

การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6



นายนิติพงศ์ ประภาการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2556

**SEED VIGOR TESTS IN CHAI NAT 1 AND RD 6
RICE VARIETIES**



Nitipong Prapakarn

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Crop Production Technology
Suranaree University of Technology**

Academic Year 2013

การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.รุจ มรกต)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.ธวัชชัย ทิมชุมเหิธร)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ศ. ดร.ปิยะดา อติมานันต์ ดันตสวัสดิ์)

กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิ้มปิจันทร์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)

คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

นิติพงศ์ ประภากร : การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6
(SEED VIGOR TESTS IN CHAI NAT 1 AND RD 6 RICE VARIETIES) อาจารย์ที่
ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ทิมชุมเหนียว, 72 หน้า.

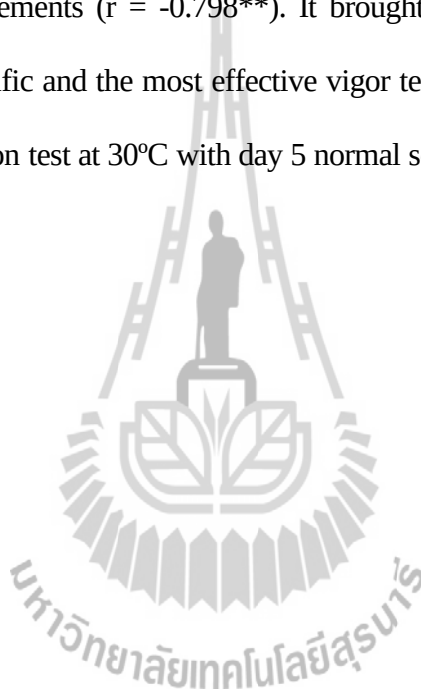
ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวแสง ที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดพันธุ์หนึ่ง และพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวเหนียวที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศไทย เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งด้านผลผลิตและคุณภาพ วัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้คือ ศึกษาหาระยะเวลาเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 44°C ที่แม่นยำที่สุดเพื่อใช้ทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 และศึกษาหาวิธีทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อใช้เป็นทางเลือกและใช้ทดสอบร่วมกันหลายๆ วิธี ใช้เมล็ดพันธุ์จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวต่างๆ ที่มีระดับความแข็งแรงแตกต่างกัน ทำการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2554 มีวิธีการทดสอบความแข็งแรงรวม 4 วิธี ได้แก่วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ วิธีทดสอบความงอกประยุกต์ วิธีวัดการเจริญเติบโตและประเมินต้นอ่อน และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ รวม 45 กรรมวิธี ผลการทดลองในพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าความงอกมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ $r = 0.698^{**}$ วิธีทดสอบความแข็งแรงที่มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุดในแต่ละวิธีได้แก่ วิธีทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 30°C นับต้นอ่อนปกติที่ 5 วัน ($r = 0.880^{**}$) วิธีวัดความยาวรากต้นอ่อน ($r = 0.825^{**}$) วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°C 80 ชม. ($r = 0.806^{**}$) และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยวิธี AOSA โดยไม่เตรียมสารละลายก่อนวัดค่า ($r = -0.785^{**}$) หรือวิธีคนสารละลาย 10 วินาทีก่อนวัดค่า ($r = -0.785^{**}$) ผลการทดลองในพันธุ์ กข 6 พบว่า ความงอกมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ $r = 0.785^{**}$ วิธีที่มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุดในแต่ละวิธีคือ วิธีทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 30°C นับต้นอ่อนปกติที่ 5 วัน ($r = 0.923^{**}$) วิธีวัดความยาวรวมต้นอ่อน ($r = 0.921^{**}$) วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°C 64 ชม. ($r = 0.910^{**}$) และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยวิธี AOSA โดยไม่เตรียมสารละลายก่อนวัดค่า ($r = -0.798^{**}$) หรือวิธีคนสารละลาย 10 วินาทีก่อนวัดค่า ($r = -0.798^{**}$) สรุปได้ว่าวิธีทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์มีความเหมาะสมระหว่างพันธุ์ วิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 คือวิธีทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 30°C นับต้นอ่อนปกติที่ 5 วัน

NITIPONG PRAPAKARN : SEED VIGOR TESTS IN CHAI NAT 1 AND
RD 6 RICE VARIETIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.
THAWATCHAI TEEKACHUNHATEAN, Ph.D., 72 PP.

SEED VIGOR TEST/RICE SEED/CHAI NAT 1 VARIETY/RD6 VARIETY

Chai Nat 1 rice variety is one of the most popular non-glutinous and non-photosensitive rice variety and RD 6 is also the most popular glutinous rice variety in Thailand. Having high vigor seeds is one of the potential means of increasing rice productivity and quality. The objectives of this study were to determine the most accurate accelerated aging duration at 44°C specific for Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties and to investigate other seed vigor tests that would be used as alternative and combined methods. Seed lots of each variety of different seed vigor levels, procured from several rice seed centers, were used in the experiment. The experiment was conducted at Suranaree University of Technology between 2010 and 2011. Four vigor test methods : accelerated aging test, modified germination tests, seedling growth and evaluation tests, and conductivity test, with total of 45 treatments were examined. The results from the Chai Nat 1 variety revealed that the standard germination test provided correlation of $r = 0.698^{**}$ with the field emergence test. The vigor tests showing the highest correlation with the field emergence test in each vigor test method were the modified germination test at 30°C with day 5 normal seedling counts ($r = 0.880^{**}$), the seedling root length ($r = 0.825^{**}$), the accelerated aging test at 44°C for 80 hours ($r = 0.806^{**}$) and the conductivity test by AOSA method without electrolyte preparation ($r = -0.785^{**}$) or stir the electrolyte 10 seconds before measurements ($r = -0.785^{**}$). The results from the RD 6 variety revealed that the

standard germination test provided correlation of $r = 0.785^{**}$ with the field emergence test. The vigor tests showing the highest correlation with the field emergence test in each vigor test method were the modified germination test at 30°C with day 5 normal seedling counts ($r = 0.923^{**}$), the total seedling length ($r = 0.921^{**}$), the accelerated aging test at 44°C for 64 hours ($r = 0.910^{**}$) and the conductivity test by AOSA method without electrolyte preparation ($r = -0.798^{**}$) or stir the electrolyte 10 seconds before measurements ($r = -0.798^{**}$). It brought to a conclusion that the vigor tests were varietal specific and the most effective vigor test for Chai Nat 1 and RD 6 was the modified germination test at 30°C with day 5 normal seedling counts.



School of Crop Production Technology

Student's Signature_____

Academic Year 2013

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ทิมขุนเหนือ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่อย่างดียิ่งทั้งด้านการเรียน งานวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้น จนสำเร็จเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีอีกหลายท่าน ดังนี้

อ. ดร.รฐ มรกต และ ศ. ดร.ปิยดา อลิมาณัฏ์ ดันตสวัสดิ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คุณอุทัย ขจ้งหรีด เจ้าหน้าที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาอำนวยความสะดวก ทั้งทางด้านจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และแรงงานในการปลูกทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวจนเสร็จสมบูรณ์ คุณนวลปรางค์ อุทัยดา และคุณสมพงษ์ พิมพ์พร เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาอำนวยความสะดวก และให้คำปรึกษาในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 และฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการทดลอง ตลอดจน สถาบันวิจัยและพัฒนา ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัยบางส่วน

ขอขอบคุณศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ทั่วประเทศทุกแห่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่ น้อง ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดีเสมอมา

ในที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่อบรมเลี้ยงดู เอาใจใส่ เป็นกำลังใจ ส่งเสริมและสนับสนุนด้านการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดเสมอมา

ท้ายนี้ คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิติพงศ์ ประภาการ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AA	=	accelerated aging test
AOSA	=	Association of Official Seed Analysts
EC	=	electrical conductivity test
FE	=	field emergence test
ISTA	=	International Seed Testing Association
MG	=	modified germination tests
NS	=	normal seedling
PNS	=	prenormal seedling
RL	=	root length
SG	=	standard germination test
SGR	=	seedling growth rate test
SL	=	shoot length
TSL	=	total seedling length

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฉ
บทที่	

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2

2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของข้าวต่อโลกและประเทศไทย	3
2.2 ความสำคัญของข้าวพันธุ์ชยันต 1 และ กข 6	4
2.3 สภาพแวดล้อมกับผลผลิตของข้าว	5
2.4 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor)	6
2.5 การทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์	7
2.6 สภาพของการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์พืชต่างๆ	8
2.7 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว	10

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์	13
3.2 ระยะเวลาการทดลอง	13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3	สถานที่ทำการทดลอง.....	13
3.4	เค้าโครงของการทดลอง	13
3.5	วิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าว	17
3.6	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	21
4	ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1	ผลการทดสอบความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6	24
4.2	ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีเร่งอายุ.....	26
4.3	ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีการทดสอบความงอกประยุกต์	27
4.4	ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ในประเภทการทดสอบการเจริญเติบโตและประเมินผลต้นอ่อน	30
4.5	ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า.....	31
4.6	ตารางสรุปรวมผลการทดลอง.....	34
5	สรุปผลการทดลอง.....	66
	รายการอ้างอิง	67
	ประวัติผู้เขียน.....	72

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

3.1	Lot numbers and seed sources of 33 rice seed lots of Chai Nat 1 variety included In the experiment.....	14
3.2	Lot numbers and seed sources of 31 rice seed lots of RD 6 variety included in the experiment.	15
3.3	Five accelerated aging treatments used in the experiment.....	20
4.1	Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	35
4.2	Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence	37
4.3	Correlation coefficients (r) of standard germination test, field emergence test and 5 conditions of accelerated aging test of 33 seed lots of Chai Nat 1 and 31 seed lots of RD 6 rice varieties.....	39
4.4	Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	40
4.5	Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence	42
4.6	Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	44
4.7	Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

	variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence	46
4.8	Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	48
4.9	Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	50
4.10	Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties	52
4.11	Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.	53
4.12	Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.....	54
4.13	Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence	55
4.14	Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence	57
4.15	Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and seedling shoot, root and total length seedling and seedling growth rate test of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.....	59
4.16	Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

	33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.	60
4.17	Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.....	62
4.18	Correlation coefficients (r) among standard generation test, field emergence test and 4 treatments of solution preparations before measurements of AOSA and ISTA conductivity tests of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.....	64
4.19	Summary of correlation coefficients (r) between standard germination test and all vigor tests to field emergence test of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.....	65



สารบัญภาพ

รูปที่

หน้า

3.1	Outline of the experiments	16
3.2	Characteristics of Chai Nat 1 rice seedlings in the modified germination test classified for A) Prenormal seedlings (PNS), seedling shoots are 0.2-1 cm long and primary roots are longer than 1.5 cm B) Normal seedlings (NS), seedling shoots and primary roots are longer than 1.0 and 2.0 cm, respectively.	22
3.3	Characteristics of RD 6 rice seedlings in the modified germination test classified for A) Prenormal seedlings (PNS), seedling shoots are 0.2-1 cm long and primary roots are longer than 1.5 cm B) Normal seedlings (NS), seedling shoots and primary roots are longer than 1.0 and 2.0 cm, respectively	23



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ถึงแม้ว่าประเทศไทยผลิตข้าวได้เป็นอันดับ 6 ของโลกและส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลกติดต่อกันมานาน 3 ทศวรรษ แต่พบว่าผลผลิตต่อไร่ยังต่ำอยู่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน สภาพอากาศที่แปรปรวน สภาพพื้นที่ วิธีการเกษตรกรรม วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม และเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ (บุญหงส์ จงคิด, 2547) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพและมีความแข็งแรงสูงจะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวได้

สำหรับการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่มากนัก ข้อมูลในประเทศไทยครั้งแรกระบุในหนังสือการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของ จวงจันทร ดวงพัทตรา (2529) ระบุสภาพการเร่งอายุ (accelerated aging test) เมล็ดพันธุ์ข้าวที่อุณหภูมิ 42°C ระยะเวลา 48 ชม. ในการทดสอบของ วัลลภ สันติประชา (2541) ใช้สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อุณหภูมิ 43°C นาน 120 ชม. และแนะนำว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมที่จะนำไปปลูกควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุสูงกว่า 75% ต่อมา Chea (2006) พบว่าวิธีการทดสอบความงอกมาตรฐาน วิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41°C ระยะเวลา 84 ชม. ความยาวยอดต้นอ่อน และค่าการนำไฟฟ้า (conductivity test) สามารถใช้ทำนายความงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ในสภาพแปลงนาได้ และผลงานวิจัยของ Chhetri (2009) รายงานว่าสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ 44°C 72 ชม. วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยวิธีของ AOSA (1983) และวิธีวัดความยาวยอดต้นอ่อนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ไทย

วิธีการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก มีต้นทุนต่ำ เป็นที่นิยมสูง ใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด และมีความสัมพันธ์สูงกับความงอกในแปลงปลูกและอายุการเก็บรักษา ส่วนวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีที่รวดเร็ว และเครื่องมือมีราคาต่ำ (AOSA, 1983) และทั้ง 2 วิธี มีงานวิจัยสนับสนุนทั้งในประเทศและต่างประเทศว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการทดสอบความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ข้าว อย่างไรก็ตามวิธีการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่แม่นยำอาจจะขึ้นกับสายพันธุ์ วิธีการเตรียมดินปลูก วิธีการเตรียมเมล็ด (pregerminated seeds) วิธีการปลูก สภาพความแปรปรวนของแปลงปลูก (AOSA, 1983; ISTA, 1995) เช่นระดับน้ำในนา หรือความแห้งแล้ง ซึ่งอาจจะต้องใช้วิธีที่เฉพาะเจาะจงหรือใช้หลายๆ วิธีมาประเมินร่วมกันที่นิยมปลูกทั่วไป แต่การทำงาน

ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละศูนย์จะผลิตข้าวเพียง 2-3 พันธุ์ เท่านั้น (สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว, 2553) ดังนั้นควรมีการศึกษาศภาพการเร่งอายุ และวิธีการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับข้าวแต่ละพันธุ์ ต่อไป

สำหรับข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 เป็นข้าวเจ้าไม่ไวแสง ที่มีปริมาณพื้นที่ปลูกมากที่สุดพันธุ์หนึ่งในพื้นที่ภาคกลางทั้งนาปีและนาปรัง และมีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวมากที่สุด ในข้าวเจ้าไม่ไวแสง ส่วนพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวเหนียว ที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศไทย และเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553ก; สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว, 2553) ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ ที่มีความเฉพาะเจาะจงสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่เฉพาะเจาะจงและแม่นยำมากที่สุด สำหรับข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 และ กข 6

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ต้องการระยะเวลาสำหรับการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุที่เฉพาะเจาะจงและแตกต่างจากสภาพที่แนะนำสำหรับใช้ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวทั่วไป (general recommendation)

1.3.2 วิธีทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 และ กข 6 ที่แม่นยำมีได้หลายวิธี ซึ่งอาจจะใช้เป็นวิธีทางเลือก นำมาประเมินร่วมกัน หรือเหมาะสมกับการทดสอบความแข็งแรงในสภาพแวดล้อมของแปลงปลูกที่ต่างกัน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ทำการศึกษาเฉพาะในเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ที่มีระดับความแข็งแรงที่ประเมินโดยวิธีการทดสอบความงอกในแปลงปลูก (field emergence test) ในระดับ 28.66-91.44 และ 1.60-93.60% ตามลำดับ

1.4.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์หลัก ขยาย และจำหน่าย ของศูนย์วิจัยข้าวและศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวต่างๆ ทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2551-2553

บทที่ 2

ปรัทัศนัวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของข้าวต่อโลกและประเทศไทย

ข้าวเป็นธัญพืชในวงศ์ graminaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่สำคัญในการดำรงชีวิตของประชากรโลก ประชากรโลกที่บริโภคข้าวมีมากถึงร้อยละ 85 รองลงมาคือ ข้าวสาลี ร้อยละ 72 และข้าวโพด ร้อยละ 19 เมื่อคิดโดยปริมาณแล้วข้าวคิดเป็นร้อยละ 50 ของอาหารหลักของโลก ซึ่งในอนาคตจะต้องเพิ่มการผลิตข้าวให้มากขึ้นอีก เนื่องจากประชากรของโลกเพิ่มขึ้นทุกปี (คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2553)

กระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา รายงานสถานการณ์การผลิตข้าวในฤดูการผลิต 2554/2555 ว่าทั่วโลกมีพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวทั้งหมด 1,001.13 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ย 688 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าวเปลือกและข้าวสารรวม 691.5 และ 463.5 ล้านตัน (กรมการข้าว, 2555) ทวีปเอเชียมีการผลิตข้าวมากที่สุดในโลก โดยเอเชียมีพื้นที่ปลูกข้าวร้อยละ 90 ของโลก ส่วนประเทศอื่นที่เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญได้แก่ บราซิล โคลัมเบีย เปรู อียิปต์ สาธารณรัฐมาลากาซี สเปน สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก อิตาลี และออสเตรเลีย (คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2553) ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ทั้งนี้เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65% ของครอบครัวเกษตรกร หรือ 3.7 ล้านครอบครัวของเกษตรกร) เป็นชาวนา (ธีระ วงศ์สมุทร, 2553) ปัจจุบันข้าวยังเป็นที่ต้องการของทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ จากตัวเลขของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) ปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าว 78.81 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวมีจำนวน 37.52 ล้านตันข้าวเปลือก ผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ยทั่วประเทศ 543 กก./ไร่ จำแนกเป็นชาวนาปี 61.71 ล้านไร่ ผลผลิต 26.19 ล้านตันข้าวเปลือก ผลผลิตเฉลี่ย 424 กก./ไร่ และชาวนาปรัง 17.10 ล้านไร่ ผลผลิต 11.32 ล้านตันข้าวเปลือก ผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ย 662 กก./ไร่

ข้าวเป็นสินค้าเกษตรหลักในการส่งออกของประเทศไทย กำลังการผลิตข้าวในปี 2554/2555 ของประเทศไทยอยู่ที่ 21.25 ล้านตันข้าวสาร เป็นอันดับ 6 ของโลก รองจากประเทศ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม ตามลำดับ (กรมการข้าว, 2555) ในปัจจุบันการส่งออกข้าวของไทยได้ขยายไปทุกทวีปทั่วโลก ซึ่งทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยปีละแสนกว่าล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 ของมูลค่าส่งออกทั้งหมด (ศูนย์เทคโนโลยีและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2553) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522-2554 เป็นต้นมา ประเทศไทยครองความ

เป็นหนึ่งในการส่งออกข้าว จากการส่งออกเพียง 3 ล้านตันในปี พ.ศ. 2522 เป็นประมาณ 8-10 ล้านตันในปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการผลิตและการตลาดข้าวของไทย ในปีการค้ำ พ.ศ. 2552 การส่งออกข้าวของไทยมีปริมาณ 8.6 ล้านตันข้าวสาร มูลค่า 172,207.70 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553ข)

2.2 ความสำคัญของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยเน้นพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สำหรับงานวิจัยเรื่องนี้ต้องการวิจัยในข้าวเจ้าพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่เป็นข้าวเจ้าไม่ไวแสงที่มีปริมาณพื้นที่ปลูกมากที่สุดพันธุ์หนึ่งในพื้นที่ภาคกลางทั้งนาปีและนาปรัง และในปีการผลิต พ.ศ. 2552/53 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวแสงที่มีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวมากที่สุด ส่วนพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวเหนียวที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศไทย และเช่นเดียวกัน เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ในปีการผลิตเมล็ดพันธุ์ พ.ศ. 2552/53 (สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว, 2553)

ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกได้ทั้งนาปรังและนาปี ในภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน กรมการข้าวนำออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2536 ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 670 กก./ไร่ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวต้นค่อนข้างเตี้ย สูง 115 ซม. แตกกอดี ต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย ข้าวสุกร่วน แข็ง ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ขณะที่ยอดพันธุ์) ด้านทานเพลี้ยกระโดดหลังขาว ด้านทานโรคไหม้ปานกลาง แต่ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554) สำหรับสถิติพื้นที่ปลูกแสดงให้เห็นถึงความนิยมของพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่มีความนิยมมากที่สุดพันธุ์หนึ่งในกลุ่มข้าวเจ้าไม่ไวแสง ซึ่งมีพื้นที่ปลูกใกล้เคียงกันในพันธุ์ ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และ ปทุมธานี 1 กล่าวคือในฤดูนาปี พ.ศ. 2551/52 มีพื้นที่ปลูกข้าว สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 และ ปทุมธานี 1 จำนวน 3.18, 3.16 และ 1.77 ล้านไร่ หรือตามลำดับ คิดเป็น 5.55, 5.51 และ 3.09% ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปีทั้งประเทศ ตามลำดับ ผลผลิตข้าวเปลือกอยู่ที่ 2.08, 1.69 และ 1.24 ล้านตันข้าวเปลือก ตามลำดับ ส่วนในนาปรัง สถิติข้อมูลไม่ได้แยกชัดเจนระหว่างพันธุ์ชัยนาท 1 และ 2 โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 และ 2 รวมกัน มากที่สุดของข้าวเจ้าไม่ไวแสงคือ 2.50 ล้านไร่ (ชัยนาท 2 มีพื้นที่ปลูกน้อยมาก) ในขณะที่พันธุ์ สุพรรณบุรี 1 มีพื้นที่ปลูก 1.86 ล้านไร่ และพันธุ์ ปทุมธานี 1 มีพื้นที่ปลูก 1.86 ล้านไร่ คิดเป็น 20.13, 19.67 และ 15.03% ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง มีผลผลิต 1.61, 1.71 และ 1.36 ล้านตันข้าวเปลือก ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามความนิยมในภาคต่างๆ แล้ว ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความนิยมสูงกว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ ปทุมธานี 1 โดยพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความนิยมสูงมากกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 ในเฉพาะภาคกลางเท่านั้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553ก)

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวไวแสง ที่กรมการข้าวส่งออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2520 โดยแนะนำให้ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับข้าวนาสวนและข้าวนาน้ำฝน มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 670 กก./ไร่ พัฒนาพันธุ์จากการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมเจ้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมมา 20 กิโลเรด มีลักษณะเด่นที่ทำให้ผลผลิตที่ค่อนข้างเสถียรในสภาพแวดล้อมต่างๆ ทนแล้ง ด้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลและโรคใบไหม้ ข้าวสุกมีลักษณะนุ่มและมีกลิ่นหอม อย่างไรก็ตามข้าว กข 6 ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554) ในกลุ่มของข้าวเหนียว ปีการผลิต พ.ศ. 2551/2552 ประเทศไทยปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มากที่สุดคือ 15.26 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวเปลือก 5.19 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 340 กก./ไร่ คิดเป็นพื้นที่ปลูก 26.58 และ 21.85 % ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและพื้นที่รวมทั้งปีของประเทศไทย ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ กข 6 มีสัดส่วนของพื้นที่ปลูกในนาปีของภาคอีสาน ภาคเหนือและภาคกลาง ร้อยละ 84, 15 และ 0.2 ตามลำดับ สำหรับภาคอีสาน ในฤดูนาปีนิยมปลูกข้าว กข 6 (ร้อยละ 39.14) รองจากพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (ร้อยละ 45.02) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

2.3 สภาพแวดล้อมกับผลผลิตของข้าว

2.3.1 ผลกระทบของสภาพอากาศหนาวต่อข้าว จากสภาพอากาศหนาวเย็นในประเทศไทย ในช่วง เดือน ธันวาคม 2556-มกราคม 2557 พบว่าสภาพอากาศอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ติดต่อกหลายวันทำให้ข้าวที่ปลูกในช่วงเวลาดังกล่าวได้รับผลกระทบทางด้านต่างๆ จากการสำรวจข้าวในภาคกลางพบว่าข้าวเกือบทุกพันธุ์ได้รับผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิต่ำ ได้แก่ กข 29 กข 41 สุพรรณบุรี 3 ชัยนาท 1 พิชญโลก 2 และปทุมธานี 1 สรุปอาการของข้าวที่ได้รับผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิต่ำ

2.3.1.1 ข้าวที่อยู่ในระยะต้นกล้า และแตกกอ ทำให้ข้าวออกช้า อัตราออกรด การเจริญเติบโตช้า หรือชะงักการเจริญเติบโตทั้งความสูงและการแตกกอ ต้นชืดเหลือง ใบแห้งตายจากขอบใบหรือปลายใบคล้ายอาการขอบใบแห้ง

2.3.1.2 ข้าวที่อยู่ในระยะตั้งท้องและออกรวง ทำให้ต้นชืดเหลือง ออกรวงช้า รวงออกไม่สม่ำเสมอ รวงโผล่ไม่สุด และพบเมล็ดร่วง (อุข้าว, 2557)

2.3.2 ผลกระทบของสภาพอากาศร้อนต่อข้าว ข้าวเป็นพืชที่มีความอ่อนไหวต่อความเครียดจากความร้อนสูงโดยเฉพาะในระยะผสมเกสร และระยะสุกแก่ หากอุณหภูมิสูงมากในช่วงระยะผสมเกสรอาจทำให้เกสรเป็นหมันได้ ขณะที่อุณหภูมิสูงในช่วงระยะสุกแก่จะทำให้เมล็ดลีบ คุณภาพการสีด้อยลงแตกหักเสียหายมาก ซึ่งปัจจุบันอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง 10% เมื่ออุณหภูมิกลางวันที่สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส (อุข้าว, 2556)

2.4 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor)

คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์จำแนกได้ 2 ลักษณะคือ ความมีชีวิต (viability) และความแข็งแรง (vigor) ความมีชีวิตเป็นคุณภาพที่แสดงออกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการงอก ได้แก่ การทดสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination) เป็นการทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่มีปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการงอกครบถ้วนและเหมาะสมมากที่สุด (optimum) สำหรับความแข็งแรงเป็นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่แสดงออกในสภาพแวดล้อมของแปลงปลูกที่ไม่เหมาะสม คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอกมาตรฐานจึงไม่สามารถบอกได้ว่าเมล็ดพันธุ์นั้นสามารถให้ต้นกล้าที่ด้งตัวได้ดีในแปลงปลูก โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จึงเป็นคุณลักษณะที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เพื่อการเพาะปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโต เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อนำไปปลูกในสภาพที่แปรปรวนจะมีความงอกในแปลงปลูกสูง สามารถงอกได้เร็ว งอกสม่ำเสมอ ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ เติบโตเร็ว ส่งผลให้ต้นอ่อนทนทานต่อสภาพแวดล้อม โรค แมลง และให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะสามารถเก็บรักษาได้นาน (ชวัชชัย ทิมขุนทดเถียร, 2554; AOSA, 1983; ISTA, 1995)

วิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ปรากฏเป็นเพียงคำแนะนำที่เฉพาะเจาะจงสำหรับเมล็ดพันธุ์ชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น โดยยึดถือตามคู่มือการทดสอบความแข็งแรงของสมาคมนักวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ [Association of Official Seed Analyst (AOSA), 1983] และสมาคมทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์นานาชาติ [International Seed Testing Association (ISTA), 1995]

AOSA (1983) ได้แบ่งประเภทของวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. การทดสอบทางชีวเคมี (biochemical test) เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงโดยอาศัยลักษณะทางชีวเคมีที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงต้องมีการบวนการทางชีวเคมีที่ทำงานได้ดี การทดสอบโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ ใช้เวลาน้อย วัสดุเร็ว แต่มีข้อจำกัดคือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน และเครื่องมืออุปกรณ์ที่เฉพาะ ตัวอย่างของวิธีนี้ เช่น การทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test; TZ test) การทดสอบค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ (electrical conductivity test; EC test) การวัดการหายใจของเมล็ดพันธุ์ (respiration)

2. การทดสอบในสภาพเครียด (stress test) เมล็ดพันธุ์ที่งอกได้ดีในสภาพแปลงปลูกที่ไม่เหมาะสม หรือเก็บรักษาได้นาน ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง สภาพที่ไม่เหมาะสมหรือสภาพเครียดในแปลงปลูก ที่เมล็ดพันธุ์มักจะได้รับในขณะที่เมล็ดพันธุ์กำลังงอก เช่น น้ำท่วมขัง ฝนแล้ง อุณหภูมิสูง อุณหภูมิต่ำ ความแน่นของหน้าดิน สภาพเครียดในขณะที่เก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ

สูง และความชื้นสัมพัทธ์สูง จะเน้นการทดสอบเมล็ดพันธุ์ในสภาวะเครียด จึงเป็นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่วิธีหนึ่งตัวอย่างของวิธีนี้ เช่น วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test; AA test) การทดสอบในสภาพอากาศเย็น (cool germination test) และการทดสอบในสภาพอากาศหนาว (cold test)

3. การทดสอบการเจริญเติบโตและการประเมินต้นอ่อน (seedling growth and evaluation test) เป็นวิธีที่ต้องมีการเพาะให้เมล็ดงอกก่อน แล้วนำต้นอ่อนมาวัดการเจริญเติบโตหรือประเมินความแข็งแรงในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ตัวอย่างของวิธีนี้ เช่น การทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (seedling growth rate) การวัดความยาวยอด ราก และความยาวรวมของต้นอ่อน (shoot, root and total seedling length) การจำแนกระดับความแข็งแรงของต้นอ่อน (seedling vigor classification) ความเร็วในการงอกหรือดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (germination index)

จะเห็นได้ว่า การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีหลายวิธี ซึ่งเหมาะกับชนิดพืช พันธุ์ และสภาพแปลงปลูกที่แตกต่างกันไป จึงไม่มีวิธีการใดใช้เป็นวิธีการมาตรฐาน สำหรับทุกพืชทุกพันธุ์และทุกสภาพการเพาะปลูกได้ เช่น การทดสอบความแข็งแรงที่เหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์ของพืชที่ใช้เพาะปลูกในบริเวณที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น อาจไม่สามารถนำมาใช้ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์พืชที่ปลูกในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นได้ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ สภาพการเร่งอายุที่มีความสัมพันธ์กับการเก็บรักษาในสภาพอากาศร้อนอาจไม่สามารถใช้ทดสอบเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในเขตหนาวเย็นได้อย่างแม่นยำ ดังนั้น การจะใช้วิธีการใดหรือสภาพใดทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ปลูกแต่ละพืชแต่ละพันธุ์ จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยสนับสนุน และอาจจะต้องใช้วิธีการทดสอบหลายๆ วิธีร่วมกัน นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติสามารถปรับประยุกต์วิธีการทดสอบและวัสดุอุปกรณ์ ที่ระบุไว้ในคู่มือของ ISTA หรือ AOSA ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติของตนเองได้ หรือพัฒนาวิธีการทดสอบใหม่ๆ ขึ้นมาใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัดแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามวิธีการที่ใช้ทดสอบจะต้องมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูก (field emergence test) (วิชัชชัย ทิมชุนทเถียร, 2554; AOSA, 1983; ISTA, 1995)

2.5 การทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

วิธีทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1965 โดย Dr. James C. Delouche (AOSA, 1983) ต่อมา Delouche และ Baskin (1973) แห่งมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี (Mississippi State University) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมและได้เสนอว่าวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการประเมินอายุการเก็บรักษาและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ของพืชหลายชนิด หลังจากนั้นได้มีนักวิจัยได้นำหลักการนี้ไปศึกษาเพิ่มเติมในเมล็ดพันธุ์พืชหลากหลายชนิดจนเป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง

วิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์กระทำโดยการนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในสภาพที่จำลองสภาพความเครียดที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้แก่ อุณหภูมิสูง (38-45°C) ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นระยะเวลา 48-144 ชม. ซึ่งเป็นสภาพความเครียดของสภาพโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ (อุณหภูมิและระยะเวลาของการเร่งอายุขึ้นกับพันธุ์ ชนิดเมล็ดพันธุ์ สภาพโรงเก็บ และวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์) แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ไปทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุสูงหรือลดลงเพียงเล็กน้อย ในปัจจุบันการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว ประหยัด ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ผู้ทดสอบไม่ต้องมีทักษะพิเศษ และเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้ประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์และความงอกในแปลงปลูกได้ดี (AOSA, 1983)

2.6 สภาพของการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์พืชต่างๆ

คู่มือการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ของ AOSA (1983) และ ISTA (1995) ได้ให้คำแนะนำสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (อุณหภูมิและระยะเวลาเร่งอายุ) ไว้เฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ข้าวโพดหวาน ถั่วเหลือง ถั่วต่างๆ หอมหัวใหญ่ พริก ผักกาดหัว ผักกาดหอม ฝ้าย และแตงโม และในหนังสือการทดสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ของ จวงจันท์ ดวงพัตรา (2529) ได้ระบุสภาพของการเร่งอายุเพื่อทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ ในเมล็ดพันธุ์ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี จิบโซฟีลา แตงโม ถั่วต่างๆ บวบเหลี่ยม ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหัว ผักกาดหอม ผักบุ้งจีน ฝ้าย ละหุ่ง และหัวหอมใหญ่

สำหรับในต่างประเทศมีหลายงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันว่าวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เช่น ข้าวสาลี (Bhattacharyya et al., 1985) ข้าว (Krisnasamy and Seshu, 1990; Ali et al., 2003) ฝ้าย (Basra et al., 2003) แครอท (Al-Maskri et al., 2003) ถั่วเหลือง (Torres et al., 2004) แตงกวา แตงเทศ และมะเขือ (Demir et al., 2004) บีท (Silva et al., 2006) ผักกาดหัว (Jain et al., 2006)

อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยยืนยันว่าสภาพการเร่งอายุที่ระบุไว้ในคู่มือการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ในระดับนานาชาติจะเป็นเพียงสภาพกว้างๆ (general recommendation) ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง ซึ่งอาจจะไม่แม่นยำสำหรับพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง (specific recommendation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ที่พัฒนาในเขตร้อน โดย วัลลภ สันติประชา และคณะ (2536ก) กล่าวว่า การเร่งอายุเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าให้ใช้วัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดย AOSA (1983) ที่พัฒนาวิธีการขึ้นเพื่อประเมินอายุในสภาพภูมิอากาศเขตนานซึ่งเมล็ดพันธุ์มีอัตราการเสื่อมช้ากว่าเขตร้อนชื้น จึงไม่สามารถใช้ได้ดีในเขตร้อนชื้น วัลลภ สันติประชา และคณะ (2536ก) ศึกษาศักยภาพการเก็บรักษาและการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ นครสวรรค์ 1 และ

สุวรรณ 2 ในเขตร้อนชื้นโดยใช้อุณหภูมิ 3 ระดับคือ 42, 43 และ 44°C ระยะเวลา 48, 72 และ 96 ชม. ความชื้นสัมพัทธ์ 100% ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุงกระดาษและถุงพลาสติก ที่ห้องเก็บไม่ปรับอากาศ และห้องปรับอากาศเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าการเร่งอายุที่ 42°C ระยะเวลา 96 ชม. ตามที่ AOSA (1983) แนะนำไม่สามารถประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ในเขตร้อนชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการเร่งอายุที่ 44°C ระยะเวลา 96 ชม. สามารถใช้ประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีความสัมพันธ์ที่ดีกว่ากับการเก็บรักษาในเขตร้อนชื้น

นอกจากนี้ วัลลภ สันติประชา และคณะ (2536) ได้เร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาในเขตร้อนชื้น โดยใช้ถั่วเขียวพันธุ์ มอ 1 อุทอง 1 และกำแพงแสน 1 ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100% อุณหภูมิ 43, 45 และ 47°C ระยะเวลา 48, 72 และ 96 ชม. พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเสื่อมความงอกตามอุณหภูมิและระยะเวลาการเร่งอายุที่เพิ่มขึ้น แต่การเร่งอายุสามารถทำให้เมล็ดแข็งแรงหมดไป เมล็ดแข็งแรงช่วยลดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ทั้งในรูปความงอกและความแข็งแรง การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ มอ 1 อุทอง 1 และกำแพงแสน 1 เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาในเขตร้อนชื้น นานประมาณ 1 ปี คือสภาพการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43°C ระยะเวลา 96 ชม. ซึ่งแตกต่างจากที่ ISTA (1995) แนะนำสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวไว้ที่ 45°C ระยะเวลา 96 ชม.

จากสภาพการเร่งอายุข้างต้นจะเห็นว่าชนิดของเมล็ดพันธุ์มีผลต่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการเร่งอายุที่แตกต่างกันไป และแม้แต่เมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่คนละพันธุ์ก็พบได้ว่าต้องใช้สภาพการเร่งอายุที่แตกต่างกัน เช่นงานวิจัยของ Santipracha และคณะ (1997) พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวหลังเร่งอายุจะลดลงเร็วกว่าพันธุ์ลูกผสมสามทางและลูกผสมคู่ โดยลูกผสมสามทางและลูกผสมคู่ตอบสนองต่อสภาพการเร่งอายุที่อุณหภูมิสูงถึง 43-44°C ระยะเวลา 96 ชม. นอกจากนี้ยังสรุปว่าสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่พัฒนาพันธุ์สำหรับเขตร้อนจะต้องใช้สภาพการเร่งอายุที่ 44°C ระยะเวลา 96 ชม. ซึ่งให้ความแม่นยำในการทดสอบความแข็งแรงมากกว่าสภาพที่แนะนำโดย AOSA (1983) ที่อุณหภูมิ 42 °C ระยะเวลา 96 ชม. ซึ่งน่าจะเหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในเขตนานเท้านั้น

สำหรับงานวิจัยในข้าวโพดหวาน ชวนพิศ อรุณรังสิกุล (2529) พบว่าการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43°C 48 ชม.สามารถทำนายการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ไทยซูเปอร์สวีท คอมโพสิตเบอร์ 1 ดีเอ็มอาร์ ได้นาน 6-7 เดือน วราภรณ์ สิงห์บำรุง (2546) แนะนำการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43°C ระยะเวลา 72 ชม. และ 41°C ระยะเวลา 92 ชม. ในข้าวโพดหวาน 12 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ข้าวโพดหวาน 27127 ข้าวโพดหวานลูกผสม ชูการ์ 73 ชูการ์ 74 กอนโดล่า 021 เอทีแอล-2 อินทรี 1 อินทรี 2 ไฮบริก-5 ไฮบริก-10 ซูเปอร์สวีทข้าวโพดสวีทอาร์โก้ และข้าวโพดขาว ในขณะที่ บุญมี สิริ และคณะ (2554) พบว่าอุณหภูมิที่ 41°C ระยะเวลา 96 ชม. สามารถประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ SCHB521 ได้ดีจากข้อมูลข้างต้นจึงเป็นข้อสรุปได้ว่าแม้แต่เมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียว แต่ต่างพันธุ์กัน

สภาพการเร่งอายุ ก็จะแตกต่างกันไปด้วย

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ในพืชหลายชนิดและมีคำแนะนำสำหรับสภาพการเร่งอายุที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์และสภาพแวดล้อมของประเทศไทยไว้แล้ว เช่นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองรวมพันธุ์และถั่วเหลืองพันธุ์เชิงใหม่ 60 ที่ อุณหภูมิ 41°ซ ระยะเวลา 54 ชม.สามารถทำนายความงอกในแปลงปลูกได้ (มนัสชนก กองดิน, 2555) เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43°ซ ระยะเวลา 96 ชม. (วัลลภ สันติประชา, 2536ข) ถั่วฝักยาวเร่งอายุที่ อุณหภูมิ 42°ซ ระยะเวลา 48 ชม. จะสามารถบอกคุณภาพเมล็ดพันธุ์เท่ากับที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้องในเขตร้อนชื้นนาน 12 เดือน (วัลลภ สันติประชา, 2533) ถั่วลิสง เร่งอายุที่อุณหภูมิ 42 °ซ ระยะเวลา 96 ชม. (จุฑามาศ ร่มแก้ว, 2539) พริก มะเขือเทศ และมะเขือ เร่งอายุที่อุณหภูมิ 45°ซ ระยะเวลา 72 ชม. 40°ซ ระยะเวลา 96 ชม. และ 45°ซ ระยะเวลา 48 ชม. ตามลำดับ (กุลวดี ฐานากาญจน์, 2547) ฝักกาดเขียวปลี เร่งอายุที่อุณหภูมิ 43°ซ ระยะเวลา 60 ชม. และฝักเขียวกวาดุ้ง เร่งอายุที่อุณหภูมิ 41°ซ ระยะเวลา 60 ชม. (มารศรี วงศ์อนันทรพิทย์, 2548) แตงกวา บวบ และมะระ เร่งอายุที่อุณหภูมิ 45°ซ ระยะเวลา 48 ชม. 45°ซ ระยะเวลา 96 ชม. และ 40°ซ ระยะเวลา 72 ชม. ตามลำดับ (สรวิศ อังคประเสริฐกุล, 2547) การเร่งอายุสามารถประเมินอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีและพันธุ์บ้านเกาะ ซึ่งการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 42°ซ ระยะเวลา 72 ชม. 43°ซ ระยะเวลา 96 ชม. และ 44°ซ ระยะเวลา 96 ชม. ตามลำดับ ให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์อยู่ในระดับเดียวกับการเก็บรักษาที่อายุ 6, 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ (सानิต สวัสดิ์กัญจน์, 2554)

2.7 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว

สำหรับวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นยังไม่ปรากฏคำแนะนำในกลุ่มือการทดสอบความแข็งแรงของ AOSA (1983) และ ISTA (1995) และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่มากนักในประเทศสหรัฐอเมริกา Bradford (1988) พบปัญหาว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสูงบางล็อตไม่สามารถงอกได้ดีในแปลงปลูก จากหลักการของการเร่งอายุที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลา 20 ชม. เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุจะสามารถเทียบเท่ากับค่าความเสื่อมตามธรรมชาติของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการเก็บรักษาไว้เป็นเวลาหลายเดือน จึงได้นำแนวคิดของวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อแยกคัดเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีความงอกมาตรฐานและความงอกในสภาพแปลงนาสูง พบว่าวิธีการเร่งอายุสามารถประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ดีเฉพาะล็อตที่มีความงอกในแปลงนาตั้งแต่ 40% ขึ้นไปเท่านั้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้ระบุอุณหภูมิและระยะเวลาเร่งอายุที่ชัดเจน

Siddique และคณะ (1988) ทดสอบหาสายพันธุ์ข้าวที่เมล็ดพันธุ์ทนทานต่อการเร่งอายุที่ 43°ซ ที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน ในข้าว 185 สายพันธุ์ พบว่ามีสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาพการเร่งอายุ

เมล็ดพันธุ์ในข้าวทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ indica, japonica และ javanica สายพันธุ์ที่ไวแสงและไม่ไวแสง ข้าวไร่และข้าวขึ้นน้ำ สายพันธุ์ที่ทนดินเปรี้ยว และสายพันธุ์ที่ต้านทานโรค tungro virus สายพันธุ์ที่มีระดับการพักตัวสูงจะทนทานต่อการเร่งอายุได้มากกว่า ต่อมา Krishnasamy และ Seshu (1990) ใช้วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ แยกแยะความสามารถของสายพันธุ์ข้าวที่ไม่มีลักษณะพักตัว ที่ทนต่อสภาพเร่งอายุ จากสายพันธุ์ข้าว 68 สายพันธุ์ ที่ได้จาก 16 ประเทศ และ IRRI พบว่ามี 7 สายพันธุ์ที่ยังมีความงอกสูงกว่า 61% หลังเร่งอายุที่ 43°C 192 ชม. ในการทดลองนี้ยังพบว่าวิธีการเร่งอายุดังกล่าวมีความสัมพันธ์สูงกับวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ ($r = -0.873^{**}$) และปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์ข้าว ($r = -0.826^{**}$)

Ali และคณะ (2003) ยืนยันว่าสามารถใช้สภาพเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 45°C 48 ชม. จำแนกสายพันธุ์ข้าวที่สามารถงอกได้ในสภาพอากาศเย็นที่ 21°C เพื่อใช้ในการโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกโดยการหว่านในนาต้นน้ำในสภาพอากาศเย็นที่ 21°C สรุปได้ว่าความงอกในแปลงนาขึ้นกับความแข็งแรงและพันธุกรรม สำหรับการงอกในสภาพอากาศเย็นนั้นพันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าความแข็งแรงซึ่งการทดลองทั้ง 3 ดังกล่าวนี้นี้มีประโยชน์ในการนำมาใช้แยกแยะสายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ต่อมาในปี ค.ศ. 2005 Patin และ Gutormson รายงานว่าวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41°C 72 ชม. และวิธีการทดสอบในสภาพอากาศหนาว (cold test) สามารถแยกระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ แต่วิธีการทดสอบในสภาพอากาศเย็น (cool test) และการทดสอบค่าการนำไฟฟ้า (conductivity test) เป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพ

สำหรับประเทศไทย พบว่าได้มีการระบุคำแนะนำสำหรับการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นครั้งแรกในหนังสือ การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของ จวงจันทรดวงพัตรา (2529) ที่ระบุสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อุณหภูมิ 42°C ระยะเวลา 48 ชม. วัลลภสันติประชา (2541) ทำการทดลองกับข้าว 7 พันธุ์แล้วรายงานว่าการประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวควรใช้สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 43°C นาน 120 ชม. หากเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุสูงกว่า 75% ก็จะเหมาะสมที่จะนำไปเพาะปลูก ต่อมา Chea (2006) ได้พยายามหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่สามารถทำนายการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกโดยวิธีต่างๆ 3 สภาพ คือ 1. หว่านข้าวแห้งในสภาพนาแห้ง 2. หว่านข้าวแห้งในสภาพนาต้นน้ำ และ 3. หว่านข้าวที่หุ้มแล้วในสภาพนาต้นน้ำ พบว่าวิธีการทดสอบความงอกมาตรฐาน วิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41°C ระยะเวลา 84 ชม. ความยาวยอดต้นอ่อน และค่าการนำไฟฟ้า (conductivity test) สามารถใช้ทำนายความงอกในสภาพแปลงนาได้ระดับหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแปลงที่ใช้ทดสอบ อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ (ระดับความแข็งแรงที่ไม่ต่ำเกินไป) วิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสม และวิธีการปลูก

ก่อนปี พ.ศ. 2552 ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 23 แห่ง ทั่วประเทศใช้วิธีการเร่งอายุ

ทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวแต่สภาพการเร่งอายุที่ใช้แตกต่างกันไป และพบว่าไม่สามารถให้ผลที่แม่นยำได้ (วเรนยา สิงคินา, 2552) และมีข้อสังเกตว่าข้าวพันธุ์ใหม่บางพันธุ์หรือกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่แตกต่างจากในอดีตหรือสภาพแวดล้อมในบางปี อาจทำให้เกิดปัญหาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำ เมล็ดพันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วหลังหมดระยะพักตัว เป็นต้น Chhetri (2009) จึงได้ศึกษาสภาพของวิธีการเร่งอายุ เปรียบเทียบกับวิธีทดสอบความแข็งแรงวิธีอื่นๆ กับเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ พิชณุโลก 1 และนำผลไปทดสอบยืนยันผลกับเมล็ดพันธุ์ข้าวอีก 9 พันธุ์ จำนวน 60 ตัวอย่างแล้วแนะนำให้ใช้สภาพการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44°C เวลา 72 ชม. ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงถึง 0.89** ถือเป็นสภาพเร่งอายุที่แนะนำสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ที่นิยมปลูกโดยทั่วไป (general recommendation) ของประเทศไทย ในกรณีศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เพียง 1-2 พันธุ์นั้น Chhetri (2009) แนะนำว่าควรทำการวิจัยให้ทราบสภาพการเร่งอายุที่ให้ผลแม่นยำมากที่สุดสำหรับพันธุ์นั้นๆ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเฉพาะแต่ละพันธุ์ (specific recommendation) จากงานวิจัยดังกล่าว Chhetri (2009) ยังพบอีกว่าวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ $r = -0.86^{**}$ ส่วนความยาวยอดต้นอ่อนแม้จะมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก ($r = 0.75^{**}$) แต่ในทางปฏิบัติเป็นวิธีที่ใช้เวลาและแรงงานมากเกินไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 และ กข 6 ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตตามกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์หลัก ขยาย และจำหน่าย ในปี พ.ศ. 2551-2553 ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว 11 แห่ง พันธุ์ละ 33 และ 31 ตัวอย่าง ตามลำดับ ทุกการทดลองใช้ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เดียวกันในทุกวิธีการทดสอบ แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และ 3.2

3.2 ระยะเวลาการทดลอง

ธันวาคม 2552-กันยายน 2555

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

3.3.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

3.3.2 การทดสอบในแปลงปลูก ดำเนินการ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

3.4 แก่โครงของการทดลอง

เค้าโครงการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

Table 3.1 Lot numbers and seed sources of 33 rice seed lots of Chai Nat 1 variety included in the experiment.

No.	Lot No.	Seed Sources	Seed Classes	Production
				Seasons and Years
1	17/1	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS ^{2/} 2009
2	17/6	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS 2009
3	17/9	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS2009
4	17/3	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS 2009
5	17/8	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS 2009
6	2/73	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	Registered seed	NA
7	2/30	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
8	2/75	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
9	2/115	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	RS 2009
10	2/31	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
11	2/26	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
12	2/38	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
13	2/29	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	NA
14	2/111	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	NA	RS 2009
15	15/40	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS ^{3/} 2010
16	15/69	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
17	15/46	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS2010
18	15/31	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
19	15/55	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
20	15/37	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
21	15/36	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
22	15/53	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
23	15/30	Nakhon Sawan Rice Seed Center	NA	DS 2010
24	23/2	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
25	23/4	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
26	23/18	Pattani Rice Seed Center	NA	RS 2009
27	23/9	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
28	23/7	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
29	23/3	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
30	23/11	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
31	23/16	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
32	23/5	Pattani Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
33	S58	Suranaree University of Technology	NA ^{1/}	NA

^{1/} NA = data not available, ^{2/} = Rainy Season, ^{3/} = Dry Season

Table 3.2 Lot numbers and seed sources of 31 rice seed lots of RD 6 variety included in the experiment.

No.	Lot No.	Seed Sources	Seed classes	Production
				Seasons and Years
1	7/23	Chiang Mai Rice Seed Center	Registered seed	RS ^{2/} 2009
2	7/19	Chiang Mai Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
3	7/30	Chiang Mai Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
4	17/21	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS 2009
5	17/19	Khon Kaen Rice Seed Center	NA	RS 2009
6	3/40	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS2008
7	3/38	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS 2008
8	3/25	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
9	3/26	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
10	3/22	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
11	13/30	Lampang Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
12	2/151	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
13	2/146	Nakhon Ratchasima Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
14	8/20	Phayao Rice Seed Center	NA	RS 2009
15	8/17	Phayao Rice Seed Center	NA	RS 2009
16	8/9	Phayao Rice Seed Center	NA	RS 2009
17	11/16	Roi Et Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
18	11/8	Roi Et Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
19	11/4	Roi Et Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
20	11/5	Roi Et Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
21	18/17	Sakon Nakhon Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
22	18/13	Sakon Nakhon Rice Seed Center	Certified seed	RS 2009
23	18/3	Sakon Nakhon Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
24	18/6	Sakon Nakhon Rice Seed Center	Registered seed	RS 2009
25	S49	Suranaree University of Technology	NA ^{1/}	NA
26	10/19	Ubon Ratchathani Rice Seed Center	NA	NA
27	10/1	Ubon Ratchathani Rice Seed Center	NA	NA
28	10/6	Ubon Ratchathani Rice Seed Center	NA	NA
29	10/2	Ubon Ratchathani Rice Seed Center	NA	NA
30	12/73	Udon Thani Rice Seed Center	Foundation seed	RS 2010
31	12/89	Udon Thani Rice Seed Center	Foundation seed	RS 2009

^{1/}NA = data not available, ^{2/} = Rainy Season

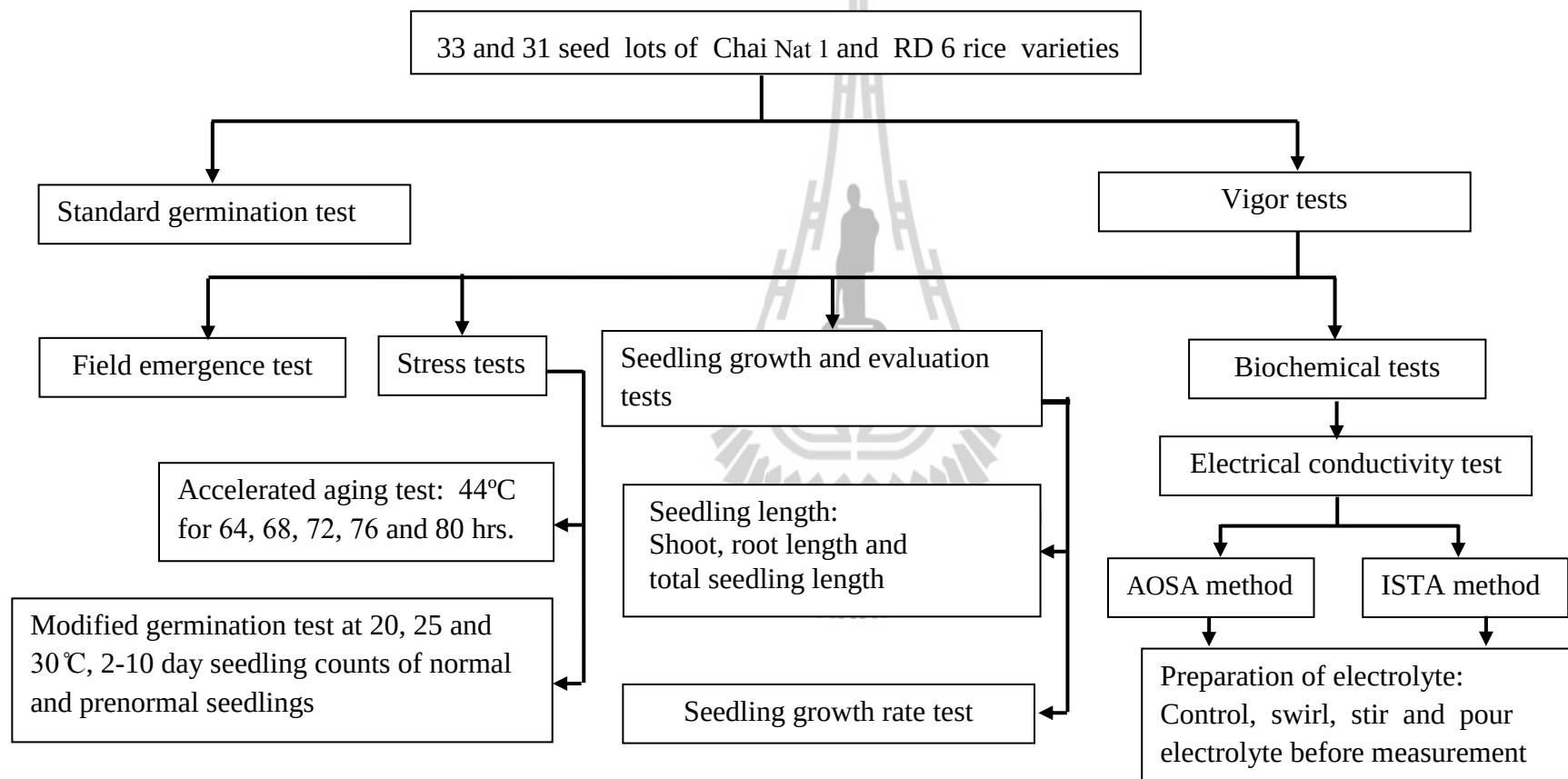


Figure 3.1 Outline of the experiments.

3.5 วิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าว

3.5.1 แผนการทดลอง (experimental design)

ทำการทดลองโดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ ชัยนาท 1 และ กข 6 จำนวนพันธุ์ละ 33 และ 31 ตัวอย่างตามลำดับ นำเมล็ดพันธุ์ไปทดสอบความงอกมาตรฐาน ความงอกในแปลงปลูก และวิธีการทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการต่างๆ อีก 5 วิธี ได้แก่ วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ วิธีทดสอบความงอกประยุกต์ วิธีวัดความยาวยอด ราก และความยาวรวมต้นอ่อน วิธีวัดอัตราการเจริญเติบโตต้นอ่อน และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ จากนั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบทุกวิธีการ ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แยกกันระหว่างพันธุ์ ชัยนาท 1 และ กข 6 วิธีทดสอบความแข็งแรงที่มีความสัมพันธ์ (r) สูงที่สุดและมีนัยสำคัญทางสถิติกับความงอกในแปลงปลูกจะเป็นวิธีทดสอบความแข็งแรงที่ดีที่สุดของแต่ละพันธุ์

3.5.2 ชนิดและจำนวนกรรมวิธีของการทดสอบเมล็ดพันธุ์ (seed testing and treatment)

ทำการทดสอบความงอกมาตรฐาน ความงอกในแปลงปลูก และวิธีทดสอบความแข็งแรงต่างๆ อีก 5 วิธี ตามที่ระบุไว้ข้างล่างนี้

3.5.2.1 ทดสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination test; SG)

3.5.2.2 ทดสอบความงอกในแปลงปลูก (field emergence test; FE)

3.5.2.3 ทดสอบความแข็งแรงในประเภทการทดสอบในสภาพเครียด (stress test) มี 2 กรรมวิธี ได้แก่

1) ทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test; AA) ทำการทดลองใน 5 สภาพ (กรรมวิธี) ตามที่ปรากฏในตารางที่ 3.3

2) ทดสอบความงอกประยุกต์ (modified germination test; MG) 3 กรรมวิธี ได้แก่

2.1) ทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 20°C

2.2) ทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 25°C

2.3) ทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 30°C

3.5.2.4 ทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ในประเภทการทดสอบการเจริญเติบโตและประเมินผลต้นอ่อน (seedling growth and evaluation test) มี 2 วิธี ได้แก่

1) วัดความยาวต้นอ่อน (seedling length) 3 กรรมวิธี

1.1) วัดความยาวยอดต้นอ่อน (seedling shoot length; SL)

1.2) วัดความยาวรากต้นอ่อน (seedling root length; RL)

1.3) วัดความยาวรวมต้นอ่อน (total seedling length; TL)

2) ทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (seedling growth rate test; SGR)

3.5.2.5 ทดสอบความแข็งแรงในประเภทการทดสอบทางชีวเคมี (biochemical test)

มี 1 วิธี ได้แก่วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ (electrical conductivity test; EC) มี 6 กรรมวิธี ได้แก่วิธีแนะนำ 2 กรรมวิธี และวิธีเตรียมสารละลายที่แช่ เมล็ดพันธุ์ก่อนวัดค่า 3 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่แนะนำได้แก่

1) วิธีที่แนะนำโดย AOSA (1983)

2) วิธีที่แนะนำโดย ISTA (1995)

3) วิธีที่แนะนำโดย ISTA (1981)

กรรมวิธีเตรียมสารละลายก่อนวัดค่า 3 กรรมวิธี ได้แก่

1) ไม่มีการเตรียมสารละลาย (control)

2) แกว่งบีกเกอร์ (swirl) 10 วินาที

3) คนด้วยแท่งแก้ว (stir) 10 วินาที

4) เทไปมาระหว่างบีกเกอร์ 2 อัน (pour) 5 ครั้ง

กรรมวิธีแกว่งบีกเกอร์ 10 วินาที เป็นวิธีที่แนะนำโดย AOSA (1983) กรรมวิธี

คนด้วยแท่งแก้ว 10 วินาที เป็นวิธีที่แนะนำโดย ISTA (1995) และวิธีเทไปมาระหว่างบีกเกอร์ 2 อัน 5 ครั้ง ประยุกต์มาจากวิธีที่แนะนำโดย ISTA (1981)

3.5.3 วิธีการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเก็บข้อมูล

3.5.3.1 วิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน เพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวข้าละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ข้าเพาะโดยวิธีมีวนกระดาษ (between paper) ใช้กระดาษเพาะความงอกยี่ห้อ เคียนหงวน รุ่น K13 จำนวน 3 แผ่นต่อ 1 ตัวอย่าง (กว้างxยาว ประมาณ 25x33 ซม. มีน้ำหนักประมาณ 3.5-4.0 กรัม ต่อ 1 แผ่น) เพาะในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25°C และให้แสงวันละ 8 ชม. ประเมินผลความงอกหลังเพาะ 5 และ 10 วัน ตามวิธีการที่ระบุใน ISTA (1999)

เนื่องจากกระดาษยี่ห้อ เคียนหงวน ดังกล่าว ไม่ได้ผลิตมาเพื่อใช้เพาะความงอกโดยตรง มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นมากเกินไป ทำให้เมล็ดพันธุ์ขาดออกซิเจนได้ ต้นอ่อนที่ขาดออกซิเจน จะงอกช้า ยอดและรากจะพอมบาง อย่างไรก็ตาม สำหรับการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวควรปรับความชื้นกระดาษเพาะให้พอดีและเท่ากันทุกตัวอย่าง โดยใช้น้ำประปา 205 ซีซี ต่อกระดาษเพาะความงอก 100 กรัม และควรใช้วิธีสัมผัสกระดาษเพาะร่วมด้วย เพราะถ้าให้ความชื้นกระดาษเพาะจำนวนมากในครั้งเดียว เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที น้ำจะซึมลงไปที่ส่วนล่างของกระดาษเพาะ กระดาษเพาะส่วนล่างจะชื้นเกินไป กระดาษเพาะที่มีความชื้นเหมาะสมสำหรับข้าวคือ

ถ้าใช้น้ำซึ่กกระดาดเพาะที่ให้น้ำแล้ว (กระดาดเพาะหนาประมาณ 2 ซม. ขึ้นไป) จะมีประกายน้ำซึมออกรอบนิ้วมือเพียงเล็กน้อยแล้วซึมหายไปอย่างรวดเร็ว ถ้ากระดาดเพาะหนาไม่ถึง 2 ซม. ให้ทบกระดาดเพาะ 3 ชั้นแล้วจึงกดนิ้วทดสอบ) ทั้งนี้ ควรตรวจสอบความชื้นกระดาดเพาะตลอดช่วงการทดสอบความงอก และให้น้ำเพิ่มแก่กระดาดเพาะได้หากกระดาดเพาะแห้งเกินไป หรือซึบน้ำออกจากกระดาดเพาะถ้าขึ้นเกินไป สำหรับการเพาะเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดพันธุ์ข้าว เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ควรให้กระดาดเพาะมีความชื้นมากกว่านี้เล็กน้อย (อีก 5 ซีซี ต่อกระดาดเพาะ 100 กรัม) หลังจากเพาะแล้วให้ตรวจสอบความชื้นกระดาดเพาะทุกวัน และให้ความชื้นเพิ่มแก่กระดาดให้พอดีทุกวัน

3.5.3.2 วิธีทดสอบความงอกในแปลงปลูก ปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ในโรงเรือนหลังคาพลาสติก เพื่อให้เกิดความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ความงอกในแต่ละกระถางน้อยที่สุด จึงใช้ดินปลูก มทส. เป็นวัสดุปลูก (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผลิตดินปลูกเป็นการค้า องค์ประกอบคือ กากหม้อกรอง โรงงานน้ำตาล : ขุยมะพร้าว : หนาดิน : แกลบดิบ : จี๋ย้าแกลบ อัตรา 1 : 1 : 1 : 1 : 1) ใส่ดินในแต่ละกระถางเท่ากันทุกกระถาง กลบเมล็ดลึก 1 ซม. ให้น้ำทันทีหลังปลูกและให้น้ำหลังปลูกทุกวัน โดยให้น้ำเท่ากันทุกกระถางในปริมาณที่ดินสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ทั้งหมดไม่มีน้ำเหลือซึมออกจากกระถางระบายน้ำที่ก้นกระถาง โดยใช้วิธีทดสอบหาปริมาณน้ำที่ต้องให้ต่อหนึ่งกระถางก่อน แล้วใช้วิธีตวงน้ำ รดลงในทุกกระถางในปริมาณเท่าๆ กัน นับต้นอ่อนที่สมบูรณ์ 10 วันหลังปลูก

3.5.3.3 วิธีทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ทำการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ใส่เมล็ดพันธุ์ในตะแกรงทรงกระบอก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. ขาตะแกรงสูง 3.5 ซม. วางในกระป๋องพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ที่บรรจุน้ำไว้แล้วจำนวน 100 ซีซี ระดับน้ำสูงจากก้นกระป๋อง 1.8 ซม. และห่างจากก้นตะแกรง 2 ซม. วางกระดาดแบบหนาไว้บนตะแกรงเพื่อป้องกันน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวได้ฝากระป๋องหยดถูกเมล็ดพันธุ์ แล้วปิดฝาให้สนิทนำไปเร่งอายุในตู้อบตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3.3 เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาเร่งอายุ นำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความงอกมาตรฐานตามวิธีที่ระบุไว้ในข้อ 3.4.3.1 แต่ให้ความชื้นกระดาดเพาะน้อยกว่าคือ ให้น้ำกระดาดเพาะน้อยลง 15 ซีซี ต่อกระดาดเพาะความงอก 100 กรัม (ให้น้ำกระดาดเพาะ 190 ซีซี ต่อกระดาดเพาะ 100 กรัม) ฉีดพ่นยาเคมีป้องกันเชื้อราที่มีส่วนผสมของ mancozeb และ metalaxyl ชนิดละ 0.2 กรัม ต่อน้ำรวม 1 ลิตร จำนวนประมาณ 1.5-2 ซีซี ลงบนกระดาดเพาะด้วยกระบอกฉีดน้ำ (ปฏิบัติโดยการกดฉีดยาเคมี 3-4 ครั้งจากกระบอกฉีดน้ำ ให้ยาเคมีกระจายครอบคลุมผิวหน้ากระดาดเพาะ) แล้วจึงม้วนกระดาดเพาะ สังกะย้าให้กระดาดเพาะแห้งหรือขึ้นจนเกินไป ทั้งนี้ หลังเพาะให้ตรวจสอบความชื้นกระดาดเพาะทุกวันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

Table 3.3 Five accelerated aging treatments used in the experiment.

Treatments	Temperature (°C)	Hours
1	44	64
2	44	68
3	44	72
4	44	76
5	44	80

3.5.3.4 วิธีทดสอบความงอกประยุกต์ เพาะเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำโดยวิธีม้วนกระดาษ ตามวิธีทดสอบความงอกมาตรฐานในข้อ 3.5.3.1 เพาะเมล็ดพันธุ์ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่มีด ที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30°ซ ที่อุณหภูมิ 20°ซ ประเมินผลความงอกหลังเพาะทุกวัน ตั้งแต่ 6-10 วัน ที่อุณหภูมิ 25°ซ ประเมินผลความงอกหลังเพาะทุกวัน ตั้งแต่ 3-7 วัน และที่อุณหภูมิ 30°ซ ประเมินผลความงอกหลังเพาะทุกวัน ตั้งแต่ 2-5 วัน ในการประเมินแยกประเภทต้นอ่อนเป็น 2 ประเภท คือ

1) ต้นอ่อนก่อนปกติ (prenormal seedling; PNS) ประเมินต้นอ่อนที่มีการงอกของหลอดหุ้มยอด (coleoptile) ออกมาอย่างเด่นชัดแล้ว มีความยาวยอด 0.2-1 ซม. และความยาวรากแรก (primary root) มากกว่า 1.5 ซม. (ภาพที่ 3.1 และ 3.2)

2) ต้นอ่อนปกติ (normal seedling, NS) ประเมินต้นอ่อนที่มีความยาวยอดมากกว่า 1 ซม. และความยาวรากมากกว่า 2 ซม. (ภาพที่ 3.3 และ 3.4) ซึ่งเป็นลักษณะของต้นอ่อนปกติในการทดสอบความงอกมาตรฐาน

3.5.3.5 วิธีวัดความยาวราก ยอด และความยาวรวมต้นกล้า เพาะเมล็ดพันธุ์ซ้ำละ 25 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้กระดาษเพาะตามวิธีทดสอบความงอกมาตรฐานในข้อ 3.5.3.1 ขนาดกระดาษเพาะ กว้างxยาว เท่ากับ 25x50 ซม. วางเมล็ดพันธุ์ตามแนวยาวของกระดาษเพาะเป็นแถวเดียวตรงกลางกระดาษ เอาส่วนรากชี้ลง เพื่อให้รากงอกลงและยอดงอกขึ้น ปิดกระดาษเพาะแผ่นบนแล้วพับกระดาษเพาะเป็น 3 ตอน วางพับกระดาษเพาะเอียง 45 องศา ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่มีด ที่อุณหภูมิ 25°ซ เมื่อครบ 5 วัน นำเฉพาะต้นอ่อนปกติ (normal seedling) มาวัดความยาวรากและยอดเป็น ซม. นำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยความยาวราก ยอด และความยาวรวมของต้นอ่อน

3.5.3.6 วิธีทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน เพาะเมล็ดพันธุ์ซ้ำละ 25 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำโดยใช้กระดาษเพาะตามวิธีวัดความยาวยอดและราก ในข้อ 3.5.3.5 เพาะในที่มืด ที่อุณหภูมิ 25°ซ เมื่อครบ 7 วัน นำเฉพาะต้นอ่อนปกติ (normal seedling) ที่ตัดเอาเฉพาะลำต้นและรากต้นอ่อน ไปอบที่อุณหภูมิ 80°ซ เป็นระยะเวลา 24 ชม. แล้วชั่งน้ำหนักแห้งเป็นกรัม คำนวณน้ำหนัก

แห้งของดินอ่อนเป็นกรัมต่อตัน ตามวิธีที่ระบุไว้ในคู่มือการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ของ ISTA (1983)

3.5.3.7 วิธีทดสอบค่าการนำไฟฟ้า ทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.745 กรัม ละลายน้ำ 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.01M และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายมาตรฐานคือ $1,273 \mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 20°C การเตรียมเมล็ดพันธุ์ นับเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 และ 50 เมล็ดตามที่ระบุโดยวิธี AOSA (1983) และ ISTA (1995) ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ด้วยทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทำการทดสอบตามขั้นตอนวิธีมาตรฐานที่ระบุโดย AOSA (1983) และ ISTA (1995) และกรรมวิธีเตรียมสารละลายที่แช่เมล็ดก่อนวัดค่าการนำไฟฟ้า 3 กรรมวิธี ดังนี้

1) การทดสอบค่าการนำไฟฟ้าตามวิธี AOSA (1983) แช่เมล็ดพันธุ์ ซ้ำละ 25 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ในน้ำปราศจากประจุ (de-ionization) 75 มล. ในบีกเกอร์ขนาด 150 ซีซี ที่อุณหภูมิ 20°C นาน 24 ชม. แล้วนำสารละลายที่แช่เมล็ดพันธุ์มาวัดค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 20°C ทันที

2) การทดสอบค่าการนำไฟฟ้าตามวิธี ISTA (1995) แช่เมล็ดพันธุ์ซ้ำละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ ในน้ำปราศจากประจุ (de-ionization) 250 มล. ในบีกเกอร์ขนาด 600 ซีซี ที่อุณหภูมิ 20°C นาน 24 ชม. แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 20°C ทันที

กรรมวิธีเตรียมสารละลายก่อนวัดค่าการนำไฟฟ้ามี 3 วิธี ดังนี้

- 1) วัดปกติ (control)
- 2) แกว่งบีกเกอร์ (swirl) 10 วินาที
- 3) คนด้วยแท่งแก้ว (stir) 10 วินาที
- 4) เทไปมาระหว่างบีกเกอร์ (pour) 2 อัน 5 ครั้ง

แต่ละกรรมวิธีวัดค่าที่ระดับอิเล็กโทรด ห่างจากเมล็ด 0.5 มม.

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์หว่าเรียนส์ ของข้อมูล (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16 for window วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทุกวิธีการด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r)

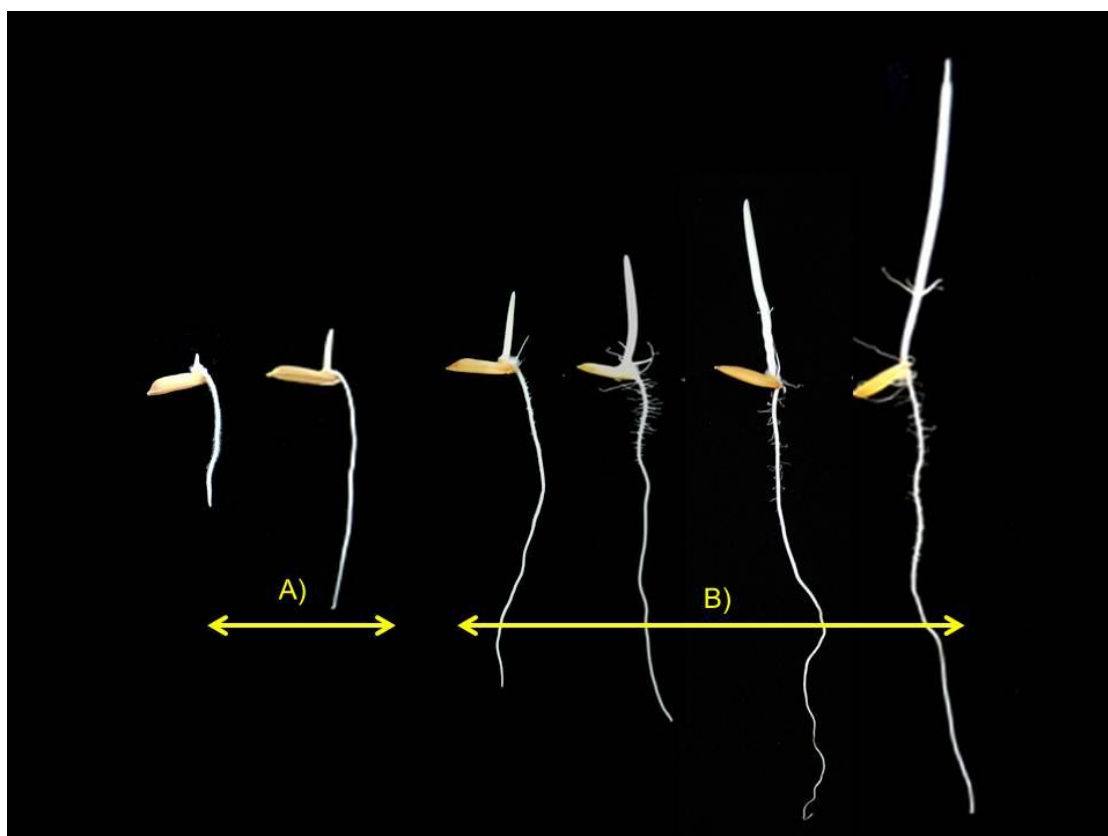


Figure 3.2 Characteristics of Chai Nat 1 rice seedlings in the modified germination test classified for A) Prenormal seedlings (PNS), seedling shoots are 0.2-1 cm long and primary roots are longer than 1.5 cm B) Normal seedlings (NS), seedling shoots and primary roots are longer than 1.0 and 2.0 cm, respectively.

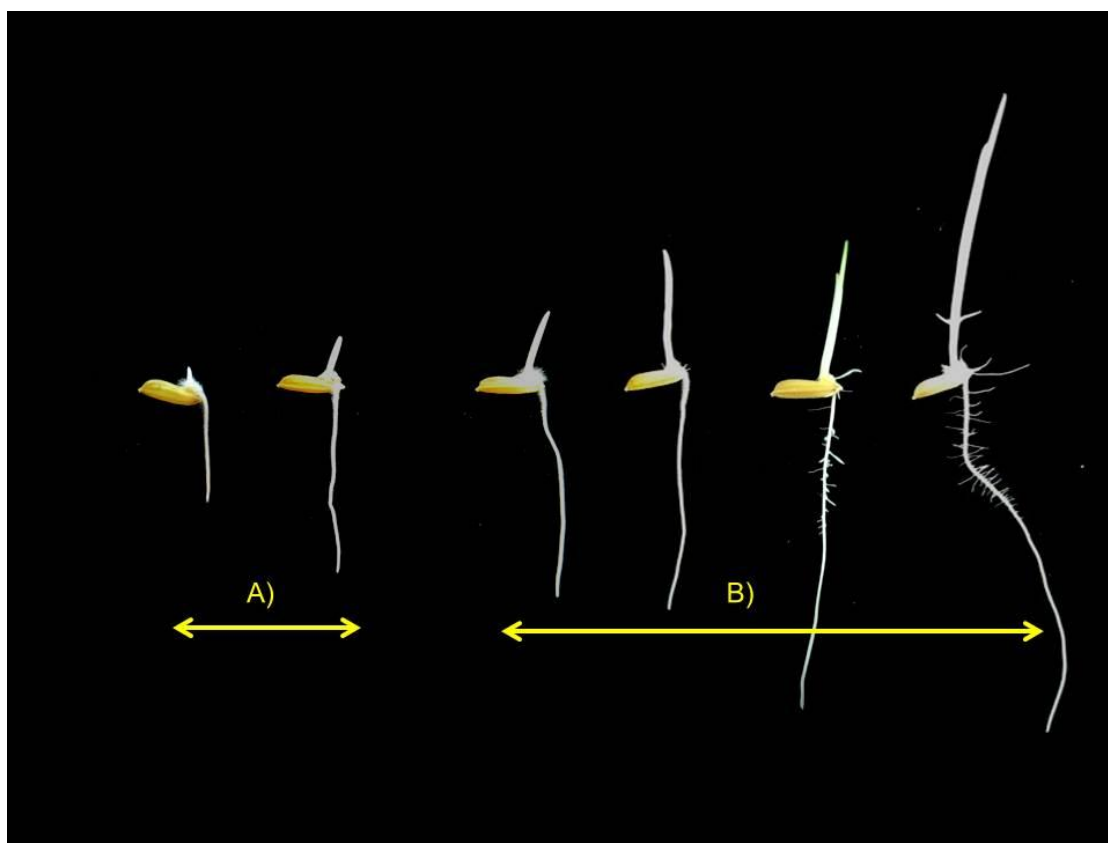


Figure 3.3 Characteristics of RD 6 rice seedlings in the modified germination test classified for A) Prenormal seedlings (PNS), seedling shoots are 0.2-1 cm long and primary roots are longer than 1.5 cm B) Normal seedlings (NS), seedling shoots and primary roots are longer than 1.0 and 2.0 cm, respectively.

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

เนื่องจากงานวิจัยของ Chhetri (2009) พบว่าสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°C นาน 72 ชม. วิธีการวัดความยาวยอดต้นอ่อน และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยวิธี AOSA เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่แม่นยำในเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ไทยแบบรวมพันธุ์ การวิจัยครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาหาระยะเวลาเร่งอายุที่แม่นยำที่สุด สำหรับการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44°C และมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีความนิยมปลูกและมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวในปริมาณที่สูงที่สุด (สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว, 2553) นอกจากนี้ต้องการยืนยันผลของวิธีการวัดความยาวต้นอ่อน และวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า กับพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 อีกทั้งศึกษาหาวิธีการอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อใช้เป็นวิธีทางเลือก หรือนำมาใช้ประเมินความแข็งแรงร่วมกันกับวิธีอื่นๆ

ทำการทดลองในเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 จำนวนพันธุ์ละ 33 และ 31 ตัวอย่าง เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่ใช้ในการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน 47.33-98.00% และความงอกในแปลงปลูก ตั้งแต่ 28.66-91.44% ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ กข 6 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน 0.00-98.67% และความงอกในแปลงปลูก ตั้งแต่ 1.60-93.60% นำมาศึกษาหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงทั้ง 3 ประเภท คือ การทดสอบในสภาพเครียด การทดสอบการเจริญเติบโตและประเมินต้นอ่อน และการทดสอบทางชีวเคมี รวม 7 วิธี และวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างวิธีการทดสอบความแข็งแรงทุกวิธีการกับความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูก เพื่อหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพในแต่ละพันธุ์

4.1 ผลการทดสอบความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6

ผลการทดสอบความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.1 พบว่าเมล็ดพันธุ์จำนวนทั้ง 33 ตัวอย่าง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ตั้งแต่ 47.33-98.00% และมีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความงอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานทั้ง 33 ตัวอย่าง เท่ากับ 89.60% เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกในสภาพแปลงปลูกพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงมีความแตกต่างกันทาง

สถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) เช่นกัน และมีช่วงเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูก 28.66-91.44% โดยมีค่าเฉลี่ย 78.50%

ผลการทดสอบความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าวในพันธุ์ กข 6 แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.2 พบว่าเมล็ดพันธุ์จำนวนทั้ง 31 ตัวอย่าง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ตั้งแต่ 0.00-98.67% ซึ่งมีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความงอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานทั้ง 31 ตัวอย่าง เท่ากับ 86.00% เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกในสภาพแปลงปลูกพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เช่นกัน และมีช่วงเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูก 1.60-93.60% มีค่าเฉลี่ย 77.40%

สรุปได้ว่าตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์ที่นำมาใช้ทดลองมีคุณภาพแตกต่างกันทั้งในด้านเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูก หรือมีความแข็งแรงต่างกัน จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน กล่าวคือมีความงอกเฉลี่ยในแปลงปลูกต่ำกว่าความงอกมาตรฐานเฉลี่ย 11.10 และ 8.60% ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกของแต่ละตัวอย่างก็พบเช่นเดียวกันว่าส่วนใหญ่แล้ว เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกจะต่ำกว่าความงอกมาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าความงอกมาตรฐานนั้นไม่สามารถทำนายความงอกในแปลงปลูกได้ เนื่องจากความงอกมาตรฐานเป็นการทดสอบศักยภาพในการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ให้ปัจจัยในการงอกที่เหมาะสมมากที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกจะขึ้นกับความแปรปรวนของสภาพแปลงปลูกและระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (ธวัชชัย ทิมชุมเหิธร, 2554)

สำหรับการทดลองในพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าตัวอย่างที่ 2/26 มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุด คือ 59.34% โดยมีความงอกมาตรฐาน 90.00% และความงอกในแปลงปลูก 30.66% (ตารางที่ 4.1) สำหรับพันธุ์ กข 6 ตัวอย่างที่ 7/23 มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานและความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุด คือ 23.60% โดยมีความงอกมาตรฐาน 92.00% และความงอกในแปลงปลูก 68.40% (ตารางที่ 4.2) เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ของความงอกมาตรฐานกับความงอกในแปลงปลูกใน ตารางที่ 4.3 พบว่า ความงอกมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $r = 0.698^{**}$ และ 0.785^{**} ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานสามารถทำนายความงอกในแปลงปลูกได้เพียงระดับปานกลางเท่านั้น สาเหตุที่เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถทำนายความแข็งแรงได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น เพราะข้าวเป็นพืชรูปร่างพืชราก เมล็ดมีแป้งมากและมีเปลือกปกป้องส่วนต้นอ่อนภายใน ทำให้เสื่อมความงอกได้ช้าและเก็บรักษานาน มักจะ

ไม่มีปัญหาเรื่องความแข็งแรง ยกเว้นว่าจะเก็บไว้นาน เช่นจำหน่ายไม่หมด หรือสภาพแปลงปลูกแปรปรวนสูงมาก อย่างไรก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ของความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ ยังไม่สูงพอที่จะใช้เป็นวิธีทดสอบความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพสูงได้

ดังนั้นในทางปฏิบัติเปอร์เซ็นต์ความงอกจะไม่สามารถทำนายเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลงปลูกจริงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีความแปรปรวนสูง เช่น อุณหภูมิแปลงนาสูงหรือต่ำเกินไป ปริมาณความชื้นในดินต่ำ (หว่านสำรวจ) มีฝนตกชุกในช่วงปลูกมาก ปลูกโดยวิธีขังน้ำท่วมแปลง (น่าน้ำตม) การเตรียมดินที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ความงอกจะยังมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกต่ำลงมาก (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2533; วันชัย จันทรประเสริฐ และคณะ, 2539; วันชัย จันทรประเสริฐ และคณะ, 2543; มนัสชนก กองดิน, 2555; Baskin และคณะ (1993); Chea, 2006; Chhetri, 2009) Ali และคณะ (2003) แสดงให้เห็นว่าในเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างที่เมื่อดินชื้นและเย็น ความงอกเฉลี่ยจะลดลงจากสภาพที่เหมาะสมจาก 86.5% เป็น 65.9% และความสัมพันธ์ของความงอกมาตรฐานกับความงอกในแปลงจะลดลงจาก $r = 0.825^{**}$ เป็น 0.501^{**} ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบหาระดับความแข็งแรงก่อนที่ระดับความงอกมาตรฐานจะลดลงเพื่อใช้ทำนายความสามารถในการงอกในแปลงในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนหรือหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนนำไปปลูก

4.2 ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีเร่งอายุ

วิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงในสภาพเครียด (stress test) ทำการศึกษาสภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ด้วยอุณหภูมิ 44°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 64, 68, 72, 76 และ 80 ชม. ซึ่งระยะเวลาเร่งอายุห่างกันระหว่างแต่ละกรรมวิธีเพียง 4 ชม. ทั้งนี้เพื่อหาระยะเวลาเร่งอายุที่แม่นยำที่สุดในแต่ละพันธุ์ ที่อุณหภูมิ 44°C

เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุ แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยความงอกหลังเร่งอายุของแต่ละสภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความงอกเฉลี่ยหลังเร่งอายุเฉลี่ยของทุกระยะเวลามีค่าต่ำกว่าความงอกมาตรฐานเฉลี่ย ความงอกเฉลี่ยหลังเร่งอายุลดลงตามระยะเวลาเร่งอายุที่มากขึ้น ในพันธุ์ชัยนาท 1 การเร่งอายุทำให้ความงอกมาตรฐานลดลงเล็กน้อยจาก 89.60 ลงสู่ระดับ 85.64-89.25% และ กข 6 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°C 64 ชม. ให้ค่าเฉลี่ยความงอกหลังเร่งอายุสูงที่สุด คือ 88.86% ในขณะที่การเร่งอายุที่ 44°C 80 ชม. ให้ค่าเฉลี่ยความงอกต่ำที่สุด คือ 81.55%

สำหรับค่าความสัมพันธ์ของวิธีการเร่งอายุที่ระยะเวลากัน กับความงอกในแปลงปลูก พบว่าในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°C 80 ชม. มีค่าความสัมพันธ์กับความ

งอกในแปลงปลูกสูงที่สุด คือ $r = 0.806^{**}$ และในพันธุ์ กข 6 สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°ซ 64 ซม. มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุดที่ $r = 0.910^{**}$ (ตารางที่ 4.3)

ในกรณีของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เดิมนั้น Chhetri (2009) ได้แนะนำสภาพการเร่งอายุสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวรวมพันธุ์ (general recommendation) ที่ 44°ซ 72 ซม. ($r = 0.89^{**}$) นั้น และตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ต้องการทราบระยะเวลาการเร่งอายุที่แม่นยำที่สุดสำหรับใช้กับเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 และ กข 6 ที่ 44°ซ นั้น สามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่แม่นยำที่สุดสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์อาจแตกต่างกันไปได้ ขึ้นกับความแข็งแรงตามพันธุกรรมของพันธุ์นั้นๆ ซึ่งควรทำการศึกษาเฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละพันธุ์โดยละเอียด สำหรับข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 นั้นสามารถใช้ระยะเวลาเร่งอายุที่ 80 ซม. เช่นเดียวกับในข้าวทั่วๆ ไป แต่สำหรับพันธุ์ กข 6 จำเป็นต้องลดระยะเวลาเร่งอายุมาเป็นเพียง 64 ซม. จึงจะมีความแม่นยำสูงที่สุด

ถึงแม้ว่าวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ประหยัด ไม่ต้องการความชำนาญพิเศษ และมีความสัมพันธ์สูงกับความงอกในแปลงปลูกและอายุการเก็บรักษา แต่คู่มือการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ของ ISTA (1995) และ AOSA (1983) ยังไม่เคยระบุคำแนะนำสภาพการเร่งอายุสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ ผลการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวในข้าวพันธุ์ไทย ที่ Chhetri (2009) เคยวิจัยและแนะนำให้ใช้สภาพเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวรวมพันธุ์ที่ 44°ซ นาน 72 ซม. ($r = 0.89^{**}$) และปฏิมาภรณ์ ไชเย็น (2556) ได้ทดสอบยืนยันในพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 15 พบว่าในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°ซ 72 ซม. และ 44°ซ 76 ซม. มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกัน คือ $r = 0.887^{**}$ และ 0.886^{**} ตามลำดับ และในพันธุ์ กข 15 สภาพการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่ 44°ซ 80 ซม. มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุดที่ $r = 0.913^{**}$

4.3 ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีการทดสอบความงอกประยุกต์

วิธีการทดสอบความงอกประยุกต์เป็นวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 25°ซ ในตู้เพาะที่ให้แสงวันละ 8 ชม. มาเป็นการทดสอบที่สภาพอุณหภูมิ 20, 25 และ 30°ซ ในตู้เพาะที่มีด และประเมินต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติ (normal seedling) และแบบก่อนปกติ (prenormal seedling) ตามที่ระบุไว้ในภาพที่ 3.2-3.3 ที่ระยะเวลาการเพาะต่างๆ กันตั้งแต่ 2-10 วัน ขึ้นกับอุณหภูมิเพาะ วิธีนี้จึงเป็นการทดสอบโดยให้ความเครียดร่วมกับการจำแนกประเภทต้นอ่อน และความเร็วในการงอก

ผลการทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 20°C แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นที่ 6 วันหลังเพาะ นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนก่อนปกติ เพราะยังไม่มีการงอกของเมล็ด และเมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 พันธุ์ มีความงอกที่ 9 วัน ต่ำกว่าความงอกมาตรฐานมาก (52.51% เทียบกับ 89.60% ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ 70.19% เทียบกับ 86.00% ในพันธุ์ กข 6) จึงจะเห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์อ่อนไหวต่ออุณหภูมิ 20°C มีผลกระทบทำให้งอกช้าลง

ผลการทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 25°C ที่ 3-7 วัน แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.6-4.7 พบว่าในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ทุกกรรมวิธี ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของทุกตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นที่ 3 วัน นับแบบต้นอ่อนปกติ ที่ยังไม่มีการงอกเกิดขึ้น ที่อุณหภูมิ 25°C แม้จะเป็นอุณหภูมิเดียวกับการทดสอบความงอกมาตรฐาน แต่เป็นการเพาะแบบไม่ให้แสงนั้น การพัฒนาต้นอ่อนเป็นต้นอ่อนปกติจะช้ากว่าการเพาะแบบทดสอบความงอกมาตรฐานที่ให้แสงในการเพาะวันละ 8 ชม. จึงสามารถพัฒนาเป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้

ผลการทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิ 30°C ที่ 2-5 วัน แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.8-4.9 พบว่าที่ 30°C เมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ สามารถงอกได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะที่การนับแบบก่อนต้นอ่อนปกติ สามารถงอกได้เร็วกว่าที่ 25°C ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นที่ 2 วัน ที่นับต้นอ่อนแบบก่อนต้นอ่อนปกติ ในทั้งพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 เพราะเมล็ดยังไม่งอก

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30°C และวิธีการประเมินต้นอ่อนทั้ง 2 ประเภท ที่ 2-10 วันหลังเพาะขึ้นกับอุณหภูมิเพาะนั้น สรุปได้ว่าการทดสอบความงอกประยุกต์ที่ 20°C กรรมวิธีที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับความงอกในแปลงปลูก ในพันธุ์ชัยนาท 1 คือการนับต้นอ่อนแบบก่อนต้นอ่อนปกติที่ 7 วันหลังเพาะ มีค่าความสัมพันธ์ที่ $r = 0.728^{**}$ สำหรับพันธุ์ กข 6 การนับต้นอ่อนแบบก่อนต้นอ่อนปกติที่ 9 วันหลังเพาะ มีค่าความสัมพันธ์ที่ $r = 0.812^{**}$ ส่วนผลการทดสอบความงอกประยุกต์ที่ 25°C พบว่าวิธีที่ได้ผลแม่นยำสูงที่สุดคือการนับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนก่อนปกติที่ 6 วัน และนับต้นอ่อนก่อนปกติและต้นอ่อนก่อนปกติที่ 7 วัน มีค่า $r = 0.841^{**}$, 0.840^{**} และ 0.840^{**} ตามลำดับ ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ แม่นยำที่สุดใน กข 6 เมื่อเพาะ 5 และ 6 วัน นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติ มีค่า $r = 0.870^{**}$ และ 0.877^{**} ส่วนที่อุณหภูมิ 30°C พบว่ากรรมวิธีที่มีความแม่นยำที่สุดเป็นการนับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติที่ 5 วัน มีค่าสหสัมพันธ์ 0.880^{**} และ 0.923^{**} ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีที่กล่าวมาข้างต้นมีประสิทธิภาพในการทดสอบความแข็งแรงสูงกว่าวิธีการทดสอบความงอกมาตรฐานมาก (ตารางที่ 4.10-4.12)

โดยสรุปแล้ว ในวิธีทดสอบความงอกประยุกต์ที่อุณหภูมิต่างๆ วิธีการทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ 30°C เพาะในที่มืด นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติ ที่ 5 วัน เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่ต้องการความรวดเร็วในการทดสอบและไม่ต้องการความแม่นยำที่สูงที่สุด สามารถใช้วิธีทดสอบที่อุณหภูมิ 30°C นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนก่อนปกติ ที่ 3 วัน ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกเท่ากับ 0.841** ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ 0.856** ในพันธุ์ กข 6 ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่สะดวกที่จะเพาะที่อุณหภูมิ 30°C เช่นผู้ควบคุมอุณหภูมิไม่พอ สามารถใช้ตู้เพาะที่มีอุณหภูมิ 25 °C อยู่แล้ว เพาะที่ 6 วัน ในที่มืด นับต้นอ่อนก่อนปกติที่ 6 วัน ในพันธุ์ชัยนาท 1 ($r = 0.841^{**}$) และเพาะที่ 6 วัน ในที่มืด นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกมาตรฐานในพันธุ์ กข 6 ($r = 0.870^{**}$) ซึ่งให้ค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ระดับสูงที่ยอมรับได้

สำหรับการทดสอบความแข็งแรงโดยเพาะทดสอบที่อุณหภูมิดำเนิน เป็นการทดสอบโดยให้สภาพเครียดจากอุณหภูมิดำและเหมาะสมกับพืชทั้งในเขตหนาวและร้อน โดยเรียกว่า วิธีการทดสอบความแข็งแรงในสภาพอากาศเย็น (cool test) ใช้อุณหภูมิ 18°C และเป็นวิธีที่ AOSA (1983) แนะนำให้ใช้ในเมล็ดพันธุ์ฝ้าย โดยใช้เวลาทดสอบ 7 วัน ในกรณีของเมล็ดพันธุ์ข้าวซึ่งอ่อนไหวต่ออุณหภูมิดำและผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเบื้องต้นแล้วเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่สามารถงอกได้ที่อุณหภูมิดังกล่าว (18°C) จึงต้องทำการวิจัยทดสอบการงอกที่อุณหภูมิ 20°C แทน และต้องใช้เวลาทดสอบนานถึง 9 วัน สำหรับที่อุณหภูมิสูงกว่า 30°C ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ที่อุณหภูมิ 35°C เมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ส่วนใหญ่เป็นต้นอ่อนผิดปกติและเมล็ดตาย และด้วยเหตุผลที่ การเพาะที่อุณหภูมิ 30°C นั้นเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มงอกได้ตั้งแต่ 2 วัน ซึ่งเร็วมากแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องทดสอบที่ 35°C

อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด (optimum temperature) ที่เมล็ดจะงอกได้ขึ้นกับชนิดของพืช อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดและอุณหภูมิสูงสุดในการงอกของเมล็ดพืชส่วนใหญ่อยู่ที่ 15-30°C และ 30-40°C ตามลำดับ (Hardegree, 2006) การศึกษาให้ทราบถึงอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์จะงอกได้สามารถใช้ทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิไม่เหมาะสมได้ (Tilebeni, 2012) โดยทั่วไปแล้ว พืชในเขตหนาวสามารถงอกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่าพืชในเขตร้อน พืชป่า (wild species) สามารถงอกได้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่าพืชปลูก (domesticated plants) Tilebeni (2012) พบว่าอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวงอกได้แตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ช่วงอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวงอกได้คืออยู่ในช่วง 20-33°C อุณหภูมิที่เมล็ดข้าวงอกได้ดีที่สุดคือ 27-30°C งอกได้เร็วที่สุดที่ 30°C และเมล็ดข้าวไม่สามารถงอกได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 °C และสูงกว่า 40°C และเปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกจะลดลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16 และอุณหภูมิสูงกว่า 36°C

4.4 ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ในประเภทการทดสอบการเจริญเติบโตและประเมินผลต้นอ่อน

ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวราก ยอด และความยาวรวมต้นอ่อน และน้ำหนักแห้งของต้นอ่อน ของตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทั้งเมล็ดพันธุ์ชัยนาท 1 (ตารางที่ 4.13) และพันธุ์ กข 6 (ตารางที่ 4.14) ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความยาวเฉลี่ยราก ยอด และความยาวรวมต้นอ่อน 9.8, 5.0 และ 14.8 ซม. ตามลำดับ สำหรับต้นอ่อนพันธุ์ กข 6 มีความยาวเฉลี่ยราก ยอด และความยาวรวมต้นอ่อน 11.0, 5.4 และ 16.4 ซม. ตามลำดับ โดยพันธุ์ กข 6 มีความยาวเฉลี่ยของทั้ง ราก ยอด และความยาวรวมต้นอ่อน ยาวกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 1.2, 0.4 และ 1.6 ซม. ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักแห้งต้นอ่อนของต้นอ่อนพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 มีน้ำหนัก 4.10 และ 5.91 มก. ต่อต้น ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบความงอกในแปลงปลูกกับวิธีวัดความยาวต้นอ่อน ของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีทิศทางไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ วิธีวัดความยาวรวม ความยาวยอด และความยาวรากต้นอ่อน มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน เมล็ดพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความงอกในแปลงปลูกกับความยาวราก ความยาวยอด และความยาวรวมต้นอ่อน เท่ากับ 0.825**, 0.755** และ 0.812** ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ กข 6 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความงอกในแปลงปลูกกับความยาวราก ความยาวยอด และความยาวรวมต้นอ่อน เท่ากับ 0.899**, 0.883** และ 0.921** ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15)

ผลการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการยืนยันรายงานของ Chea (2006) และ Chhetri (2009) ที่รายงานก่อนหน้านี้ว่า ความยาวยอดมีความสัมพันธ์สูงกับความงอกในแปลงปลูกและใช้เป็นวิธีทดสอบความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ โดย Chea (2006) รายงานความสัมพันธ์นี้ในพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 12 เดือน ในการปลูกแบบเมล็ดแห้งในนํ้าตาม ($r = 0.49^{**}$) และการปลูกแบบหุ้มเมล็ดก่อนหว่านในนํ้าตาม (0.63^{**}) ในขณะที่ Chhetri (2009) รายงานการทดลองในเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ พิชญ์โลก 1 ว่าวิธีวัดความยาวยอด มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก ที่ $r = 0.75^{**}$ ในขณะที่ ความยาวรากและความยาวต้นอ่อนรวมมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก 0.56^{**} และ 0.63^{**} ตามลำดับ) ดังนั้น จึงพอจะเป็นการยืนยันได้ว่า ความยาวราก ยอด หรือความยาวรวมต้นอ่อน มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว ขึ้นกับพันธุ์และสภาพของแปลงปลูกว่าความยาวของยอด ราก หรือความยาวรวมจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

อย่างไรก็ตาม การวัดความยาวต้นอ่อน ใช้เวลานาน ในทางปฏิบัติน่าจะปรับใช้วิธีนี้ให้มี

ความสะดวกและรวดเร็ว วิธีที่น่าจะปรับใช้โดยต้องมีการทดลองก่อนคือ การเพาะเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเพาะบนกระดาษในจานแก้ว หรือวางเรียงในกระป๋องเพาะ 45 องศา ในวิธีเพาะแบบม้วนกระดาษเพาะ เพื่อให้ยอดขึ้นและรากชี้ลง แล้วแยกประเภทต้นอ่อนที่มีความยาวยอด ราก หรือความยาวรวม ที่ต่างกันตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยไม่ต้องวัดความยาวต้นอ่อนทุกต้น ซึ่งเป็นหลักการของวิธีทดสอบความแข็งแรงตามวิธีแยกประเภทต้นอ่อน (seedling vigor classification) ซึ่งวิธีนี้ สุนทรี ตั้งชูยง (2555) รายงานไว้ใน การทดสอบเบื้องต้นว่าในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ที่จำแนกต้นอ่อนที่มียอดยาวตั้งแต่ 0.8 ซม. และรากยาวกว่า 3 ซม. หลังเพาะ 4 วัน มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ $r = 0.826^{**}$

สำหรับวิธีวัดการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (วัดน้ำหนักแห้งของต้นอ่อน) แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าความงอกมาตรฐานมาก (ตารางที่ 4.15) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chea (2006) ที่พบว่าวิธีวัดการเจริญเติบโตของต้นอ่อนในพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่เก็บรักษามาแล้ว 12 เดือน มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกเพียง 0.53^{**} และ Chhetri (2009) ที่พบความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 และ พิชญโลก 1 เพียง 0.55^{**} จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวิธีทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว ทั้งนี้ อาจจะเนื่องมาจากต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวมียีนขนาดเล็กมาก และมีน้ำหนักแห้งต่อต้นไม่มาก

4.5 ผลการศึกษาวิธีการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า

วิธีการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวทางชีวเคมีที่ให้ผลการทดสอบรวดเร็ว สามารถทราบผลการทดสอบได้ในเวลาเพียง 24 ชม. วิธีการที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วยวิธีที่แนะนำโดย AOSA (1983) ISTA (1981) และ ISTA (1995) และเตรียมสารละลายก่อนวัดค่า 4 กรรมวิธี

ผลการทดลองปรากฏในตารางที่ 4.16 และ 4.17 ซึ่งพบว่าทุกกรรมวิธีตรวจพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ทั้งสองพันธุ์ วิธีการเตรียมสารละลายก่อนการวัด 4 กรรมวิธี ได้แก่ วิธีควบคุม (ไม่มีการบกรวณสารละลายก่อนวัดค่า) การแกว่งบีกเกอร์ 10 วินาที การคนด้วยแท่งแก้ว 10 วินาที และการเทสารละลายไปมาระหว่างบีกเกอร์ 2 อัน 5 ครั้ง ตามวิธีของ AOSA วัดค่าการนำไฟฟ้าเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ได้สูงกว่าวิธีของ ISTA การที่ค่าการนำไฟฟ้าระหว่างวิธีการทั้ง 2 แตกต่างกันอย่างมากระหว่างทั้ง 2 วิธีการใช้จำนวนเมล็ดพันธุ์และปริมาณน้ำปราศจากประจุที่ใช้แช่เมล็ดพันธุ์ต่างกันมาก จึงไม่สามารถนำค่าการนำไฟฟ้าทั้ง 2 วิธีการมาเปรียบเทียบกัน

ในกรณีของวิธี AOSA เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าของวิธีการเตรียมสารละลายก่อนวัดค่า 4 กรรมวิธี มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของทั้งวิธีควบคุม แกว่งปิกเกอร์ 10 วินาที คนด้วยแท่งแก้ว 10 วินาที และเทไปมาระหว่างปิกเกอร์ 2 อัน 5 ครั้ง มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยไม่ต่างกันทางสถิติ ทั้งในทั้ง 2 พันธุ์ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน ระหว่างกรรมวิธีทั้ง 4 กับวิธี ISTA (ตารางที่ 4.16-4.17) (ไม่ได้แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติไว้ในตาราง) เมื่อวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของกรรมวิธีเตรียมสารละลายก่อนวัดค่าทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่าในแต่ละวิธีการ มีค่าความสัมพันธ์แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยที่วิธี AOSA มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงกว่าวิธี ISTA ในทั้ง 2 พันธุ์ (ตารางที่ 4.18)

ในกรณีของพันธุ์ชยันต 1 วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดได้แก่วิธี AOSA ที่ไม่ต้องเตรียมสารละลายก่อนวัดค่า และ วิธีคนสารละลายก่อนวัดค่า ($r = -0.785^{**}$ เท่ากัน) รองลงมาได้แก่วิธี AOSA ที่แกว่ง และเทสารละลายก่อนวัดค่า ซึ่งมีค่า r ใกล้เคียงกับวิธีดังกล่าวข้างต้น ($r = -0.783^{**}$ และ -0.764^{**} ตามลำดับ) สำหรับพันธุ์ กข 6 วิธีที่ดีที่สุดเหมือนกับพันธุ์ชยันต 1 คือ วิธี AOSA ที่ไม่มีการรบกวนสารละลายก่อนวัดค่า และวิธีคนสารละลายก่อนวัดค่า ($r = -0.798^{**}$ เท่ากัน) และวิธีที่รองลงมาได้แก่วิธี AOSA เทสารละลาย และแกว่งสารละลาย ก่อนวัดค่า ($r = -0.779^{**}$ และ 0.774^{**} ตามลำดับ)

ตามทฤษฎีของการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การสูญเสียสภาพของเมมเบรนทำให้เกิดการรั่วไหลของสารละลายออกจากเซลล์มากขึ้น เป็นอาการเสื่อมที่เกิดขึ้นเป็นลำดับแรก (McDonald, 1999; AOSA, 1983) ดังนั้นในทางทฤษฎี วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าที่รั่วไหลจากเมล็ด จึงควรเป็นวิธีทดสอบความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะสามารถตรวจจับการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ได้เร็วที่สุด นอกจากนี้การทดสอบยังใช้เวลาสั้นเพียง 24 ชม. วิธีการไม่ซับซ้อน และเครื่องมือมีราคาไม่สูงมากนัก ผลการทดลองที่สนับสนุนทฤษฎีนี้ได้แก่ การทดลองของ Chhetri (2009) ในเมล็ดพันธุ์ข้าวซึ่งวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าตามวิธี AOSA (1983) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีเร่งอายุในการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ของไทย 6 พันธุ์ รวม 60 ตัวอย่าง มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก -0.86^{**} และซึ่งใกล้เคียงกับวิธีเร่งอายุ ($r = 0.89^{**}$) ในทางตรงข้าม Chea (2006) รายงานค่าความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียง -0.34^{**} และการทดลองส่วนใหญ่ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพบว่าวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการประเมินความมีชีวิต (viability) แต่ยังคงขาดความแม่นยำในการตรวจสอบความแข็งแรง (มนัสชนก กองดิน, 2556; เชิดชาย วงศ์คำ, 2542; อารมย์ ศรีพิจิตร, 2544; Marwanto, 2004)

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า ตามวิธี AOSA (1983) สามารถทำนายความงอกในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าว ทั้ง 2 พันธุ์ได้ ในระดับที่เท่ากับวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน ในพันธุ์ กข 6 และ ดีกว่าความงอกมาตรฐานเพียงเล็กน้อยในพันธุ์ ชยันต 1 จึงไม่มีประสิทธิภาพในการทดสอบความแข็งแรง แต่สามารถใช้เป็นวิธีทดสอบทดแทนความงอกมาตรฐาน

ได้โดยทราบผลภายใน 24 ชั่วโมง

สำหรับวิธีการเตรียมสารละลายก่อนวัดค่าทั้ง 4 กรรมวิธี มีค่าการนำไฟฟ้าที่ได้ใกล้เคียงกันมาก จึงไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ที่อาจจะตกตะกอนก่อนวัดค่า อย่างไรก็ตามในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง มนัสชนก กองดิน (2556) พบว่าวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในระดับเดียวกับความมอดมาตรฐานเท่านั้น ซึ่งเป็นวิธีการของ ISTA (1995) และต้องเทสารละลายไปมาระหว่างบีกเกอร์ให้ตะกอนฟุ้งกระจายก่อนวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการทดลองระหว่างวิธี AOSA (1983) และ ISTA (1995) รวมทั้งวิธีการเตรียมสารละลายก่อนวัดค่าที่เฉพาะเจาะจงกับเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด

ความสับสนของวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นเมื่อคู่มือการทดสอบความแข็งแรงของ AOSA (1983), ISTA (1981) และ ISTA (1995) กำหนดวิธีการทดสอบที่ต่างกันไปได้แก่ จำนวนเมล็ดและปริมาณน้ำที่ใช้ และวิธีการเตรียมสารละลาย (วิธีการกวนสารละลายก่อนการวัด) การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีเหล่านี้ในเมล็ดพันธุ์ข้าว ผลการทดลองสรุปได้ชัดเจนว่าวิธีการของ AOSA (1983) และ ISTA (1995) วัดค่าการนำไฟฟ้าได้ต่างกันเนื่องจากใช้จำนวนเมล็ดและปริมาณน้ำต่างกันมาก แต่วิธีการเตรียมสารละลายทั้ง 4 กรรมวิธีคือ วิธีควบคุม แกว่ง 10 วินาที คนด้วยแท่งแก้ว 10 วินาที และเทไปมาระหว่างบีกเกอร์ 5 ครั้ง วัดค่าได้ไม่แตกต่างกันในแต่ละวิธีการ แม้วิธีคนด้วยแท่งแก้ว และวิธีควบคุม ให้ค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงที่สุด โดยวิธีของ AOSA (1983) มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงกว่าวิธี ISTA (1995) จึงสรุปได้ในเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่มีความจำเป็นต้องเตรียมสารละลายก่อนวัดค่าเพียงแต่จุ่มหัววัดให้อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำและใกล้เมล็ดมากที่สุดแต่ไม่สัมผัสเมล็ด และให้วัดในระดับความลึกเดียวกับทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตามวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าให้ผลรวดเร็วใน 24 ชม. และวิธีการไม่ซับซ้อนจึงควรใช้เป็นวิธีทางเลือกหรือเสริมวิธีอื่นๆ และศึกษาเพิ่มเติมให้เกิดความแม่นยำมากขึ้นต่อไป

ในกรณีของวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนั้น Loeffler และคณะ (1988) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนของผลการทดสอบและรายงานว่าปัจจัยที่มีผลต่อความแปรปรวนของการทดสอบคือ ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ อุณหภูมิที่แช่และวัดค่าเมล็ดพันธุ์ ความเสียหายของเมล็ดจากการแตกร้าวและโรค จำนวนเมล็ดที่ใช้ในการทดสอบ โรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ และสารเคมีคลุกเมล็ดพันธุ์ การรักษาอุณหภูมิในขณะแช่และวัดค่าจะต้องรักษาไว้ให้คงที่ 20°C

4.6 ตารางสรุปรวมผลการทดลอง

ตารางสรุปรวมค่าความสัมพันธ์ของทุกวิธีการทดสอบความแข็งแรงทุกวิธี รวม 45 กรรมวิธี กับความงอกในแปลงปลูก ของเมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.19

จะเห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีการทดสอบความแข็งแรง มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกสูงกว่าวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกวิธีการที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน

สำหรับวิธีที่ดีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ชัณนาท 1 และ กข 6 เป็นวิธีเดียวกันคือ วิธีเพาะทดสอบที่อุณหภูมิ 30°ซ ในที่มีค น้ำต้นอ่อนปกติที่ 5 วัน ($r = 0.880^{**}$ และ 0.923^{**} ตามลำดับ)



Table 4.1 Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Accelerated Aging Conditions				
			44 °C	44 °C	44 °C	44 °C	44 °C
			64 hrs	68 hrs	72 hrs	76 hrs	80 hrs
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
17/1	91.44 ^{a 1/}	96.67 ^{a-c}	91.33 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	93.33 ^{a-e}	90.67 ^{a-c}
23/5	90.00 ^a	94.00 ^{a-e}	80.67 ^{a-e}	78.00 ^{a-b}	88.00 ^{a-c}	86.00 ^{d-f}	88.67 ^{a-c}
23/16	89.22 ^a	98.00 ^a	82.67 ^{a-e}	89.33 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	90.67 ^{a-e}	96.67 ^{a-c}
2/29	88.22 ^a	91.33 ^{a-f}	90.67 ^{a-e}	91.33 ^{a-b}	78.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-e}	85.33 ^c
23/11	86.88 ^a	90.66 ^{b-f}	68.67 ^{a-e}	73.33 ^b	83.33 ^{a-d}	85.33 ^{e-f}	86.67 ^{a-c}
23/3	86.66 ^a	94.00 ^{a-e}	78.67 ^{a-e}	90.67 ^{a-b}	73.33 ^{c-e}	91.33 ^{a-e}	92.67 ^{a-c}
23/2	86.44 ^a	91.33 ^{a-f}	80.00 ^{a-e}	92.00 ^{a-b}	20.70 ^{b-e}	84.67 ^{e-f}	95.33 ^{a-c}
2/31	85.00 ^a	95.33 ^{a-d}	90.00 ^{a-e}	95.33 ^a	90.00 ^{a-c}	96.00 ^{a-d}	86.67 ^{a-c}
2/115	85.00 ^a	94.00 ^{a-e}	94.67 ^{a-c}	84.00 ^{a-b}	78.00 ^{b-d}	78.67 ^f	88.00 ^{a-c}
15/69	84.66 ^a	92.66 ^{a-f}	97.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	98.00 ^{a-b}	94.00 ^{a-c}
15/40	83.88 ^a	97.33 ^{a-b}	99.33 ^a	95.33 ^a	94.00 ^{a-b}	98.00 ^{a-b}	97.33 ^{a-b}
23/7	83.66 ^a	90.66 ^{b-f}	84.67 ^{a-e}	90.00 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-e}	87.33 ^{a-c}
17/6	83.44 ^a	93.33 ^{a-f}	94.00 ^{a-c}	94.00 ^{a-b}	90.67 ^{a-c}	92.67 ^{a-e}	91.33 ^{a-c}
23/9	82.22 ^a	93.33 ^{a-f}	84.67 ^{a-e}	77.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-e}	90.00 ^{a-c}
2/73	82.00 ^a	94.00 ^{a-e}	22.16 ^{d-g}	92.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-e}	92.00 ^{a-c}
23/18	81.66 ^a	92.00 ^{a-f}	74.00 ^{c-e}	88.00 ^{a-b}	86.00 ^{a-c}	94.67 ^{a-e}	92.00 ^{a-c}
15/30	80.88 ^a	92.00 ^{a-f}	94.00 ^{a-c}	98.67 ^a	95.33 ^{a-b}	96.00 ^{a-d}	98.00 ^a
17/8	80.66 ^a	88.66 ^{d-g}	92.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	94.00 ^{a-e}	86.00 ^{b-c}
15/53	80.22 ^a	86.66 ^{f-g}	82.00 ^{a-e}	95.33 ^a	97.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-e}	90.00 ^{a-c}
15/36	79.66 ^a	90.00 ^{c-g}	89.33 ^{a-e}	93.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	97.33 ^{a-d}	96.67 ^{a-c}
23/4	78.66 ^a	90.00 ^{c-g}	75.33 ^{b-e}	89.33 ^{a-b}	87.33 ^{a-c}	88.00 ^{b-f}	94.00 ^{a-c}
15/37	78.00 ^a	91.33 ^{a-f}	85.33 ^{a-e}	96.00 ^a	98.00 ^{a-b}	98.67 ^a	88.67 ^{a-c}
15/55	77.88 ^a	90.67 ^{b-f}	88.00 ^{a-e}	92.67 ^{a-b}	90.67 ^{a-c}	92.67 ^{a-e}	91.33 ^{a-c}
17/3	77.88 ^a	92.00 ^{a-f}	92.00 ^{a-d}	88.67 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}	89.33 ^{a-e}	86.00 ^{b-c}
15/31	77.00 ^a	86.67 ^{f-g}	40.67 ^f	90.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-e}	96.67 ^{a-c}
2/75	76.88 ^a	94.67 ^{a-d}	98.67 ^a	95.33 ^a	98.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-e}	95.33 ^{a-c}
2/30	76.44 ^a	86.67 ^{f-g}	88.67 ^{a-e}	90.67 ^{a-b}	88.67 ^{a-c}	87.33 ^{c-f}	89.33 ^{a-c}
15/46	76.44 ^b	84.00 ^g	83.67 ^{a-e}	79.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	90.67 ^{a-e}	92.00 ^{a-c}

Table 4.1 Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Accelerated Aging Conditions				
			44 °C	44 °C	44 °C	44 °C	44 °C
			64 hrs	68 hrs	72 hrs	76 hrs	80 hrs
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
2/38	75.22 ^b	93.33 ^{a-f}	91.33 ^{a-d}	96.00 ^a	98.67 ^a	98.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}
2/111	74.66 ^b	67.33 ^h	90.67 ^{a-c}	78.00 ^{a-b}	66.00 ^{d-e}	48.00 ^g	55.33 ^d
17/9	74.44 ^a	87.33 ^{c-g}	86.00 ^{a-c}	82.67 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	90.00 ^{a-c}	88.00 ^{a-c}
2/26	30.66 ^b	90.00 ^{c-g}	94.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	92.67 ^{a-c}
S58	28.66 ^b	47.33 ⁱ	70.67 ^{d-e}	41.33 ^c	58.67 ^e	39.33 ^h	44.67 ^e
Mean	78.50	89.60	85.64	88.28	89.03	89.25	88.85
F test	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.70	12.84	12.16	11.09	5.76	6.60

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = Significant difference at the 1% level of probability.

Table 4.2 Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Accelerated Aging Conditions				
			44 °C	44 °C	44 °C	44 °C	44 °C
			64 hrs	68 hrs	72 hrs	76 hrs	80 hrs
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
3/30	93.60 ^{a 1/}	90.67 ^{a-b}	88.00 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	96.00 ^{a-d}	90.00 ^{a-c}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	93.33 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	91.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-f}	90.00 ^{a-c}
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	96.00 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}	95.33 ^a	94.00 ^{a-c}	92.00 ^{a-c}
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	98.67 ^a	95.33 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	89.33 ^{a-c}
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	88.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	94.67 ^a	96.00 ^{a-d}	96.67 ^a
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	96.00 ^{a-b}	96.00 ^{a-b}	84.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	89.33 ^{a-c}
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	94.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	91.33 ^{a-b}	88.67 ^{c-f}	88.67 ^{a-c}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	97.33 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	87.33 ^{a-b}	85.33 ^{c-g}	92.67 ^{a-b}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-f}	89.33 ^{a-c}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	96.00 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	88.67 ^{a-b}	89.33 ^{b-f}	89.33 ^{a-c}
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	93.33 ^{a-f}	93.33 ^{a-b}
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	95.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	82.67 ^{b-d}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	96.67 ^{a-b}	96.00 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	91.33 ^{a-f}	88.00 ^{a-d}
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-f}	88.67 ^{a-d}
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	92.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-f}	91.33 ^{a-c}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	93.33 ^{a-b}	88.00 ^{a-c}	87.33 ^{a-b}	84.67 ^{f-g}	81.33 ^{c-d}
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	96.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	85.33 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	98.67 ^a
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	96.00 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	91.33 ^{a-b}	85.33 ^{c-g}	92.67 ^{a-b}
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	83.33 ^b	96.00 ^{a-b}	90.67 ^{a-b}	96.67 ^{a-c}	96.67 ^a
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	89.33 ^{a-c}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	96.67 ^{a-b}	87.33 ^{b-c}	91.33 ^{a-b}	98.67 ^a	92.00 ^{a-c}
8/17	77.40 ^b	94.00 ^a	94.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-f}	90.00 ^{a-c}
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	94.67 ^{a-b}	98.00 ^a	96.00 ^a	87.33 ^{d-f}	98.00 ^a
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	95.33 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}	94.67 ^{a-d}	92.00 ^{a-c}
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	94.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	96.67 ^a	92.00 ^{a-f}	89.33 ^{a-c}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	89.33 ^{a-b}	82.67 ^c	80.00 ^b	78.67 ^g	78.67 ^d
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	94.00 ^{a-b}	86.67 ^{b-c}	68.00 ^c	60.67 ^h	55.33 ^e
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	90.67 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	90.67 ^{a-b}	98.00 ^{a-b}	91.33 ^{a-c}

Table 4.2 Field emergence test, standard germination test and 5 conditions of accelerated aging test of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Accelerated Aging Conditions				
			44 °C	44 °C	44 °C	44 °C	44 °C
			64 hrs	68 hrs	72 hrs	76 hrs	80 hrs
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	68.67 ^c	55.33 ^d	28.00 ^d	26.00 ⁱ	23.33 ^f
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	57.33 ^d	21.33 ^e	11.33 ^e	7.33 ^j	8.00 ^g
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	0.00 ^e	0.00 ^f	0.00 ^e	0.00 ^j	0.00 ^g
Mean	77.40	86.00	88.86	86.58	82.97	82.34	81.55
F test	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	25.40	4.60	7.79	5.84	8.40	5.52	6.34

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = Significant difference at the 1% level of probability.



Table 4.3 Correlation coefficients (r) of standard germination test, field emergence test and 5 conditions of accelerated aging test of 33 seed lots of Chai Nat 1 and 31 seed lots of RD 6 rice varieties.

Tests	44°C 64 hrs	44°C 68 hrs	44°C 72 hrs	44°C 76 hrs	44°C 80 hrs	SG	FE
Chai Nat 1							
44°C 64 hrs	1.000	0.776**	0.703**	0.667**	0.655**	0.515**	0.646**
44°C 68 hrs		1.000	0.880**	0.897**	0.900**	0.644**	0.765**
44°C 72 hrs			1.000	0.921**	0.921**	0.659**	0.737**
44°C 76 hrs				1.000	0.958**	0.780**	0.765**
44°C 80 hrs					1.000	0.780**	0.806**
SG						1.000	0.698**
FE							1.000
RD 6							
44°C 64 hrs	1.000	0.957**	0.901**	0.875**	0.868**	0.870**	0.910**
44°C 68 hrs		1.000	0.967**	0.952**	0.948**	0.937**	0.877**
44°C 72 hrs			1.000	0.987**	0.979**	0.977**	0.823**
44°C 76 hrs				1.000	0.983**	0.969**	0.807**
44°C 80 hrs					1.000	0.969**	0.800**
SG						1.000	0.785**
FE							1.000

** = Significant difference at the 1% level of probability.

Table 4.4 Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	6 Days		7 Days		8 Days		9 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
17/1	91.4 ^{a 1/}	96.6 ^{a-c}	0.00	65.33 ^{a-d}	0.67 ^{a-b}	76.67 ^{a-d}	23.33 ^{d-g}	79.33 ^{a-d}	70.00 ^{a-d}	79.33 ^{a-c}
23/5	90.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00	58.00 ^{a-g}	0.00 ^b	72.67 ^{a-d}	20.00 ^{d-j}	74.00 ^{a-c}	59.33 ^{b-i}	74.67 ^{a-f}
23/16	89.2 ^a	98.0 ^a	0.00	70.00 ^{a-c}	0.00 ^b	73.33 ^{a-d}	20.67 ^{d-i}	75.33 ^{a-c}	54.67 ^{d-j}	76.00 ^{a-f}
2/29	88.2 ^a	91.3 ^{a-f}	0.00	68.67 ^{a-c}	0.00 ^b	76.67 ^{a-d}	20.67 ^{d-i}	76.67 ^{a-c}	63.33 ^{a-c}	77.33 ^{a-f}
23/11	86.8 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00	59.33 ^{a-f}	0.00 ^b	70.00 ^{a-e}	14.67 ^{e-l}	72.00 ^{a-f}	44.00 ^{i-k}	72.00 ^{a-h}
23/3	86.6 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00	50.67 ^{b-h}	0.00 ^b	60.00 ^{b-g}	21.33 ^{d-i}	61.33 ^{c-h}	54.67 ^{d-j}	61.33 ^{c-i}
23/2	86.4 ^a	91.3 ^{a-f}	0.00	67.33 ^{a-d}	0.00 ^b	76.00 ^{a-d}	18.67 ^{e-k}	78.00 ^{a-d}	56.67 ^{c-j}	78.00 ^{a-c}
2/31	85.0 ^a	95.3 ^{a-d}	0.00	61.33 ^{a-f}	2.00 ^{a-b}	72.00 ^{a-d}	45.33 ^{a-b}	72.67 ^{a-f}	71.33 ^{a-c}	73.33 ^{a-f}
2/115	85.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00	35.33 ^{b-i}	0.00 ^b	50.67 ^{c-g}	4.67 ^{k-l}	63.33 ^{b-h}	41.33 ^{j-l}	65.33 ^{c-i}
15/69	84.6 ^a	92.6 ^{a-f}	0.00	55.33 ^{b-h}	0.00 ^b	67.33 ^{a-f}	26.00 ^{d-g}	68.00 ^{a-g}	48.67 ^{e-k}	68.00 ^{b-h}
15/40	83.8 ^a	97.3 ^{a-b}	0.00	65.33 ^{a-d}	2.00 ^{a-b}	77.33 ^{a-d}	50.00 ^a	80.67 ^{a-d}	74.67 ^{a-b}	80.67 ^{a-c}
23/7	83.6 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00	54.67 ^{b-h}	0.67 ^{a-b}	62.67 ^{a-g}	22.67 ^{d-i}	64.67 ^{b-h}	50.00 ^{e-k}	65.33 ^{c-i}
17/6	83.4 ^a	93.3 ^{a-f}	0.00	60.00 ^{a-h}	0.00 ^b	79.33 ^{a-c}	9.33 ^{b-l}	81.33 ^{a-c}	60.00 ^{b-i}	84.00 ^{a-c}
23/9	82.2 ^a	93.3 ^{a-f}	0.00	58.00 ^{a-g}	0.00 ^b	68.67 ^{a-f}	20.67 ^{d-i}	71.33 ^{a-f}	48.67 ^{e-k}	72.67 ^{a-g}
2/73	82.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00	62.67 ^{a-g}	0.00 ^b	80.66 ^{a-b}	34.00 ^{b-c}	82.00 ^{a-b}	77.33 ^a	83.33 ^{a-d}
23/18	81.6 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00	70.00 ^{a-c}	0.00 ^b	75.33 ^{a-d}	29.33 ^{c-g}	77.33 ^{a-c}	62.67 ^{a-f}	77.33 ^{a-f}
15/30	80.8 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00	60.67 ^{a-f}	2.67 ^a	66.00 ^{a-f}	34.67 ^{b-d}	68.67 ^{a-g}	52.00 ^{e-j}	68.67 ^{a-h}
17/8	80.6 ^a	88.6 ^{d-g}	0.00	77.33 ^a	0.00 ^b	83.33 ^a	25.33 ^{d-g}	86.00 ^a	72.67 ^{a-c}	86.67 ^{a-b}
15/53	80.2 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00	36.67 ^{b-i}	0.00 ^b	44.00 ^g	14.00 ^{e-l}	47.33 ^h	28.67 ^{i-m}	48.00 ⁱ
15/36	79.6 ^a	90.0 ^{c-g}	0.00	58.00 ^{a-g}	0.67 ^{a-b}	74.00 ^{a-d}	28.67 ^{d-g}	76.67 ^{a-c}	60.67 ^{b-i}	76.67 ^{a-f}
23/4	78.6 ^a	90.0 ^{c-g}	0.00	67.33 ^{a-d}	0.00 ^b	72.67 ^{a-d}	18.00 ^{f-k}	73.33 ^{a-f}	52.00 ^{c-j}	73.33 ^{a-f}

Table 4.4 Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	6 Days		7 Days		8 Days		9 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
15/37	78.0 ^a	91.3 ^{a-f}	0.00	59.33 ^{a-f}	0.67 ^{a-b}	65.33 ^{a-f}	28.00 ^{d-g}	65.33 ^{b-h}	50.00 ^{c-k}	65.33 ^{c-i}
15/55	77.8 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00	42.67 ^{b-f}	0.00 ^b	58.67 ^{c-g}	26.67 ^{d-g}	62.67 ^{b-h}	44.67 ^{i-k}	63.33 ^{d-i}
17/3	77.8 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00	45.33 ^{c-i}	0.00 ^b	70.00 ^{a-c}	8.00 ^{i-l}	78.00 ^{a-d}	46.00 ^{i-k}	78.67 ^{a-c}
15/31	77.0 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00	51.33 ^{b-h}	2.00 ^{a-b}	56.67 ^{d-g}	14.67 ^{g-l}	57.33 ^{c-h}	22.67 ^m	57.33 ^{f-i}
2/75	76.8 ^a	94.6 ^{a-d}	0.00	72.67 ^{a-b}	0.00 ^b	82.00 ^a	26.00 ^{d-g}	86.00 ^a	72.67 ^{a-c}	88.67 ^a
2/30	76.4 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00	49.33 ^{c-h}	2.00 ^{a-b}	59.33 ^{c-g}	24.00 ^{d-h}	60.67 ^{d-h}	47.33 ^{c-k}	60.67 ^{e-i}
15/46	76.4 ^b	84.0 ^g	0.00	39.33 ^{g-j}	2.00 ^{a-b}	49.33 ^{f-g}	21.33 ^{d-i}	53.33 ^{f-h}	34.00 ^{k-m}	53.33 ^{g-i}
2/38	75.2 ^b	93.3 ^{a-f}	0.00	56.67 ^{a-h}	1.33 ^{a-b}	68.67 ^{a-f}	43.00 ^{a-c}	69.33 ^{a-g}	74.00 ^{a-b}	69.33 ^{a-h}
2/111	74.6 ^b	67.3 ^h	0.00	22.67 ^f	0.00 ^b	43.33 ^g	5.33 ^{j-l}	50.67 ^{g-h}	25.33 ^m	52.67 ^{h-i}
17/9	74.4 ^a	87.3 ^{c-g}	0.00	62.00 ^{a-c}	0.00 ^b	73.33 ^{a-d}	16.00 ^{f-k}	78.67 ^{a-d}	49.33 ^{c-k}	80.00 ^{a-c}
2/26	30.6 ^b	90.0 ^{c-g}	0.00	68.67 ^{a-c}	2.00 ^{a-b}	76.00 ^{a-d}	30.67 ^{c-f}	79.33 ^{a-d}	63.33 ^{a-c}	80.00 ^{a-c}
S58	28.6 ^b	47.3 ⁱ	0.00	0.00 ^j	0.00 ^b	0.00 ^h	0.00 ^l	0.00 ⁱ	0.00 ⁿ	0.00 ^j
Mean	78.50	89.60	0.00	55.51	0.57	66.12	22.61	68.82	52.51	69.43
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.70	0.00	20.10	213.23	15.69	34.4	14.85	16.17	14.53

^{l/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significant difference at the 1% level, respectively.

Table 4.5 Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	6 Days		7 Days		8 Days		9 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
3/30	93.60 ^{a 1/}	90.67 ^{a-b}	0.00	66.67 ^{a-c}	12.00 ^{d-h}	80.67 ^{a-b}	64.67 ^{a-c}	84.00 ^{a-c}	79.33 ^{a-g}	86.67 ^{a-d}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	0.00	55.33 ^{a-f}	8.00 ^{e-k}	76.00 ^{a-d}	63.33 ^{b-f}	0.00 ^{a-c}	84.00 ^{a-f}	81.33 ^{a-d}
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	0.00	64.00 ^{a-d}	11.33 ^{d-i}	80.67 ^{a-b}	65.33 ^{a-c}	87.33 ^{a-b}	78.67 ^{a-g}	90.67 ^{a-b}
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	0.00	29.33 ^{a-i}	2.00 ^{h-k}	62.67 ^{c-f}	40.00 ^{f-h}	78.00 ^{a-c}	71.33 ^{b-g}	83.33 ^{a-d}
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	0.00	60.00 ^{a-e}	14.00 ^{c-f}	78.67 ^{a-d}	72.00 ^{a-c}	85.33 ^{a-c}	89.33 ^{a-b}	86.00 ^{a-d}
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	0.00	46.00 ^{c-h}	0.67 ^{j-k}	74.00 ^{a-c}	44.00 ^{e-h}	82.67 ^{a-c}	78.00 ^{a-g}	86.00 ^{a-d}
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	0.00	64.67 ^{a-d}	19.33 ^{b-d}	84.00 ^{a-b}	72.00 ^{a-c}	86.67 ^{a-b}	83.33 ^{a-f}	87.33 ^{a-d}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	23.33 ⁱ	0.00 ^k	62.67 ^{c-f}	35.33 ^{g-h}	77.33 ^{-c}	68.67 ^{c-g}	81.33 ^{a-d}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	63.33 ^{a-d}	24.00 ^b	78.00 ^{a-d}	68.00 ^{a-d}	82.00 ^{a-c}	80.67 ^{a-g}	85.33 ^{a-d}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	0.00	29.33 ^{a-i}	4.00 ^{f-k}	56.00 ^f	36.00 ^{g-h}	72.00 ^{a-c}	70.00 ^{c-g}	78.67 ^{a-d}
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	48.67 ^{b-g}	4.00 ^{f-k}	75.33 ^{a-c}	46.67 ^{d-g}	85.33 ^{a-c}	75.33 ^{b-g}	86.00 ^{a-d}
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	0.00	61.33 ^{a-c}	10.67 ^{d-j}	78.67 ^{a-d}	64.67 ^{a-c}	85.33 ^{a-c}	84.00 ^{a-f}	86.00 ^{a-d}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	0.00	41.33 ^{c-i}	1.33 ^{i-k}	72.00 ^{a-f}	46.67 ^{d-g}	84.00 ^{a-c}	76.67 ^{a-g}	86.67 ^{a-d}
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	0.00	36.67 ^{f-i}	3.33 ^{g-k}	69.33 ^{a-f}	40.00 ^{f-h}	76.67 ^{a-c}	68.67 ^{c-g}	79.33 ^{a-d}
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	0.00	67.33 ^{a-b}	37.33 ^a	80.00 ^{a-c}	87.33 ^a	82.67 ^{a-c}	94.67 ^a	86.00 ^{a-d}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	0.00	41.33 ^{c-i}	6.67 ^{e-k}	58.00 ^{c-f}	69.33 ^{a-d}	67.33 ^c	87.33 ^{a-d}	69.33 ^d
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	47.33 ^{b-g}	5.33 ^{f-k}	62.67 ^{c-f}	51.33 ^{c-g}	69.33 ^{b-c}	69.33 ^{d-g}	71.33 ^{c-d}
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	0.00	47.33 ^{b-g}	6.00 ^{e-k}	71.33 ^{a-f}	54.00 ^{b-g}	74.67 ^{a-c}	71.33 ^{b-g}	78.67 ^{a-d}
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	0.00	64.00 ^{a-d}	22.67 ^{b-c}	76.00 ^{a-d}	75.33 ^{a-b}	81.33 ^{a-c}	86.00 ^{a-c}	81.33 ^{a-d}
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	26.67 ^{h-i}	0.00 ^k	74.67 ^{a-c}	36.00 ^{g-h}	83.33 ^{a-c}	79.33 ^{a-g}	87.33 ^{a-d}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	0.00	32.00 ^{a-i}	4.67 ^{f-k}	62.00 ^{d-f}	40.00 ^{f-h}	72.00 ^{a-c}	66.67 ^{f-g}	76.67 ^{a-d}

Table 4.5 Standard germination test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	6 Days		7 Days		8 Days		9 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
8/17	77.40 ^b	94.00 ^a	0.00	75.33 ^a	16.00 ^{b-c}	86.67 ^a	71.33 ^{a-c}	89.33 ^a	88.00 ^{a-c}	91.33 ^{a-b}
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	0.00	53.33 ^{b-f}	6.00 ^{e-k}	76.67 ^{a-d}	48.67 ^{c-g}	86.67 ^{a-b}	79.33 ^{a-g}	88.67 ^{a-c}
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	0.00	54.67 ^{a-f}	8.67 ^{c-k}	70.67 ^{a-f}	64.00 ^{b-d}	75.33 ^{a-c}	84.67 ^{a-f}	77.33 ^{a-d}
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	0.00	55.33 ^{a-f}	10.67 ^{d-j}	66.67 ^{b-f}	50.67 ^{c-g}	69.33 ^{b-c}	68.00 ^{a-g}	73.33 ^{b-d}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	0.00	44.00 ^{d-h}	3.33 ^{g-k}	66.67 ^{b-f}	49.33 ^{c-g}	67.33 ^c	62.67 ^{g-h}	70.00 ^{c-d}
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	0.00	0.67 ^j	4.00 ^{f-k}	19.33 ^g	21.33 ^{h-i}	38.00 ^d	50.00 ^h	44.67 ^c
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	58.67 ^{a-c}	12.67 ^{d-g}	81.33 ^{a-b}	58.67 ^{b-g}	88.67 ^a	80.00 ^{a-g}	92.67 ^a
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	0.00	0.00 ^j	0.00 ^k	6.00 ^{g-h}	2.00 ^{i-j}	15.33 ^{c-f}	10.00 ⁱ	24.00 ^f
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	0.00	0.00 ^j	0.00 ^k	6.67 ^{g-h}	2.00 ^{i-j}	19.33 ^c	10.67 ⁱ	27.33 ^f
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	0.00	0.00 ^j	0.00 ^k	0.00 ^h	0.00 ^j	0.00 ^f	0.00 ⁱ	0.00 ^g
Mean	77.40	86.00	0.00	43.81	8.34	64.33	49.68	71.83	70.19	74.99
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	25.40	4.60	0.00	24.16	63.47	13.93	24.13	13.27	13.22	12.77

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significant difference at the 1% level, respectively.

Table 4.6 Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	3 Days		4 Days		5 Days		6 Days		7 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
17/1	91.4 ^{a 1/}	96.6 ^{a-c}	0.00 ^b	77.33 ^{a-c}	12.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	86.67 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	95.33 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	95.33 ^{a-b}
23/5	90.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00 ^b	79.33 ^{a-c}	7.33 ^{a-b}	94.67 ^a	82.00 ^{a-d}	96.00 ^a	90.00 ^{a-c}	96.00 ^a	90.00 ^{a-c}	96.00 ^a
23/16	89.2 ^a	98.0 ^a	0.00 ^b	84.00 ^{a-b}	14.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	78.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	88.00 ^{a-g}	94.00 ^{a-c}	88.67 ^{a-f}	94.00 ^{a-c}
2/29	88.2 ^a	91.3 ^{a-f}	0.00 ^b	75.33 ^{a-c}	6.67 ^{a-b}	88.00 ^{a-c}	84.00 ^{a-c}	90.67 ^{a-d}	88.67 ^{a-f}	92.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-c}
23/11	86.8 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00 ^b	64.00 ^{c-i}	4.00 ^{a-b}	76.67 ^{g-j}	68.00 ^{e-h}	77.33 ^{g-j}	76.67 ^{g-i}	78.00 ^{h-j}	77.33 ^{f-h}	78.00 ^{h-j}
23/3	86.6 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00 ^b	78.67 ^{a-c}	12.00 ^{a-b}	93.33 ^{a-c}	84.67 ^{a-c}	94.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-c}	95.33 ^{a-b}
23/2	86.4 ^a	91.3 ^{a-f}	0.00 ^b	76.00 ^{a-c}	13.33 ^{a-b}	89.33 ^{a-c}	75.33 ^{b-g}	90.67 ^{a-d}	80.00 ^{d-i}	96.67 ^a	88.67 ^{a-f}	96.67 ^a
2/31	85.0 ^a	95.3 ^{a-d}	0.00 ^b	87.33 ^a	19.33 ^a	93.33 ^{a-c}	87.33 ^a	94.67 ^{a-b}	93.33 ^a	95.33 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}
2/115	85.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00 ^b	53.33 ^{g-j}	6.00 ^{a-b}	74.67 ^{g-j}	68.00 ^{e-h}	78.67 ^{f-i}	78.67 ^{e-i}	80.00 ^{f-j}	82.67 ^{b-g}	80.00 ^{f-j}
15/69	84.6 ^a	92.6 ^{a-f}	0.00 ^b	68.00 ^{c-f}	6.67 ^{a-b}	86.67 ^{a-f}	74.00 ^{c-h}	88.67 ^{a-f}	78.00 ^{f-i}	92.00 ^{a-c}	82.00 ^{c-g}	93.33 ^{a-d}
15/40	83.8 ^a	97.3 ^{a-b}	0.00 ^b	80.00 ^{a-c}	18.67 ^a	91.33 ^{a-c}	82.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-d}	93.33 ^{a-d}	91.33 ^{a-d}	93.33 ^{a-d}
23/7	83.6 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00 ^b	68.00 ^{c-f}	7.33 ^{a-b}	80.00 ^{e-j}	80.67 ^{a-d}	80.67 ^{d-i}	86.67 ^{a-g}	82.67 ^{d-j}	89.33 ^{a-c}	82.67 ^{d-j}
17/6	83.4 ^a	93.3 ^{a-f}	0.00 ^b	71.33 ^{b-f}	6.67 ^{a-b}	86.00 ^{a-f}	85.33 ^{a-c}	86.67 ^{a-g}	94.67 ^a	88.00 ^{a-h}	96.00 ^a	88.00 ^{a-h}
23/9	82.2 ^a	93.3 ^{a-f}	0.00 ^b	74.67 ^{a-c}	6.67 ^{a-b}	88.67 ^{a-c}	78.67 ^{a-c}	90.00 ^{a-c}	87.33 ^{a-g}	90.67 ^{a-f}	88.00 ^{a-f}	90.67 ^{a-f}
2/73	82.0 ^a	94.0 ^{a-c}	0.00 ^b	74.00 ^{a-f}	6.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	86.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	94.00 ^{a-c}	92.00 ^{a-d}	94.00 ^{a-c}
23/18	81.6 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00 ^b	81.33 ^{a-c}	8.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	86.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	95.33 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	96.67 ^a
15/30	80.8 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00 ^b	70.00 ^{b-f}	13.33 ^{a-b}	80.67 ^{d-j}	72.00 ^{d-h}	82.00 ^{c-i}	76.67 ^{g-i}	83.33 ^{c-i}	78.67 ^{c-g}	83.33 ^{c-j}
17/8	80.6 ^a	88.6 ^{d-g}	0.00 ^b	78.67 ^{a-c}	11.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-d}	86.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	93.33 ^a	93.33 ^{a-d}	94.00 ^{a-b}	93.33 ^{a-d}
15/53	80.2 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00 ^b	50.67 ^{i-j}	4.00 ^{a-b}	71.33 ^{i-j}	51.33 ⁱ	71.33 ⁱ	65.33 ^j	72.67 ^j	66.67 ^h	72.67 ^j
15/36	79.6 ^a	90.0 ^{c-g}	0.00 ^b	78.67 ^{a-c}	12.67 ^{a-b}	85.33 ^{a-g}	76.67 ^{a-f}	85.33 ^{a-h}	80.67 ^{c-h}	86.00 ^{a-i}	80.67 ^{d-g}	86.00 ^{a-i}
23/4	78.6 ^a	90.0 ^{c-g}	0.00 ^b	76.67 ^{a-c}	11.33 ^{a-b}	89.33 ^{a-c}	74.00 ^{c-h}	90.00 ^{a-c}	81.33 ^{b-h}	90.00 ^{a-f}	83.33 ^{b-g}	90.00 ^{a-f}

Table 4.6 Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	3 Days		4 Days		5 Days		6 Days		7 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
15/37	78.0 ^a	91.3 ^{a-f}	0.67 ^a	69.33 ^{b-f}	13.33 ^{a-b}	82.67 ^{b-h}	75.33 ^{b-g}	84.67 ^{b-h}	80.00 ^{d-i}	86.67 ^{a-i}	82.00 ^{c-g}	86.67 ^{a-i}
15/55	77.8 ^a	90.6 ^{b-f}	0.00 ^b	52.00 ^{h-j}	5.33 ^{a-b}	74.67 ^{g-j}	63.33 ^h	79.33 ^{c-i}	72.00 ^{b-j}	82.00 ^{c-j}	74.00 ^{g-h}	82.00 ^{c-j}
17/3	77.8 ^a	92.0 ^{a-f}	0.00 ^b	53.33 ^{g-j}	6.00 ^{a-b}	86.00 ^{a-f}	80.67 ^{a-d}	89.33 ^{a-f}	89.33 ^{a-f}	90.00 ^{a-f}	90.00 ^{a-e}	90.00 ^{a-f}
15/31	77.0 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00 ^b	65.33 ^{d-h}	12.67 ^{a-b}	71.33 ^{i-j}	66.67 ^{f-h}	74.00 ⁱ	69.33 ^{i-j}	76.00 ^{i-j}	73.33 ^{g-h}	76.00 ^{i-j}
2/75	76.8 ^a	94.6 ^{a-d}	0.00 ^b	69.33 ^{b-f}	10.67 ^{a-b}	94.67 ^a	84.00 ^{a-c}	96.00 ^a	94.00 ^a	96.00 ^a	94.00 ^{a-b}	96.00 ^a
2/30	76.4 ^a	86.6 ^{f-g}	0.00 ^b	67.33 ^{g-g}	3.33 ^{a-b}	82.00 ^{c-i}	76.00 ^{a-g}	82.00 ^{c-i}	79.33 ^{d-i}	84.67 ^{b-i}	84.00 ^{b-g}	84.67 ^{b-i}
15/46	76.4 ^b	84.0 ^g	0.00 ^b	60.00 ^{f-i}	8.67 ^{a-b}	72.00 ^{h-i}	64.67 ^{g-h}	75.33 ^{h-i}	71.33 ^{h-j}	78.67 ^{g-j}	75.33 ^{g-h}	78.67 ^{g-j}
2/38	75.2 ^b	93.3 ^{a-f}	0.00 ^b	79.33 ^{a-c}	10.67 ^{a-b}	94.67 ^a	82.00 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	86.67 ^{a-g}	95.33 ^{a-b}	88.00 ^{a-f}	95.33 ^{a-b}
2/111	74.6 ^b	67.3 ^h	0.00 ^b	42.00 ^j	3.33 ^{a-b}	70.00 ^j	64.67 ^{g-h}	73.33 ⁱ	70.67 ^{b-j}	77.33 ^{h-j}	74.67 ^{g-h}	77.33 ^{h-j}
17/9	74.4 ^a	87.3 ^{c-g}	0.00 ^b	66.00 ^{d-h}	4.00 ^{a-b}	86.00 ^{a-f}	76.00 ^{a-g}	88.00 ^{a-g}	87.33 ^{a-g}	89.33 ^{a-g}	88.67 ^{a-f}	89.33 ^{a-g}
2/26	30.6 ^b	90.0 ^{c-g}	0.67 ^a	82.00 ^{a-c}	15.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-c}	82.67 ^{a-d}	93.33 ^{a-b}	88.67 ^{a-f}	94.00 ^{a-c}	89.33 ^{a-e}	94.00 ^{a-c}
S58	28.6 ^b	47.3 ⁱ	0.00 ^b	0.00 ^k	0.00 ^b	0.00 ^k	0.00 ^j	0.00 ^j	0.00 ^j	0.00 ^k	0.00 ^j	0.00 ^k
Mean	78.50	89.60	0.40	68.28	9.15	83.09	74.73	84.51	81.37	85.9	83.13	85.98
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.7	104.47	10.98	95.41	6.95	7.87	6.60	7.10	6.50	7.05	6.56

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significant difference at the 1% level, respectively.

Table 4.7 Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	3 Days		4 Days		5 Days		6 Days		7 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
3/30	93.60 ^{a 1/}	90.67 ^{a-b}	0.00	40.67 ^{d-h}	6.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	83.33 ^{a-c}	90.67 ^{a-c}	86.67 ^{a-d}	95.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	0.00	44.00 ^{c-f}	6.00 ^{a-c}	88.00 ^{c-d}	88.00 ^a	92.67 ^{a-c}	92.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	0.00	46.67 ^{b-c}	6.67 ^{a-c}	92.67 ^{a-b}	88.00 ^a	99.33 ^a	95.33 ^a	99.33 ^a	97.33 ^a	99.33 ^a
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	0.00	14.67 ⁱ	0.67 ^{d-e}	66.67 ^c	73.33 ^{c-d}	77.33 ^d	83.33 ^{b-d}	80.67 ^c	86.67 ^{a-b}	80.67 ^c
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	0.00	45.33 ^{c-e}	4.67 ^{b-e}	94.67 ^a	84.67 ^{a-c}	96.00 ^b	95.33 ^a	96.67 ^{a-b}	96.00 ^a	96.67 ^{a-b}
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	0.00	24.67 ^{h-j}	1.33 ^{c-e}	78.67 ^{c-d}	68.00 ^d	84.67 ^{c-d}	80.00 ^d	87.33 ^{b-c}	82.67 ^b	87.33 ^{b-c}
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	0.00	62.67 ^a	12.67 ^{a-b}	84.67 ^{a-d}	86.67 ^{a-b}	86.00 ^{b-d}	88.67 ^{a-d}	88.00 ^{a-c}	90.67 ^{a-b}	88.00 ^{a-c}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	28.00 ^{b-j}	0.67 ^{d-e}	82.00 ^{b-d}	82.67 ^{a-c}	86.00 ^{b-d}	86.67 ^{a-d}	88.67 ^{a-c}	89.33 ^{a-b}	88.67 ^{a-c}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	57.33 ^{a-c}	10.00 ^{a-d}	84.67 ^{a-d}	78.67 ^{a-d}	88.67 ^{a-c}	84.00 ^{a-d}	92.00 ^{a-b}	87.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	0.00	28.00 ^{b-j}	2.00 ^{c-e}	84.67 ^{a-d}	75.33 ^{b-d}	90.67 ^{a-c}	86.00 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	90.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	33.33 ^{e-i}	2.00 ^{c-e}	88.67 ^{a-d}	78.67 ^{a-d}	90.00 ^{a-c}	86.67 ^{a-d}	90.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-c}
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	0.00	38.67 ^{d-i}	4.67 ^{b-e}	87.33 ^{a-d}	81.33 ^{a-c}	90.67 ^{a-c}	86.67 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	90.67 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	0.00	40.67 ^{d-h}	4.00 ^{b-c}	87.33 ^{a-d}	80.67 ^{a-c}	91.33 ^{a-c}	89.33 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	0.00	35.33 ^{e-i}	7.33 ^{a-c}	88.00 ^{a-d}	80.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	0.00	50.67 ^{a-d}	15.33 ^a	92.00 ^{a-b}	79.33 ^{a-c}	92.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	94.00 ^{a-b}	88.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	0.00	42.67 ^{d-g}	6.00 ^{a-c}	88.00 ^{a-d}	86.67 ^{a-b}	93.33 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}	95.33 ^a	95.33 ^{a-b}
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	30.00 ^{f-i}	0.67 ^{d-e}	85.33 ^{a-d}	76.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-c}	86.67 ^{a-d}	96.67 ^{a-b}	89.33 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	0.00	41.33 ^{d-h}	4.00 ^{b-c}	81.33 ^{b-d}	76.67 ^{a-d}	84.00 ^{c-d}	82.00 ^{b-d}	85.33 ^{b-c}	83.33 ^b	85.33 ^{b-c}
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	0.00	52.67 ^{a-d}	12.67 ^{a-b}	86.00 ^{a-d}	80.67 ^{a-c}	89.33 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	93.33 ^{a-b}	90.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	24.67 ^{h-j}	2.00 ^{c-e}	84.00 ^{a-d}	78.67 ^{a-d}	90.00 ^{a-c}	88.00 ^{a-d}	92.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	0.00	44.00 ^{c-f}	4.67 ^{b-e}	86.67 ^{a-d}	79.33 ^{a-c}	90.00 ^{a-c}	88.67 ^{a-d}	94.67 ^{a-b}	93.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}

Table 4.7 Standard germination test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	3 Days		4 Days		5 Days		6 Days		7 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
8/17	77.40 ^b	94.00 ^a	0.00	43.33 ^{c-f}	8.00 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	76.67 ^{a-d}	91.33 ^{a-c}	90.67 ^{a-d}	92.67 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	0.00	28.67 ^{g-i}	1.33 ^{c-e}	92.67 ^{a-b}	78.00 ^{a-d}	94.00 ^{a-c}	88.00 ^{a-d}	96.00 ^{a-b}	90.00 ^{a-b}	96.00 ^{a-b}
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	0.00	40.67 ^{d-h}	5.33 ^{b-e}	90.67 ^{a-b}	85.33 ^{a-b}	94.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	96.67 ^{a-b}	95.33 ^a	96.67 ^{a-b}
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	0.00	60.00 ^{a-b}	10.67 ^{a-d}	90.00 ^{a-c}	78.67 ^{a-d}	91.33 ^{a-c}	86.67 ^{a-d}	95.33 ^{a-b}	90.67 ^{a-b}	95.33 ^{a-b}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	0.00	45.33 ^{c-e}	5.33 ^{b-e}	78.00 ^d	73.33 ^{c-d}	87.33 ^{b-d}	81.33 ^{c-d}	92.67 ^{a-b}	86.67 ^{a-b}	92.67 ^{a-b}
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	0.00	2.00 ^k	0.00 ^e	43.33 ^f	38.67 ^c	54.00 ^e	52.67 ^e	58.00 ^d	56.67 ^e	58.00 ^d
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	35.33 ^{c-i}	3.00 ^{b-e}	86.00 ^{a-d}	77.33 ^{a-d}	91.33 ^{a-c}	88.67 ^{a-d}	94.00 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}	94.00 ^{a-b}
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	0.00	0.67 ^k	0.00 ^e	30.67 ^g	24.67 ^f	40.67 ^f	44.00 ^e	42.00 ^e	45.33 ^d	42.00 ^e
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	0.00	0.00 ^k	0.00 ^e	20.67 ^h	18.00 ^f	30.67 ^g	30.00 ^f	36.67 ^e	36.00 ^e	36.67 ^e
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	0.00	0.00 ^k	0.00 ^e	0.00 ⁱ	0.00 ^g	0.00 ^h	0.00 ^g	0.00 ^f	0.00 ^f	0.00 ^f
Mean	77.40	86.00	0.00	34.90	4.79	78.00	72.22	82.65	80.67	85.35	83.29	85.40
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	25.40	4.60	0.00	21.45	102.43	7.46	7.90	6.62	7.03	6.59	6.64	6.62

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significance difference at the 1% level, respectively.

Table 4.8 Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	2 Days		3 Days		4 Days		5 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
17/1	91.40 ^{a 1/}	96.60 ^{a-c}	0.00	17.33 ^{a-f}	0.00 ^a	92.00 ^{a-c}	92.67 ^a	92.67 ^a	94.67 ^{a-b}	92.67 ^a
23/5	90.00 ^a	94.00 ^{a-e}	0.00	20.67 ^{a-f}	0.00 ^a	89.33 ^{a-c}	82.00 ^{a-h}	92.67 ^a	90.67 ^{a-c}	92.67 ^a
23/16	89.20 ^a	98.00 ^a	0.00	17.33 ^{a-f}	1.33 ^{a-b}	94.00 ^a	84.67 ^{a-e}	94.67 ^a	94.00 ^{a-c}	94.67 ^a
2/29	88.20 ^a	91.30 ^{a-f}	0.00	20.67 ^{a-f}	0.00 ^a	90.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	90.67 ^a	92.67 ^{a-c}	90.67 ^a
23/11	86.80 ^a	90.60 ^{b-f}	0.00	26.67 ^{a-d}	0.00 ^a	86.67 ^{a-d}	80.67 ^{a-i}	90.67 ^a	92.00 ^{a-c}	90.67 ^a
23/3	86.60 ^a	94.00 ^{a-e}	0.00	24.67 ^{a-d}	0.00 ^a	89.33 ^{a-c}	84.00 ^{a-g}	91.33 ^a	90.67 ^{a-c}	91.33 ^a
23/2	86.40 ^a	91.30 ^{a-f}	0.00	18.67 ^{a-f}	0.00 ^a	89.33 ^{a-c}	76.00 ^{c-i}	92.00 ^a	92.00 ^{a-c}	92.00 ^a
2/31	85.00 ^a	95.30 ^{a-d}	0.00	36.00 ^a	1.33 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	86.67 ^{a-e}	91.33 ^a	90.00 ^{a-c}	91.33 ^a
2/115	85.00 ^a	94.00 ^{a-e}	0.00	8.67 ^{c-f}	0.00 ^a	80.00 ^{a-d}	76.00 ^{c-i}	88.67 ^{a-b}	94.00 ^{a-c}	88.67 ^{a-b}
15/69	84.60 ^a	92.60 ^{a-f}	0.00	8.67 ^{c-f}	0.00 ^a	76.67 ^{b-d}	66.00 ^{i-k}	81.33 ^{a-b}	78.00 ^{d-f}	81.33 ^{a-b}
15/40	83.80 ^a	97.30 ^{a-b}	0.00	14.00 ^{a-f}	0.67 ^{a-b}	92.00 ^{a-c}	91.33 ^{a-c}	92.67 ^a	94.67 ^{a-b}	92.67 ^a
23/7	83.60 ^a	90.60 ^{b-f}	0.00	20.00 ^{a-f}	0.00 ^a	86.67 ^{a-d}	80.67 ^{a-i}	89.33 ^{a-b}	89.33 ^{a-d}	89.33 ^{a-b}
17/6	83.40 ^a	93.30 ^{a-f}	0.00	10.67 ^{c-f}	0.00 ^a	89.33 ^{a-c}	84.00 ^{a-g}	91.33 ^a	91.33 ^{a-c}	91.33 ^a
23/9	82.20 ^a	93.30 ^{a-f}	0.00	14.67 ^{a-f}	0.00 ^a	90.67 ^{a-c}	85.33 ^{a-e}	91.33 ^a	94.67 ^{a-b}	91.33 ^a
2/73	82.00 ^a	94.00 ^{a-e}	0.00	9.33 ^{c-f}	0.00 ^a	92.00 ^{a-c}	92.00 ^{a-b}	93.33 ^a	93.33 ^{a-c}	93.33 ^a
23/18	81.60 ^a	92.00 ^{a-f}	0.00	30.00 ^{a-c}	0.00 ^a	90.00 ^{a-c}	83.33 ^{a-h}	90.67 ^a	89.33 ^{a-d}	90.67 ^a
15/30	80.80 ^a	92.00 ^{a-f}	0.00	30.00 ^{a-c}	0.00 ^a	82.67 ^{a-d}	76.67 ^{b-i}	87.33 ^{a-b}	88.00 ^{a-d}	87.33 ^{a-b}
17/8	80.60 ^a	88.60 ^{d-g}	0.00	4.67 ^{d-f}	0.67 ^{a-b}	86.00 ^{a-d}	83.33 ^{a-h}	89.33 ^{a-b}	90.00 ^{a-c}	89.33 ^{a-b}
15/53	80.20 ^a	86.60 ^{f-g}	0.00	14.00 ^{a-f}	0.00 ^a	70.67 ^d	59.33 ^{j-k}	74.67 ^b	71.33 ^f	74.67 ^b
15/36	79.60 ^a	90.00 ^{c-g}	0.00	14.67 ^{a-f}	0.00 ^a	87.33 ^{a-d}	82.67 ^{a-h}	89.33 ^{a-b}	86.67 ^{a-e}	89.33 ^{a-b}
23/4	78.60 ^a	90.00 ^{c-g}	0.00	23.33 ^{a-c}	0.00 ^a	80.67 ^{a-d}	76.67 ^{b-i}	85.33 ^{a-b}	92.67 ^{a-c}	85.33 ^{a-b}

Table 4.8 Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	2 Days		3 Days		4 Days		5 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
15/37	78.00 ^a	91.30 ^{a-f}	0.00	31.33 ^{a-c}	0.00 ^a	84.67 ^{a-d}	68.00 ^{b-k}	89.33 ^{a-b}	84.00 ^{b-e}	89.33 ^{a-b}
15/55	77.80 ^a	90.60 ^{b-f}	0.00	11.33 ^{c-f}	0.00 ^a	78.67 ^{a-d}	68.67 ^{g-k}	90.67 ^a	85.33 ^{b-e}	90.67 ^{a-b}
17/3	77.80 ^a	92.00 ^{a-f}	0.00	12.00 ^{b-f}	0.00 ^a	83.33 ^{a-d}	74.67 ^{d-i}	90.67 ^a	92.67 ^{a-c}	90.67 ^{a-b}
15/31	77.00 ^a	86.60 ^{f-g}	0.00	30.00 ^{a-c}	2.00 ^b	75.33 ^{c-d}	57.33 ^{j-k}	87.33 ^{a-b}	76.00 ^{e-f}	87.33 ^{a-b}
2/75	76.80 ^a	94.60 ^{a-d}	0.00	20.67 ^{a-f}	0.00 ^a	93.33 ^{a-b}	92.00 ^{a-b}	95.33 ^a	97.33 ^a	95.33 ^a
2/30	76.40 ^a	86.60 ^{f-g}	0.00	16.67 ^{a-f}	0.00 ^a	82.67 ^{a-d}	71.33 ^{e-j}	86.67 ^{a-b}	83.33 ^{b-e}	86.67 ^{a-b}
15/46	76.40 ^b	84.00 ^g	0.00	15.33 ^{a-f}	0.67 ^{a-b}	76.00 ^{c-d}	65.33 ^{i-k}	84.67 ^{a-b}	83.33 ^{b-e}	84.67 ^{a-b}
2/38	75.20 ^b	93.30 ^{a-f}	0.00	34.67 ^{a-b}	0.00 ^a	94.00 ^a	84.67 ^{a-c}	94.67 ^a	92.67 ^{a-c}	94.67 ^a
2/111	74.60 ^b	67.30 ^h	0.00	0.67 ^{c-f}	0.00 ^a	40.67 ^e	54.00 ^k	46.00 ^c	68.00 ^f	46.00 ^c
17/9	74.40 ^a	87.30 ^{c-g}	0.00	11.33 ^{c-f}	0.00 ^a	76.00 ^{c-d}	71.33 ^{e-j}	82.00 ^{a-b}	84.67 ^{b-e}	82.00 ^{a-b}
2/26	30.60 ^b	90.00 ^{c-g}	0.00	24.67 ^{a-d}	0.67 ^{a-b}	80.00 ^{a-d}	70.67 ^{f-j}	83.33 ^{a-b}	82.67 ^{c-e}	83.33 ^{a-b}
S58	28.60 ^b	47.30 ⁱ	0.00	0.00 ^f	0.00 ^a	0.00 ^f	0.00 ^l	0.00 ^d	0.00 ^g	0.00 ^d
Mean	78.50	89.60	0.00	17.98	0.22	81.54	75.43	85.19	85.45	85.19
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.70	0.00	63.52	414.43	10.42	10.57	9.07	6.90	9.07

^{l/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significant difference at the 1% level, respectively.

Table 4.9 Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	2 Days		3 Days		4 Days		5 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
3/30	93.60 ^{a 1/}	90.67 ^{a-b}	0.00	16.00 ^{b-d}	12.00 ^{b-f}	84.00 ^{a-c}	86.67 ^{a-c}	86.00 ^{a-d}	94.67 ^a	86.00 ^{a-c}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	0.00	6.67 ^{c-g}	6.00 ^{c-g}	88.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-c}	90.00 ^{a-d}	97.33 ^a	91.33 ^{a-c}
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	0.00	8.00 ^{c-g}	7.33 ^{c-g}	91.33 ^{a-b}	89.33 ^{a-c}	91.33 ^{a-d}	94.00 ^a	91.33 ^{a-c}
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	0.00	4.67 ^{c-g}	5.33 ^{d-g}	86.00 ^{a-c}	84.67 ^{a-c}	87.33 ^{a-d}	92.00 ^a	87.33 ^{a-c}
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	0.00	7.33 ^{c-g}	3.33 ^{c-g}	94.67 ^a	84.00 ^{a-c}	95.33 ^{a-b}	90.67 ^a	95.33 ^a
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	0.00	8.00 ^{c-g}	0.67 ^{f-g}	94.67 ^a	79.33 ^{b-c}	97.33 ^a	91.33 ^a	97.33 ^a
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	0.00	32.00 ^a	30.67 ^a	83.33 ^{a-c}	90.00 ^{a-b}	83.33 ^{a-d}	93.33 ^a	83.33 ^{a-c}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	2.67 ^{c-g}	0.67 ^{f-g}	88.00 ^{a-c}	78.00 ^c	90.67 ^{a-d}	93.33 ^a	93.33 ^{a-b}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	17.33 ^{b-c}	15.33 ^{b-d}	83.33 ^{a-c}	86.67 ^{a-c}	83.33 ^{a-d}	92.00 ^a	83.33 ^{a-c}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	0.00	2.67 ^{c-g}	0.00 ^g	94.67 ^a	84.00 ^{a-c}	96.67 ^{a-b}	92.67 ^a	96.67 ^a
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	0.00	5.33 ^{d-g}	1.33 ^{f-g}	93.33 ^a	83.33 ^{a-c}	94.00 ^{a-b}	90.67 ^a	95.33 ^a
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	0.00	5.33 ^{d-g}	6.00 ^{c-g}	92.67 ^a	92.00 ^a	92.67 ^{a-c}	95.33 ^a	92.67 ^{a-b}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	0.00	6.67 ^{c-g}	7.33 ^{c-g}	92.00 ^a	88.00 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	94.67 ^a	93.33 ^{a-b}
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	0.00	1.33 ^{f-g}	0.67 ^{f-g}	95.33 ^a	80.67 ^{a-c}	96.00 ^{a-b}	92.67 ^a	96.00 ^a
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	0.00	10.00 ^{c-g}	8.00 ^{b-g}	90.00 ^{a-c}	85.33 ^{a-c}	90.00 ^{a-d}	89.33 ^a	90.67 ^{a-c}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	0.00	7.33 ^{c-g}	4.67 ^{d-g}	90.67 ^{a-c}	82.67 ^{a-c}	93.33 ^{a-b}	90.00 ^a	94.67 ^a
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	4.00 ^{c-g}	10.67 ^{b-g}	81.33 ^{a-c}	78.67 ^{b-d}	84.00 ^{a-d}	90.67 ^a	84.67 ^{a-c}
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	0.00	11.33 ^{c-f}	19.33 ^b	76.67 ^c	84.00 ^{a-c}	77.33 ^d	88.67 ^a	77.33 ^c
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	0.00	22.00 ^b	17.33 ^{b-c}	88.67 ^{a-c}	83.33 ^{a-c}	90.00 ^{a-d}	91.33 ^a	90.00 ^{a-c}
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	1.33 ^{f-g}	3.33 ^{c-g}	88.00 ^{a-c}	84.67 ^{a-c}	89.33 ^{a-d}	94.00 ^a	90.67 ^{a-c}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	0.00	3.33 ^{e-g}	5.33 ^{d-g}	94.00 ^a	88.00 ^{a-c}	94.67 ^{a-b}	95.33 ^a	94.67 ^a

Table 4.9 Standard germination test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	2 Days		3 Days		4 Days		5 Days	
			NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)	NS (%)	PNS (%)
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	0.00	2.67 ^{c-g}	0.67 ^{f-g}	92.67 ^a	79.33 ^{b-c}	94.67 ^{a-b}	88.67 ^a	94.67 ^a
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	0.00	12.67 ^{b-c}	16.00 ^{b-d}	77.33 ^{b-c}	86.00 ^{a-c}	78.67 ^{c-d}	94.00 ^a	78.67 ^{b-c}
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	0.00	12.67 ^{b-c}	8.67 ^{b-g}	87.33 ^{a-c}	84.00 ^{a-c}	91.33 ^{a-d}	92.67 ^a	91.33 ^{a-c}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	0.00	7.33 ^{c-g}	14.67 ^{b-e}	77.33 ^{b-c}	82.00 ^{a-c}	78.67 ^{c-d}	88.67 ^a	78.67 ^{b-c}
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	0.00	0.00 ^g	0.00 ^g	48.00 ^d	49.33 ^d	52.67 ^c	68.00 ^b	54.00 ^d
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	0.00	13.33 ^{b-e}	14.00 ^{b-e}	81.33 ^{a-c}	87.33 ^{a-c}	82.67 ^{b-d}	92.67 ^a	84.00 ^{a-c}
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	0.00	0.00 ^g	0.00 ^g	41.33 ^d	38.67 ^e	46.00 ^c	60.00 ^b	46.67 ^d
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	0.00	0.00 ^g	0.67 ^{f-g}	23.33 ^e	20.00 ^f	26.00 ^f	43.33 ^c	26.00 ^e
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	0.00	0.00 ^g	0.00 ^g	0.00 ^f	0.00 ^g	0.00 ^g	0.00 ^d	0.00 ^f
Mean	77.40	86.00	0.00	7.85	7.48	80.17	77.33	81.68	86.00	82.11
F test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	25.40	4.60	0.00	70.99	78.23	8.94	7.53	8.88	5.71	9.16

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

ns and ** = Non-significant and significant difference at the 1% level, respectively.

Table 4.10 Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 20°C and 6-9 day seedling counts of normal and prenatal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Tests		6 Days		7 Days		8 Days		9 Days		SG	FE
		NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS		
Chai Nat 1											
6	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.079	0.943**	0.565**	0.899**	0.841**	0.887**	0.739**	0.631**
7	NS			1.000	0.008	0.529**	0.013	0.074	0.034	0.064	0.05
Days	PNS				1.000	0.518**	0.986**	0.881**	0.980**	0.750**	0.720**
8	NS					1.000	0.463**	0.718**	0.437*	0.533**	0.294
Days	PNS						1.000	0.857**	0.998**	0.712**	0.728**
9	NS							1.000	0.849**	0.744**	0.573**
Days	PNS								1.000	0.717**	0.723**
SG										1.000	0.698**
FE											1.000
RD 6											
6	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.703**	0.903**	0.829**	0.805**	0.864**	0.962**	0.728**	0.574**
7	NS			1.000	0.492**	0.766**	0.416**	0.769**	0.418**	0.350	0.250
Day	PNS				1.000	0.870**	0.980**	0.847**	0.974**	0.894**	0.730**
8	NS					1.000	0.766**	0.975**	0.807**	0.781**	0.618**
Day	PNS						1.000	0.792**	0.996**	0.930**	0.794**
9	NS							1.000	0.798**	0.722**	0.596**
Day	PNS								1.000	0.907**	0.812**
SG										1.000	0.785**
FE											1.000

* and ** = Significant difference at the 5% and 1% level of probability, respectively.

Table 4.11 Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 25°C and 3-7 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Tests		3 Days		4 Days		5 Days		6 Days		7 Days		SG	FE
		NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS		
Chai Nat 1													
3	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.690**	0.920**	0.898**	0.906**	0.873**	0.894**	0.867**	0.894**	0.758**	0.746**
4	NS			1.000	0.519**	0.507**	0.514**	0.466**	0.498**	0.457**	0.496**	0.542**	0.353*
Dasy	PNS				1.000	0.964**	0.997**	0.969**	0.992**	0.969**	0.992**	0.743**	0.822**
5	NS					1.000	0.965**	0.986**	0.956**	0.981**	0.956**	0.706**	0.791**
Days	PNS						1.000	0.972**	0.996**	0.976**	0.996**	0.738**	0.834**
6	NS							1.000	0.962**	0.993**	0.961**	0.726**	0.820**
Days	PNS								1.000	0.973**	1.000**	0.711**	0.841**
7	NS									1.000	0.972**	0.705**	0.840**
Days	PNS										1.000	0.710**	0.840**
SG												1.000	0.698**
FE													1.000
RD 6													
3	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.836**	0.804**	0.810**	0.764**	0.754**	0.757**	0.749**	0.760**	0.735**	0.552**
4	NS			1.000	0.495**	0.499**	0.448*	0.445*	0.442*	0.444*	0.448*	0.432*	0.322
Days	PNS				1.000	0.979**	0.991**	0.987**	0.984**	0.976**	0.984**	0.945**	0.807**
5	NS					1.000	0.976**	0.984**	0.969**	0.978**	0.969**	0.954**	0.831**
Days	PNS						1.000	0.991**	0.997**	0.991**	0.997**	0.946**	0.852**
6	NS							1.000	0.986**	0.997**	0.986**	0.947**	0.870**
Days	PNS								1.000	0.997**	0.986**	0.941**	0.855**
7	NS									1.000	0.991**	0.945**	0.877**
Days	PNS										1.000	0.941**	0.854**
SG												1.000	0.785**
FE													1.000

* and ** = Significant difference at the 5% and 1% level of probability, respectively.

Table 4.12 Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and modified germination test at 30°C and 2-5 day seedling counts of normal and prenormal seedlings of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Tests		2 Days		3 Days		4 Days		5 Days		SG	FE
		NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS	NS	PNS		
Chai Nat 1											
2	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.186	0.507**	0.380*	0.491**	0.394**	0.491**	0.454**	0.305**
3	NS			1.000	0.054	0.028	0.111	0.012	0.101	0.044	0.014
Days	PNS				1.000	0.946**	0.984**	0.949**	0.984**	0.885**	0.841**
4	NS					1.000	0.906**	0.949**	0.906**	0.815**	0.843**
Days	PNS						1.000	0.955**	1.000**	0.857**	0.846**
5	NS							1.000	0.955**	0.774**	0.880**
Days	PNS								1.000	0.857**	0.846**
SG										1.000	0.698**
FE											1.000
RD6											
2	NS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Days	PNS		1.000	0.883**	0.300	0.456**	0.283	0.373*	0.274	0.403*	0.321
3	NS			1.000	0.188	0.418*	0.169	0.333	0.161	0.340	0.223
Days	PNS				1.000	0.953**	0.998**	0.946**	0.997**	0.936**	0.856**
4	NS					1.000	0.947**	0.971**	0.945**	0.952**	0.851**
Days	PNS						1.000	0.952**	1.000**	0.931**	0.866**
5	NS							1.000	0.953**	0.916**	0.923**
Days	PNS								1.000	0.929**	0.866**
SG										1.000	0.785**
FE											1.000

* and ** = Significant difference at the 5% and 1% level of probability, respectively.

Table 4.13 Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Seed vigor tests			
			SGR (mg/seedling)	SL (cm)	RL (cm)	TL (cm)
17/1	91.4 ^{a1/}	96.6 ^{a-c}	3.6 ^{b-c}	4.9 ^{c-g}	9.7 ^{c-h}	14.6 ^{d-f}
23/5	90.0 ^a	94.0 ^{a-e}	3.4 ^{b-c}	4.9 ^{c-g}	10.0 ^{b-g}	15.0 ^{d-f}
23/16	89.2 ^a	98.0 ^a	3.5 ^{b-c}	4.7 ^{d-g}	9.5 ^{d-h}	14.3 ^{e-f}
2/29	88.2 ^a	91.3 ^{a-f}	3.6 ^{b-c}	5.0 ^{b-f}	9.2 ^{e-h}	14.3 ^{e-f}
23/11	86.8 ^a	90.6 ^{b-f}	4.2 ^{a-c}	4.7 ^{d-g}	9.6 ^{d-h}	14.3 ^{e-f}
23/3	86.6 ^a	94.0 ^{a-e}	4.5 ^{b-c}	5.0 ^{b-f}	10.7 ^{a-f}	15.7 ^{b-e}
23/2	86.4 ^a	91.3 ^{a-f}	2.6 ^c	5.1 ^{b-f}	11.3 ^{a-d}	16.4 ^{a-e}
2/31	85.0 ^a	95.3 ^{a-d}	4.1 ^{b-c}	5.8 ^{a-b}	11.9 ^a	17.9 ^{a-b}
2/115	85.0 ^a	94.0 ^{a-e}	3.5 ^{b-c}	4.8 ^{d-g}	9.7 ^{c-g}	14.6 ^{d-f}
15/69	84.6 ^a	92.6 ^{a-f}	4.5 ^{b-c}	5.6 ^{b-d}	11.8 ^a	17.4 ^{a-c}
15/40	83.8 ^a	97.3 ^{a-b}	4.5 ^{b-c}	5.9 ^a	11.7 ^{a-b}	18.2 ^a
23/7	83.6 ^a	90.6 ^{b-f}	3.6 ^{b-c}	5.0 ^{b-g}	11.3 ^{a-d}	16.3 ^{a-e}
17/6	83.4 ^a	93.3 ^{a-f}	5.6 ^{b-c}	5.0 ^{b-g}	10.3 ^{a-f}	15.3 ^{c-f}
23/9	82.2 ^a	93.3 ^{a-f}	3.1 ^{b-c}	4.6 ^{c-g}	9.9 ^{c-g}	14.6 ^{d-f}
2/73	82.0 ^a	94.0 ^{a-e}	5.1 ^{a-b}	5.4 ^{b-f}	9.5 ^{d-h}	14.9 ^{d-f}
23/18	81.6 ^a	92.0 ^{a-f}	3.2 ^{b-c}	4.8 ^{d-g}	9.9 ^{c-g}	14.7 ^{d-f}
15/30	80.8 ^a	92.0 ^{a-f}	10.0 ^{a-c}	5.4 ^{b-f}	11.1 ^{a-e}	16.5 ^{a-e}
17/8	80.6 ^a	88.6 ^{d-g}	4.7 ^{b-c}	5.2 ^{b-f}	9.8 ^{c-g}	15.0 ^{d-f}
15/53	80.2 ^a	86.6 ^{f-g}	5.3 ^{b-c}	4.8 ^{d-g}	8.5 ^{g-h}	13.3 ^{f-g}
15/36	79.6 ^a	90.0 ^{c-g}	2.2 ^c	5.4 ^{b-f}	10.8 ^{a-f}	16.3 ^{a-e}
23/4	78.6 ^a	90.0 ^{c-g}	4.8 ^a	5.5 ^{b-e}	11.4 ^{a-c}	16.9 ^{a-d}
15/37	78.0 ^a	91.3 ^{a-f}	3.9 ^{b-c}	5.6 ^{a-c}	10.6 ^{a-f}	16.5 ^{a-e}
15/55	77.8 ^a	90.6 ^{b-f}	4.8 ^{b-c}	5.4 ^{b-f}	10.4 ^{a-f}	15.8 ^{b-e}
17/3	77.8 ^a	92.0 ^{a-f}	5.6 ^{b-c}	5.0 ^{b-g}	9.3 ^{e-h}	14.3 ^{e-f}
15/31	77.0 ^a	86.6 ^{f-g}	4.5 ^{b-c}	4.5 ^{f-g}	9.8 ^{c-g}	14.4 ^{e-f}
2/75	76.8 ^a	94.6 ^{a-d}	3.8 ^{b-c}	5.6 ^{b-d}	10.3 ^{a-f}	16.0 ^{a-e}
2/30	76.4 ^a	86.6 ^{f-g}	3.9 ^{b-c}	5.3 ^{b-f}	9.4 ^{e-h}	14.7 ^{d-f}
15/46	76.4 ^b	84.0 ^g	3.8 ^{b-c}	4.9 ^{c-g}	9.3 ^{e-h}	14.3 ^{e-f}

Table 4.13 Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Seed vigor tests			
			SGR (mg/seedling)	SL (cm)	RL (cm)	TL (cm)
2/38	75.2 ^b	93.3 ^{a-f}	5.0 ^{a-c}	5.6 ^{b-d}	10.3 ^{a-f}	15.9 ^{b-e}
2/111	74.6 ^b	67.3 ^h	3.8 ^{b-c}	4.1 ^b	7.9 ^b	12.1 ^b
17/9	74.4 ^a	87.3 ^{c-g}	4.1 ^{b-c}	4.9 ^{c-g}	9.3 ^{c-h}	14.3 ^{c-f}
2/26	30.6 ^b	90.0 ^{c-g}	4.1 ^{b-c}	5.4 ^{b-f}	9.5 ^{d-h}	14.9 ^{d-f}
S58	28.6 ^b	47.3 ⁱ	0.0 ^c	0.0 ^h	0.0 ⁱ	0.0 ^h
Mean	78.50	89.60	4.10	5.00	9.80	14.80
F test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.70	27.50	9.00	9.10	7.80

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = significant difference at the 1% level of propability.

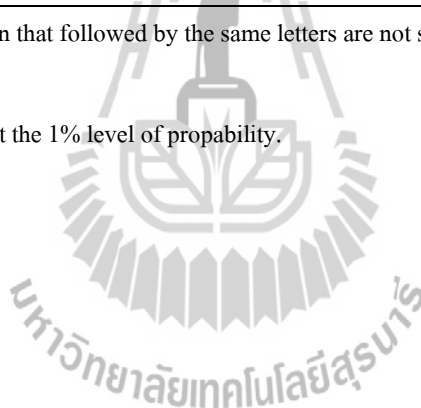


Table 4.14 Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Seed Vigor Tests			
			SGR (mg/seedling)	SL (cm)	RL (cm)	TL (cm)
3/30	93.60 ^{a1/}	90.67 ^{a-b}	6.00 ^{a-c}	5.60 ^{b-f}	12.13 ^{a-d}	17.70 ^{b-c}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	6.23 ^{a-e}	5.63 ^{a-f}	11.13 ^{b-d}	16.77 ^{c-e}
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	6.23 ^{a-e}	6.10 ^{a-d}	12.67 ^{a-b}	18.77 ^{a-b}
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	6.83 ^{a-d}	6.37 ^{a-b}	11.23 ^{b-d}	17.60 ^{b-d}
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	5.83 ^{a-e}	5.70 ^{a-f}	12.20 ^{a-d}	17.87 ^{b-c}
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	5.83 ^{a-e}	6.60 ^a	11.40 ^{b-d}	18.00 ^{a-c}
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	5.43 ^{a-e}	5.63 ^{a-f}	11.93 ^{a-d}	17.60 ^{b-d}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	5.87 ^{a-e}	5.73 ^{a-e}	10.90 ^{c-d}	16.63 ^{c-e}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	6.77 ^{a-d}	5.83 ^{a-e}	12.30 ^{a-d}	18.13 ^{a-c}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	6.80 ^{a-d}	4.93 ^{c-g}	10.90 ^{c-d}	15.87 ^{d-f}
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	5.40 ^{a-e}	5.43 ^{b-f}	11.17 ^{b-d}	16.63 ^{c-e}
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	5.80 ^{a-e}	5.43 ^{b-f}	12.37 ^{a-c}	17.80 ^{b-c}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	3.70 ^e	6.33 ^{a-c}	13.33 ^a	19.67 ^a
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	5.80 ^{a-e}	5.40 ^{b-f}	11.67 ^{b-d}	17.03 ^{b-e}
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	4.40 ^{d-e}	5.17 ^{d-g}	11.77 ^{b-d}	16.93 ^{c-e}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	6.23 ^{a-e}	5.77 ^{a-e}	12.43 ^{a-c}	18.27 ^{a-c}
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	6.10 ^{a-e}	4.73 ^{g-h}	10.80 ^d	15.53 ^{e-f}
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	6.20 ^{a-e}	5.70 ^{a-f}	11.13 ^{b-d}	16.83 ^{c-e}
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	4.43 ^{c-e}	5.23 ^{d-g}	11.60 ^{b-d}	16.83 ^{c-e}
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	6.23 ^{a-e}	5.50 ^{b-f}	11.00 ^{b-d}	16.50 ^{c-e}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	7.20 ^{a-d}	5.10 ^{c-g}	11.87 ^{a-d}	16.93 ^{c-e}
8/17	77.40 ^b	94.00 ^a	7.23 ^{a-c}	5.33 ^{d-g}	12.27 ^{a-d}	17.60 ^{b-d}
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	6.90 ^{a-d}	5.67 ^{a-f}	11.27 ^{b-d}	16.93 ^{c-e}
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	6.87 ^{a-d}	6.37 ^{a-b}	11.40 ^{b-d}	17.73 ^{b-c}
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	6.13 ^{a-e}	5.87 ^{a-e}	11.83 ^{b-d}	17.70 ^{b-c}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	7.87 ^{a-d}	5.70 ^{a-f}	11.70 ^{b-d}	17.37 ^{b-d}
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	5.53 ^{a-e}	5.40 ^{b-f}	9.17 ^e	14.57 ^f
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	5.10 ^{d-e}	5.80 ^{a-e}	12.37 ^{a-c}	18.17 ^{a-c}

Table 4.14 Standard germination, seedling growth rate test and seedling shoot, root and total length of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Seed Vigor Tests			
			SGR (mg/seedling)	SL (cm)	RL (cm)	TL (cm)
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	7.93 ^a	5.37 ^{c-f}	7.27 ^e	12.63 ^g
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	6.30 ^{a-e}	4.43 ^g	6.70 ^f	11.10 ^h
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	0.00 ^f	0.00 ^h	0.00 ^g	0.00 ⁱ
Mean	77.40	86.00	5.91	5.42	10.96	16.40
F test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	25.40	4.60	23.60	9.02	6.98	5.50

^{1/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = Significant difference at the 1% level of probability.

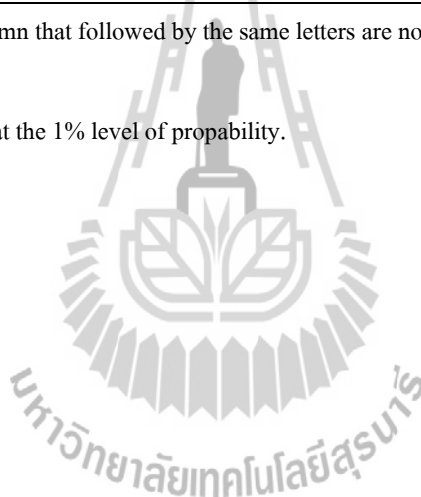


Table 4.15 Correlation coefficients (r) among standard germination test, field emergence test and seedling shoot, root and total length seedling and seedling growth rate test of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Test	RL	SL	TL	SGR	SG	FE
Chai Nat 1						
RL	1.000	0.938**	0.993**	0.457**	0.708**	0.825**
SL		1.000	0.973**	0.493**	0.678**	0.755**
TL			1.000	0.476**	0.708**	0.812**
SGR				1.000	0.297	0.345**
SG					1.000	0.698**
FE						1.000
RD 6						
RL	1.000	0.862**	0.987**	0.517**	0.661**	0.899**
SL		1.000	0.931**	0.675**	0.883**	0.883**
TL			1.000	0.580**	0.841**	0.921**
SGR				1.000	0.293	0.620**
SG					1.000	0.785**
FE						1.000

** = Significant difference at 1% level of probability.

Table 4.16 Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Conductivity Test ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)							
			AOSA				ISTA			
			Control	Stir	Swirl	Pour	Control	Stir	Swirl	Pour
17/1	91.44 ^{a 1/}	96.67 ^{a-c}	12.16 ^a	12.00 ^a	12.00 ^a	12.83 ^a	4.33 ^a	4.40 ^a	4.40 ^a	4.50 ^a
23/5	90.00 ^a	94.00 ^{a-e}	21.66 ^{d-g}	20.96 ^{c-g}	21.40 ^{c-f}	22.06 ^{c-g}	6.60 ^{d-e}	6.53 ^{c-d}	6.83 ^{c-f}	6.86 ^{c-e}
23/16	89.22 ^a	98.00 ^a	23.70 ^{d-h}	23.76 ^{e-j}	24.10 ^{d-h}	24.20 ^{d-i}	8.33 ^{g-i}	8.33 ^{f-h}	8.73 ^{k-m}	8.70 ^{h-l}
2/29	88.22 ^a	91.33 ^{a-f}	18.60 ^{b-d}	18.33 ^{b-d}	18.36 ^{b-c}	20.70 ^{b-f}	6.13 ^{c-d}	6.23 ^{c-d}	6.26 ^{c-e}	6.26 ^{c-d}
23/11	86.88 ^a	90.66 ^{b-f}	19.63 ^{b-d}	19.13 ^{b-e}	19.26 ^{b-d}	20.26 ^{b-e}	6.53 ^{d-e}	6.40 ^{c-d}	6.90 ^{d-f}	6.83 ^{c-e}
23/3	86.66 ^a	94.00 ^{a-e}	20.80 ^{c-f}	20.60 ^{c-f}	20.56 ^{b-e}	21.30 ^{b-g}	6.70 ^{d-e}	6.56 ^{c-d}	7.23 ^{e-i}	7.23 ^{d-g}
23/2	86.44 ^a	91.33 ^{a-f}	19.63 ^{b-d}	19.50 ^{b-e}	20.70 ^{b-e}	21.43 ^{e-g}	6.60 ^{d-e}	6.46 ^{c-d}	6.93 ^{d-g}	6.93 ^{c-e}
2/31	85.00 ^a	95.33 ^{a-d}	19.76 ^{b-d}	19.50 ^{b-e}	19.60 ^{b-d}	20.13 ^{b-e}	10.50 ^k	10.83 ^{j-k}	10.03 ^{o-p}	10.00 ^{m-o}
2/115	85.00 ^a	94.00 ^{a-e}	22.13 ^{d-g}	22.36 ^{e-h}	22.00 ^{c-f}	22.50 ^{d-g}	8.36 ^{g-i}	8.20 ^{e-g}	8.86 ^{k-n}	8.93 ^{i-m}
15/69	84.66 ^a	92.66 ^{a-f}	23.86 ^{d-h}	23.86 ^{e-j}	23.93 ^{d-h}	24.83 ^{e-j}	8.23 ^{g-i}	8.26 ^{e-g}	8.33 ^{h-l}	8.20 ^{f-i}
15/40	83.88 ^a	97.33 ^{a-b}	29.93 ^{i-k}	29.36 ^{k-l}	28.60 ^{h-j}	29.40 ^{i-m}	14.60 ^m	14.90 ^l	14.16 ^r	14.20 ^q
23/7	83.66 ^a	90.66 ^{b-f}	19.63 ^{b-d}	19.56 ^{b-e}	19.56 ^{b-d}	20.66 ^{b-f}	7.30 ^{c-f}	7.33 ^{d-f}	7.53 ^{f-j}	7.63 ^{e-h}
17/6	83.44 ^a	93.33 ^{a-f}	15.86 ^{a-c}	15.90 ^{a-c}	15.83 ^{a-b}	16.90 ^{a-c}	5.46 ^{b-c}	5.46 ^{b-c}	5.76 ^{b-c}	5.80 ^{b-c}
23/9	82.22 ^a	93.33 ^{a-f}	20.23 ^{c-e}	19.70 ^{b-e}	19.60 ^{b-d}	20.70 ^{b-f}	7.33 ^{c-f}	7.33 ^{d-f}	7.46 ^{f-j}	7.50 ^{e-h}
2/73	82.00 ^a	94.00 ^{a-e}	22.16 ^{d-g}	22.46 ^{d-h}	22.40 ^{b-f}	22.80 ^{d-g}	11.56 ^l	11.53 ^k	11.76 ^r	11.66 ^p
23/18	81.66 ^a	92.00 ^{a-f}	21.26 ^{d-g}	21.10 ^{d-g}	20.66 ^{b-e}	21.46 ^{c-g}	7.93 ^{f-g}	8.00 ^{e-g}	8.10 ^{g-k}	8.06 ^{e-i}
15/30	80.88 ^a	92.00 ^{a-f}	28.40 ^{h-k}	28.30 ^{j-l}	28.60 ^{h-j}	29.60 ^{i-m}	9.36 ^j	9.40 ^{h-i}	9.50 ^{m-o}	9.46 ^{j-n}
17/8	80.66 ^a	88.66 ^{d-g}	14.56 ^{a-b}	15.03 ^{a-b}	15.56 ^{a-b}	16.06 ^{a-b}	5.20 ^b	5.10 ^{a-b}	5.90 ^{b-d}	5.96 ^{b-c}
15/53	80.22 ^a	86.66 ^{f-g}	32.66 ^k	31.93 ^l	32.50 ^j	33.93 ^m	11.06 ^{k-l}	11.03 ^{j-k}	11.46 ^q	11.36 ^p
15/36	79.66 ^a	90.00 ^{c-g}	26.66 ^{g-j}	28.00 ^{i-l}	28.10 ^{h-j}	28.83 ^{i-m}	11.06 ^{k-l}	11.03 ^{j-k}	11.33 ^q	11.43 ^p

Table 4.16 Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of 33 seed lots of Chai Nat 1 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Conductivity Test ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)							
			AOSA				ISTA			
			Control	Stir	Swirl	Pour	Control	Stir	Swirl	Pour
23/4	78.66 ^a	90.00 ^{c-g}	18.63 ^{b-d}	18.26 ^{b-d}	18.43 ^{d-f}	19.13 ^{b-d}	6.60 ^{d-e}	6.56 ^{c-d}	6.96 ^{d-g}	7.00 ^{c-f}
15/37	78.00 ^a	91.33 ^{a-f}	31.40 ^{j-k}	31.33 ^l	31.63 ^j	31.50 ^{k-m}	10.33 ^k	10.16 ^{i-j}	10.80 ^{p-q}	10.76 ^{o-p}
15/55	77.88 ^a	90.67 ^{b-f}	28.70 ^{h-k}	28.40 ^{j-l}	29.83 ^{i-j}	29.80 ^{j-m}	10.70 ^k	10.93 ^{j-k}	10.66 ^{p-q}	10.63 ^{n-p}
17/3	77.88 ^a	92.00 ^{a-f}	28.13 ^{h-k}	27.90 ^{i-l}	27.96 ^{g-j}	28.40 ^{h-l}	4.86 ^{a-b}	4.86 ^{a-b}	5.03 ^{a-b}	5.10 ^{a-b}
15/31	77.00 ^a	86.67 ^{f-g}	24.06 ^{d-h}	23.36 ^{d-j}	24.00 ^{d-h}	24.73 ^{e-j}	8.46 ^{g-i}	4.86 ^{a-b}	8.40 ^{i-m}	8.30 ^{g-j}
2/75	76.88 ^a	94.67 ^{a-d}	25.86 ^{f-i}	25.86 ^{g-k}	25.43 ^{e-i}	26.46 ^{g-k}	8.06 ^{f-g}	7.93 ^{e-g}	8.50 ^{j-m}	8.53 ^{h-k}
2/30	76.44 ^a	86.67 ^{f-g}	23.80 ^{b-h}	22.86 ^{d-i}	22.80 ^{c-g}	23.36 ^{d-h}	8.13 ^{g-h}	8.16 ^{e-g}	8.26 ^{h-k}	8.30 ^{g-j}
15/46	76.44 ^b	84.00 ^g	26.26 ^{e-i}	25.96 ^{g-k}	26.30 ^{f-i}	26.53 ^{g-k}	8.96 ^{h-j}	8.70 ^{g-h}	9.43 ^{l-o}	9.56 ^{k-n}
2/38	75.22 ^b	93.33 ^{a-f}	26.50 ^{g-j}	27.16 ^{h-l}	28.36 ^{h-j}	28.76 ^{i-m}	9.00 ^{i-j}	8.70 ^{g-h}	9.90 ^{n-p}	9.86 ^{l-o}
2/111	74.66 ^b	67.33 ^h	25.26 ^{e-i}	25.53 ^{f-k}	25.43 ^{e-i}	25.86 ^{f-j}	8.30 ^{g-i}	8.33 ^{f-h}	8.16 ^{h-k}	8.23 ^{f-i}
17/9	74.44 ^a	87.33 ^{c-g}	25.70 ^{f-i}	25.10 ^{f-k}	25.56 ^{e-i}	26.50 ^{g-k}	7.10 ^e	7.16 ^{d-e}	7.20 ^{e-h}	7.23 ^{d-g}
2/26	30.66 ^b	90.00 ^{c-g}	31.96 ^k	31.63 ^l	31.53 ^j	32.13 ^{l-m}	8.16 ^{g-i}	8.36 ^{f-h}	7.93 ^{f-k}	7.93 ^{e-i}
S58	28.66 ^b	47.33 ⁱ	47.03 ^l	46.66 ^m	46.83 ^k	45.56 ⁿ	18.06 ⁿ	17.86 ^m	18.63 ^s	18.66 ^r
Mean	78.50	89.60	45.40	24.00	24.20	24.80	8.50	8.50	8.70	8.70
F test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.40	3.70	6.15	11.10	11.31	11.23	5.28	7.04	7.10	7.47

^{l/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = Significant difference at the 1% level of propability.

Table 4.17 Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence.

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Conductivity test ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)							
			AOSA				ISTA			
			Control	Stir	Swirl	Pour	Control	Stir	Swirl	Pour
3/30	93.60 ^{a 1/}	90.67 ^{a-b}	19.97 ^a	18.23 ^a	22.78 ^{a-b}	22.97 ^{a-b}	9.77 ^a	9.80 ^a	9.87 ^{a-b}	9.83 ^{a-b}
7/30	91.00 ^a	96.00 ^a	26.00 ^{b-c}	24.07 ^{a-c}	29.47 ^{b-f}	29.90 ^{b-f}	10.23 ^{a-c}	10.60 ^{a-b}	9.67 ^a	9.60 ^a
12/89	90.00 ^a	96.67 ^a	24.03 ^{b-c}	23.77 ^{a-c}	24.70 ^{a-c}	24.33 ^{a-c}	13.37 ^{f-g}	113.70 ^{d-g}	13.00 ^{d-g}	12.93 ^{c-g}
2/146	88.80 ^a	93.33 ^a	26.20 ^{b-c}	25.70 ^{a-d}	28.33 ^{b-f}	26.83 ^{b-e}	16.27 ^{i-j}	16.23 ^{h-j}	16.43 ^{i-l}	16.43 ^{i-k}
11/5	88.20 ^a	94.00 ^a	42.13 ^{i-k}	41.83 ^{i-k}	42.83 ^{i-j}	43.00 ^{i-j}	14.60 ^{g-h}	14.63 ^{e-h}	14.83 ^{f-g}	14.73 ^{g-i}
11/4	86.60 ^b	94.00 ^a	11.4 ^{b-e}	27.40 ^{b-e}	27.43 ^{b-e}	25.37 ^{a-c}	15.30 ^{h-i}	15.47 ^{g-i}	15.27 ^{g-l}	14.97 ^{h-i}
17/19	86.00 ^b	96.00 ^a	26.67 ^{b-d}	26.03 ^{a-d}	27.33 ^{b-e}	27.93 ^{b-f}	13.67 ^{f-g}	13.13 ^{c-f}	14.87 ^{f-g}	14.87 ^{h-i}
18/6	85.00 ^b	92.00 ^{a-b}	28.73 ^{b-f}	29.73 ^{c-g}	26.37 ^{b-d}	26.37 ^{b-d}	14.70 ^{g-h}	14.93 ^{f-h}	14.63 ^{f-g}	14.60 ^{g-i}
11/8	83.80 ^b	91.33 ^{a-b}	28.80 ^{b-f}	28.03 ^{b-f}	28.70 ^{b-f}	28.60 ^{b-f}	12.27 ^{d-f}	13.06 ^{c-f}	11.03 ^{a-d}	11.03 ^{a-e}
10/2	83.40 ^b	98.67 ^a	32.03 ^{f-h}	36.83 ^{f-k}	30.33 ^{b-f}	30.63 ^{b-f}	10.57 ^{a-c}	10.47 ^{a-b}	11.03 ^{a-d}	10.87 ^{a-d}
8/9	83.00 ^b	91.33 ^{a-b}	39.00 ^{h-j}	40.60 ^{h-k}	34.87 ^{c-h}	34.47 ^{d-h}	10.80 ^{a-d}	10.73 ^{a-b}	10.90 ^{a-d}	10.90 ^{a-d}
3/22	82.40 ^b	94.00 ^a	34.23 ^{e-h}	35.63 ^{e-j}	31.97 ^{e-g}	32.70 ^{c-g}	10.30 ^{a-c}	10.63 ^{a-b}	9.97 ^{a-b}	9.90 ^{b-c}
2/151	81.00 ^b	95.33 ^a	30.10 ^{b-f}	31.93 ^{c-h}	25.87 ^{b-d}	26.17 ^{b-d}	12.70 ^{e-f}	12.57 ^{b-e}	13.30 ^{e-h}	13.20 ^{d-h}
10/6	81.00 ^b	92.67 ^{a-b}	29.50 ^{b-f}	28.87 ^{c-f}	31.43 ^{c-f}	31.40 ^{b-g}	9.93 ^{a-b}	10.10 ^a	9.97 ^{a-b}	9.93 ^{a-b}
3/26	80.40 ^b	94.00 ^a	19.33 ^a	19.53 ^{a-b}	18.30 ^a	18.07 ^a	10.60 ^{a-c}	10.70 ^{a-b}	10.70 ^{a-c}	10.70 ^{a-d}
11/16	79.60 ^b	96.00 ^a	33.07 ^{e-h}	33.97 ^{d-i}	29.77 ^{b-f}	29.53 ^{b-f}	13.60 ^{f-g}	13.00 ^{c-f}	14.87 ^{f-g}	14.77 ^{h-i}
10/1	78.40 ^b	92.00 ^{a-b}	39.27 ^{h-j}	39.63 ^{h-k}	40.83 ^{h-j}	40.97 ^{h-j}	11.43 ^{b-e}	11.30 ^{a-c}	12.17 ^{b-e}	12.10 ^{b-f}
12/73	78.20 ^b	94.00 ^a	33.87 ^{g-h}	34.07 ^{d-i}	32.93 ^{d-g}	32.87 ^{c-g}	10.90 ^{a-d}	11.23 ^{a-c}	10.53 ^{a-c}	10.43 ^{a-c}
3/25	78.00 ^b	93.33 ^a	37.00 ^{g-i}	35.73 ^{e-j}	39.43 ^{g-j}	38.97 ^{g-j}	10.87 ^{a-d}	11.20 ^{a-c}	10.50 ^{a-c}	10.37 ^{a-c}

Table 4.17 Field emergence test, standard germination test and conductivity test by AOSA and ISTA methods with 4 treatments of solution preparation of 31 seed lots of RD 6 rice variety, data sorted by maximum to minimum percentages of field emergence (continued).

Lot No.	FE (%)	SG (%)	Conductivity test ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)							
			AOSA				ISTA			
			Control	Stir	Swirl	Pour	Control	Stir	Swirl	Pour
18/3	78.00 ^b	92.00 ^{a-b}	44.57 ^{j-k}	45.23 ^k	41.83 ^{h-j}	41.70 ^{h-j}	14.73 ^{g-h}	14.63 ^{e-h}	15.07 ^{g-k}	15.17 ^{h-i}
10/19	77.60 ^b	95.33 ^a	37.50 ^{g-i}	38.63 ^{g-k}	34.97 ^{e-h}	35.77 ^{f-i}	11.40 ^{b-e}	11.77 ^{a-d}	10.70 ^{a-c}	10.77 ^{a-d}
8/17	77.40 ^b	94.00 ^a	33.57 ^{e-h}	37.07 ^{f-k}	30.23 ^{b-f}	30.40 ^{d-f}	10.33 ^{a-c}	10.57 ^{a-b}	10.10 ^{a-b}	9.93 ^{a-b}
18/13	77.20 ^b	93.33 ^a	44.37 ^{j-k}	44.20 ^{j-k}	44.13 ^j	44.00 ^j	14.50 ^{g-h}	14.23 ^{e-h}	15.37 ^{h-l}	15.17 ^{h-i}
7/19	76.80 ^b	96.67 ^a	28.53 ^{b-e}	28.97 ^{c-f}	27.83 ^{b-f}	28.03 ^{b-f}	10.40 ^{a-c}	11.17 ^{a-c}	9.23 ^a	9.17 ^a
17/21	75.60 ^b	95.33 ^a	46.23 ^k	45.57 ^k	47.07 ^j	47.03 ^j	14.70 ^{g-h}	15.03 ^{f-h}	14.20 ^{e-i}	14.13 ^{f-h}
8/20	75.40 ^b	85.33 ^b	44.53 ^{j-k}	45.20 ^k	42.07 ^{h-j}	41.60 ^{h-j}	12.53 ^{e-f}	12.57 ^{b-e}	12.67 ^{c-f}	12.53 ^{b-g}
18/17	68.80 ^b	78.67 ^c	36.73 ^{e-h}	34.90 ^{d-i}	35.77 ^{f-i}	35.17 ^{e-i}	11.60 ^{c-e}	11.47 ^{a-c}	12.10 ^{b-e}	12.07 ^{d-f}
7/23	68.40 ^b	92.00 ^{a-b}	31.43 ^{c-g}	31.93 ^{c-h}	29.73 ^{b-f}	29.97 ^{b-f}	17.13 ^j	17.40 ^{i-k}	16.90 ^{g-l}	14.27 ^{f-i}
3/38	66.40 ^b	35.33 ^d	58.27 ^l	58.43 ^l	57.67 ^k	57.90 ^k	17.53 ^j	17.70 ^{j-k}	17.27 ^{k-l}	17.33 ^j
3/40	56.40 ^{b-c}	24.00 ^e	62.87 ^l	61.23 ^l	66.90 ^l	66.97 ^l	19.00 ^k	18.70 ^k	17.37 ^l	19.77 ^k
S49	1.60 ^c	0.00 ^f	73.53 ^m	73.60 ^m	72.70 ^l	73.40 ^l	24.07 ^l	24.46 ^l	23.43 ^m	23.30 ^l
Mean	77.40	86.00	36.22	35.63	36.34	35.88	13.22	13.09	13.23	13.09
F test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	25.40	4.60	9.39	13.52	11.33	11.46	6.05	8.69	9.05	8.99

^{l/} = Means in the same column that followed by the same letters are not significantly different according to DMRT.

** = Significant difference at the 1% level of probability.

Table 4.18 Correlation coefficients (r) among standard generation test, field emergence test and 4 treatments of solution preparations before measurements of AOSA and ISTA conductivity tests of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Test	Conductivity test								SG	FE
	AOSA				ISTA					
	Control	Stir	Swirl	Pour	Control	Stir	Swirl	Pour		
Chai Nat 1										
AOSA Control	1.000	0.998**	0.995**	0.994**	0.790**	0.778**	0.797**	0.797**	-0.487**	-0.785**
AOSA Stir		1.000	0.997**	0.996**	0.796**	0.783**	0.805**	0.806**	-0.486**	-0.785**
AOSA Swirl			1.000	0.998**	0.785**	0.771**	0.797**	0.797**	-0.488**	-0.783**
AOSA Pour				1.000	0.777**	0.764**	0.788**	0.787**	-0.472**	-0.764**
ISTA Control					1.000	0.998**	0.994**	0.994**	-0.339	-0.618**
ISTA Stir						1.000	0.988**	0.988**	-0.331	-0.610**
ISTA Sway							1.000	1.000**	-0.348*	-0.640**
ISTA Pour								1.000	-0.352*	-0.647**
SG									1.000	-0.698**
FE										1.000
RD 6										
AOSA Control	1.000	0.997**	0.982**	0.982**	0.692**	0.691**	0.651**	0.702**	-0.814**	-0.798**
AOSA Stir		1.000	0.963**	0.965**	0.678**	0.677**	0.643**	0.689**	-0.795**	-0.798**
AOSA Swirl			1.000	0.999**	0.701**	0.701**	0.649**	0.710**	-0.837**	-0.774**
AOSA Pour				1.000	0.692**	0.693**	0.639**	0.700**	-0.836**	-0.779**
ISTA Control					1.000	0.996**	0.978**	0.969**	-0.720**	-0.713**
ISTA Stir						1.000	0.958**	0.946**	-0.722**	-0.728**
ISTA Sway							1.000	0.979**	-0.652**	-0.661**
ISTA Pour								1.000	-0.719**	-0.664**
SG									1.000	-0.785**
FE										1.000

** = Significant difference at the 1% level of probability.

Table 4.19 Summary of correlation coefficients (r) between standard germination test and all vigor tests to field emergence test of Chai Nat 1 and RD 6 rice varieties.

Tests	Chai Nat 1	RD 6	Tests	Chai Nat 1	RD 6	Tests	Chai Nat 1	RD 6
SG	0.698**	0.785**	Modified Germination Test at 25 °C			Seedling Growth and Evaluation Tests		
Accelerated Aging Test			3 days NS	0.000	0.000	SL	0.755**	0.883**
44 °C 64 hrs	0.646**	0.910**	3 days PNS	0.746*	0.552**	RL	0.825**	0.899**
44 °C 68 hrs	0.765**	0.877**	4 days NS	0.353	0.322*	TL	0.812**	0.921**
44 °C 72 hrs	0.737**	0.823**	4 days PNS	0.822**	0.807**	SGR	0.345*	0.620**
44 °C 76 hrs	0.765**	0.807**	5 days NS	0.791**	0.831**	Conductivity Test		
44 °C 80 hrs	0.806**	0.800**	5 days PNS	0.834**	0.852**	AOSA Control	-0.785**	-0.798**
Modified Germination Test at 20 °C			6 days NS	0.820**	0.870**	AOSA Swirl	-0.783**	-0.774**
6 days NS	0.000	0.000	6 days PNS	0.841**	0.855**	AOSA Stir	-0.785**	-0.798**
6 days PNS	0.631*	0.574**	7 days NS	0.840**	0.877**	AOSA Pour	-0.764**	-0.779**
7 days NS	0.05	0.250**	7 days PNS	0.840**	0.854**	ISTA Control	-0.618**	-0.713**
7 days PNS	0.720**	0.730**	Modified Germination Test at 30 °C			ISTA Swirl	-0.640**	-0.661**
8 days NS	0.294	0.618**	2 days NS	0.000	0.000	ISTA Stir	-0.610**	-0.728**
8 days PNS	0.728**	0.794**	2 days PNS	0.305	0.321**	ISTA Pour	-0.647**	-0.664**
9 days NS	0.573**	0.596**	3 days NS	0.014**	0.223**			
9 days PNS	0.723**	0.812**	3 days PNS	0.841**	0.856**			
			4 days NS	0.843**	0.851**			
			4 days PNS	0.846**	0.866**			
			5 days NS	0.880**	0.923**			
			5 days PNS	0.846**	0.866**			

* and ** = Significant difference at the 5% and 1% level of probability.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหาวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้ทำนายความงอกในแปลงปลูกได้ ในเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าไม่ไวแสงที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดพันธุ์หนึ่งในพื้นที่ภาคกลางทั้งนาปีและนาปรัง และมีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. 2552/53 มากที่สุดในข้าวเจ้าไม่ไวแสง ส่วนพันธุ์ กข 6 เป็นข้าวเหนียวที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศไทยมีเป้าหมายการผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุดของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. 2552/53 เช่นกัน สรุปได้ว่า ค่าความสัมพันธ์ของทุกวิธีการทดสอบความแข็งแรง มีค่าสหสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก ของกรรมวิธีที่ดีที่สุด สูงกว่าวิธีการทดสอบความงอกมาตรฐาน และส่วนใหญ่เป็นคุณลักษณะวิธี ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเฉพาะเจาะจงของกรรมวิธีกับพันธุ์ข้าว

1. วิธีการทดสอบความงอกมาตรฐาน มีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกที่ $r = 0.698^{**}$ และ 0.785^{**} ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ตามลำดับ
2. ระยะเวลาเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44°C ที่ทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ได้แม่นยำสูงที่สุดในพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ได้แก่ 80 และ 64 ชม. ตามลำดับ มีค่าสหสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูก ที่ $r = 0.806^{**}$ และ 0.910^{**} ตามลำดับ
3. วิธีการทดสอบความงอกประยุกต์ที่ดีที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ คือ วิธีการทดสอบความงอกในที่มืด อุณหภูมิ 30°C นับต้นอ่อนแบบต้นอ่อนปกติ หลังเพาะ 5 วัน ในทั้งพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6 ให้ค่า $r = 0.880^{**}$ และ 0.923^{**} ตามลำดับ
4. ในการทดสอบประเภทการทดสอบการเจริญเติบโตและประเมินต้นอ่อน ในพันธุ์ชัยนาท 1 วิธีวัดความยาวราก เป็นวิธีที่ดีที่สุดมีค่า $r = 0.825^{**}$ ในพันธุ์ กข 6 วิธีวัดความยาวต้นอ่อนรวม มีความแม่นยำมากที่สุด มีค่า $r = 0.921^{**}$
5. วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า ตามวิธี AOSA (1983) มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธี ISTA (1995) เพียงเล็กน้อย ในเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ วิธีที่ดีที่สุดพันธุ์ ชัยนาท 1 ได้แก่วิธี AOSA วัดค่าการนำไฟฟ้าสารละลายได้โดยตรงโดยไม่รบกวนสารละลายก่อนวัดค่า และวิธีคนสารละลายก่อนวัดค่า 10 วินาที มีค่าความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกเท่ากันที่ $r = -0.785^{**}$ และวิธีที่ดีที่สุดพันธุ์ กข 6 ได้แก่วิธี AOSA วัดค่าการนำไฟฟ้าสารละลายได้โดยตรงโดยไม่รบกวนสารละลายก่อนวัดค่า มีค่า $r -0.798^{**}$

รายการอ้างอิง

- กรกัญญา อักษรเนียม. 2556. ข้าวกับการพัฒนาเพื่อทนต่อความร้อน. เกษตรเกษตร อุ้งข้าว 7: 33-35
- กรกัญญา อักษรเนียม. 2557. ผลกระทบของสภาพอากาศหนาวต่อข้าว. เกษตรเกษตร อุ้งข้าว 19: 43-46
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. ข้าวและชัยพืช, แหล่งที่มา
http://www.doae.go.th/library/html/detail/rice_all.html, 14 กุมภาพันธ์ 2554.
- กรมการข้าว. 2555. สถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวของโลก ปี 2555/2556 ณ เดือนกรกฎาคม 2555. แหล่งที่มา: http://www.ricethailand.go.th/rice%20web/Rice%20Situation/Rice_Situation.html, 1 กันยายน 2556.
- กุลวดี ฐาน์กาญจน์. 2547. การเปรียบเทียบการทดสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริก มะเขือและมะเขือเทศ. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- คณะผลิตภัณฑการเกษตร ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2553. ความสำคัญของข้าว. แหล่งที่มา: <http://www.agric-prod.mju.ac.th/agronomy/ความสำคัญข้าว.htm>, 1 มิถุนายน 2553.
- จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2539. อิทธิพลของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อความงอกในไร่นา การเจริญเติบโต ผลผลิต และความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเมล็ดโต. วิทยานิพนธ์ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2529. เทคนิคการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์กับการประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. วารสารวิชาการเกษตร 4: 201-205.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- เชิดชาย วังคำ. 2542. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดที่สัมพันธ์กับคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ธวัชชัย ทิมชุมเหนียว. 2554. หน่วยที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์: เรื่องที่ 5.3.1 การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์, น. 55-63. ใน เอกสารการสอนชุดวิชา การฝึกปฏิบัติเสริมทักษะการผลิตพืช หน่วยที่ 1-7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ธีระ วงศ์สมุทร. 2553. ปาฐกถาพิเศษเรื่องนโยบายรัฐกับชาวนา, ใน รายงานงานสัมมนาวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่องขับเคลื่อนงานวิจัยข้าวไทยสู่นวัตกรรม. วันที่ 16 ธันวาคม 2553 ณ อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

- บุญมี ศิริ, นงนุช แสงหิน และ วิทวัส ชีรธิต. 2554. ช่วงเวลาการเร่งอายุที่เหมาะสมเพื่อใช้ประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42: 403-406.
- ปฎิมาภรณ์ ใจเย็น. 2556. การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- มนัสชนก กองดิน. 2555. วิธีตรวจสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- มารศรี วงศ์อนันทรพย. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบความแข็งแรงและความงอกในสภาพแปลงของเมล็ดพันธุ์ฝักคะน้ำ ผักกาดเขียวปลี และผักกาดเขียวแกวตั้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรารักษ์ สิงห์บำรุง. 2546. การศึกษาวิธีวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพื่อการประเมินความงอกในสภาพไร่สำหรับข้าวโพดหวาน. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วเรนยา สิงคณิกา. 2552. ติดต่อบริษัท. นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว นครราชสีมา, นครราชสีมา.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. 2533. การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24: 261-267.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ, เชิดชาย วังคำ, สมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ และ ลิลลี่ กาวิตะ. 2543. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์, น. 11-21. ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันชัย จันท์ประเสริฐ, สุชาติ อ่อนคำ, รังสฤษฏ์ กาวิตะ และ สุรพล อุปดิษฐกุล. 2539. การเสื่อมคุณภาพในแปลงและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 สายพันธุ์, น. 296-302. ใน รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6.
- วัลลภ สันติประภา. 2533. การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาในเขตร้อนชื้น. วารสารสงขลานครินทร์ 12: 305-309.
- วัลลภ สันติประภา. 2541. รายงานการวิจัยเรื่องเทคนิคการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับเขตร้อนชื้น. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. (อัคราณา).
- วัลลภ สันติประภา, ขวัญจิตร สันติประภา และ กาญจนา สุวรรณสินธุ์. 2536ก. ศักยภาพการเก็บรักษาและเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในเขตร้อนชื้น. วารสารสงขลานครินทร์ 15 (3): 47-52.

- วัลลภ สันติประชา, ขวัญจิตร สันติประชา และ ชุศรี ฌรงค์ราษฎร์. 2536ข. การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาในเขตร้อนชื้น. *วารสารเกษตรศาสตร์* 27: 283-294.
- ศานิต สวัสดิ์กาญจน์. 2554. การประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนโดยวิธีเร่งอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 41: 365-368.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. 2553. **สินค้าส่งออกสำคัญ 15 รายการแรกของไทย ปี 2547-2551 (ม.ค.-ธ.ค.). แหล่งที่มา:**
http://www2.ops3.moc.go.th/export/export_topn_5y/#, 28 ธันวาคม 2553
- สรวิทย์ อังคประเสริฐกุล. 2547. การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลแตง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทรี ตั้งชูยัง. 2555. การตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการจำแนกความแข็งแรงของต้นอ่อนข้าวโพด. ปัญหาพิเศษนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553ก. **เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รายจังหวัด ปี 2551.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553ข. **สถิติการส่งออก (Export) -- ข้าว: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน.** แหล่งที่มา:
http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php, 12 ธันวาคม 2553.
- สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว. 2553. **แผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองและถั่วฝัก 2552-2553.** สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2556ก. **ข้อมูลการส่งออกข้าว.** แหล่งที่มา:
www.oae.go.th/download/journal/trends2555.pdf, 1 กันยายน 2556.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2556ข. **ติดต่อส่วนตัว.** สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2556. **การปลูก ดูแลรักษา และใช้ปุ๋ยในนาข้าว.** แหล่งที่มา:
www.ricethailand.go.th, 1 กันยายน 2556.
- อารมย์ ศรีพิจิตร. 2544. อิทธิพลของการสุกแก่และการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรงและการร่วงไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา. *วารสารวิชาการเกษตร* 19 (1): 58-70.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. Association of Official Seed Analysts. Lincoln, NE., U.S.A.
- Al-Maskri, A.Y., M.M. Khan, I.A. Khan and K. Al Habsi. 2003. Effect of accelerated aging on viability, vigor (RGR), lipid peroxidation and leakage in carrot (*Daucus carota* L.) seeds, *J. Agri. Biol.*

5 (4): 580-584.

- Ali, M.G., R.E.L. Naylor and S. Matthews. 2003. The effect of ageing (using controlled deterioration) on the germination at 21°C as an indicator of physiological quality of seed lots of fourteen Bangladeshi rice (*Oryza sativa* L.) cultivars, **Pak. J. Biol. Sci.** 6 (10): 910-917.
- Baskin, C.C., S. Paliwal and J.C. Delouch. 1993. **Estimating Field Emergence of Grain Sorghum**. MS. Bulletin No. 996. Office of Agricultural Communications, Division of Agriculture Forestry and Veterinary Medicine, Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. Mississippi State, U.S.A.
- Basra, S.M.A., N. Ahamad, M.M. Khan., N. Iqbal and M.A. Cheema. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing. **Seed Sci. & Technol.** 31: 531-540.
- Bhattacharyya, S., A.K. Hazra and S.S. Mandi. 1985. Accelerated ageing of seed in hot water: germination characteristics of aged wheat seeds. **Seed Sci. & Technol.** 13: 683-690.
- Bradford, K. J. 1988. **Rice Seed-88**. 1988 Annual report. Department of Vegetable Crops, UC Davis. Available source: <http://www.carrb.com/88rpt/RiceSeed.htm>, 29 June, 2013.
- Chhetri, S. 2009. **Identification of Accelerated Aging Conditions for Seed Vigor Test in Rice (*Oryza sativa* L.)**. M.Sc. Thesis, School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, Thailand.
- Chea, S. 2006. **Seed Vigor Tests and Their Use in Predicting Field Emergence of Rice**. M.Sc. Thesis, Khon Kaen University, Thailand.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Sci. & Technol.** 1: 427-452.
- Demir, I., Y.S. Ozeden and K. Yilmaz. 2004. Accelerated ageing test of aubergine, cucumber and melon seeds in relation to time and temperature variables. **Seed Sci. & Technol.** 32: 851-855.
- Hardegree, S.P., 2006. Predicting germination response to temperature. **I. Cardinal-temperature modal and subpopulation-specific regression Ann.** 97: 1,115-1,125.
- Krishnasamy, V. and D.V. Seshu. 1990. Accelerated aging in rice. **Seed Sci. & Technol.** 18: 147-156.
- Loeffler, T.M., D.M. Tekrony and D.B. Egli. 1988. The bulk conductivity test as an indication of soybean seed quality. **J. of Seed Technology** 12: 37-53.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1981. **Handbook of Vigour Test Methods**. D.A. Perry, ed. International Seed Testing Association. Zürich, Switzerland.

- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. **Handbook of Vigour Test Methods**. 3rd edition. International Seed Testing Association. Zürich, Switzerland.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1999. **International Rules for Seed Testing**. Supplement to Seed Sci. & Technol. Vol. 27.
- Jain, N., R. Koopar and S. Saxena. 2006. Effect of accelerated ageing on seed of radish (*Raphanus sativus* L.). **Asian J. Plant Sci.** 5 (3): 461-464.
- Marwanto. 2004. Soybean seed coat characteristics and its quality losses during incubator agingstorage. **J. Ilmu-Ilmu Peertanian Indonesia** 6 (2): 57-65.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. **Seed Sci. & Technol.** 27: 177-237.
- Patin, A.L. and T. J. Gutormson. 2009. **Evaluating rice (*Oryza sativa* L.) seed vigor**. CABI Abstract. Available source:
<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20053186670>, 1 June 2013.
- Santipracha, W., Q. Santipracha and V. Wongvarodom. 1997. Hybrid corn seed quality and accelerated aging. **Seed Sci. & Technol.** 25: 203-208.
- Siddique, S.B., D.V. Seshu and W.D. Pardee. 1988. Rice cultivar variability in tolerance for accelerated aging of seed. **IRRI Research Paper Series** 131: 1-7.
- Silva, J.B., R.D. Vieira and M. Panobianco. 2006. Accelerated ageing and controlled deterioration in beetroot seeds. **Seed Sci. & Technol.** 34: 265-271.
- Tilebeni H.G., H. Yousefpour, R. Farhadi and A. Golpayegani, 2012. Germination behavior of rice (*Oriza sativa* L.) cultivars seeds to difference temperatures. **Advances in Environmental Biology** 6 (2): 573-577
- Torres, R.M., R.D. Vieira and M. Panobianco. 2004. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)** 61 (5): 476-480.

ประวัติผู้เขียน

นายนิติพงศ์ ประภาการ เกิดเมื่อวันที่ 16 พ.ศ. 2529 อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาลพลประชานุกูล อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมต้นและปลายที่โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น และสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายในปี พ.ศ. 2548

ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีใน สาขาวิชาพืชศาสตร์ (พืชไร่) ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยขณะศึกษาได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท มิตรผล-ภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ และในปี พ.ศ. 2552 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

