of the cooking quality of rice plants cultivated during on- and off-seasons, indicated an interaction between variety and planting season in terms of their apparent amylose content, elongation ratio and gel consistency.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ แสงทอง ที่ได้รับเป็นประธาน กรรมการที่ปรึกษา ได้ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลองดำเนินงานทดลอง ตลอดจนช่วย สนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ ห้องทดลอง ในการดำเนินงาน จนกระทั่งงานทดลองเสร็จ และได้กรุณา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประวิตร พุทยานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราณี วราสวัสดิ์ และอาจารย์วราภรณ์ จำปา กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่าง มาก ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนสำเร็จลุล่วงเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนทุนใน การศึกษาปริญญาโทจนข้าพเจ้าจบการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา ขอบคุณ คุณสิริกาญจน์ อินโน ที่ คอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เสมอมา และขอขอบคุณ คุณเกษรพันธ์ สุวรรณธานี คุณบุณยศักดิ์ เชื้อทอง และอาจารย์ น้องๆ ในภาควิชาชีววิทยาทุกๆท่านที่ช่วยเหลือ และเป็น กำลังใจมาโดยตลอด

บุษพร แรกชำนาญ

กันยายน 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(7)
สารบัญ	(12)
สารบัญตาราง	(14)
สารบัญภาพ	(17)
บทที่ 1 บทนำ	
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว	4
ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวของข้าวทั้ง 5 พันธุ์	9
เทคนิคทางชีวโมเลกุลในการจำแนกพันธุ์พืช	16
คุณภาพเมล็ดพันธุ์	19
คุณภาพการหุงต้ม	32
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
ตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยวิธี SSR marker	37
ปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี และนาปรัง	38
ทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์นาปี และนาปรัง	49
ทดสอบคุณภาพหุงต้มนาปี และนาปรัง	55
การวิเคราะห์ข้อมูล	61
สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง	63
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	64
ผลการทดลองตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยวิธี SSR marker	64
ผลการทดลองผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปี	65
ผลการทดลองผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปรัง	70
การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต	

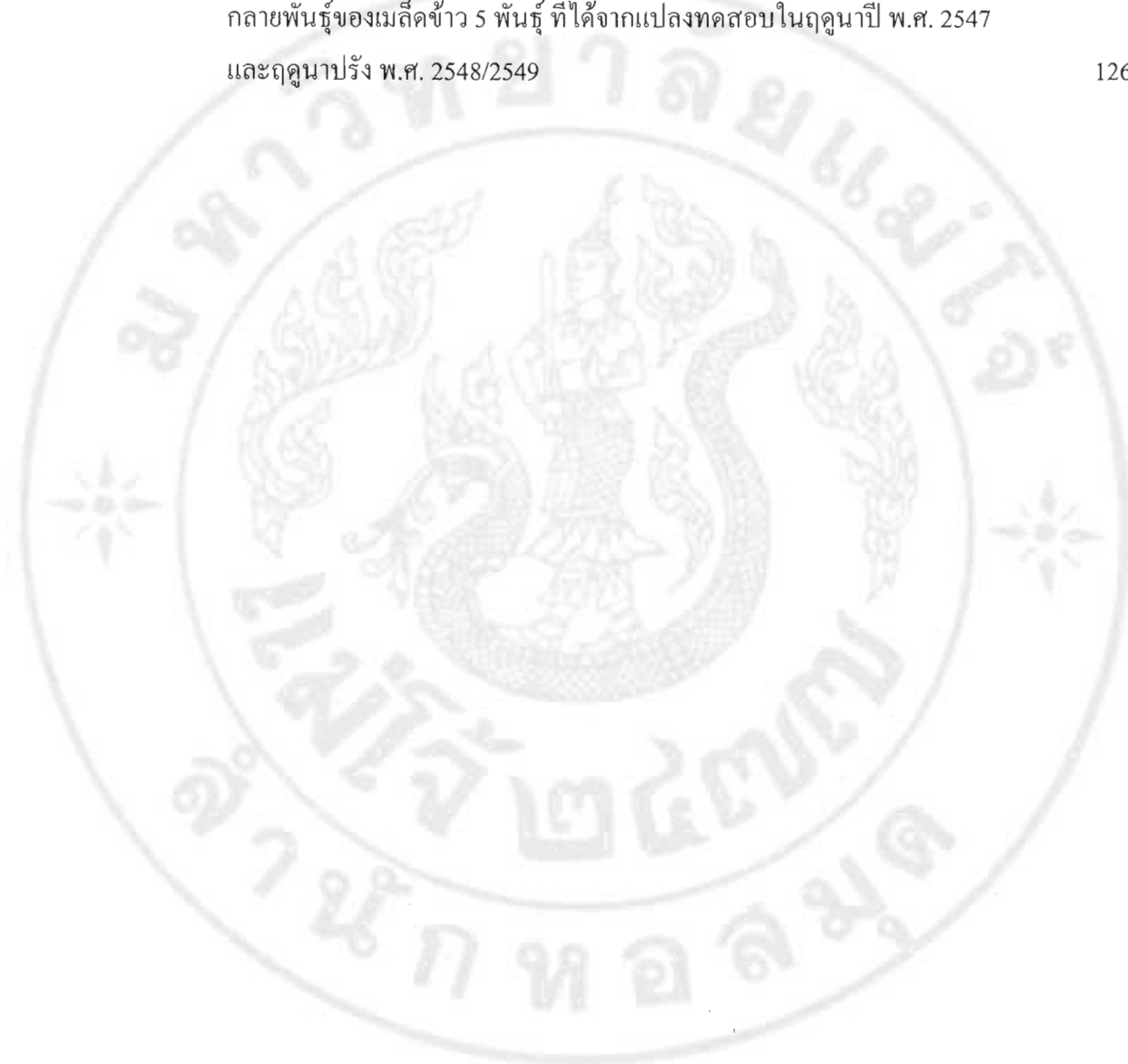
	หน้า
ที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548-2549	75
ผลการทดลองคุณภาพเมล็ดพันธุ์นาปี	88
ผลการทดลองคุณภาพเมล็ดพันธุ์นาปรัง	93
การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548-2549	98
ผลการทดลองคุณภาพหุ้ด้นนาปี	109
ผลการทดลองคุณภาพหุ้ด้นนาปรัง	114
การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมคุณภาพหุ้ด้นของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	118
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	127
บทที่ 6 สรุปผล	134
เอกสารอ้างอิง	138
ภาคผนวก	145
ประวัติผู้วิจัย	146

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการคลายการพักตัว (after-ripening) ของเมล็ดข้าว (<i>Oryza sativa</i>)	23
2 แสดงการพักตัวของข้าว	24
3 แสดงประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลส	33
4 แสดงความคงตัวของแป้งสุก	34
5 แสดงอุณหภูมิแป้งสุก ประเภทอุณหภูมิแป้ง ค่าการสลายเมล็ดในต่าง และระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม	35
6 แสดงคุณภาพตามลักษณะการหุงต้ม และการรับประทาน	36
7 แผนการทดลองสุ่ม (Master Sheet)	40
8 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และวันเก็บเกี่ยวของข้าวแต่ละพันธุ์ของฤดูนาปี 2547	42
9 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และวันเก็บเกี่ยวของข้าวแต่ละพันธุ์ของฤดูนาปรัง 2548-2549	43
10 แสดงจำนวนตัวอย่างขึ้นต้นที่ทำการสุ่ม	50
11 แสดงลักษณะข้าวสุก	57
12 แสดงระยะแป้งไหล ความคงตัวของแป้งสุก และความร่วนของข้าวสุก	58
13 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม	59
14 แสดงผลการตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วย SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง	65
15 ผลผลิตตอ้งค์ และประกอบของข้าว 5 พันธุ์ เมื่อทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	66
16 เปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	69
17 ผลผลิต และองค์ประกอบของข้าว 5 พันธุ์เมื่อทดสอบในฤดูนาปรัง 2548/2549	71
18 เปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549	74
19 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมขององค์ประกอบผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ ในฤดูนาปี และนาปรัง	76
20 การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตจากฤดูนาปี และฤดูนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	77
21 องค์ประกอบของผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	78

ตาราง	หน้า
22 การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยจากฤดูนาปี และฤดูนาปรังระหว่างพันธุ์ ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์	87
23 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบพันธุ์ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	89
24 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และ หลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547	92
25 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปรัง 2548-2549	94
26 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการ กลายพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปรัง 2548-2549	97
27 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จาก แปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และนาปรัง	99
28 แสดงคุณภาพเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง	100
29 คุณภาพเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยของข้าว 5 พันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิต ของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง	101
30 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบผลผลิต ของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์	108
31 คุณภาพหุ้ดของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	110
32 เปรียบเทียบคุณภาพหุ้ดระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และ หลังการกลายพันธุ์ ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	113
33 คุณภาพหุ้ดของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	115
34 เปรียบเทียบคุณภาพหุ้ดระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	117
35 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพหุ้ดของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	119
36 แสดงคุณภาพหุ้ดของข้าว 5 พันธุ์ระหว่างฤดูนาปี และฤดูนาปรังของเมล็ด ข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	120

ตาราง	หน้า
37 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพหุ่ด้มของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	121
38 เปรียบเทียบคุณภาพหุ่ด้มระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549	126



สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงการให้คะแนนตามเมล็ดข้าวที่ถูกสลายตัวด้วยค่า	34
2	แผนผังแปลงทดสอบพันธุ์ข้าวของฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548-2549	41
3	กำหนดการวางแผนวันตกกล้า และปักดำจนถึงวันเก็บเกี่ยวในฤดูนาปี พ.ศ. 2547	42
4	กำหนดการวางแผนวันเพาะกล้าและปักดำจนถึงวันเก็บเกี่ยวฤดูนาปรัง 2548-2549	43
5	แผนผังแปลงตกกล้าฤดูนาปี และนาปรัง	45
6	แสดงวิธีการสุ่ม	51
7	ผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	75
8	จำนวนวันออกดอกของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	79
9	ความสูงเดือยสุดท้ายของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	80
10	จำนวนต้นตอกของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	81
11	จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	82
12	จำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	83
13	น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ของฤดูนาปี และนาปรัง	84
14	เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง	85
15	เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานปัจจัยควบคุมของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง	98
16	เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง	102
17	ดัชนีการงอกปัจจัยควบคุมของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง	103
18	ดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง	104
19	การสะสมน้ำหนักแห้งปัจจัยควบคุมของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง	105
20	อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ ในฤดูนาปี และนาปรัง	106
21	ปริมาณมิโลสในฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	118
22	การยืดตัวในฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	122
23	การสลายเมล็ดในต่างของฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	123
24	ความคงตัวในแป้งสุกของฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	124
25	กลิ่นหอมของฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์	125

บทที่ 1

บทนำ

ประมาณครึ่งหนึ่งของประชากรทั่วโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักในการดำรงชีพ ในทวีปเอเชียประชากรมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก สำหรับประเทศไทยก็เช่นกันนอกจากข้าวจะเป็นอาหารหลักแล้ว การทำนาข้าวยังเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในประเทศไทยและข้าวยังเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจที่ทำเงินรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมากอีกด้วย ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 58 ล้านไร่ได้ผลผลิตประมาณ 18 ล้านตันข้าวเปลือก ข้าวนาปรังปลูกเฉลี่ยปีละประมาณ 5 ล้านไร่ และได้ผลผลิตประมาณ 4.5 ล้านตันข้าวเปลือกรวมผลผลิตข้าวทั้งปีประมาณ 22-23 ล้านตัน (สงกรานต์, 2544) ใช้ประโยชน์ภายในประเทศประมาณ 13 ล้านตัน ที่เหลือจะเป็นสินค้าส่งออกประมาณ 10 ล้านตันคิดเป็น 6.5 ล้านตันข้าวสาร โดยคิดเป็นมูลค่าการส่งออก 69,261 ล้านบาท

การปลูกข้าวตามฤดูกาลแบ่งได้เป็นนาปี และนาปรัง ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกปลูกพันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมกับฤดูปลูก เพราะการปลูกในฤดูที่ต่างกันจะทำให้ผลผลิต และคุณภาพหุงต้มแตกต่างกัน ในปัจจุบันข้าวพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกในฤดูนาปี คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวเจ้า และพันธุ์ กข 6 ซึ่งเป็นข้าวเหนียว โดยที่ข้าวทั้งสองพันธุ์มีลักษณะไวแสง ซึ่งสามารถปลูกได้ดีในฤดูนาปี แต่ในบางท้องถิ่นก็ใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกในฤดูนาปรัง และในขณะนี้ มีหลายหน่วยงานที่ทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้ให้ไม่ไวแสงเพื่อที่จะปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่การศึกษาเรื่องคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุงต้มของข้าวทั้งสองพันธุ์ในฤดูนาปรังยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษา ดังนั้นการศึกษารุ่นนี้มุ่งเน้นศึกษา ผลผลิต ความแตกต่างทางพันธุกรรม คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุงต้ม ของข้าว 5 พันธุ์ที่มีลักษณะไวแสง และไม่ไวแสง ได้แก่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 เมื่อปลูกในฤดูนาปี และนาปรัง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ จะเป็นประโยชน์กับโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และการผลิตข้าวของเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ด้วยวิธี SSR Markers
2. ศึกษาความแตกต่างของผลผลิตข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และนาปรัง พ.ศ. 2548-2549
3. ศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในเมล็ดพันธุ์ทั้ง 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ที่ได้จากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และนาปรัง พ.ศ. 2548-2549
4. ศึกษาคุณภาพการหุงต้มของพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ที่ได้จากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และนาปรัง พ.ศ. 2548-2549

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เนื่องจากข้าวพันธุ์ กข 6 และ กข 15 ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยนำข้าวหอม 105 ไปฉายรังสี และพันธุ์ข้าว กข 10 ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยนำข้าวพันธุ์ กข 1 ไปฉายรังสี และยังไม่เคยมีการศึกษาอย่างชัดเจนว่าพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์และพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงจากการกลายพันธุ์มีความแตกต่างทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด ในการทดลองนี้จึงทำการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์และพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงโดยวิธีกลายพันธุ์ โดยใช้ SSR markers ซึ่งข้อมูลความแตกต่างทางพันธุกรรมนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทั้งในปัจจุบันและอนาคต
2. ในปัจจุบันเกษตรกรในหลายพื้นที่ได้ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรังแต่กลับไม่มีข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวกับการทดสอบผลผลิต คุณภาพหุงต้ม และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ข้าวนี้ในฤดูนาปรังนี้ ซึ่งการทดลองนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากซึ่งจะตอบคำถามให้กับเกษตรกรข้างต้น
3. เนื่องจากในปัจจุบันมีโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 ให้ไม่ไวแสงของหลายหน่วยงาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์จะใช้พันธุ์ที่ปรับปรุงได้ปลูกในฤดูนาปรัง งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบผลผลิตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์นี้ ในนาปรัง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการคาดการณ์ว่าเมื่อโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 ให้ไม่ไวแสงประสบผลสำเร็จ พันธุ์ข้าวไม่ไวแสงที่ได้เมื่อปลูกในนาปรังแล้วจะได้คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นอย่างไร ซึ่งจะทำให้ทราบปัญหาล่วงหน้าก่อนที่โครงการปรับปรุงพันธุ์เหล่านั้นจะประสบผลสำเร็จ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคำว่า “ ข้าว ” ไว้คือ “ ชื่อของไม้ล้มลุกหลายหลายชนิดในวงศ์ Gramineae โดยเฉพาะชนิด *Oryza sativa* Linn. ซึ่งใช้เมล็ดเป็นอาหารหลักมีหลายพันธุ์เช่น ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว

ข้าวเป็นพืชวงศ์หญ้า (family Gramineae) เผ่าพันธุ์ (tribe) โอไรซี (Oryzae) พืชเผ่าพันธุ์นี้มีอยู่ประมาณ 25 ชนิด ในจำนวนนี้มีอยู่ 2 ชนิด เท่านั้นที่ปลูกเพื่อใช้เป็นอาหาร คือ โอไรซา ซาไตวา (*Oryza sativa*) ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศผู้ปลูกข้าว และโอไรซา กลาเบอร์ริมา (*Oryza glaberrima*) ที่ปลูกกันบางส่วนในทวีปแอฟริกาชนิดที่เหลือถือเป็นข้าวป่า

พันธุ์ข้าว *O. sativa* โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 subspecies คือ (วาสนา, 2523 ; อรรถวุฒิ, 2530)

1. อินเดีย (indica type) ที่มีลักษณะเมล็ดยาวเรียวยาว ใบมีสีเขียวอ่อน ปลูกกันมากในประเทศเขตร้อน เช่น อินเดีย ปากีสถาน บังคลาเทศ ศรีลังกา จีน ตอนใต้ และกลางของฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม พม่า และไทย
2. จาпонิกา (japonica type) มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น ใบมีสีเขียวเข้ม รวงแน่น ปลูกในเขตอบอุ่น เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา
3. จาวานิกา (javanica type) เมล็ดมีลักษณะระหว่างอินเดียและจาпонิกา เมล็ดมีหาง รวงยาว ลำต้นแข็ง ปลูกเฉพาะในประเทศอินโดนีเซีย และปลูกบ้างเล็กน้อยใน ฟิลิปปินส์ อินเดีย และมาดากัสการ์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว

ราก (root) เป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยรากเล็กๆ แตกออกจากข้อโคนต้นที่อยู่ใต้ดิน รากเล็กๆ นี้จะมีขนราก (root hair) ทำหน้าที่ดูดอาหาร

ลำต้น (clum) ตั้งตรง กลม ประกอบด้วยข้อปล้องสลับกันไป แกนกลางกลวงความสูงของลำต้นขึ้นกับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของไทยมีความสูงเฉลี่ย 120-150 เซนติเมตร ส่วนข้าวจีนน้ำมีรายงานว่าสูงถึง 8 เมตร

ใบ (leaf) มีลักษณะแบนบาง ยาวแคบ เกิดที่ข้อบนลำต้น เกิดสลับกันเป็น 2 แถวในทิศทางตรงกันข้าม ใบประกอบด้วยกาบใบ (leaf sheath) ซึ่งเป็นส่วนของก้านใบที่แผ่เป็นกาบหุ้มส่วนที่เป็นข้อปล้อง ซึ่งหนากว่าแผ่นใบ (leaf blade) รอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบจะมีลักษณะรอบพับ เรียกว่าข้อต่อใบ (collar) ทำมุมทแยงยื่นออกไปจากลำต้น ที่ข้อต่อมีเยื่อเกี่ยวพันน้ำฝน (ligule) เป็นเยื่อบางๆ รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม

ช่อดอก (inflorescence) มีลักษณะเป็นช่อดอกแบบรวง (panicle) โดยแตกออกมาจากข้อสุดท้ายของต้นข้าว (วาสนา, 2523 ; วรวิทย์ และคณะ, 2529; อรรควุฒิ, 2530)

การเกิดช่อดอก (initiation of panicle primordium) จะเริ่มเมื่อสิ้นสุดระยะการเจริญทางลำต้น (vegetative phase) และเข้าสู่ระยะการเจริญทางการสืบพันธุ์ (reproductive phase) โดยต้นข้าวมีลำต้นกลม ช่อดอกเกิดเป็นปุ่มเล็กๆ ที่บริเวณส่วนปลายสุดของลำต้น และเจริญต่อไปจนเป็นช่อดอกอยู่ภายในกาบใบของใบธง หลังจากนั้นประมาณ 30 วัน ต้นข้าวจะชูช่อดอกโผล่พ้นจากกาบใบของใบธง และมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อสร้างเมล็ดสำหรับสืบพันธุ์ระยะเวลาในการพัฒนาช่อดอกเป็นรวงข้าว จะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม ในสภาพอากาศปกติใช้เวลาในการพัฒนาช่อดอกเป็นรวงข้าว จะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และสภาพแวดล้อม ในสภาพอากาศปกติใช้เวลาในการพัฒนาประมาณ 20-46 วัน ส่วนพันธุ์ข้าวอายุสั้น (early-maturing variety) จะใช้เวลาน้อยกว่าพันธุ์ข้าวอายุปานกลาง (medium growth duration variety) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 33 วัน โดยที่ช่วงระยะเวลานี้จะไม่แตกต่างกันในพันธุ์ข้าว จาпонิกา และอินดิกา (จำรัส, 2534)

รูปลักษณะของช่อดอก ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้ (อรรควุฒิ, 2530; จำรัส, 2534)

1. ฐานช่อดอก (panicle base) เป็นส่วนล่างสุดของก้านช่อดอก ฐานช่อดอกมีลักษณะเป็นข้อ (node) เป็นที่เกิดของช่อดอก
2. แกนกลางช่อดอก (panicle axis) เป็นส่วนที่ยืดขยายจากฐานช่อดอกไปจนถึงส่วนปลายสุดของช่อดอก (apex) แกนช่อดอกมีข้อซึ่งเป็นที่เกิดของแขนงช่อดอกใหญ่ โดยแต่ละช่อดอกจะมีข้ออยู่ประมาณ 8-10 ข้อ ความยาวเฉลี่ยระหว่างข้อประมาณ 2 ถึง 4 เซนติเมตร
3. แขนงช่อดอก (primary และ secondary branch) การแตกแขนงภายในช่อดอกแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ การแตกแขนงของช่อดอกใหญ่ และการแตกแขนงของช่อดอกย่อย (primary และ secondary branch) การแตกแขนงของช่อดอกใหญ่ขึ้นที่ข้อบนแกนกลาง และการแตกแขนงของช่อดอกย่อย เกิดขึ้นบนแกนของแขนงช่อดอกใหญ่ โดยที่ปลายของแขนงทั้ง 2 ชนิดนี้ จะเป็นที่เกิดของก้านดอก
4. ก้านดอก (pedicel) เชื่อมอยู่ระหว่างแขนง และช่อดอกย่อย

5. ช่อดอกย่อย (spikelet) ประกอบด้วยใบประดับช่อดอกย่อย (rudimentary glume) มีลักษณะเป็นปมเล็กๆ จำนวน 2 ปม ไม่พัฒนารูปเป็นอวัยวะที่สมบูรณ์ แกนช่อดอกย่อย (rachilla) เป็นก้านสั้นๆ ที่อยู่ถัดจากใบประดับช่อดอกย่อย อยู่ระหว่างใบประดับด้านนอกของดอกที่ 1 และใบประดับด้านนอกของดอกที่ 2 เป็นส่วนที่ยังติดอยู่กับผลเมื่อเป็นข้าวเปลือกช่อดอกย่อยจะประกอบด้วยดอกย่อย 2 ดอก โดยดอกย่อยที่ 1 จะอยู่ถัดจากใบประดับ ส่วนช่อดอกย่อยไม่มีการพัฒนาพบเพียงใบประดับดอกด้านนอก (sterile lemma) ขนาดเล็ก 2 คู่ ดอกย่อยที่ 2 อยู่ถัดจากใบประดับดอกด้านนอกของดอกย่อยที่ 1 ส่วนดอกย่อยที่ 2 เป็นดอกสมบูรณ์เพศที่ประกอบด้วยใบประดับดอกด้านนอก (lemma) และใบประดับด้านใน (palea) ซึ่งมีขนาดใหญ่ทำหน้าที่ป้องกันและห่อหุ้มดอกเอาไว้ภายใน ภายในดอกมีเกสรเพศผู้ (stamen) จำนวน 6 อัน เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) 2 อัน

เมื่อช่อดอกโผล่พ้นใบธงได้ 1-3 วัน ดอกข้าวจะเริ่มบานเพื่อรับการผสม โดยเริ่มบานจากปลายช่อดอกมาทางฐานช่อดอก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 7 วัน ดอกข้าวบานในตอนเช้า โดยการผสมเกสร (pollination) ภายในดอก จะเกิดขึ้นก่อน หรือหลังที่ดอกข้าวบานเพียงเล็กน้อย

ผล (grain) ภายหลังจากที่อับเกสรเพศผู้ภายในดอกแตกออก และละอองเกสรเพศผู้ตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย จะเกิดการผสมพันธุ์ขึ้น (อรรถวุฒิ, 2530) การเจริญเติบโตของผลแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะน้ำนม (milk stage) หลังจากดอกข้าวผสมติดผลจะเริ่มเจริญเติบโตขึ้นเป็นผลเล็กๆ ผอมๆ อยู่ในดอกข้าว โดยเจริญเติบโตแนบกับใบประดับดอก ต่อจากนี้ผลจะสะสมแป้งมากขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น เข้าสู่การเจริญในระยะที่สอง คือ ระยะที่แป้งเริ่มแข็งตัว (dough stage) ระยะนี้ผลยังสะสมแป้งมากขึ้น และเข้าสู่ระยะผลแก่ (mature grain stage) ซึ่งสะสมแป้งจนเต็มใบประดับทั้งสองและแป้งจะแข็งตัว สีของใบประดับเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง (วรวิทย์ และคณะ, 2529)

การเจริญของข้าว (plant growth)

1. การเจริญทางลำต้นและใบ (vegetative growth) หมายถึงการเจริญในช่วงแรกตั้งแต่เริ่มงอก แตกกอ จนถึงช่วงก่อนออกช่อดอก แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะกล้าและระยะแตกกอ (วาสนา, 2523; วรวิทย์ และคณะ, 2529)

ระยะกล้า (seedling stage) เริ่มจากต้นข้าวเริ่มงอก จนกระทั่งต้นข้าวเริ่มแตกกออุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของข้าวจะอยู่ที่ 30-35 องศาเซลเซียส หลังจากสร้างใบแรกแล้วส่วนของลำต้นจะเริ่มเจริญจากจุดเจริญของเอมบริโอ เริ่มมีส่วนของข้อและปล้อง จากนั้นใบที่ 2 และ 3 ก็จะเจริญ

จากข้อ ในระยะนี้จะใช้อาหารจากผลเป็นส่วนใหญ่ เมื่อดันข้าวเริ่มสร้างใบที่ 4 ต้นกล้าจะใช้อาหารที่ดูดขึ้นมาจากดิน ดันข้าวมีใบ 5-6 ใบ ในระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 20 วัน

ระยะแตกกอ (tillering stage) เริ่มจากต้นข้าวเริ่มแตกกอจนกระทั่งเริ่มสร้างดอกอ่อน ซึ่งใช้เวลาต่อจากระยะกล้าอีก 30-50 วันถ้าเป็นพันธุ์ข้าวนาปีต้นข้าวจะรอช่วงแสงที่สั้นกว่าช่วงแสงวิกฤต (critical photoperiod) ที่ทำให้ดอกออก จึงไม่ควรปลูกพันธุ์ข้าวนาปีไวเกินไปในพื้นที่บังคับน้ำได้ เพราะจะทำให้ต้นข้าวเสียเวลาในการเจริญเพื่อรอเวลาออกดอก ซึ่งเรียกว่าระยะเฉื่อย (lag vegetative phase) ในระยะนี้ต้นข้าวจะเพิ่มความสูง จำนวนใบ และอาจมีหน่อแตกเพิ่มขึ้นซึ่งหน่อเหล่านี้จะเป็นหน่อที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่แห้งตายไป การปลูกข้าวนาปีที่ปล่อยให้ระยะเฉื่อยนานเกินไปทำให้ผลผลิตข้าวลดลง ทั้งยังต้องเพิ่มการดูแลรักษาทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ควรให้ต้นข้าวมีระยะเฉื่อยให้น้อยที่สุด เมื่อดันข้าวแตกกอเต็มที่แล้วควรให้ต้นข้าวออกดอกเลย สามารถกะระยะเวลาในการปลูกได้โดยดูวันเก็บเกี่ยวต้นข้าวแล้วนับเวลาย้อนมาหาเวลาปลูก และไม่ควรปลูกข้าวนาปีช้าเกินไป เพราะจะทำให้ต้นข้าวมีช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบน้อย เมื่อได้ช่วงแสงที่สั้นกว่าช่วงแสงวิกฤต ก็จะออกรวงทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

2. การเจริญทางการสืบพันธุ์ (reproductive growth) หมายถึงการเจริญเพื่อที่จะสร้างผลใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน ระยะตั้งท้อง และระยะดอกบานและการผสมพันธุ์ (วาสนา, 2523; วรวิทย์ และคณะ, 2529 ; อรรถวุฒิ, 2530)

ระยะเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (panicle initiation stage) เริ่มเมื่อดันข้าวนาปีได้ช่วงแสงสั้นกว่าช่วงช่วงแสงวิกฤต หรือต้นข้าวนาปรังที่มีการเจริญทางลำต้นเต็มที่แล้ว ก็จะเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน เมื่อฉีกกาบใบตรงข้อบนสุดออกให้หมดที่ข้อสุดท้ายของลำต้นจะเห็นช่อดอกอ่อน (primodium of panicle) โผล่ออกมาจากตรงปลายสุดท้ายของปล้องสุดท้าย เป็นจุดสีขาวปุยๆ รูปสามเหลี่ยม จากนั้นต้นข้าวจะสร้างช่อดอก (panicle initiation)

ระยะตั้งท้อง (booting stage) ระยะนี้ช่อดอกอ่อนของข้าวเริ่มขยายตัวใหญ่ขึ้นจนเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์ จะเห็นต้นข้าวตั้งท้องอย่างชัดเจน เพราะกาบใบตรงที่หุ้มช่อดอกอ้วนและพองขึ้น

ระยะดอกบานและการผสมพันธุ์ (flowering และ fertilization stage) เมื่อข้าวตั้งท้องเต็มที่แล้ว จะส่งช่อดอกออกจากกาบใบ (heading) จากนั้นดอกข้าวก็จะบาน (flowering) เริ่มบานในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 8.30-14.00 น. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น และคุณสมบัติประจำพันธุ์ เมื่ออับเรณูของดอกข้าวแตกทำให้ละอองเรณูหล่นมาผสม (fertilization) กับเกสรเพศเมีย ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการเจริญในระยะนี้

3. การเจริญของผล (grain development) เริ่มจากการผสมพันธุ์ของดอกข้าวเป็นน้ำนม (milky) เป็นแป้ง (dough) จนกระทั่งผลสุก (ripening grain) จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 25-30 วัน

ดังนั้นการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ถ้าเป็นพันธุ์ข้าวนาปรังจะใช้เวลาดังแต่องจนกระทั่งเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วัน ส่วนพันธุ์ข้าวนาปีใช้เวลา 120-140 วัน (วรวิทย์ และคณะ, 2529)

การตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าว

ช่วงแสงต่อวัน (day length) มีผลต่อการออกดอกของข้าวพันธุ์ไวแสง โดยปกติข้าวเป็นพืชวันสั้น (short-day plant) ต้องการช่วงแสงต่อวันสั้น (วาสนา, 2523) หรือมีแสงน้อยกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน (จรัส, 2534) เพื่อกระตุ้นการสร้างช่อดอก ในประเทศไทยช่วงเวลากลางวันกับกลางคืนที่เท่ากันจะอยู่ 2 ช่วงคือ อยู่ในราวปลายเดือนมีนาคม และปลายเดือนกันยายน โดยวันที่ยาวที่สุดอยู่ปลายเดือนมิถุนายน และวันที่สั้นที่สุดอยู่ปลายเดือนธันวาคม โดยจังหวัดที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมีกลางวันกับกลางคืนไม่แตกต่างกันมากส่วนจังหวัดที่ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่องศาต่างๆ จะมีเวลากลางคืน และกลางวันที่แตกต่างกันมาก (วรวิทย์ และคณะ, 2529)

ข้าวที่ปลูกกันทั่วไปสามารถแบ่งตามการตอบสนองต่อช่วงแสงได้ 2 พวก คือ

1. พันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive variety) ข้าวพวกนี้ออกดอกในช่วงที่มีความยาวของกลางวันสั้นกว่ากลางคืน (อรรควุฒิ, 2534) โดยพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงที่ปลูกในประเทศไทย ต้องการช่วงแสง 11 ชั่วโมงครึ่งต่อวัน ซึ่งเป็นระยะเวลา 15 วันติดต่อกัน (วาสนา, 2523) ในประเทศไทยช่วงดังกล่าวเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ดังนั้นจึงต้องปลูกในฤดูนาปีเท่านั้น ถ้าปลูกในฤดูแล้งข้าวไวแสงก็จะออกดอกในเดือนตุลาคม หรือพฤศจิกายนเช่นกัน (วาสนา, 2523 ; อรรควุฒิ, 2534)

ระยะเวลาที่ต้องการช่วงแสงนี้แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ เช่น พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีช่วงแสงวิกฤตเท่ากับ 11.52 ชั่วโมง ข้าวปากหม้อ 148 มีช่วงแสงวิกฤตเท่ากับ 11.45 ชั่วโมง และเหลืองประทิว 123 มีช่วงแสงวิกฤตเท่ากับ 11.32 ชั่วโมง ถ้าช่วงแสงที่เกิดขึ้นในขณะนั้นสั้นกว่า 11.52 ชั่วโมง ก็จะทำให้พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เริ่มสร้างดอกอ่อนขึ้น และในทำนองเดียวกันพันธุ์ข้าวปากหม้อ 148 และพันธุ์เหลืองประทิว 123 จะเปลี่ยนจากการเจริญทางลำต้น และใบมาเป็นการเจริญทางการสืบพันธุ์ ในระยะนี้ต้นข้าวเริ่มยืดต้นสูงขึ้นเปลี่ยนลักษณะจากต้นแบนเป็นต้นกลม (วรวิทย์ และคณะ, 2529)

ธีรพร และสมักร (2531) ทำการทดลองบังคับข้าวที่ไวต่อช่วงแสงให้ออกดอกนอกฤดูนาปี โดยใช้พันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงของไทยที่มีอายุ เบา กลางหนัก นำเข้าห้องมืดนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ติดต่อกันระยะเวลา 0 7 14 21 28 และ 35 วัน พบว่าการนำต้นข้าวเข้าห้องมืดเป็นเวลาหลายวันจะช่วยเร่งวันออกดอกของข้าวพันธุ์ไวต่อแสงให้เร็วขึ้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำต้นข้าวเข้าห้องมืดประมาณ 14-21 วัน จะสามารถบังคับให้ต้นข้าวออกดอกนอกฤดูได้ยกเว้นพันธุ์ข้าวน้ำสะกุก 19 นำเข้าห้องมืด 1 อาทิตย์ก็เพียงพอแล้ว

การปลูกนาข้าวนาปีในระยะที่มีช่วงแสงสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤตของข้าวพันธุ์นั้น จะทำให้พันธุ์ข้าวทุกพันธุ์มีอายุสั้นลงกว่าเดิม และถ้าปลูกในเดือนที่มีช่วงแสงสั้นมาก เช่นในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม พันธุ์ข้าวนาปีจะมีอายุสั้นลงมากยิ่งขึ้น โดยจะมีอายุสั้นสุดตั้งแต่ ออกจนถึงเก็บเกี่ยวได้ 74-93 วัน (วรวิทย์ และคณะ, 2529)

2. พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (non-photoperiod sensitive variety) ข้าวพวกนี้จะออกดอกตามอายุ โดยความยาวของช่วงแสงไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก จึงสามารถปลูกได้ตลอดปีถ้ามีน้ำเพียงพอ (เทพฤทธิ์ และนิสากร, 2528; อรรควุฒิ, 2530) ส่วนใหญ่เป็นข้าวที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวไทยกับข้าวต่างประเทศ เช่น พันธุ์ กข 1 กข 2 กข 3 กข 7 กข 9 กข 21 กข 23 และกข 25 เป็นต้น (เทพฤทธิ์ และนิสากร, 2528)

ลักษณะประจำพันธุ์

พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza sativa* L.

ชื่อสามัญ Jasmin rice

ชื่อพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 (Khao Dawk Mali 105)

ให้การรับรองแก่กรมวิชาการเกษตรเป็นพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนที่ 33/2542 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2542 และเป็นพันธุ์พืชรับรองเลขที่ 15/2542 เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2542 ข้าวขาวดอกมะลิ พบครั้งแรกในท้องที่แหลมประดู่ อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี โดยนายจรูญ ต้นทวฒได้ นำมาปลูกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2488 เนื่องจากเป็นข้าวหอมที่ขายได้ราคาสูง จึงได้แบ่งเมล็ดบางส่วนไปปลูกที่ท่าทองหลวง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราจนกระทั่งปี พ.ศ. 2498-2510 กรมการข้าว กระทรวงเกษตรฯ ได้มีการรวบรวมพันธุ์ข้าวปลูกใน 71 จังหวัด ของประเทศเพื่อปลูกคัดเลือกพันธุ์

ให้บริสุทธ์ และประเมินผลผลิต ซึ่งนายสุนทร สีหะเนิน อดีตผู้อำนวยการสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ ที่มีตำแหน่งเป็นพนักงานข้าวอำเภอบางคล้าในขณะนั้นได้รวบรวมรวงข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิจากอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 199 รวง แล้วส่งไปปลูกคัดพันธุ์ให้บริสุทธ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง เมื่อ พ.ศ. 2498 หลังจากนั้นในปี 2500 ได้นำไปปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์รับรองและแนะนำที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง ร่วมกับการปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์ท้องถิ่นในนาเกษตรกรรมภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจนกระทั่งปี 2502 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์จึงได้ออกประกาศให้พันธุ์ข้าว ข้าวดอกมะลิ 4-2-105 (เลข 4 หมายถึงท้องถิ่นที่เก็บรวบรวม คืออำเภอบางคล้าเลข 2 หมายถึงหมายเลขประจำพันธุ์คือพันธุ์ข้าวพันธุ์ที่ 2 (ข้าวดอกมะลิ) และ 105 หมายถึง รวงที่ 105) และแนะนำให้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 โดยให้ชื่อว่า ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งมักนิยมเรียกกันทั่วไปว่า ข้าวหอมมะลิ

ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 เป็นประเภทพืชล้มลุกวงศ์หญ้า จำพวกข้าวเจ้านาสวน ใต้ออช่วงแสง ลำต้นสูง 138 เซนติเมตร ลักษณะทรงกอตั้ง ปล้องสีเขียว ใบและกาบใบมีสีเขียว ใบมีขน ใบตรงตั้งตรง การแก่ของใบปานกลาง ดอก ช่อดอก และกลีบรองดอกมีสีม่วง ความยาวกลีบรองดอกสั้น (1.5 มิลลิเมตร) รวงยาวปานกลาง การขีดของคอรวงยาว จำนวนรวงต่อตารางเมตร 166 รวงเมล็ดจำนวนเมล็ดดีต่อรวง 132 เมล็ด เมล็ดยาวเรียวยาวมีเปลือกสีม่วง และมีขนยอดเมล็ดสีม่วง ขนาดเมล็ดเฉลี่ยยาว 10.37 มิลลิเมตร กว้าง 2.48 มิลลิเมตร และหนา 1.96 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 27.7 กรัมคิดเป็นน้ำหนักข้าวเปลือก 10.64 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องสีขาว ขนาดเฉลี่ยยาว 7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร และหนา 1.8 มิลลิเมตรระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์ ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี โดยจะออกดอกประมาณวันที่ 25 ตุลาคม และเก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 25 พฤศจิกายน ผลผลิต 363 กิโลกรัมต่อไร่ ข้อจำกัดลำต้นอ่อนล้มง่าย และมีทรงกอแผ่ ทำให้เกี่ยวได้ยากถ้าแก่สุกงอมเกินไป ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคไหม้ โรคใบสีส้ม และโรคใบหงิก ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียวและหนอนกอ พื้นที่แนะนำปลูกได้ในลุ่มทั่วไปที่มีระดับน้ำลึกไม่เกิน 80 เซนติเมตร บริเวณน่าน้ำฝน

ลักษณะประจำพันธุ์ดีเด่น

1. ทนแล้งได้ดีพอสมควร ปลูกเป็นข้าวไร่ได้ ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม
2. เป็นข้าวต้นสูงอายุค่อนข้างเบาจึงเก็บเกี่ยวได้ง่ายและเร็ว
3. เมล็ดค่อนข้างมีคุณภาพเมล็ดในเรื่องการขัดสีได้ดีเมล็ดข้าวสารใสคุณภาพสูงดี

พันธุ์ข้าว กข 6

ข้าวเหนียว กข 6 เป็นพันธุ์ข้าวที่กรมวิชาการเกษตรนำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมมาขนาด 20 กิโลเรด ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งประเทศไทยเมื่อปี 2508 เพื่อให้กลายเป็นข้าวเหนียว และนำข้าวที่อาบรังสีข้างต้นมาทำการปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขน และพินาย ซึ่งได้พบข้าวเหนียวหลายสายพันธุ์ ซึ่งเกิดจากการอาบรังสีข้างต้น และในปี 2514 พบว่าสายพันธุ์ข้าวเหนียว KDML 105 65-G U-68-254 (KDML หมายถึงข้าวขาวดอกมะลิ G หมายถึงแกมมา 2 หมายถึง ขนานตำแหน่งที่ 2 คือ 20 กิโลเรด U หมายถึง ยูเรเนียม 235) เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคไหม้ได้ดี มีกลิ่นหอม และคุณภาพการหุงต้มรับประทานดีพอๆ กับข้าวเหนียวสันป่าตอง ต่อมาในปี 2515-2517 ได้นำไปปลูกเปรียบเทียบผลผลิตในสถานีทดลองข้าวต่างๆ ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะปี 2512 กรมวิชาการเกษตรได้นำ ข้าวเหนียวสายพันธุ์ข้างต้นไปทำการทดลองเปรียบเทียบผลผลิตในนาราชวรทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อนนำออกเผยแพร่ ในปี 2520 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ข้าวพิจารณาพันธุ์ข้าวเหนียวสายพันธุ์ข้างต้นให้นำออกเผยแพร่แก่เกษตรกรปลูกได้ตั้งแต่ ปี 2520 เป็นต้นไป โดยให้ชื่อ กข 6

ลักษณะและคุณสมบัติ

1. เป็นข้าวเหนียว ลำต้นเขียว มีความสูงประมาณ 150 เซนติเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นข้าวต้นสูง
2. เป็นข้าวเปลือกสีฟาง (ข้าวขาว)
3. เป็นข้าวชนิดไวแสง ปลูกได้เฉพาะในฤดูนาปีเท่านั้น โดยเก็บเกี่ยวได้ประมาณวันที่ 22

พฤศจิกายน

4. ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล
5. ขนาดของเมล็ดสั้นกว่าข้าวเหนียวสันป่าตองเล็กน้อย คือมีขนาดข้าวกล้องยาว 7.2 มิลลิเมตร กว้าง 2.3 มิลลิเมตร หยา 1.8 มิลลิเมตร รูปร่างของเมล็ดข้าวกล้องเหมือนข้าวขาวดอกมะลิ 105

6. คุณภาพในการหุงต้มนุ่มกว่าข้าวเหนียวสันป่าตองเล็กน้อย และมีกลิ่นหอม
7. พันธุ์ข้าวชนิดนี้มีระยะพักตัวประมาณ 7 สัปดาห์
8. ไม่มีท้องไข

ข้อดี คือลำต้นสูงพอๆ กับพันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตองข้าวพันธุ์นี้ปรับตัวได้ดี แม้ว่าจะปลูกในนาเกษตรกร ซึ่งอาจจะขาดการดูแลรักษาอย่างเต็มที่ และเต็มไปด้วยโรคและแมลงรบกวน

ต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล คุณภาพในการหุงต้มอ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอม ข้อเสีย คือไม่ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง เพี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคอื่นๆ

พันธุ์ข้าว กข 15

ชื่อพันธุ์ กข 15 (RD 15) ให้การรับรองแก่กรมวิชาการเกษตรเป็นพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน เลขที่ 144/2543 เมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2543 และเป็นพันธุ์พืชรับรองเลขที่ 94/2543 เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2543 ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 15 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่ได้มาจากการนำเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมมาที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ.2508 โดยใช้ปริมาณรังสี 15 กิโลเรด เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 แล้วเอาเมล็ดที่ได้ถูกอาบรังสีแล้วไปปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวต่างๆ ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจนได้สายพันธุ์ดี (KDML 105'65G1u-45) ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ประมาณ 5 % ในสภาพทดลองของสถานีทดลองข้าวต่างๆ ดังกล่าว และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ประมาณ 4-6 % ในสภาพท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความแห้งแล้ง โดยเหตุนี้คณะกรรมการวิจัยของกรมวิชาการเกษตรจึงได้พิจารณาให้ออกขายพันธุ์ กข 15 เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2521 เพื่อแก้ปัญหาการปลูกข้าวในสภาพแห้งแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือกรมวิชาการเกษตรรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2521

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ประเภทพืชล้มลุกวงศ์หญ้าพวกข้าวเจ้านาสวน และไวต่อต่อช่วงแสง
2. ใบ และกาบใบสีเขียว ใบธงแข็งเป็นแนวนอน การแก่ของใบแก่เร็ว ดอก ช่อดอก และกลีบรองดอกมีขนาดสั้นสีฟาง รวงจับกันปานกลาง การยี้ดของคอรวงยาว จำนวนรวงต่อตารางเมตร เฉลี่ย 216 รวง
3. เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 70 เมล็ด ยอดเมล็ดสีฟาง เปลือกเมล็ดสีฟาง เปลือกเมล็ดสีฟางเมล็ดข้าวเปลือกมีขนาดเฉลี่ยยาว 10.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.53 มิลลิเมตร และหนา 1.91 มิลลิเมตรน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 26.8 กรัมคิดเป็นน้ำหนักข้าวเปลือก 10.62 กิโลกรัมต่อถังข้าวกล้องสีขาว ขนาดเมล็ดยาว 7.44 มิลลิเมตรกว้าง 2.08 มิลลิเมตร และหนา 1.70 มิลลิเมตร

ลักษณะอื่นๆ

1. ผลผลิตเฉลี่ย 560 กิโลกรัมต่อไร่ ออกดอกประมาณ 10 ตุลาคม ระยะพักตัวของเมล็ด 7 สัปดาห์
2. คุณภาพการขัดสีดี เมล็ดข้าวสารใส แข็งแกร่ง เรียวยาว คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม

ข้อควรระวัง

1. ไม่เหมาะกับนาถุ่ม ซึ่งระบายน้ำไม่ได้เพราะข้าวจะสุกในระยษที่น้ำยังขังอยู่ในนา ทำให้การเก็บเกี่ยวลำบาก
2. ปลุกได้เฉพาะฤดูนาปีเท่านั้น
3. ถ้าใส่ปุ๋ยประเทยูเรียมากจะทำให้เกิดการเฝือใบ ต้นข้าวจะล้ม ในระยะตั้งท้อง
4. ล้มง่าย เพราะฟางอ่อน เมล็ดร่วงง่าย น้ำหนักเมล็ดค่อนข้างเบา
5. ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคไหม้
6. ไม่ต้านทานแมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและหนอนกอ

ลักษณะประจำพันธุ์ดีเด่น

1. ทนแล้งได้ดีพอสมควร
2. อายุเบา เก็บเกี่ยวได้เร็ว นวดง่าย
3. คุณภาพการสีดี เมล็ดข้าวสารใส แข็งแรง รืวยาว คุณภาพหุงต้มดี อ่อนนุ่ม
4. สามารถปลูกเป็นพันธุ์ข้าวไร่ได้
5. โรงสีให้ราคาดีพอๆ กับข้าวดอกมะลิ 105
6. ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล

พันธุ์ข้าว กข 1

เป็นข้าวเจ้าที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์เหลืองทองกับพันธุ์ ไออาร์ 8 มีสีของเปลือกสีฟาง หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าข้าวขาวมีท้องไข่เล็กน้อย คุณภาพหุงต้มแข็ง

ต้นข้าวเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 100-115 เซนติเมตร เป็นข้าวที่ไม่ไวแสง ปลูกได้ทุกฤดูกาล ควรปลูกในเขตชลประทาน อายุข้าวตั้งแต่ตกกล้าถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน (อายุกล้า 20-25 วัน) ในการปลูกระยะแรกต้นข้าวอาจเจริญไม่ทันพันธุ์ข้าวไทยทั่วไป แต่ระยะหลังข้าวจะแตกกอ และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอย่างได้ชัดเจน มีลักษณะความต้านทานโรคใบสีส้มได้ดีกว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองโดยทั่วไป แต่ กข 1 ไม่ต้านทานโรคไหม้ และขอบใบแห้ง เมล็ดมีการพักตัวหลังจากเก็บเกี่ยวประมาณ 3 อาทิตย์

การปลูก

1. การตกกล้า ปฏิบัติเช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ แต่ไม่ควรหว่านข้าวหนาแน่นเกินไป ข้าวเปลือกครึ่งถึงหรือประมาณ 5 กิโลกรัม หว่านในแปลงขนาด 30 ตารางวา ซึ่งพอปลูกได้ในเนื้อที่ 1 ไร่
2. การปักดำกล้าอายุ 20-25 วัน เป็นเวลาที่พอเหมาะสำหรับที่จะย้ายไปปักดำควรปักดำจับละประมาณ 3-4 ต้น โดยมีระยะห่างระหว่างกอและแถวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ไม่ควรปักดำต้นกล้าให้ลึกเกินไปจะทำให้แตกกอช้า ควรปักดำลึกประมาณ 3-4 เซนติเมตรจากดิน ในระหว่างปักดำควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ระหว่าง 5-10 เซนติเมตรเพื่อพยุ้งไม่ให้ต้นข้าวล้ม
3. เมื่อข้าวออกดอกสม่ำเสมอและเมล็ดเริ่มสุกแล้ว ควรไขน้ำออกให้หมดเพื่อช่วยให้ข้าวสุกพร้อมกันทั้งแปลง

การปฏิบัติรักษาหลังจากปักดำใหม่ๆ ต้นข้าวยังไม่แข็งแรง ควรรักษาระดับน้ำไว้ประมาณ 10 เซนติเมตรเพื่อพยุ้งไม่ให้ข้าวล้มง่าย เมื่อต้นข้าวตั้งตัวได้แล้ว ลดระดับน้ำลงให้เหลือประมาณ 5 เซนติเมตร เพื่อให้แสงแดดส่องได้ถึงโคนต้นข้าว จะช่วยให้ต้นข้าวแตกกอ และงอกงามดี

พันธุ์ข้าว กข 10

ข้าว กข 10 เป็นข้าวเหนียวที่ได้มาโดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าว กข 1 ไปอาบรังสีนิวตรอนเร็วที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2512 เสร็จแล้วนำเมล็ดที่อาบรังสีแล้วไปปลูกคัดเลือกพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน หลังจากนั้นได้นำไป ปลูกเปรียบเทียบผลผลิตกับข้าวเหนียวพันธุ์อื่นๆ ที่สถานีทดลองข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลปรากฏว่า พันธุ์ กข 10 ให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์ กข 2 และ กข 4 คณะกรรมการวิจัยของกรมวิชาการเกษตรได้พิจารณาให้ออกขยายพันธุ์เป็นพันธุ์ กข 10 เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2524 เพื่อสนับสนุนเกษตรกรที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักให้มีพันธุ์ข้าวเหนียวปลูกในเขตที่บังคับน้ำได้

ลักษณะและคุณสมบัติ

1. เป็นข้าวเหนียวไม่ไวแสง มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน
2. ความสูงประมาณ 120-130 เซนติเมตร
3. ลำต้นสีเขียวเข้ม ใบค่อนข้างกว้าง ใบธงทำมุม 60 องศา
4. รวงอยู่ใต้ใบ
5. เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ขนาดเมล็ดข้าวกล้องยาว 7.6 มิลลิเมตร กว้าง 2.3 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร

6. ข้าวที่นึ่งสุกแล้ว ลักษณะอ่อนนุ่ม

ข้อดี

1. เป็นข้าวเหนียวไม่ไวแสง ที่มีลักษณะเมล็ดเรียวยาว ไม่ร่วนง่าย
2. ต้านทานต่อโรคไหม้ปานกลาง

ข้อเสีย

1. ไม่ต้านทานโรคใบขอบแห้ง
2. ไม่ต้านทานต่อแมลงบั่ว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ความหมายและส่วนประกอบดีเอ็นเอ

DNA (Deoxyribonucleic acid) หมายถึง สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บรักษาและถ่ายทอดลักษณะทางกรรมพันธุ์ ดีเอ็นเอมีโครงสร้างเป็นเส้นยาวๆ ขดไปมาคล้ายโปรตีน เส้นยาวนี้ประกอบด้วยหน่วยย่อย 4 ชนิดมาเรียงต่อกันด้วยแบบต่างๆ กัน หน่วยของกรดนิวคลีอิกนี้แต่ละหน่วย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลย่อย 3 ชนิดรวมกัน คือน้ำตาล ribose กรดฟอสฟอริก และ base ซึ่งพบเพียง 4 ชนิด คือ A G C และ T

นักวิทยาศาสตร์หลายคนได้ทำการวิเคราะห์ดีเอ็นเอ ดังเช่น ในปี ค.ศ. 1949 Charaff ได้วิเคราะห์ ดีเอ็นเอจากเซลล์ชนิดต่างๆ พบข้อที่น่าสนใจก็คือ ส่วนประกอบของดีเอ็นเอ ที่เป็น base จะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคืออัตราส่วนของ A/T และ G/C จะได้ประมาณเท่ากับ 1 เสมอ

ดีเอ็นเอคือกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่งที่เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) และไนโตรเจนเบส ที่มีอยู่ 2 ประเภทคือ พิวรีนได้แก่ อะดีนีนกับกวานีน และพิวรีน ได้แก่ ไซโตซีนกับไทมีน โมเลกุลของดีเอ็นเอ ประกอบขึ้นด้วยลูกโซ่พอลินิวคลีโอไทด์สองสายขนานกันอยู่ในลักษณะเป็นเกลียวหมุนรอบตัวเองคล้ายบันไดเวียนเรียกว่า ดับเบิลฮีลิกซ์ (Double helix) โดยมีน้ำตาลและฟอสเฟตเป็นแกนของสายอยู่ด้านนอก ส่วนเบสอื่นนอกจากน้ำตาลอยู่ด้านในเบสที่เป็นคู่กัน (Complementary) จับกันด้วยไฮโดรเจนบอนด์ ดีเอ็นเอส่วนใหญ่จะอยู่ที่โครโมโซมภายในนิวเคลียส ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมเก็บรักษาและถ่ายทอดลักษณะทางกรรมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (วรรณิ, 2542)

เทคนิคทางชีวโมเลกุลในการจำแนกพันธุ์พืช (Molecular Biology Technology)

เดิมนักพฤกษศาสตร์จำแนกพันธุ์พืชโดยตรวจสอบความแตกต่างด้วยสายตา การจำแนกด้วยสายตา เป็นการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา หรือ Morphological marker โดยตรวจสอบลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เห็น เช่น ลักษณะลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด และราก รวมทั้งตรวจสอบโครงสร้างภายในต้นพืช แล้วจำแนกเป็นหมวดหมู่ ต่อมาได้พัฒนานำวิธีการทางชีวเคมี หรือ biochemical marker ที่มีความแม่นยำสูง มาใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์พืช ได้แก่ การใช้เทคนิคไอโซไซม์ที่นำเอนไซม์และโปรตีนของตัวอย่างมาตรวจสอบ แต่ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นปรากฏว่าสภาพแวดล้อมเข้ามามีอิทธิพลต่อการแสดงออกของพืชที่นำมาตรวจสอบ และอาจคลาดเคลื่อนต่อการจำแนกพันธุ์พืชได้ (คำเกิง, 2544) ปัจจุบันวิชาการด้านวิทยาโมเลกุลพัฒนารุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทในสาขาวิชาต่างๆ มากมาย ดังเห็นได้จากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) และพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) เพื่อปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ พัฒนาอุตสาหกรรมบางประเภทหรือใช้ในการตรวจวินิจฉัย และรักษาโรคในทางการแพทย์เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้จำแนก (identify) ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต ตรวจสอบระดับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) (ธีรชัยและคณะ, 2543)

การสกัดดีเอ็นเอ (DNA Extraction)

วิธีตรวจสอบโดยดีเอ็นเอ ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในด้านการแพทย์ การพิสูจน์หลักฐาน และทางการเกษตร โดยปกติดีเอ็นเอ จากพืชจะได้รับการสกัดส่วนของใบ ต้น หรือรากพืช การสกัดแยกเป็นดีเอ็นเอเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก ส่วนของพืชที่นิยมนำมาสกัดดีเอ็นเอ นั้นคือใบ ซึ่งส่วนที่มีปริมาณมากและมีความบางมากกว่าส่วนอื่น ทำให้ง่ายต่อการสกัดดีเอ็นเอ แต่พบปัญหาเกี่ยวกับการเก็บใบพืชโดยเฉพาะการเก็บใบพืชโดยเฉพาะการเก็บใบพืชที่อยู่ห่างไกลจากห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถจะสกัดดีเอ็นเอได้ในทันที จำเป็นต้องผ่านกระบวนการเก็บรักษา (Preservation) ก่อนนำใบพืชมาสกัด อัญชลีวรรณ และคณะ (2542) ได้ศึกษาการเก็บรักษาใบฝรั่งที่เก็บไว้ในตู้เย็น 4-8 องศาเซลเซียส ให้ดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดีกว่าการเก็บรักษาโดยวิธีอื่นและได้ผลเทียบเท่ากับใบสด การเก็บรักษาโดยการทำให้แห้งโดยใช้ซิลิกาเจลนั้น ให้ปริมาณดีเอ็นเอน้อยและดีเอ็นเอเกิดการแตกหักเสียหายมาก รวมทั้งให้การตอบสนองต่อปฏิกิริยาพีซีอาร์แตกต่างจากใบสด และการเก็บรักษาใบฝรั่งด้วยการดองน้ำยาทั่วไปและการดองน้ำยาลำหรับพืชสีเขียว นั้น ไม่สามารถนำมาใช้ในการเก็บรักษาใบฝรั่งสำหรับสกัดดีเอ็นเอ

เมื่อไม่นานมานี้ ทางหน่วยปฏิบัติการ DNA Fingerprint ของทางศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ได้ทดลองทำการสกัด DNA จากเมล็ดข้าวสารได้ ซึ่งเมล็ดข้าวสารเป็น ส่วนที่ไม่มี embryo และ pericarp แต่มีส่วนแบ่งของ endosperm ซึ่งถ้าดูด้านพันธุศาสตร์แล้วจะ พบว่า endosperm cells ของเมล็ดข้าวสารมี nucleus ที่ประกอบไปด้วย $3n$ ซึ่งต่างจากใบข้าวที่มี $2n$

การใช้เทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)

เทคนิคพีซีอาร์ถูกค้นโดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน นำโดย ดร.มัลลัส ซึ่งได้ให้นิยามของพีซีอาร์ว่า เป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบวงจรในหลอดทดลอง โดยอาศัยเอนไซม์ดีเอ็นเอ พอลิเมอเรสซึ่งสามารถทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆ เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ต้องการให้เป็นล้านๆ เท่าในระยะเวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง (วิชัย และคณะ, 2541) หลักการของ PCR มีดังนี้

1. นำ DNA ที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อพืชมาเป็น DNA แม่แบบ (DNA Template) สำหรับทำปฏิกิริยา PCR ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- 1.1 DNA Template

- 1.2 dATP, dCTP, dGTP และ dTTP

- 1.3 Primer

- 1.4 Taq DNA polymerase และ Buffer

2. นำปฏิกิริยา PCR มาใส่เครื่อง Thermal Cycle (สมพงษ์, 2540) ปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่เกิดขึ้นภายในเครื่อง Thermal Cycle จะเกิดต่อเนื่องซ้ำกันหลายๆ รอบโดยการเกิด DNA replication มี 3 ขั้นตอน ตามที่พรพันธุ์ (2538) ได้รวบรวมไว้คือ

- 2.1 Denaturation เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90 องศาเซลเซียส ถึง 98 องศาเซลเซียสทำให้ดีเอ็นเอแม่พิมพ์ (template) ที่เป็นเกลียวคู่ (Double stranded DNA) แยกออกจากกันกลายเป็นสายเดี่ยวอยู่เป็นอิสระ ทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในการเกิด DNA replication

- 2.2 Annealing ไพรเมอร์ที่มีเบส 10 ตัวจะเข้าจับกับเบสที่เป็นคู่สมของแต่ละตัวบนดีเอ็นเอของแม่พิมพ์ จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิเหมาะสมในช่วง 40 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส

- 2.3 Extension เป็นการสังเคราะห์ดีเอ็นเอให้สมบูรณ์ต่อเนื่องจากจุดที่ไพรเมอร์เข้าไปจับกับดีเอ็นเอต้นแบบ โดยมีเอนไซม์ Taq DNA polymerase เป็นตัวทำให้มีการเชื่อมต่อไพรเมอร์ด้วย dNTPs โดยอุณหภูมิในขั้นตอนนี้จะอยู่ในช่วง 70 องศาเซลเซียส ถึง 75 องศาเซลเซียส

เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดในแต่ละรอบจะได้จำนวนของดีเอ็นเอต้นแบบเข้าสู่ปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นทำให้ได้ดีเอ็นเอที่ต้องการเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ลักษณะการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอของปฏิกิริยาเป็นการเพิ่มแบบทวีคูณคือ 2^n เป็นจำนวนรอบของปฏิกิริยา

ความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวที่ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ นั้นมีความเหมือนในลักษณะภายนอกมากจนไม่สามารถ แยกด้วยสายตาได้ จึงได้มีผู้คิดค้นวิธีการทางด้านชีวเคมีมาใช้โดยการนำเอาไอโซไซม์โปรตีน มาทำการตรวจด้วยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส (Electrophoresis) ซึ่งวิธีการนี้ได้นำเอาหลักความแตกต่างของสารด้วยขนาดหรือน้ำหนักที่จะเคลื่อนบนแผ่นเจลในเวลาเท่ากัน โดยวิธีการนี้เป็นที่ยอมรับเป็นสากล เพื่อยืนยันความแตกต่างของพันธุ์ใหม่กับพันธุ์เดิมที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามวิธีการวิเคราะห์ไอโซไซม์ และโปรตีน มีความแม่นยำไม่เท่ากับการตรวจสอบในระดับ DNA สาเหตุมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและอายุการเจริญเติบโตของพืชเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ การจำแนกพันธุ์โดยวิเคราะห์ในระดับ DNA โดยใช้เทคนิค simple sequence repeats (SSR) ทำให้การตรวจหาดีเอ็นเอที่ต้องการทำได้ง่าย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง ทำให้การแบ่งแยกทางพันธุกรรมได้ชัดเจน

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

การสุกแก่ของเมล็ด (seed maturation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดเกิดขึ้นหลังจากมีการปฏิสนธิ (fertilization) ไปจนถึงระยะที่เมล็ดเจริญเติบโตที่ทั้งทางด้านรูปร่างลักษณะ (morphology) ทางด้านสรีรวิทยา (physiology) และองค์ประกอบทุกอย่างสมบูรณ์ครบถ้วน ลักษณะของเมล็ดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้แก่ ขนาดของเมล็ด (seed size) ความชื้นของเมล็ด (seed moisture content) น้ำหนักแห้งของเมล็ด (seed dry weight) ความมีชีวิต (viability) ความงอก (germination) ความแข็งแรง (vigor) เป็นต้น ระยะเวลาตั้งแต่การปฏิสนธิจนกระทั่งเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่ จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม (จวงจันทร, 2523 ; Delouche, 1968) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าเมื่อเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเป็นระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) (Delouche, 1968; Rench and Shaw, 1971; Harrington, 1972; Robert, 1972 ; Benedict *et al.*, 1976) ในเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นจะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่อายุ 25-30 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด และความชื้นภายในเมล็ดอยู่ระหว่าง 28-30 เปอร์เซ็นต์ (สุกวัตร, 2524) การเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ควรให้เลยระยะนี้ไปเล็กน้อย คือ ที่อายุประมาณ 30-40 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดข้าวมีความชื้น 25-18 เปอร์เซ็นต์ (จวงจันทร, 2523; สุกวัตร, 2524)

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำการเกษตร เพราะจะมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และผลผลิต คุณสมบัติรวมของเมล็ดที่มีความสำคัญต่อคุณค่าของเมล็ดเพื่อการ เพาะปลูก (Ellis and Roberts, 1980) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวประกอบด้วยความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ ศักยภาพในการงอกของเมล็ด ขนาดเมล็ด สุขภาพเมล็ด ความบริสุทธิ์ของเมล็ด ความชื้นของเมล็ด (Thomson, 1979) คุณภาพเมล็ดพันธุ์นอกจากจะหมายถึงความมีชีวิต และศักยภาพของเมล็ดที่งอก และเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์แล้ว ยังมีลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกหลายลักษณะ Coolbear and Hill (1988) และ Hampton (1994) ได้สรุปรวมองค์ประกอบของคุณภาพเมล็ดไว้ 3 หมวดหมู่ คือ

1. ลักษณะประจำของเมล็ดพันธุ์ชุดนั้น ได้แก่ ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ ความสม่ำเสมอของกองเมล็ดพันธุ์ (seed lot) และน้ำหนักเมล็ด
2. สุขภาพ ได้แก่ การปะปนของเมล็ดวัชพืชร้ายแรง สุขภาพของเมล็ด การปนเปื้อนของเชื้อรา การปนเปื้อนของแมลงหรือไร
3. ศักยภาพในการแสดงออกของเมล็ด ได้แก่ ความงอก ความแข็งแรง ความชื้นในเมล็ด ความงอกและความสม่ำเสมอในแปลงปลูก รวมถึงความสามารถในการเก็บรักษา

อย่างไรก็ตามคุณสมบัติตามคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพเมล็ดมากที่สุด คือ ความงอก ความแข็งแรงของเมล็ด และสุขภาพเมล็ด ซึ่งการงอกของเมล็ดและความแข็งแรงของเมล็ดถูก กำหนดโดยเมล็ดเอง และเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการพิจารณาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Powell, 1986)

การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งต้นอ่อนที่งอกได้เร็ว สม่ำเสมอ แข็งแรง และครบตามจำนวนที่ต้องการ การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินคุณค่าของเมล็ดพันธุ์เพื่อการเพาะปลูก (ISTA, 1999) สมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA) ได้กำหนดมาตรฐานและวิธีการสำหรับการทดสอบมากมาย เช่น ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ และสุขภาพของเมล็ดพันธุ์ เพื่อการค้าขายเมล็ดพันธุ์ระหว่างประเทศ หรือธุรกิจเมล็ดพันธุ์ในประเทศ แต่การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดยังไม่รวมเข้าไว้ในกฎดังกล่าว

การพักตัวของเมล็ด

เมล็ดที่มีการพักตัว (Dormancy) หมายถึงเมล็ดพืชที่ไม่สามารถงอกได้แม้จะมีปัจจัยการงอกดังกล่าวครบถ้วน เหมาะสมและเพียงพอ (Wareing, 1965) ส่วนเมล็ดปกติที่ไม่มีการพักตัวและอยู่ในสภาพที่มีความชื้นต่ำ (air dry seed) จะงอกได้เมื่อมีน้ำหรือความชื้น อุณหภูมิและออกซิเจนที่เหมาะสม หากขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเมล็ดก็จะไม่สามารถงอกได้ เมล็ดที่อยู่ในสภาพเช่นนี้จัดว่าเป็นเมล็ดที่อยู่ในสภาวะพักผ่อน หรือภาวะเจียบ (resting state หรือ quiescent state) ในสภาพธรรมชาติพบการพักตัวของเมล็ดพืชพันธุ์ป่ามากกว่าในพันธุ์พืชที่ใช้ปลูกทั่วไป สภาพแวดล้อมในระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาเมล็ด มีผลต่อเปอร์เซ็นต์และระดับของการพักตัวของเมล็ด

การพักตัวของเมล็ด เป็นกลไกหนึ่งของพืชที่ช่วยในการแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์โดยการรักษาความมีชีวิตให้อยู่ได้นานมากขึ้น พร้อมทั้งป้องกันมิให้เมล็ดพันธุ์ถูกทำลายโดยสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการอยู่รอดของพืช การพักตัวของเมล็ดช่วยป้องกันการงอกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด เปอร์เซ็นต์หรือระดับการพักตัวของเมล็ดแตกต่างกันไปตามชนิดของเมล็ด พันธุ์ กองเมล็ด ของข้าว และมีการเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลาและสภาพแวดล้อม นอกจากนี้การพักตัวของเมล็ดยังช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพและคุณภาพของเมล็ด

โดยปกติเมล็ดพืชส่วนใหญ่จะมีการพักตัว เมื่อหลุดร่วงลงจากต้นแม่ (Koller, 1972) การพักตัวที่เกิดขึ้นระหว่างที่เมล็ดพัฒนาอยู่บนต้นแม่นี้จัดว่าเป็นการพักตัวปฐมภูมิ (primary dormancy) ลักษณะ (type) และความลึก (depth) ของการพักตัวนี้นอกจากจะถูกควบคุมด้วยพันธุกรรมแล้ว ยังมีผลกระทบมาจากปัจจัยแวดล้อมระหว่างที่อยู่บนต้นแม่เข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย การพักตัวสัมพัทธ์ (relative dormancy หรือ conditional dormancy) คือเมล็ดที่สามารถงอกและเติบโตได้ในบางสภาวะ เช่น เมล็ดข้าวบาร์เลย์เมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่จะสามารถงอกได้ภายใต้อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาจะงอกได้ในอุณหภูมิต่ำ หากอุณหภูมิสูงเกินไป จะไม่สามารถงอกได้ หรืองอกได้ไม่ดี มีรายงานจาก Bewley และ Black (1985) ว่าเมล็ดข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี และผักกาดหอม เมล็ดงอกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เป็นการพักตัวสัมพัทธ์ (relative dormancy)

การพักตัวจัดว่าเป็นการพักตัวสัมพัทธ์ (relative dormancy) การพักตัวปฐมภูมิ ทั้งแบบพักตัวสัมพัทธ์และแบบพักตัวสมบูรณ์ (absolute dormancy) จะค่อยๆ หดไปตามระยะเวลาซึ่งเรียกระยะนี้ว่า after-ripening เมื่อกลายการพักตัวเมล็ดก็จะเข้าสู่สภาวะเจียบหรือภาวะพักผ่อน

(quiescent หรือ resting state) ซึ่งถ้าเมล็ดได้รับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอก เมล็ดก็จะสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ตามปกติ

การพักตัวแบบต่างๆ (Types of seed dormancy)

การพักตัวของเมล็ดแบ่งเป็นหลักๆ ได้ 3 แบบ (Bewley และ Black, 1982)

แบบที่ 1 เมล็ดที่มีการพักตัวตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ และคงอยู่หลังจากหลุดร่วงมาแล้วมีการพักตัวภายใต้อุณหภูมิที่กว้าง เมล็ดจะงอกได้ก็ต่อเมื่อผ่านความเย็น (prechill) เป็นเวลาหลายสัปดาห์

แบบที่ 2 เมล็ดที่พักตัวเมื่อเพาะในที่มืด ภายใต้อุณหภูมิเฉพาะระดับหนึ่ง เมล็ดจะงอกได้หากเพาะภายใต้อุณหภูมิที่สูงกว่า หรือภายใต้แสงเพียงระยะสั้นๆ

แบบที่ 3 เมล็ดที่งอกในที่มืด แต่ถูกยับยั้งไม่ให้งอกในที่ที่มีแสง แม้เมื่อนำไปไว้ในที่มืดหลังจากถูกแสง เมล็ดก็จะไม่งอก กลายเป็นเมล็ดที่มีการพักตัว การพักตัวจะหมดไปเมื่อนำเมล็ดไปเพาะในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

การพักตัวอันเนื่องมาจากเปลือกห่อหุ้มคัพพะ (coat-imposed dormancy)

เปลือกมีส่วนประกอบได้แก่ เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) หรือเยื่อหุ้มเมล็ดร่วมกับ pericarp ส่วนห่อหุ้มคัพพะอื่นๆ นอกเหนือจากเปลือก เช่น เอนโดสเปิร์ม (endosperm) และเพอริสเปิร์ม (perisperm) อีกทั้งเมล็ดบางชนิดมีส่วนของดอกที่อยู่ภายนอกสุด เช่น glume หรือ lemma และ palea (เช่นในเมล็ดข้าว) ห่อหุ้มอยู่ภายนอกสุด การพักอาจมีสาเหตุมาจากเปลือกได้แก่

การขัดขวางการเข้าออกของก๊าซ (The restriction of gaseous exchange by the embryo coverings)

ส่วนห่อหุ้มคัพพะอาจจะทำให้การผ่านเข้าออกของก๊าซและการดูดซึมก๊าซไม่สะดวก แต่ยังไม่แน่ชัดว่าการขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซนี้จะเป็นสาเหตุให้เมล็ดพักตัวหรือไม่ ในเมล็ดข้าวซึ่งเป็นพืชปลูกที่มนุษย์ปลูกมาเป็นเวลานานแล้วจะมีการพักตัว แต่ก็ยังเป็นเพียงระยะเวลานั้นๆ หลังจากเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ เพียงไม่กี่สัปดาห์ ในเมล็ดข้าวพวก indica 6 สายพันธุ์ และ japonica สำหรับพันธุ์ข้าวของไทยพบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่มีการพักตัวภายหลังการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงประมาณ 5-8 สัปดาห์ เช่น พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 27 (พรทิพย์, 2533) พันธุ์ กข 15 และเหลืองประทิว การพักตัวในช่วงเวลานั้นๆ ของเมล็ดพันธุ์ข้าว จะส่งผลให้เกิดผลเสียต่อการเพาะปลูกและทำให้ยากต่อการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว ให้แก่หน่วยงานที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์จากเกษตรกรผู้ปลูก ของหน่วยงานกองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร จะต้อง

การตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพ และเมื่อเมล็ดเกิดการพักตัวขึ้นทำให้การตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพ และการประเมินความงอกไม่ได้ในวิธีปกติจึงต้องทำการหาวิธีการแก้การพักตัวเสียก่อน เมื่อทำการศึกษาก็พบว่าการใช้วิธีอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน (สุชาติ และสุวินัย, 2535) และการใช้เอทิลีนโครโรไฮดริน 0.1 เปอร์เซ็นต์ แช่เมล็ดนาน 16-24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการแก้การพักตัวของข้าวได้เป็นผลดี

การคลายการพักตัวของเมล็ด (the release from dormancy)

ตามธรรมชาติเมล็ดพืชมีกลไกที่ควบคุมการพักตัวของเมล็ดมากกว่าหนึ่งปัจจัย การคลายการพักตัวนั้นหรือการทำให้การพักตัวของเมล็ดหมดไปจึงมีหลายวิธี และจะต้องมีการศึกษาให้เข้าใจเสียก่อน

การคลายการพักตัวตามธรรมชาติ (after-ripening)

เมล็ดที่มีการพักตัว (seed dormancy) นั้นเมื่อเมล็ดมีความชื้นภายในเมล็ดที่ลดลงไม่เกิน 18 เปอร์เซ็นต์ และมีการนำไปเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งแล้ว การพักตัวจะหมดไปเอง แสดงให้เห็นว่าในเมล็ดแห่งนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นอย่างช้าๆ ใช้ระยะเวลานาน หรือเมล็ดพืชบางชนิดมีการคลายการพักตัวค่อนข้างรวดเร็ว เช่นในข้าว (*Oryza sativa*) เพียง 4-8 สัปดาห์ เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดในช่วงระยะที่มีการคลายการพักตัวตามธรรมชาติ (after-ripening) ยังไม่ผู้ทราบแน่ชัด ดังนั้นการคลายการพักตัวของเมล็ดนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย เช่น ปัจจัย ความชื้น อุณหภูมิ และออกซิเจน ในสภาพอุณหภูมิที่สูงจะช่วยในการคลายการพักตัวของเมล็ดให้รวดเร็วขึ้น จากการศึกษาของ Roberts (1965) ได้พบว่าเมล็ดข้าวอุณหภูมิที่เก็บรักษา 27 องศาเซลเซียส เมล็ดจะใช้เวลา 50 วันจึงถึงจุดที่เมล็ดคลายการพักตัว 50 เปอร์เซ็นต์ และในขณะที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาเพียง 5 วันเท่านั้น ในกรณีของออกซิเจน จะพบได้ว่าถ้าพบออกซิเจนในระดับที่สูง จะทำให้เมล็ดคลายการพักตัวเร็วขึ้น

ตาราง 1 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการคลายการพักตัว (after-ripening) ของเมล็ดข้าว (*Oryza sativa*)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (วัน) ที่การพักตัวหมดไป 50 เปอร์เซ็นต์
27	50
32	30
37	15
42	8
47	5

ที่มา : Robert *et al.* (1965)

วิธีการแก้การพักตัวเนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดไม่ยอมให้ก๊าซผ่าน

การเพิ่มบรรยากาศของออกซิเจน

วิธีนี้สามารถใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์พืชที่มีโครงสร้างของเปลือกหุ้มเมล็ดไม่หนาแน่น และยอมให้ออกซิเจนซึมเข้าเมล็ดได้บ้าง แต่ไม่เพียงพอต่อการงอกในสภาพที่ออกซิเจนในปริมาณของอากาศปกติ การเพิ่มขึ้นความเข้มข้นหรือความดันของออกซิเจนทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้น เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าว *Chloria ciliate* และคอกลิเบอร์ (cockle bur : *Xanthium sp.*) เป็นต้น

การอบแห้งด้วยความร้อน (Dry heat treatment)

ความร้อนที่ใช้อบเมล็ดนี้มีอุณหภูมิไม่สูงนักแต่ช่วยลดความชื้นของเมล็ดลงในระดับหนึ่ง หรือการผึ่งลม สามารถแก้การพักตัวแบบนี้ได้ หากทำการลดความชื้นให้เหลือน้อยกว่า 8% จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวบางพันธุ์สามารถงอกได้ดีขึ้น วิธีการที่ใช้ในการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชที่มีการพักตัวโดยการนำเมล็ดพันธุ์ผึ่งไว้ในห้องปฏิบัติการระยะเวลาหนึ่งก่อนนำไปเพาะทดสอบความงอก

ตาราง 2 แสดงการพักตัวของข้าว

พันธุ์	ระยะเวลาการพักตัว (สัปดาห์)
ขาวดอกมะลิ 105	8
กข 6	5
กข 15	6-8
กข 1	3
กข 10	5

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2539)

การตรวจสอบความงอก

ความหมายของความงอกของเมล็ดมีความแตกต่างกัน ระหว่างความหมายทาง สรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์กับเทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์ นักสรีรวิทยาของเมล็ด กล่าวถึงการงอกของเมล็ดว่าเป็นขบวนการที่เริ่มต้นตั้งแต่การดูดน้ำของเมล็ด รวมไปถึงการไหลของรากออกมาจากเมล็ด ซึ่งความมีชีวิตของเมล็ดจะเท่ากับการงอกของเมล็ดที่ปราศจากการพักตัว (Hampton, 1995) ความงอกของเมล็ดจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นการงอก และพัฒนาของต้นกล้าไปถึงระยะที่มีโครงสร้างที่เป็นตัวชี้วัดว่าสามารถพัฒนาเป็นต้นสมบูรณ์ในอนาคต ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในดิน ซึ่งพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของต้นอ่อนปกติ และเมล็ดพักตัว การทดสอบความงอกเป็นวิธีที่เป็นที่ยอมรับในสากล เพื่อใช้ในการกำหนดราคาของเมล็ดและความสามารถในการเก็บรักษา สำหรับเมล็ดพันธุ์ชุดที่มีความงอกสูง (Wang and Hampton, 1991) ซึ่งถือได้ว่าเมล็ดพันธุ์ชุดที่มีความงอกสูงย่อมมีความสามารถที่จะรักษาไว้ได้นานกว่าเมล็ดพันธุ์ชุดเดียวกันที่มีความงอกต่ำ

อย่างไรก็ตามการทดสอบความงอกเป็นเพียงค่าที่แสดงให้เห็นถึง ความสามารถของเมล็ดในการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และในระยะเวลาที่พอเพียงในการทดสอบ เมื่อนำผลของการทดสอบความงอกมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบความงอกในสภาพไร่ พบว่าการทดสอบความงอกมาตรฐานให้ผลสูงกว่าเสมอเนื่องจากสภาพแวดล้อมในแปลงไม่สามารถที่จะควบคุมได้เหมือนกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (AOSA, 1983) การตรวจสอบความงอกมาตรฐานกับการทำนายการงอกในสภาพไร้มักจะไม่สัมพันธ์กัน โดยเฉพาะในเมล็ดชุดที่มีความงอกสูง (Castillo *et al.*, 1993)

Mark and McKee (1968) รายงานว่าการประเมินความงอกในสภาพแปลงปลูกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยวิธีให้เมล็ดได้รับความร้อนหรือความเย็นมากกว่าปกติสามารถประเมินความแข็งแรงของเมล็ดด้วยวิธีวัดปริมาณ adenosine triphosphate (ATP) ของต้นกล้าอายุ 3 และ 7 วัน จะบอกความแข็งแรงของเมล็ดได้ดีกว่าวิธีการวัดความงอกแบบมาตรฐาน (Ching, 1972) เปรียบเทียบความงอกของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบต่ำกว่าเมื่อทดสอบความงอกแบบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการมาก ในพืชบางชนิดวิธีวัดความแข็งแรงของเมล็ดแสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะประเมินความสามารถในการงอกในสภาพไร่ได้ดีกว่า การทดสอบความงอกมาตรฐาน (Perry, 1981) จึงมีการพัฒนาวิธีวัดความแข็งแรงให้ได้มาตรฐานเพื่อประเมินความงอกในสภาพไร่ของพืชชนิดอื่นๆ การทดสอบความงอกเป็นการทดสอบเพื่อ ประเมินคุณภาพพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพ และระบุเป็นวิธีมาตรฐานหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 1999; AOSA, 1983)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed Vigor)

ผลรวมของลักษณะต่างๆ ของเมล็ด ซึ่งกำหนดระดับศักยภาพของกิจกรรมและการแสดงออกของเมล็ด หรือกองเมล็ดพันธุ์ระหว่างการงอกและการเจริญเป็นต้นกล้า เมล็ดที่แสดงออกได้ดีเป็นเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูง ในขณะที่เมล็ดแสดงออกต่ำถูกเรียกว่า เป็นเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ (ISTA, 1999) และความแข็งแรงของเมล็ดประกอบด้วยคุณสมบัติของเมล็ด ซึ่งกำหนดศักยภาพสำหรับความเร็วในการงอกและพัฒนาของต้นกล้าที่ปกติภายใต้สภาพแวดล้อมอันหลากหลาย (AOSA, 1983)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพืชต่างชนิดต่าง lot กัน จะมีความแข็งแรงของเมล็ด แตกต่างกัน เนื่องจาก

1. ลักษณะทางพันธุกรรม (genetic make-up) คือ genotype ของพืชเป็นตัวระบุความแข็งแรงของเมล็ด เมล็ดพืชชนิดเดียวกันจะต่างพันธุ์กันหรือพันธุ์เดียวกันก็ดี จะมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดต่างกันได้ดี โดยเฉพาะลูกผสมของพืชพวก polyploidy เช่น ลูกผสมของข้าวบาร์เลย์และข้าวโพดจะมีความแข็งแรง และการเจริญเติบโตเหนือกว่ารุ่นพ่อแม่ จากงานทดลองของ Ching (1973) รายงานว่า ลูกผสมในข้าวบาร์เลย์จะมีความแข็งแรงสูง เนื่องจากการทำงานของ mitochondria และ enzyme มีประสิทธิภาพสูงกว่า

2. การสุกแก่ของเมล็ด (seed maturation) และอายุของเมล็ด (seed age) หลังจากที่ยอดอกมีการผสมเกสรแล้วเมล็ดจะมีความสุกแก่และความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงระยะที่เมล็ดสุก

แก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากนั้นเมล็ดจะมีความแข็งแรงลดลง กล่าวคือ เมล็ดที่เลยระยะสุกแก่เท่าใด ก็จะมีแข็งแรงของเมล็ดน้อยลงเท่านั้น (สลิท, 2525) นอกจากนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุน้อยยังไม่สุกแก่เต็มที่ (immature seed) ก็จะมีแข็งแรงต่ำ (Grade, 1956)

3. สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเมล็ด

3.1 สภาพแวดล้อมระหว่างที่เมล็ดกำลังพัฒนา (Harris *et al.*, 1965) พบว่า ถ้าให้อุณหภูมิในช่วง 45 วัน กับเมล็ดถั่วเหลืองที่กำลังพัฒนาจะทำให้เมล็ดมีความแข็งแรงต่ำ การฉีดปุ๋ยยูเรียทางใบหรือแบบ topdress ในข้างสาละจะมีส่วนช่วยเพิ่มโปรตีนในเมล็ด เพิ่มความแข็งแรงของเมล็ด และเพิ่มผลผลิตด้วย (Ries and Everson, 1973) จากการรายงานของ Walter and Jensen (1970) พบว่าอุณหภูมิและความชื้นในดินระหว่างการพัฒนาของเมล็ด alfafa จะมีผลกระทบต่อขนาดของเมล็ด ความแข็งแรงและผลผลิต นอกจากนั้น Copeland (1976) ได้กล่าวไว้ว่าธาตุอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของเมล็ดและความแข็งแรงของเมล็ด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อม ส่วนธาตุอาหารรองที่เก็บสะสมในเมล็ดจะมีความเป็นประโยชน์ในระยะแรกของการงอก

3.2 สภาพแวดล้อมหลังการเก็บเกี่ยว จากรายงานของ Azevedo (1975) พบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองช้ากว่ากำหนดจะทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง เมล็ดที่มีความชื้นสูงอาจจะได้รับอันตรายจากเครื่องมือเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ microorganism ซึ่งติดมากับเมล็ดจากแปลงปลูกหรือที่เกิดขึ้น ภายหลัง จะมีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้เช่นกัน (Thomson, 1979) ในเขตอบอุ่นเมล็ดพันธุ์หลายชนิดมักได้รับอันตรายจากการลดต่ำของอุณหภูมิ (low temperature injury) ในช่วงแรกของการงอก

4. โรคเมล็ดพันธุ์พืช (Seed Pathology) เชื้อราในแปลงและในโรงเก็บมีผลกระทบต่อการเสื่อมของเมล็ดโดยกลไกการสร้างเอนไซม์ และสารพิษซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อเมล็ด (Hallion, 1986) แม้ว่าในความจริงแล้วกระบวนการเสื่อมภายในเมล็ดจะขึ้น โดยความชื้น และอุณหภูมิเป็นสาเหตุสำคัญ เชื้อราในแปลงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เมล็ดเกิดการสูญเสียความแข็งแรงในระหว่างที่เมล็ดกำลังพัฒนานบนต้นแม่ หรือในระยะระหว่างเมล็ดแก่ทางสรีรวิทยาถึงระยะเก็บเกี่ยว เชื้อราเหล่านี้จะเจริญเติบโตและเข้าทำลายเมล็ด เมื่อความชื้นของสภาพอากาศมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นในเมล็ดพืชรักจะอยู่ประมาณ 24-25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในจำพวก *Aspergillus* และ *Penicillium* นั้น จะเจริญเติบโตและเข้าทำลายเมล็ดได้ แม้เมล็ดจะมีความชื้นต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ (Hill *et al.*, 1999) *Aspergillus* ต้องการความชื้นในการเจริญเติบโตน้อยกว่า *Penicillium* ดังรายงานของ Wang and Hampton (1989) ที่พบ *Aspergillus glaucus* บนเมล็ด red clover ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พบ *Penicillium* เมื่อ

ความสัมพันธ์ที่ 90 เปอร์เซนต์ ในอุณหภูมิเดียวกัน (20 องศาเซลเซียส) Dorworth and Christensen (1986) รายงานว่าเชื้อราชนิดนี้ทำให้ความงอกของถั่วเหลืองลดลง

5. ขนาดของเมล็ด (seed size) อิทธิพลของขนาดเมล็ดที่มีต่อความงอก การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชนั้นได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยทั่วไปเมล็ดที่มีขนาดใหญ่มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดขนาดเล็ก (Harper and Obeid, 1967) เนื่องจากเมล็ดที่มีขนาดใหญ่เป็นเมล็ดที่เจริญเติบโตเต็มที่ จึงมีอาหารสะสมในเมล็ดสูง (จวงจันทร, 2529ข) ในข้าวสาลีเมล็ดขนาดใหญ่ที่มีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อนำไปปลูกจะได้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรงสูงกว่าต้นกล้าที่ปลูกด้วยเมล็ดขนาดเล็กที่มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดต่ำ (Ries and Everson, 1973) อย่างไรก็ตาม มีพืชหลายชนิดที่ไม่เป็นไปตามกฎที่กล่าวมาข้างต้น เช่น ถั่วลิสงเมล็ดโต สายพันธุ์ KUP24D-084 และ KUP24D-421 ที่มีขนาดเมล็ดต่างกัน แต่มีความงอกและความแข็งแรงไม่ต่างกัน เมล็ดขนาดใหญ่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดขนาดเล็ก และจากการทดสอบในไร่พบว่า เมล็ดที่มีขนาดเล็กงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ ถึงแม้ว่าต้นถั่วลิสงที่ปลูกจากเมล็ดขนาดเล็กจะมีการเจริญเติบโตในระยะแรกช้ากว่าพวกที่ปลูกจากเมล็ดขนาดใหญ่ก็ตาม แต่ต้นถั่วลิสงที่ปลูกจากเมล็ดต่างขนาดกันไม่มีความแตกต่างกันในด้านวันออกดอก การให้ผลผลิตฝัก และผลผลิตเมล็ด (จวงจันทร และ โชคชัย, 2535)

6. การเสื่อมของเมล็ด (seed deterioration) การเสื่อมของเมล็ดสามารถอธิบายได้ว่าเป็นการสูญเสียคุณสมบัติของเมล็ดกับเวลา (Coolbear, 1995) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและ สรีรวิทยา (Coolbear *et al.*, 1984) ดังนั้นเป็นการยากที่จะแยกการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 นี้ว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุแรกหรือสาเหตุรองที่ทำให้เมล็ดเสื่อม (Coolbear, 1995) การเสื่อมสภาพของสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และขบวนการเสื่อมจะดำเนินต่อไป แต่ความผันแปรที่สำคัญจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม (AOSA, 1983) การเสื่อมลำดับแรก คือการเสื่อมของเมมเบรนและกิจกรรมของเอนไซม์ทำให้การสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และ โปรตีนมีประสิทธิภาพน้อยลง (Blowers *et al.*, 1980) จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกลดลง ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมลดลง ต้นกล้างอกช้า และไม่สม่ำเสมอแม้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม เมล็ดจะงอกในอุณหภูมิที่แคบลง (Alsadon *et al.*, 1995) มีสารละลายในเมล็ดรั่วไหลออกมาได้ง่ายเนื่องจากผนังเซลล์สูญเสียความสามารถในการกักเก็บสารละลาย

วิธีการวัดระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

จวงจันท์ (2521) ได้รายงานไว้ว่า วิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 แบบ คือ direct test และ indirect test การตรวจสอบความแข็งแรงแบบ direct test ที่นิยมมากในการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดข้าวโพด ข้าว ฝ้าย ถั่วเหลือง และพืชอีกหลายชนิด เช่น การทำ cold test ส่วน indirect test ได้แก่

1. Biochemical test เช่น tetrazolium test (TZ test) Glutamic acid decarboxylase activity test (GADA test)
2. Growth rate test เช่น first count, speed of germination (germination index), root and shoot growth rate และ seedling dry weight
3. Stress test เช่น Accelerated aging test
4. Physical measurement test เช่น พิจารณาจากขนาดเมล็ด และการวัดความถ่วงจำเพาะของเมล็ด

Delouche and Baskin (1973) ได้เสนอแนะวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดขึ้นวิธีหนึ่ง คือ Accelerated aging test (AA test) โดยการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพวิกฤติ กล่าวคือให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ ทำให้เมล็ดพันธุ์เหล่านั้นเกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เมล็ดพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพวิกฤติได้มากจะเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง ทั้งนี้ยังเป็นการทำนายได้ว่าเมล็ดพันธุ์นั้นจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้ดีและนานเพียงใด การเก็บเมล็ดไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศสูง 90-100 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิสูง 40-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ถึง 8 วันนี้เปรียบเสมือนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นในสภาพทั่วไป (open storage) เป็นเวลานาน 6 ถึง 12 เดือน โดยเฉพาะผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงๆ ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด Edji *et al.* (1978) กล่าวว่า AA test นี้อาจใช้ทำนายความมีชีวิตของเมล็ดได้

ผลของการเสื่อมคุณภาพต่อการแสดงออกของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed deterioration) มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor) คือ เมล็ดจะมีความแข็งแรงสูงสุด และการเสื่อมคุณภาพต่ำสุด ที่ระยะสุกแก่ทางสรีระจนถึงจุดที่เมล็ดมีการตายหรือหมดความมีชีวิต เมล็ดจะมีความแข็งแรงต่ำสุด และการเสื่อมสูงสุด (จวงจันท์, 2523)

Sittisrourng (1970) รายงานว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว Bluebonnet 50 ในสภาพอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 5 เดือน การเจริญเติบโตของรากและลำต้น (root and shoot growth rate) จะลดลง นอกจากนี้ Thorneberry and Smith (1955) ยังรายงานว่า อัตราเร็วในการงอก (speed of germination) ก็จะลดลง ในการศึกษาของ Islam *et al.* (1973) พบว่าการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานนั้นมีแนวโน้มว่า จะลดลงเร็วกว่าความงอกของเมล็ด

คุณภาพข้าวทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของข้าวดังกล่าวในงามขึ้น (2539) ได้กล่าวไว้องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าวคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำ หรือความชื้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร โดยคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีสตาร์ชเป็นหลัก และสตาร์ชนี้ประกอบด้วยแอมิโลส และแอมิโลเพกทินในสัดส่วนต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวทำให้ข้าวมีลักษณะในการหุงต้ม และคุณภาพในการกินต่างกันไป ตลอดจนมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมพลังงาน สำหรับโปรตีนในข้าวยังนับว่า เป็นแหล่งอาหารโปรตีนหลัก ซึ่งจะช่วยในการเจริญเติบโตสำหรับผู้บริโภคในประเทศที่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ส่วนไขมันในข้าว จะอยู่เป็นกลุ่มไขมันที่มีรูปร่าง (lipid bodies) หรือหยดกลม (Spherosomes) โดยอยู่ร่วมกับเม็ดสตาร์ชและโปรตีน ในชั้นเอนโดโรน และคัพจะจะมีผลในการเสื่อมเสียขณะเก็บรักษาเมล็ด รวมทั้งเมล็ดที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และน้ำหรือความชื้น มีผลต่อคุณภาพข้าวในด้านการเก็บรักษา

คาร์โบไฮเดรต

สตาร์ช เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด ในเนื้อเมล็ดของข้าว (ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์) จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวมากที่สุดด้วยเช่นกัน โดยโมเลกุลของสตาร์ชรวมกันเป็นเม็ดสตาร์ช (starch granule) มีขนาด 3-5 ไมครอน ซึ่งนับว่าเล็กที่สุดในกลุ่มธัญชาติ รูปร่างลักษณะเป็นเหลี่ยมหลายเหลี่ยม รวมตัวกันอยู่ในอมิโลพลาส หรือคลอโรพลาสของเซลล์ จำนวน 20-60 เม็ดสตาร์ชเป็นกลุ่มก้อนกลมหรือยาวรีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกลุ่มเม็ดสตาร์ชในอมิโลพลาสนี้ประมาณ 7-39 ไมครอน

อมิโลส ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจัดเรียงตัวเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น (linear chain) ด้วยพันธะ แอลฟา -1, 4 มิโซกิง (branched chain) อยู่ประมาณ 3-4 กิ่งด้วยพันธะแอลฟา -1,6 เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์ บีตา-อมิโลส ได้ส่วนที่เหลือจากการย่อยประมาณ 73-81 % มีระดับชั้นของพอลิเมอร์

เซชันเฉลี่ย 1,000-1,100 มีความยาวของสายเฉลี่ย 250-320 จำนวนสายเฉลี่ย 3.4-4.0 และมีโมเลกุลที่เป็นกิ่งก้าน 31-49 %

อไมโลเพกทิน ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสที่จัดเรียงตัวเป็นพอลิเมอร์ ที่มีโซ่กิ่งเป็นแขนงมาก ประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ ต่อกันด้วยพันธะแอลฟา -1,4 และอีก 4 เปอร์เซ็นต์ ต่อกันด้วยพันธะแอลฟา -1,6 มีระดับชั้นการพอลิเมอร์เซชันเฉลี่ย 4,700-18,500 ความยาวของสายเฉลี่ย 18-21 มีจำนวนสายเฉลี่ย 5-6 โครงร่างโมเลกุลของอไมโลเพกทินมีลักษณะเป็นกิ่งก้านในลักษณะโซ่กิ่งเกลียวคู่ จากสายที่ต่อกันด้วยน้ำตาลกลูโคสเริ่มต้น ซึ่งมีคาร์บอนตัวที่หนึ่งเป็นหมู่รีดิวซิง ดังนั้นโมเลกุลของอไมโลเพกทินแต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วยสายแกนหนึ่งสายเท่านั้น (C-chain) สำหรับสายที่มาต่อเชื่อมกับสายแกนนี้จะป็นสายกิ่งเชื่อม (B-chain) ต่อกับสายอื่นๆ และสายที่มีจุดเชื่อมตำแหน่งเดียว (A-chain) รวมอยู่ในโมเลกุล อไมโลเพกทินจำนวน 10^4 - 10^5 สาย โดยมีสัดส่วนของสายโซ่กิ่งกับสายเชิงเส้นประมาณ 1.0 ทั้งสายโซ่กิ่ง และสายเชิงเส้นประมาณ 22-25 สายรวมกันเป็นกลุ่ม (cluster, cl) แต่ละกลุ่มซึ่งอยู่ในบริเวณผลึก (crystalline regions) ของเม็ดสตาร์ช สำหรับพันธุ์ข้าวเหนียวซึ่งมีอไมโลเพกทินเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นกลุ่มสายโซ่กิ่งจะรวมเป็นกลุ่มเดียว 80-90 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เกาะเกี่ยวกันระหว่างกลุ่มอีกประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน

โปรตีนในข้าวมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และโดยทั่วไปจะมีปริมาณน้อยกว่าในธัญชาติอื่น การวิเคราะห์ และคำนวณปริมาณโปรตีนในข้าวใช้แฟกเตอร์ 5.95 คูณในโตรเจน โปรตีนที่มีในข้าวนี้เกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของเมล็ด โดยมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด และเนื้อเมล็ด ด้านนอกจะมีโปรตีนมากกว่าใจกลางเมล็ด โมเลกุลของโปรตีนที่รวมตัวกันเป็นรูปร่างโปรตีน (protein bodies) ซึ่งมีกลูเทลินเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ภายในนั้นจะมี 3 รูปแบบ คือ แบบผลึก (crystalline) แบบรูปร่างกลมขนาดเล็ก และรูปร่างกลมขนาดใหญ่ ซึ่งโปรตีนที่กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเมล็ดจะเป็นโปรตีนรูปร่างกลมขนาดเล็ก ส่วนโปรตีนรูปร่างกลมขนาดใหญ่มีปริมาณน้อยกว่า และจะมีมากในส่วนใจกลางเมล็ดเท่านั้น โดยในองค์ประกอบของโปรตีนจะเป็นโพรลามีนร่วมกับกลูเทลิน สำหรับร่างแหโปรตีน (protein matrix) จะพบน้อยมาก หรือไม่พบเลยในเนื้อเมล็ดของข้าวซึ่งต่างจากธัญชาติอื่น ถ้าพบก็จะมีลักษณะเชื่อมโยงเป็นเส้นใยโปรตีน (protein fibrils) ระหว่างโปรตีนที่มีรูปร่าง เนื่องจากโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อเมล็ดจะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ช และโปรตีนที่เชื่อมโยงกับเม็ดสตาร์ช อาจมีผลต่อการเกิด เจลาทีไนซ์ของเม็ดสตาร์ช โดยทำให้การพองตัวของเม็ดสตาร์ชไม่เสียรูปร่างได้ง่าย และทำให้โมเลกุลของอไมโลสไม่ซึมผ่านออกไป มีผลต่อ

ลักษณะความอ่อน หรือแข็งของเจลเมื่อเย็นลง ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกที่มีลักษณะนุ่ม เหนียว หรือร่วน

ไขมัน

ข้าวมีปริมาณไขมันประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ คล้ายคลึงธัญชาติชนิดอื่น และมีอยู่ในส่วนด้านนอกของเมล็ดมากกว่าในใจกลางเมล็ด ดังนั้นการขัดสีข้าวให้ขาว ทำให้ข้าวสารเจามีไขมันอยู่เพียง 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ ประเภทของไขมันในข้าวส่วนใหญ่ คือ ไตรกลีเซอไรด์ รองลงมาคือ ฟอสโฟลิพิด (phospholipids), โกลโคลิพิด (glycolipids) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) ทั้งไขมันภายนอกและภายในเมล็ดข้าวเป็นไขมันประเภทสารประกอบมอโนเอซิล (monoacyl) ซึ่งกลุ่มของมอโนเอซิลจะเป็นกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า สำหรับไขมันภายในเมล็ดข้าวยังมีไลโวเลซิทีน (lysolecithin) และกรดไขมันอีกด้วย

ปริมาณความชื้น

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ และเกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดข้าวทั้งทางตรง และทางอ้อม คือ ปริมาณความชื้นของข้าว ทั้งในข้าวเปลือก และข้าวสาร ใช้เกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าว เนื่องจากปริมาณความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงน้ำหนักของเนื้อข้าวที่ผู้ซื้อ และผู้ขายเกี่ยวข้องโดยตรงในการกำหนดราคาซื้อขาย และในทางอ้อมนั้นความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าวหรือ บ่งบอกถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาให้ข้าวมีคุณภาพดี ข้าวที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมเร็วกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำ ระดับความชื้นทั่วไปของข้าวที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อการเก็บรักษาข้าวที่เหมาะสม คือ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเก็บรักษาได้ดีภายในเวลา 6 เดือน ถ้าข้าวมีความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาได้ดีภายในเวลา 6 เดือน และถ้าข้าวมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนี้ความชื้นของข้าวยังมีผลต่อคุณภาพการสีของข้าวเปลือก เพื่อลดความชื้นลงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา (ความชื้นไม่สูงกว่า 14 เปอร์เซ็นต์) จนถึงเวลาการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมก็จะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง และข้าวหักน้อย

กลิ่นสารระเหยของข้าว

ข้าวบางพันธุ์มีกลิ่นสารระเหยบางชนิดที่ผู้บริโภคบางกลุ่มชอบ แต่บางกลุ่มก็ไม่ชอบซึ่งเป็นกลิ่นที่มีอยู่ประจำพันธุ์ เช่น ข้าวหอม คือพันธุ์ข้าวที่มีสาร 2-แอซิติล-1-ไพร์รอไลน์ (2-acetyl-1-pyrroline) ซึ่งเป็นสารหลักของกลิ่นหอมจากข้าว โดยข้าวหอมที่อยู่ในรูปข้าวกล้องจะมีสารนี้ประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ข้าวสารมีเพียง 0.04-0.09 ไมโครกรัม

ต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนกลิ่นเหม็นอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดแอมิโนที่มีสารซัลเฟอร์ใน โมเลกุล สารประเภทไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนียม คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ แอซิเทตดีไฮด์ซึ่งเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Juliano, 1985; Juliano, 1993)

คุณภาพการหุงต้ม

เนื่องจากข้าวสารต้องมีการหุงต้มก่อนการรับประทาน ดังนั้นเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (Cooked-rice texture) จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณภาพในการหุงต้ม คุณภาพในการ รับประทาน และคุณภาพในการแปรรูปของข้าวที่ต่างไปจากปกติมีผลจากปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย คือ ความแตกต่างของพันธุ์ข้าว อายุการเก็บรักษา (ความเก่า-ใหม่) ของข้าว และกระบวนการแปรรูป ข้าว (Ramesh *et al.*, 2000)

การที่ข้าวสุกของข้าวพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกันก็เพราะว่าในเมล็ดข้าวมีส่วนประกอบ หรือองค์ประกอบต่างกัน ในเมล็ดข้าวมีแป้งอยู่ถึงเกือบ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหรือความชื้นอยู่ 11-14 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนอีกเพียง 7-9 เปอร์เซ็นต์ การที่ข้าวสารมีแป้งมากถึงขนาดนี้แป้งจึงมี บทบาทสำคัญ ทำให้ข้าวสุกหรือข้าวสวยมีคุณภาพแตกต่างกัน เรียกว่า คุณภาพข้าวสุก

แป้งข้าว สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ (งามชื่น, 2538)

1. อมิโลเพกทิน (amylpectin) แป้งส่วนนี้เมื่อสุกแล้วจะมีลักษณะเหนียว และดูดซึมน้ำ ไว้ในตัวของมันได้จำกัด ดังนั้นแป้งอมิโลเพกทิน จึงมีส่วนทำให้ข้าวสุกเหนียวและนุ่ม และหากใส่น้ำมากเกินไป น้ำส่วนเกินนี้จะอยู่ตามผิวเมล็ด และทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะๆ
2. อมิโลส (amylase) เป็นแป้งที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากอมิโลเพกทิน คือ เมื่อสุกจะทำให้ ความเหนียวของข้าวสุกลดลง และหากทิ้งไว้ให้เย็น แป้งอมิโลสนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ ข้าวสุกแข็งกระด้างและร่วนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ อมิโลสยังทำให้เมล็ดข้าวสามารถดูดซึมน้ำไว้ได้ ดีกว่าอมิโลเพกทิน จึงทำให้ข้าวสุกไม่แฉะง่าย

ทั้งแป้งอมิโลเพกทิน และอมิโลส เมื่ออยู่ในเมล็ดข้าวสารจะอยู่ปะปนกันในปริมาณที่ แตกต่างกันไปตามพันธุ์ข้าว ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถแบ่งประเภทของข้าวโดยใช้สัดส่วนของแป้งทั้งสองเป็นหลัก แต่เนื่องจากในการวิเคราะห์แป้งข้าว นิยมตรวจเฉพาะปริมาณของอมิโลสข้าวร่วน แข็งซึ่งมีอมิโลสปน อยู่มากกว่าข้าวอื่น เพื่อลดความแข็งกระด้างลง การหุงต้มข้าวจึงนิยมใส่น้ำให้

มากขึ้น แป้งในเมล็ดข้าวที่ดูดซับน้ำได้ดีจะช่วยให้ข้าวไม่แฉะ ผลของการใส่น้ำหุงต้มมากรวมกับความร้อนของข้าวทำให้ข้าวสุกขึ้นฟูหรือหุงขึ้นหม้อ

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก

1. ปริมาณอมิโลส (apparent amylase content) แป้งข้าวที่อมิโลเพกทิน (amylopectin) เป็นองค์ประกอบหลัก และอมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนของอมิโลเพกทิน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพข้าวสุกมีคุณภาพ กล่าวคือ อมิโลเพกทิน ทำให้ข้าวเหนียว ในขณะที่อมิโลส ทำให้ความเหนียวของข้าวสุกลดลง เช่น ข้าวเหนียวมีอมิโลเพกทินหรือ มีอมิโลสปนอยู่เพียงเล็กน้อยข้าวสุกจึงเหนียว ส่วนข้าวเจ้าที่มีอมิโลสสูงข้าวสุกร่วน และแข็งกว่าข้าวอมิโลสปานกลาง และต่ำตามลำดับ ข้าว อมิโลสสูงในขณะหุงต้มจะดูดน้ำและขยายตัวได้มากกว่าข้าวอมิโลสต่ำ ได้มีการจัดแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลสดังนี้

ตาราง 3 แสดงประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลส

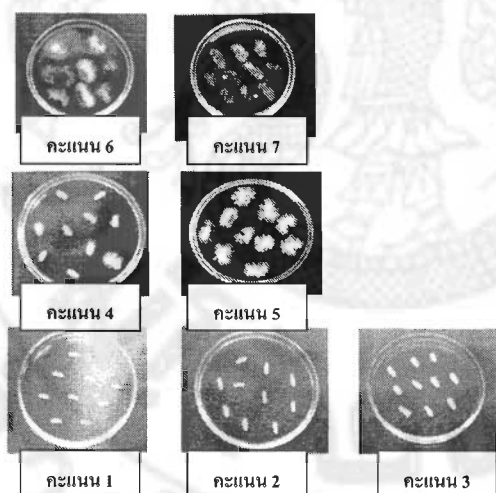
ประเภทข้าว	เปอร์เซ็นต์อมิโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวอมิโลสต่ำ	10-19	เหนียวนุ่ม
ข้าวมีอมิโลสปานกลาง	20-25	เหนียวและนุ่มเล็กน้อย
ข้าวอมิโลสสูง	25-34	ร่วนค่อนข้างแข็ง

2. ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) แม้ว่าปริมาณอมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณภาพแตกต่างกัน แต่ข้าวบางพันธุ์ที่มีปริมาณอมิโลสใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะข้าวที่มีอมิโลสสูง คุณภาพข้าวสุกยังแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับปฏิกิริยาการคั่นตัวของแป้งสุกเมื่อทำให้เย็นจะทำให้แป้งแข็งตัว และมีผลต่อความนุ่มของข้าวสุก ดังนั้น ค่าความคงตัวของแป้งสุก จึงสามารถใช้คาดคะเนคุณสมบัติของข้าวสุกควบคู่ไปกับปริมาณอมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุกเป็นระยะทาง (มม.) ที่แป้งสุกไหลไปเมื่อวางในแนวราบ มีการจัดแบ่งประมาณข้าวตามลักษณะนี้เป็น 3 พวกคือ

ตาราง 4 แสดงความคงตัวของแป้งสูก

ประเภทแป้งสูก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.)
แป้งสูกแข็ง	น้อยกว่า 40
แป้งสูกอ่อนปานกลาง	41-60
แป้งสูกอ่อน	61-100

3. อุณหภูมิแป้งสูก (gelatinization temperature) เป็นอุณหภูมิที่ทำให้แป้งกลายเป็นเจล และเปลี่ยนจากทึบแสงเป็นใส คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหุงข้าวให้สุก ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสูกต่ำ โดยทั่วไปการหุงข้าวให้สุกจะใช้เวลา 13-24 นาที ในการปรับปรุงพันธุ์มักใช้วิธีการหาค่าการสลายเมล็ดในด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ได้เร็วและทำได้หลายตัวอย่างได้มีการแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสูกเป็น 3 พวกคือ ตามปริมาณของเมล็ดที่ถูกสลายตัวโดยด่างดังภาพ



ภาพ 1 แสดงการให้คะแนนตามเมล็ดข้าวที่ถูกสลายตัวด้วยด่าง
ที่มา : งามชื่น คงเสรี (2536)

ตารางที่ 5 แสดงอุณหภูมิแป้งสุก ประเภทอุณหภูมิแป้ง ค่าการสลายเมล็ดในค้าง และระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

อุณหภูมิแป้งสุก (เซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก	ค่าการสลายเมล็ดในค้าง KOH 1.7 เปอร์เซนต์	ใช้เวลาในการหุงต้ม
ต่ำกว่า 69	ต่ำ	6-7	เร็ว
70-74	ปานกลาง	4-5	ปานกลาง
สูงกว่า 74	สูง	1-3	นาน

ที่มา : งามชื่น คงเสรี (2536)

4. อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio) ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะขยายตัวโดยรอบ โดยเฉพาะด้านยาว ข้าวบางพันธุ์เมล็ดสามารถยืดตัวได้มาก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษ เช่น ข้าวบาสมาดิ 370 ซึ่งสามารถยืดตัวได้มากกว่า 2 เท่าของความยาวเมล็ดข้าวสารการที่เมล็ดขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งขึ้น ไม่อัดแน่น ส่วนพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ก็มีการยืดตัวดี ทำให้ข้าวสุกน่ารับประทาน แต่เนื่องจากเป็นข้าวอมิโลสต่ำ ข้าวสุกจะนุ่มเหนียวติดกัน จึงทำให้ไม่ขึ้นหม้ออัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความยาวของเมล็ดข้าวสุกต่อความยาวของเมล็ดข้าวสาร ได้มีการแบ่งอัตราการยืดของเมล็ดข้าวสุกเป็น 2 กลุ่ม คือ ยืดปกติจะน้อยกว่า 1.9 และยืดมากจะมากกว่า 1.9

5. กลิ่นหอม (aroma) เป็นลักษณะพิเศษและเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ข้าวสุกที่มีกลิ่นหอมจะทำให้ความหอมของผู้บริโภคบางกลุ่มเพิ่ม ข้าวที่มีกลิ่นหอมจะมีสาร 2 acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวสารของข้าวหอมพันธุ์ต่างๆ จะมีปริมาณสารดังกล่าว 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม

สำหรับข้าวพันธุ์ดีบางพันธุ์ของประเทศไทย สามารถจัดแบ่งคุณภาพตามลักษณะการหุงต้มและการรับประทานได้เป็น 3 กลุ่มคือ ข้าวสุกนุ่มและเหนียว ข้าวสุกร่วน (ข้าวอ่อน) และข้าวสุกร่วนแข็ง (งามชื่น, 2539)

ตาราง 6 แสดงคุณภาพตามลักษณะการหุงต้ม และการรับประทาน

พันธุ์ข้าว	เมล็ดยาว (มม.)	อะมิโลส (%)	อุณหภูมิแป้งสุก
ข้าวสุกนุ่ม และเหนียว			
ขาวดอกมะลิ 105	7.4	12-17	ต่ำ
กข 15	7.5	14-17	ต่ำ
กข 21	7.3	17-20	ต่ำ
ข้าวสุกร่วน (ข้าวอ่อน)			
ขาวปากหม้อ	7.7	24-26	ปานกลาง
ขาวตาแห้ง 17	7.5	26-28	ต่ำ-ปานกลาง
กข 7	7.2	24-28	ปานกลาง
กข 23	7.3	26-30	ปานกลาง
สุพรรณบุรี 60	7.5	19-26	ต่ำ
ข้าวสุกร่วนแข็ง			
เหลืองใหญ่ 148	7.3	30-31	ต่ำ
น้ำสะกุก 19	7.6	30-31	ต่ำ
เหลืองประทิว 123	7.4	28-32	ต่ำ-ปานกลาง
เล็บมือนาง 111	7.6	29-32	ต่ำ-ปานกลาง
ปิ่นแก้ว 56	7.5	29-31	ต่ำ-ปานกลาง
นางพญา 132	7.4	31-32	ต่ำ-ปานกลาง
กข 11	7.6	29-32	ต่ำ
กข 15	6.9	30-33	ต่ำ-ปานกลาง
กข 25	7.4	30-33	ต่ำ
ปทุมธานี 60	7.5	27-32	ต่ำ
ชัยนาท 1	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง
สุพรรณบุรี 90	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง
สุพรรณบุรี 1	7.3	29	ปานกลาง

ที่มา : งามชื่น (2539)

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ทำการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง คือ

1. การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR marker (simple sequence repeats)
2. การทดสอบผลผลิต 5 สายพันธุ์ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548-2549
3. การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์โดยนำเมล็ดมาจากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี และฤดูนาปรัง
4. การทดสอบคุณภาพหุงต้มของข้าว 5 สายพันธุ์โดยนำเมล็ดมาจากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

ตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR marker (simple sequence repeats)

1. รวบรวมข้อมูลจากห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี (DNA Technology Laboratory)
2. เกี่ยวกับ SSR marker ตำแหน่งใดเกิดผลผลิตของ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ เป็น template และใช้ SSR marker เหล่านั้นเป็น primer ที่ต้องทราบข้อมูลนี้ เพราะข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และ กข 15 ปรับปรุงพันธุ์จากการฉายรังสีข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้อมูลนี้มีความสำคัญเพราะทำให้จำนวนของ SSR marker ที่จะใช้ในการตรวจหา polymorphism ระหว่าง ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 และ กข 15 มีจำนวนน้อยลง
3. คัดเลือก SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่งที่กระจายอยู่บนโครโมโซมแต่ละแท่งจากข้อมูลที่ได้จากข้อ 1
4. ตรวจหา polymorphism ระหว่าง ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ระหว่างขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และ กข 1 กับ กข 10 ด้วย SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่งโดย DNATEC การวิเคราะห์มีขั้นตอนดังนี้ สกัดดีเอ็นเอโดยใช้ชุดสกัดสำเร็จรูปของ DNATEC Cat No. 100-1009 นำดีเอ็นเอที่ได้จากการสกัดมาเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ต้องการ โดยส่วนประกอบของปฏิกิริยาการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ คือดีเอ็นเอจำนวน 10 ng, primer ที่เป็น forward และ reverse ของ SSR marker สายละ 0.15 pmol, 200 uM dNTPs, 1x PCR buffer, 2.0 mM MgCl₂ และเอนไซม์ Taq DNA polymerase 0.2 units นำส่วนผสมที่ได้ใส่ในเครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ รายละเอียดของอุณหภูมิต่างๆ ที่ใช้ในแต่ละรอบมีดังนี้ ระยะที่ 1 อุณหภูมิที่ 94 °C เป็นเวลา 3 นาที ระยะที่ 2

อุณหภูมิ 94 °C เป็นเวลา 30 วินาที ระยะที่ 3 อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 30 วินาที ระยะที่ 4 อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 2 นาที ทำซ้ำจากระยะที่ 2 ถึง 4 จำนวน 35 รอบ จากนั้นเข้าสู่ระยะที่ 5 อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 7 นาที เมื่อสิ้นสุดการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ต้องการ นำมาตรวจสอบผล ด้วย 4.5% Denaturing Polyacrylamide Gel Electrophoresis ใน 1x TBE buffer และย้อมแผ่นเจล ด้วย silver nitrate ถ่ายภาพรูปเจล และจัดส่งรูปเจลมายังโครงการนี้

5. เนื่องจากการทำ electrophoresis ของผลผลิตของ PCR มีการจัดเรียงตัวอย่างบนเจล ดังนี้คือ DNA ladder ซึ่งเป็นดีเอ็นเอที่ทราบขนาดว่ามีกี่ bp คั่นระหว่างผลผลิตที่เกิดจาก SSR marker จำนวน 10 ตำแหน่ง จึงสามารถนำภาพถ่ายของเจลมาหาขนาดของผลผลิตของ PCR ที่ใช้ดีเอ็นเอของ ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 และ ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และ กข 1 กับ กข 10 เป็น template มี SSR marker ตัวเดียวกันเป็น primer การหาขนาดของผลผลิตของ PCR ทำโดยใช้ program Quantity One ของบริษัท Bio-RAD และนำขนาดของผลผลิตของ PCR ที่ใช้ดีเอ็นเอของ ขาวดอกมะลิ 105 เป็น template ลบด้วยขนาดผลผลิตของ PCR ที่ให้ดีเอ็นเอของ กข 6 และ กข 15 เป็น template นำขนาดของผลผลิตของ PCR ที่ใช้ดีเอ็นเอของ กข 1 ลบด้วยขนาดผลผลิตของ PCR ที่ให้ดีเอ็นเอของ กข 10 ซึ่งมี marker ตัวเดียวกัน เป็น primer เพื่อหาขนาดของผลผลิต PCR ของพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน

6. นับจำนวนตำแหน่ง SSR markers ที่เกิด polymorphic ระหว่าง ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ระหว่างขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และ ระหว่าง กข 1 กับ กข 10 ถ้าแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏขึ้นมีขนาดต่างกันเมื่อใช้ SSR marker ตำแหน่งเดียวกัน นับว่าเกิด polymorphic หรือกล่าวว่า ตำแหน่งนั้นมีความแตกต่างทางพันธุกรรม และถ้าแถบ ดีเอ็นเอที่ปรากฏขึ้นมีขนาดเท่ากันเมื่อใช้ SSR marker ตำแหน่งเดียวกัน นับว่าเกิด monomorphic หรือกล่าวว่าไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม ณ ตำแหน่งนี้ เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ตำแหน่งของ SSR markers ที่เกิด polymorphic ระหว่าง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 และ ระหว่าง กข 1 กับ กข 10

ปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี พ.ศ.2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548-2549

อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวจำนวน 5 พันธุ์ ดังนี้
 - พันธุ์ข้าว ขาวดอกมะลิ 105
 - พันธุ์ข้าว กข 6 เกิดจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105
 - พันธุ์ข้าว กข 15 เกิดจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

- พันธุ์ข้าว กข 1
- พันธุ์ข้าว กข 10 เกิดจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์ข้าว กข 1
- 2. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0
- 3. ปุ๋ยสูตร 46-0-0
- 4. เครื่องพ่นสารเคมี
- 5. ไม้หลักแบ่งแปลง และเชือกปลูก
- 6. เทปวัดระยะ
- 7. ไม้บรรทัด ดินสอ และสมุดบันทึก
- 8. เครื่องชั่งน้ำหนัก
- 9. เกียว
- 10. ถูตาข่ายไนล่อน และกระสอบปุ๋ย
- 11. ป้าย (Tag) และลวด
- 12. สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช
 - ชื่อการค้า อะโซคริน
 - ชื่อสามัญ โมโนโครโตฟอส (Monocrotophose)
 - ชื่อสารออกฤทธิ์ 3 hydroscy-n-methylcis-crotonamide
 - สารกำจัดหอยเชอรี่

ชื่อการค้า	คาร์เซอรี
ชื่อสามัญ	เมทลดีไฮด์

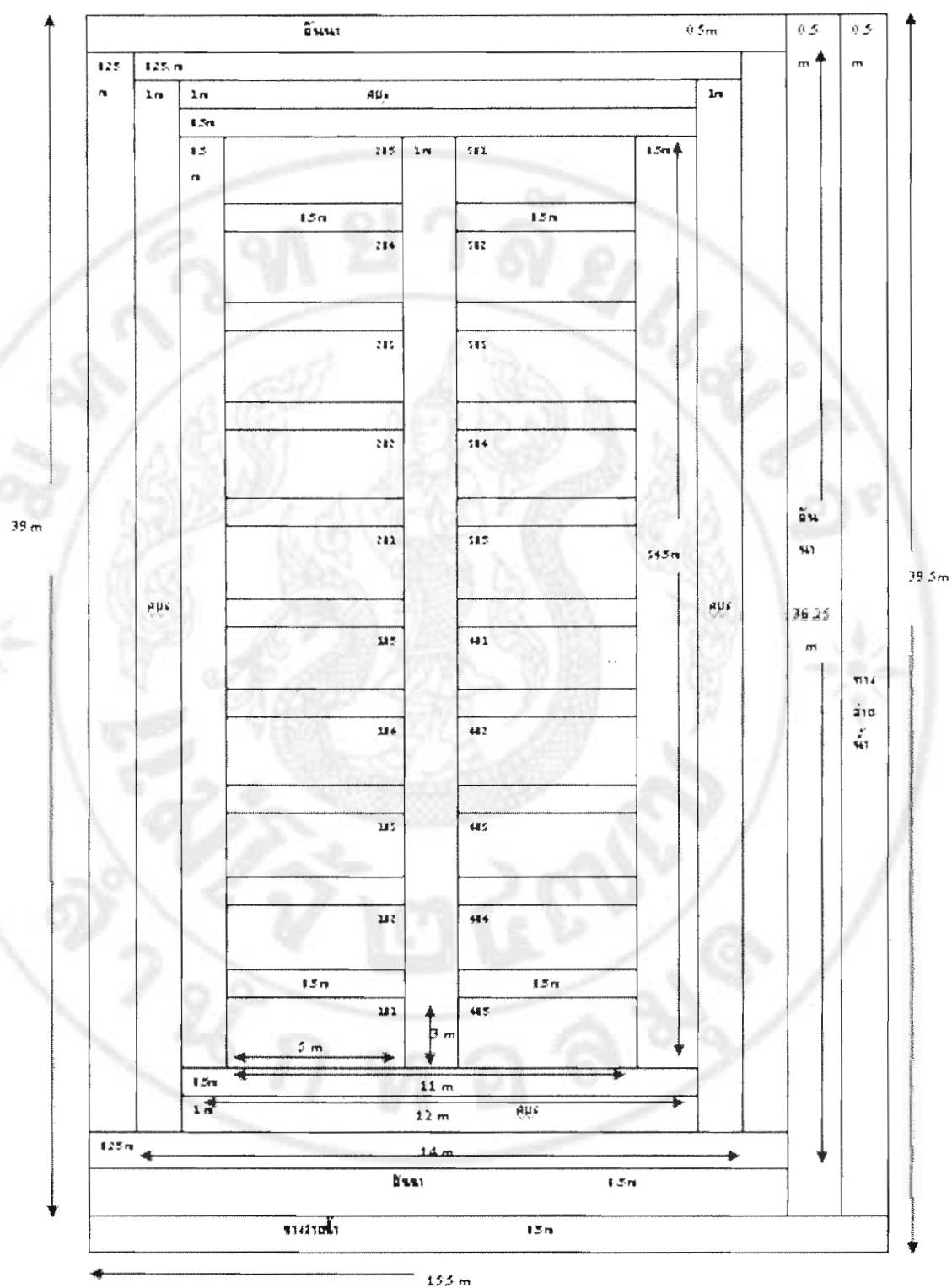
แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลอง (treatment) คือพันธุ์ข้าวดังต่อไปนี้ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 พันธุ์ข้าว กข 6 พันธุ์ข้าว กข 15 พันธุ์ข้าว กข 1 และพันธุ์ข้าว กข 10 โดยสุ่มแต่ละสิ่งทดลองลงในซ้ำแต่ละซ้ำที่มีแปลงย่อย 5 แปลง ดังนั้นรวมแปลงย่อยทั้งหมดเท่ากับ 20 แปลงย่อย ดังแผนการสุ่ม (Master sheet) ด้านล่าง โดยที่แปลงย่อยมีขนาด 3x5 เมตร ทำการเว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 0.5 เมตร ระยะห่างของทางเดินใหญ่ 1.5 เมตร ระยะห่างทางเดินเล็ก 1 เมตร border รอบแปลงเป็นพันธุ์ข้าว กข 6 ซึ่งมีขนาดความกว้าง 2 เมตร ยกเว้น border ด้านหน้ามีความกว้าง 2.5 เมตร ระยะระหว่างแปลงย่อยและ border เท่ากับ 1 เมตร ดังนั้น

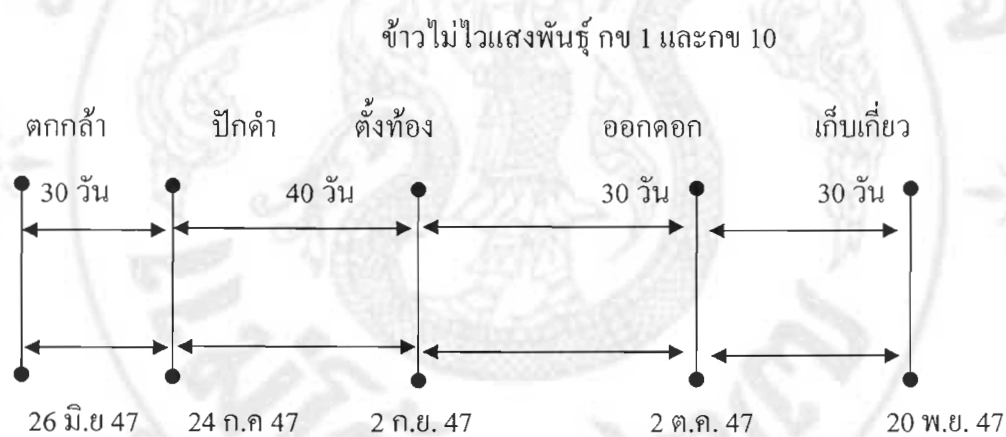
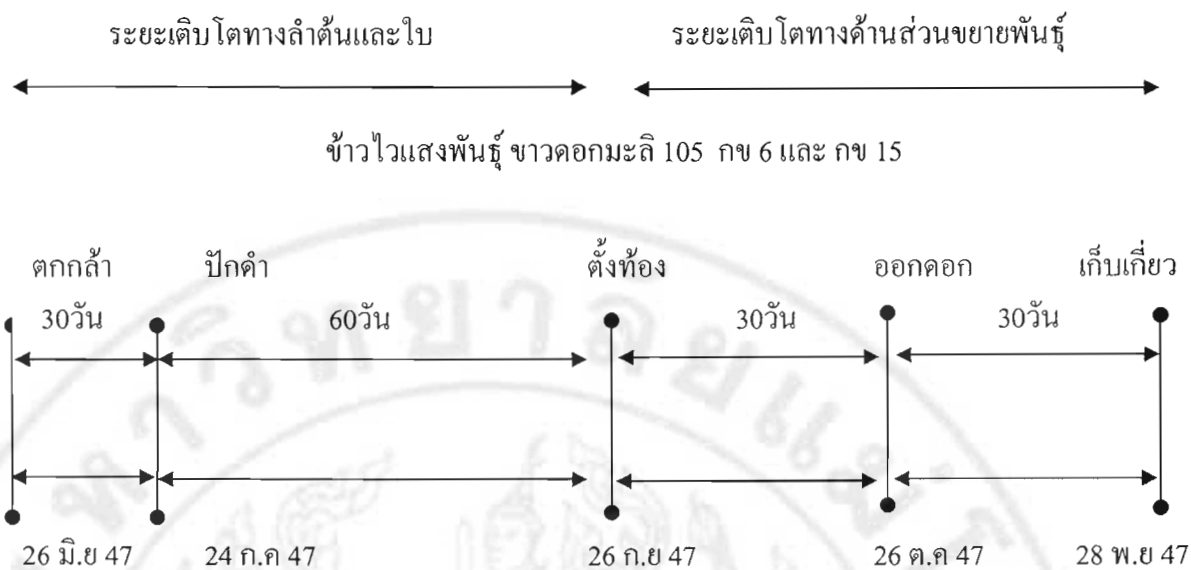
- พื้นที่ใช้ทดสอบพันธุ์ทั้งหมด คือ กว้าง 15.5 เมตร และ ยาว 39.5 เมตร = 612.25 ตารางเมตร
- และพื้นที่ border ปลูก กข 6 = $[(1 \times 37.5) \times 2] + [(1 \times 14) \times 2] = 103$ ตารางเมตร
- ซึ่งสามารถดูแผนผังของแปลงทดสอบพันธุ์ข้าวทั้ง 2 ฤดูในหน้าที่ 47 นอกจากนี้ยังได้ทำการวางแผนการตกกล้า ปักดำ และเก็บเกี่ยวข้าวในฤดูนาปี 2547 ในหน้าที่ 48 ส่วนการวางแผนของฤดูนาปรังอยู่หน้าที่ 49

ตาราง 7 แผนการทดลองสุ่ม (Master Sheet)

Entry No.	Variety	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV
1	ข้าวขาวดอกมะลิ 105	101	203	304	405
2	ข้าวเหนียว กข 15	102	205	301	402
3	ข้าวเหนียว กข 10	103	204	305	401
4	ข้าวเหนียว กข 1	104	201	302	403
5	ข้าวเหนียว กข 6	105	202	303	404



ภาพ 2 แผนผังแปลงทดสอบพันธุ์ข้าวของฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548-2549



ภาพ 3 กำหนดการวางแผนวันตกกกล้า และปักดำจนถึงวันเก็บเกี่ยวในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

ตาราง 8 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และวันเก็บเกี่ยวของข้าวแต่ละพันธุ์ของฤดูนาปี 2547

ชื่อพันธุ์	ชนิด	เก็บเกี่ยว
ขาวดอกมะลิ 105	ข้าวเจ้า	27 พ.ย. 47
กข 6	ข้าวเหนียว	27 พ.ย. 47
กข 15	ข้าวเจ้า	20 พ.ย. 47
กข 1	ข้าวเจ้า	20 พ.ย. 47
กข 10	ข้าวเหนียว	20 พ.ย. 47

วิธีการ

1. การเตรียมพื้นที่การเตรียมดินแปลงปักดำ โดยใช้โรตารี จะต้องไถเคเททิ้งไว้ประมาณ 15 วัน จึงไถแปรอีกครั้ง เพื่อกำจัดต้นอ่อนของวัชพืช ที่งอกขึ้นมาใหม่ แล้วคราดเพื่อคันวัชพืช ให้จมอยู่ใต้โคลน ในขณะเดียวกันก็เกลี่ย โคลนปรับระดับหน้าดินไปด้วย จะทำให้ระดับน้ำ ในแปลงนาท่วม คลุมวัชพืชได้อย่างทั่วถึงจากนั้นเตรียมแปลงปลูกขนาด 3 x 5 เมตร จำนวน 20 แปลง ระยะแถว 25 เซนติเมตร และระหว่างต้น 25 เซนติเมตร

2. การปลูก

2.1 การเตรียมแปลงเพาะกล้าต้องจัดเตรียมแปลงเพาะกล้าให้เสร็จเรียบร้อยก่อนการหว่านเมล็ด หมายความว่าเมื่อเรากำหนดวันเพาะกล้าที่แน่นอนแล้ว เราก็ต้องจัดหาสถานที่ใช้เพาะกล้าให้ถือหลักที่ว่าใกล้แหล่งน้ำและไม่ไกลจากที่อยู่อาศัยมากนัก เพื่อสะดวกในการดูแลรักษาแปลงเพาะกล้า การเตรียมแปลงกล้าต้องให้ละเอียด ประณีต ต้องไถคราดเอาเศษหญ้าออกให้หมด ต้องดีดินให้ละเอียดในสภาพที่เรียกว่าซีโคลน

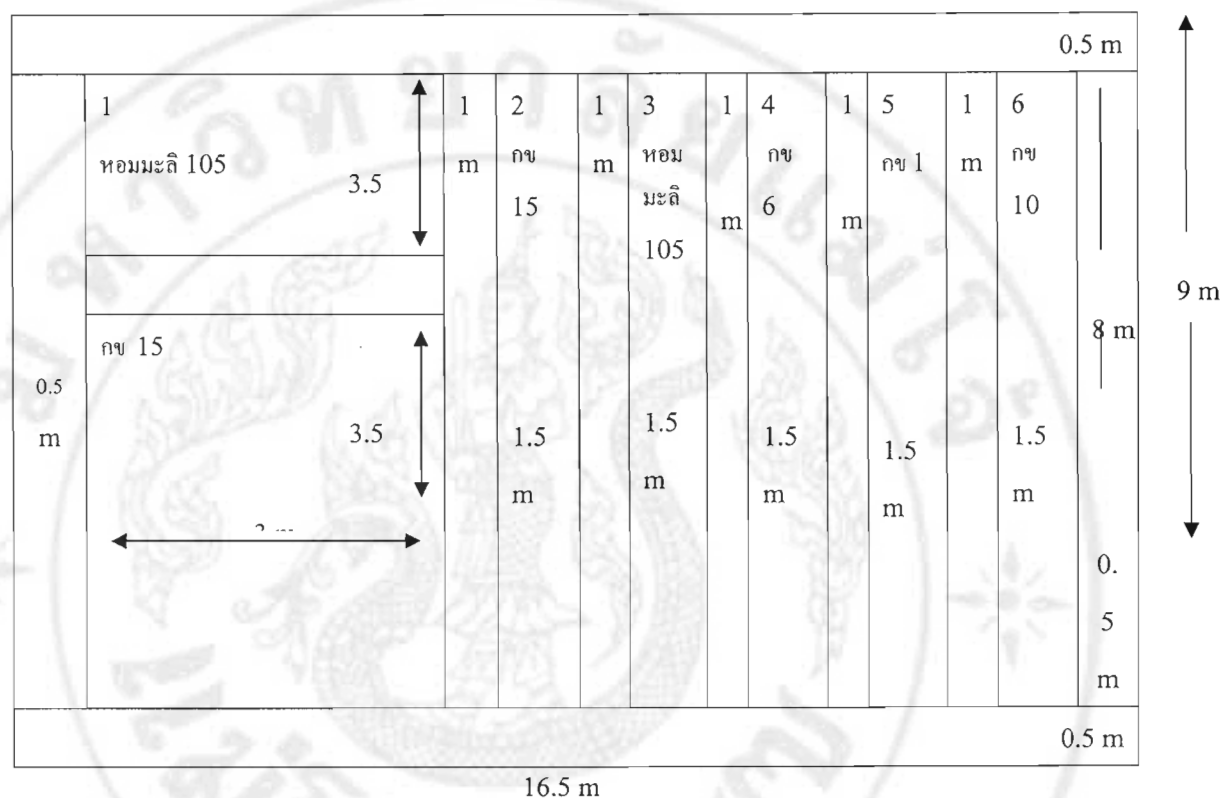
2.2 การคำนวณหาปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ตกกล้า

- จากทฤษฎีพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ใช้เมล็ดพันธุ์ 10 กิโลกรัม
- พื้นที่แปลงย่อยเท่ากับ 15 ตารางเมตร หนึ่งพันธุ์ปลูก 4 ซ้ำ
- หนึ่งพันธุ์ใช้พื้นที่ทั้งหมด = $15 \times 4 = 60$ ตารางเมตร
- ดังนั้นพื้นที่ 60 ตารางเมตรต้องใช้เมล็ดพันธุ์ = $10 \times 60 / 1600 = 375$ กรัม
- จากทฤษฎีเมล็ดพันธุ์ 5 กิโลกรัม ใช้พื้นที่ตกกล้า 80 ตารางเมตร
- เมล็ดพันธุ์ 0.5 กิโลกรัมใช้พื้นที่ = $80 \times 0.5 / 5 = 8$ ตารางเมตร
- แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาดจะตกกล้าโดยใช้เมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม ใช้พื้นที่ $1 \times 8 = 8$ ตารางเมตรต่อพันธุ์
- ใช้ กข 6 เป็น border รอบนอกมีพื้นที่ 103 ตารางเมตร
- ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ กข 6 = 0.76 กิโลกรัม ใช้พื้นที่เพาะ 12.16 ตารางเมตร แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาดจะต้องเพาะกล้า กข 6 เพื่อใช้เป็น border จำนวน 2 กิโลกรัม ใช้พื้นที่ $3 \times 8 = 24$ ตารางเมตร

2.3 การคำนวณหาปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ในแปลงตกกล้า ซึ่งสามารถดูแผนผังแปลงตกกล้าได้ในแผนผังด้านล่าง

- หว่านปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

- พื้นที่ตกกล้าข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ทดลองและ border คือ $16.5 \times 9 = 148.5$ ตารางเมตร ดังนั้นจึงใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา $20 \times 148.5 / 1600 = 1.9$ กิโลกรัม/พื้นที่ 148.5 ตารางเมตร โดยหว่านให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง



ภาพ 5 แผนผังแปลงตกกล้าฤดูนาปี และนาปรัง

2.4 การเพาะเมล็ดทำการคลุกด้วยเบนเลทก่อน แล้วจึงแช่เมล็ดข้าวในน้ำเป็นเวลา 1 คืน แล้วทำการนำเมล็ดมาห่อผ้ามัดไว้ แล้วทำการฝังไว้เป็นเวลา 2 วัน สังเกตดูห่อผ้าไม่ให้น้ำแห้งโดยทำการรดน้ำ สังเกตเมล็ดเมื่อเกิดตุ่มใสๆ ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร จึงทำการนำไปเพาะกล้าการหว่านเมล็ดลงบนแปลงเพาะกล้าต้องพยายามหว่านให้สม่ำเสมอ โดยทำการแบ่งเมล็ดออกหลายๆ กระป๋องหรือหลายๆ ถัง วางเรียงไว้หว่านแปลงเพาะกล้า แบ่งพื้นที่ให้พอดีกับเมล็ดที่จะหว่านเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงทำให้การหว่านเมล็ดลงแปลงเพาะให้สม่ำเสมอ ต้นกล้าเมื่อเจริญขึ้นมาจะไม่เบียดกันแน่นหรือห่างเกินไป

2.5 การดูแลแปลงเพาะกล้าหลังจากหว่านเมล็ดลงบนแปลงเพาะกล้าแล้ว 2-3 วัน ควรให้แปลงมีความชุ่มชื้นตลอดเวลาหากหน้าแปลงแห้งให้รดน้ำจากร่องทางเดินระหว่างแปลงรดต้นกล้า หลังจากนั้นให้รักษาระดับน้ำให้ท่วมเมล็ดประมาณ 2-3 เซนติเมตร เพื่อให้ความชุ่มชื้น

และลดปัญหาวัชพืชขึ้น เมื่อต้นกล้าอายุได้ 15 วัน ควรปล่อยให้แห้ง 2 วัน แล้วจึงให้น้ำเข้าแปลง อีก เมื่อต้นกล้าอายุได้ 30 วัน ก็ถอนไปปักดำได้ การปล่อยแปลงให้แห้งเพื่อให้รากได้มีโอกาสรับ ก๊าซออกซิเจนเต็มที่ รากข้าวจะมากและแข็งแรง ต้นกล้าจะสมบูรณ์ ใบตั้งตรงสั้น ใบเหลืองอมเขียว ลำต้นแข็งแรงไม่สูงชะลูด เมื่อนำไปปักดำต้นกล้าจะตั้งตัวเร็ว ต้นกล้าตายน้อย การเจริญเติบโตของ ต้นกล้าจะสม่ำเสมอ

2.6 การถอนกล้าเมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25-30 วัน ก็ควรที่จะถอนไปปักดำ ได้เพราะถ้าปล่อยให้อายุกล้าแก่กว่านี้ข้าวเริ่มย่างปล้องสูงขึ้นและรากจะหยั่งลึกลงใต้ดินมากขึ้น ทำให้การถอนกล้าลำบากต้นกล้าจะสูงใบยาว เมื่อนำไปปักดำจะล้มง่าย การถอนกล้าควรถอนเป็น แปลงๆ ไปควรถอนเบาๆ มือ เมื่อถอนแล้วต้องล้างรากเอาซีโคลนออกโดยใช้มือคลี่แยกต้น โดยจับ ที่โคนต้น เพื่อความสะดวกเวลาล้างรากก็ใช้น้ำในร่องระหว่างแปลงเพาะกล้าหรือทางเดิน อย่าฟาด ต้นกล้าจนกล้าชำหรือใส่ข้างในแตก เมื่อล้างรากแล้วให้เอาต้นกล้ามารวมกันมัดเป็นกำบน “เป็น ต้นกล้า” ทั้งนี้เพื่อให้ระดับรากกล้าอยู่ในระดับเดียวกันจะสะดวกเวลาถึงขณะปักดำ กล้ากำหนึ่งๆ จะมีต้นกล้าประมาณ 800-1,000 ต้น กล้าจำนวน 100 กำ สามารถใช้ปักดำในพื้นที่ 1 ไร่ การถอน กล้าอย่าถอนรอเอาไว้นานเกิน 1 วัน ควรปลูกให้หมดภายใน 1 วัน การถอนกล้ารอปักดำเกิน 2 วัน จะทำ ให้ต้นกล้าที่อยู่ตรงกลางมัดเหลืองและอ่อนแอ ก่อนปักดำให้ตัดปลายใบต้นกล้าออกประมาณ 1/3 ส่วน หลังจากนั้นก็เคลื่อนย้ายมัดกล้าไปยังแปลงปักดำควรวางเรียงเป็นแถวกระจายกล้าให้ทั่วแปลง ปลูก ให้รากแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลาจนถึงเวลาปักดำ การปล่อยให้ต้นกล้าถูกแดดโดยไม่ได้แช่น้ำ ต้น กล้าจะเหี่ยวเฉา ต้นกล้าจะตั้งตัวช้า เพราะมีการคายน้ำมากก่อนปักดำ

2.7 การเตรียมดินแปลงปักดำในการปลูกข้าวทุกชนิดนั้นถือว่าการเตรียมดิน เป็นขั้นตอนพื้นฐาน เพราะถ้าเตรียมดินไม่ดีแล้วจะเกิดปัญหาตามมาหลายประการ ซึ่งจะกระทบไป ถึงการเจริญเติบโตของข้าวที่ตามมาและทำให้ได้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร วัตถุประสงค์ของการเตรียม ดินสำหรับการปลูกข้าวโดยทั่วๆ ไปพอจะสรุปได้ดังนี้

- เพื่อควบคุมวัชพืช
 - เพื่อช่วยคลุกเคล้าอินทรีย์วัตถุและปุ๋ยลงดิน โดยเฉพาะเศษวัชพืชต่าง ๆ รวมทั้งตอซังเดิมของข้าว
 - เพื่อให้ดินในนาอยู่ในสภาพที่สะดวกและง่ายต่อการปักดำ คืออยู่ใน ลักษณะที่เป็นตะก
 - เพื่อปรับพื้นที่นาให้ได้ระดับเมื่อใส่น้ำเข้าข้างจะได้กระจายสม่ำเสมอ
- ขั้นตอนต่างๆ ในการเตรียมดินแปลงปักดำข้าวนั้นพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ

ในการเตรียมดินสำหรับการทำนาจำเป็นต้องมีการไถตะ ไถแปร และคราด ตามลำดับ การไถตะนั้น เป็นการไถครั้งแรกเพื่อกลบวัชพืชต่างๆ ลงในดิน การไถตะนี้ควรเริ่มต้นที่ด้านดินมีความชื้นพอเหมาะเพราะจะไถได้สะดวก การไถต้องพยายามไถให้ลึกพอสมควรเพื่อให้รากข้าวห้อยลงไปได้อย่างเต็มที่ เมื่อไถตะแล้วต้องปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน จึงทำการไถแปร ซึ่งอาจไถหลายๆ ครั้ง ถ้ามีวัชพืชอยู่มาก การไถแปรนั้นเป็นการไถให้รอยไถตัดกับรอยไถตะโดยตัดในแนวขวาง หรือถ้าสามารถตัดกันในแนวเฉียงได้จะดีที่สุด เพราะจะทำให้การกระจายตัวของฟิวดินเป็นไปอย่างสม่ำเสมอดี และการไถครั้งต่อไปก็ทำการไถตัดรอยไถที่ผ่านมา การไถพรวนถ้าสามารถทำได้หลาย ๆ ครั้งก็จะเกิดผลดีในการลดปัญหาวัชพืช หลังจากไถแปรเสร็จแล้วก็ทำการไถคราด ซึ่งควรทำด้วยกันประมาณ 3 ครั้ง คือ คราดครั้งที่ 1 เรียกว่าคราดกลบมูลไถ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 6-7 วัน แล้วคราดครั้งที่ 2 ซึ่งก็เรียกว่าคราดกลบมูลไถ แล้วทิ้งไว้ 2-3 วัน จากนั้นก็คราดครั้งที่ 3 ซึ่งเรียกว่าคราดขยายมูลไถ การคราดจะทำให้ดินแตกละเอียด มีลักษณะเป็นโคลนตม สะดวกแก่การปักดำ (ซึ่งเรียกว่าการทำเทือก) และยังช่วยปรับระดับดินในนาด้วย

2.8 การปักดำการปักดำข้าวต้องทำเป็นแถวเป็นแนว เพื่อให้สะดวกในแง่ของการเข้าไปดูแลรักษาและจัดการต่างๆ การปักดำจะต้องใช้ระยะห่างให้พอเหมาะ คือ ระยะ 25 x 25 เซนติเมตร และทำการปักดำโดยใช้ 3 ต้นต่อจอบ สำหรับความลึกของการปักดำนั้นลึกเพียง 3-4 เซนติเมตรก็พอเพียงแล้ว การปักดำขนาดนี้จะทำให้ตาซึ่งอยู่ตรงข้อต่อด้านล่างสุดสามารถเจริญแตกหน่อได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ได้รวงดี การปักดำลึก ๆ มีผลทำให้ตาที่อยู่บริเวณข้อต่อล่างสุดถูกฝังลงลึก แตกหน่อออกมาไม่ได้ ต้องมีตาใหม่บริเวณใกล้ฟิวดินเจริญขึ้นมาจึงจะแตกกอได้ ซึ่งหน่อที่แตกออกมานี้จะไม่สมบูรณ์เหมือนกับหน่อที่แตกออกมาจากข้อต่อล่างสุด ในการปักดำนี้จะใช้แรงงานปักดำ จำนวน 4 คน

3. การดูแลรักษาแปลงข้าวนา

3.1 การให้น้ำทำการให้น้ำทุกๆ 7 วันโดยให้มีระดับสูงจากพื้นดินขึ้นมา 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูกผลผลิตข้าวจะสูงกว่าระดับน้ำที่ 10-15 เซนติเมตร และพบว่าระดับที่ 5 เซนติเมตร การกักตุนน้ำของปฐนาจะน้อยลงเนื่องจากกลางวันน้ำจะร้อนเพราะแสงแดด และที่จะต้องดูแลเป็นพิเศษคือ การขาดน้ำในระยะตั้งท้องจนถึงข้าวออกรวงจะมีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตข้าว ทำให้รวงข้าวไม่สมบูรณ์ การผสมเกสรจะติดน้อยและเมล็ดข้าวจะลีบ ส่วนการขาดน้ำในระยะปักดำจนถึงระยะแตกกอสูงสุดจะกระทบกระเทือนต่อผลผลิตไม่มากนัก ดังนั้นเมื่อฝนทิ้งช่วงในระยะที่มีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตเราต้องหาวิธีการเอาน้ำเข้าแปลงจะโดยสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือชลประทานที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อป้องกันผลเสียที่จะเกิดขึ้นดังกล่าวก่อนที่จะทำการย้ายกล้าจะต้องระบายน้ำออกจากแปลงปักดำเสียก่อน และหลังปักดำได้ประมาณ 7-10 วันถึง

ทำการปล่อยน้ำเข้าแปลง ในช่วงที่ข้าวแตกกอระดับน้ำไม่ควรสูงเกินไปเพราะระดับน้ำที่สูงๆ จะทำให้การแตกกอน้อยลง แต่เมื่อข้าวแตกกอเต็มที่แล้วระดับน้ำอาจสูงกว่าปกติได้ แต่ไม่ควรสูงเกิน 2 ใน 3 ของความสูงต้นข้าว เพราะจะทำให้ลดส่วนของใบที่จะสังเคราะห์แสงลง

3.2 การใส่ปุ๋ยจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยแบ่งเป็นการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 เรียกว่าปุ๋ยรองพื้น (basal application) ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 โดยหว่านทั่วแปลงแล้วรูดกลบปุ๋ย ก่อนปักดำ 1 วัน อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

ดังนั้นพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อทำการทดลองที่ใช้ทั้งหมดคือ $16.5 \times 49.5 = 816.75$ ตารางเมตร จะต้องใช้ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 จำนวน $816.75 \times 20/1600 = 10.21$ กิโลกรัม โดยหว่านให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เรียกว่าการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า (side dressing application) โดยใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีหว่านทั่วแปลงในระยะที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง (booting stage) ซึ่งจะใส่ในระยะ 45 วันหลังปักดำ

ดังนั้นพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อทำการทดลองที่ใช้ทั้งหมดคือ 816.75 ตารางเมตร จะต้องใช้ปุ๋ยยูเรีย จำนวน $816.75 \times 15/1600 = 7.6$ กิโลกรัม โดยหว่านให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

3.3 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

- สารเคมีฟลูราดาน 3 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 2.45 กิโลกรัม โดยหว่านให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงปักดำหลังจากทำการซ่อมกล้า และจัดการงานต่างๆเรียบร้อยแล้ว (เมื่อหว่านแล้วห้ามลงแปลงเป็นเวลา 3 อาทิตย์)

- กำจัดโดยวิธีกล
- ฉีดพ่นด้วยสารเคมีฆ่าวัชพืชบริเวณรอบๆแปลง ถ้าจำเป็น
- กำจัดหอยเชอรี่ด้วยสารเมทลดีไฮด์

4. ข้อมูลที่ทำการเก็บ

4.1 ผลผลิต ทำการเก็บเกี่ยวจากพื้นที่ 2×4 ตารางเมตร : โดยเว้นหัวท้ายด้านละ 2 กอ

4.2 องค์ประกอบผลผลิต

- เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด : เฉลี่ยจาก 10 รวง จากข้าว 1 กอ
- น้ำหนัก 1,000 เมล็ด : สุ่มจากเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้จาก 1 กอในแต่ละแปลงย่อย
- ความสูง : ระยะข้าวสุกแก่เฉลี่ย 10 กอ

- จำนวนรวงต่อกอ : เฉลี่ยจาก 10 กอ
- จำนวนต้นต่อกอ: เฉลี่ยจาก 10 กอ
- จำนวนเมล็ดต่อรวง : เฉลี่ยจาก 10 รวง จากข้าว 1 กอ

4.3 อื่นๆ ได้แก่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ : เก็บข้อมูลจากการสังเกตว่า รวงข้าวต้องโผล่พ้นกาบใบมา $1/2$ ของทั้งรวงและต้องมีจำนวนต้นที่รวงข้าวต้องโผล่พ้นกาบใบมา $1/2$ ของทั้งรวงเกิน $1/2$ ของทั้งแปลงย่อย

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การศึกษานี้ทำการทดลองทั้งหมด 3 การทดลอง คือ

1. การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (germination test)
2. การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีวัดดัชนีการงอก (germination index)
3. การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีการหาอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (seedling growth rate)

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบพันธุ์ฤดูนาปี และฤดูนาปรัง
2. ตู้ hot air over
3. ตู้เพาะ (germinator)
4. เครื่องชั่ง
5. ถูพลาสติกใส
6. กระดาษเพาะ
7. กล้อง และตะแกรงในการเร่งอายุเมล็ด
8. เครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง

วิธีการดำเนินการ

1. การคลายการพักตัวของเมล็ด (The release from dormancy) นำเมล็ดข้าวทั้ง 5 พันธุ์ที่ได้มาจากแปลงทดสอบพันธุ์ทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรังมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน สามารถคลายการพักตัวของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ (สุชาติ และสุวินัย, 2535)

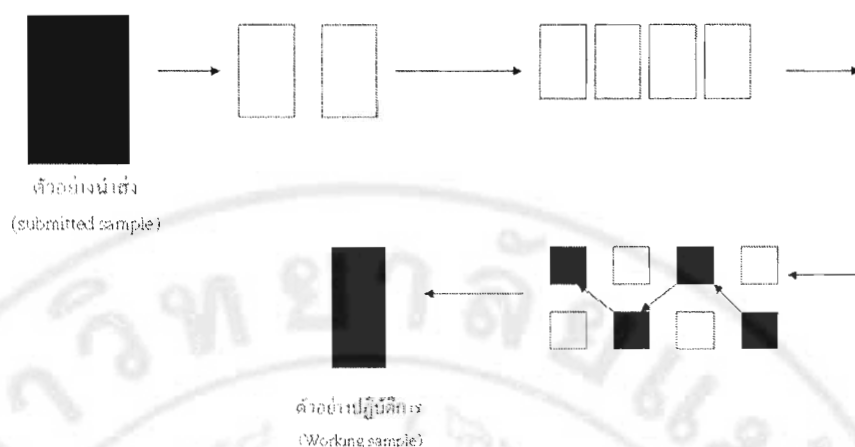
2. การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์วัตถุประสงค์ของการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ (seed sampling) คือ การเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนต่อไป และมีส่วนประกอบต่างๆ ที่มีค่าใกล้เคียงกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด ดังนั้น การเก็บหรือสุ่มตัวอย่าง ควรกระทำหลายๆ จุดเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแทนที่แท้จริงของเมล็ดพันธุ์ทั้งกอง (seed lot)

ทำการใช้หลาวสุ่มในแนวตั้ง แทะเฉียงทะแยงมุมลงไปในถุงโดยความถี่ของจุดสุ่มตัวอย่าง ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ของสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ หรือ International Seed Testing Association (ISTA) โดยเมล็ดข้าวที่บรรจุอยู่ในถุงที่มีขนาดไม่ถึง 100 กิโลกรัมให้ใช้ความถี่ของจุดสุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้เป็นขั้นต่ำสุด

ตาราง 10 แสดงจำนวนตัวอย่างขั้นต้นที่ทำการสุ่ม

จำนวนถุง	จำนวนตัวอย่างขั้นต้นที่ต้องสุ่ม
1-4 ถุง	ให้สุ่ม 3 ตัวอย่างขั้นต้นจากแต่ละถุง
5-8 ถุง	ให้สุ่ม 2 ตัวอย่างขั้นต้นจากแต่ละถุง
9-15 ถุง	ให้สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้นจากแต่ละถุง
16-30 ถุง	ให้สุ่มทั้งหมด 15 ตัวอย่างขั้นต้น
31-59 ถุง	ให้สุ่มทั้งหมด 20 ตัวอย่างขั้นต้น
60 ถุงขึ้นไป	ให้สุ่มทั้งหมด 30 ตัวอย่างขั้นต้น

เมื่อได้ตัวอย่างมาแล้วทำการวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นแล้ว เตรียมตัวอย่างด้วยมือ (The hand halving method) ใช้สำหรับการทดลองทั้ง 3 การทดลองของเมล็ดพันธุ์โดยคลุกเคล้าเมล็ดที่ต้องการแบ่งให้เข้ากันดี แล้วเทลงบนพื้น โต๊ะหรือแผ่นกระจกที่มีผิวเรียบ ใช้ไม้บรรทัดยาวเกลี่ยเมล็ดทำให้กองสม่ำเสมอจนมีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยม แล้วใช้ไม้บรรทัดแบ่งลงตรงกลางกอง เมล็ดแล้วแยกเมล็ดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กันจากนั้นแบ่งแต่ละกองออกเป็น 2 ส่วนเหมือนเดิมจะได้เป็น 4 กอง แล้วแบ่งครึ่งทั้ง 4 กองออกเป็น 8 กองย่อย จากนั้นรวมเมล็ดกองย่อยสลับกันตามเส้นทแยง รวมเข้าด้วยกันใหม่ส่วนเมล็ดที่เหลือไม่นำมาใช้ จะเป็นการแบ่งเมล็ดเพื่อลดขนาดลงครึ่งหนึ่งให้นำส่วนครึ่งหนึ่งที่ได้อีกมาแบ่งเพื่อลดขนาดลงต่อไปอีก โดยทำซ้ำอีกจนได้ขนาดที่ต้องการดังแผนการสุ่มดังนี้



ภาพ 6 แสดงวิธีการสุ่ม

ปัจจัยควบคุม และปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

เมื่อสุ่มเมล็ดได้แล้วแบ่งเมล็ดเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยควบคุม และปัจจัยเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยที่ปัจจัยควบคุมเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ทำการสุ่ม และนำไปทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เลยเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบกับปัจจัยเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยที่ปัจจัยเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ทำการนำเมล็ดพันธุ์ที่กำหนดไว้จำนวนที่เพียงพอสำหรับทดสอบความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (ประมาณ 210-215 เมล็ด หรือประมาณ 20 กรัม) นำกล่องพลาสติกใสใส่น้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วใส่ตะแกรงลงไปในกล่องพลาสติกใส นำเมล็ดวางลงบนตะแกรงไว้เหนือน้ำเกลือเมล็ดให้สม่ำเสมอ ปิดฝาให้สนิทแล้วนำกล่องพลาสติกใสไปใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสทำการตั้งอุณหภูมิไว้ล่วงหน้าไว้ 3 ชั่วโมง จนครบเวลา 84 ชั่วโมง (ISTA, 1993) เมื่อครบเวลาตามกำหนดมาทดสอบทดสอบความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อไป

แผนการทดลอง

ทำการวางแผนแบบ Complete Block Design (RCB) มีจำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลอง (treatment) ของปัจจัยควบคุมของพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ ที่ผ่านการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

การทดสอบความงอกโดยวิธีมาตรฐาน (standard germination test)

ทดสอบความงอกโดยวิธีมาตรฐาน ตามกฎสากลของการทดสอบเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 1999) โดยใช้กระดาษเป็นวัสดุเพาะ ทำ 4 ซ้ำๆ ละ 25 เมล็ดเพาะในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ประเมินผลความงอกครั้งแรก (first count) ที่วันที่ 7 และครั้งสุดท้าย (final count) ในวันที่ 14 หลังจากเพาะเมล็ด

1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความงอกมีดังนี้

- วัสดุเพาะ ต้องเป็นวัสดุเพาะที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดีและรักษาความชื้นไว้ได้ตลอดระยะเวลาทดสอบ วัสดุที่ใช้เพาะเมล็ดมีดังนี้

- กระดาษเพาะ ต้องมีคุณสมบัติไม่เปื่อยยุ่ยง่าย สะอาดปราศจากสารพิษ ไม่เป็นอันตรายต่อต้นอ่อน

- ถูพลาสติกใส

- ปากกา

- กระดาษสติกเกอร์

- น้ำสะอาด

- ตู้เพาะ เป็นตู้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ทุกชนิดมีระบบควบคุมอุณหภูมิตามจำนวนชั่วโมงที่ต้องการเป็นระบบดิจิทัล มีถาดน้ำและมอเตอร์พัดลมทำหน้าที่ส่งผ่านความชื้นขึ้นมาเพื่อให้ความชื้นขึ้นมาเพื่อให้เกิดความชื้นสัมพัทธ์ ภายในตู้เพาะสูงถึง 96-100 เปอร์เซ็นต์

การเพาะเมล็ดระหว่างกระดาษหรือเพาะแบบบีพี (between of paper) ตัดกระดาษเพาะเมล็ดขนาด 25 x 30 เซนติเมตร จีดเส้นกลางด้วยดินสอ (mid point) แล้วทำการจีดเส้นขนานกับเส้นกลางระยะห่าง 1 เซนติเมตร เขียนหมายเลขตัวอย่าง หมายเลขซ้ำ วันที่เพาะและอุณหภูมิที่เพาะลงบนป้ายชื่อ นำกระดาษ แฉ่น้ำที่เตรียมไว้เพื่อให้ชื้น แล้วทำการรดน้ำให้หมาดใช้ปากคีบเมล็ดวางลงบนกระดาษ จำนวน 25 เมล็ดทำเช่นนี้ทั้ง 4 ซ้ำแล้วใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นนำถุงที่เพาะเมล็ดเรียบร้อยแล้วไปไว้ในตู้เพาะซึ่งได้ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ในที่มีด

2. การประเมินผลต้นอ่อน หรือการนับจำนวนเมล็ดงอก

ระยะเวลาการตรวจนับความงอกใช้เวลาทั้งสิ้น 14 วัน โดยที่การประเมินผลกำหนดไว้จำนวน 2 ครั้ง คือ นับครั้งแรก (first count) และการนับครั้งสุดท้าย (final count)

การนับครั้งแรกเป็นการประเมินระหว่างการทดสอบระยะเวลาของการนับครั้งแรกเป็นเวลา 7 วันหลังจากเพาะทำการนับเฉพาะต้นกล้าที่งอกสมบูรณ์ (normal seedling) เท่านั้น เมื่อนับแล้วให้คัดออกจากวัสดุเพาะเพื่อลดความหนาแน่น และทำการคัดเมล็ดที่เน่าทิ้งเพื่อป้องกันเชื้อโรคที่อาจติดไปยังเมล็ดอื่น จดบันทึกแล้วนำเมล็ดที่เหลือเข้าเพาะจนครบ 14 วัน

การนับครั้งสุดท้ายทำการนับวันที่ 14 วันหลังจากเพาะเป็นการตรวจนับต้นอ่อน ทั้งหมด รวมทั้งเมล็ดที่ปกติ ผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดเน่าตาย ทำการจดบันทึก

ลักษณะการตรวจนับเมล็ดที่งอกของต้นอ่อนมี 5 ประเภท คือ

2.1 ต้นอ่อนปกติ (Normal seedling) คือ ต้นอ่อนที่มีส่วนสำคัญ ได้แก่ ราก ลำต้น และใบเลี้ยง เจริญเติบโตสมบูรณ์แข็งแรง หรือต้นอ่อนที่มีบางส่วนผิดปกติเล็กน้อย แต่ส่วนสำคัญอื่นๆ เจริญตามปกติ

2.2 ต้นอ่อนผิดปกติ (Abnormal seedling) คือ ต้นอ่อนที่แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ภายใต้อากาศดินและภูมิอากาศที่เหมาะสม เมื่อถึงวันนับครั้งแรก หรือวันนับครั้งสุดท้าย เช่น รากงอ ลำต้นบิดเป็นเกลียว รากเน่า ลำต้นมีแผลสีหรือใบเลี้ยงเน่าเกินกว่าครึ่งใบ

2.2.1 เมล็ดแข็ง (Hard seed) คือ เมล็ดที่ยังคงมีลักษณะแข็งอยู่จนถึงวันนับครั้งสุดท้ายของการนับ เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดไม่สามารถดูดซึมน้ำเข้าไปในเมล็ด ทำให้เมล็ดไม่งอก

2.2.2 เมล็ดสดไม่งอก (Fresh ungerminated seed) คือ เมล็ดที่ยังคงสภาพเดิม ไม่มีรากหรือใบงอกออกมาให้เห็น จนถึงวันนับครั้งสุดท้าย และอาจจะงอกได้ถ้าผ่านวิธีการทำลายการพักตัว

2.2.3 เมล็ดตาย (Dead seed) คือ เมล็ดที่ตายหรือเน่า สีเมล็ดเปลี่ยนและปกคลุมด้วยเชื้อราสังเกตได้โดยปากคิบบีบ เมล็ดจะนุ่ม และหรือมีลักษณะตายเน่า

3. การคำนวณผลการทดสอบ และการรายงานผลการทดสอบความงอก

การรายงานผลให้รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำของ 25 เมล็ดรวมเป็นร้อยละ 100 ก่อนต่อซ้ำ และรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่งอกอย่างสมบูรณ์โดยไม่มีทศนิยม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ตามสูตร(จวงจันทร, 2529) ดังนี้

$$\text{ค่าความงอกมาตรฐาน} = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนต้นงอกปกติ}}{\text{ผลรวมของจำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

การรายงานค่าเฉลี่ย ให้รายงานเป็นจำนวนเต็ม ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยมีจุดทศนิยม ให้ปัดตัวเลขที่มีค่า 0.5 ขึ้น และปัดค่าที่ต่ำกว่า 0.5 ทิ้งไป

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีวัดดัชนีการงอก (germination index)

การวัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ถูกใช้ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มานาน ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกใกล้เคียงกัน โดยที่เมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงกว่าจะ

งอกได้รวดเร็วกว่า วิธีนี้สามารถทำได้ง่าย สะดวก เพียงแต่ทดสอบความงอกมาตรฐานและทำการประเมินความงอกทุก 1 วัน นำผลที่ประเมินความงอกดังกล่าวมาคำนวณค่าดัชนีความเร็วในการงอก (speed of germination index, SGI) (จวงจันทร, 2529)

1. ทำการเพาะเมล็ดจำนวน 25 เมล็ด 4 ซ้ำ โดยใช้กระดาษเป็นวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กล่าวคือทำการทดลองไปพร้อมๆ กับการทดสอบความงอกด้วยวิธีมาตรฐาน โดยทำการนับจำนวนต้นอ่อนสมบูรณ์ที่งอกทุก 1 วัน จดบันทึกจนครบ 14 วันหลังจากเพาะ

2. การคำนวณผลการทดสอบทำการคำนวณตามสูตร (Magurie, 1962) ดังนี้

$$\text{ดัชนีการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นอ่อนปกติ} + \dots + \text{จำนวนต้นอ่อนปกติ}}{\text{จำนวนวันที่นับครั้งแรก} \quad \text{จำนวนวันที่นับครั้งสุดท้าย}}$$

เมล็ดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีการงอกมากแสดงว่ามีความแข็งแรงดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีการงอกน้อยแสดงว่ามีความแข็งแรงที่ต่ำ

อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (seedling growth rate)

ความเร็วของการย่อย และใช้อาหารสะสมของเมล็ดพันธุ์ ในการเจริญเติบโต และสร้างอวัยวะของต้นอ่อนในขณะงอก เป็นลักษณะหนึ่งที่สัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ และการพัฒนาของต้นพืชในแปลงปลูก เมล็ดพันธุ์ที่สามารถนำอาหารไปใช้ในการงอกและสร้างน้ำหนักแห้งของต้นกล้าได้ดีกว่า เป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงกว่า วิธีการทดสอบทำได้โดยการวัดน้ำหนักแห้งของต้นกล้าทำโดยการตัดเฉพาะส่วนของยอดอ่อน และรากอ่อนบรรจุใส่ถุงกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (จวงจันทร, 2529)

1. ทำการเพาะเมล็ดจำนวน 25 เมล็ด 4 ซ้ำ โดยใช้กระดาษเป็นวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กล่าวคือทำการทดลองไปพร้อมๆ กับการทดสอบความงอกด้วยวิธีมาตรฐาน และการวัดดัชนีการงอกไปพร้อมๆ กันโดยเมื่อครบ 14 วันหลังจากเพาะนำต้นกล้าที่สมบูรณ์ มาทำการตัดส่วนของยอด และรากออกจากเมล็ด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำไปใส่ในโหลสุญญากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อต้น

2. การคำนวณผลการทดสอบคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนจากสูตร (Woodstock, 1976) ต่อไปนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (SGR)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน (กรัม)}}{\text{จำนวนต้นอ่อนที่สมบูรณ์}}$$

น้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ทำการเพาะในเวลาเท่ากันเป็นผลมาจากการงอก และการเจริญเติบโต และเป็นการเปรียบเทียบของเมล็ดพันธุ์เดียวกัน ถ้าเมล็ดในกองใดมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งมากก็จะถือว่ามีความแข็งแรงสูง ถ้าเมล็ดในกองที่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งน้อยจะมีความแข็งแรงต่ำ วิธีนี้สามารถใช้บอกความแตกต่างของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ อันเนื่องมาจากปัจจัยขนาดเมล็ดพันธุ์ ลักษณะพันธุกรรม แหล่งผลิต และความเสียหายอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา

นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบผลผลิตฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และนาปรัง พ.ศ. 2548-2549 มาทดสอบคุณภาพหุงต้ม

การศึกษานี้ทำการทดลองทั้งหมด 5 การทดลอง คือ

1. ทำการทดสอบหาปริมาณอมิโลส (apparent amylose)
2. หาความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)
3. การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali test)
4. การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio during cooking)
5. กลิ่นหอม (aroma)

ปริมาณอมิโลส (Apparent amylose content)

ปริมาณอมิโลสทำให้ทราบว่าข้าวที่สุกมีความเหนียวหรือร่วนมากน้อยเพียงใด และทำให้ข้าวนุ่มหรือแข็ง ซึ่งข้าวที่มีอมิโลสสูงจะคุดน้ำมากซึ่งข้าวจะร่วน ส่วนข้าวที่มีอมิโลสต่ำจะคุดน้ำน้อยข้าวจะนุ่ม หรือเป็นข้าวเหนียว ดังนั้นปริมาณอมิโลสจะเป็นตัวชี้ว่าข้าวมีความเหนียวหรือร่วน และต้องการน้ำในการหุงต้มมากน้อยเพียงใด

1. อุปกรณ์วิธีการ

- Volumetric flask ขนาด 100 ml
- Spectrophotometer
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- Magnetic stirrer
- Ethyl alcohol 95 %
- NaOH 1 N
- Acetic acid 1 N
- Pure Potato amylose

- Solution Iodine

2 ขั้นตอนวิธีการ

- 2.1 นำตัวอย่างข้าวมาบดละเอียด แล้วนำแป้งที่บดมา 0.1 กรัม นำมาใส่ Flask
- 2.2 แล้วทำการใส่ ethyl alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ NaOH ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
- 2.3 ทำการปั่นตัวอย่างโดยใส่ magnetic stirrer เป็นเวลา 10 นาที
- 2.4 ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.5 คุดตัวอย่างปริมาตร 5 ml ใส่ขวดใหม่แล้วใส่ acetic acid ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร
- 2.6 ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.7 ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 260 nm
- 2.8 นำค่าที่ได้หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของอมิโลส
- 2.9 ทำกราฟมาตรฐาน โดยชั่งอมิโลสบริสุทธิ์ 0.04 กรัม แล้วทำการใส่ ethyl alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ NaOH ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
- 2.10 ทำการปั่นตัวอย่างโดยใส่ magnetic stirrer เป็นเวลา 10 นาที
- 2.11 ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.12 ทำการแบ่งตัวอย่างโดยมีปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ แล้วใส่ acetic acid ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 0.4 0.8 1.2 1.6 และ 2.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร
- 2.13 ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.14 ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 260 nm
- 2.15 นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐาน โดยแกน y เป็นค่าการดูดกลืนแสงแกน x เป็นความเข้มข้นของอมิโลส

3. การวิเคราะห์

เปรียบเทียบปริมาณอมิโลสกับตาราง จะสามารถบอกได้ว่าเป็นข้าวที่เหนียว หรือร่วน และจะทำให้ทราบว่าข้าวที่มีอมิโลสสูงจะใช้น้ำมากในการหุงต้ม ส่วนข้าวที่มีอมิโลสดำจะใช้ปริมาณน้ำที่น้อยในการหุงต้ม

ตาราง 11 แสดงลักษณะข้าวสุก

ประเภทข้าว	เปอร์เซ็นต์อมิโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวอมิโลสต่ำ	10-19	เหนียวนุ่ม
ข้าวอมิโลสปานกลาง	20-25	เหนียวและนุ่มเล็กน้อย
ข้าวอมิโลสสูง	25-34	ร่วนค่อนข้างแข็ง

ที่มา : งามชื่น (2539)

ความคงตัวของแป้งสุก

ปริมาณอมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอมิโลสเท่ากัน อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากันทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน ซึ่งค่าความคงตัวของแป้งสุกจะสามารถแบ่งได้ว่าข้าวมีความแข็ง หรืออ่อนถึงแม้ว่าข้าวทั้งนั้นจะมีปริมาณอมิโลสที่เท่ากันก็ตาม โดยที่ข้าวที่คืนตัวช้าจะเป็นข้าวแข็ง คืนตัวเร็วจะเป็นข้าวอ่อน

1. อุปกรณ์

- Test tube mixer
- หม้อต้มน้ำ
- เครื่องชั่ง Analytical balance
- หลอดแก้วขนาด 13x100 mm
- เครื่องบดเมล็ดข้าว
- Ethanol 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ละลาย thymol blue 0.025 เปอร์เซ็นต์
- KOH 0.2 N

2. ขั้นตอนวิธีการ

2.1 นำตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด 0.1 กรัม

2.2 แล้วทำการใส่ ethyl alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร และ bromtymol blue 0.025 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร และ KOH ความเข้มข้น 0.2 N ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

2.3 ทำการปั่น 10 วินาที

2.4 นำไปต้มในน้ำเดือด 8 นาที

2.5 แล้วทำการปั่น 10 วินาที นำไปแช่ในน้ำแข็ง 20 นาที

2.6 นำหลอดทดลองไปวางแนวนอนในกระดาษกราฟ 30 นาที แล้วทำการบันทึก
ระยะแบ่งหลอดเป็นเซนติเมตร

3. การวิเคราะห์

นำค่าที่ได้เทียบกับตารางจะสามารถบอกได้ว่าข้าวนั้นมีความแข็ง หรืออ่อน และเมื่อข้าว
สุกจะมีความนุ่ม หรือร้อนถึงแม้จะมีปริมาณอมิโลสที่เท่ากัน

ตาราง 12 แสดงระยะแบ่งหลอด ความคงตัวของแป้งสุก และความร้อนของข้าวสุก

ระยะแบ่งหลอด	ความคงตัวของแป้งสุก	ข้าวสุก
25-40 mm	แข็ง	ร้อนมาก
41-60 mm	ปานกลาง	ค่อนข้างร้อน
61-100 mm	อ่อน	นุ่ม

ที่มา : งามชื่น (2539)

การสลายเมล็ดในด่าง

การต้มเมล็ดข้าวให้สุกอาจต้องใช้เวลา 14-24 นาที เมล็ดข้าวสุกต้องไม่มีไตของแป้งดิบ
ภายในเมล็ด ระยะเวลาขึ้นอยู่กับการอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ดังนั้นค่าการสลาย
เมล็ดในด่างจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

1. อุปกรณ์วิธีการ

- Petri dish
- โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
- โพแทสเซียมไฮโครเจนพาลาท ($C_8H_5KO_4$)
- Phenolphthalein 0.05 เปอร์เซ็นต์

2 ขั้นตอนวิธีการ

2.1 เรียงเมล็ดข้าวที่ทำการทดสอบ 10 เมล็ดใน Petri dish

2.2 ทำการทดสอบละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100

มิลลิลิตร

2.3 ทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 23 ชั่วโมง

2.4 หาค่าการสลายด่างโดยให้คะแนนเทียบกับรูปดังกล่าวแล้วในตรวจเอกสาร

3. การวิเคราะห์

ค่าที่ได้นำมาเทียบกับตารางจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

ตาราง 13 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม

อุณหภูมิแป้งสุก (เซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง KOH 1.7 เปอร์เซนต์	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 65	ต่ำ	6-7	12-16
70-74	ปานกลาง	4-5	16-24
มากกว่า 75	สูง	1-3	มากกว่า 24

ที่มา : งามชื่น (2539)

การยี้ดตัวของเมล็ดข้าวสุก

ในระหว่างการหุงต้ม เมล็ดข้าวมีการขยายตัวทุกด้าน โดยเฉพาะด้านยาวคุณลักษณะนี้เป็นคุณภาพพิเศษของข้าว ซึ่งช่วยเสริมให้เมล็ดข้าวสุกขยายขนาดเพิ่มขึ้น และหากข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่เหนียวติดกันการขยายขนาดเมล็ดข้าวสุกจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้น และทำให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งขึ้นไม่อัดกันแน่น

1. อุปกรณ์

- เมล็ดข้าว 40 เมล็ดต่อพันธุ์
- เวนิเยร์คาลิปเปอร์
- น้ำเย็น
- Water bath

2. ขั้นตอนวิธีการ

- 2.1 ตัวอย่างเมล็ดข้าวคัดมาจาก 40 เมล็ดให้เหลือเมล็ดที่สมบูรณ์ 20 เมล็ด
- 2.2 ทำการแช่เมล็ดข้าวในน้ำแข็งเป็นเวลา 30 นาที
- 2.3 แล้วทำการต้มในน้ำเดือด 10 นาที
- 2.4 นำไปแช่ในน้ำเย็น 5 นาที
- 2.5 หาอัตราการยี้ดตัวโดยสูตร ค่าที่ได้จะบอกถึงข้าวมีการยี้ดขยายได้มากน้อยเพียงใด ถ้าข้าวขยายขนาดได้มากก็จะหุงขึ้นหม้อ และข้าวจะนุ่ม ถ้าขยายขนาดได้น้อยจะเป็นข้าวแข็งหุงไม่ขึ้นหม้อ

$$\text{อัตราการยี้ดตัวของข้าวสุก} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร}}$$

กลิ่นหอม

ข้าวทั่วไปอาจมีสารระเหยหลายชนิด แต่ข้าวหอมมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวสารหอมหนึ่งกรัมอาจมีสารนี้ 0.04-0.09 ไมโครกรัม สารหอมชนิดนี้ยังพบในปริมาณสูงมากในพืชตระกูลใบเตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb. Fragrant screw pine) กลิ่นที่หอมมาก หรือน้อยจะสามารถบอกความเก่าใหม่ของข้าวได้ ข้าวที่เก่าจะมีกลิ่นหอมที่น้อยกว่าข้าวใหม่

1. อุปกรณ์วิธีการ

- หลอดทดลอง
- น้ำเกลือ 10 เปอร์เซนต์

2 ขั้นตอนวิธีการ

- 2.1 นำตัวอย่างข้าวมา 5 กรัม
- 2.2 ใส่ น้ำเกลือ 10 เปอร์เซนต์ ปริมาตร 4 ซีซี
- 2.3 นำไปต้มในน้ำเดือด 3 นาที
- 2.4 ทิ้งไว้ชั่วคราวทำการดมกลิ่น

3. การวิเคราะห์

ทำการบันทึกคะแนนในตาราง บันทึกเป็น 4 ลักษณะคือ ไม่หอม หอมเล็กน้อย หอมปานกลาง และหอมมาก โดยให้คะแนน 0 1 2 และ 3 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยวิธี SSR marker โดยใช้วิธีนับจำนวนตำแหน่ง SSR markers ที่เกิด polymorphic ระหว่าง ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 105 และ ระหว่าง กข 1 กับ กข 10 ถ้าแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏขึ้นมีขนาดต่างกันเมื่อใช้ SSR marker ตำแหน่งเดียวกัน นับว่าเกิด polymorphic และถ้าแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏขึ้นมีขนาดเท่ากันเมื่อใช้ SSR marker ตำแหน่งเดียวกัน นับว่าเกิด monomorphic นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ตำแหน่งของ SSR markers ที่เกิด polymorphic ระหว่าง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 และ ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และ ระหว่าง กข 1 กับ กข 10

2. ปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี พ.ศ.2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548-2549

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลอง (treatment) คือพันธุ์ข้าวดังต่อไปนี้

- 2.1. สิ่งทดลองที่ 1 พันธุ์ข้าว ข้าวดอกมะลิ 105
- 2.2. สิ่งทดลองที่ 2 พันธุ์ข้าว กข 6
- 2.3. สิ่งทดลองที่ 3 พันธุ์ข้าว กข 15
- 2.4. สิ่งทดลองที่ 4 พันธุ์ข้าว กข 1
- 2.5. สิ่งทดลองที่ 5 พันธุ์ข้าว กข 10

ในการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์แยกในแต่ละฤดู แล้วทำการวิเคราะห์รวมทั้ง 2 ฤดูปลูก จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของ 2 ฤดูปลูก

3. การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบผลผลิตฤดูนาปีพ.ศ. 2547 และนาปรัง พ.ศ. 2548-2549

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลอง (treatment) คือพันธุ์ข้าวดังต่อไปนี้

- 3.1 สิ่งทดลองที่ 1 พันธุ์ข้าว ข้าวดอกมะลิ 105
- 3.2 สิ่งทดลองที่ 2 พันธุ์ข้าว กข 6
- 3.3 สิ่งทดลองที่ 3 พันธุ์ข้าว กข 15
- 3.4 สิ่งทดลองที่ 4 พันธุ์ข้าว กข 1
- 3.5 สิ่งทดลองที่ 5 พันธุ์ข้าว กข 10

ทำการวิเคราะห์แยกในแต่ละฤดู แล้วทำการวิเคราะห์รวม (combine analysis) ผลของทั้ง 2 ฤดูปลูก นำไปเขียนกราฟเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของ 2 ฤดูปลูก

4. เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบผลผลิตฤดูนาปีพ.ศ. 2547 และนาปีพ.ศ. 2548 มาทดสอบคุณภาพทุ่งดัม

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งทดลอง (treatment) คือพันธุ์ข้าวดังต่อไปนี้

- 4.1 สิ่งทดลองที่ 1 พันธุ์ข้าว ขาวดอกมะลิ 105
- 4.2 สิ่งทดลองที่ 2 พันธุ์ข้าว กข 6
- 4.3 สิ่งทดลองที่ 3 พันธุ์ข้าว กข 15
- 4.4 สิ่งทดลองที่ 4 พันธุ์ข้าว กข 1
- 4.5 สิ่งทดลองที่ 5 พันธุ์ข้าว กข 10

ทำการวิเคราะห์แยกในแต่ละฤดู แล้วทำการวิเคราะห์รวม (combine analysis) ผลของทั้ง 2 ฤดูปลูก นำไปเขียนกราฟเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของ 2 ฤดูปลูก

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

1. บริเวณฟาร์มวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
2. ห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547 สิ้นสุด พฤศจิกายน พ.ศ. 2549

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์

การศึกษานี้ทำการทดลองทั้งหมด 10 การทดลอง คือ

1. ตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR marker
2. ปลุกทดสอบผลผลิตข้าวในฤดูนาปี 2547
3. ปลุกทดสอบผลผลิตข้าวฤดูนาปรัง 2548/2549
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548-2549
5. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลุกทดสอบผลผลิตฤดูนาปี พ.ศ. 2547
6. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลุกทดสอบผลผลิตฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548-2549
7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมองค์ประกอบของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548-2549
8. คุณภาพหุงต้มที่ได้จากผลผลิตฤดูนาปี พ.ศ. 2547
9. คุณภาพหุงต้มที่ได้จากผลผลิตฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548-2549
10. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมคุณภาพหุงต้มที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548-2549

การทดลองที่ 1

ตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์

ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR marker

การทดลองนี้ได้เริ่มทำที่ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี (DNA Technology Laboratory) และจากผลการทดสอบหาความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphism) ระหว่าง ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ระหว่างขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 และระหว่าง กข 1 กับ กข 10 ด้วย SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง ผลที่ได้จากการตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรม ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ พันธุ์ กข 6 ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ พันธุ์ กข 15 และระหว่าง กข 1 กับ พันธุ์ กข 10 มีความแตกต่างทางพันธุกรรม ดังนี้ 37 31 และ 46 เบอ์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว 5 พันธุ์ด้วย SSR marker
จำนวน 100 ตำแหน่ง

พันธุ์ที่นำมาตรวจสอบ	ตำแหน่งของ SSR marker ทั้งหมด (ตำแหน่ง)	ตำแหน่งของ SSR marker เกิดความแตกต่าง ทางพันธุกรรม (ตำแหน่ง)	เปอร์เซ็นต์ตำแหน่ง ของ SSR marker ที่เกิดความแตกต่าง ทางพันธุกรรม (เปอร์เซ็นต์)
ความแตกต่างทางพันธุกรรม			
ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6	100	37	$(37/100)100 = 37$
ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15	100	31	$(31/100)100 = 31$
กข 1 กับ กข 10	100	46	$(46/100)100 = 46$

การทดลองที่ 2

ปลูกทดสอบผลผลิตข้าวในฤดูนาปี 2547

การทดสอบผลผลิตข้าว 5 พันธุ์คือ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 เริ่มทำตั้งแต่วันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึง วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ณ บริเวณฟาร์มวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้ทำการศึกษาลักษณะต่างๆ ดังนี้คือ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงหลังปักดำเดือนสุดท้าย ต้นตอกอ เมล็ดต่อรวง รวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด

ผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี 2547

จากผลการทดสอบผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์คือพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 865.91 1,101.94 668.33 1,363.70 และ 831.86 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าผลผลิตของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่สูงที่สุดเท่ากับ 1,363.70 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 15)

ตาราง 15 ผลผลิต และองค์ประกอบของข้าว 5 พันธุ์ เมื่อทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบผลผลิต									
	ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	วันที่ออกลูก 50 เปอร์เซ็นต์	จำนวนวัน ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์	ความสูง หลังปักดำ เดือนที่ 4 (วัน) (เซนติเมตร)	จำนวน ต้นต่อกอ (ต้น)	จำนวน เมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	จำนวน รวงต่อกอ (รวง)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	เปอร์เซ็นต์	
ขาวดอกมะลิ 105	865.91bc	19 ตุลาคม 2547	118.00b	167.03a	16.00b	201.18a	11.25c	22.23b	89.90	
กข 6	1101.94b	20 ตุลาคม 2547	119.00a	170.65a	18.75a	225.58a	11.50bc	25.99b	93.91	
กข 15	668.33c	5 ตุลาคม 2547	103.00e	157.28b	14.50b	152.00b	12.50abc	22.33b	92.18	
กข 1	1363.70a	9 ตุลาคม 2547	108.00c	114.78c	20.25a	157.68b	13.50a	34.21a	91.14	
กข 10	831.86c	7 ตุลาคม 2547	104.00d	120.13c	14.25b	108.65c	12.75ab	26.30b	88.90	
Mean	966.34	-	110.40	145.91	16.75	169.02	12.30	26.21	91.21	
F-test	**	-	-	**	**	**	**	**	ns	
CV (%)	13.4	-	-	2.0	6.7	9.9	5.5	12.1	3.1	

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งเปรียบเทียบโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่

ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ในฤดูนาปี 2547

จากผลการทดสอบจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของข้าว 5 พันธุ์คือพันธุ์ข้าว ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 118 119 103 108 และ 104 วัน ตามลำดับ โดยที่ข้าวพันธุ์ กข 6 มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์สูงที่สุดเท่ากับ 119 วัน (ตาราง 15)

ความสูงของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

ผลของการทดสอบความสูงในเดือนสุดท้าย ของพันธุ์ข้าว ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 167.03 170.65 157.28 114.78 และ 120.13 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าความสูงหลังปักดำเดือนสุดท้ายของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยความสูงหลังปักดำในเดือนสุดท้ายผลคือพันธุ์ข้าว กข 6 มีค่าเฉลี่ยความสูงที่สุดเท่ากับ 170.65 เซนติเมตร (ตาราง 15)

จำนวนต้นตอของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

จากผลการทดสอบจำนวนต้นตอของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 16 18.75 14.5 20.25 และ 14.25 ต้น ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนต้นตอของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยที่ข้าวพันธุ์ กข 1 มีค่าเฉลี่ยต้นตอสูงที่สุดเท่ากับ 20.25 ต้น (ตาราง 15)

จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

จากผลการทดสอบจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 201.18 225.58 152.00 157.68 และ 108.65 เมล็ด ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 6 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุดเท่ากับ 225.58 เมล็ด (ตาราง 15)

จำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

จากผลการทดสอบจำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 11.25 11.50 12.50 13.50 และ 12.75 รวง ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนรวงต่อกอของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีค่ารวงต่อกอสูงที่สุดเท่ากับ 13.50 รวง (ตาราง 15)

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

จากผลการทดสอบน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 22.23 25.99 22.33 34.21 และ 26.30 กรัม ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 34.21 (ตาราง 15)

เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 89.9 93.91 92.18 91.14 และ 88.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่พันธุ์ข้าว กข 6 มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 93.91 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 15)

เปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ที่ทำการปลูกทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

การเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าจำนวนผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนต้นตอก และจำนวนรวงตอก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความสูงในเดือ้นสุดท้าย จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 16)

ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในเดือ้นสุดท้าย จำนวนเมล็ดต่อรวง และจำนวนรวงตอก นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนจำนวนต้นตอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 16) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่าผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นตอก จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงตอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ดนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความสูงในเดือ้นสุดท้าย และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 16)

ตาราง 16 เปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

องค์ประกอบผลผลิต	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	865.91bc	1101.94b	865.91bc	668.33c	1363.70a	831.86c
จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)	118.00	119.00	118.00	103.00	108.00	104.00
ความสูงเดือ้นสุดท้าย (เซนติเมตร)	167.03a	170.65a	167.03a	157.28b	114.78c	120.13c
จำนวนต้นตอก (ต้น)	16.00b	18.75a	16.00b	14.50b	20.25a	14.25b
จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	201.18a	225.58a	201.18a	152.00b	157.68b	108.65c
จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	11.25c	11.50bc	11.25c	12.50abc	13.50a	12.75ab
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	22.23b	25.99b	22.23b	22.33b	34.21a	26.30b
เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	89.90	93.91	89.90	92.18	91.14	88.90

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3

ปลูกทดสอบผลผลิตข้าวฤดูนาปรัง 2548/2549

การทดลองนี้ได้เริ่มทำตั้งแต่วันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 ถึง วันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2548 ณ บริเวณฟาร์มวิจัย และพัฒนาการผลิตพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลการทดสอบผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 47.07 174.23 247.24 934.21 และ 372.97 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าผลผลิตของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 934.21 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 17)

จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลจากการทดสอบจำนวนวันของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 93 91 111 113 และ 115 วัน ตามลำดับ โดยที่พันธุ์ข้าว กข 10 มีจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์สูงที่สุดเท่ากับ 115 วัน (ตาราง 17)

ความสูงของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลของการทดสอบความสูงในเดือนสุดท้ายของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 มีค่าดังนี้ 136.53 112.23 141.83 105.73 และ 112.18 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าความสูงในเดือนสุดท้ายของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 15 มีความสูงที่สุดเท่ากับ 141.83 เซนติเมตร (ตาราง 17)

จำนวนต้นต่อกอของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

จากผลการทดสอบจำนวนต้นต่อกอของข้าว 5 พันธุ์คือข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 จำนวนต้นต่อกอได้ผลดังนี้คือ 4 4 12.25 20.25 และ 14.25 ต้น ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนต้นต่อกอของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีต้นต่อกอสูงที่สุดเท่ากับ 20.25 ต้น (ตาราง 17)

ตาราง 17 ผลผลิต และองค์ประกอบของข้าว 5 พันธุ์เมื่อทดสอบในฤดูนาปี 2548/2549

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบผลผลิต								
	ผลผลิต ต่อไร่ (กก./ไร่)	ออกดอกวันที่	จำนวนวัน ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)	ความสูงหลัง ปักดำ เดือนที่ 3 (เซนติเมตร)	จำนวน ต้นต่อกอ (ต้น)	จำนวน เมล็ดต่อ รวง (เมล็ด)	จำนวน รวงต่อ กอ (รวง)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม/ 1,000 เมล็ด)	เปอร์เซ็นต์ การติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)
ขาวดอกมะลิ 105	47.07c	8 กุมภาพันธ์ 2549	93.00d	136.53a	4.00c	80.13b	2.50b	26.62cd	63.04b
กข 6	174.23bc	6 กุมภาพันธ์ 2549	91.00e	112.23b	4.00c	101.60b	4.75b	26.99b	93.32a
กข 15	247.24bc	26 กุมภาพันธ์ 2549	111.00c	141.83a	12.25b	152.00a	12.25a	24.57d	92.08a
กข 1	934.21a	28 กุมภาพันธ์ 2549	113.00b	105.73b	20.25a	157.68a	12.75a	31.45a	91.04a
กข 10	372.97b	2 มีนาคม 2549	115.00a	112.18b	14.25b	108.65b	14.00a	29.16b	89.08a
Mean	355.14	-	104.60	121.69	10.95	120.01	9.25	27.76	85.71
F-test	**	-	-	**	**	**	**	**	**
CV (%)	43.5	-	-	3.0	10.6	14.6	9.4	3.7	3.1

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่

ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลของการทดสอบจำนวนเมล็ดต่อรวงของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 80.13 101.60 152.00 157.68 และ 108.65 เมล็ด ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุดเท่ากับ 157.68 เมล็ด (ตาราง 17)

จำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลของการทดสอบจำนวนรวงต่อกอของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 2.5 4.75 12.25 12.75 และ 14.00 รวง ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าจำนวนรวงต่อกอของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 10 มีรวงต่อกอสูงที่สุดเท่ากับ 14.00 รวง (ตาราง 17)

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลของการทดสอบน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 26.62 26.99 24.57 31.45 และ 29.16 กรัม ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 31.45 กรัม (ตาราง 17)

เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549

ผลของการทดสอบเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 63.04 93.32 92.08 91.04 และ 89.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเฉลี่ยของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่พันธุ์ข้าว กข 6 มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 93.32 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 17)

เปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ในฤดู นาปรัง 2548/2549

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าความสูงในเดือนสุดท้าย น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนผลผลิตต่อไร่ จำนวนต้นต่อกอ เมล็ดต่อรวง และรวงต่อกอไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 18) ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าผลผลิตต่อไร่

จำนวนต้นตอกอ เมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนความสูงเดือยสุดท้าย รวงตอกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 และ กข 10 พบว่าผลผลิตต่อไร่จำนวนต้นตอกอ เมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนความสูงเดือยสุดท้าย รวงตอกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 18)



ตาราง 18 เปรียบเทียบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ในฤดูนาปี 2548/2549

	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ข้าวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ข้าวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
องค์ประกอบผลผลิต						
ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	47.07c	174.23bc	47.07c	247.21bc	934.21a	372.97b
จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)	93.00	91.00	93.00	111.00	113.00	115.00
ความสูงเดือยสุดท้าย (เซนติเมตร)	136.53a	112.23b	136.53a	141.83a	105.73b	112.18b
จำนวนต้นตอกอ (ต้น)	4.00c	4.00c	4.00c	12.25b	20.25a	14.25b
จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	80.13b	101.60b	80.13b	152.00a	157.68a	108.65b
จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	2.5b	4.75b	2.5b	12.25a	12.75a	14.00a
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	26.62cd	26.99b	26.62cd	24.57d	31.45a	29.16b
เปอร์เซ็นต์การคิดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	63.04b	93.32a	63.04b	92.08a	91.04a	89.08a

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 4

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต

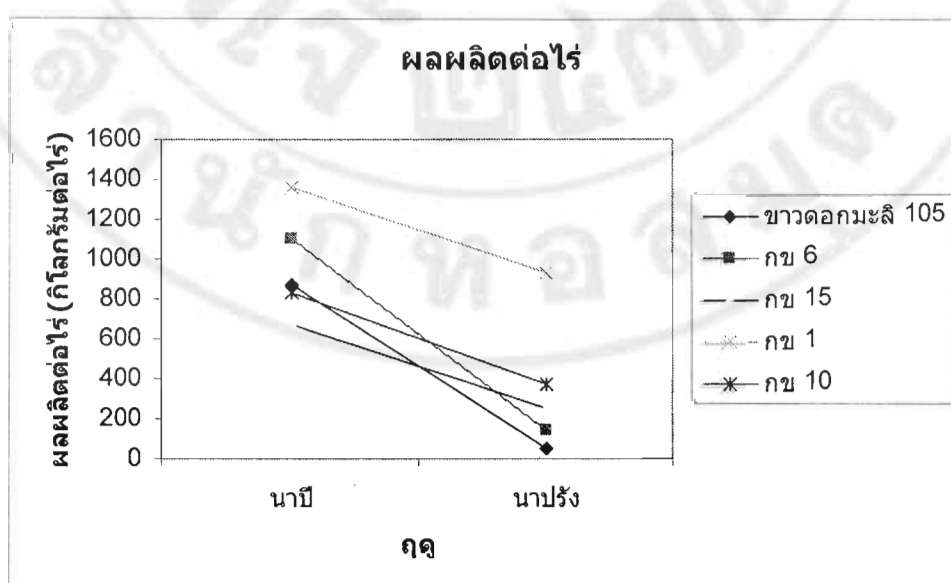
ที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548-2549

จากการปลูกข้าว 5 พันธุ์ใน 2 ฤดูปลูกเมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์กับฤดูปลูกด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจะทำให้ทราบความแตกต่างระหว่างพันธุ์กับฤดูปลูกมีความแตกต่างกันหรือไม่ จากข้อมูลฤดูนาปี และฤดูนาปรังที่แสดงในตาราง 7 นำข้อมูลที่ได้นำไปใช้วาดกราฟเส้นเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

องค์ประกอบของผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และนาปรังของข้าว 5 พันธุ์

ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูกพบว่าผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่าพันธุ์ กข 1 มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 1148.95 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นผลผลิตต่อไร่พบว่าผลผลิตของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีผลผลิตลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน (ภาพ 7)



ภาพ 7 กราฟแสดงผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมขององค์ประกอบผลผลิตของข้าว 5 พันธุ์ในฤดูนาปี และนาปรัง

Source	ผลผลิตต่อไร่	จำนวนวัน ออกดอก	ความสูง เดือนสุดท้าย	จำนวนต้น ต่อกอ	จำนวน เมล็ดต่อรวง	จำนวน รวงต่อกอ	น้ำหนัก 1,000เมล็ด	เปอร์เซ็นต์ การติดเมล็ด
ฤดู	**	-	**	**	**	**	*	**
จำนวนข้าว / ฤดู	ns	-	**	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์	**	-	**	**	**	**	**	**
พันธุ์ x ฤดู	**	-	**	**	**	**	ns	**

หมายเหตุ ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 20 การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตจากฤดูนาปี และฤดูนาปรังของข้าว 5 พันธุ์

พันธุ์	จำนวนวันออกดอก		ความสูงเดือน		จำนวนต้นตอก		จำนวนเมล็ดต่อรวง		จำนวนรวงต่อกอ		น้ำหนัก		เปอร์เซ็นต์การ		
	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)	สุดท้าย (เซนติเมตร)	นาปี	นาปรัง	(ต้น)	นาปี	นาปรัง	(เมล็ด)	นาปี	นาปรัง	1,000เมล็ด (กรัม)	นาปี	นาปรัง	คิดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	
ข้าวดอกมะลิ 105	865.91bc	47.07c	118.00	93.00	167.03a	136.53a	16.00b	4.00c	201.18a	80.13b	11.25c	22.23b	26.62cd	89.9	63.04b
	1101.94b	174.23bc	119.00	91.00	170.65a	112.23b	18.75a	4.00c	225.58a	101.60b	11.50bc	25.99b	26.99b	93.91	93.32a
	668.33c	247.20bc	103.00	111.00	157.28b	141.83a	14.50b	12.25b	152.00b	152.00a	12.50abc	22.33b	24.57d	92.18	92.08a
	1363.70a	934.21a	108.00	113.00	114.78c	105.73b	20.25a	20.25a	157.68b	157.68a	13.50a	34.21a	31.45a	91.14	91.04a
	831.86c	372.97b	104.00	115.00	120.13c	112.18b	14.25b	14.25b	108.65c	108.65b	12.75ab	26.30b	29.16b	88.90	89.08a
Mean	966.34	355.14	110.40	104.60	145.91	121.69	16.75	10.95	169.02	120.01	12.3	26.21	27.76	91.21	85.71
F-test	**	**	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**
CV(%)	13.40	45.50	-	-	2.00	3.00	6.70	10.60	9.90	14.60	5.50	12.10	3.70	3.10	3.10

หมายเหตุ ตัวเลขที่ขึ้นด้วยอักษรตัวเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

ตาราง 21 องค์ประกอบของผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรังของข้าว 5 พันธุ์

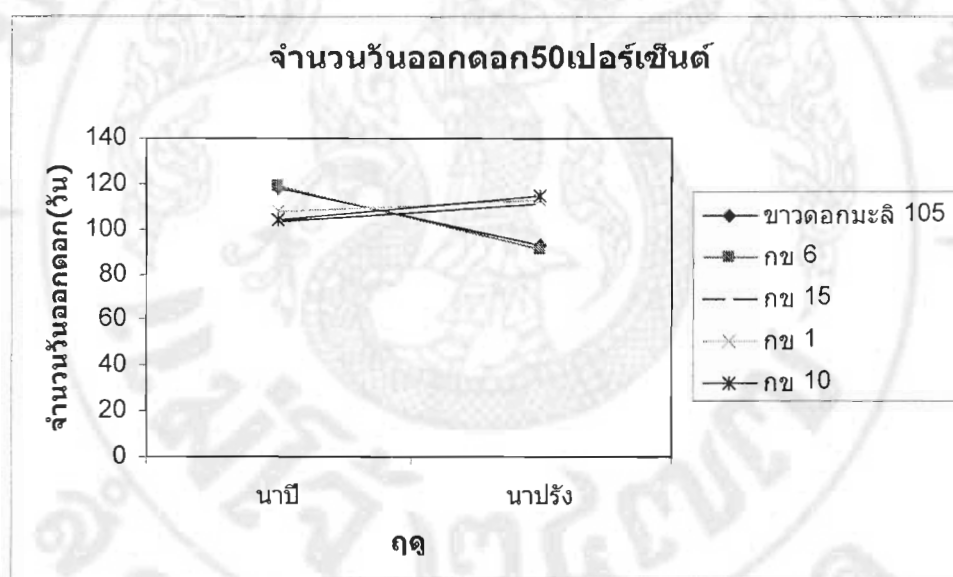
พันธุ์	จำนวนวันออกดอก 50	ความสูงเดือ (เซนติเมตร)	จำนวนต้นต่อกอ (ต้น)	จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)
ข้าวดอกมะลิ 105	105.00	151.78a	10.00d	6.88c	24.43cd	76.47c
กข 6	105.00	141.44b	11.38c	8.13c	26.49bc	93.61a
กข 15	107.00	149.55a	9.50d	11.50b	23.45d	92.13a
กข 1	111.00	110.10d	20.25a	13.13a	32.83a	91.09ab
กข 10	109.00	116.15c	14.25b	13.38a	27.73b	88.99b
Mean	107.00	133.80	13.08	10.6	26.98	88.46
F-test	**	**	**	**	**	**
CV(%)	20.8	2.00	9.30	12.30	8.70	3.00

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

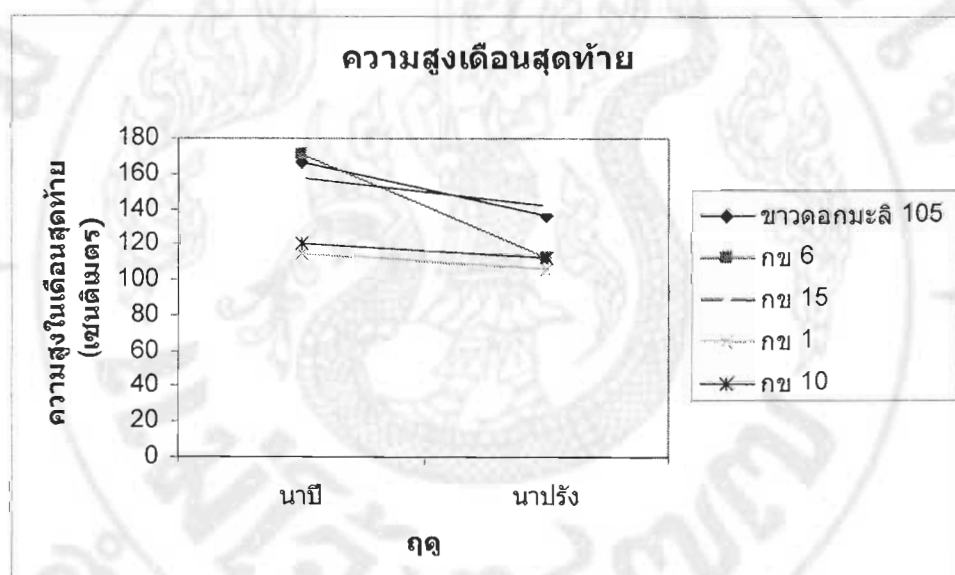
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 1 มีจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์สูงสุด คือ 111 วัน (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) พบว่าพันธุ์ข้าว กข 15 กข 1 และ กข 10 ที่ปลูกในนาปรังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในฤดูนาปี (ภาพ 8)



ภาพ 8 กราฟแสดงจำนวนวันออกดอกของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

ความสูงเดือนสุดท้ายเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

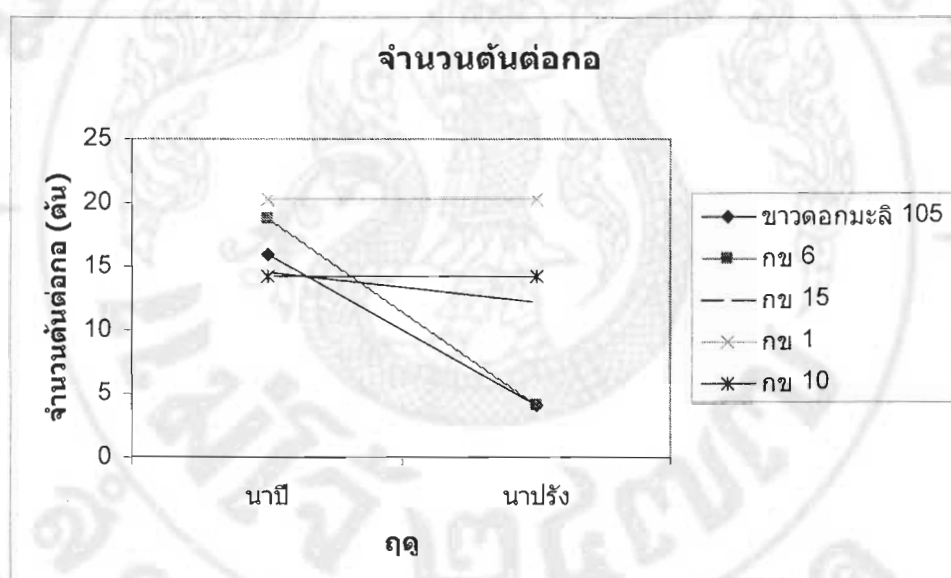
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าความสูงเดือนสุดท้ายของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมี ปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า ข้าวดอกมะลิ 105 มีความสูงสูงสุด คือ 151.78 เซนติเมตร (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็น ความสูง (เซนติเมตร) พบว่าความสูงของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มลดลงเมื่อ เปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ กข 6 ความสูงลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพ 9)



ภาพ 9 กราฟแสดงความสูงเดือนสุดท้ายของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

จำนวนต้นต่อกล่ที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

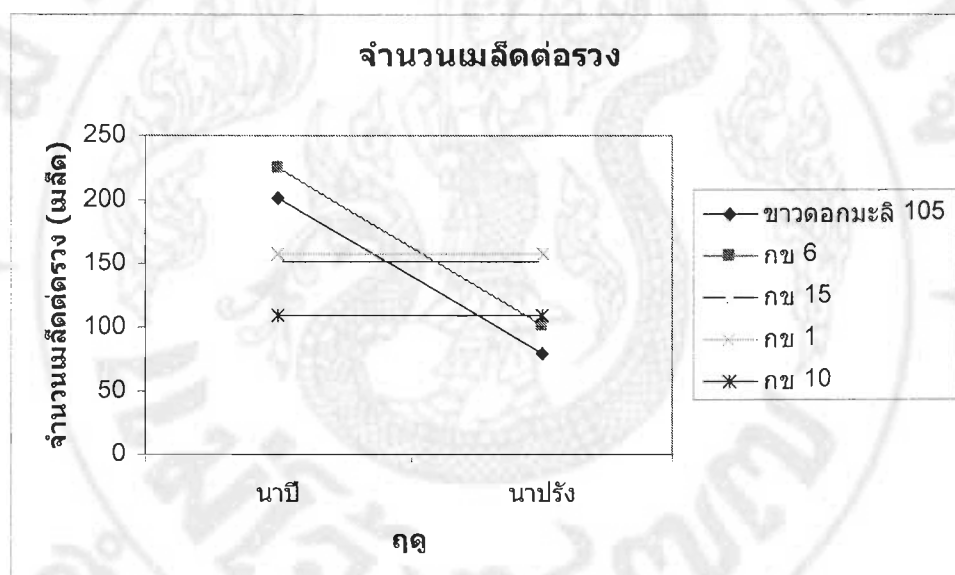
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าจำนวนต้นต่อของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 1 มีจำนวนต้นต่อสูงที่สุด คือ 20.25 ต้น (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นจำนวนต้นต่อ พบว่าจำนวนต้นต่อของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี แต่พันธุ์ กข 15 ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีจำนวนต้นต่อลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนพันธุ์ข้าว กข 10 และ กข 1 มีจำนวนต้นต่อใกล้เคียงกันทั้งสองฤดูปลูก (ภาพ 10)



ภาพ 10 กราฟแสดงจำนวนต้นต่อของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

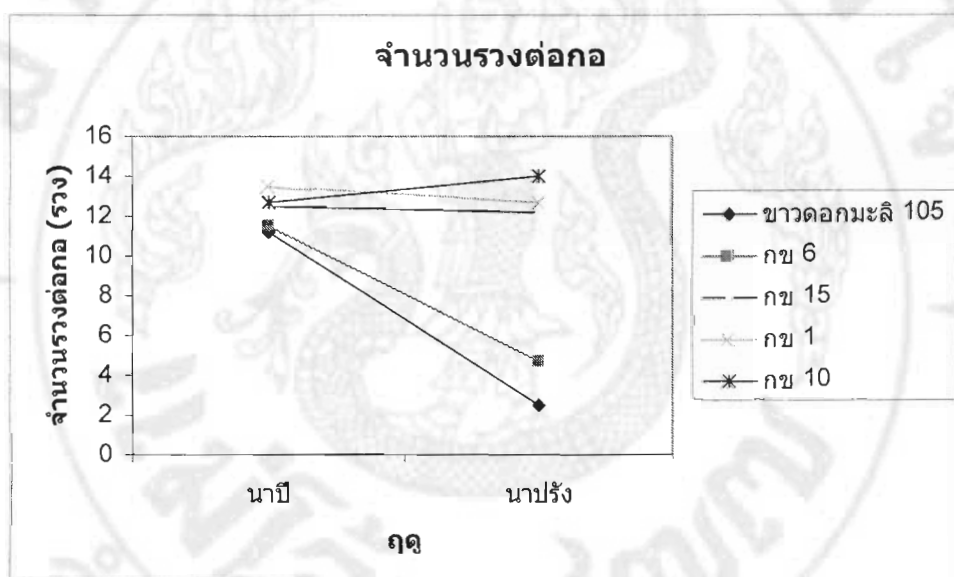
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 6 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด คือ 163.59 เมล็ด (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้นให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นจำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนพันธุ์ข้าว กข 15 กข 10 และกข 1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงใกล้เคียงกันทั้งสองฤดูปลูก (ภาพ 11)



ภาพ 11 กราฟแสดงจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

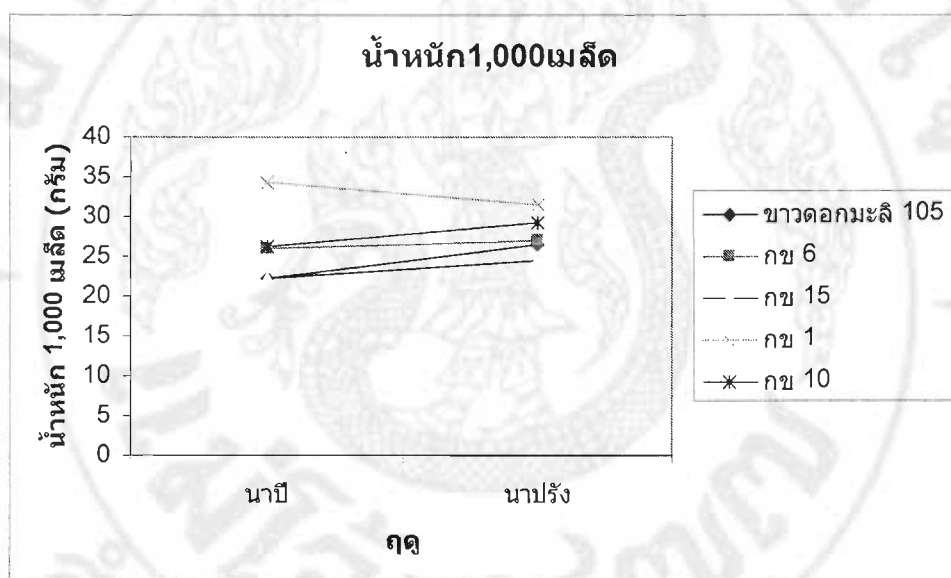
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าจำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 10 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด คือ 13.38 เมล็ด (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นจำนวนรวงต่อกอ พบว่า จำนวนรวงต่อกอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนพันธุ์ข้าว กข 15 กข 1 และกข 10 มีจำนวนรวงต่อกอใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูปลูก (ภาพ 12)



ภาพ 12 กราฟแสดงจำนวนรวงต่อกอของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

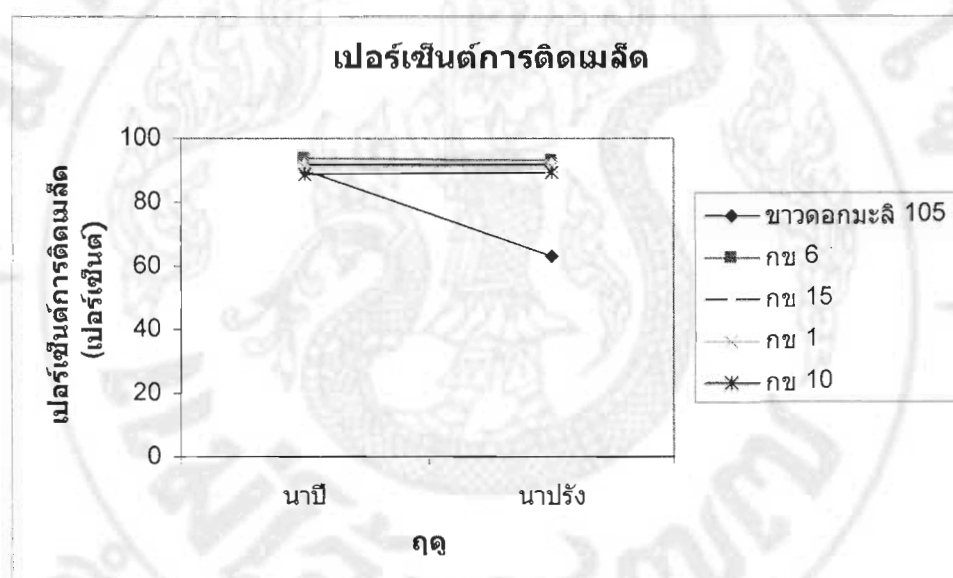
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุด คือ 32.83 กรัม (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) พบว่าน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวทั้ง 4 พันธุ์ที่ปลูกในฤดูนาปรังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของพันธุ์ กข 1 มีแนวโน้มลดลงในฤดูนาปรัง (ภาพ 13)



ภาพ 13 กราฟแสดงน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ของฤดูนาปี และนาปรัง

เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ได้จากฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 19) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 6 มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงที่สุด คือ 93.61 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 21) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรัง ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกในฤดูนาปี ส่วนข้าว 4 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูปลูก (ภาพ 14)



ภาพ 14 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าว 5 พันธุ์จากฤดูนาปี และนาปรัง

การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรังระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 ฤดูปลูกระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่า จำนวนผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในเดือ้นสุดท้าย จำนวนต้นต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่จำนวนรวงต่อกอนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 22)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 ฤดูปลูกระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความ

สูงในเดือนสุดท้าย และจำนวนต้นตอก่อนนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 22) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 ฤดูปลูกระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่าจำนวนผลผลิตต่อไร่ จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในเดือนสุดท้าย จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่จำนวนรวงตอก่อนนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 22)



ตาราง 22 การเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยจากฤดูนาปี และฤดูนาปรังระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

องค์ประกอบผลผลิต	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 10)
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่)	456.49c	623.08b	456.49c	350.26c	1148.95a	602.41b
จำนวนวันออกดอก 50เปอร์เซ็นต์ (วัน)	105.00	105.00	105.00	107.00	111.00	109.00
ความสูงเดือนสุดท้าย (เซนติเมตร)	151.78a	141.44b	151.78a	149.55a	110.10d	116.15c
จำนวนต้นตอก (ต้น)	10.00d	11.38c	10.00d	9.50d	20.25a	14.25b
จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด)	140.65b	163.59a	140.65b	152.00ab	157.68ab	180.65c
จำนวนรวงต่อกอ (รวง)	6.88c	8.13c	6.88c	11.50b	13.13a	13.38a
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	24.43cd	26.49bc	24.43cd	23.45d	32.83a	27.73b
เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	76.47c	93.61a	76.47c	92.13a	91.09ab	88.99b

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 5

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบผลผลิตฤดูนาปี พ.ศ. 2547

การทดลองนี้ได้เริ่มทำตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2548 ที่ห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และจากการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ผลที่ได้จากปัจจัยควบคุม คือเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการสุ่มโดยไม่ผ่านกระบวนการเร่งอายุ และเมล็ดที่ทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 84 ชั่วโมง (ISTA, 1999) แล้วนำเมล็ดที่เป็นปัจจัยควบคุม และปัจจัยเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มาศึกษาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่อไปนี้ได้แก่ ตรวจสอบความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

ตรวจสอบความงอกมาตรฐาน (germination test) ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี พ.ศ. 2547

การตรวจสอบความงอกมาตรฐานเพื่อวัดศักยภาพสูงสุดของเมล็ดพันธุ์ชนิดนั้นๆ ที่จะสามารถงอกเป็นต้นกล้าได้สมบูรณ์ ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้นๆ และช่วยในการกำหนดปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก และคาดคะเนความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อนำไปปลูก (จวงจันทร, 2529)

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม ซึ่งได้แก่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 89.00 88.75 91.50 84.00 และ 78.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 15 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมสูงที่สุด คือ 91.50 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23) ส่วนผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 84 ชั่วโมง ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้ 57.00 65.00 74.00 33.00 และ 67.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 15 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงสูงที่สุดคือ 74.00 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23)

ตาราง 23 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบพันธุ์ในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

พันธุ์ข้าว	ความงอกมาตรฐาน (germination test)		ดัชนีการงอก (germination index)		อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (seedling growth rate)	
	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก
ข้าวดอกมะลิ 105	89.00a	57.00ab	7.25b	3.47bc	45.29c	36.78c
กข 6	88.75b	65.00a	9.32ab	6.64a	62.23b	58.43b
กข 15	91.50a	74.00a	8.25b	6.63a	74.01b	64.13ab
กข 1	84.00ab	33.00b	10.12ab	2.74c	63.66b	63.56ab
กข 10	78.75b	67.00a	12.16a	5.89ab	91.45a	76.94a
Mean	86.4	59.2	9.42	5.07	16.81	59.97
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	4.6	23.7	15.3	25.9	10.6	10.8

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

พบว่าข้าวพันธุ์ กข15 ปัจจัยควบคุม และปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ กข 15 มีความงอกสูงสุด และเมื่อนำไปเก็บรักษาก็สามารถพยากรณ์ได้ว่าพันธุ์ กข 15 ยังมีความงอกสูงสุดในพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ถ้านำเมล็ดไปปลูกในฤดูถัดไป หรือนำไปเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ กข 15 ยังมีความงอกสูงที่สุดในข้าว 5 พันธุ์

การวัดดัชนีการงอก (germination index) ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากัน แต่อัตราการงอก และการเจริญเติบโตไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงจะสามารถงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่แข็งแรงต่ำ ดังนั้นจึงใช้วิธีวัดดัชนีการงอกหรืออัตราเร็วในการงอกเพื่อวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร, 2529)

จากผลการทดสอบดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม ซึ่งได้แก่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 7.25 9.3 8.25 10.12 และ 12.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมสูงที่สุด คือ 10.12 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23)

ส่วนดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมง ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 3.47 6.64 6.63 2.74 และ 5.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 6 มีดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงสูงที่สุด คือ 6.64 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23)

ดังนั้นพันธุ์ข้าว กข 1 ของปัจจัยควบคุมมีความแข็งแรงสูงที่สุด แต่เมื่อนำไปเก็บรักษาพันธุ์ข้าว กข 6 จะมีความแข็งแรงสูงกว่าพันธุ์ข้าว กข 1 ถ้านำเมล็ดไปปลูกในฤดูถัดไปจะพยากรณ์ได้ว่าพันธุ์ กข 1 เหมาะสม แต่ถ้านำไปเก็บรักษาในระยะเวลา 1 ปีควรเลือกพันธุ์ กข 6

อัตราการระสมน้ำหนักราก (seedling growth rate) ของเมล็ดที่ได้จากการปลูกทดสอบในฤดูนาปี 2547

อัตราการระสมน้ำหนักราก ซึ่งหมายถึงอัตราการระสมน้ำหนักรากของเมล็ดในช่วง lag phase หรือระยะเมล็ดมีการระสมน้ำหนักรากในอัตราคงที่ และสม่ำเสมอ การทดสอบความแข็งแรงโดยการวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะบอกถึงการเจริญเติบโตของต้นกล้าในไรได้อีกเพียงใด (จวงจันทร, 2529)

ผลจากการทดสอบอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม ซึ่งได้แก่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 45.29 62.23 74 63.66 และ 91.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมสูงสุด คือ 91.45 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23)

ส่วนอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 36.78 58.4 64.13 63.56 และ 76.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 10 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงสูงที่สุด คือ 76.94 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 23)

กล่าวคือเมล็ดพันธุ์ กข 1 มีความแข็งแรงสูงถ้านำไปปลูกในฤดูถัดไป แต่ถ้านำไปเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ข้าว กข 10 จะมีความแข็งแรงที่สูงที่สุดเหมาะสำหรับการเก็บรักษาไปปลูกได้ในฤดูอื่น

เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าปัจจัยควบคุมของเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง และเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 24)

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนปัจจัยควบคุมของเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 24)

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 โดยที่ปัจจัยควบคุม และส่วนที่ทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 24)

ตาราง 24 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

คุณภาพเมล็ดพันธุ์	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม	89.00a	88.75b	89.00a	91.50a	84.00ab	78.75b
ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	57.00ab	65.00a	57.00ab	74.00a	33.00b	67.00a
ดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม	7.25b	9.32ab	7.25b	8.25b	10.12ab	12.16a
ดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	3.47bc	6.64a	3.47bc	6.63a	2.74c	5.89ab
อัตราสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม	45.29c	62.23b	45.29c	74.01b	63.66b	91.45a
อัตราสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	36.78c	58.43b	36.78c	64.13ab	63.56ab	76.94a

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงไว้ข้างบนของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การทดลองที่ 6

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-2549

การทดลองนี้ได้เริ่มทำตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ถึง วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ที่ห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และจากการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผลที่ได้จากปัจจัยควบคุม และปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 84 ชั่วโมง (ISTA, 1999) ได้ผลดังนี้

ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน (germination test) ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-2549

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 74.00 85.00 64.00 100.00 และ 82.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 ได้เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมสูงที่สุด คือ 100.00 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 25)

ส่วนผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 84 ชั่วโมงของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 59.00 71.00 63.00 71.00 และ 57.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 25) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ข้าว กข 1 จะมีความงอกสูงที่สุดเมื่อปลูกฤดูถัดไป ส่วนพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 1 ปี โดยที่ความงอกลดลงไม่มากนัก

การวัดดัชนีการงอก (germination index) ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-2549

จากผลการทดสอบดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 8.63 11.02 5.91 7.73 และ 8.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมของข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 6 มีดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมสูงที่สุด คือ 11.02 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 25)

ตาราง 25 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-2549

พันธุ์ข้าว	ความงอกมาตรฐาน (germination test)		ดัชนีการงอก (germination index)		อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (seedling growth rate)	
	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก	ปัจจัยควบคุม	ร้อยละการงอก
ขาวดอกมะลิ 105	74.00ab	59.00	8.63b	7.05	39.78	38.83
กข 6	85.00ab	71.00	11.02a	7.35	45.02	59.04
กข 15	64.00b	63.00	5.91c	6.19	38.76	48.09
กข 1	100.00a	71.00	7.73b	6.65	53.31	54.44
กข 10	82.00ab	57.00	8.17b	6.09	56.11	51.86
Mean	81.00	64.20	8.29	6.67	46.59	50.45
F-test	*	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	16.1	25.1	22.7	29.0	34.3	24.2

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ส่วนดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมง ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 7.05 7.35 6.19 6.65 และ 6.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 25) ดังนั้นพันธุ์ข้าว กข 6 จะมีความเร็วในการงอกดีที่สุดเมื่อนำไปปลูกฤดูถัดไป ส่วนข้าวทั้ง 5 พันธุ์เมื่อนำไปเก็บรักษาแล้วนำมาปลูกจะมีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกัน

อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง (seedling growth rate) ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบ ฤดูนาปี 2548-2549

ผลจากการทดสอบอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมของพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 39.78 45.02 38.76 53.31 และ 56.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 25)

ส่วนอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 84 ชั่วโมงของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 38.83 59.04 48.09 54.44 และ 51.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 25)

ดังนั้นข้าวทั้ง 5 พันธุ์สามารถนำไปปลูกในฤดูถัดไป หรือนำไปเก็บรักษาโดยที่ความแข็งแรงไม่แตกต่างกัน

เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-2549

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 โดยที่ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 26)

ส่วนเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 โดยที่ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และเมื่อทำการปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์นั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 26)

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 โดยที่ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์นั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 26)



ตาราง 26 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2548-

2549

	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ	พันธุ์หลังการ	พันธุ์ก่อนการ	พันธุ์หลังการ	พันธุ์ก่อนการ	พันธุ์หลังการ
	กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	กลายพันธุ์ (กข 6)	กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	กลายพันธุ์ (กข 15)	กลายพันธุ์ (กข 1)	กลายพันธุ์ (กข 10)
คุณภาพเมล็ดพันธุ์						
ความงอกมาตรฐาน ของปัจจัยควบคุม	74.00ab	85.00ab	74.00ab	64.00b	100.00a	82.00ab
ความงอกมาตรฐาน ของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	59.00	71.00	59.00	63.00	71.00	57.00
ดัชนีการงอก ของปัจจัยควบคุม	8.63b	11.02a	8.63b	5.91c	7.73b	8.17b
ดัชนีการงอก ของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	7.05	7.35	7.05	6.19	6.65	6.09
อัตราสะสมน้ำหนักแห้ง ของปัจจัยควบคุม	39.78	45.02	39.78	38.76	53.31	56.11
อัตราสะสมน้ำหนักแห้ง ของปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	38.83	59.04	38.83	48.09	54.44	51.86

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 7

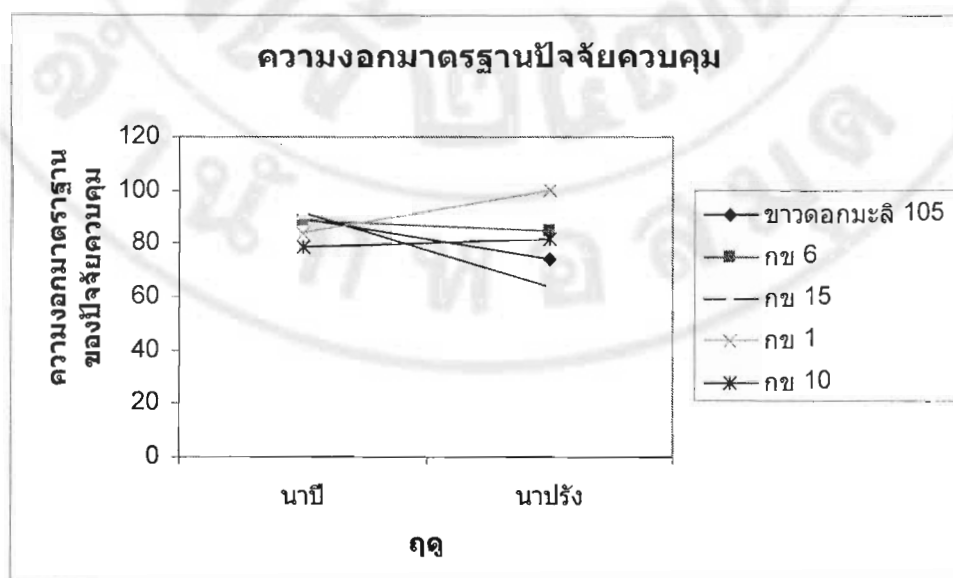
การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดู

นาปี 2547 และนาปรัง 2548-2549

การเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 ฤดูปลูกจะทำให้ทราบถึงความแตกต่างพันธุ์ และฤดูปลูกนั้นมีความแตกต่าง และสามารถบอกแนวโน้มของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาจากต่างฤดูปลูก ซึ่งข้อมูลฤดูนาปี และฤดูนาปรังที่แสดงในตาราง 15 นำข้อมูลที่ได้นำไปใช้วาดกราฟเส้นเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูกพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ฤดูปลูก และฤดูปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 1 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุมเฉลี่ยสูงสุด คือ 92.00 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 29) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 และ กข 15 มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงในฤดูนาปรัง โดยที่ข้าวพันธุ์ กข 1 และ กข 10 มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง (ภาพ 15)



ภาพ 15 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานปัจจัยควบคุมของเมล็ด 5 สายพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548-2549

ตาราง 27 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และนาปรัง

Source	ความงอกมาตรฐาน		ดัชนีการออก		อัตราสะสมน้ำหนักแห้ง	
	ปัจจัยความคุ่ม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	ปัจจัยความคุ่ม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	ปัจจัยความคุ่ม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์
ฤดู จำนวนซ้ำ / ฤดู พันธุ์ พันธุ์ x ฤดู	ns	ns	*	**	**	**
	ns	ns	ns	ns	*	ns
	*	ns	**	ns	**	**
	ns	*	ns	ns	*	*

หมายเหตุ ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 28 แสดงคุณภาพเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

พันธุ์	ความงอกมาตรฐาน ปีจชัย				อัตราการสะสม			
	ควบคุม		ความงอกมาตรฐาน ปีจชัย		ดัชนีการงอก		น้ำหนักแห้ง	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	ปีจชัยควบคุม	นาปี	นาปรัง	อัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง ปีจชัยอายุเมล็ดพันธุ์
ข้าวดอกมะลิ 105	89.00a	74.00ab	57.00ab	59.00	7.25b	8.63b	3.47bc	7.05
กข 6	88.75b	85.00ab	65.00a	71.00	9.32ab	11.02a	6.64a	7.35
กข 15	91.50a	64.00b	74.00a	63.00	8.25b	5.91c	6.63a	6.19
กข 1	84.00ab	100.00a	33.00b	71.00	10.12ab	7.73b	2.74c	6.65
กข 10	78.75b	82.00ab	67.00a	57.00	12.16a	8.17b	5.89ab	6.09
Mean	86.40	81.00	59.20	64.20	9.42	8.29	5.07	6.67
F-test	**	*	**	ns	**	**	**	ns
CV(%)	4.6	16.1	23.7	25.1	15.3	22.7	25.9	29

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงเป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 29 คุณภาพเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยของข้าว 5 พันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

พันธุ์	ความงอกมาตรฐาน		ดัชนีการงอก		อัตราสะสมน้ำหนักแห้ง	
	ปัจจัยควบคุม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	ปัจจัยควบคุม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	ปัจจัยควบคุม	การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์
ข้าวดอกมะลิ 105	81.50b	58.00	7.38b	5.26ab	42.53c	37.80b
กข 6	86.87ab	68.00	9.01ab	7.00a	53.62b	58.73a
กข 15	77.75b	68.50	7.85b	6.41ab	56.38b	56.11a
กข 1	92.00a	52.00	9.67a	4.69a	58.48b	59.00a
กข 10	80.38b	62.00	10.37a	5.99ab	73.78a	64.40a
Mean	83.70	61.70	8.85	5.86	56.96	55.21
F-test	**	ns	*	*	*	*
CV(%)	10.3	23.8	17.6	15.7	17.6	15.7

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

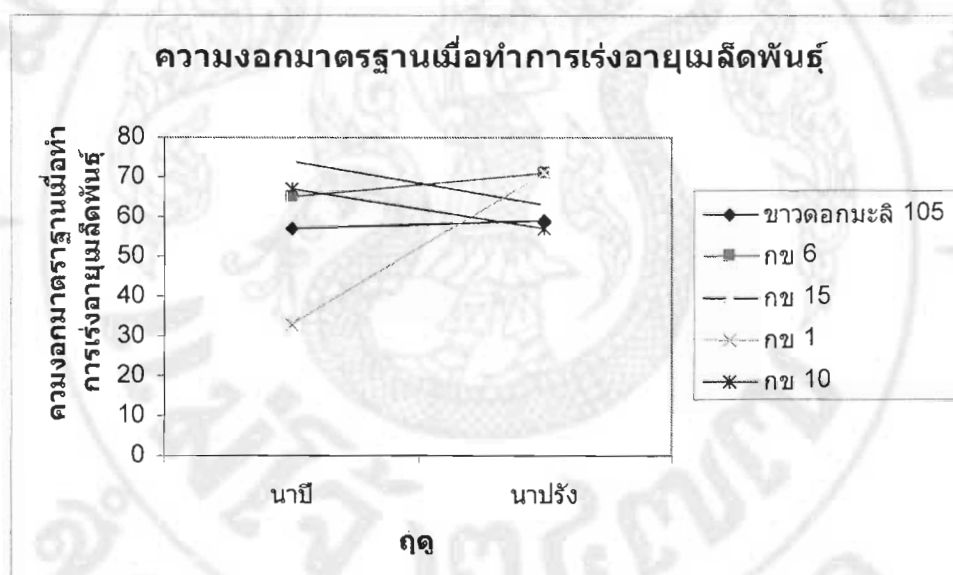
ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

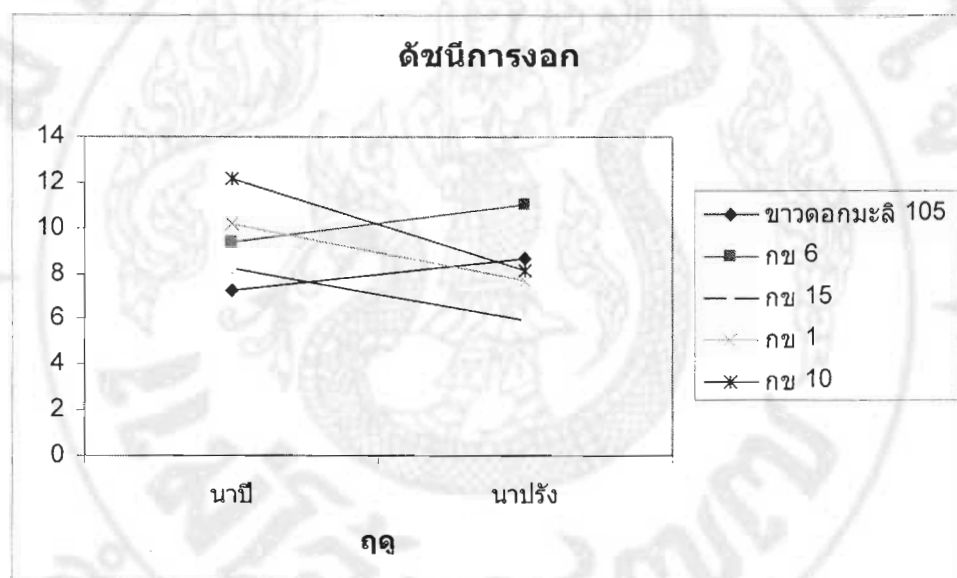
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ฤดูปลูก และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 15 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงสุด คือ 68.5 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 29) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 และ กข 1 มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วน กข 15 และ กข 10 มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานลดลงในฤดูนาปรัง (ภาพ 16)



ภาพ 16 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

ดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม

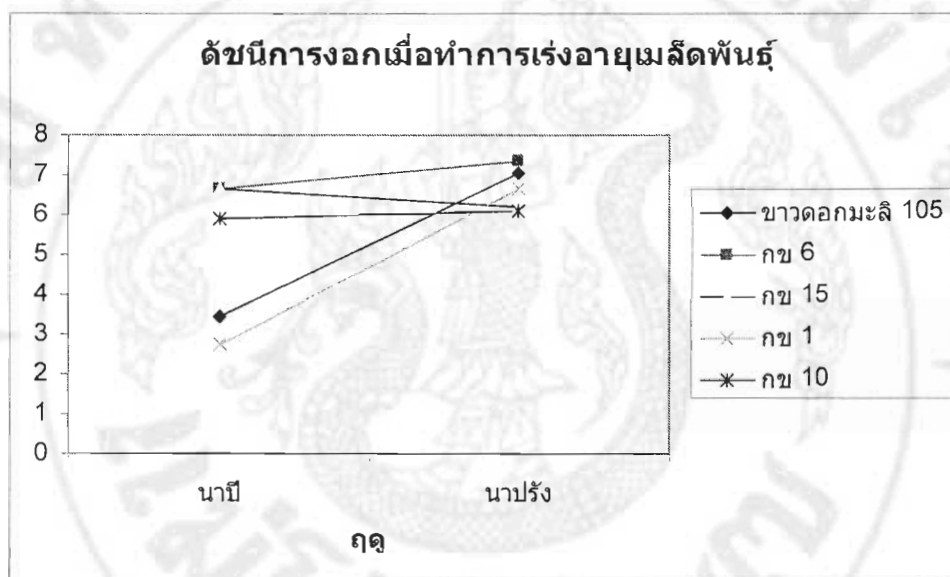
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ถดปลูก พบว่าดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ถดปลูก และถดปลูกไม่มี ปฏิสัมพันธ์ทางสถิติ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ถดปลูกพบว่า กข 10 มีดัชนีการงอกของปัจจัย ควบคุมเฉลี่ยสูงสุด คือ 10.37 (ตาราง 29) เมื่อทำการ วาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นถดนาปี และ ถดนาปรัง ส่วนแกน y เป็นดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 มีแนวโน้มดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุมเพิ่มขึ้นในถดนาปรัง ส่วนข้าวทั้ง 3 พันธุ์ คือ กข 1 กข 10 และ กข 15 มีแนวโน้มลดลงในถดนาปรัง (ภาพ 17)



ภาพ 17 กราฟแสดงดัชนีการงอกปัจจัยควบคุมของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของถดนาปี และถดนาปรัง

ดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

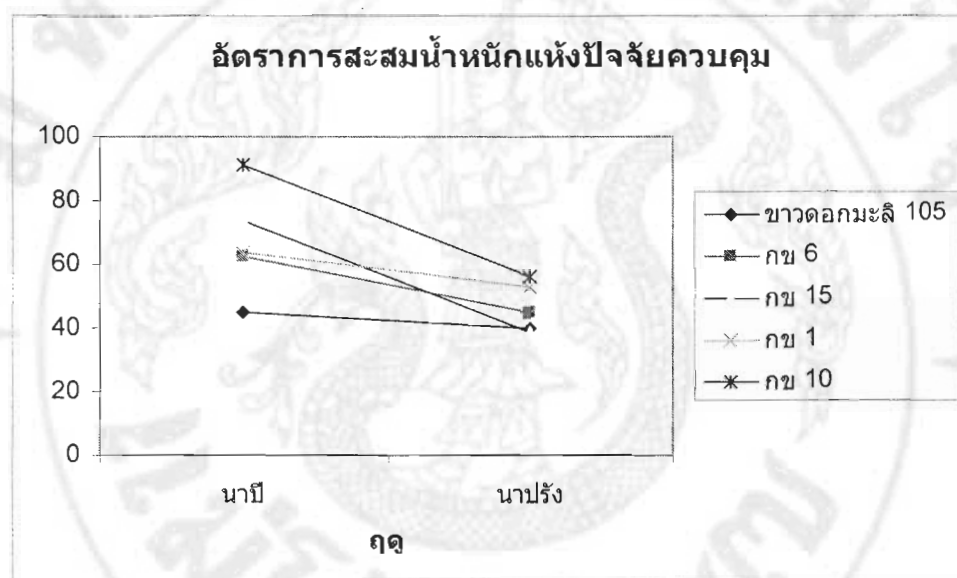
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ฤดูปลูก และฤดูปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 6 มีดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงสุด คือ 7.00 (ตาราง 29) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พบว่าข้าวทั้ง 4 มีแนวโน้มดัชนีการงอกเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนข้าวพันธุ์ กข 15 มีแนวโน้มลดลงในฤดูนาปรัง (ภาพ 18)



ภาพ 18 กราฟแสดงดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบ
ผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

อัตราการระสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม

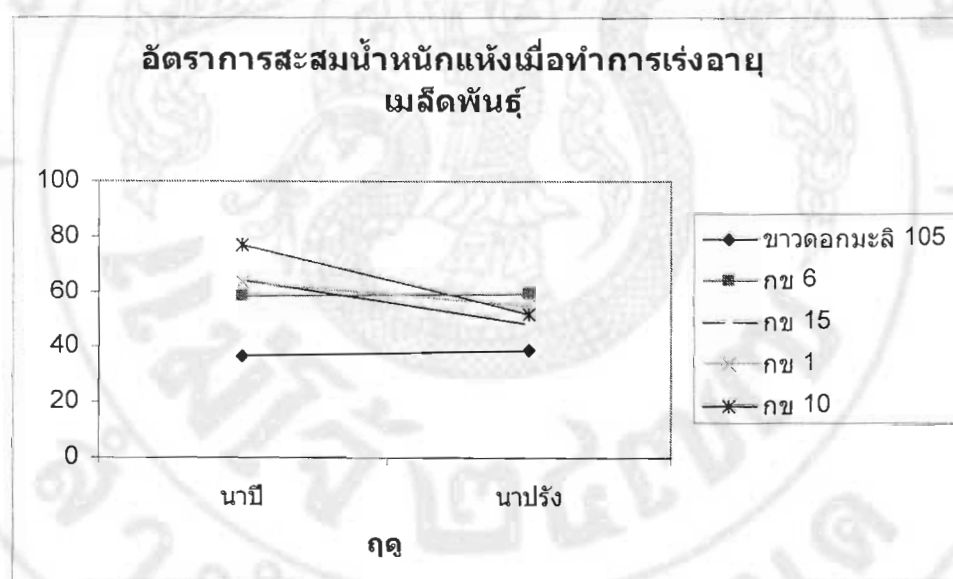
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าอัตราการระสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ฤดูปลูกมี และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 10 มีอัตราการระสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมเฉลี่ยสูงสุด คือ 73.78 (ตาราง 29) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นอัตราการระสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมพบว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีแนวโน้มลดลงในฤดูนาปรัง (ภาพ 19)



ภาพ 19 กราฟแสดงอัตราการระสมน้ำหนักแห้งปัจจัยควบคุมของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

อัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าอัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์จากผลผลิตทั้ง 2 ฤดูปลูก และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 27) เมื่อเฉลี่ยจาก 2 ฤดูปลูกพบว่า กข 10 มีอัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงสุด คือ 64.40 (ตาราง 29) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยที่แกน x เป็นฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นอัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มอัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นเล็กน้อยในฤดูนาปรัง ส่วนข้าวทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ กข 10 กข 15 และ กข 1 มีแนวโน้มลดลงในฤดูนาปรัง ส่วนพันธุ์ กข 6 มีแนวโน้มใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูปลูก (ภาพ 20)



ภาพ 20 กราฟแสดงอัตราการระสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยของข้าว 5 พันธุ์จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ค่าเฉลี่ย 2 ฤดูระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 โดยที่เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน คำนวณการงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม และเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์นั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 30)

ส่วนเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 2 ฤดูระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 โดยที่เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม คำนวณการงอกของปัจจัยควบคุม และคำนวณการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 30) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 2 ฤดูระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 โดยที่คำนวณการงอกของปัจจัยควบคุม และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม คำนวณการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุมนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 30)

ตาราง 30 เปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบผลผลิตของฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

คุณภาพเมล็ดพันธุ์	พันธุ์		พันธุ์		พันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการกลายพันธุ์ (กข 10)
เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของปัจจัยควบคุม	81.50b	86.87ab	81.50b	77.75b	92.00a	80.38b
เปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	58.00	68.00	58.00	68.50	52.00	62.00
ดัชนีการงอกของปัจจัยควบคุม	7.38b	9.01ab	7.38b	7.85b	9.67a	10.37a
ดัชนีการงอกเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	5.26ab	7.00a	5.26ab	6.41ab	4.69a	5.99ab
อัตราสะสมน้ำหนักแห้งของปัจจัยควบคุม	42.53c	53.62b	42.53c	56.38b	58.48b	73.78a
อัตราสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	37.80b	58.73a	37.80b	56.11a	59.00a	64.40a

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 8

คุณภาพหุ่ด้มของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้มาจากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

นำเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี 2547 มาตรวจสอบคุณภาพหุ่ด้มในลักษณะต่างๆ คือ ปริมาณอมิโลส อัตราการยืดตัว การสลายเมล็ดในค้าง ความคงตัวของแป้งสุก และกลิ่นหอม ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ปริมาณอมิโลสของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้มาจากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

ข้าวที่มีอมิโลสสูงจะมีลักษณะเป็นข้าวรวนแข็ง ในการหุ่ด้มจะต้องใส่น้ำมากกว่าข้าวที่มีอมิโลสต่ำกว่า ซึ่งในเวลาหุ่ด้มเมล็ดข้าวจะดูดน้ำไว้ และเมื่อเมล็ดข้าวสุกจะยังคงมีน้ำเหลืออยู่จึงจำเป็นต้องหุ่ด้มต่อไปอีกซักระยะหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำเพิ่มมากขึ้น และเมล็ดลดความแข็งกระด้างลง ส่วนเมล็ดข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำจะต้องระวังระดับน้ำที่ใช้ในการหุ่ด้มเพราะทำให้เมล็ดข้าวที่หุ่ด้มและละ (งามชื่น, 2536) ดังนั้นปริมาณอมิโลสจะบอกถึงความแข็ง ความอ่อนของข้าว ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการหุ่ด้ม

ผลจากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้ 15.41 5.78 15.84 25.43 และ 6.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสสูงที่สุด คือ 25.43 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 31)

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้มาจากแปลงทดสอบฤดูนาปี 2547

ในระหว่างการหุ่ด้มเมล็ดข้าวมีการขยายตัวทุกด้าน โดยเฉพาะด้านยาวคุณลักษณะนี้เป็นลักษณะพิเศษของข้าว ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดข้าวสุกขยายขนาดเพิ่มขึ้น และหากข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่เหนียวติดกันการขยายขนาดของเมล็ดข้าวสุกจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งขึ้นไม่อัดกันแน่น (งามชื่น, 2536) ผลจากการทดสอบอัตราการยืดตัวของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้ 1.44 1.03 1.58 1.39 และ 1.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการยืดตัวมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 15 มีอัตราการยืดตัวสูงที่สุด คือ 1.58 มิลลิเมตร (ตาราง 31)

ตาราง 31 คุณภาพหุ้ดของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบคุณภาพหุ้ด			
	ปริมาณอะมิโดส (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการยี้ดตัว (มิลลิเมตร)	การสลายเมล็ดในด่าง (ระดับคะแนน)	กลิ่นหอม (ระดับคะแนน)
ขาวดอกมะลิ 105	15.41b	1.44b	7.00	91.00b
กข 6	5.78d	1.03c	6.00	100.00a
กข 15	15.84b	1.58a	6.00	74.75c
กข 1	25.43a	1.39b	3.00	25.00d
กข 10	6.49c	1.02c	5.00	100.00a
Mean	13.79	1.29	5.40	78.15
F-test	**	**	-	**
CV (%)	2.8	3.10	-	1.10

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกักันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การสลายเมล็ดในค้างของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

ผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานข้าวในลักษณะข้าวหุงสุกทั้งเมล็ด และในเมล็ดข้าวมีสารพิษเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นการหุงข้าวให้สุกจะมีผลทำให้สารพิษเกิดเจลาทีไนซ์ และส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (งามชื่น, 2536) สำหรับการทดสอบด้วยการสลายเมล็ดในค้างเป็นการบอกถึงเวลาที่ทำให้สารพิษเจลาทีไนซ์บอกละเอียดเวลาในการทำให้ข้าวสุก ดังนั้นคะแนนสูงใช้เวลาหุงสั้น คะแนนต่ำใช้เวลาหุงนาน

ผลจากการทดสอบการสลายเมล็ดในค้างของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้ 7 6 6 3 และ 5 คะแนน ตามลำดับ โดยพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีคะแนนการสลายเมล็ดในค้างสูงที่สุด คือ 7 คะแนน (ตาราง 31) และใช้เวลาในการหุงสั้นที่สุด

ระยะแบ่งไหลของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

ปริมาณมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในระหว่างที่ข้าวมีปริมาณมิโลสเท่ากันอาจมีความแข็งแรงของข้าวสุกแตกต่างกัน โดยที่คุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งแรงอ่อนแตกต่างกัน (งามชื่น, 2536) การคืนตัวของแป้งสุกเร็วข้าวจะนิ่มระยะแบ่งไหลจะมาก ส่วนข้าวที่มีการคืนตัวช้าจะเป็นข้าวแข็ง ดังนั้นระยะทางที่แป้งไหลได้น้อยจะเป็นข้าวแข็ง

ผลจากการทดสอบระยะแบ่งไหลของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลระยะแบ่งไหลดังนี้ 91.00 100.00 74.75 25.00 และ 100.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าระยะแบ่งไหลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยพันธุ์ ข้าว กข 10 และ กข 6 ได้ระยะแบ่งไหลสูงที่สุดคือ 100 มิลลิเมตร (ตาราง 31)

กลิ่นหอมของของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

สารหอมข้าวทั่วไปอาจมีสารระเหยหลายชนิด แต่ข้าวหอมมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไปในข้าวสารหอมหนึ่งกรัมอาจมีสารนี้ 0.04-0.09 ไมโครกรัม (งามชื่น, 2536)

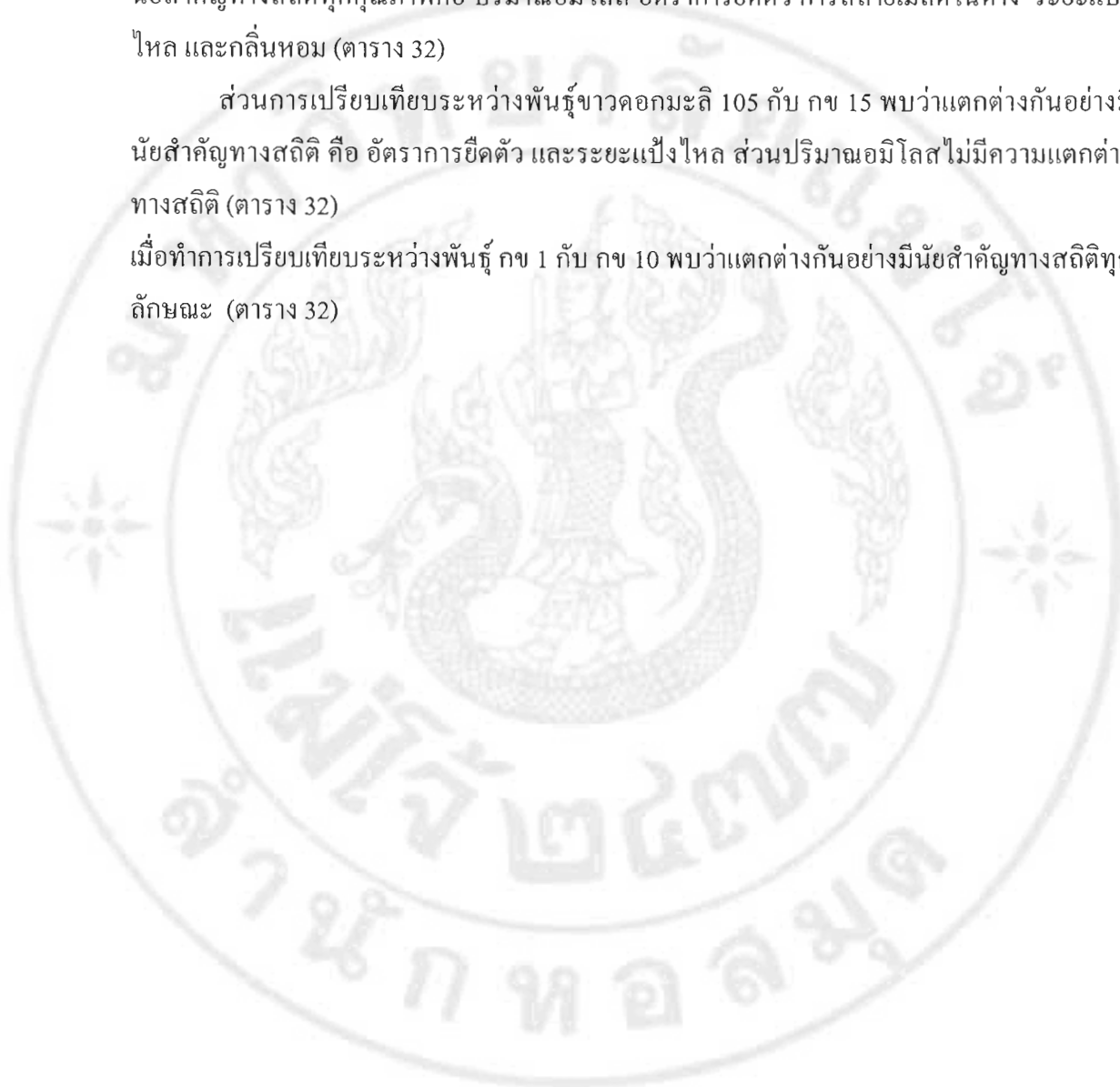
ผลจากการทดสอบกลิ่นหอมของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้ 3 2 2 0 และ 1 คะแนน ตามลำดับ โดยที่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้คะแนนกลิ่นหอมสูงที่สุด คือ 3 คะแนน (ตาราง 31)

เปรียบเทียบคุณภาพหุ้ดระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกคุณภาพคือ ปริมาณอมิโลส อัตราการยี้ดตัว การสลายเมล็ดในค้าง ระยะแบ่งไหล และกลิ่นหอม (ตาราง 32)

ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อัตราการยี้ดตัว และระยะแบ่งไหล ส่วนปริมาณอมิโลสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 32)

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกลักษณะ (ตาราง 32)



ตาราง 32 เปรียบเทียบคุณภาพพันธุ์ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ.

2547

คุณภาพพันธุ์	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
ปริมาณอมิโลส	15.41b	5.78d	15.41b	15.84b	25.43a	6.49c
อัตราการยัดตัว	1.44b	1.03c	1.44b	1.58a	1.39b	1.02c
การสลายเมล็ดในน้ำ	7.00	6.00	7.00	6.00	3.00	5.00
ระยะแบ่งไหล	91.00b	100.00a	91.00b	74.75c	25.00d	100.00a
กลิ่นหอม	3.00	2.00	3.00	2.00	0	1.00

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบ
โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 9

คุณภาพของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ปริมาณอมิโลสของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ผลจากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 12.99 7.22 16.08 21.88 และ 6.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 1 มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลสสูงที่สุด คือ 21.88 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 33)

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ผลจากการทดสอบอัตราการยืดตัวของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 1.53 0.99 1.58 1.31 และ 1.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการยืดตัวมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ข้าว กข 15 มีอัตราการยืดตัวสูงที่สุด คือ 1.58 มิลลิเมตร (ตาราง 33)

การสลายเมล็ดในด่างของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ผลจากการทดสอบการสลายเมล็ดในด่างของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 7 6 6 3 และ 5 คะแนน ตามลำดับ โดยที่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้คะแนนการสลายเมล็ดในด่างสูงที่สุด คือ 7 คะแนน (ตาราง 33)

ระยะแบ่งไหลของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ผลจากการทดสอบระยะแบ่งไหลของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และกข 10 ได้ผลดังนี้คือ 86.75 100.00 75.00 25.75 และ 100.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะแบ่งไหลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่พันธุ์ ข้าว กข 10 และ กข 6 ได้ระยะทางแบ่งไหลสูงที่สุด คือ 100 มิลลิเมตร (ตาราง 33)

ตาราง 33 คุณภาพหุ้ดของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

พันธุ์ข้าว	องค์ประกอบคุณภาพหุ้ด			
	ปริมาณอมิโลส (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการขัดตัว (มิลลิเมตร)	การสลายเมล็ดในต่าง (ระดับคะแนน)	ระยะแบ่งไหล (มิลลิเมตร)
ขาวดอกมะลิ 105	12.99c	1.53a	7.00	86.75b
กข 6	7.22d	0.99c	6.00	100.00a
กข 15	16.08b	1.58a	6.00	75.00c
กข 1	21.88a	1.31b	3.00	25.75d
กข 10	6.99d	1.02c	5.00	100.00a
Mean	13.03	1.29	5.40	77.5
F-test	**	**	-	**
CV (%)	2.6	3.6	-	2.7

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

กลิ่นหอมของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ผลจากการทดสอบกลิ่นหอมของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 กข 1 และ กข 10 ได้ผลดังนี้คือ 3 2 2 0 และ 1 คะแนน ตามลำดับ โดยที่พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้คะแนนกลิ่นหอมสูงที่สุด คือ 3 คะแนน (ตาราง 33)

เปรียบเทียบคุณภาพหุงต้มระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 โดยที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณ อมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล่นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 34)

ส่วนเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 โดยที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณ อมิโลส และระยะแบ่งไหล่ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนอัตราการยืดตัวนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 34) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 โดยที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณ อมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล่ นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 34)

ตาราง 34 เปรียบเทียบคุณภาพทุ้งระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนา ปีร้ง พ.ศ.

2548/2549

คุณภาพทุ้งต้น	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
ปริมาณอิมโกล	12.99c	7.22d	12.99c	16.08b	21.88a	6.99d
อัตราการยัดตัว	1.53a	0.99c	1.53a	1.58a	1.31b	1.02c
การสลายเมล็ดในต่าง	7.00	6.00	7.00	6.00	3.00	5.00
ระยะแบ่งไหล	86.75b	100.00a	86.75b	75.00c	25.75d	100.00a
ความหอม	3.00	2.00	3.00	2.00	0	1.00

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบ

โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

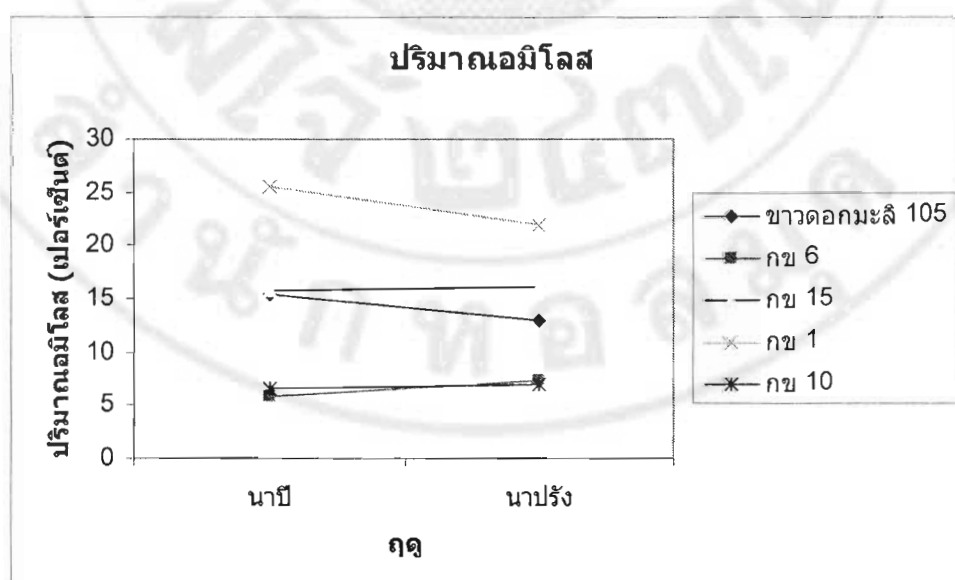
การทดลองที่ 10

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมคุณภาพหุ่ด้มของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ข้อมูลคุณภาพหุ่ด้มที่ได้จากผลผลิต 2 ฤดูปลูกนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจะสามารถบอกแนวโน้มเมื่อเปรียบเทียบจาก 2 ฤดูปลูก ดังนั้นจากข้อมูลฤดูนาปี และฤดูนาปรังที่แสดงในตาราง 22 นำข้อมูลที่ได้นำไปใช้วาดกราฟเส้นเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างฤดูนาปี และฤดูนาปรัง

ปริมาณอมิโลสของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูกพบว่าปริมาณอมิโลสของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 35) โดยที่ กข 1 มีปริมาณอมิโลสเฉลี่ยสูงสุด คือ 23.65 เปอร์เซนต์ (ตาราง 37) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นปริมาณอมิโลส พบว่าพันธุ์ กข 6 กข 15 และกข 10 มีแนวโน้มปริมาณอมิโลสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในฤดูนาปรัง ส่วนปริมาณอมิโลสของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 1 มีแนวโน้มปริมาณอมิโลสลดลงในฤดูนาปรัง (ภาพ 21)



ภาพ 21 กราฟแสดงปริมาณอมิโลสของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ตารางที่ 35 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพหุ้ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง

พ.ศ. 2548/2549

Source	ปริมาณมิโดส	อัตราการยี่ดัว	การสลายในด่าง	ความคงตัวของแป้งสุก	กลิ่นหอม
ฤดู	**	ns	-	ns	-
ข้า / ฤดู	ns	ns	-	ns	-
พันธุ์	**	**	-	**	-
พันธุ์ x ฤดู	**	*	-	*	-

หมายเหตุ ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
 * คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
 ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

ตาราง 36 แสดงคุณภาพพันธุ์ของข้าว 5 พันธุ์ระหว่างฤดูนาปี และฤดูนาปรังของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง

พ.ศ. 2548/2549

พันธุ์	ปริมาณอิมโกล		อัตราการยี่ดัว		การสลายเมล็ดในต่าง		ระยะแบ่งไหล		กลิ่นหอม	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง
ขาวดอกมะลิ 105	15.41b	12.99c	1.44b	1.53a	7.00a	7.00a	91.00b	86.75b	3.00a	3.00a
กข 6	5.78d	7.22d	1.03c	0.99c	6.00b	6.00b	100.00a	100.00a	2.00b	2.00b
กข 15	15.84b	16.08b	1.58a	1.58a	6.00b	6.00b	74.75c	75.00c	2.00b	2.00b
กข 1	25.43a	21.88a	1.39b	1.31b	3.00d	3.00d	25.00d	25.75d	0d	0d
กข 10	6.49c	6.99d	1.02c	1.02c	5.00c	5.00c	100.00a	100.00a	1.00c	1.00c
Mean	13.79	13.03	1.29	1.29	5.40	5.40	78.15	77.5	1.6	1.6
F-test	**	**	**	**	-	-	**	**	-	-
CV(%)	2.8	2.6	3.1	3.6	-	-	1.1	2.7	-	-

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกต่างฤดูที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี New

Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 37 ค่าเฉลี่ยของคุณภาพพุ่มของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

พันธุ์	ปริมาณมิโลส	อัตราการยี่ดัว	การสลายในต่าง	ระยะแบ่งไหล	กลินหอม
ขาวดอกมะลิ 105	14.20c	1.49b	7.00a	88.88b	3.00a
กข 6	6.50d	1.01d	6.00b	100.00a	2.00b
กข 15	15.96b	1.58a	5.00b	74.88c	2.00b
กข 1	23.65a	1.35c	5.00b	25.38d	0.00d
กข 10	6.74d	1.02d	3.00c	100.00a	1.00c
Mean	13.41	1.29	5.40	77.82	1.60
F-test	**	*	-	*	-
CV(%)	2.6	3.6	-	2.0	-

หมายเหตุ ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่

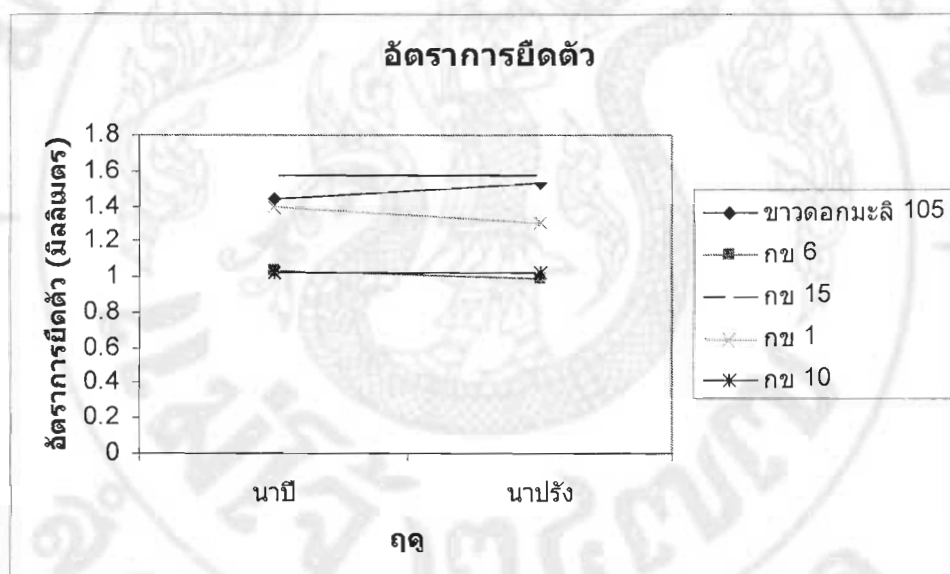
ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

** คือ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

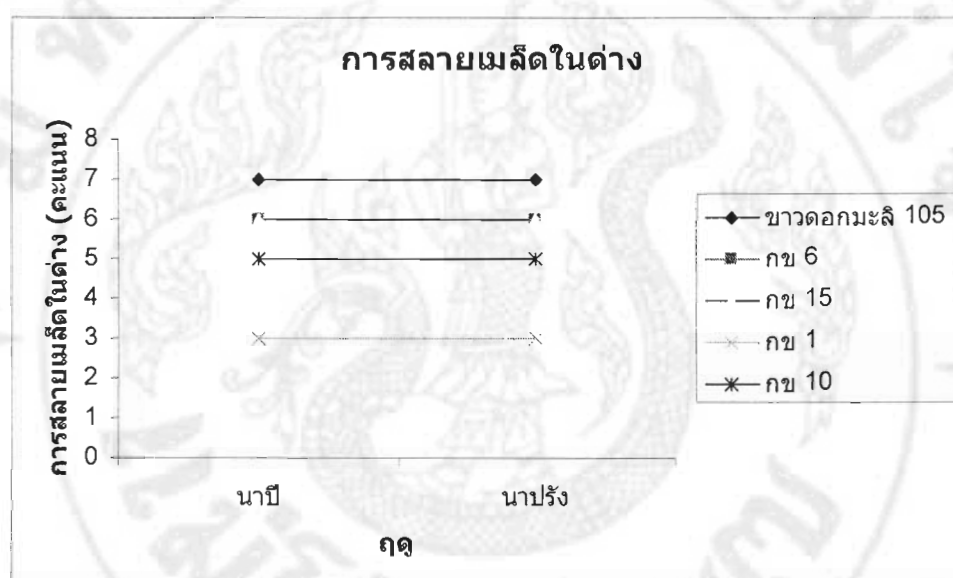
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าอัตราการยืดตัวของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 35) โดยที่ กข 15 มีอัตราการยืดตัวเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.58 มิลลิเมตร (ตาราง 37) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้ แกน x เป็นฤดู นาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นอัตราการยืดตัว พบว่าและพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มอัตราการยืดตัวที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในฤดูนาปรัง ส่วนอัตราการยืดตัวของข้าว คือ กข 1 และ กข 6 มีแนวโน้มอัตราการยืดตัวที่ลดลงเล็กน้อยในฤดูนาปรัง และพันธุ์ กข 15 และกข 10 มีแนวโน้มอัตราการยืดตัวที่ใกล้เคียงกัน (ภาพ 22)



ภาพ 22 กราฟแสดงอัตราการยืดตัวในฤดูนาปี และนาปรังของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

การสลายเมล็ดในด่างของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนา
ปรัง พ.ศ. 2548/2549

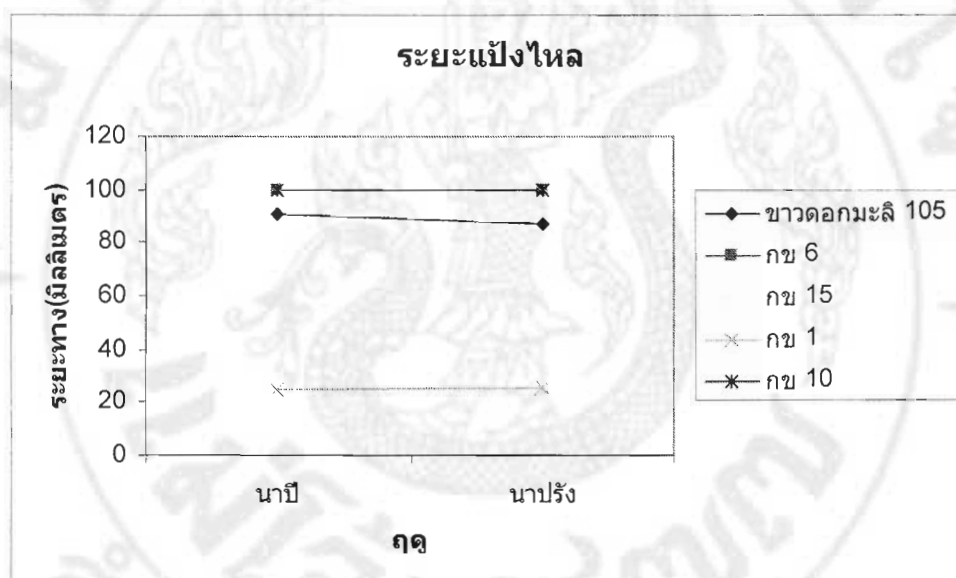
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก โดยที่
ชาวดอกมะลิ 105 มีคะแนนการสลายเมล็ดในด่างสูงสุด คือ 7 คะแนน (ตาราง 35) เมื่อทำการวาด
กราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นคะแนนการสลายเมล็ดในด่าง
พบว่า การสลายเมล็ดในด่างของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ที่ปลูกมีคะแนนการสลายเมล็ดในด่างใกล้เคียงกันทั้ง
2 ฤดูปลูก (ภาพ 23)



ภาพ 23 กราฟแสดงการสลายเมล็ดในด่างของฤดูนาปี และนาปรังของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จาก
แปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

ความคงตัวของแป้งสูกของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

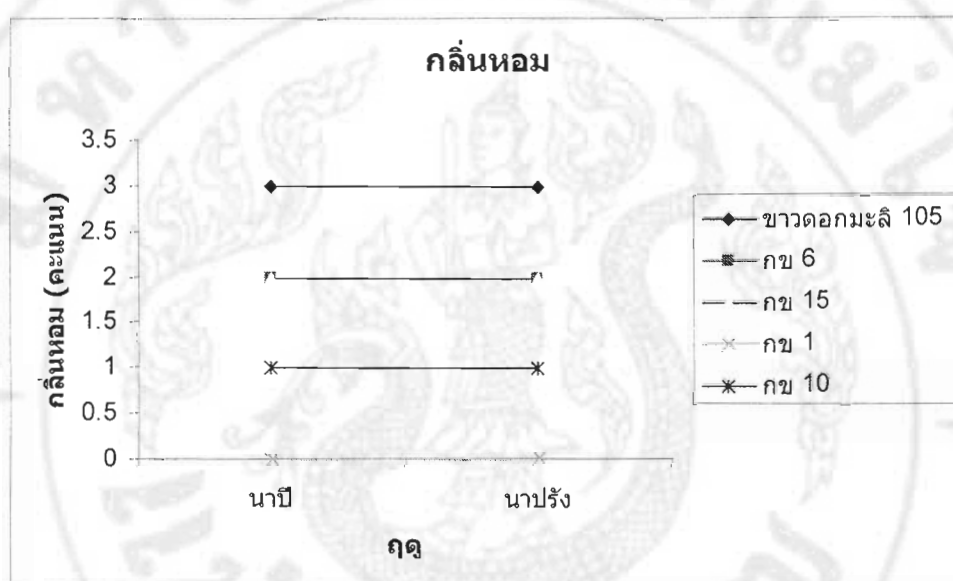
จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าระยะแป้งไหลของข้าว 5 พันธุ์ และฤดูปลูกมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 35) โดยที่ กข 6 และ กข 10 มีระยะแป้งไหลเฉลี่ยสูงสุด คือ 100 มิลลิเมตร (ตาราง 37) เมื่อทำการวาดกราฟ เส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นระยะแป้งไหล พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มระยะแป้งไหลลดลงเล็กน้อยในฤดูนาปรัง แต่ระยะแป้งไหลของข้าวที่เหลืออีก 3 พันธุ์มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูปลูก (ภาพ 24)



ภาพ 24 กราฟแสดงระยะแป้งไหลของฤดูนาปี และนาปรังของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

กลิ่นหอมของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จาก 2 ฤดูปลูก พบว่าข้าวดอกมะลิ 105 มีคะแนนของกลิ่นหอมสูงสุด คือ 3 คะแนน (ตาราง 35) เมื่อทำการวาดกราฟเส้น โดยให้แกน x เป็นฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนแกน y เป็นคะแนนกลิ่นหอม พบว่ากลิ่นหอมของข้าวทั้ง 5 พันธุ์ที่ปลูกมีคะแนนกลิ่นหอมไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ฤดูปลูก (ภาพ 25)



ภาพ 25 กราฟแสดงกลิ่นหอมของฤดูนาปี และนาปรังของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

การเปรียบเทียบคุณภาพหุงต้มเฉลี่ยที่ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549 ระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ระหว่างข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าทุกคุณภาพคือ ปริมาณมิโลส อัตราการยืดตัว และระยะแบ่งไหล นั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 38) ส่วนเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าทุกคุณสมบัติมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 38) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่าทุกคุณสมบัติมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 38)

ตาราง 38 เปรียบเทียบคุณภาพทุ้งระหว่างพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ของเมล็ดข้าว 5 พันธุ์ ที่ได้จากแปลงทดสอบในฤดูนาปี พ.ศ. 2547 และฤดูนาปรัง พ.ศ. 2548/2549

คุณภาพทุ้ง	เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์		เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์	
	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 6)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (ขาวดอกมะลิ 105)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 15)	พันธุ์ก่อนการ กลายพันธุ์ (กข 1)	พันธุ์หลังการ กลายพันธุ์ (กข 10)
ปริมาณอมิโลส	14.20c	6.50d	14.20c	15.96b	23.65a	6.74d
อัตราการยัดตัว	1.49b	1.01d	1.49b	1.58a	1.35c	1.02d
การสลายเมล็ดในด่าง	7.00	6.00	7.00	6.00	3.00	5.00
ระยะแบ่งไหล	88.88b	100.00a	88.88b	74.88c	25.38d	100.00a
กลิ่นหอม	3.00	2.00	3.00	2.00	0	1.00

หมายเหตุ ตัวเลขที่เป็นคุณสมบัติเดียวกันของข้าวพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันเมื่อ

เปรียบเทียบ โดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6

เนื่องจากพันธุ์ กข 6 เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตรได้นำเอาข้าวเจ้าขาวหอมมะลิ 105 ไปฉายรังสีแล้วผ่านขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ข้าวเหนียว กข 6 (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546) ดังนั้นต้องการทราบว่าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด จึงได้ทำการตรวจหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 100 ตำแหน่ง ที่กระจายอยู่ทั่วจีโนมของข้าว ผลการทดสอบพบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างทางพันธุกรรมถึง 37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่แตกต่างกันอาจเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับยีนที่ควบคุมลักษณะองค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุงต้มก็ได้ แต่ลักษณะที่เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนคือข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้า แต่พันธุ์ข้าว กข 6 เป็นข้าวเหนียว Wanchana (2003) พบการเปลี่ยนแปลงของยีนเด่น Wx ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 กลายเป็นยีนด้อย wx

จากการศึกษาพบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างทางพันธุกรรมถึง 37 เปอร์เซ็นต์ จึงศึกษาต่อว่าผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 แตกต่างกันหรือไม่ จึงทำการทดสอบผลผลิตทั้งในนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548/2549 ผลการทดลองพบว่าในฤดูนาปีข้าวเจ้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีผลผลิตเท่ากับ 866 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งน้อยกว่าผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีผลผลิตเท่ากับ 1,102 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์นี้มีค่าต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของ ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ที่ปลูกทดสอบในฤดูนาปีโดยศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี พบว่าผลผลิตของ ข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าเท่ากับ 735 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตของ กข 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 932 กิโลกรัมต่อไร่ (วารสารวิชาการเกษตร, 2541) จากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปี 2547 กับของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรีให้ผลเหมือนกันคือผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าน้อยกว่าผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 6 สาเหตุที่ผลผลิตของ กข 6 สูงกว่าผลผลิตของ ข้าวดอกมะลิ 105 เพราะเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกในฤดูนาปี 2547 พบว่าข้าวพันธุ์ กข 6 มี จำนวนวันออกดอก จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 20)

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังปี 2548/49 พบว่าผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าเท่ากับ 47 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 144 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ผลผลิตทั้งสองพันธุ์ก็ไม่ต่างกันทางสถิติ และเมื่อ

เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 จากการทดสอบพันธุ์ในฤดูนาปรัง 2548/2549 กับผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยเฉชา และคณะ (2540) เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2537/2538 ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 381 กิโลกรัมต่อไร่ และประเวศ (2545) ก็ได้ทดลองปลูกข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรังพบว่ามีผลผลิต 300-400 กิโลกรัมต่อไร่ จากข้อมูลการปลูกข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรังจากทั้ง 3 การทดลอง พบว่าผลผลิตของข้าวพันธุ์นี้ลดลงจากที่ปลูกในฤดูนาปีอย่างมาก (ผลผลิตนาปี 2547 เท่ากับ 866 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตนาปรังเท่ากับ 47 กิโลกรัมต่อไร่) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะข้าวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวไวแสงจึงปลูกได้เฉพาะนาปีเท่านั้น (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546) เพราะเมื่อปลูกข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปีจะเริ่มปลูกข้าวตั้งแต่เดือนตุลาคมซึ่งเป็นสภาพวันยาว ข้าวจะสามารถเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ทั้งความสูงและจำนวนต้นตอกจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นสูงสุดแล้ว ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ต้องการช่วงแสง 11 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 15 วันติดต่อกันจึงจะสามารถชักนำให้ต้นข้าวออกดอกได้ (วาสนา, 2523) สำหรับในประเทศไทยช่วงดังกล่าวเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม (อรรควุฒิ, 2534) ซึ่งผลการศึกษาขององค์ประกอบผลผลิตของข้าวไวแสงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปี 2547 พบว่ามีจำนวนวันออกดอกเท่ากับ 119 วัน ความสูงเท่ากับ 167 เซนติเมตร จำนวนต้นตอกเท่ากับ 16 ต้น จำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 201 เมล็ด จำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 11 รวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 1000 เมล็ดเท่ากับ 22.23 กรัม แต่องค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์นี้ที่ปลูกในฤดูนาปรัง 2548/2549 เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม ซึ่งเป็นสภาพวันสั้น และสภาพวันสั้นจะไปสิ้นสุดที่ปลายเดือนมีนาคม จึงทำให้ข้าวไวแสงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เจริญเติบโตอยู่ในสภาพวันสั้นตลอด ทำให้มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมีเพียงระยะสั้นๆ แล้วก็ถูกชักนำให้ออกดอกเลย เพราะปลูกอยู่ในสภาพวันสั้น จึงพบว่าข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปรัง 2548/2549 มีจำนวนวันออกดอกเท่ากับ 93 วัน ความสูงเท่ากับ 136 เซนติเมตร จำนวนต้นตอกเท่ากับ 4 ต้น จำนวนเมล็ดต่อรวงเท่ากับ 80 เมล็ด จำนวนรวงต่อกอเท่ากับ 2.5 รวง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเท่ากับ 63 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 26.62 กรัม เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตของข้าวไวแสงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในนาปี 2547 กับนาปรังปี 2548/2549 พบว่าในฤดูนาปรังข้าวข้าวดอกมะลิ 105 มีจำนวนวันออกดอก ความสูง จำนวนต้นตอก จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับที่ปลูกฤดูนาปี สาเหตุนี้จึงทำให้ผลผลิตข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปรังต่ำกว่าที่ปลูกในฤดูนาปี แต่มีข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวพันธุ์นี้ที่ได้จากฤดูนาปรังมีค่าเท่ากับ 26.26 กรัม ซึ่งสูงกว่าของฤดูนาปีซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.23 กรัม ส่วนพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปรังไม่มีผู้ใดทำการบันทึก หรือรายงานตีพิมพ์ออกมาแต่อย่างใด

เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ที่ได้จากแปลงทดสอบพันธุ์ในฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548/2549 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ซึ่งได้ทำการทดสอบ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง ของเมล็ดพันธุ์ที่เป็นปัจจัยควบคุม พบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 มีดัชนีความงอกที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนปัจจัยควบคุมของความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง หมายความว่าสภาพของเมล็ดพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ พันธุ์ กข 6 ที่ได้จากฤดูนาปีมีความงอก และการเก็บสะสมอาหารที่ดีกว่าฤดูนาปรัง แต่ถ้านำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งๆ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากผลผลิตฤดูนาปรังจะมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูนาปี เพราะเมล็ดพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 เมื่อนำไปผ่านการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์จะเห็นได้ว่า ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งในฤดูนาปรังมีค่ามากกว่าในฤดูนาปี จากการทดสอบอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์แล้วมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าเมล็ดที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นเพราะว่าเมล็ดพันธุ์มีการพักตัวซึ่งเมื่อทำการผ่านการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีการคลายการพักตัว (ชวนพิศ, 2525) จะเห็นได้ว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมในการปลูกมีผลให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ Sasaki (2005) ได้รายงานว่าความงอกของเมล็ด และเมล็ดข้าวที่งอกปกติ (normal seedling growth) ของพันธุ์ข้าว Milyang23 (Indica-type) และ Akihikari (Japonica-type) ที่นำไปเก็บรักษาเป็นเวลา 1-3 ปี พบว่าความงอกของเมล็ด และเมล็ดข้าวที่งอกปกติ (normal seedling growth) แสดงอยู่บนโครโมโซมที่ 7 และโครโมโซมที่ 9

เมื่อทำการศึกษาคุณภาพหุ่ดของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ได้จากแปลงทดสอบพันธุ์ของทั้งฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548/2549 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพหุ่ดของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปี กับคุณภาพหุ่ดของข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกในฤดูนาปรังปี 2548/2549 พบว่าอัตราการยืดตัว การสลายเมล็ดในด่าง ความคงตัวของแป้งสุก และกลิ่นหอมมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองฤดู (ตาราง 36) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของประสutti (2537) ที่ว่าคุณภาพทางเคมี หรือคุณภาพหุ่ดไม่แตกต่างกันเมื่อปลูกต่างฤดูกัน สำหรับปริมาณอมิโลสของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากฤดูนามีปริมาณอมิโลส เท่ากับ 15.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าปริมาณ อมิโลสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากฤดูนาปรังซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.99 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณอมิโลสของข้าว กข 6 ที่ได้จากฤดูนามีค่าเท่ากับ 5.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณอมิโลสของข้าวพันธุ์นี้ที่ได้จากฤดูนาปรังซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.22 เปอร์เซ็นต์ Jiang et

al. (2003) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อสายของอมิโลแพคตินของข้าว ซึ่งสาเหตุนี้อาจทำให้ข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกต่างฤดูมีปริมาณ อมิโลส และอมิโลแพคตินไม่เท่ากัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอมิโลสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าแตกต่างกันมาก เนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าจึงมีปริมาณอมิโลสสูงกว่าปริมาณอมิโลสในข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีสาเหตุมาจากการกลายพันธุ์ของยีนเด่น (Wx) ซึ่งมีอยู่ในพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นยีนค้อย (wx) ซึ่งมีอยู่ในพันธุ์ข้าว กข 6 ยีนค้อยนี้จะผลิตอมิโลสในปริมาณต่ำหรือไม่ผลิตเลยซึ่งจะพบได้ในข้าวเหนียว (Wanchana, 2003)

เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15

เนื่องจากพันธุ์ กข 15 ที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตรได้นำเอาข้าวเจ้าขาวหอมมะลิ 105 ไปฉายรังสี แล้วผ่านขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ข้าวเจ้า กข 15 (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546) จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 31 เปอร์เซนต์ ซึ่งส่วนที่แตกต่างกันนี้อาจเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับยีนที่ควบคุมลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุงต้ม แต่ลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 15 คือ อายุวันออกดอกของ กข 15 เร็วกว่าของ ข้าวดอกมะลิ 105

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ที่ปลูกในฤดูนาปี 2547 พบ กข 15 มีผลผลิตเท่ากับ 668 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งน้อยกว่าผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีผลผลิตเท่ากับ 866 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของทั้งสองพันธุ์ที่ได้จากฤดูนาปี 2547 กับผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์นี้ในฤดูนาปีที่ทดสอบโดยศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรีพบว่าผลผลิตของข้าวดอกมะลิ 105 เท่ากับ 735 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมากกว่าผลผลิตของ กข 15 ซึ่งเท่ากับ 612 กิโลกรัมต่อไร่ (วารสารวิชาการเกษตร, 2541) เห็นได้ว่าทั้งสองการทดลองมีผลที่สอดคล้องกันเพราะผลผลิตของ ข้าวดอกมะลิ 105 มีค่ามากกว่าผลผลิตของ กข 15 ทั้งสองการทดลอง และเมื่อศึกษาองค์ประกอบผลผลิตในฤดูนาปีของข้าวสองพันธุ์นี้พบว่าสาเหตุที่ผลผลิตของ กข 15 น้อยกว่าของข้าวดอกมะลิ 105 เพราะ กข 15 มีวันออกดอกสั้นกว่าของข้าวดอกมะลิ 105 ถึง 15 วัน มีความสูงน้อยกว่าของข้าวดอกมะลิ 105 เท่ากับ 10 เซนติเมตร และมีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยกว่าของ ข้าวดอกมะลิ 105 เท่ากับ 49 เมล็ด (ตาราง 20) ซึ่งองค์ประกอบผลผลิตเหล่านี้มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งลักษณะต่างๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้ กข 15 มีผลผลิตน้อยกว่าของข้าวดอกมะลิ 105

ผลผลิตของ กข 15 ที่ปลูกในฤดูนาปี 2547 มีค่าเท่ากับ 668 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมีค่ามากกว่าผลผลิตในฤดูนาปรัง 2548/2549 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 247 กิโลกรัมต่อไร่ จากข้อมูลพบว่าผลผลิตของ กข 15 ในฤดูนาปรังลดลงน้อยกว่าผลผลิตของ ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปรังซึ่งมีค่าเท่ากับ 47 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบผลผลิตของ กข 15 ในฤดูนาปรังกับฤดูนาปีพบว่าวันออกดอกของ กข 15 ในฤดูปรังน้อยกว่าของนาปีเพียง 8 วัน แต่วันออกดอกของขาวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรังน้อยกว่าวันออกดอกของฤดูนาปีถึง 15 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าความสูงจำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของ กข 15 ที่ปลูกในนาปีและนาปรังมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากของขาวดอกมะลิ 105 ที่ลักษณะเหล่านี้มีค่าแตกต่างกันมากระหว่างฤดูนาปีและนาปรัง แต่มีเพียงน้ำหนัก 1000 เมล็ดของ กข 15 ในฤดูนาปรังมีค่าเท่ากับ 24.57 กรัมซึ่งมากกว่าของฤดูนาปีซึ่งเท่ากับ 22.33 กรัม (ตาราง 20) ไม่พบรายงานว่ามีการทดสอบผลผลิตของ กข 15 ในฤดูนาปรังมาก่อน แต่จากการทดสอบผลผลิตของ กข 15 ทั้งฤดูนาปี 2547 และนาปรัง 2548/2549 พบว่า ผลผลิตของ กข 15 ลดลงไม่มากนักในฤดูนาปรัง ถึงแม้ว่าข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวไวแสงเหมือนกัน แต่ผลผลิตของ กข 15 ที่ปลูกในนาปรังสูงกว่าของขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในฤดูนาปรังเดียวกันมาก

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าวระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ซึ่งได้ทำการทดสอบ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง ของเมล็ดพันธุ์ที่เป็นปัจจัยควบคุม สำหรับพันธุ์ กข 15 ที่เป็นปัจจัยควบคุมมีดัชนีความงอกที่ ความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง แสดงว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากฤดูนาปีมีคุณภาพดีกว่าเมล็ดที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปรัง สำหรับเมล็ดที่เป็นปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มีดัชนีความงอกที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง หมายความว่าสภาพของเมล็ดพันธุ์ กข 15 ที่ได้จากฤดูนาปีมีความงอก และการเก็บสะสมอาหารที่ดีกว่าฤดูนาปรัง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 แล้วพันธุ์ กข 15 นั้นมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ โดยลักษณะความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์จะอยู่ภายใต้กลไกของพันธุ์กรรม (Sasaki, 2005)

ทางด้านคุณภาพหุ่ดงุ้มของเมล็ด กข 15 ที่ได้จากฤดูนาปี 2547 และฤดูนาปรัง 2548/ 2549 พบว่าปริมาณอมิไลส อัตราการยืคตัว การสลายเมล็ดในด่าง ระยะแป้งไหล และกลิ่นหอมพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันจากทั้งสองฤดู (ตาราง 36) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอมิไลสของเมล็ดขาวดอกมะลิ 105 กับของ กข 15 ที่ได้จากฤดูนาปี พบว่าปริมาณอมิไลสของขาวดอกมะลิ 105 มีค่าเท่ากับ 15.41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากปริมาณ อมิไลสของ กข 15 ที่ได้จากฤดูเดียวกันซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.84 เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10

เนื่องจากพันธุ์ กข 10 เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตรได้นำเอาข้าวเจ้า กข 1 ไปฉายรังสีแล้วผ่านขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ข้าวเหนียว กข 10 (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546) จากผลการทดลองพบว่าพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่าง ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37 เปอร์เซ็นต์ และระหว่าง ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตของ กข 1 ในฤดูนาปี พ.ศ.2547 มีค่าเท่ากับ 1363.70 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่ามากกว่าผลผลิตของ กข 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 832 กิโลกรัมต่อไร่ จากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปีของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรีพบว่า ผลผลิตของ กข 1 เท่ากับ 812 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่ามากกว่าผลผลิตของ กข 10 ซึ่งเท่ากับ 756 กิโลกรัมต่อไร่ (วารสารวิชาการเกษตร, 2541) ส่วนในฤดูนาปรังปี 2548/2549 ผลผลิตของ กข 1 มีค่าเท่ากับ 934 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมีค่ามากกว่าผลผลิตของ กข 10 ซึ่งเท่ากับ 373 กิโลกรัมต่อไร่ จากการทดสอบผลผลิตในฤดูนาปีของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรีพบว่า ผลผลิตของ กข 1 เท่ากับ 750 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่ามากกว่าผลผลิตของ กข 10 ซึ่งเท่ากับ 620 กิโลกรัมต่อไร่ (วารสารวิชาการเกษตร, 2541) จากข้อมูลพบว่าผลผลิตที่ปลูกในฤดูนาปีและนาปรังของข้าว กข 1 และ กข 10 ไม่แตกต่างกันเนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวไม่ไวแสง (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546) ดังนั้นวันออกดอกของข้าวไม่ไวแสงทั้งสองพันธุ์นี้จึงไม่ขึ้นกับช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างคงที่ และผลผลิตในฤดูนาปีและนาปรังจะไม่แตกต่างกันมากนัก (งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย, 2546)

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดข้าวระหว่างพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 ซึ่งได้ทำการทดสอบ ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้ง พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เป็นปัจจัยควบคุมพันธุ์ กข 1 และ กข 10 มีความงอกมาตรฐานเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนดัชนีการงอกและอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง หมายความว่าเมล็ดพันธุ์ กข 1 และ กข 10 ที่ได้จากผลผลิตฤดูนาปรังมีความงอกที่ดี แต่ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไม่คืนค่าได้จากดัชนีการงอกและอัตราสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง ส่วนเมล็ดที่เป็นปัจจัยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ของพันธุ์ กข 1 มีความงอกมาตรฐาน และดัชนีความงอกที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง แต่มีอัตราสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง หมายความว่าสภาพของเมล็ดพันธุ์ กข 1 ที่ได้จากฤดูนาปรังมีความงอกและมีความเร็วในการงอก (ดัชนีการงอก) ที่ดีกว่าฤดูนาปี แต่การสะสมน้ำหนักแห้งที่ได้จากผลผลิตในฤดูนาปีมีคุณภาพที่ดีกว่าผลผลิตที่ได้จากนาปรัง ส่วนพันธุ์ กข 10 มีดัชนีความงอกที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง

หมายความว่าสภาพของเมล็ดพันธุ์ กข 10 ที่ได้จากฤดูนาปีมีความงอก และการเก็บสะสมอาหารที่ดีกว่าฤดูนาปรัง

ทางด้านคุณภาพหุ้ดเมล็ดที่ได้จากแปลงปลูกทดสอบฤดูนาปี และนาปรังเมื่อเปรียบเทียบกัน โดยที่ข้าว กข 1 เป็นข้าวเจ้า ส่วนกข 10 เป็นข้าวเหนียว และเมื่อในข้าวที่มีลักษณะอมิโลสสูงใกล้เคียงกันและไม่ทราบความเป็นข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียว ดังนั้น Cagampang *et al.* (1973) ได้คิดค้นวิธีนี้ในการแยกความแตกต่าง ความเป็นข้าวเจ้า หรือเป็นข้าวเหนียว โดยการที่ใช้ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) และวิธีนี้ต้องใช้ควบคู่ไปกับวิธีการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ปริมาณอมิโลส ซึ่งผลการทดลองได้พบว่า กข 10 มีลักษณะของเจลเป็นเจลนุ่ม (61-100 มม.) ส่วนพันธุ์ กข 1 เป็นลักษณะ เจลแข็ง (26-40 มม.) ซึ่งในพันธุ์ กข 1 มีความคงตัวที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในฤดูนาปรัง แต่ปริมาณอมิโลส และอัตราการยืดตัวมีแนวโน้มลดลงในนาปรัง ส่วนการสลายตัวในค้างและกลิ่นหอมมีค่าใกล้เคียงกันจากเมล็ดที่ได้จากแปลงทดสอบฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ส่วนพันธุ์ กข 10 ปริมาณอมิโลสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนอัตราการยืดตัว การสลายเมล็ดในค้าง ความคงตัวของแป้งสุก และกลิ่นหอมมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

ความแตกต่างทางพันธุกรรม

เมื่อศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์ ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR marker จำนวน 100 ตำแหน่ง พบว่าข้าวพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์คือข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และหลังการกลายพันธุ์คือข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และ ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 15 มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ก่อนการกลายพันธุ์คือข้าวเจ้าพันธุ์ กข 1 และหลังการกลายพันธุ์คือข้าวเหนียวพันธุ์ กข 10 ก็มีความแตกต่างทางพันธุกรรม เช่นเดียวกัน

โดยที่ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความแตกต่างทางพันธุกรรม กับ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เท่ากับ 37 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 14)

ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความแตกต่างทางพันธุกรรม กับ ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 15 เท่ากับ 31 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 14)

ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 1 มีความแตกต่างทางพันธุกรรม กับ ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 10 เท่ากับ 46 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 14)

ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่สร้างขึ้นโดยการปรับปรุงพันธุ์โดยการฉายรังสีมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อแม่ประมาณ 31-46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางด้านผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพหุงต้มของพันธุ์ข้าวก่อนการกลายพันธุ์ และหลังการกลายพันธุ์

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปี พบว่าข้าว กข 6 มีผลผลิตสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากข้าว กข 6 มีวันออกดอก และจำนวนต้นตอกมากกว่าของขาวดอกมะลิ 105

พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ข้าว กข 15 ที่ปลูกในฤดูนาปี พบว่าข้าว กข 15 มีผลผลิตต่ำกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากข้าว กข 15 มีวันออกดอก ความสูงต้น และจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยกว่าขาวดอกมะลิ 105

พันธุ์ข้าว กข 1 และพันธุ์ข้าว กข 10 ที่ปลูกในฤดูนาปี พบว่าข้าว กข 10 มีผลผลิตต่ำกว่าข้าว กข 1 เนื่องจากข้าว กข 10 มี วันออกดอก จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และ น้ำหนัก 1000 เมล็ดน้อยกว่าของ กข 1

พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในฤดูนาปี และนาปรังพบว่าพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ไม่เหมาะที่จะปลูกในฤดูนาปรังเนื่องจากผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ลดลงอย่างมากในฤดูนาปรัง สาเหตุเนื่องจากข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวไวแสง เมื่อนำมาปลูกในฤดูนาปรังข้าวมีการพัฒนาทางลำต้น ไม่สมบูรณ์ และมีวันออกดอกสั้นลง จึงทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก

พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 15 ที่ปลูกในฤดูนาปี และนาปรังพบว่าผลผลิตของทั้ง 2 พันธุ์ลดลงในฤดูนาปรังถึงแม้ว่า กข 15 ที่เป็นข้าวไวแสงเหมือนข้าวดอกมะลิ 105 แต่ผลผลิตของ กข 15 ลดลงน้อยกว่าของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เพราะวันออกดอก ความสูง จำนวนต้นตอกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ของ กข 15 มีค่ามากกว่าของ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีเพียงน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของ กข 15 เท่านั้นที่มีค่าน้อยกว่าของ ข้าวดอกมะลิ 105

พันธุ์ กข 1 และ กข 10 ที่ปลูกในฤดูนาปี และนาปรังซึ่งข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวไม่ไวแสง และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ผลการทดลองพบว่าผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ลดลงในฤดูนาปรัง แต่ที่ลดลงไม่มากนัก ไม่เหมือนกับผลผลิตในฤดูนาปรังของข้าวไวแสงทั้ง 3 พันธุ์ คือ ข้าวดอกมะลิ 105 กข 6 และ กข 15 ที่ลดลงมากจนไม่คุ้มค่าที่จะปลูกในฤดูนาปรัง

คุณภาพเมล็ดพันธุ์

จากฤดูนาปีเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีความงอกมาตรฐานสูงกว่าพันธุ์ กข 6 ส่วนพันธุ์ กข 6 มีดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าเมล็ดพันธุ์ กข 6 มีความงอก ดัชนีการงอก และอัตราสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

จากฤดูนาปรังเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 พบว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีความงอกมาตรฐานไม่แตกต่างกับพันธุ์ กข 6 แต่พันธุ์ กข 6 มีดัชนีการงอกสูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

เมื่อวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรังพบว่าข้าวดอกมะลิ 105 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วน กข 6 มีอัตราการสะสม

น้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง

จากฤดูนาปีเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าความงอกมาตรฐานของข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีความงอกมาตรฐานในฤดูนาปีมากกว่าในฤดูนาปรัง เมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าเมล็ดพันธุ์ กข 15 มีความงอก และอัตราสะสมน้ำหนักแห้งในฤดูนาปีสูงกว่าฤดูนาปรัง

จากฤดูนาปรังเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 พบว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าดัชนีการงอกมากกว่า กข 15 ในฤดูนาปรัง ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีอัตราสะสมน้ำหนักแห้งในฤดูนาปรังสูงกว่าในฤดูนาปี

เมื่อวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่าข้าวดอกมะลิ 105 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง พบว่า กข 15 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง

จากฤดูนาปีเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่า ความงอกมาตรฐานของข้าวพันธุ์ กข 1 มีความงอกมาตรฐานสูงกว่าพันธุ์ กข 10 ส่วนข้าวพันธุ์ กข 10 มีดัชนีการงอก และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าพันธุ์ กข 1 เมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าเมล็ดพันธุ์ กข 10 มีความงอก ดัชนีการงอก และอัตราสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าพันธุ์ กข 1

จากฤดูนาปรังเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 พบว่า ความงอกมาตรฐานของข้าวพันธุ์ กข 1 มีความงอกมาตรฐานสูงกว่าพันธุ์ กข 10 ส่วนดัชนีการงอกของข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่า กข 1 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐานเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง แต่อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งมีค่าที่ลดลงในฤดูนาปรัง ส่วน กข 10 มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งที่ลดลงในฤดูนาปรัง และเมื่อนำเมล็ดไปเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะพบว่ามีความงอกมาตรฐาน และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงในฤดูนาปรัง

คุณภาพหุงต้ม

จากฤดูนาปีเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียวการเปรียบเทียบจะดูที่ปริมาณอมิโลสซึ่งพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมิโลสที่สูง

กว่าพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีสาเหตุมาจากการกลายพันธุ์ของยีนเด่น (Wx) ซึ่งมีอยู่ในพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นยีนด้อย (wx) ซึ่งมีอยู่ในพันธุ์ข้าว กข 6 ยีนด้อยนี้จะผลิตอมิโลสในปริมาณต่ำหรือไม่ผลิตเลยซึ่งจะพบได้ในข้าวเหนียว (Wanchana, 2003)

จากฤดูนาปรังเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 6 ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียวการเปรียบเทียบจะดูที่ปริมาณอมิโลสซึ่งพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมิโลสที่สูงกว่าพันธุ์ กข 6

เมื่อวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรังข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมิโลสที่ ความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) ลดลงในฤดูนาปรัง แต่มีอัตราการยืดยาวที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วน กข 6 มีปริมาณอมิโลสที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง แต่มีอัตราการยืดยาวที่ลดลงในฤดูนาปรัง ส่วนความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) มีค่าเท่ากันทั้งในฤดูนาปี และนาปรัง

จากฤดูนาปีเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 อัตราการยืดยาว การสลายเมล็ดในด่าง ความคงตัวของแป้งสุก และกลิ่นหอมแตกต่างกัน แต่ปริมาณอมิโลสไม่มีความแตกต่างกัน

จากฤดูนาปรังเมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ปริมาณอมิโลส อัตราการยืดยาว การสลายเมล็ดในด่าง ระยะแป้งไหล และกลิ่นหอม ของข้าวเจ้าทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกัน แต่อัตราการยืดยาวที่ไม่แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรังข้าวดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมิโลสที่ ความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) ลดลงในฤดูนาปรัง แต่มีอัตราการยืดยาวที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วน กข 15 มีปริมาณอมิโลสที่เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง แต่มีอัตราการยืดยาว และความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) เท่ากันทั้งใน 2 ฤดู

จากฤดูนาปีเมื่อพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียวการเปรียบเทียบจะดูที่ปริมาณอมิโลสซึ่งพันธุ์ กข 1 ที่เป็นข้าวเจ้ามีปริมาณอมิโลสที่สูงกว่าพันธุ์ กข 10 ที่เป็นข้าวเหนียว

จากฤดูนาปรังเมื่อพันธุ์ กข 1 กับ กข 10 ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียวการเปรียบเทียบจะดูที่ปริมาณอมิโลสซึ่งพันธุ์ กข 1 ที่เป็นข้าวเจ้ามีปริมาณอมิโลสที่สูงกว่าพันธุ์ กข 10 ที่เป็นข้าวเหนียว เมื่อทำการวิเคราะห์รวมในฤดูนาปี และฤดูนาปรัง พบว่า กข 1 มีปริมาณอมิโลสและอัตราการยืดยาวที่ลดลงในฤดูนาปรัง แต่ความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) เพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วน กข 10 มีปริมาณอมิโลสเพิ่มขึ้นในฤดูนาปรัง ส่วนอัตราการยืดยาว และความคงตัวของแป้งสุก (ระยะแป้งไหล) มีค่าที่เท่ากันทั้ง 2 ฤดู

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. 2549. พันธุ์ข้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.ricethailand.go.th>. (20 กันยายน 2549)
- กรมวิชาการเกษตร. 2529. การทำนํ้าฝน. ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 257 น.
- _____. 2539. เอกสารวิชาข้าว. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 133 น.
- งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://apprad.sci.ku.ac.th> (16 ต.ค.2546).
- งามชื่น คงเสรี. 2536. คุณภาพเมล็ดทางเคมี. น.54-70. ใน เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. กรุงเทพฯ: ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2539. คุณภาพข้าว และผลิตภัณฑ์. น.241-259. ใน การสัมมนาวิชาการครบรอบ 80 ปีศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา และ โชคชัย กิตติธเนศวร. 2535. อิทธิพลของขนาดเมล็ดต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วลิสง. ว.เกษตรศาสตร์(วิทย.): 26. 213-222.
- _____. 2529 ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 156 น.
- _____. 2529 ข. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ: กลุ่มหนังสือเกษตร. 174 น.
- จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 254 น.
- จุลภาค คูนวงศ์. 2543. ความจำเป็นของลายพิมพ์ดีเอ็นเอกับการจดทะเบียนพันธุ์พืช. เกษตรการเกษตร 24(5): 174-176:
- ชวนพิศ อรุณรังสีกุล. 2525. ระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 7 และ กข 10. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 143 น.

- คำเกิง ป็องพาล. 2544. การจำแนกพันธุ์ไม้โดยวิธีการ **Molecular Biology**. เอกสารประกอบการสอน พศ. 300 วัสดุพืชพรรณและการจำแนกไม้ดอกไม้ประดับ. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 135 น.
- เทพฤทธิ์ วิชชาธร และนิสากร พลบูรณ์การ. 2528. เอกสารวิชาการชุดพืชศาสตร์ ที่ 4 เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 132 น.
- ธีรชัย ชนानันต์ และ นฤมล ชนานันต์. 2543. เทคนิคอาร์เอฟพีดีกับการจำแนกพริก. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8(1): 6-10.
- ธีรพร บุญยอังกูร และสมักร ยิ่งยง. 2531. การศึกษาหาจำนวนวันที่เหมาะสมในการนำพันธุ์ข้าวที่ไวต่อแสงเข้าห้องมืดเพื่อบังคับการออกดอก. น. 58-66. ใน ผลงานวิจัยปี 2531. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร.
- ประเวศ แสงเพชร. 2545. ปลุกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในฤดูนาปรังได้ผลดีจริงหรือไม่. กลีกร 75 (3): 75-76.
- ประสูติ สิทธิสารวง. 2546. คุณภาพของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกต่างท้องที่. กลีกร 67 (6): 577-580.
- ปลอมปนข้าวหอมมะลิให้ได้มาตรฐาน. 2541. โลกการค้า 4 (31): น. 74-75.
- พรพันธ์ ภู่วัฒนพันธุ์. 2538. เทคนิคการจำแนกพันธุ์ด้วยวิธี **Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการตรวจแยกพันธุ์พืชด้วยการใช้ Iszyme pattern และ RAPD ครั้งที่ 1 นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. น. 25-27.
- พรทิพย์ คุปตานนท์. 2533. อิทธิพลของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดไร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 123 น.
- _____. 2535. เมล่งศัตรูผลผลิตผลการเกษตร. เอกสารประกอบคำบรรยายการอบรมหลักสูตรการรณยกำจัดแมลงศัตรูผลผลิตเกษตร. ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ วันที่ 9-10 มีนาคม 2535.
- พรทิพย์ วิสารทนนท์. 2541. เอกสารวิชาข้าว. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 121 น.
- วรรณิ จันทรศิริ. 2542. DNA. วารสารวิชาการ 2 (3): 64 – 68.

- วรวิทย์ พานิชพัฒน์. 2530. ข้าวหอมขาวดอกมะลิ 105 บัณฑิตและอื่น ๆ. กรุงเทพฯ: โครงการตำราชาวบ้าน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 230 น.
- วรวิทย์ พานิชพัฒน์, วิชัย บุญแสง และนุสรรา สิริพิศลภรณ์. 2529. การปลูกข้าว. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 273 น.
- วาสนา ผลารักษ์. 2523. ข้าว. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. น. 12 – 17.
- วิชัย บุญแสง, อัญชลี ทักษนาจร, ชัยณรงค์ วงศ์ธีรทรัพย์, นุสรรา สิริพิศลภรณ์ และ สกล พันธุ์ยิ้ม. 2541. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากสารพันธุกรรมสู่เทคโนโลยีพิสูจน์บุคคล. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 96 น.
- วิชา หมั่นทำการ และ คณะ. 2544. ความรู้เรื่องข้าวและเทคโนโลยีการผลิตข้าว. เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์. 86 น.
- ศุภวัตร ทิพย์รักษ์. 2524. การเก็บเกี่ยว นวด ตาก และทำความสะอาดเมล็ดข้าว. กรุงเทพฯ: กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- สงกรานต์ จิตรกร. 2544. ข้าวกับวิถีชีวิตคนไทย. น. 13-28. ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับไทย. ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (สวทช).
- สลิต ภู่วิภาดาพรรณ. 2525. อายุของเมล็ดที่มีต่อความงอก ความแข็งแรง และการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฝ้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 87 น.
- สุชาติ อ่อนคำ และ สุวินัย รันดาเว. 2535. ประสิทธิภาพของสารเอทิลีนคลอไรด์อินจิเบอเรลลิน วิธีการอบแห้ง แช่น้ำกลั่น ในการแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว กข 23 ที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน. น. 52. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน.
- สำเร็จ พฤกษประสงค์, วิเชียร มงคลกาวิล และ นื่อง สวัสดิบุตร. 2533ก. การศึกษาการแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าวเหลืองประทิว 123 โดยใช้สารละลายเอทิลีนคลอไรด์อินจิเบอเรลลิน 0.1 เปอร์เซ็นต์. น. 97. ใน รายงานสัมมนาเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติครั้งที่ 4. กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร.
- สำเร็จ พฤกษประสงค์, วิเชียร มงคลกาวิล, นื่อง สวัสดิบุตร และ อุปพงษ์ สุวิเชียร. 2533ข. การศึกษาการแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว กข 15 และเหลืองประทิว 123. น. 96. ใน

รายงานสัมมนาเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ: กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร.

- อรรควุฒิ ทักน์สองชั้น. 2530. **เรื่องของข้าว**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 298 น.
- _____. 2534. **เรื่องของข้าว**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 298 น.
- อัญชลีวรรณ เมธีนัยพร, นฤมล ชนารัตน์ และ ชีรชัย ชนายนันต์. 2542. การเก็บรักษาใบฝรังสำหรับสกัดแยกดีเอ็นเอ. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 7(1): 6-10.
- Akhtar, T., C. Maneephong, P. Sripichitt and O. Naivikul. 1996. Inheritance of aroma in rice (*Oryza sativa* L.). **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 29(1): 127-130.
- Alsadon, A., L. J. Yule and A. A. Powell. 1995. Infuence of seed ageing on the germination. Vigor and emergence in module tray of tomato and cucumber seed. **Seed Sci. and Technol.** 21 : 453-462.
- Association of Official Seed Analysis. 1983. Rules for testing seed. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** 60(2):1-116.
- Azevedo, J. I. S. 1975. **Effects of Delayed Harvest upon Soybean Seed Quality**. M.S. Thesis. Mississippi State Univ. 175 p.
- Benedict, C. R., R. J. Kohel and A. M. Schubert. 1976. Transport of C¹⁴ assimilation to cotton seed: Integrity of funiculus during seed filling stage. **Crop Sci.** 16:23-27.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1985. **Seed: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press. 367p.
- Bhattacharya, K. R., C. M. Sowbhagya and Y. M. Indudhara Swamy. 1982. Quality profiles of rice: atentative scheme for classification. **J. Food Sci.** 47(2): 564-569.
- Biodiversity and Community Right Action Thailand. **พันธุ์ข้าวไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.biothai.net> (20 กันยายน 2549)
- Blowers, L. E, D. A. Stormonth and C. M. Bray. 1980. Nucleic acid and protein synthesis and loss of vigour in germination wheat embryos. **Planta** 150: 19-25.
- Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. **J. Sci. Food Agric.** 24: 1589-1594.
- Camargo, C. P. and C. E. Vanghan. 1973. Effect of seed vigor on field performance and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** 63 : 135-147.

- Castillo. A. G., J. G. Hampton and P. Coolbear. 1993. Influence of seed quality characters on field emergence of garden peas (*Pisum sativum* L.) under various sowing conditions. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science** 21: 197-205.
- Ching, T. M. 1972. Aging stress on physiological and biochemical activities of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L. var. Dixie) seeds. **Crop Sci.** 12 : 415-418.
- Coolbear, P. 1995. **Mechanisms and Agricultural Implication**. New York: Food Products Press.
- Coolbear, P. and M. J. Hill. 1988. Seed quality control. **Advance in Research and Technology of Seed** 5: 9-25.
- Copeland, L. O. 1976. **Principles of Seed Science and Technology**. Minneapolis: Burgess Publishing Company.
- Delouche, J. C. 1968. **Seed maturation**. Proc. Short Cause for seedsman. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University. Mississippi State, Mississippi 18: 25-34 .
- Delouche, J. C. and C. C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Sci. and Technol.** L: 427-452.
- Dorworth, C. E and C. M. Christensen. 1986. Influence of moisture content, temperature, and storage. **Crop Sci.** 9: 964-970.
- Edge, D. B., G. M. White and D. M. TeKrong. 1978. Relationship between seed vigor and the storability of soybean seed. **J. of Seed Anal.** 69: 158-166 .
- Ellis R. H and Roberts E. H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Ann. Bot.** 45:13-30 a.
- Grabe, D. F. 1956. Maturity in smooth broom grass. **Agron. J.** 48: 253-256.
- Hampton, J. G. 1994. The bulk conductivity test for Lotus seed lots. **Seed Sci. and Technol.** 22: 177-180.
- Harrington, J. E. 1972. Seed storage and longevity. pp.135-140. **In Seed Biology Vol.3**. New York: Academic Press.
- Halloin. J. M. 1986. Microorganisms and seed deterioration. pp. 89-99. **In** McDonald, M. B. and C. J. Nelson (eds). **Physiology of Seed Deterioration**. New York: Crop Science Society of America.

- Haper, J. L. and M. Obeid. 1967. Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil seed flax. **Crop Sci.** 7: 527-532.
- Harris, H., B. Parker and B. J. Johnson. 1965. Influence of molybdenum content of soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. **Agron. J.** 57: 397-399.
- Hill, H. J., A. G. Taylor and X. L. Huang. 1999. Seed viability determination in cabbage utilizing sinapine leakage and electrical conductivity measurements. **Journal of Experimental Botany** 39: 1439-1447.
- Islam, A. A. J. M., J. C. Delouche and C. C. Baskin. 1973. Comparison of methods for evaluating deterioration in rice seed. **Pro. Assoc. Off. Seed Anal.** 63: 155-160.
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. **Supplement to Seed Sci. & Technol.** 27:1-333.
- Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. pp.443-524. In B.O. Juliano (ed). **Rice: Chemistry and Technology**. 2nd ed. St. Paul: The American Association of Cereal Chemists.
- _____. 1993. **Rice in Human Nutrition**. FAO Food and Nutrition Series, No.26. Laguna: The International Rice Research Institute (IRRI); Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Juliano, B. O. and C. P. Villareal. 1993. **Grain Quality Evaluation of World Rice**. Laguna: International Rice Research Institute (IRRI).
- Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. pp1-107. In Kozlowski, T. T. (ed.) **Seed Biology Vol. II**. New York: Academic Press.
- Maguire, M. M. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science** 2: 176-177.
- Perry, D. A. 1978. Report of the vigor test committee 1974-1977. **Seed Sci. & Technol.** 6: 159-181.
- Powell, A. A. 1986. Cell membrane and seed leachate conductivity in relation to quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**: 10: 81-100.

- Ramesh, M., K. R. Bhattacharya and J. R. Mitchell. 2000. Delevopments in understanding the basis of cooked rice texture. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 40 (6): 460-499.
- Rench, W. E. and R. H. Shaw. 1971. Black layer development in corn . **Agronomy Journal** 63(2): 303-305.
- Ries, S. K. and E. H. Everson. 1973. Protein content and seed size relationships with seedling vigor of wheat cultivars. **Agron. J.** 65: 884-886.
- Robert, E. W. 1972. **Viability of Seeds**. New York: Syraceese University Press 341p.
- Robert, R. L., A. L. Potter, E. B. Kester and K. K. Keneaster. 1965. Effect of processing conditions on the expanded volume, color and soluble starch of parboiled rice. **Cereal Chem.** 31(1): 121-129.
- Sasaki. 2005. Mapping of quantitative trait loci controlling seed longevity of rice (*Oryza sativa* L.) after various periods of seed storage. **Plant Breeding** 124 (4): 361.
- Throneberry, G. O. and F. G. Smith. 1955. Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. **Plant Physiol.** 30: 337-343.
- Tomson, J. R. 1979. **An Introduction to Seed Technology**. London : Thomson Litho Ltd. 273p.
- Wareing, P. F. 1965. Endogenous inhibitors in seed germination and dormancy. pp. 909-924. In W. Ruhland (ed). **Encyclopedia of Plant Physiology**. Vol. XV/2. Berlin: Springer.
- Varavinit, S., S. Shobsngob, W. Varanganond, P. Chinachoti and O. Naivikul. 2002. Freezing and thawing conditions affect the gel stability of different varieties of rice flour. **Starch** 54: 31-36.
- Walter, L. E. and E. H. Jensen. 1970. Effect of environment during seed production on seedling vigor of two alfalfa varieties. **Crop Sci.** 10 : 635-638.
- Wang, Y. R. and J. G. Hampton. 1991. Seed vigour and storage in “Grass Pawera” red clover. **Plant Varieties and seeds** 4: 61-66.



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายยุทธพร แรกชำนาญ
เกิดเมื่อ	11 พฤศจิกายน 2523
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญกรุงเทพฯ จังหวัดกรุงเทพฯ พ.ศ. 2546 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิตเกษตรศาสตร์(พืชสวน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพฯ
ประวัติงานวิจัย	พ.ศ. 2545-2546 การเปรียบเทียบพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมกลับด้านทาน โรคเหี่ยวเหลือง