ผลของการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในสภาวะแล้งในโรงเรือน

วิทยานิพนธ์

ของ

ธีรพงศ์ นวลฉวี

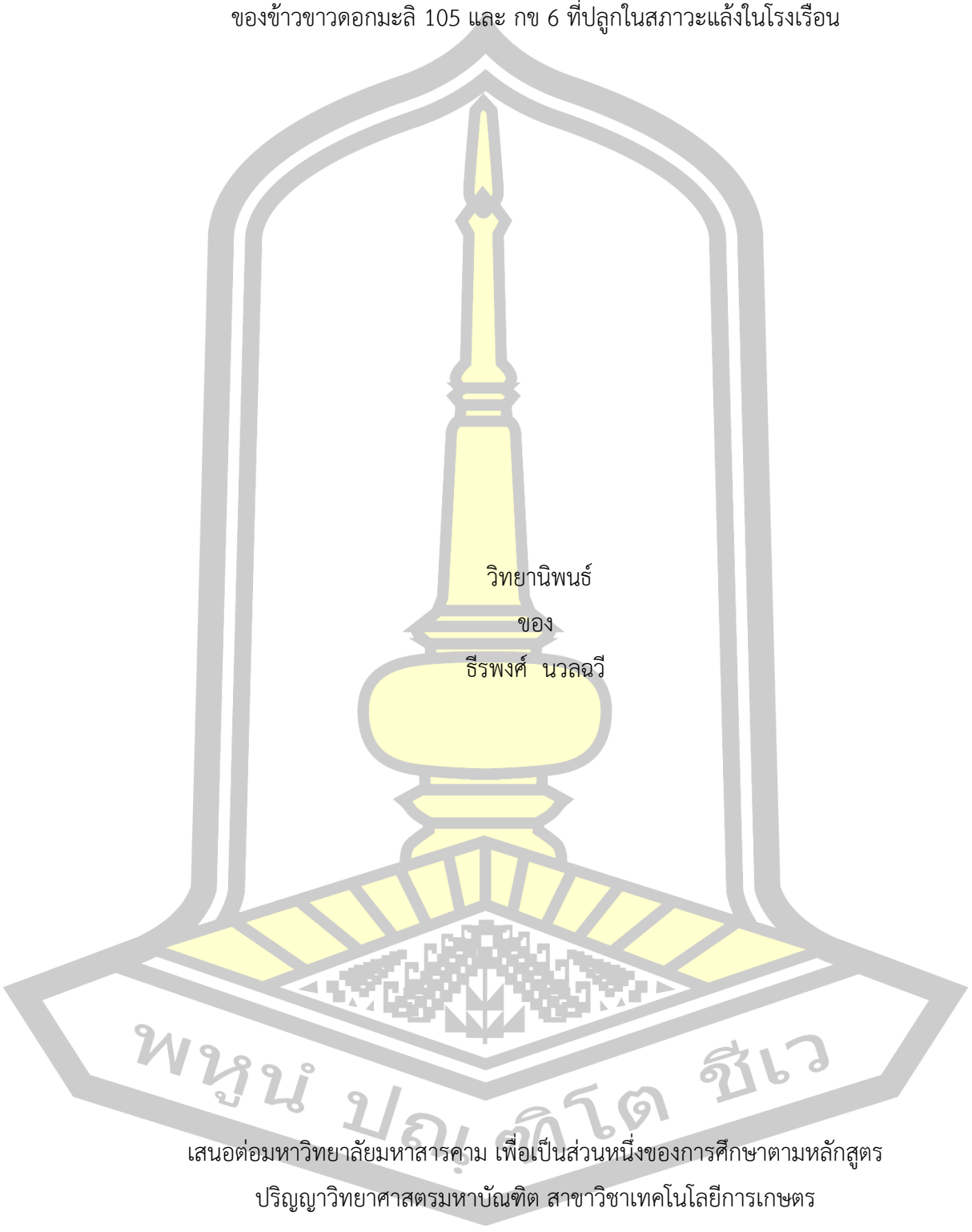
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลของการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในสภาวะแล้งในโรงเรือน



วิทยานิพนธ์

ของ

ธีรพงศ์ นวลฉวี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

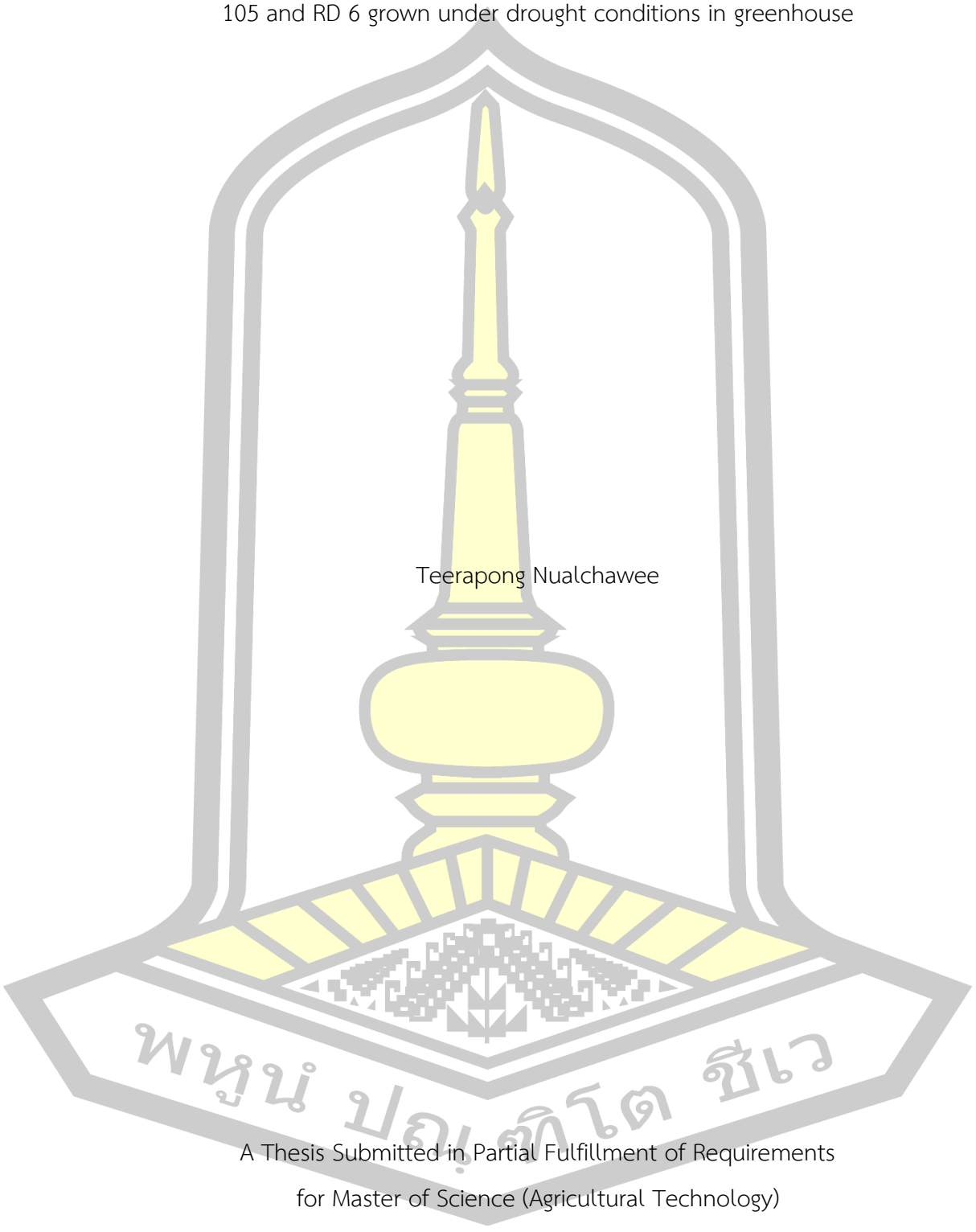
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Effects of Brassinosteriods and *Trichoderma* sp. on growth and yield of Khao Dok Mali 105 and RD 6 grown under drought conditions in greenhouse

Teerapong Nualchawee



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Agricultural Technology)

July 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายธีรพงศ์ นวลฉวี แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. ศิริธร ศิริอมรพรรณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. พีระยศ แข็งขัน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผศ. ดร. กิตติ ศรีสะอาด)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. วรัญญู แก้วดวงตา)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. สำราญ พิมราช)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. อนุชิตา มุ่งงาม)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง ผลของการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในสภาวะแล้งในโรงเรือน

ผู้วิจัย ธีรพงศ์ นวลฉวี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระยศ แข็งขัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ ศรีสะอาด

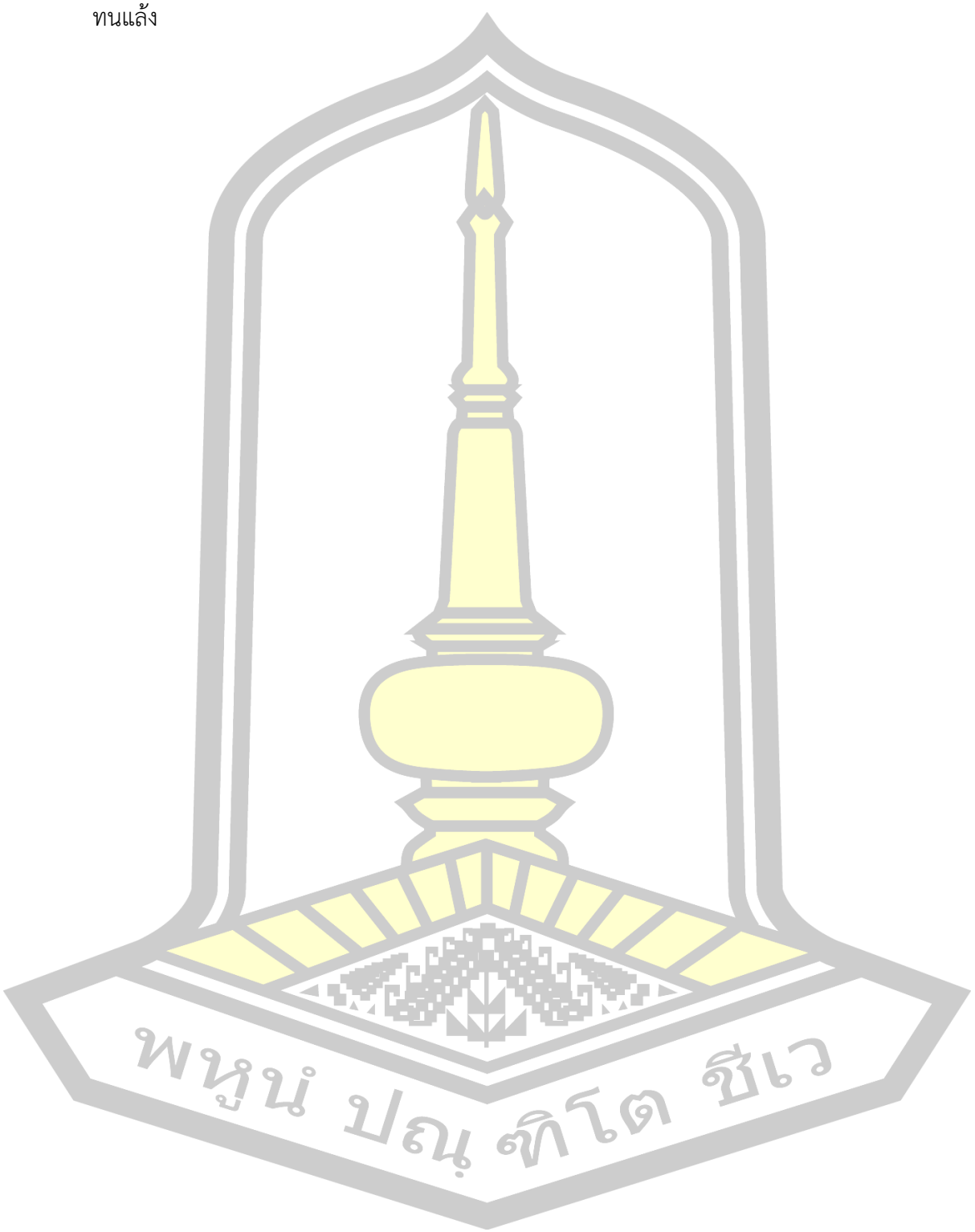
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต และเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร โดยพื้นที่ทางการเกษตรถูกใช้ในการทำนาข้าวมากที่สุด ซึ่งมักประสบปัญหาสภาวะแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกทำให้สูญเสียผลผลิต การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลการทดลองใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 4 ระดับได้แก่ 0, 0.005, 0.02, 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 4 ระดับได้แก่ 0, 1, 2, 3, กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ได้รับสภาวะแล้งที่อายุ 30 และ 75 วัน ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จัดได้ 16 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองในกระถางพบว่า การทดลองใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร ส่งผลให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 มีการเจริญเติบโต และผลิตดีที่สุด โดยเมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 45 วันสามารถช่วยให้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดย การแตกกอ SPAD Unit เพิ่มขึ้นและลดความเหี่ยวลง ในข้าวพันธุ์ กข 6 อายุ 45 วัน มีพื้นที่ใบและ SPAD Unit เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้การแตกกอเพิ่มขึ้น และช่วยให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและอัตราการคายน้ำลดลงของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ เมื่อต้นข้าวอายุ 90 วัน การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร ช่วยให้ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit น้ำหนักแห้งลำต้นและรากเของข้าวทั้งสองสายพันธุ์เพิ่มขึ้น ในระยะเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 เมื่อใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดในข้าวพันธุ์ กข 6 แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้นของข้าวทั้งสองสายพันธุ์

คำสำคัญ : ข้าวขาวดอกมะลิ 105, ข้าว กข 6, ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์, เชื้อราไตรโคเดอร์มา, ทนแล้ง



TITLE Effects of Brassinosteriods and *Trichoderma* sp. on growth and yield of Khao Dok Mali 105 and RD 6 grown under drought conditions in greenhouse

AUTHOR Teerapong Nualchawee

ADVISORS Assistant Professor Phirayot Khaengkhan , Ph.D.

Assistant Professor Kitti Srisa-ard , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Agricultural Technology

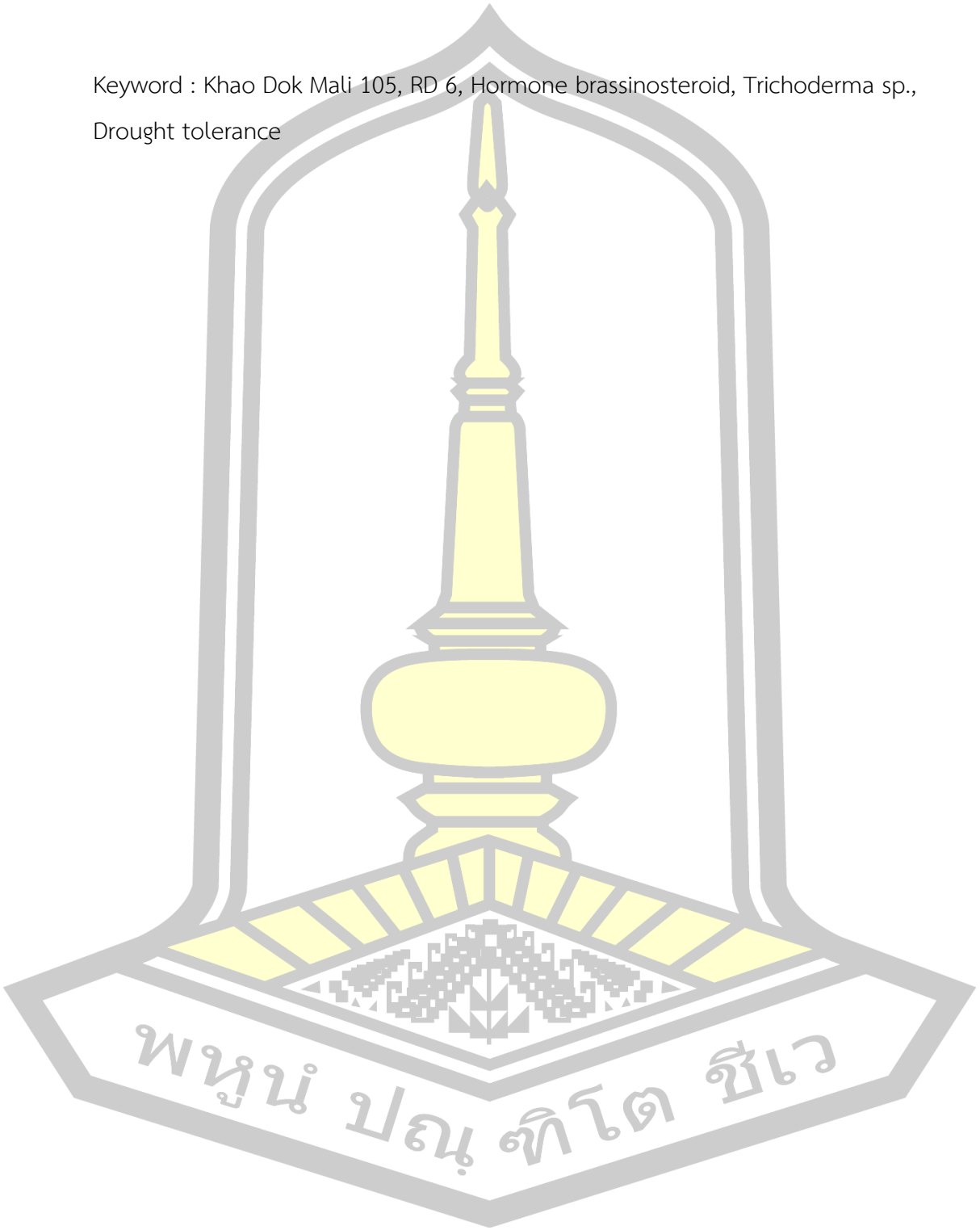
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

Agriculture plays an important role for the living. And nearly half of the total area for agricultural used. The agricultural land is used for rice the most. Which were problem effected from drought conditions in early of the growing season, resulting in loss of productivity. The objective of this investigated to study effected of using hormone brassinosteroid 4 level to 0 0.005 0.02, 0.04 ppm. And combined with the *Trichoderma* sp. 4 levels include 1, 2, 3 kg / water 100 liters.In KDML 105 and RD 6 rice varities has been dry conditions at 30 and 75 days, Which Randomized Factorial in CRD 16 treatments 3 replications, experiment were pots in greenhouse condition. Using brassinosteroid 0.02 ppm with *Trichoderma* sp.1 kg / water 100 liters, Effected to growth and yield of KDML 105 and RD 6 were the best By KDML 105 in 45 days, growth rate increased tillering ,SPAD Unit, and decrease drought score. In RD 6 varity when 45 days, leaf area and SPAD Unit were increased. But tillering was not increased. Which rate of photosynthesis was increased but transpiration rate were decreased of the both rice varities. When the crop maturity of 90 days. Using brassinosteroid 0.02 ppm with *Trichoderma* sp.1 kg / water 100 liters effected to stem height, leaf area SPAD Unit, stem and root dry weight of both rice varieties increased. KDML 105 and RD 6 rice varieties in harvested, using brassinosteroids with *Trichoderma* sp.. Effected to grain weight in rice RD 6, but does not effect to thousand grains weight of rice KDML 105. And grain filled were increase of both

varities

Keyword : Khao Dok Mali 105, RD 6, Hormone brassinosteroid, Trichoderma sp., Drought tolerance



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระยศ แข็งขัน ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ ศรีสะอาด กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้แนวคิดคำแนะนำ การตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ในการดำเนินงาน และให้ความรู้ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ในการใช้เครื่องมือในการดำเนินงาน

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกด้าน จนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ธีรพงศ์ นวลฉวี

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฑ

สารบัญรูปภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 สมมุติฐานการวิจัย 2

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 2

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4

2.1 ข้าว 4

2.2 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 4

2.3 ลักษณะประจำพันธุ์ 6

2.4 ข้าว กข6 6

2.4.1 ประวัติข้าว กข6 6

2.4.2 ลักษณะประจำพันธุ์ 6

2.4.3 ลักษณะเด่น 7

2.4.4 ข้อควรระวัง 7
2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว 7
2.5.1ราก 7
2.5.2 ลำต้น 7
2.5.3 ใบ 7
2.5.4 ดอกข้าว 8
2.5.5 รวงข้าว (panicle) 9
2.5.6 เมล็ด 9
2.6 การจำแนกข้าว 10
2.6.1 การจำแนกพันธุ์ข้าวตามระบบนิเวศหรือสภาพแวดล้อมที่ข้าวเจริญเติบโต 10
2.6.2 การจำแนกพันธุ์ข้าวตามลักษณะความไวต่อช่วงแสง แบ่งเป็น 10
2.7 การใช้ประโยชน์ 11
2.7.1 อุตสาหกรรมและสิ่งทอ 12
2.8 คุณค่าทางอาหาร 13
2.8.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ 13
2.8.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี 13
2.9 การขยายพันธุ์ 14
2.9.1 การปลูกข้าวในดินแห้ง (method for dry-land planting) 14
2.9.2 การปลูกข้าวในดินที่มีน้ำขัง (method for wet land planting) 14
2.10 นิเวศวิทยา 15
2.11 การเก็บเกี่ยว 16
2.12 เชื้อราไตรโคเดอร์มา 16
2.13 กลไกในการควบคุมเชื้อราไตรโคเดอร์มา 16
2.14 วิธีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้ 17

พหุน ปญฺ ฑิโต ชีเว

2.15 บราสสิโนสเตอรอยด์ต่อการเจริญเติบโตของพืช 17
2.16 การเจริญเติบโต 18
2.17 การงอก 18
2.18 การออกดอก 18
2.19 การเสื่อมสภาพ 18
2.20 การต้านทานต่อความเครียด 19
2.21 อัตราตอบแทนที่เพิ่มขึ้น 19
2.22 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 22
3.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง 22
3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง 22
3.1.2 สารเคมี 22
3.1.3 อุปกรณ์และวัสดุการเกษตร 22
3.1.4 อุปกรณ์การบันทึกผล 22
3.2 วิธีการศึกษา 23
3.2.1 แผนการทดลอง 23
3.2.2 วิธีการดำเนินงานในกระถาง 23
3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 24
3.2.4 ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวรวบรวมข้อมูล 24
3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 25
3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน 25
3.4 กรอบแนวคิดการศึกษา 25
บทที่ 4 ผลการทดลอง 26

4.1 ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ วัดพื้นที่ใบ และ spad unit ประเมินความเหี่ยวของขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 45 วัน 26
4.1.1 ความสูงลำต้น 26
4.1.2 จำนวนต้นต่อกอ 26
4.1.3 พื้นที่ใบ 27
4.1.4 SPAD Unit 27
4.1.5 ความเหี่ยว 27
4.2 การสังเคราะห์แสงจากต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข6 32
4.2.1 Intercellular CO_2 concentration: Ci 32
4.2.2 stomatal conductance: Gs 33
4.2.3 Evaporation: E 33
4.2.4 Photosynthesis: A 33
4.3 ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 90 วัน 39
4.3.1 ความสูงต้น 39
4.3.2 พื้นที่ใบ 39
4.3.3 ค่า SPAD Unit 39
4.4 ความยาวราก น้ำหนักแห้งลำต้นและราก เมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ของข้าวขาวมะลิ 105 และ กข 6 44
4.4.1 ความยาวราก 44
4.4.2 น้ำหนักแห้งลำต้น 45
4.4.3 น้ำหนักแห้งราก 45
4.4.4 เปอร์เซนต์เมล็ดดี 45
4.4.5 เมล็ดต่อรวง 46
4.4.6 น้ำหนัก 100 เมล็ด 46

4.5 ค่าความสหสัมพันธ์ 51
บทที่ 5 สรุปผล วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ 53
5.1 สรุปผล 53
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 53
5.2.1 ผลด้านการเจริญเติบโต 53
5.2.2 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต 54
5.3 ข้อเสนอแนะ 55
5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป 55
5.3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป 55
บรรณานุกรม 56
เอกสารอ้างอิง 57
ประวัติผู้เขียน 61

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ พื้นที่ใบ และ spad unit ประเมินความเหี่ยว ของขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 45 วัน 28

ตาราง 2 อัตราการสังเคราะห์แสงเมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 6 อายุ 45 วัน 34

ตาราง 3 ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit ของข้าวขาวมะลิ 105 อายุ 90 วัน 40

ตาราง 4 ความยาวราก น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวขาวมะลิ 105 47

ตาราง 5 ค่าความสหสัมพันธ์ 52

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการศึกษา 25

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ข้าว (*Oryza sativa*) เป็นอาหารหลักของคนทั้งประเทศ และมีการผลิตมากทั้งบริโภคในประเทศและเพื่อส่งออก การเกษตรไทยมีหลายแบบหลายระบบ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนวัฒนธรรมของกลุ่มชน แต่ในท่ามกลางความแตกต่างและหลากหลาย เอกลักษณ์อย่างหนึ่งของการเกษตรไทยคือ การทำนา พื้นใดที่สามารถปลูกข้าวได้ก็ทำนาปลูกข้าวไว้ก่อน เพราะคนไทยกินข้าวเป็นอาหารหลัก ฟางที่เหลือจากการนวดข้าว ตอซังและหญ้าในนาหลังฤดูเก็บเกี่ยวก็กลายเป็นอาหารวัวและควาย พื้นที่บนที่ดอนก็ปลูกพืชไร่เช่น ปอ ถั่ว ข้าวโพด เป็นต้น ข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว ถึงเวลาจะกินก็นำไปสี ได้รำ ได้ปลายข้าว และแกลบ เป็นผลพลอยได้นอกเหนือจากข้าวสารอันเป็นอาหารหลักสำหรับคน รำและปลายข้าวแม้มีไม่มาก แต่สามารถเลี้ยงสัตว์เช่น ไก่ หมู เป็ด เป็นต้น ไว้ใต้ถุนบ้านบ้าง บริเวณข้างบ้านบ้าง เลี้ยงแบบตามมีตามเกิด (สุจิตต์, 2531)

ข้าวเป็นธัญพืชที่ความสำคัญเกี่ยวข้องกับชีวิต ความเป็นอยู่ของคนไทยและคนชาติไทยมาช้านานตั้งแต่ครั้งดึกดำบรรพ์เป็นพืชที่เป็นอาหารประจำวัน มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และวัฒนธรรมประเพณี คนไทยมีวิธีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับข้าวมาตั้งแต่เกิดจนตาย ดังนั้นปัจจุบันจึงมีขนบทำเนียมประเพณี และความเชื่อถือ ตลอดจนภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับข้าวเป็นจำนวนมาก และคนไทยได้ปฏิบัติสืบทอดต่อเนื่องกันเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเข้ามาสู่ชีวิตประจำวันของคนไทยมากขึ้นและโลกจะได้ก้าวหน้าไปสู่ยุคโลกาภิวัตน์แล้วก็ตามแต่ความสำคัญของข้าวและวัฒนธรรมประเพณีที่เกี่ยวข้องกับข้าวยังอยู่กับความเป็นคนไทยอยู่มากและคงจะสืบต่อไปนานแสนนาน ดังนั้นการทราบความเป็นมาและความเกี่ยวข้องของข้าวกับชีวิตและสังคมจึงเป็นความจำเป็นของคนไทยทุกคน (อำพล, 2536)

สารกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ที่ได้จากธรรมชาติมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและเป็นสารออกฤทธิ์ส่งเสริมการยืดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณกิ่งก้านใบของต้นข้าว ที่เป็นส่วนเพิ่มองศาใบในการเพิ่มการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้ต้นข้าวสามารถผลิตคาร์โบไฮเดรตได้มากกว่า 40% ตามลำดับ สารกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ไปทดสอบกับเชื้อราและแบคทีเรียบางชนิด พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคข้าวได้อีก

ในการปลูกข้าวปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายที่สูงคือ ต้นทุนด้านเคมีภัณฑ์ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมน สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องจักรกลการเกษตรได้แก่ รถแทรกเตอร์ รถเกี่ยวข้าว รถขนส่ง ค่าน้ำมัน และสุดท้ายคือค่าจ้างแรงงาน ซึ่งแนวโน้มราคาต้นทุนการผลิตเหล่านี้ทั้งหมดเพิ่มสูงเรื่อยๆ โดยเฉพาะค่าปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตจึงมีการหาวิธีต่างๆ ในการผลิตข้าว (กระทรวงพาณิชย์, 2554) โดยการเพิ่มผลผลิตข้าวมีหลายปัจจัยเช่น พันธุกรรม สภาพแวดล้อม ธาตุอาหารในดิน การจัดการน้ำ การจัดการวัชพืช และอีกหนึ่งปัจจัยคือการดูแลต้นข้าวให้มีต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมคือสภาวะการขาดน้ำ ดังนั้นการจัดการดูแลต้นข้าวเพื่อให้เจริญเติบโตได้ดีและคุ้มค่าต่อการลงทุน จึงได้มีการทดลองการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์กับเชื้อราไตรโคเดอร์มาในต้นข้าว เพราะการจัดการดูแลต้นข้าวให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและเจริญเติบโตได้ดีมีความสำคัญมากที่จะส่งผลให้ข้าวมีผลผลิตที่สูง และคุ้มค่าในการลงทุนปลูกข้าวในแต่ละปีซึ่งมีสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้สารบราสสิโนสเตียรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มา ต่อการทนแล้งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และไตรโคเดอร์มาในต้นข้าว เป็นการศึกษาในข้าวพันธุ์ มะลิ 105 และ กข 6 โดยการฉีดพ่นฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และไตรโคเดอร์มาโดยให้ทางใบ ใช้บราสสิโนสเตอรอยด์ที่ความเข้มข้น 0.005 ppm, 0.02 ppm, 0.04 ppm และไม่ฉีดพ่นสาร และเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 200 ลิตร 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 300 ลิตร และไม่ฉีดพ่นตามลำดับ เพื่อเก็บข้อมูลของความยาวราก ความสูงลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและราก น้ำหนักเมล็ด พื้นที่ใบ และคลอโรฟิลล์หลังจากการฉีดพ่นสารแล้วไปจนถึงอายุการเก็บเกี่ยว

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

ในการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มากับต้นข้าวสามารถทำให้ต้นข้าวทนต่อสภาวะการขาดน้ำได้ และเพิ่มความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นข้าว

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 บราสสิโนเตอรอยด์ หมายถึง ฮอร์โมนพืชที่ช่วยเสริมสร้างให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดี

1.5.2 เชื้อราไตรโคเดอร์มา หมายถึง เชื้อราชนิดหนึ่งที่ดำรงชีวิตอยู่ในดิน อาศัยเศษซากอินทรียวัตถุเป็นอาหารโดยไม่มีอันตรายกับพืช คน สัตว์และแมลง เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลายชนิดมีคุณสมบัติในการควบคุมและทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชทางดิน

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีความแข็งแรงในสภาวะการขาดน้ำ เพื่อที่จะให้ได้ผล-ผลิตที่สูง

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ข้าว

ข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Oryza cativa* L. อยู่ในตระกูล Gramineae เป็นธัญญาหารหลักของคนทั้งโลกข้าวจัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกันกับหญ้าซึ่งเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุกสภาพภูมิประเทศในโลก ไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่ง บนเทือกเขาที่หนาวเย็นข้าวก็ยังสามารถงอกขึ้นมาได้ ข้าวที่มนุษย์รู้จักและนำมากินคือ ข้าวป่าแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะและพื้นที่ปลูกได้ดังนี้

2.1.1 ข้าวอินดิกา (Indica) เป็นข้าวที่มีลักษณะเม็ดเรียวยาวรี ลำต้นสูง ตั้งชื่อมาจาก แหล่งที่ค้นพบครั้งแรกในประเทศอินเดีย เป็นข้าวที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชียเขตมรสุม ตั้งแต่จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย ไปจนถึงอินเดียและศรีลังกา และแพร่กระจายไปทั่วเขตอุษาอาคเนย์ตั้งแต่หลัง พ.ศ. 1000 ทั้งเขตลุ่มน้ำอิระวดี และต่อมาแพร่ขยายเพาะปลูกในทวีปอเมริกา เฉพาะในเมืองไทย ข้าวอินดิกานิยมเพาะปลูก ในบริเวณที่ราบลุ่มตอนใต้ของแม่น้ำเจ้าพระยา เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว แทนข้าวเหนียวที่เคยปลูก ซึ่งคนไทยสมัยนั้นเรียกข้าวอินดิกาที่มาจากต่างประเทศว่า “ข้าวของเจ้า” แล้วเรียกกันสั้นลงเหลือเพียง “ข้าวเจ้า” มาถึงทุกวันนี้

2.1.2 ข้าวจาปอนิกา (Japonica) เป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อม กลมรี มีแหล่งกำเนิดจากทางภาคเหนือแล้วผ่านมาทางลุ่มแม่น้ำโขง ในสมัยก่อนพุทธศตวรรษที่ 20 หลังจากนั้นลดจำนวนลงไปแพร่หลายในเขตอบอุ่นที่ญี่ปุ่น เกาหลี รัสเซีย ยุโรป และอเมริกา

2.1.3 ข้าวจาวานิกา (Javanica) เป็นข้าวลักษณะเมล็ดป้อมใหญ่สันนิษฐานว่า เป็นข้าวพันธุ์ผสม ระหว่างข้าวอินดิกาและจาปอนิกานิยมเพาะปลูกในอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน หมู่เกาะริวกิวและญี่ปุ่น แต่ไม่ได้รับความนิยมนักเพราะให้ผลผลิตต่ำ ประเทศต่างๆ ในโลกต่างมีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่เพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกข้าวและวิธีการปลูกข้าวให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นในขณะที่ตำนานเกี่ยวกับข้าวของแต่ละชาติต่างก็มีประวัติศาสตร์อันยาวนาน (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2557)

2.2 ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชื่อสามัญว่า jasmine rice ชื่อวิทยาศาตร์ *Oryza cativa* L. อยู่ในวงค์ Poaceae นับเป็นข้าวที่มีชื่อเสียงระดับโลก ประเทศไทยผลิตข้าวหอมมะลิและ ส่งออกมาเป็นเวลาหลายปีมาแล้ว โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิส่วนใหญ่ ที่ปลูกในพื้นที่นา น้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นข้าวหอมมะลิพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ 15 เท่านั้น ในปีพ.ศ.2493 –

2494 นายสุนทร สีหะเนิน อดีตพนักงานข้าว ของกรมการข้าว ในขณะนั้น โดยประจำอยู่ที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้รับมอบหมายให้ออกไปเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวในภาคตะวันออก ในอำเภอบางคล้า รวงข้าวจำนวน 199 รวง เป็นข้าวที่มีความหอม และเรียกกันว่าข้าวหอมมะลิ ทั้งหมดถูกเก็บและระบุหมายเลขของรวงที่เก็บมาได้ตามลำดับ จากนั้นจึงส่งไปปลูกเพื่อคัดพันธุ์ให้บริสุทธิ์ ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรงจังหวัดลพบุรีต่อมาในปีพศ. 2500 พันธุ์ข้าวหอมมะลิที่ผ่านการคัดเป็นพันธุ์บริสุทธิ์แล้ว ถูกนำไปปลูกทดลอง และทดสอบในพื้นที่ปลูกข้าวภาคต่าง ๆ พบว่า ในภาคอีสาน ข้าวหอมมะลิ ที่เป็นรวงหมายเลขที่ 105 (หนึ่งร้อยห้า) เป็นรวงที่ให้ผลผลิตดีในพื้นที่ดินทรายภาคอีสาน เมล็ดข้าวเรียวยาว สมบูรณ์ ความหอมของข้าวยังคงเหมือนข้าวที่ปลูกจากแหล่งเก็บ

ปี 2502 ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 นี้ ได้รับรองให้เป็นข้าวหอมพันธุ์ที่มีชื่อ ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2502 โดยเริ่มแรกให้ชื่อว่าขาวดอกมะลิ 105 4 -2 – 105 (หมายเลข 4 หมายถึงอำเภอที่เก็บมา อำเภอบางคล้าหมายเลข 2 หมายถึง ชื่อพันธุ์ข้าวที่เก็บในอำเภอนั้น คือ หอมมะลิ และ หมายเลข105 คือ ตำแหน่งรวงข้าวของพันธุ์หอมมะลิที่เก็บในที่นั้นคือหอมมะลิ) มีที่มาจากความขาวของเมล็ดข้าว และความหอมที่คนไทยมักจะนำไปเปรียบเทียบกับดอกไม้ไทยในขณะนั้น คนไทยใช้ดอกมะลิ 105ที่มีสีขาวสำหรับบูชาพระ เป็นความประทับใจคล้ายๆ กัน จึงมีผู้นำมาใช้เป็นชื่อพันธุ์ข้าวหอมของไทย เหตุผลที่ข้าวพันธุ์นี้ได้ถูกนำไปขยายผล เพราะเป็นข้าวที่มีความโดดเด่น ในรูปลักษณ์และรสชาติ ซึ่งเป็นผลดีทั้งในด้านความหอมและ ความนุ่มของรสชาติ จนได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เบ่งบานอยู่ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี เป็นเวลาหลายปีแต่เมื่อถูกนำมาปลูกในภาคอีสานใต้ ได้แก่ จังหวัด บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร และมหาสารคาม โดยภาครัฐสนับสนุนให้ปลูกเป็นแปลงสาธิตขนาดใหญ่ มีการประชาสัมพันธ์ จนกลายเป็นข้าวหอมมะลิที่ขยายผลได้ ในกลุ่มผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นที่รู้จักกันไปทั่ว พื้นที่ภาคอีสาน (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ได้รับความสนใจมาเป็นเวลานาน ว่าเป็นพื้นที่ที่ได้รับมรดกจากธรรมชาติมาน้อยมาก เพราะพื้นที่นี้เป็นดินทราย อินทรียวัตถุต่ำ บางแห่งจะปรากฏว่าดินจะมีความเค็ม สังเกตได้จากร่องรอยเกลือสีขาวที่ปรากฏอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ ธรรมชาติในภาคอีสานนี้ ถ้าบอกว่า พื้นที่ฝนแล้งที่สุดในประเทศไทยอยู่ที่ภาคอีสาน และพื้นที่ที่จะมีน้ำท่วมในฤดูก็อยู่ในภาคอีสานอีกเช่นกัน

ข้าวหอมมะลิ (Thai jasmine rice) (Official name Thai Hom Mali) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในไทย มีลักษณะกลิ่นหอมคล้ายใบเตย เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกที่ไหนในโลกไม่ได้คุณภาพดีเท่ากับปลูกในไทย และเป็นพันธุ์ข้าวที่ทำให้ข้าวไทยเป็นสินค้าส่งออกที่รู้จักไปทั่วโลก

ข้าวหอมมะลิในปัจจุบัน นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลายคือพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 และ พันธุ์ กข 15 ซึ่งปัจจุบันราคาข้าวหอมมะลิราคาตกต่ำลงมาเรื่อยๆ เนื่องจาก ข้าวพันธุ์ ปทุมธานี1 ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวหอมมะลิ 105 โดยผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 80-100 ถัง/ไร่ ปลูกได้หลายครั้งต่อปี และ

สามารถปลูกได้ดีในที่ลุ่มบริเวณที่ราบภาคกลาง ขณะที่ข้าวหอมมะลิ 105 นั้นจะให้ผลผลิตต่อไร่เพียง 30-40 ถัง/ไร่ และปลูกได้ดีในบางพื้นที่เท่านั้น ทางรัฐบาลจึงส่งเสริมให้ชาวนา เน้นการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มากกว่า พันธุ์ปทุมธานี 1 แม้ว่าจะมีความหอมคล้ายข้าวหอมมะลิ แต่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ (กรมการข้าว, 2557)

2.3 ลักษณะประจำพันธุ์

เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตรเป็นข้าวไวต่อช่วงแสงลำต้นสีเขียวจาง ใบสีเขียวยาว ค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาว ข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 25 พฤศจิกายน เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.6 x 2.5 x 1.9 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.5 x 2.1 x 1.8 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 12-17 % คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม ลักษณะจำเพาะของกลิ่นหอมมะลิ คือความหอมที่เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acetyl-1-pyroline ซึ่งเป็นสารระเหยที่หายไปได้ ประมาณ 363 กิโลกรัมต่อไร่ ทนแล้งได้ดีพอสมควร เมล็ดข้าวสารใส แกร่ง คุณภาพการสีดี คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม (กรมการข้าว, 2557)

2.4 ข้าว กข6

2.4.1 ประวัติข้าว กข6

ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ โดยการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ด้วยการใช้รังสีแกมมาปริมาณ 20 กิโลแรด อาบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 แล้วนำมาปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขนและสถานีทดลองข้าวพิมาย จากการคัดเลือกได้ข้าวเหนียวหลายสายพันธุ์ในข้าวชั่วที่ 2 นำไปปลูกคัดเลือกจนอยู่ตัวได้สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ สายพันธุ์ KDML105´65-G2U-68-254 นับว่าเป็นข้าวพันธุ์ดีพันธุ์แรกของประเทศไทย ที่ค้นคว้าได้โดยใช้วิธีชักนำพันธุ์พืชให้เปลี่ยนกรรมพันธุ์โดยใช้รังสี คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2520

2.4.2 ลักษณะประจำพันธุ์

2.4.2.1 เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 154 เซนติเมตร

2.4.2.2 ไวต่อช่วงแสง

2.4.2.3 ทรงกอกระจายเล็กน้อย ใบยาวสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียว

2.4.2.4 เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาล

2.4.2.5 อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 21 พฤศจิกายน

2.4.2.6 ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์

2.4.2.7 เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 9.9 x 2.7 x 2.0 มิลลิเมตร

2.4.2.8 เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.2 x 2.2 x 1.7 มิลลิเมตร

2.4.2.9 คุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม

2.4.2.10 ผลผลิตประมาณ 666 กิโลกรัมต่อไร่

2.4.3 ลักษณะเด่น

2.4.3.1 ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งดีกว่าพันธุ์เหนียวสันป่าตอง

2.4.3.2 คุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม

2.4.3.3 ลำต้นแข็งปานกลาง

2.4.3.4 ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล

2.4.3.5 คุณภาพการสีดี

2.4.4 ข้อควรระวัง

2.4.4.1 ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง และโรคไหม้ ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว

2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว

2.5.1ราก

ระบบรากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยรากที่พัฒนามาจากส่วนแรดิเคิล (radicle) เรียกว่า primary root หรือ first seedling root และรากที่แตกแขนงออกมาเรียกว่า secondary root หรือ lateral root รากที่เกิดจาก scutellar node เรียกว่า seminal root ส่วนรากที่เกิดจากข้อใต้ดินตั้งแต่ coleoptilar node ขึ้นไป เรียกว่า adventitious root

2.5.2 ลำต้น

ลำต้น (haulm) ประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ข้อประกอบด้วยวงเจริญ (growth ring) ปุ่มกำเนิดราก (root primordia) ตา (bud) และรอยกาบใบ (leaf scar) ข้าวมีการแตกหน่อ (tillering) ลำต้นหลัก เรียกว่า main culm หน่อที่เจริญจาก main culm เรียกว่า primary tiller หน่อที่เจริญจาก primary tiller เรียกว่า secondary tiller และหน่อที่เจริญจาก secondary tiller เรียกว่า tertiary tiller ตามลำดับ

2.5.3 ใบ

ใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วย กาบใบ (leaf sheath) และแผ่นใบ (leaf blade) บริเวณรอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบ (leaf collar) มีเยื่อกันน้ำหรือลิ้นใบ (ligule) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) ส่วนที่มีลักษณะคล้ายใบแต่ไม่มีเส้นกลางใบ เป็นสัน 2 สัน พบระหว่างหน่อหรือแขนงที่แตกจากลำต้นเรียกว่า prophyllum

2.5.4 ดอกข้าว

หมายถึง ส่วนที่มีเกสรตัวผู้และเกสร ตัวเมียสำหรับผสมพันธุ์ ดอกข้าวประกอบด้วยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่นประสานกัน เพื่อห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก เรียกว่า เลมมา (lemma) ส่วนเปลือกนอกใหญ่แผ่นใน เรียกว่า พาเลีย (palea) ทั้งสองเปลือกนี้ ภายนอกของมันอาจมีขน หรือไม่มีขนก็ได้ ถ้าที่เปลือกนี้ไม่มีขน ที่ใบของมันก็มักจะไม่มีขนและผิวเรียบด้วย ที่ปลายสุดของเปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก จะมีลักษณะเป็นปลายแหลมยื่นออกมา เรียกว่า หาง (awn) พันธุ์ข้าวบางพันธุ์มีหางสั้น บางพันธุ์มีหางยาว พันธุ์ที่มีหางยาว เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เพราะทำให้เก็บเกี่ยว และนวดยาก นอกจากนี้ อาจทำให้ผู้เข้าไปเก็บเกี่ยวเกิดเป็นแผลตามผิวหนังได้ง่าย ที่ปลายด้านล่างของเปลือกนอกใหญ่ทั้งสองแผ่นเท่านั้น ที่ประสานติดกันอยู่บนก้านสั้นๆ ที่เรียกว่า ราชิลลา (rachilla) และที่ด้านบนของราชิลลานี้ จะมีแผ่นบางๆ สองแผ่นขนาดเท่าๆ กัน ทำหน้าที่บังคับให้เปลือกนอกทั้งสองแผ่นดังกล่าว เปิดหรือปิดได้ แผ่นบางๆ สองแผ่นนี้ เรียกว่า โลดิคูลส์ (lodicules) ที่ฐานของราชิลลาจะมีเปลือกบางๆ อีกสองแผ่น ขนาดเล็กกว่าเลมมา และพาเลีย และมีรูปร่างค่อนข้างยาว ประกบอยู่ที่ฐานของเปลือกนอกใหญ่ เรียกว่า เปลือกนอกเล็ก (sterile lemmas) ซึ่งที่ปลายด้านล่างของเปลือกนอกเล็กจะประสานติดกันอยู่รอบๆ ข้อที่เรียกว่า รูดิเมนทารี กลูมส์ (rudimentary glumes) ต่อลงมาก็จะเป็นก้านดอก ซึ่งติดอยู่บนแขนงที่สองของรวงข้าวส่วนที่อยู่ภายในซึ่งเปลือกนอกใหญ่ห่อหุ้มไว้นั้นได้แก่ เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) เกสรตัวผู้ประกอบด้วยกระเปาะเกสรตัวผู้ (anther) เป็นสีเหลืองซึ่งภายในมีละอองเกสรตัวผู้ (pollen grains) ขนาดเล็กจำนวนมาก กระเปาะนี้ติดอยู่บนก้านยาว เรียกว่า ฟิลาเมนต์ (filament) และเชื่อมติดอยู่กับฐานของดอก ในดอกข้าวแต่ละดอก จะมีกระเปาะเกสรตัวผู้จำนวน 6 อัน ส่วนเกสรตัวเมียนั้นประกอบด้วย ที่รับละอองเกสรตัวผู้ (stigma) ซึ่งมีลักษณะคล้ายหางกระรอกขนาดเล็ก จำนวนสองอัน แต่ละอันมีก้าน (style) เชื่อมติดอยู่กับรังไข่ (ovary) ในรังไข่จะมีไข่ เมื่อถูกผสมเกสรแล้วจะกลายเป็นเมล็ด

ดอกข้าวเป็นดอกชนิดที่เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) เพราะมีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย อยู่ในดอกเดียวกัน ฉะนั้น การผสมเกสร (pollination) ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบการผสมตัวเอง (self-pollination) และมีการผสมเกสรแบบข้ามต้น (cross-pollination) เป็นจำนวนน้อยมาก หรือประมาณ 0.5-5% เท่านั้น ปกติการผสมเกสรเกิดขึ้นภายในดอกเดียวกัน ในเวลาเช้าและก่อนที่เปลือกนอกใหญ่จะบานออกเล็กน้อย ดอกข้าวจะเริ่มบานจากปลายรวงลงมาสู่โคนของรวงข้าวและรวงหนึ่งๆ จะใช้เวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้ดอกทุกดอกได้บานและมีการผสมเกสร

2.5.5 รวงข้าว (panicle)

หมายถึง ช่อดอกของข้าว (inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้าย กับข้อต่อของใบธง เรียกว่า คอรวง ดังนั้น คอรวงจะสั้นหรือยาว ย่อมขึ้นอยู่กับระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องสุดท้ายกับข้อต่อ ของใบธง ชาวนาในภาคใต้ที่เก็บเกี่ยวข้าวด้วยแกระ มีความต้องการจะปลูกข้าว ชนิดที่มีคอรวงยาว แต่ชาวนาที่เก็บเกี่ยวด้วยเคียวนั้น ไม่คำนึงถึงความยาวของคอรวงเลย นอกจากนี้ ที่ข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฐานของรวง หรือฐานของช่อดอก

รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่ต่อจากคอรวงขึ้นไป แล้วแตกแขนงแบบราซีมอสโมดบรานชิง (racemose mode branching) ออกไปมากมาย โดยแต่ละข้อของก้านอันใหญ่แตกแขนงออกไปเรียกว่า แขนงที่หนึ่ง (primary branches) และแต่ละข้อของแขนงที่หนึ่ง จะแตกแขนงออกไปอีกเป็นแขนงที่สอง (secondary branches) ดอกข้าว (spikelets) มีก้านดอก ซึ่งเรียกว่า เพดิเซล (pedicel) จะติดอยู่ที่แขนงที่สองของรวงข้าว ลักษณะของรวงข้าว เช่น ความยาว รูปร่าง ความถี่ห่างของข้อของแขนงหรือระแง้ ตลอดถึงมุมของการแตกแขนงออกไปเป็นแขนงที่หนึ่งและแขนงที่สองนั้น แตกต่างกันไป ตามชนิดของพันธุ์ข้าว การมีข้อของแขนงที่หนึ่ง และแขนงที่สองถี่นั้น เรียกว่าระแง้ถี่ ทำให้มีจำนวนดอกต่อรวงมาก ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์ข้าวที่จะให้ผลิตผลสูง (สารานุกรมไทย, 2557)

2.5.6 เมล็ด

เมล็ดเป็นแบบ caryopsis ประกอบด้วยเยื่อหุ้มผล (pericarp) ติดอยู่กับส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) มีเปลือกหุ้มซึ่งเป็นส่วนของ lemma และ palea เรียกว่า hull ผลของข้าวที่เก็บเกี่ยวมาเรียกว่า ข้าวเปลือก (hulled grain) เมื่อแกะส่วนของเปลือกหุ้มออก เห็นเยื่อหุ้มผล และเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีน้ำตาล เรียกว่า ข้าวกล้อง (brown rice grain) เมื่อขัดส่วนของเยื่อหุ้มสีน้ำตาลออกจะเป็น ข้าวสาร (kernel) ส่วนหัวของข้าวสารมีสีขาวขุ่น เรียกว่า จมูกข้าวหรือคัพภะ (embryo) ที่เหลือเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) คัพภะประกอบด้วยแรดิเคิล (radicle) พลูมูล (plumule) ใบเลี้ยงที่ไม่มีการพัฒนา (epiblast) และเนื้อเยื่อที่กั้นระหว่างคัพภะกับเอนโดสเปิร์ม (scutellum) บริเวณรอบนอกของเอนโดสเปิร์มมีชั้น aleurone layer และส่วนสีขาวขุ่นที่ด้านท้องของเมล็ดด้านเดียวกับ คัพภะเรียกว่า ท้องปลาซิวหรือท้องไข่ (abdominal white) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

2.6 การจำแนกข้าว

พันธุ์ข้าวที่นำมาปลูกเพื่อบริโภคนั้นมีลักษณะแตกต่างกันไปมากมายตามความต้องการของผู้บริโภค ลักษณะพื้นที่และสภาพแวดล้อม ข้าวในประเทศไทยสามารถถูกจำแนกได้ดังนี้ (บริบูรณ์, 2540)

2.6.1 การจำแนกพันธุ์ข้าวตามระบบนิเวศหรือสภาพแวดล้อมที่ข้าวเจริญเติบโต แบ่งเป็น

2.6.1.1 ข้าวนาชลประทาน (irrigated rice) หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในสภาพนาที่มีน้ำขัง มีการทำนาเพื่อกักเก็บน้ำและมีการให้น้ำโดยระบบชลประทานซึ่งรักษาระดับน้ำไว้ 5-15 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก ได้แก่ พันธุ์ปทุมธานี 1 ปทุมธานี 2 และสุพรรณบุรี 60

2.6.1.2 ข้าวนาน้ำฝน (rainfed lowland rice) หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในสภาพนาที่มีน้ำขัง มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ โดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติตลอดฤดูปลูก ระดับน้ำโดยทั่วไปไม่เกิน 50 เซนติเมตร แต่บางครั้งน้ำในนาอาจจะแห้งหรือมีระดับน้ำสูงกว่านี้ ขึ้นกับปริมาณของน้ำฝน ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉี้ยงพัทลุง เล็บนกปัตตานี

2.6.1.3 ข้าวทนน้ำลึก (deepwater rice) และข้าวขึ้นน้ำ (floating rice) ข้าวทนน้ำลึก หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในแหล่งที่มีระดับน้ำสูงไม่เกิน 1 เมตร และเมื่อระดับน้ำสูงเกิน 1 เมตร ต้นข้าวจะมีการเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วหนีน้ำได้ทันในระยะ 1-3 เดือนแรก ทำให้ต้นข้าวมีการยืดยาวตามระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ พันธุ์ ปราจีนบุรี 2 ปิ่นแก้ว 56 เล็บมือนาง 111

2.6.1.4 ข้าวไร่ (upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในสภาพที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติในพื้นที่สภาพไร่หรือที่ดอน ซึ่งไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ ไม่มีน้ำขังบนผิวดิน ปลูกโดยวิธีหยอดหรือโรยเมล็ดแห้งลงในดินโดยตรง ได้แก่ พันธุ์ขาวโป่งไคร้ เจ้าฮ่อ น้ำรู ลีซอสันป่าตอง ซึ่งปลูกทางภาคเหนือ และพันธุ์กู้เมืองหลวงสำหรับปลูกทางภาคใต้

2.6.2 การจำแนกพันธุ์ข้าวตามลักษณะความไวต่อช่วงแสง แบ่งเป็น

2.6.2.1 พันธุ์ข้าวไวต่อความยาวของช่วงแสง (photoperiod sensitive rice variety) โดยปกติข้าวเป็นพืชวันสั้น (short-day plant) ซึ่งต้องการสภาพช่วงวันหรือช่วงแสงสั้น ในขณะที่มีการเจริญเติบโตในระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นให้มีการสร้างและออกดอกหรือรวงข้าว ซึ่งมีวันออกดอกที่ค่อนข้างแน่นอนทุกปี แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) ข้าวเบา (early maturing rice) ออกดอกในช่วงปลายเดือน กันยายนถึงราววันที่ 20 ตุลาคม

2) ข้าวกลาง (medium maturing rice) ออกดอกประมาณวันที่ 20 ตุลาคม ถึง 31 ตุลาคม

3) ข้าวหนัก (late maturing rice) ส่วนใหญ่ออกดอกเดือน พฤศจิกายน บางพันธุ์ออกดอกเดือนธันวาคมหรือมกราคม

2.6.2.2 พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อความยาวของช่วงแสง (photoperiod insensitive rice variety) เป็นข้าวที่มีการออกดอกตามอายุ ซึ่งนับเป็นจำนวนวันตั้งแต่วันตกกล้าถึงวันออกรวง และจะเก็บเกี่ยวได้ภายหลังจากออกรวงประมาณ 30 วัน ซึ่งมักมีอายุตั้งแต่ 90-140 วัน สามารถปลูกได้ตลอดปีและนิยมปลูกในนาปรังที่มีน้ำเพียงพอต่อการปลูก

2.6.3 การจำแนกพันธุ์ข้าวตามชนิดของแป้งในเนื้อเมล็ด **แบ่งเป็น**

2.6.3.1 ข้าวเหนียว (glutinous rice หรือ waxy rice) ประกอบด้วยแป้งอะไมโลเพคทิน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่ มีแป้งอะไมโลส (amylose) น้อยหรือไม่มีเลย เมื่อเป็นข้าวสารมีสีขุ่น เมื่อนึ่งแล้วได้เมล็ดข้าวสุกที่จับตัวกันเหนียวและมีลักษณะใส ได้แก่ พันธุ์สันป่าตอง 1 เขี้ยวงู สกลนคร หางหยี 71 กข 2 กข 4 กข 6 กข 8

2.6.3.2 ข้าวเจ้า (non-glutinous rice) มีแป้งอะไมโลสอยู่ 7-33 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นอะไมโลเพคทิน เมื่อเป็นข้าวสารมีลักษณะใส เมื่อหุงสุกแล้วมีสีขาวขุ่น เมล็ดร่วนไม่ติดกัน ได้แก่ พันธุ์กข 1 กข 2 กข 15 ปทุมธานี 1 ขาวดอกมะลิ 105 หอมนิล

2.7 การใช้ประโยชน์

ข้าวเปลือก (unhulled grain) เป็นข้าวที่ยังไม่ได้นำส่วนที่ห่อหุ้มภายนอกคือ แกลบออกเมื่อทำการสีเอาแกลบออกจะได้ข้าวกล้อง เมื่อขัดส่วนของผนังผลและเปลือกเมล็ดข้าวจะได้ข้าวสาร ปลายข้าวและรำข้าวในการขัดสีแกลบที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวออกทำได้โดยการผ่านเมล็ดข้าวเปลือกเข้าสู่ลูกกลิ้งหรือหินโม่สองอันซึ่งบดเข้าหากัน แล้วผ่านการคัดเลือกแยกเมล็ดและแกลบออกจากกัน ในอินเดีย บังคลาเทศ และปากีสถานมีการนำข้าวเจ้าทั้งเปลือกมาแช่น้ำแล้วนึ่งด้วยความร้อนให้มีความสุกเพียงครึ่งหนึ่ง เป็นการกระตุ้นให้วิตามินละลายในไขมันได้ดี และมีการเปลี่ยนแปลงสารอาหารบางอย่างให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและมีคุณค่าทางโภชนาการแก่การบริโภคยิ่งขึ้น เนื่องจากวิธีการนี้จะทำให้แกลบแยกออกจากเมล็ดเมื่อผ่านกระบวนการสีข้าว โดยส่วนของรำซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูงไม่ถูกขัดสีทิ้งไป ข้าวสารของข้าวเหนียวและข้าวเจ้าถูกนำมาบริโภคโดยการหุงหรือนึ่งให้สุกด้วยไอน้ำแล้วรับประทานกับผัก ปลา เนื้อสัตว์ ที่นำมาปรุงเป็นกับข้าว นำมาทำขนมหวานชนิดต่างๆ เช่น ข้าวหลาม ข้าวเม่า ข้าวพอง ข้าวต้มมัด ข้าวเหนียวย่าง และนำมาผลิตเบียร์ ไวน์ และสุราสูตรต่างๆแป้งที่บดได้จากเมล็ดข้าวเจ้าและข้าวเหนียวถูกนำมาใช้ในการประกอบอาหารจำพวก ขนมจีน เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ขนมปังแข็ง อาหารเด็ก อาหารสำเร็จรูป แป้งแช่แข็ง อาหารรับประทานเล่น ของหวานและขนมต่างๆ รวมทั้งใช้เป็นส่วนผสมของขนมปัง แพนเค้ก วอฟเฟิล แป้งข้าวเหนียวถูกนำมาใช้

ในการผลิตซ๊อสขาว น้ำเกรวี่ และพุดดิ้ง ส่วนแป้งข้าวเจ้านั้น นอกจากใช้ทำอาหารประเภทต่างๆ ทั้งคาวและหวานแล้ว ยังใช้ทำแป้งสำหรับอัดกลีบเสื้อผ้า เครื่องสำอาง และเคลือบเส้นใย

2.7.1 อุตสาหกรรมและสิ่งทอ

- ปลายข้าวถูกนำมาใช้ในการผลิตแป้ง ทำโจ๊ก และอาหารเลี้ยงสัตว์

- รำข้าวถูกนำมาใช้ในการผลิตอาหารเสริมสุขภาพ อาหารเลี้ยงสัตว์จำพวก หมู เป็ด ไก่ และนำมาผสมกับอาหารอื่นๆ เพื่อเลี้ยงปลาและนก นอกจากนี้รำข้าวยังถูกนำมาผลิตน้ำมันรำข้าวสำหรับปรุงอาหาร ผลิตสบู่ เนยเทียม เครื่องสำอาง สารป้องกันสนิม สารป้องกันความชื้น สารเคลือบเงา สารเคลือบหนัง และยา แหล่งผลิตน้ำมันรำที่สำคัญของโลก คือ จีน อินเดีย ญี่ปุ่น เวียดนาม และไทย

- เมล็ดข้าวที่เริ่มพัฒนาเข้าสู่ระยะน้ำนมถูกนำมาตำแล้วคั้นน้ำ เพื่อทำเครื่องดื่มน้ำนมข้าวบำรุงสุขภาพ

- แกลบถูกนำมาใช้ทำเป็นเชื้อเพลิง วัสดุปลูกพืช สารดูดซับน้ำ ผสมวัสดุก่อสร้างและซีเมนต์ ทำวัสดุกรองน้ำ สกัดวิตามิน ยา สารพิษ และสารชีวภาพต่างๆ แกลบของข้าวเจ้ามีสารซิลิก้าอยู่เป็นปริมาณสูง ซึ่งมีการสกัดมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก้วและกระเบื้องเซรามิกส์ ถ้านำแกลบข้าวเจ้ามาอบที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จะได้สารซิลิก้าซึ่งนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นซิลิคอนรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ ในแผงเซลล์สุริยะ (solar cell)

- ถ่านแกลบสีดำที่ได้จากการเผาแกลบถูกนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชเนื่องจากดูดซับน้ำได้ดี และถูกนำมาใช้ทำวัสดุกรองน้ำ นอกจากนี้มีการใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ในการก่อสร้างเนื่องจากทนทานต่อกรดได้ดี

- ฟางข้าวหรือส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวรวงข้าวถูกนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ทำวัสดุปลูกพืช วัสดุเพาะเห็ดฟาง ทำปุ๋ยหมัก ใช้เป็นวัสดุคลุมแปลงปลูกผักที่ต้องการความชื้นสูง ทำกระดาษฟาง กระดานอัดจากฟางข้าว นำไปรองคอกสัตว์ นำไปอัดขายเป็นฟ่อน ๆ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร ใช้ทำหุ่นฟางรูปสัตว์ต่างๆ และหุ่นไล่กา และใช้รองพื้นป้องกันสินค้าที่แตกหักง่ายได้รับความกระทบกระเทือนน้อยลงขณะขนส่ง นอกจากนี้การไถกลบตอซังลงในนา ยังช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น และความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (บริบูรณ์, 2540)

2.7.2 แพทย์แผนโบราณของไทยได้นำส่วนต่างๆ ของต้นข้าว และเมล็ดข้าวที่แปรสภาพมาใช้เป็นยารักษาโรค แบบยากลางบ้าน ดังนี้

- ข้าวงอกซึ่งได้จากข้าวเปลือกแช่น้ำจนงอก ใช้รักษาไข้ร้อน อ่อนเพลีย

- ข้าวสารแช่น้ำตำเป็นแป้ง ใช้พอกแก้ฝี แก้บวม แก้ปวด

- รวงข้าว ใช้บีบคั้นน้ำนมจากเมล็ดมาผสมน้ำตาลเป็นยาบำรุงคนไข้อาการหนัก

- ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวมาจากรวงใหม่ๆ ใช้ต้มน้ำดื่ม แก้กระษัย
- รากข้าวจากต้นข้าวที่สูง 10 นิ้ว ใช้ประกอบยาแก้ซาง ตานขโมยเด็ก
- ซังข้าว คือต้นข้าวที่เก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวแล้ว ใช้เป็นยาขับระดู
- ข้าวไหม้หรือข้าวตัง ใช้ผสมยาตำพอกฝี ดูดหนองฝี
- ข้าวใหม่ ที่เพิ่งเก็บเกี่ยวนำมาหุงต้มกินเพื่อเจริญกำลัง
- ข้าวตากคั่ว คือข้าวหุงสุกตากแห้งแล้วนำมาคั่ว ใช้เป็นยาแก้โลหิต ขับระดู
- ข้าวไหม้ คือ ข้าวหุงสุกไหม้ติดก้นหม้อ นำมาใช้เป็นยาแก้ไข้ แก้พิษบาดแผล
- ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีหรือตำเอาแกลบออก กินบำรุงร่างกาย ป้องกันโรคเหน็บชา
- ข้าวสารคั่ว ใช้แช่น้ำดื่มบำรุงกำลัง หรือใช้ข้าวสารคั่วร้อนๆ ห่อผ้าประคบคนเป็นโรคลม หรือตกน้ำ
- ข้าวตอก คือข้าวเปลือกคั่วจนเมล็ดพองเปลือกแตกหลุด ใช้รับประทานบำรุงกำลัง
- ข้าวบูด คือ ข้าวสุกบูดเคล้ากับน้ำจนเหนียว ใช้พอกหัวดูดฝีหนอง
- ข้าวตังก้นหม้อ คือ ข้าวสุกแห้งกรังติดก้นหม้อ แก้กระหายน้ำ
- ข้าวกระยาคู คือ เมล็ดข้าวอ่อน ตำคั้นน้ำผสมน้ำนมวัว น้ำตาล และเตยหอม ใช้รับประทาน เป็นยาชูกำลัง แก้ไข้อ่อนเพลีย
- ข้าวเคี้ยว คือ ข้าวสุกที่เคี้ยวให้แหลก แล้วใช้ป้อนเด็กอ่อนที่แม่ตาย (ชาญ, 2536)

2.8 คุณค่าทางอาหาร

2.8.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ

เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับ ความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ดข้าวกล้อง ตลอดจนถึงการมีท้องไข่ของข้าวเจ้า นอกจากนี้คุณภาพในการสีเป็นข้าวสารก็ถือว่าเป็นคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดด้วย เมล็ดข้าวที่ตลาดต้องการ และถือว่ามีเมล็ดได้มาตรฐานนั้น เมล็ดข้าวกล้องจะต้องมีความยาวประมาณ 7 – 7.5 มิลลิเมตร ความกว้างและความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีหน้าตัดของเมล็ดค่อนข้างกลม ถ้าเป็นข้าวเจ้าเมล็ดจะต้องใส ไม่มีท้องไข่ การมีท้องไข่ของเมล็ดข้าวกล้องนั้นทำให้เมล็ดหักง่ายเมื่อเอาไปสีเป็นข้าว สาร ซึ่งทำให้ได้เมล็ดข้าวสารที่หักมาก ดังนั้น พันธุ์ข้าวที่รัฐบาลไทยส่งเสริมให้ชาวนาปลูกจะต้องมีคุณภาพเมล็ดได้มาตรฐาน ซึ่งเรียกว่าข้าวพันธุ์ดี

2.8.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี

เป็นลักษณะขององค์ประกอบของแป้งในเมล็ดข้าวกล้อง ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าแตกต่างกันในชนิดของแป้งที่รวมกันเป็นเอ็นโดสเปิร์ม ในเมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งชนิดอะมิโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่ และมีแป้งอะมิโลสน้อยมาก คือ ประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนเมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งชนิดอะมิโลส ประมาณ 15-30 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ของอะมิโลสในเมล็ดข้าว

เจ้าของพวกอินดิคาและจาปอนิคาก็แตกต่างกัน ด้วย ข้าวอินดิคามีแป้งอะมิโลสประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวพวกจาปอนิคามีเพียง 15 - 20 เปอร์เซ็นต์ ข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์ของแป้งอะมิโลสต่ำ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 (22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนข้าวไทยที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลสสูง ได้แก่ กข.1 (30 เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลสในเมล็ดของข้าว มีความสัมพันธ์กับคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภค ข้าวเหนียวมีแป้งอะมิโลสน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวเหนียวจึงหุงสุกเร็วกว่าข้าวเจ้า และข้าวเหนียวที่หุงสุกแล้วจะเหนียวกว่าข้าวเจ้าด้วย ในจำพวกข้าวเจ้าด้วยกัน เมล็ดของพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งอะมิโลสสูงเมื่อหุงสุกแล้ว เมล็ดข้าวสุกจะแข็งกว่าข้าวที่มีปริมาณแป้งอะมิโลสต่ำ ดังนั้น ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานข้าวที่อ่อนนิ่ม จะต้องเลือกพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งอะมิโลส ประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์

นอกจากชนิดของแป้งอะมิโลสเพกทิน และแป้งอะมิโลส ที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของแป้งเอ็นโดสเปิร์มแล้ว ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสารก็มีความสำคัญด้วย เพราะโปรตีนเป็นชนิดของอาหารที่ร่างกายต้องการมาก สำหรับการเจริญเติบโต ปกติเมล็ดข้าวจะมีปริมาณโปรตีนประมาณ 7-10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของโปรตีนนี้จะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมที่ปลูกข้าว เช่น การใส่ปุ๋ยทำให้มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้นและรวงข้าวที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยเมล็ดก็มักจะมีปริมาณโปรตีนสูง (คลังข้อมูลข้าวเชิงลึก, ม.ป.ป.)

2.9 การขยายพันธุ์

ข้าวเป็นพืชที่มีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดลงในแปลงปลูกโดยตรง หรือแปลงเพาะกล้า ซึ่งวิธีการในการเพาะเมล็ดและการปลูกข้าวนั้น ขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าวที่เลือกใช้และระบบนิเวศที่ใช้ในการปลูกข้าว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

2.9.1 การปลูกข้าวในดินแห้ง (method for dry-land planting)

2.9.1.1 การหยอดเมล็ด (dibbling) ใช้ในการปลูกข้าวไร่โดยหยอดเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง

2.9.1.2 การหว่านข้าวแห้ง (dry-seed broadcasting) เป็นการหว่านเมล็ดข้าวแห้งลงในแปลง ปลูกภายหลังจากมีการคราดพื้นที่ ก่อนที่จะมีการขังน้ำในนาในระดับสูง

2.9.2 การปลูกข้าวในดินที่มีน้ำขัง (method for wet land planting)

2.9.2.1 การปักดำ (transplanting method) เป็นการปลูกต้นข้าวในแปลงเพาะกล้าแล้วย้ายกล้าไปปักดำในแปลงปลูก ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในนาน้ำฝนและนาชลประทาน

2.9.2.2 การหว่านน้ำตม (pre-germinated seed broadcasting method) เป็นการแช่เมล็ดข้าวเปลือกในน้ำให้เริ่มงอก ก่อนนำไปหว่านในนาที่เตรียมพื้นที่ในสภาพมีน้ำท่วมขังเล็กน้อย เมื่อต้นข้าวงอกและเจริญเติบโตจึงค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำที่ท่วมขังในนาข้าว (บริบูรณ์, 2540)

2.10 นิเวศวิทยา

- ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ที่เส้นรุ้ง 53 องศาเหนือ ทางตอนเหนือของประเทศจีน จนกระทั่งถึงเส้นรุ้ง 35 องศาใต้ ในรัฐนิวเซาท์เวลล์ของประเทศออสเตรเลีย

- ข้าวท้องถิ่นมักเป็นข้าวที่ไวต่อแสงต้องได้รับช่วงวันสั้นจึงจะมีการออกดอก แต่ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นใหม่มักเป็นข้าวที่ไม่ไวแสง ช่วงวันวิกฤติของข้าวที่ไวแสงประมาณ 12.5-14 ชั่วโมง

- ข้าวจะให้ผลผลิตสูงเมื่อได้รับแสงแดดจัดเต็มที่ นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดข้าวที่เจริญในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าในช่วงฤดูฝน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20-38 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส มีผลให้ดอกย่อยของข้าวเป็นหมันได้ นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำทำให้เมล็ดข้าวมีความงอกต่ำ ต้นกล้าตาย ใบข้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง การแตกกอน้อย ช่อดอกย่อยเหี่ยวลีบ มีความเป็นหมันสูง ต้นเตี้ยแคระให้ผลผลิตเมล็ดข้าวต่ำ

- ความอุดมสมบูรณ์ของดินและอุณหภูมิของน้ำที่ท่วมในนาข้าว มีผลต่อปริมาณธาตุอาหาร การเติบโตและปริมาณผลผลิตของข้าวด้วย อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกดอกการบานของดอกและการถ่ายเรณูอยู่ที่ระดับสูงกว่า 21 องศาเซลเซียส ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวมีตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินโคลนมีปริมาณอินทรีย์สาร 1-50 เปอร์เซ็นต์ ค่า pH ตั้งแต่ 3-10 เกลือ 0-1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแร่ธาตุต่างๆ อยู่ในระดับต่ำมากจนถึงสูงมากได้ ดังนั้นสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวพันธุ์เดียวกันต่างกันไปด้วย ปริมาณน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการเติบโตของข้าว ข้าวซึ่งปลูกบนที่ดอนต้องการน้ำฝนอย่างน้อย 750 มิลลิเมตร ตลอดระยะเวลาของการเติบโตในช่วง 3-4 เดือน และไม่ทนทานต่อการถูกน้ำท่วมขัง ขณะที่ข้าวซึ่งปลูกในที่ลุ่ม ต้องอยู่ในสภาพที่ได้รับน้ำท่วมขังอยู่ตลอดเวลา จึงนิยมปลูกกันในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มที่ราบริมฝั่งแม่น้ำและบริเวณปากแม่น้ำ บริเวณน้ำที่ข้าวเหล่านี้ต้องการประมาณ 1,200 มิลลิเมตรต่อหนึ่งฤดูกาล ข้าวมีการเจริญเติบโตในสภาพที่มีความชื้นในดินและในอากาศสูง สามารถปลูกได้ตั้งแต่พื้นที่ราบระดับน้ำทะเล จนกระทั่งบนยอดเขาสูงระดับ 1,230 เมตร ในประเทศฟิลิปปินส์ และ 2,300 เมตร ทางตะวันออกเฉียงเหนือของเทือกเขาหิมาลัย โดยพบว่าระดับความสูงของพื้นที่แทบไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว (Vergar and De Datta, 1996)

2.11 การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวข้าวจะกระทำเมื่อผลแก่จัดเต็มที่อายุประมาณ 30 วันหลังดอกบาน มีความชื้นภายในผลหรือเมล็ดประมาณ 21-24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดบริเวณโคนรวงมีสีเหลืองทั่วกันทั้งหมด หรืออาจเก็บเกี่ยวในระยะที่เมล็ดข้าวสุกเหลืองเกือบทั้งรวง ประมาณร้อยละ 80 ถ้าเก็บเกี่ยวข้าวช้าเกินไป จะทำให้คอรวงหักและเมล็ดร่วงเสียหาย ในการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนจะใช้เคียวเกี่ยวข้าวซึ่งมี 2 ชนิด คือ เคียวนาสวนที่มีวงกว้าง และเคียวนาเมืองที่มีวงแคบ ในภาคใต้ของประเทศไทยมีการเก็บเกี่ยวโดยการใช้แกระ เช่นเดียวกับประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ ซึ่งเก็บเกี่ยวได้ทีละรวงทำให้เสียเวลาในการเก็บเกี่ยวมาก ในปัจจุบันมีการปรับพื้นที่นาให้เป็นแปลงนาขนาดใหญ่และมีพื้นที่เหมาะสมต่อการรองรับน้ำหนักของรถเกี่ยวข้าวที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานในการเกี่ยวข้าว ซึ่งพันธุ์ข้าวที่เกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวข้าวต้องมีความเหมาะสมด้วย หลังจากเกี่ยวข้าวแล้วจะมีการตากแดดฟ่อนรวงข้าวในนาให้แห้งจนมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงทำการนวดบนลานข้าวที่เตรียมไว้ แล้วใช้วัวหรือควายย่ำหรือฟาดกำข้าวบนเสื่อลำแพน ผ้าใบ กระชุ หรือลานนวด หรืออาจใช้คนย่ำ ซึ่งเหมาะกับการนวดข้าวที่มีปริมาณไม่มากนัก ในปัจจุบันเครื่องนวดข้าวขนาดต่างๆ เป็นที่นิยมแพร่หลายไปทั่ว โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ทำนาขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่าย หรือว่าจ้างให้เจ้าของเครื่องทำการรับเหมานวดข้าวให้ได้ เมื่อนวดเมล็ดข้าวเสร็จแล้ว ยังคงมีเศษฟาง ใบข้าว เศษวัชพืช และสิ่งเจือปนต่างๆ ต้องทำการกำจัดออกโดยใช้การสาดข้าวด้วยพลั่วให้ลมพัดเศษสิ่งสกปรกที่มีน้ำหนักเบาปลิวออกไปจากเมล็ดข้าว หรืออาจใช้พัดขนาดใหญ่โบกไปมาเพื่อให้เศษฟาง ข้าวลีบ และใบข้าวปลิวออก ถ้าเมล็ดข้าวมีปริมาณน้อยอาจใช้กระด้งฝัด แต่ต้องอาศัยความชำนาญในการฝัดเอาสิ่งเจือปนออกมา ส่วนเครื่องทุ่นแรงที่ใช้ในการทำความสะอาดเมล็ดข้าวคือเครื่องสีฝัดสามารถทำความสะอาดเมล็ดข้าวได้ดี (บริบูรณ์, 2540)

2.12 เชื้อราไตรโคเดอร์มา

เชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ดำรงชีวิตอยู่ในดิน อาศัยเศษซากอินทรียวัตถุเป็นอาหารโดยไม่มีอันตรายกับพืช คน สัตว์และแมลง เชื้อราไตรโคเดอร์มา หลายชนิดมีคุณสมบัติในการควบคุมและทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชทางดิน จึงทำให้พืชมีระบบรากที่สมบูรณ์ แข็งแรง หาอาหารได้มากต้นพืชจึงสมบูรณ์ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี

2.13 กลไกในการควบคุมเชื้อราไตรโคเดอร์มา

2.13.1 เจริญแข่งขัน แก่งแย่งอาหาร น้ำ แร่ธาตุ อากาศ และแหล่งที่อยู่กับเชื้อราสาเหตุโรคพืช จึงทำให้เชื้อโรคลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว

2.13.2 เป็นปรสิต สร้างเส้นใยพันรัดและแทงดูดกินน้ำเลี้ยงจากเชื้อราสาเหตุโรคพืช ทำให้เส้นใยสลายลดการขยายเผ่าพันธุ์ลง

2.13.3 สร้างสารพิษ น้ำย่อย ไปทำลายเชื้อราโรคพืชทำให้เส้นใยและส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา โรคพืชเหี่ยวสลายและตายในที่สุด

2.14 วิธีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปใช้

2.14.1 การคลุกเมล็ด ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (เชื้อสด) 1-2 ช้อนแกง (10-20 กรัม) ต่อเมล็ดพืช 1 กก. โดยคลุกเคล้าให้เข้ากันในถุงอาจเติมน้ำเล็กน้อยเพื่อให้สปอร์ของเชื้อราเคลือบติดบนผิวของเมล็ดพืชได้ดียิ่งขึ้น

2.14.2 การรองก้นหลุมและการหว่าน ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กก. บวกลำละเอียด 5 กก. บวกปุ๋ยหมัก 40 กก. รองก้นหลุมปลูกในพืชผัก พืชสวน 10-20 กรัม/ต้น หว่านในแปลงปลูก 50-100 กรัม/ตารางเมตร และในพืชสวนหว่านใต้ทรงพุ่มในอัตรา 3-5 กก./ต้น

2.14.3 การผสมกับวัสดุปลูก ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (เชื้อสด) ที่ผสมแล้วกับวัสดุผสม 1 ส่วน กับวัสดุปลูก 4 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนบรรจุลงในภาชนะเพาะเมล็ดเพาะกล้า

2.14.4 การผสมน้ำฉีดพ่น ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (เชื้อสด) 1 กก. ต่อน้ำ 100 ลิตร โดยกวนล้างสปอร์ในน้ำ 20 ลิตรก่อนจากนั้นกรองเอาเฉพาะน้ำสปอร์เทลงถังฉีดพ่นและเติมน้ำจนเต็ม 100 ลิตร ใช้ฉีดพ่นในแปลงกล้าโคนต้นพืชและฉีดพ่นทางใบ (ศูนย์บริหารจัดการศัตรูพืช จังหวัดเชียงใหม่, ม.ป.ป.)

2.15 บราสสิโนสเตอรอยด์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

บราสสิโนสเตอรอยด์เป็นสารกลุ่มสเตอรอยด์ที่ได้จากการสกัด rape pollen จะได้สารที่ชื่อเรียกว่าบราสซิน (brassins) ที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ และสามารถช่วยลดความเครียดของพืชต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ บราสสิโนสเตอรอยด์จึงเป็นสารที่มีความสำคัญที่นำมาใช้เพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น มีคุณภาพตามที่ต้องการ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์จึงมีความสำคัญ เพื่อนำมาประยุกค์ใช้ให้พืชมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการที่ดี และสามารถนำสารบราสสิโนสเตอยรอยด์ไปใช้กับพืชเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ

ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ส่งสัญญาณเพื่อให้พืชพัฒนาการเจริญเติบโต ให้เป็นไปอย่างปกติ โดยมีผลต่อกระบวนการยืดยาวและการแบ่งตัวของเซลล์ (Friedrichsen and Chory, 2001)

บทบาททางสรีรวิทยาของบราสสิโนสเตอรอยด์ในพืชเป็นไปในลักษณะที่คล้ายคลึงกับไซโทไคนินหรือจิบเบอลลินในบางกรณี (นิติพัฒน์, 2010)

บราสสิโนสเตอรอยด์เป็นฮอร์โมนพืชกลุ่มที่ 6 ต่อมาจาก ออกซิน จิบเบอลลิน ไซโตไทนิน เอทิลินและกรดแอบไซซิก ในปัจจุบันพบบราสสิโนสเตอรอยด์มากกว่า 60 ชนิด พบในพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิด รวมทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่น สาหร่ายสีเขียวและเฟิร์น โดยสารประกอบบราสสิโนสเตอรอยด์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเรียกว่า "บราสซิน" (Sakurai and Fujioka, 1994)

จากการศึกษาทางสรีรวิทยาของพืชได้แสดงให้เห็นว่าบราสสิโนสเตอรอยด์สามารถกระตุ้นการแบ่งและการขยายของเซลล์เช่น การยืดของลำต้น การยืดท่อเกสร การขยายใบ การงอกของรากเหนี่ยวนำการสังเคราะห์เอทิลีน และ การขยายท่อลำเลียงน้ำ เป็นต้น (Mandava, 1988) การชราภาพและการทนทานต่อความเครียดของสภาพแวดล้อม (นิติพัฒน์, 2553)

2.16 การเจริญเติบโต

ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เหนี่ยวนำการเจริญเติบโตในพืชเช่น การยืดขยายตัวของเซลล์บวมโค้ง และการแบ่งเซลล์ ที่มีบทบาททั้งในระดับโมเลกุลและสรีรวิทยาของพืช โดยพืชที่ได้รับการทดสอบแล้วเช่น ผักกาดหัว ทานตะวัน มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วแระ ถั่วเขียวและข้าวสาลี เป็นต้น

2.17 การงอก

การประยุกต์ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ยังส่งเสริมการงอกของเมล็ดในพืชหลายชนิด เช่น ถั่วลิสง มะเขือเทศ ข้าวสาลี ยาสูบ (Rao et al., 2002) และอลาบิดอปสิส (Steber and McCourt, 2001)

2.18 การออกดอก

มีรายงานในการใช้บราสสิโนสเตอรอยด์ที่ก่อให้เกิดการออกดอกของพืชเพียงบางชนิด เช่น การกระตุ้นการออกดอกของสตอบอรี่ ซึ่งปัจจุบันยังอยู่ระหว่างการศึกษาถึงบราสสิโนสเตอรอยด์ที่ส่งผลกระทบต่อการออกดอกของพืชเศรษฐกิจ ตั้งแต่ผลกระทบของบราสสิโนสเตอรอยด์ที่ช่วยเสริมสร้างการออกดอกเมื่อใช้ความเข้มข้นที่ต่ำมาก (Rao et al., 2002)

2.19 การเสื่อมสภาพ

บราสสิโนสเตอรอยด์มีผลกระทบทางสรีรวิทยาและสัณฐานส่วนต่างๆ โดยช่วยเร่งการเสื่อมสภาพในพืช (He et al .2001; Rao et al., 2002) รวมทั้งการผลิตเอทิลีนซึ่งเป็นสาเหตุในการเสื่อมสภาพเช่น การหลุดล่วงของใบส้ม (Iwahori et al,. 1990) บราสสิโนสเตอรอยด์ช่วยเพิ่มการสลายของคลอโรฟิล ลดระดับคลอโรฟิลในเปลือกมะเขือเทศและช่วยเร่งการเสื่อมสภาพของผลไม้ที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเอทิลีน (Vardhini and Rao, 2002) แต่ยังยั้งการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Brosa, 1999)

2.20 การต้านทานต่อความเครียด

บราสสิโนสเตอรอยด์มีส่วนช่วยให้พืชสามารถปลูกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินเค็มสูง ความแล้ง ธาตุอาหารไม่เพียงพอและการเข้าทำลายโรคพืช การเพิ่มความต้านทานต่อความเครียดในพืชพบว่า บราสสิโนสเตอรอยด์ช่วยการงอกในสภาพเค็มและเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวที่เกิดความเครียดจากความเค็ม (Anuradha and Rao, 2001; Kagale et al., 2007) โดยบราสสิโนสเตอรอยด์ยังช่วยทั้งในอลาบิลอปสิสและผักกาดขาว เพิ่มความทนทานของต้นกล้าต่อความแห้งแล้งและความหนาวเย็น (Kagale et al., 2007) มีรายงานว่าบราสสิโนสเตอรอยด์ในรูป BR27 ช่วยรักษาต้นกล้าให้ต้านทานต่อความหนาวเย็น (Janeczko et al., 2007) นอกจากนี้ยังพบว่าบราสสิโนสเตอรอยด์ช่วยการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ภายใต้ความเครียดของโลหะทองแดง (Cu) บราสสิโนสเตอรอยด์ 24-epibrassinoride ช่วยควบคุมโลหะทองแดงที่สะสมอยู่ในพืชไม่ให้เป็นพิษ (Sharma and Bhardwaj, 2007) สำหรับในผักกาดที่ใช้ 28-homobrssinoride จะช่วยลดพิษบางส่วนของนิเกิล (Alam et al., 2007) นอกจากนี้ยังทำให้พืชต้านทานต่อความเครียดโดย ลดการติดเชื้อรา และการติดเชื้อไวรัสของต้นยาสูบ เป็นต้น

2.21 อัตราตอบแทนที่เพิ่มขึ้น

การประยุกต์ใช้บราสสิโนสเตอรอยด์ (Brassinosteroid: BL) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการควบคุม (ไม่ใช้ BL) พบว่าการฉีดพ่น BL ที่ความเข้มข้นจาก 10-4 ppm. ในระยะออกไหมของข้าวโพดมีผลทำให้ใบธงยาวขึ้นและจำนวนของเมล็ดฝ่อของข้าวโพดลดลง (Hamada, 1986) ซึ่งในพืชหลายชนิดการฉีดพ่นทางใบด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันของ 28-homobrassinoride ช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งในข้าวสาลี มัสตาร์ด เมล็ดถั่วลิสง ฝ้ายและ มันฝรั่ง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม(ไม่ฉีดพ่น BL) (Ramraj et al., 1997) โดยการใช้ 24-epibrassinoride ฉีดพ่นทางใบพบว่ามีประสิทธิภาพมากในการเพิ่มจำนวนของฝักและน้ำหนักเมล็ดในถั่วลิสง (Vardhini and Rao, 1999) ในพืชอื่นๆ บราสสิโนสเตอรอยด์ยังช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของซูการ์บีท พืชตระกูลถั่ว ยาสูบ แตงโม แตงกวา องุ่น ถั่วลิสง มะเขือเทศ และอ้อย (Rao et al., 2002) นอกจากนี้ BL ยังช่วยเพิ่มขนาดเมล็ดและความยาวของฝักในถั่วฟาบา (Fukuta et al., 2006)

2.22 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในลำไย ใช้ในอัตรา 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร พ่นทั่วทั้งทรงพุ่มต้น เมื่อผลมีอายุ 100 วัน หลังติดผล (เมล็ดเริ่มเปลี่ยนสี) และพ่นอีกครั้งหลังจากพ่นครั้งแรก 7-10 วัน ทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น (ต้องมีการให้น้ำเสริม) นอกจากนี้ การใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในอัตรา 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ จิบเบอเรลลิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร และเอ็นเอเอ 100 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ความยาว และความหนาของผลได้ (ส่งเสริมให้ความกว้างผลเพิ่มขึ้น) (ชรัสนันท์, 2548)

การใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในมะม่วง สำหรับพันธุ์โชคอนันต์ และพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ใช้ในอัตรา 500 ไมโครกรัม/ลิตร (ppb) หรือ 0.5 มิลลิกรัม หรือ 100 มิลลิกรัม/ 200 ลิตร หรือ 0.1 กรัม/ 200 ลิตร พ่นทั่วทั้งต้นเมื่อผลมีอายุ 30 วันหลังติดผล และพ่นซ้ำในทุกๆ 30 วัน ทำให้ผลมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ใช้สาร และหากใช้ในอัตรา 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้เรณูงอกสูงขึ้น (ณัฐพงศ์ และ ธนะชัย, 2551; อุบลวรรณ และธนะชัย, 2551)

บทบาททางสรีรวิทยาของบราสสิโนสเตอรอยด์ในพืชเป็นไปในลักษณะที่คล้ายคลึงกับออกซินในบางกรณีและคล้ายกับไซโทไคนินหรือจิบเบอเรลลินในบางกรณี ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าบทบาททางสรีรวิทยาที่แท้จริงของบราสสิโนสเตอรอยด์ในพืชจึงเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน ในกรณีของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรนั้นพบว่าการใช้มุ่งเพื่อการเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงลักษณะต่างๆ ของพืชให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพืชหลายชนิด บราสสิโนสเตอรอยด์ แสดงบทบาททางสรีรวิทยาหลายประการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและกระบวนการพัฒนาการของพืช เช่น การงอกของเมล็ด การออกดอก การชราภาพและความทนทานต่อความเครียด บทความนี้มีความมุ่งหมายที่จะกล่าวถึงบทบาททางสรีรวิทยาของบราสสิโนสเตอรอยด์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชอันจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ทางการเกษตรต่อไป การศึกษาและทดสอบความเข้มข้นของฮอร์โมน-บราสสิโนสเตอรอยด์ต่อพืชเช่น ทานตะวัน ถั่วเขียว แตงกวา มะเขือเทศ ข้าวสาลี เป็นต้นเมื่อพืชแต่ละชนิดได้รับรับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ในความเข้มข้นที่ต่ำ ก็ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้ดี ข้าวสาลีแสดงให้เห็นว่าเจริญเติบโตได้ดีที่ความเข้มข้นของฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียง 0.005 ppm - 0.02 ppm (นิติพัฒน์, 2553)

การศึกษาผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการขยายพันธุ์เอื้องมะขาม โดยเลี้ยงยอกเอื้องมะขามความยาว 1 เซนติเมตรในอาหารสูตร VW ที่เติม Brs ระดับความเข้มข้น 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.11, 0.12, 0.13, 0.14, 0.15 และ 0.2 มก./ล พบว่าจำนวน ใบ และความยาวเฉลี่ยของราก เส้นผ่าศูนย์กลาง และจำนวนยอดใหม่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Brs ความเข้มข้น 0.08 มก./ล. กระตุ้นให้เกิดรากและความสูงเฉลี่ยของยอดใหม่มากที่สุด (9.5 รากและ 0.98) Brs ที่ความเข้มข้น 0.04 มก./ล. ให้จำนวนยอดใหม่มากที่สุด (4.9ยอด) แต่ Brs ความเข้มข้น 0 มก./ล. ให้จำนวนรากน้อยสุด (จามจุรี และดวงใจ, 2552)

ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช ไตรโคเดอร์มาที่สามารถความคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีหลายสายพันธุ์ เช่น *Trichoderma harzianum*, T. *viride* และ T. *virens*

และสามารถความคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani, Fusarium* spp., *Sclerotium rolfsii, Alternaria* spp., *Colletotrichum* spp., *Sclerotinia* และ *Botrytis cinerea* กลไกการควบคุมโรคของเชื้อราไตรโคเดอร์มามีหลายกลไก ที่สำคัญ ๆ เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะ การแข่งขัน การเป็นปรสิต และการชักนำให้เกิดการต้านทาน (สายทอง, 2555)

ผลของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ต่อการเจริญเติบโต และการควบคุมโรคแคนตาลูปในแปลง ได้แก่ การปลูกแคนตาลูปที่รองก้นหลุมด้วยเชื้อรา *Trichoderma* sp. และการปลูกแคนตาลูปที่ไม่ใส่เชื้อรา *Trichoderma* sp. รองก้นหลุมก่อนปลูก พบว่าต้นแคนตาลูปที่ใส่เชื้อรา *Trichoderma* sp. รองก้นหลุมก่อนปลูก มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากที่สุด โดยมีความสูงและจำนวนข้อ เท่ากับ 143.07 เซนติเมตร และ 27.90 ข้อ ตามลำดับ ส่วนผลการเกิดโรคพบว่าในแปลงที่ใส่เชื้อไตรโคเดอร์มาไม่พบการเกิดราน้ำค้างและโรคเหี่ยว ในขณะที่แปลงที่ไม่ใส่เชื้อไตรโคเดอร์มาพบการเกิดราน้ำค้าง และโรคเหี่ยวร้อยละ 26.70 และร้อยละ 80.00 ตามลำดับ (วิพรพรรณ์ และคณะ, 2557) การตรวจหาเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรคเน่าดำ จากเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพิษณุโลก 2 โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น พบเชื้อรา M. *phaseolina* ร้อยละ 23.75 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ 4 ชนิดได้แก่ *Trichoderma harzianum* I103, T. *harzianum*, T. *virens* IG10 และ T. *virens* IG2 ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา M. *pheseolina* โดยวิธี dual culture พบว่า T. *harzianum* I103 ให้ผลดีมากที่สุด และเมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่า T. *harzianum* I103 สามารถรดการตายก่อนงอก การตายหลังงอก ต้นอ่อนผิดปกติ และช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอก ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งได้ดีที่สุด (อังคณา กันทาจันทร์ และ สมบัติ ศรีชูวงศ์, 2552)

เมื่อนำเชื้อรา Trichoderma spp. มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *Collecto-trichum truncatum* สาเหตุโรคแอนแทรคโนส โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 4 ไอโซเลทให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูง และเมื่อนำมาศึกษากลไกการปฏิปักษ์โดยวิธี slide dual culture พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. แสดงการเป็นปรสิตโดยการพันรัดและแทงเส้นใยเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อรา C. *truncatum* เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 4 ไอโซเลท และสารเคมี captan ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในระยะต้นอ่อนของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 ในสภาพโรงเรือนพบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลท และสารเคมี captan ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสในต้นอ่อนของถั่วเหลืองได้โดยสารเคมี captan นั้นให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. (เกศิณี แก้วมาลา และ สมบัติ ศรีชูวงศ์., 2552)

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1.1 เมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

3.1.1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียว กข 6

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์

3.1.2.2 เชื้อราไตรโคเดอร์มา

3.1.2.3 น้ำกลั่น

3.1.3 อุปกรณ์และวัสดุการเกษตร

3.1.3.1 บิ๊กเกอร์ 250 ml. และ 25 ml.

3.1.3.2 ไมโครปิเปตต์ P20 และ P0.2

3.1.3.3 ไมโครปิเปตต์ทิป

3.1.3.4 ดิน

3.1.3.5 ปุ๋ยคอก

3.1.3.6 กระถางปลูก 10 นิ้ว

3.1.3.7 ถุงดำ

3.1.3.8 กระบอกตวง

3.1.3.9 ฟ๊อกกี้

3.1.3.10 เขือก

3.1.3.11 จอบ

3.1.3.12 บัวรดน้ำ

3.1.3.13 ตู้อบ (hot air oven)

3.1.4 อุปกรณ์การบันทึกผล

3.1.4.1 ตาชั่ง

3.1.4.2 ไม้บรรทัด

3.1.4.3 สมุดบันทึก

3.1.4.4 ดินสอ

3.1.4.5 ปากกา

พหุปณฺฑิโต ชีเว

3.1.4.6 กรรไกร

3.1.4.7 SPAD chlorophyll meter reading

3.1.4.8 เครื่องวัดพื้นที่ใบ (hand held leaf area meter ci-203)

3.1.4.9 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง

3.1.4.10 กล้องถ่ายรูป

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 แผนการทดลอง

โดยจัดแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยมี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ โดยมี 2 ปัจจัยดังนี้ A คือพันธุ์ข้าว ปัจจัย B คือฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ และปัจจัย R คือเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ใช้ พันธุ์ข้าว 2 สายพันธุ์

A1 = ข้าวพันธุ์มะลิ 105

A2 = ข้าวเหนียว กข 6

ปัจจัยที่ 1 ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 4 ระดับ

B1 = บราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm

B2 = บราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm

B3 = บราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm

B4 = บราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm

ปัจจัยที่ 2 เชื้อราไตรโคเดอร์มา

R1 = เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร

R2 = เชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร

R3 = เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร

R4 = เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร

3.2.2 วิธีการดำเนินงานในกระถาง

3.2.2.1 เตรียมตากดินไว้ประมาณ 7 วัน

3.2.2.2 นำดินใส่ในกระถางแล้วทำการหยอดเมล็ดลงไปจำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่องอกแล้วถอนออกให้เหลือ 2 ต้น

3.2.2.3 ดูแลการให้น้ำ ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืช

3.2.2.4 ฉีดพ่นสารในเวลา 07.00 - 09.00 น. ครั้งแรกหลังปลูก 30 วัน ครั้งที่สองหลังปลูก 50 วัน ครั้งที่ 3 หลังปลูก 70 วัน

3.2.2.5 งดน้ำหลังฉีดพ่นสารครั้งแรก 1 สัปดาห์ งดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 งดน้ำหลังฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 งดเป็นเวลา 2 สัปดาห์

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.3.1 เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 หลังฉีดพ่นสารครั้งแรก 20 วัน โดยเก็บข้อมูล ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ วัดพื้นที่ใบ ประเมินความเหี่ยว วัดอัตราการสังเคราะห์แสง และ SPAD unit

3.2.3.2 เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 หลังจากฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 20 วัน โดยเก็บข้อมูล ความสูงต้น วัดพื้นที่ใบ และ SPAD unit

3.2.3.3 เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ในระยะสุกแก่ โดยเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อนำไปวัดน้ำหนักเมล็ด เมล็ดดี ความยาวราก และน้ำหนักแห้งราก

3.2.4 ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวรวบรวมข้อมูล

3.2.4.1 การวัดพื้นที่ใบ โดยใช้เครื่อง Handheld Leaf Area Meter รุ่น CI 203 ยี่ห้อ CID BioScience โดยสุ่มวัดใบที่ 3 ที่แผ่ขยายเต็มที่ นับจากใบล่าง จำนวน 2 ต้น ในช่วงเวลา 09.00-11.00 น. ค่าที่วัดคือ พื้นที่ ความกว้าง ความยาว

3.2.4.2 การวัดอัตราการสังเคาระห์แสง โดยใช้เครื่อง The untra compact photosynthesis system รุ่น LCi – SD ยี่ห้อ ADC BioScientific โดยสุ่มวัดใบที่ 3 ที่แผ่ขยายเต็มที่ นับจากใบร่างที่แผ่ขยายเต็มที่ จำนวน 2 ต้น ช่วงเวลา 09.00-11.00 น. ค่าที่วัดคือ ความเข้มข้นของคาร์บอนไดร์ออกไซด์ที่อยู่ในใบ อัตราการเปิด-ปิดปากใบ อัตราการคลายน้ำ อัตราการสังเคราะห์แสง

3.2.4.3 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่อง SPAD Chlorophyll Meter ยี่ห้อ Minolta SPAD 502 Miter โดยสุ่มวัดใบที่ 3 นับจากใบล่าง จำนวน 2 ต้น ในช่วงเวลา 09.00-11.00 น.

3.2.4.4 การวัดความเหี่ยวโดยให้คะแนน ตามการม้วนใบเป็นการตอบสนองต่อสภาพแล้ง ทำการบันทึกโดยการประเมินความรุนแรงของอาการม้วนใบ ซึ่งบันทึกเป็นระดับคะแนน มี 5 คะแนน ดังนี้

ระดับ 1 ไม่แสดงอาการเหี่ยว

ระดับ 2 ขอบใบโค้งเข้าหากันเล็กน้อย

ระดับ 3 ขอบใบโค้งเข้าหากันมากขึ้น (เป็นรูปครึ่งวงกลม)

ระดับ 4 ขอบใบโค้งเข้าหากันจนเกือบชิดกัน

ระดับ 5 ขอบใบโค้งจนชิดกัน (De Datta et aL, 1988)

3.2.4.5การเก็บข้อมูลของลำต้นโดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบ

3.2.4.6 การเก็บข้อมูลของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและราก ตัดแบ่งระหว่างรากและลำต้น นำไปชั่งน้ำหนักสดแล้วนำไปอบ 80 องศา 48 ชั่วโมงเพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักแห้ง

3.2.4.7 การเก็บข้อมูลความยาวของรากโดยจะใช้การขุดดินบริเวณรากขึ้นมาแล้วนำไปล้างออกก่อนที่จะวัดเพื่อป้องกันไม่ให้รากขาด

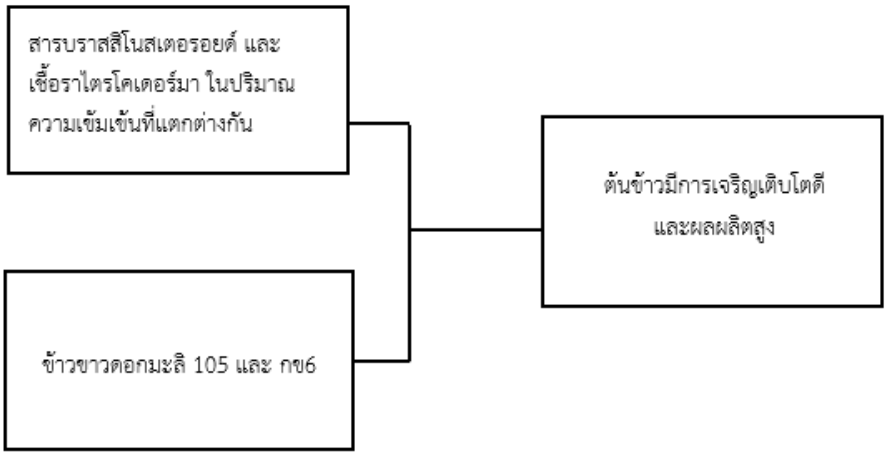
3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้ตาราง ANOVA เพื่อทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หรือระดับความเชื่อมั่นที่ 99% หากข้อมูลมีความแตกต่างกันนำไปเปรียบเทียบโดยใช้ Duncan’s Multiple Rang Test (DMRT)

3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน

3.3.1 ตั้งแต่ วันที่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง วันที่ 1 ตุลาคม 2560

3.4 กรอบแนวคิดการศึกษา



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการศึกษา

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ วัดพื้นที่ใบ และ spad unit ประเมินความเหี่ยวของขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 45 วัน

4.1.1 ความสูงลำต้น

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้ความสูงต้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์พบว่าข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ไม่มีผลทำให้มีความแตกต่างกันสถิติ แต่การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ และเชื้อราไตรโคเดอร์มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน โดยปฏิกิริยาสัมพันธ์ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีความสูงต้นอยู่ระดับสูงสุด โดยแตกต่างกันกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1, 2, และ 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร และข้าวพันธุ์ กข6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 และ 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร และข้าวพันธุ์ กข6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร

4.1.2 จำนวนต้นต่อกอ

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้จำนวนต้นต่อกอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์พบว่าข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ไม่มีผลทำให้มีความแตกต่างกันสถิติ โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีจำนวนต้นสูงสุดที่ 12.00 ต้น/กอ และการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข6 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์มะลิ 105 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีจำนวนต้น/กอ สูงที่สุดที่ 13.667 ต้น/กอ

4.1.3 พื้นที่ใบ

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้พื้นที่ใบของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์พบว่าข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้บราสสิโนสเตอรอยด์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ กข6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุด เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีพื้นที่ใบสูงที่สุด เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาใน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตรมีพื้นที่ใบสูงสุดที่ 1.3100 ตารางเซนติเมตร

4.1.4 SPAD Unit

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ค่า SPAD Unit ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 มีค่า SPAD Unit สูงกว่าข้าวพันธุ์มะลิ 105 เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวและเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ในข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า SPAD Unit สูงสุดที่ 45.154

4.1.5 ความเหี่ยว

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ค่าความเหี่ยวของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์มะลิ 105 มีคะแนนความเหี่ยวดีกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm มีคะแนนความเหี่ยวดีที่สุด เมื่อพิจารณาการใช้และเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ของข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่

ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีคะแนนความเหี่ยวดีที่สุดที่ 2.0000 คะแนน

ตาราง 1 ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ พื้นที่ใบ และ spad unit ประเมินความเหี่ยว ของขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 45 วัน

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนต้นต่อกอ	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	spad unit	ความเหี่ยว (คะแนน)
KDML 105	57.680	10.896	0.8274	38.480 B	3.3125 B
RD 6	55.896	11.086	0.8577	39.970 A	3.7292 A
F – Test	ns	ns	ns	**	**
Br 0 ppm	58.135	10.469	0.8342	38.269	3.6667 A
Br 0.005 ppm	56.000	11.286	0.9104	39.324	3.5833 AB
Br 0.02 ppm	55.542	11.208	0.8440	39.607	3.5000 AB
Br 0.04 ppm	57.474	11.000	0.7817	39.699	3.3333 B
F – Test	ns	ns	ns	ns	*
Trichoderma sp. 0 kg/100 L	58.208	10.667	0.7942	38.763	3.5417
Trichoderma sp. 1 kg/100 L	56.875	10.833	0.8654	39.172	3.3333
Trichoderma sp. 2 kg/100 L	56.099	11.328	0.8583	39.831	3.6250
Trichoderma sp. 3 kg/100 L	55.969	11.135	0.8523	39.133	3.5833
F – Test	ns	ns	ns	ns	ns
KDML 105 + Br 0 ppm	58.521 A	10.750	0.9092 A	37.904 BC	3.7500 AB
KDML 105 + Br 0.005 ppm	56.417 AB	10.917	0.8758 AB	38.725 BC	3.3333 BCD
KDML 105 + Br 0.02 ppm	57.333 AB	11.417	0.8187 AB	37.442 C	3.1667 CD
KDML 105 + Br 0.04 ppm	58.448 A	10.500	0.7058 B	39.849 AB	3.0000 D
RD 6 + Br 0 ppm	57.750 A	10.188	0.7592 AB	38.633 BC	3.5833 ABC
RD 6 + Br 0.005 ppm	55.583 AB	11.656	0.9450 A	39.924 AB	3.8333 A
RD 6 + Br 0.02 ppm	53.750 B	11.000	0.8692 AB	41.772 A	3.8333 A
RD 6 + Br 0.04 ppm	56.500 AB	11.500	0.8575 AB	39.550ABC	3.6667 AB
F – Test	*	ns	*	*	*
KDML 105 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	59.000 A	10.583 ABC	0.7283	37.900 B	3.3333 BC

ตาราง 1 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนต้นต่อกอ	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	spad unit	ความเหี่ยว (คะแนน)
KDML 105 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	57.250 AB	10.000 C	0.9142	38.786 B	3.0000 C
KDML 105 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	58.198 A	11.000 ABC	0.8383	37.842 B	3.4167 ABC
KDML 105 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	56.271 AB	12.000 A	0.8287	39.392 B	3.5000 AB
RD 6 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	57.417 AB	10.750 ABC	0.8600	39.625 AB	3.7500 AB
RD 6 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	56.500 AB	11.667 AB	0.8167	39.558 B	3.6667 AB
RD 6 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	54.000 B	11.656 AB	0.8783	41.821 A	3.8333 A
RD 6 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	55.667 AB	10.271 BC	0.8758	38.875 B	3.6667 AB
F – Test	*	*	ns	*	*
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	58.333	11.167	0.7200 BC	39.067 ABC	3.8333 A
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	58.333	9.833	0.8367 AB	39.558 AB	3.6667 A
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	58.667	10.667	0.9400 AB	36.317 CD	3.6667 A
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	57.208	10.208	0.8400 AB	38.133 BCD	3.5000 A
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	59.167	10.833	1.0683 A	35.917 D	3.5000 A
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	55.333	11.833	0.8717 AB	40.450 AB	3.6667 A
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	54.333	11.146	0.8850 AB	41.398 A	3.6667 A

ตาราง 1 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนต้นต่อกอ	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	spad unit	ความเหี่ยว (คะแนน)
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	55.167	11.333	0.8167 AB	39.533 AB	3.5000 A
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	56.333	10.000	0.8517 AB	40.633 AB	3.5000 A
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	56.500	11.667	0.8500 AB	37.700 BCD	3.3333 A
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	55.500	11.333	0.8592 AB	39.267 ABC	3.5000 A
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	59.000	10.667	0.5367 C	39.433 ABC	3.3333 A
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	57.333	10.000	0.9033 AB	38.981 ABCD	2.6667 B
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	57.563	11.667	0.7933 BC	40.783 AB	3.5000 A
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	56.000	11.667	0.8933 AB	39.600 AB	3.8333 A
F – Test	*	ns	*	*	*
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma 0 kg/100 L	58.667 ABCD	11.000 ABCDEF	0.6467 DEF	37.700 CDEF	4.0000 A
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	58.667 ABCD	9.333 DEF	0.9667 ABCD	40.117 BC	3.3333 AB
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	62.000 A	12.333 ABCD	1.1267 AB	34.633 DEF	4.0000 A
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	54.750 ABCD	10.333 BCDEF	0.8967 BCDEF	39.167 BC	3.6667 AB
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	58.667 ABCD	12.000 ABCDE	0.8267 BCDEF	34.300 F	3.3333 AB
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	56.667 ABCD	11.333 ABCDE	0.9500 ABCD	40.800 ABC	3.6667 AB
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	54.333 BCD	9.000 EF	0.7900 BCDEF	39.567 BC	3.3333 AB

ตาราง 1 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนต้นต่อกอ	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	spad unit	ความเหี่ยว (คะแนน)
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	56.000 ABCD	11.333 ABCDE	0.9367 ABCD	40.233 BC	3.0000 B
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	58.000 ABCD	9.667 CDEF	0.9167 BCDE	40.700 BC	3.0000 B
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	58.333 ABCD	11.333 ABCDE	0.8167 BCDEF	34.467 EF	3.0000 B
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	55.000 ABCD	11.000 ABCDEF	0.7700 BCDEF	36.500 CDEF	3.3333 AB
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	58.000 ABCD	13.667 A	0.7717 BCDEF	38.100 CDEF	3.3333 AB
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	60.667 ABC	9.667 CDEF	0.5233 F	38.900 BCDE	3.0000 B
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	55.333 ABCD	8.000 F	0.9233 BCDE	39.762 BC	2.0000 C
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	61.458 AB	11.667 ABCDE	0.6667 DEF	40.667 BC	3.0000 B
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	56.333 ABCD	12.667 ABC	0.7100 C DEF	40.067 BC	4.0000 A
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	58.000 ABCD	11.333 ABCDE	0.7933 BCDEF	40.433 BC	3.6667 AB
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	58.000 ABCD	10.333 BCDEF	0.7067 CDEF	39.000 BCD	4.0000 A
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	55.333 ABCD	9.000 EF	0.7533 BCDEF	38.000 CDEF	3.3333 AB
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	59.667 ABCD	10.083 BCDEF	0.7833 BCDEF	37.100 CDEF	3.3333 AB
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	59.667 ABCD	9.667 CDEF	1.3100 A	37.533 CDEF	3.6667 AB
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	54.000 BCD	12.333 ABCD	0.7933 BCDEF	40.100 BC	3.6667 AB

ตาราง 1 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนต้นต่อกอ	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	spad unit	ความเหี่ยว (คะแนน)
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	54.333 BCD	13.292 AB	0.9800 ABCD	43.229 AB	4.0000 A
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	54.333 BCD	11.333 ABCDE	0.6967 CDEF	38.833 BCDE	4.0000 A
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	54.667 ABCD	12.000 ABCDE	0.8833 BCDEF	40.933 ABC	3.6667 AB
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	57.333 ABCD	11.667 ABCDE	0.5500 EF	39.967 BC	3.6667 AB
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	59.333 ABCD	12.000 ABCDE	0.8833 BCDEF	38.200 CDEF	3.3333 AB
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	53.667 CD	11.667 ABCDE	0.9200 BCDE	40.900 ABC	4.0000 A
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	55.667 ABCD	10.667 ABCDEF	1.0767 ABC	39.133 BC	3.6667 AB
F – Test	*	*	*	*	*
C.V. (%)	8.22	17.94	27.90	6.95	14.87

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Br = ฮอร์โมนบราสิโนสเตอรอยด์

Trichoderma = *Trichoderma* sp.

4.2 การสังเคราะห์แสงจากต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข6

4.2.1 Intercellular CO_2 concentration: Ci

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ค่า Ci มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 มีค่า Ci สูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียว พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm มีค่า Ci สูงสุดที่ 427.43 µmol mol^{-1} เมื่อพิจารณาการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า Ci สูงสุดที่ 361.20 µmol mol^{-1} และเมื่อพิจารณาข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้

ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า Ci สูงสุดที่ 501.54 $\mu mol\ mol^{-1}$

4.2.2 stomatal conductance: Gs

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ค่า Gs ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข 6 แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 มีค่า Gs สูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm มีค่า Gs สูงสุดที่ 0.1600 mmol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า Gs สูงสุดที่ 0.2600 mmol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$

4.2.3 Evaporation: E

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้ค่า E ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวและการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า E สูงสุดที่ -2.6500 mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$

4.2.4 Photosynthesis: A

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ค่า A ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีค่า A สูงกว่าข้าวพันธุ์กข 6 เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm มีค่า A สูงสุดที่ 11.507 $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$ เมื่อพิจารณาการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า A

สูงสุดที่ 9.3804 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า A สูงสุดที่ 19.113 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$

ตาราง 2 อัตราการสังเคราะห์แสงเมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 6 อายุ 45 วัน

กรรมวิธีการทดลอง	Intercellular CO_2 concentration : Ci (µmol mol^{-1})	stomatal conductance : Gs (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	Evaporation: E (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	Photosynthesis: A (µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$)
KDML 105	284.45 B	0.1000 B	-3.6637	12.902 A
RD 6	388.59 A	0.1800 A	-3.8700	4.158 B
F – Test	**	**	ns	**
Br 0 ppm	240.92 C	0.1200 B	-3.8021	11.507 A
Br 0.005 ppm	341.48 B	0.1467 AB	-3.8079	7.301 C
Br 0.02 ppm	336.25 B	0.1600 A	-3.8442	6.610 D
Br 0.04 ppm	427.43 A	0.1333 AB	-3.6133	8.703 B
F – Test	**	*	ns	**
Trichoderma sp. 0 kg/100 L	361.20 A	0.1333	-3.5312	8.3629 B
Trichoderma sp. 1 kg/100 L	347.58 AB	0.1467	-3.8642	7.9575 B
Trichoderma sp. 2 kg/100 L	331.26 BC	0.1467	-3.8254	9.3804 A
Trichoderma sp. 3 kg/100 L	306.04 C	0.1333	-3.8467	8.4200 B
F – Test	**	*	ns	**
KDML 105 + Br 0 ppm	117.95 D	0.1000 D	-3.5442	17.998 A
KDML 105 + Br 0.005 ppm	297.62 C	0.1000 D	-3.6217	11.712 B
KDML 105 + Br 0.02 ppm	295.66 C	0.1000 D	-3.8308	10.203 C
KDML 105 + Br 0.04 ppm	426.57 A	0.1000 D	-3.6583	11.695 B
RD 6 + Br 0 ppm	363.88 B	0.1400 CD	-4.0600	5.015 D
RD 6 + Br 0.005 ppm	385.33 B	0.1933 AB	-3.9942	2.890 E
RD 6 + Br 0.02 ppm	376.85 B	0.2200 A	-3.8575	3.018 E
RD 6 + Br 0.04 ppm	428.28 A	0.1667 BC	-3.5683	5.710 D
F – Test	**	*	ns	**

ตาราง 2 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	Intercellular CO_2 concentration : Ci ($\mu mol\ mol^{-1}$)	stomatal conductance : Gs (mmol H_2O $m^{-2}\ s^{-1}$)	Evaporation: E (mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	Photosynthesis: A ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
KDML 105 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	299.13 C	0.1000 B	-3.4142	13.257 B
KDML 105 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	302.81 C	0.1000 B	-3.5875	12.229 C
RD 6 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	423.28 A	0.1667 A	-3.6483	3.468 F
RD 6 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	392.35 AB	0.1933 A	-4.1408	3.686 EF
RD 6 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	379.97 B	0.1933 A	-4.1150	4.414 DE
RD 6 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	358.75 B	0.1667 A	-3.5758	5.065 D
F – Test	**	*	ns	**
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	253.98 HI	0.1267 AB	-3.7083 ABCD	10.772 BC
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	236.41 I	0.1533 AB	-4.7367 D	11.548 AB
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	217.81 I	0.1000 B	-3.9667 BCD	12.608 A
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	255.46 GHI	0.1000 B	-2.7967 A	11.098 BC
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	401.71 BC	0.1000 B	-3.2183 AB	8.847 DE
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	336.06 DEF	0.1533 AB	-3.6917 ABCD	6.593 HIJ
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	304.00 FGH	0.1533 AB	-3.6483 ABCD	8.262 EF
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	324.13 EF	0.1800 A	-4.6733 CD	5.503 J

ตาราง 2 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	Intercellular CO_2 concentration : Ci ($\mu mol\ mol^{-1}$)	stomatal conductance : Gs (mmol H_2O $m^{-2}\ s^{-1}$)	Evaporation: E (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	Photosynthesis: A ($\mu mol\ CO_2$ $m^{-2}s^{-1}$)
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	308.00 FG	0.1533 AB	-3.6617 ABCD	6.267 IJ
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	371.08 CDE	0.1800 A	-3.3617 AB	5.483 J
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	313.62 F	0.1800 A	-3.9900 BCD	7.587 FGH
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	352.31 CDEF	0.1267 AB	-4.3633 BCD	7.105 GHI
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	481.13 A	0.1533 AB	-3.5367 ABC	7.567 FGH
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	446.75 AB	0.1000 B	-3.6667 ABCD	8.205 EFG
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	388.71 CD	0.1533 AB	-3.6967 ABCD	9.065 DE
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	393.13 C	0.1267 AB	-3.5533 ABC	9.973 CD
F – Test	*	*	*	**
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma 0 kg/100 L	119.88 L	0.1000 C	-3.7733 ABCDE	18.127 AB
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	125.31 L	0.1000 C	-3.9533 ABCDEF	17.910 AB
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	107.96 L	0.1000 C	-3.8000 ABCDE	19.113 A
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	118.67 L	0.1000 C	-2.6500 A	16.843 B
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	390.29 CDEFGHI	0.1000 C	-3.0900 ABC	13.393 CD

ตาราง 2 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	Intercellular CO_2 concentration : Ci ($\mu mol\ mol^{-1}$)	stomatal conductance : Gs (mmol H_2O $m^{-2}\ s^{-1}$)	Evaporation: E (mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	Photosynthesis: A ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	315.46 IJ	0.1000 C	-3.4300 ABCD	9.827 GH
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	217.00 K	0.1000 C	-2.8133 AB	14.157 C
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	267.71 JK	0.1000 C	-5.1533 EF	9.473 HI
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	225.63 K	0.1000 C	-3.6667 ABCDE	11.167 EFG
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	345.00 FGHI	0.1000 C	-2.5833 A	9.650 GHI
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	224.25 K	0.1000 C	-4.0167 ABCDEF	11.863 DEF
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	387.75 CDEFGHI	0.1000 C	-5.0567 DEF	8.130 IJ
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	460.71 ABC	0.1000 C	-3.1267 ABC	10.343 FGH
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	425.46 BCDE	0.1000 C	-4.3833 BCDEF	11.530 EF
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	379.21 DEFGHI	0.1000 C	-3.5133 ABCDE	12.253 DE
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	440.92 ABCD	0.1000 C	-3.6100 ABCDE	12.653 CDE
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	388.08 CDEFGHI	0.1533 BC	-3.6433 ABCDE	3.417 NO
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	347.52 FGHI	0.2067 AB	-5.5200 F	5.187 LM
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	327.67 GHIJ	0.1000 C	-4.1333 ABCDEF	6.103 KL

ตาราง 2 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	Intercellular CO_2 concentration : Ci ($\mu mol\ mol^{-1}$)	stomatal conductance : Gs (mmol H_2O $m^{-2}\ s^{-1}$)	Evaporation: E (mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)	Photosynthesis: A ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	392.25 CDEFGH	0.1000 C	-2.9433 ABC	5.353 LM
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	413.13 BCDEF	0.1000 C	-3.3467 ABC	4.300 MN
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	391.00 CDEFGHI	0.2067 AB	-4.4833 CDEF	2.367 OP
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	380.54 DEFGHI	0.2600 A	-4.1933 ABCDEF	1.533 P
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	390.38 CDEFGHI	0.2067 AB	-3.6567 ABCDE	1.367 P
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	397.17 BCDEFG	0.2600 A	-4.1400 ABCDEF	1.317 P
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	402.99 BCDEFG	0.2600 A	-3.9633 ABCDEF	3.310 NO
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	316.88 HIJ	0.1533 BC	-3.6700 ABCDE	6.080 KL
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	501.54 A	0.2067 AB	-3.9467 ABCDEF	4.790 LMN
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	468.04 AB	0.1000 C	-2.9500 ABC	4.880 LMN
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	398.21 BCDEFG	0.2067 AB	-3.8800 ABCDEF	5.877 KLM
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	345.33 FGHI	0.1533 BC	-3.4967 ABCD	7.293 JK
F – Test	**	*	*	**
C.V. (%)	13.80	35.37	-26.89	11.55

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Br = ฮอร์โมนบราสิโนสเตอรอยด์

Trichoderma = *Trichoderma* sp.

4.3 ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 อายุ 90 วัน

4.3.1 ความสูงต้น

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวและเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้ข้าวพันธุ์ กข 6 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสัยคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวและการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสัยคัญ โดยข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีความสูงต้นสูงสุดที 113.67 เซนติเมตร

4.3.2 พื้นที่ใบ

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีพื้นที่ใบสูงกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 อย่างมีนัยสัยคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm มีค่าพื้นที่ใบสูงสุดที่ 33.756 ตารางเซนติเมตร แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีพื้นที่ใบมากสุดที่ 44.212 ตารางเซนติเมตร

4.3.3 ค่า SPAD Unit

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ข้าวพันธุ์ กข6 มีค่า SPAD Unit สูงกว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm มีค่า SPAD Unit สูงสุดที่ 46.905 และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์

มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่าพื้นที่ใบสูงสุดที่ 47.392 และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีค่า SPAD Unit สุดที่ 57.238

ตาราง 3 ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit ของข้าวขาวมะลิ 105 อายุ 90 วัน

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	SPAD Unit
KDML 105	95.08 B	33.672 A	44.291 B
RD 6	101.34 A	29.199 B	47.515 A
F – Test	**	**	**
Br 0 ppm	99.000	33.756 A	45.665 AB
Br 0.005 ppm	98.094	32.379 A	46.905 A
Br 0.02 ppm	96.344	29.579 B	46.605 AB
Br 0.04 ppm	99.406	30.028 B	44.437 B
F – Test	ns	**	*
Trichoderma sp. 0 kg/100 L	97.068	31.535	46.732 A
Trichoderma sp. 1 kg/100 L	97.292	31.671	44.310 B
Trichoderma sp. 2 kg/100 L	98.948	31.867	47.392 A
Trichoderma sp. 3 kg/100 L	99.536	30.669	45.178 AB
F – Test	ns	ns	**
KDML 105 + Br 0 ppm	91.58 C	38.421 A	44.154 B
KDML 105 + Br 0.005 ppm	95.67 BC	36.162 A	44.576 B
KDML 105 + Br 0.02 ppm	94.44 BC	30.771 B	44.194 B
KDML 105 + Br 0.04 ppm	98.65 B	29.336 B	44.242 B
RD 6 + Br 0 ppm	106.42 A	29.091 B	47.175 AB
RD 6 + Br 0.005 ppm	100.52 AB	28.596 B	49.234 A
RD 6 + Br 0.02 ppm	98.25 B	28.388 B	49.016 A
RD 6 + Br 0.04 ppm	100.17 AB	30.721 B	44.633 B
F – Test	*	**	*
KDML 105 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	94.70 CD	32.018 B	45.947 A
KDML 105 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	92.08 D	35.866 A	41.871 B

ตาราง 3 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	SPAD Unit
KDML 105 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	100.65 ABC	37.589 A	47.167 A
KDML 105 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	92.91 D	29.216 BC	42.181 B
RD 6 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	99.44 BC	31.053 B	47.517 A
RD 6 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	102.50 AB	27.476 CD	46.749 A
RD 6 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	97.25 BCD	26.145 D	47.618 A
RD 6 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	106.17 A	32.122 B	48.175 A
F – Test	**	**	**
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	100.06 ABC	37.555 A	49.050 B
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	88.83 E	29.247 CDE	40.975 E
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	105.33 AB	35.244 AB	45.600 BCDE
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	101.77 ABC	32.977 BC	47.033 BCD
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	90.04 DE	35.647 AB	43.900 DE
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	94.83 CDE	26.118 DE	45.450 BCDE
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	105.50 A	34.780 AB	54.202 A
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	102.00 ABC	32.970 BC	44.069 CDE
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	100.33 ABC	27.825 DE	48.794 BC

ตาราง 3 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	SPAD Unit
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	102.00 ABC	34.767 AB	47.248 BCD
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	88.50 E	27.520 DE	46.883 BCD
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	94.54 CDE	28.206 DE	43.494 DE
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	97.83 ABCD	25.115 E	45.183 BCDE
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	103.50 ABC	36.553 AB	43.567 DE
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	96.46 BCDE	29.923 CD	42.883 DE
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	99.83 ABC	28.522 DE	46.117 BCD
F – Test	**	**	**
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma 0 kg/100 L	86.46 HIJ	40.777 ABCD	48.200 BCDEF
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	76.67 J	37.267 BCDEF	41.983 FGHIJK
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	105.33 ABCDE	41.723 ABC	46.300 CDEFGHI
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	97.88 BCDEFGH	33.917 EFGHI	40.133 IJK
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	88.00 GHIJ	38.695 ABCDE	45.000 CDEFGHIJ
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	93.00 EFGHI	26.791 JKLMNO	43.967 DEFGHIJK
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	104.00 ABCDEF	42.898 AB	51.167 ABC
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	97.67 BCDEFGH	36.263 CDEFG	38.171 K

ตาราง 3 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	SPAD Unit
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	103.33 ABCDEF	28.943 IJKLM	49.921 BCD
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	97.33 BCDEFGH	35.193 DEFGH	40.200 HIJK
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	94.00 CDEFGHI	32.003 FGHIJKL	44.233 DEFGHIJK
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	101.33 ABCDEF	44.212 A	41.333 GHIJK
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	99.25 BCDEFG	33.733 EFGHI	46.967 CDEFGH
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	93.00 EFGHI	19.741 P	48.000 BCDEFG
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	113.67 A	34.333 EFGHI	49.900 BCD
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	101.00 ABCDEF	21.227 OP	39.967 IJK
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	105.33 ABCDE	28.766 IJKLMN	44.900 CDEFGHIJK
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	105.67 ABCDE	32.037 FGHIJK	53.933 AB
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	92.08 FGHI	32.598 FGHIJ	42.800 EFGHIJK
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	96.67 BCDEFGH	25.445 MNOP	46.933 CDEFGH
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	107.00 AB	26.663 KLMNO	57.238 A
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	106.33 ABCD	29.677 HIJKLM	49.967 BCD
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	97.33 BCDEFGH	26.706 JKLMNO	47.667 BCDEFG
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	106.67 ABC	34.340 EFGHI	54.296 AB

ตาราง 3 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (ซ.ม.)	พื้นที่ใบ (ซ.ม.^{2})	SPAD Unit
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	83.00 IJ	23.037 NOP	49.533 BCDE
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	106.00 ABCD	29.470 HIJKLM	44.567 CDEFG HIJK
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	94.67 BCDEFGHI	30.573 GHIJKLM	49.700 BCD
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	105.67 ABCDE	28.893 IJKLMN	45.800 CDEFGHI
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	93.67 DEFGHI	26.113 LMNO	38.800 JK
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	106.67 ABC	37.303 BCDEF	44.233 DEFGHIJK
F – Test	*	*	**
C.V. (%)	7.92	11.51	9.05

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Br = ฮอร์โมนบราสิโนสเตอรอยด์

Trichoderma = *Trichoderma* sp.

4.4 ความยาวราก น้ำหนักแห้งลำต้นและราก เมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวขาวมะลิ 105 และ กข 6

4.4.1 ความยาวราก

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีความยาวรากสูงสุดที่ 50.859 เซ็นติเมตร และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์

0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีความยาวรากสูงสุดที่ 64.063 เซนติเมตร

4.4.2 น้ำหนักแห้งลำต้น

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ข้าวพันธุ์ กข 6 มีน้ำหนักแห้งลำต้นมากกว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm มีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดที่ 3.5582 เซนติเมตร แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาใน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งลำต้นมากสุดที่ 4.5100 กรัม

4.4.3 น้ำหนักแห้งราก

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ข้าวพันธุ์ กข 6 มีน้ำหนักแห้งรากสูงกว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm มีน้ำหนักแห้งรากสูงสุดที่ 24.470 เซนติเมตร และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 4 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งรากสูงสุดที่ 24.362 เซนติเมตร และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาใน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งรากมากสุดที่ 54.217 กรัม

4.4.4 เปอร์เซนต์เมล็ดดี

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนักแห้งรากมากกว่า ข้าวพันธุ์กข 6 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุดที่ 80.261% และการใช้เชื้อ

ราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีเปอร์เซนต์เมล็ดดีสูงสุดที่ 82.239% และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากสุดที่ 97.869 เปอร์เซ็นต์

4.4.5 เมล็ดต่อรวง

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีเมล็ดต่อรวงสูงกว่า ข้าวพันธุ์กข 6 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm มีเมล็ดต่อรวงสูงสุดที่ 66.070 เมล็ด และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีเมล็ดต่อรวงสูงสุดที่67.917 เมล็ด และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาใน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากสุดที่ 90.710 เมล็ด

4.4.6 น้ำหนัก 100 เมล็ด

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข6 แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์เพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm มีน้ำหนักเมล็ดสูงสุดที่ 2.5065 กรัม แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากสุดที่ 2.6624 กรัม

ตาราง 4 ความยาวราก น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก เมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวขาวมะลิ 105

กรรมวิธีการทดลอง	ความยาวราก (ซ.ม.)	น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	% เมล็ดดี	เมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
KDML 105	47.772	2.9403 B	17.379 B	84.390 A	65.958 A	2.4842
RD 6	49.657	3.4233 A	28.889 A	69.943 B	58.642 B	2.4481
F – Test	ns	**	**	**	**	ns
Br 0 ppm	48.329	2.7483 C	22.446 AB	74.941 B	60.537 AB	2.4187 B
Br 0.005 ppm	49.633	3.5582 A	24.320 A	73.402 B	59.822 B	2.4809 AB
Br 0.02 ppm	48.249	3.1708 B	24.470 A	80.261 A	66.070 A	2.4584 AB
Br 0.04 ppm	48.648	3.2499 AB	21.301 B	80.062 A	62.770 AB	2.5065 A
F – Test	ns	**	*	**	*	*
Trichoderma sp. 0 kg/100 L	50.859 A	3.1075	23.670 AB	72.867 B	60.999 B	2.4298
Trichoderma sp. 1 kg/100 L	48.081AB	3.2314	22.024 B	80.546 A	61.487 B	2.4691
Trichoderma sp. 2 kg/100 L	48.475AB	3.1812	22.480 AB	82.239 A	58.796 B	2.4901
Trichoderma sp. 3 kg/100 L	47.443 B	3.2071	24.362 A	73.013 B	67.917 A	2.4756
F – Test	*	ns	*	**	*	ns
KDML 105 + Br 0 ppm	47.182 B	2.1975 C	11.978 E	83.036 B	63.084 BC	2.4875 AB
KDML 105 + Br 0.005 ppm	47.958AB	3.4389 AB	22.185 C	82.518 B	62.657 BC	2.4364 BC
KDML 105 + Br 0.02 ppm	46.781 B	2.9823 B	18.392 D	83.595 B	72.188 A	2.4657 AB
KDML 105 + Br 0.04 ppm	49.167AB	3.1426 B	16.961 D	88.412 A	65.901 AB	2.5471 A
RD 6 + Br 0 ppm	49.475AB	3.2992 AB	32.914 A	66.846 E	57.990 BC	2.3500 C
RD 6 + Br 0.005 ppm	51.307 A	3.6775 A	26.455 B	64.286 E	56.987 C	2.5253 AB
RD 6 + Br 0.02 ppm	49.717AB	3.3592 AB	30.547 A	76.927 C	59.952 BC	2.4512ABC
RD 6 + Br 0.04 ppm	48.129AB	3.3573 AB	25.641 B	71.713 D	59.640 BC	2.4660 AB
F – Test	*	*	**	**	*	*
KDML 105 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	49.120 AB	2.5100 C	16.287 E	78.503 C	59.866 BCD	2.5137 A
KDML 105 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	47.708 B	3.1355 B	17.339 E	84.038 B	67.287 AB	2.4215 AB
KDML 105 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	47.125 B	3.0642 B	21.385 D	89.403 A	63.969 B	2.5267 A

ตาราง 4 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความยาวราก (ซ.ม.)	น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	% เมล็ดดี	เมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
KDML 105 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	47.135 B	3.0516 B	14.505 E	85.617 B	72.709 A	2.4746 A
RD 6 + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	52.599 A	3.7050 A	31.053 B	67.231 E	62.132 BC	2.3459 B
RD 6 + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	48.454 B	3.3273 AB	26.708 C	77.054 CD	55.688 CD	2.5167 A
RD 6 + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	49.825 AB	3.2982 AB	23.576 D	75.076 D	53.623 D	2.4534 A
RD 6 + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	47.750 B	3.3627 AB	34.220 A	60.410 F	63.126 BC	2.4765 A
F – Test	*	*	**	**	*	**
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	50.073 AB	3.3617 ABCD	15.964 GH	85.696 BC	66.750 ABCD	2.4269 ABC
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	46.367 B	2.3850 E	20.218 EFG	76.058 FG	57.250 CDEF	2.3637 C
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	51.083 AB	2.7383 DE	16.326 GH	74.117 GH	47.377 F	2.5062 ABC
Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	45.792 B	2.5083 E	37.277 A	63.893 I	70.772 AB	2.3780 BC
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	55.281 A	3.4733 ABC	31.935 B	56.253 J	54.522 EF	2.4184 ABC
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	48.333 B	3.7425 AB	19.905 EFG	72.800 GH	61.230 BCDE	2.5080 ABC
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	48.167 B	3.3767 ABCD	22.870 DE	79.716 DEF	66.118 ABCD	2.4811 ABC
Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	46.750 B	3.6402 AB	22.570 DE	84.840 BC	57.418 CDEF	2.5160 AB
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	50.333 AB	2.8650 CDE	20.868 EF	70.173 H	66.467 ABCD	2.4059 ABC

ตาราง 4 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความยาวราก (ซ.ม.)	น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	% เมล็ดดี	เมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	47.617 B	3.4363 ABCD	29.941 BC	84.545 BC	68.355 ABC	2.4982 ABC
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	47.483 B	3.5468 ABC	23.751 DE	83.870 CD	62.333 BCDE	2.4592 ABC
Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	47.562 B	2.8350 CDE	23.318 DE	82.456 CDE	67.125 ABCD	2.4704 ABC
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	47.750 B	2.7300 DE	25.914 CD	79.348 EF	56.257 DEF	2.4680 ABC
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	50.008 AB	3.3619 ABCD	18.031 FGH	88.781 AB	59.115 CDE	2.5065 ABC
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	47.167 B	3.0629 BCDE	26.974 CD	91.254 A	59.355 CDE	2.5138 ABC
Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	49.667 AB	3.8450 A	14.285 H	60.865 I	76.355 A	2.5379 A
F – Test	*	**	**	**	**	*
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma 0 kg/100 L	51.979 BCD	2.5767 GHIJK	6.441 O	90.557 BCDE	58.417 FGHIJKL	2.6023 ABCD
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	43.167 E	1.9733 JK	8.792 MNO	81.116 HIJ	64.000 DEFGHIJK	2.3236 FGH
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	49.000 BCDE	1.7867 K	12.344 MNO	77.952 IJKL	45.043 LM	2.6256 ABC
KDML 105 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	44.583 DE	2.4533 HIJK	20.337 IJK	82.519 GHIJ	84.877 AB	2.3984 DEFGH
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	46.500 CDE	2.4700 HIJK	35.018 BC	71.010 MN	52.543 KLM	2.4029 DEFGH
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	49.333 BCDE	3.9083 ABCD	20.280 IJK	76.577 JKLM	50.710 KLM	2.4977 ABCDEFG
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	47.167 BCDE	3.5600 ABCDEFG	18.657 JKL	87.355 EFG	72.083 BCDEFGH	2.4755 ABCDEFG

ตาราง 4 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความยาวราก (ซ.ม.)	น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	% เมล็ดดี	เมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
KDML 105 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	48.833 BCDE	3.8171 ABCDE	14.785 KLM	95.131 AB	75.293 ABCD	2.3696 EFGH
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	45.833 CDE	2.2700 IJK	9.204 MNO	57.079 P	72.837 BCDEFG	2.4976 ABCDEFG
KDML 105 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	49.833 BCDE	3.3467 CDEFGH	27.691 DEFGH	88.882 CDEF	81.583 ABC	2.3628 EFGH
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	52.167 BCD	2.7233 FGHIJK	14.486 KLMN	95.368 AB	55.667 IJKL	2.5521 ABCDE
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	48.500 BCDE	3.3138 CDEFGH	12.596 LMNO	89.576 BCDE	72.853 BCDEFG	2.5019 ABCDEFG
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	46.333 CDE	3.3533 CDEFGH	32.242 BCD	97.869 A	73.083 BCDEF	2.5318 ABCDEF
KDML 105 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	49.667 BCDE	3.1800 CDEFGHI	8.521 NO	70.833 MN	62.000 DEFGHIJK	2.6025 ABCD
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	48.167 BCDE	4.1467 ABC	25.486 EFGHI	80.834 HIJ	75.083 ABCDE	2.2516 H
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	49.567 BCDE	2.7967 EFGHIJK	31.644 BCDE	71.001 MN	50.500 KLM	2.4037 DEFGH
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	53.167 BC	3.6900 ABCDEF	20.308 IJK	70.282 N	49.710 KLM	2.3869 EFGH
RD 6 + Br 0 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	47.000 BCDE	2.5633 GHIJK	54.217 A	45.266 QR	56.667 HIJKL	2.3576 EFGH
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	64.063 A	4.4767 AB	28.853 CDEFG	41.495 R	56.500 HIJKL	2.4340 BCDEFGH
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	47.333 BCDE	3.5767 ABCDEFG	19.530 IJK	69.022 NO	71.750 BCDEFGHI	2.5183 ABCDEFG
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	49.167 BCDE	3.1933 CDEFGHI	27.083 DEFGH	72.077 LMN	60.153 DEFGHIJKL	2.4866 ABCDEFG
RD 6 + Br 0.005 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	44.667 DE	3.4633 BCDEFGH	30.355 CDEF	74.549 KLMN	39.543 M	2.6624 A

ตาราง 4 (ต่อ)

กรรมวิธีการทดลอง	ความยาวราก (ซ.ม.)	น้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	% เมล็ดดี	เมล็ดต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	54.833 B	3.4600 BCDEFGH	32.532 BCD	83.267 FGHI	60.097 DEFGHIJKL	2.3142 GH
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	45.400 CDE	3.5258 ABCDEFG	32.191 BCD	80.207 HIJK	55.127 JKLM	2.6336 AB
RD 6 + Br 0.02 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	49.667 BCDE	2.9142 DEFGHIJ	32.260 BCD	70.929 MN	65.583 CDEFGHIJK	2.4127 CDEFGH
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 0 kg/100 L	43.333 E	2.7367 FGHIJK	37.342 B	63.327 O	56.847 GHIJKL	2.3839 EFGH
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 1 kg/100 L	51.517 BCD	3.4100 CDEFGH	23.467 GHIJ	87.986 DEFG	45.377 LM	2.5112 ABCDEFG
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 2 kg/100 L	48.000 BCDE	2.7725 FGHIJK	21.706 HIJ	84.640 EFGH	45.627 LM	2.4957 ABCDEFG
RD 6 + Br 0.04 ppm + Trichoderma sp. 3 kg/100 L	49.667 BCDE	4.5100 A	20.049 IJK	50.897 PQ	90.710 A	2.4732 ABCDEFG
F – Test	**	*	**	**	**	*
C.V. (%)	10.17	19.84	16.50	4.92	15.86	5.32

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Br = ฮอร์โมนบราสิโนสเตอรอยด์

Trichoderma = *Trichoderma* sp.

4.5 ค่าความสหสัมพันธ์

จากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พบว่า การแตกกอมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับ SPAD Unit ที่ 90 วัน และค่าการเปิด-ปิดปากใบ (gs) สำหรับค่า SPAD Unit ที่ 90 วันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับค่าน้ำหนักแห้งรากและค่าการเปิด-ปิดปากใบ (gs) ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับค่าการสังเคราะห์แสง (A) สำหรับน้ำหนักแห้งรากมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับค่าคาร์บอนไดร์อ๊อกไซด์ที่อยู่ระหว่างเซลล์ (Ci) และค่าการสังเคราะห์แสง (A) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกสูงกับค่าพื้นที่ใบ 90 วัน

ตาราง 5 ค่าความสหสัมพันธ์

	แตกกอ	ความสูง 45 วัน	ความสูง 90 วัน	SPAD Unit 45 วัน	SPAD Unit 90 วัน	% เมล็ดดี	ความเหี่ยว	พื้นที่ใบ 45 วัน
ความสูง 45 วัน	0.0089							
ความสูง 90 วัน	-0.0495	0.0139						
SPAD Unit 45 วัน	0.0153	-0.3365	0.0086					
SPAD Unit 90 วัน	0.3498	-0.0532	0.2942	0.1307				
% เมล็ดดี	0.0911	-0.0117	-0.1088	0.0077	-0.2649			
ความเหี่ยว	-0.2645	0.0529	0.0880	0.0325	-0.1481	0.2041		
พื้นที่ใบ 45 วัน	-0.0122	-0.0051	-0.0104	-0.0202	-0.1114	-0.1742	-0.1276	
น้ำหนักแห้งราก	0.0363	0.0092	0.2518	-0.0204	0.3001	-0.3428	-0.0746	-0.1407
ความยาวราก	-0.1198	0.1896	0.1242	-0.1505	-0.1321	-0.1508	-0.1264	0.1601
น้ำหนักเมล็ด	0.2230	0.0700	0.0342	-0.1636	0.1490	0.1227	-0.3041	-0.0593
น้ำหนักแห้งลำต้น	0.1191	-0.2137	0.1812	0.1909	0.0733	-0.1080	-0.0173	0.1355
Ci	0.1049	-0.1094	0.1691	0.1649	0.0997	-0.1659	0.0943	-0.1988
A	-0.1146	0.2397	-0.2931	-0.3042	-0.2595	0.3131	0.1826	0.0407
E	-0.2148	0.0542	0.1069	-0.1171	0.0681	-0.1083	-0.0001	-0.0037
Gs	0.3352	-0.2558	0.1363	0.3076	0.3200	-0.1321	-0.3341	0.0669
พื้นที่ใบ 90 วัน	-0.2064	0.0962	0.0549	-0.2808	0.0473	0.0917	0.2283	0.1751

ตาราง 5 (ต่อ)

	น้ำหนักแห้งราก	ความยาวราก	น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักแห้งลำต้น	Ci	A	E	Gs
ความยาวราก	-0.0333							
น้ำหนักเมล็ด	-0.2136	-0.0199						
น้ำหนักแห้งลำต้น	0.1305	0.2528	-0.0497					
Ci	0.4220	0.1256	-0.0183	0.2657				
A	-0.5292	-0.1538	0.0914	-0.4072	-0.6827			
E	0.0600	0.0202	-0.648	-0.0827	0.0077	0.1549		
Gs	0.2897	-0.1021	0.0456	0.2590	0.2534	-0.5839	-0.2376	
พื้นที่ใบ 90 วัน	-0.0835	-0.1092	-0.0674	-0.0531	-0.4105	0.4525	0.1045	-0.2656

บทที่ 5
สรุปผล วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการทนแล้งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน มีประเด็นสำคัญการนำเสนอผลการศึกษาดังนี้

5.1 สรุปผล

5.2 วิจารณ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษาผลการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการทนแล้งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6

การทดลองใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาในข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ 2 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัม/น้ำ 100 ลิตร มีการเจริญเติบโต และผลิตดีที่สุด โดยเมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 45 วัน สามารถช่วยให้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดย การแตกกอ SPAD Unit เพิ่มขึ้นและลดความเหี่ยวลง ในข้าวพันธุ์ กข 6 อายุ 45 วัน มีพื้นที่ใบและ SPAD Unit เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้การแตกกอเพิ่มขึ้น และช่วยให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและอัตราการคายน้ำลดลงของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ เมื่อต้นข้าวอายุ 90 วัน และช่วยให้ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit ของข้าวทั้งสองสายพันธุ์เพิ่มขึ้น รวมถึงการทำให้น้ำหนักแห้งลำต้นและรากเพิ่มขึ้น เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 6 ถึงอายุการเก็บเกี่ยวการใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดในข้าวพันธุ์ กข 6 แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดในข้าวพันนธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้นของข้าวทั้งสองสายพันธุ์

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.2.1 ผลด้านการเจริญเติบโต

การทดลองใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาในข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ช่วยให้การแตกกอ พื้นที่ใบ ความสูงลำต้น SPAD Unit น้ำหนักแห้งลำต้นและรากเพิ่มขึ้น ซึ่งฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์สามารถกระตุ้นการงอกของราก การขยายท่อลำเลียงน้ำ (Mandava,

1988) และคล้ายกับรายงานของจิระเดช ปี 2547 การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยเพิ่มน้ำหนักสดของลำต้นและรากแตงกวาได้ทั้งการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงเรือน และสามารถเจริญร่วมกับรากพืชและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Benitez et al, 2004) และฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์สามารถกระตุ้นการแบ่งและการขยายของเซลล์ (Gustavo et al, 2011) ช่วยเพิ่มความทนทานของต้นกล้าต่อความแห้งแล้ง (Kagale et al, 2007) และทำให้ความเหี่ยวของต้นข้าวลดลง รวมทั้งช่วยให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นอัตราการคลายน้ำลดลง โดยฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์มีส่วนช่วยให้พืชสามารถปลูกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินเค็มสูง ความแล้ง ธาตุอาหารไม่เพียงพอและการเข้าทำลายโรคพืช การเพิ่มความต้านทานต่อความเครียดในพืช พบว่า บราสสิโนสเตอรอยด์ช่วยการงอกในสภาพเค็มและเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวที่เกิดความเครียดจากความเค็ม (Anuradha and Rao, 2001; Kagale et al., 2007) บราสสิโนสเตอรอยด์ยังช่วยทั้งในอลาบิลอปสิสและผักกาดขาว เพิ่มความทนทานของต้นกล้าต่อความแห้งแล้งและความหนาวเย็น (Kagale et al., 2007) และไตรโคเดอร์มาก็ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ (จิระเดช, 2547)

5.2.2 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 ถึงอายุการเก็บเกี่ยวการใช้ฮอร์โมนบราสสิโน สเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดในข้าวพันธุ์ มะลิ 105 แต่ส่งผลทำให้น้ำหนักเมล็ดในข้าว กข 6 เพิ่มขึ้นคล้ายกับการใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในลำไย ใช้ในอัตรา 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร พ่นทั่วทั้งทรงพุ่มต้น เมื่อผลมีอายุ 100 วัน หลังติดผล (เมล็ดเริ่มเปลี่ยนสี) และพ่นอีกครั้งหลังจากพ่นครั้งแรก 7-10 วัน ทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในอัตรา 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ จิบเบอเรลลิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร และเอ็นเอเอ 100 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ความยาว และความหนาของผลได้ (ส่งเสริมให้ความกว้างผลเพิ่มขึ้น) (ชรัสนันท์, 2548) และมีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้นของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ คล้ายกับการใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในมะม่วงสำหรับพันธุ์โชคอนันต์ และพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ใช้ในอัตรา 500 ไมโครกรัม/ลิตร (ppb) หรือ 0.5 มิลลิกรัม หรือ 100 มิลลิกรัม/200 ลิตร หรือ 0.1 กรัม/200 ลิตร พ่นทั่วทั้งต้นเมื่อผลมีอายุ 30 วันหลังติดผล และพ่นซ้ำในทุกๆ 30 วัน ทำให้ผลมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ใช้สาร และหากใช้ในอัตรา 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้เรณูงอกสูงขึ้น (ณัฐพงศ์ และ ธนะชัย, 2551; อุบลวรรณ และธนะชัย, 2551) และการทดลองใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์กับข้าวโพดมีผลจำนวนของเมล็ดฝ่อของข้าวโพดลดลง (Hamada, 1986) และเพิ่มจำนวนของฝักและน้ำหนักเมล็ดในถั่วลิสง (Vardhini *et al*, 2002) และในเชื้อราไตร

โคเดอร์มาช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหอม มะเขือเทศ และพริกไทย โดยผลผลิตเพิ่มมากถึง 300% เมื่อเทียบกับไม่ใช้ (Vinale *et aL*, 2008)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโครเดอร์มาในข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าว กข 6 ต่อการทนแล้ง จำเป็นที่ต้องมีการเลือกใช้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ในข้าวแต่ละสายพันธุ์ เพื่อให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1 การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโครเดอร์มาในข้าวพันธุ์มะลิ 105 และข้าว กข 6 ต่อการทนแล้ง เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิต ในสภาพพื้นที่แปลงปลูกจริง

2 การใช้ฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโครเดอร์มาในข้าวพันธุ์อื่นๆ ต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิต

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. ม.ป.ป. **สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.** แหล่งที่มา : http://brrd.in.th/main/index.php?o ption=com_content&view=article&id=163, 1 ธันวาคม 2558

กระทรวงพาณิชย์. 2554. **ยุทธศาสตร์ข้าวไทย.** จาก http://chm- thai.onep.go.th/chm/ data_province/sukothai/images/pdf/ag/rice.pdf, 1 ธันวาคม 2558

เกศิณี แก้วมาลา และ สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2552. ประสิทธิผลของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ต่อการ ควบคุมแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองในระยะต้นอ่อน. **วารสารเกษตร** 25(3), 229-236.

จามจุรี โสตถิกุล และ ดาวใจ เปราะนาค. 2552. ผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ต่อการขยายพันธุ์เอื้องดอกมะขามในสภาพปลอดเชื้อ. **วารสารการเกษตร** 25 (1): 15-19.

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2547.**การควบคุมโรคผักโดยชีววิธี**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในการปลูกผักระบบไม่ใช้ดิน และภายในโรงเรือนจัดโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (ชุดโครงการ-การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน) และคณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2547 ณ. อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. ม.ป.ป. **คลังข้อมูลข้าวเชิงลึก.** แหล่งที่มา: http://www.arda.or.th/ kasetinfo/rice/index.html, 1 ธันวาคม 2558

ชรัสนันท์ ตาชม. 2548. **ผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ จิบเบอเรลลิน และออกซิน ต่อการเจริญเติบโตของผลลำไย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 156 น.

ชาญ มงคล. 2536. **ข้าว.** ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพ ฯ. 149 น.

ณัฐพงศ์ สัตยพานิช และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2551. **ผลของฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของมะม่วงน้ำดอกไม้.** น. 135-141. ใน สัมมนาวิชาการพืชสวน ภาคการศึกษาที่ 1/2551 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2557. **พืชไร่นา**. แหล่งที่มา: http://agri.kps.ku.ac.th /agron/main.php?pg=chapter&et_id=3&e_id=1, 1 ธันวาคม 2558

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. 2553. **บราสสิโนสเตอรอยด์ : บทบาททางสรีรวิทยาในพืช.** น.133-142. ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2540. **หน่วยที่ 4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการการผลิตข้าว.** น. 251-379. ใน สุมิตรา โภชนา และสมพิษ นิชลานนท์, บรรณธิการ. การจัดการการผลิตธัญพืชและ พืชอาหารสัตว์. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, กรุงเทพฯ.

วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก ประสิทธิ์ ผาผ่อง มนัส ทิตย์วรรณ. 2557. ผลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการเจริญ เติบโตและควบคุมโรคแคนตาลูปในแปลงปลูก. **แก่นเกษตร**, 42(3), 680-685.

ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดเชียงใหม่. ม.ป.ป. **เชื้อราไตรโครเดอร์มา.** แหล่งที่มา : http://www.pmc08.doae.go.th/tricoderma.htm, 1 ธันวาคม 2558

สุจิตต์ วงษ์เทศ. 2531. **ข้าวไพร่-ข้าวจ้าวของชาวสยาม.** สำนักพิมพ์ศิลปวัฒนธรรม, กรุงเทพฯ.

สายทอง แก้วฉาย. 2555. การใช้ไตรโคเดอร์มาในการควบคุมโรคพืช. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์** 4 (3) 108-123.

สารานุกรมไทย. 2557. **ข้าว.** แหล่งที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/ book. Php Book=3&chap=1&page=t3-1-infodetail01.html, 1 ธันวาคม 2558

อำพล เสนาณรงค์. 2536. **วิวัฒนาการของการเกษตรในประเทศไทย.** เอกสารวิชาการปี 2536 กรมวิชาเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 8-13.

อังคณา กันทาจันทร์ และ สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2552. ประสิทธิผลของเชื้อราปฏิปักษ์ Trichoderma spp. ต่อการ ควบคุมแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองในระยะต้นอ่อน. **วารสารเกษตร, 25**(3), 237-244.

อุบลวรรณ รัตนทิพยาภรณ์ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2551. **ผลของฮอร์โมนบราสสิโนสเตอรอยด์ต่อคุณภาพของผลมะม่วงโชคอนันต์.** น. 81-87. ในสัมมนาวิชาการพืชสวน ภาคการศึกษาที่ 1/2551 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

Alam, M.M., Hayat, S., Ali, B., and Ahmad, A. 2007. Effect of 28-homobrassinolide treatment on nickel toxicity in Brassica juncea. **Photosyntheica** 45 (1): 139-142.

Anuradha, S., and Rao, S.S.R. 2001. Effect of brassinos- teroids on salinity stress induced inhibition of seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Plant Growth Regulation** 33 (2): 151-153.

Brosa, C. 1999. Biological effects of brassinosteroids. **Critical reviews in biochemistry and mo lecular biology** 34 (5): 339-358.

Benitez, T., Rincon, M.A., Limon, M.C. and Codon, C.A. 2004. Biocontrolmechanisms of Trichodermastrains. **International Microbiology**, 7(4), 249-260

De Datta, S.K., Malabuyoc, J.A. and Aragon, E.L 1988. A field screening technique for evaluating rice gemplasm for drought tolerance during the vegetative stress. **Field Crops Research** 19: 123-134.

Friedrichsen, D, Chory J. Steroid signaling in plants: from the cell surface to the nucleus. **Bio Essays** 2001; 23 (11): 1028 -1036

Fukuta, N., Fukuzono, K., Kawaide, H., Abe, H., and Nakayama, M. 2006. Physical restriction of pods causes seed size reduction of a brassinosteroid deficient faba bean (Vicia faba). **Annals of Botany** 97(1): 65-69.

Gudesblat, G.E, and Russinova, E. 2011. Plants grow on brassinosteroidss. **Plant Phybiology**; 14: 530–537

Hamada, K. 1986. **Brassinolide in crop cultivation. In P. Macgregor (Ed.), Plant Growth Regulators in Agriculture.** Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei: Taiwan ROC.

He, Y., Tang, W., Swain, J.D., Green, A.L., Jack, T.P., and Gan, S. 2001. Networking senescence regulating pathways by using arabidopsis enhancer trap lines. **Plant physiology** 126 (2): 707-716.

Iwahori, S., Tominaga, S., and Higuchi, S. 1990. Retar- dation of abscission of citrus leaf and fruitlet explants by brassinolide. **Journal of Plant Growth Regulation** 9 (2): 119-125.

Janeczko, A., Gullner, G., Skoczowski, A., Dubert, F., and Barna, B. 2007. Effects of brassinosteroid infiltration prior to cold treatment on ion leakage and pigment contents in rape leaves. **Biologia Plantarum** 51 (2): 355-358.

Kagale, S., Divi, UK., Krochko, J.E., Keller, W.A., and Krishna, P. 2007. Brassinosteroid confers toler- ance in Arabidopsis thaliana and Brassica napus to a range of abiotic stresses. **Planta** 225 (2): 353-364.

Mandava, N.B. 1988. Plant growth – promoting brassinosteroids. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 39: 23-52.

Ramraj, V.M., Vyas, B.N., Godrej, N.B., Mistry, K.B., Swami, B.N., and Singh, N. 1997. Effects of 28-homo brassinolide on yields of wheat, rice, groundnut, mustard, potato and cotton. **The Journal of Agricultural Science** 128 (4): 405-413.

Rao, S.S.R., Vardhini, B.V., Sujatha, E., and Anuradha, S. 2002. Brassinosteroids a new class of phytohormones. **Current Science** 82 (10): 1239-1245.

Sakurai, A., and Fujoka, S. 1994. The current status of physiology and biochemistry of brassinosteroids. **Journal of Plant Growth Regulation** 13 (2): 147-159.

Sharma, P. and Bhardwaj, R. 2007. Effects of 24- epibrassinolide on growth and metal uptake in *Brassica juncea* L. under copper metal stress. **Acta Physiologiae Plantarum** 29 (3): 259-263.

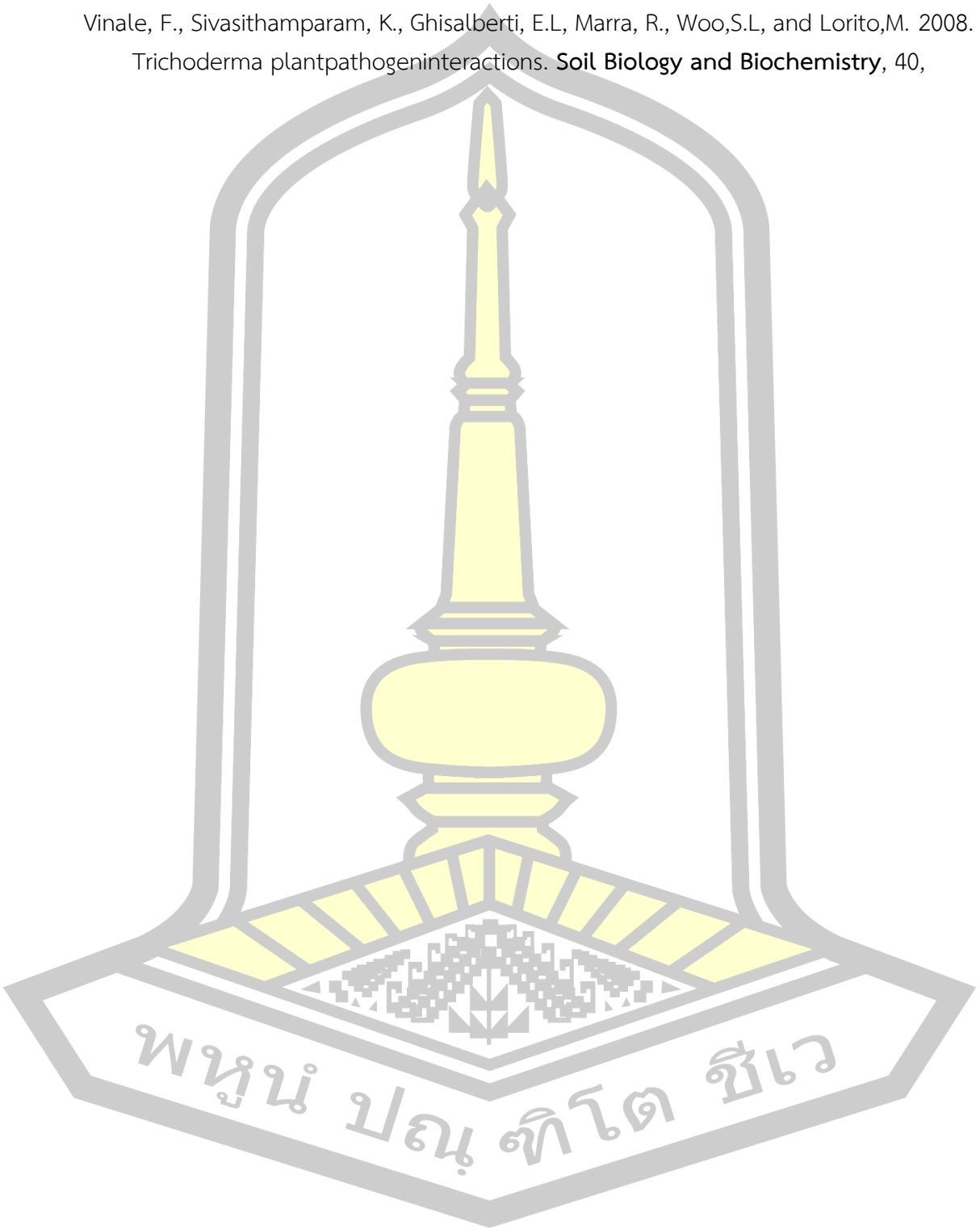
Steber, C.M., and McCourt, P. 2001. A role for brassinosteroids in germination in arabidopsis. **Plant Physiology** 125 (2): 763-769.

Vardhini, B.V., and Rao, S.S.R. 1999. Effect of brassinosteroids on nodulation and nitrogenase activity in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Plant Growth Regulation** 28 (3): 165-167.

Vardhini, B.V., and Rao, S.S.R. 2002. Acceleration of ripening of tomato pericarp discs by brassinosteroids. **Phytochemistry** 61 (7): 843-847.

Vergara, B.S. and S. K. De Datta. 1996. ***Oryza sativa* L.,** pp. 106-115. In Grudden, G.

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L, Marra, R., Woo,S.L, and Lorito,M. 2008. Trichoderma plantpathogeninteractions. **Soil Biology and Biochemistry**, 40,



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ธีรพงศ์ นวลฉวี
วันเกิด	19 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลอำเภอประทาย ตำบลประทาย อำเภอประทาย จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1/1 หมู่ 3 ตำบลตลาดไทร อำเภอประทาย จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2553 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนประทาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2557 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว