

## ผลของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการทนแล้งของ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน

ธีรพงศ์ นวลฉวี, กิตติ ศรีสะอาด และ พิระยศ แข็งขัน\*

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

### บทคัดย่อ

การเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต และเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร โดยพื้นที่ทางการเกษตรถูกใช้ในการทำนาข้าวมากที่สุด ซึ่งมีกบประสบปัญหาสภาวะแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกทำให้สูญเสียผลผลิต การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลการทดลองใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.005, 0.02, 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 4 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2, 3, กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับสภาวะแล้งที่อายุ 30 และ 75 วัน ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จัดได้ 16 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองในกระถาง เก็บข้อมูลเมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก พบว่าจำนวนต้นตอกและค่าทนต่อความเหี่ยวเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ความเข้มข้น 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ให้จำนวนต้นตอกสูงสุดที่ 13.67 ต้นตอก และการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ความเข้มข้น 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ทำให้มีค่าต้านทานความเหี่ยวสูงสุดที่ 1.00 คะแนน การเก็บข้อมูลเมื่อข้าวอายุ 90 วันส่งผลให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร และพื้นที่ใบมากที่สุดเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.4 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ค่า SPAD Unit มากที่สุดเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เพียงอย่างเดียว และอัตราการคายน้ำลดลง เมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยวพบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากที่สุดเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร น้ำหนักแห้งรากเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm น้ำหนักแห้งลำต้นเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ดังนั้นการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถช่วยให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทนต่อสภาวะแล้ง มีการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

**คำสำคัญ :** ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ เชื้อราไตรโคเดอร์มา และ ทนแล้ง

\*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: perayos@gmail.com

---

## Effects of Brassinosteroids and *Trichoderma* sp. on Drought Tolerance of Khao Dok Mali 105 Grown in Greenhouse

---

Teerapong Nualchawee, Kitti Srisaard and Phirayot Khaengkhan\*

*Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Maha Sarakham University,  
Maha Sarakham, 44150, Thailand*

### Abstract

Agriculture is an important role in livelihoods and half of the area in country is utilized agriculture. The most of the lands are used for rice cultivation. The problem in dry season is low production. The aim of this study was to determine the effect of four brassinosteroids: 0, 0.005, 0.02, and 0.04 ppm with *Trichoderma* sp. 4 levels: 0, 1, 2, 3, kg per 100 liters. of water. In KDML 105 rice, drought at the age of 30 and 75 days. The experimental design was Factorial in CRD including 16 treatments with 3 replications. Data collection at the age of 45 days after harvesting. It was found that the number of shoots per plant and the resistance to wilting increased with 0.02 ppm brassinosteroids plus *Trichoderma* sp. of 3 kg per 100 liters of water. Peak at 13.67 plants per hill by use of 0.04 ppm of brassinosteroids in combination with *Trichoderma* sp. was 1 kg per 100 liters of water, giving the highest resistance to suturing at 1.00 points. For data collection on 90 days after plant result was higher plant height with *Trichoderma* sp. 2 kg per 100 lit of water. The leaf area was highest when used with 0.4 ppm of brassinosteroids plus *Trichoderma* sp. of 1 kg per 100 liters of water. Most chlorophyll SPAD use brassinosteroids 0.005 ppm together with 2 kg per 100 L. of water. The rate of photosynthesis increased with the use of *Trichoderma* sp. 2 kg per 100 lit of water alone. And the water retention rate decreased. When using brassinosteroids 0.02 ppm with *Trichoderma* sp. 1 kg per 100 liters of water. At the age of reproduction, the percentage of seeds was highest when used with 0.04 ppm of brassinosteroids plus *Trichoderma* sp. of 2 kg per 100 liters of water. Root dry weight increased with 0.005 ppm Brassicosteroids. Dry weight increased with 0.005 ppm brassinosteroids plus 1 kg bodyweight. 100 liters of water. Therefore, the use of brassinosteroids together with *Trichoderma* sp. can help KDML 105 rice tolerate drought. Growth and yield were increased.

**Keywords :** Khao Dok Mali 105, Brassinosteroids, *Trichoderma* sp. and Drought resistance

---

\*Corresponding author: E-mail: perayos@gmail.com

## บทนำ

การเกษตรมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรและการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากประมาณหนึ่งในสามของประชากรเป็นครัวเรือนเกษตรกร และเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร พื้นที่ถูกใช้ในการทำนาข้าวมากที่สุด ร้อยละ 60.96 รองลงมาปลูกสวนไม้ผลไม้ยืนต้น ร้อยละ 34.91 พืชไร่ ร้อยละ 31.16 สวนผักไม้ดอกไม้ประดับ 1.41 และใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอื่นๆ ร้อยละ 11.80 ตามลำดับ ผลผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเกษตรถูกนำมาใช้เป็นอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรคที่อยู่อาศัย ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันมากมาย รวมทั้งส่งออกนำเงินตรามาพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าทัดเทียมอารยประเทศ ซึ่งสินค้าเกษตรจำนวนมากหลายชนิดที่ประเทศไทย ผลิตหนึ่งในสิบของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญของโลก เช่น ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อย โรงงาน สับปะรดโรงงาน ปาล์ม น้ำมัน มะพร้าว พริกไทย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสินค้าเกษตรสำคัญอีกหลายชนิดที่ส่งออกและทำชื่อเสียงให้ประเทศ เช่น ลำไยทุเรียน มังคุด มะพร้าวน้ำหอม มะม่วง กัญชง ฟ้าทะลายโจร เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่าประเทศไทยเป็นครัวเลี้ยงประชากรโลก (Department of Agricultural Extension, 2015)

อย่างไรก็ตาม ระบบการค้าเสรีในปัจจุบัน ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องปรับตัวพัฒนาศักยภาพสินค้าเกษตรให้สามารถแข่งขันได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งคำนึงถึงมาตรฐานและความปลอดภัยในกระบวนการผลิตให้เกิดการยอมรับ ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช ไตรโคเดอร์มาที่สามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชมีหลายสายพันธุ์และสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด กลไกการควบคุมโรคของเชื้อราไตรโคเดอร์มามีหลายกลไกที่สำคัญ ๆ เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะ การแข่งขัน การเป็นปรสิต และการชักนำให้เกิดความต้านทาน ในปัจจุบันมีการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพื่อควบคุมโรคพืช และผลิตเพื่อจำหน่ายทางการค้าอย่างกว้างขวาง (Kaewchay, 2012)

ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์เป็นฮอร์โมนที่ช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์ เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง และสามารถช่วยให้พืชทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Sasse, 1997) ซึ่งการนำฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์มาประยุกต์ใช้กับพืชจึงเป็นองค์ความรู้ใหม่และอยู่ในความสนใจอย่างกว้างขวาง บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจในปัจจุบัน

บทบาททางสรีรวิทยาของฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ในพืชเป็นไปในลักษณะที่คล้ายคลึงกับออกซินในบางกรณีและคล้ายกับไซโทไคนินหรือจิบเบอเรลลินในบางกรณี ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าบทบาททางสรีรวิทยาที่แท้จริงของฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ในพืชจึงเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนในกรณีของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรนั้นพบว่าการใช้มุ่งเพื่อการเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของพืชให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพืชหลายชนิด ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์แสดงบทบาททางสรีรวิทยาหลายประการในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและกระบวนการพัฒนาการของพืช เช่น การงอกของเมล็ด การออกดอก การชราภาพและความทนทานต่อความเครียด บทบาททางสรีรวิทยาของบราสซิโนสเตอรอยด์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชอันจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ทางการเกษตรต่อไป การศึกษาและทดสอบความเข้มข้นของฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ต่อพืช เช่น ทานตะวัน ถั่วเขียว แตงกวา มะเขือเทศ ข้าวสาลี เป็นต้น เมื่อพืชแต่ละชนิดได้รับฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ในความเข้มข้นที่ต่ำ ก็ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้ดี ข้าวสาลีแสดงให้เห็นว่าเจริญเติบโตได้ดีที่ความเข้มข้นของฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์เพียง 0.005 ppm - 0.02 ppm (Patanachatchai, 2010)

ในการปลูกข้าวปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายที่สูงคือ ต้นทุนด้านเคมีภัณฑ์ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ฮอร์โมน สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องจักรกลการเกษตร ได้แก่ รถแทรกเตอร์ รถเกี่ยวข้าว รถขนส่ง ค่าน้ำมัน และสุดท้ายคือค่าจ้างแรงงาน ซึ่งแนวโน้มราคาต้นทุนการผลิตเหล่านี้ทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะค่าปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นการลดต้นทุนการ

ผลิตจึงมีการหาวิธีต่างๆ ในการผลิตข้าว โดยการเพิ่มผลผลิตข้าวมีหลายปัจจัยเช่น พันธุกรรม สภาพแวดล้อม ธาตุอาหารในดิน การจัดการน้ำ การจัดการวัชพืช และอีกหนึ่งปัจจัยคือการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มากับต้นข้าวเพื่อให้เจริญเติบโตได้ดีและคุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มากับต้นข้าวเพื่อจะทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีและส่งผลให้ข้าวมีผลผลิตที่สูง

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1.แผนการทดลอง

โดยจัดแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยมี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ โดยมี 2 ปัจจัยดังนี้ A คือฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 4 ระดับ (0, 0.005, 0.02 และ 0.04 ppm) ปัจจัย B คือเชื้อราไตรโคเดอร์มา 4 ระดับ (0, 1, 2 และ 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร) จัดได้ 16 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำ

#### 2. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานในกระถาง

2.1 การเตรียมดินสำหรับปลูกโดยเตรียมตากดินไว้ 7 วัน นำไปบดแล้วซั่ง 8 กิโลกรัม แล้วนำไปใส่ในกระถางขนาด 10 นิ้ว

2.2 การเตรียมเมล็ดและการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 หยอดเมล็ดลงไปจำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่องอกได้ 7 วันถอนแยกให้เหลือ 2 ต้น ดูแลการให้น้ำ ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืช

##### 2.3 การเตรียมฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์

2.3.1 เตรียมฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ความเข้มข้น 0.04 ppm โดยปิเปตฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.4 ไมโครลิตรละลายในน้ำ 10 ลิตร

2.3.2 เตรียมฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ความเข้มข้น 0.02 ppm โดยปิเปตฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.2 ไมโครลิตรละลายในน้ำ 10 ลิตร

2.3.3 เตรียมฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ความเข้มข้น 0.005 ppm โดยปิเปตฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์

ความเข้มข้น 0.02 ppm มา 2.5 ลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ ปริมาณ 10 ลิตร

2.4 การเตรียมเชื้อราไตรโคเดอร์มา โดยนำมาเลี้ยงในข้าวสุก ตามวิธีของ Jamsawang (2003)

2.5 การฉีดพ่นสารในเวลา 07.00 - 09.00 น. ครั้งแรกหลังปลูก 30 วัน ครั้งที่สองหลังปลูก 45 วัน ครั้งที่ 3 หลังปลูก 70 วัน

2.6 การรดน้ำหลังฉีดพ่นสารครั้งแรก 1 สัปดาห์ งดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 งดน้ำหลังฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 งดเป็นเวลา 2 สัปดาห์

#### 3. การเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูล

3.1 ความสูง เก็บข้อมูลเมื่ออายุต้นข้าว 45 และ 90 วัน โดยทำการวัดจากโคนต้นที่ติดกับพื้นดินถึงปลายใบ

3.2 การแตกกอ เก็บข้อมูลเมื่ออายุต้นข้าว 45 วัน โดยนับจำนวนต้นในแต่ละกอ

3.3 พื้นที่ใบ เก็บข้อมูลเมื่ออายุ 45 และ 90 วัน โดยใช้เครื่อง Handheld Laser Leaf Area Meter (CI-203)

3.4 อัตราการสังเคราะห์แสง เก็บข้อมูลเมื่อต้นข้าวอายุ 45 วัน โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Portable Photosynthesis Measurement System) ยี่ห้อ ADC BioScience รุ่น Lci SD

3.5 การวัดความเหี่ยวโดยให้คะแนน ตามการม้วนใบเป็นการตอบสนองต่อสภาพแล้ง ทำการบันทึกโดยการประเมินความรุนแรงของอาการม้วนใบตามวิธีของของ De Datta *et al.* (1988) ซึ่งบันทึกเป็นระดับคะแนน มี 5 คะแนน ดังนี้

ระดับ 1 ไม่แสดงอาการเหี่ยว

ระดับ 2 ขอบใบโค้งเข้าหากันเล็กน้อย

ระดับ 3 ขอบใบโค้งเข้าหากันมากขึ้น (เป็นรูปครึ่งวงกลม)

ระดับ 4 ขอบใบโค้งเข้าหากันจนเกือบชิดกัน

ระดับ 5 ขอบใบโค้งจนชิดกัน

3.6 น้ำหนักแห้งราก ทำการเก็บข้อมูลเมื่ออายุต้นข้าว 120 วัน โดยเอาเฉพาะส่วนที่อยู่ใต้ดิน นำไปล้างทำความสะอาด นำไปอบ 80 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

3.7 น้ำหนักแห้งลำต้น ทำการเก็บข้อมูลเมื่ออายุ 120 วัน โดยตัดเอาส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน นำไปอบ 80 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

3.8 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี นับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ โดยนับจำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์และเมล็ดลีบแล้ว นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3.9 น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยสุ่มนับเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

#### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 เมื่อต้นข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 45 วัน จากการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ เชื้อราไตรโคเดอร์มา และการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า ไม่มีผลทำให้ SPAD Unit พื้นที่ใบ และความสูงลำต้นของข้าวมะลิ 105 แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลต่อจำนวนต้นตอก และความเขียว โดยการให้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรให้จำนวนต้นตอกสูงสุดที่ 12 ต้นตอก แต่ไม่แตกต่างกันกับการให้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร และ 0 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.02 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ให้จำนวนต้นตอกสูงสุดที่ 13.67 ต้นตอก

สำหรับค่าความเขียวการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ทำให้มีค่าการต้านทานความเหี่ยวสูงสุดที่ 3 แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ที่ 0.02 และ 0.005 ppm เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อ

ราไตรโคเดอร์มา พบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ทำให้มีค่าต้านทานความเหี่ยวสูงสุดที่ 1.00 (Table 1) ซึ่งฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์สามารถกระตุ้นการแบ่งและการขยายของเซลล์ (Gudesblat and Russinova, 2011) อีกทั้งสามารถช่วยลดการชราภาพและการทนทานต่อความเครียดของสภาพแวดล้อม (Patanachatchai, 2010) การต้านทานต่อความเครียดนี้ ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์มีส่วนช่วยให้พืชสามารถปลูกได้ภายใต้สภาพความแล้ง (Anuradha and Rao, 2001) ช่วยเพิ่มความทนทานของต้นกล้าต่อความแห้งแล้ง (Kagale et al., 2007) และไตรโคเดอร์มาก็ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชได้ (Jamsawang, 2004)

การวัดการสังเคราะห์แสงจากต้นข้าวพันธุ์ มะลิ 105 อายุ 45 วัน จากการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ เชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า ไม่มีผลทำให้ค่าการเปิดปากใบ (Stomatal conductance: Gs) แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสง (net photosynthesis rate: A) อัตราการคายน้ำ (Evaporation: E) และค่าความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> (Ci) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ค่าความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> ระหว่างช่องว่างในใบพืช (intercellular CO<sub>2</sub> concentration: Ci) สูงที่สุด และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรให้ค่า Ci สูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 และ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 4 ppm ร่วมกับ เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ค่า Ci สูงสุดที่ 460.71  $\mu\text{mol mol}^{-1}$

อัตราการคายน้ำ (Evaporation: E) พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์และเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวไม่ทำให้ค่า E มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับ เชื้อราไตรโคเดอร์มา 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีค่า E สูงสุดที่ -5.1533  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$

อัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis: A) พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0 ppm มีค่า A สูงสุด และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีค่า A สูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับ เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีค่า A สูงสุดที่ 19.113  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Table 2)

การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เมื่อต้นข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 90 วัน จากการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์

เชื้อราไตรโคเดอร์มา และการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า มีผลทำให้พื้นที่ใบ ความสูงลำต้น และ SPAD Unit แตกกันทางสถิติ โดยการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ เพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีความสูงต้นสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 และ 3 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรมีความสูงต้นสูงสุดที่ 105.33 เซนติเมตร

**Table 1** Height, tillers per plant, leaf area, SPAD Unit and drought scoring of KDML 105 at 45 days after plantation

Treatment	Height (cm)	Tillers per plant	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	SPAD Unit	Drought scoring
Br 0 ppm	58.521 <sup>ab</sup>	10.750 <sup>a</sup>	0.9092	37.904	4.25 <sup>b</sup>
Br 0.005 ppm	56.417 <sup>a</sup>	10.917 <sup>a</sup>	0.8758	38.725	4.67 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm	57.333 <sup>a</sup>	11.417 <sup>a</sup>	0.7542	37.442	4.83 <sup>ab</sup>
Br 0.04 ppm	58.448 <sup>a</sup>	10.500 <sup>a</sup>	0.7058	39.849	3.00 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	59.000 <sup>a</sup>	10.583 <sup>ab</sup>	0.7283	37.900	4.67 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	57.250 <sup>a</sup>	10.000 <sup>b</sup>	0.9142	38.786	3.00 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	58.198 <sup>a</sup>	11.000 <sup>ab</sup>	0.8383	37.842	4.58 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	56.271 <sup>a</sup>	12.000 <sup>a</sup>	0.7642	39.392	4.50 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	58.667 <sup>a</sup>	11.000 <sup>abc</sup>	0.6467	37.700	4.00 <sup>b</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	58.667 <sup>a</sup>	9.333 <sup>def</sup>	0.9667	40.117	4.67 <sup>b</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	62.000 <sup>a</sup>	12.333 <sup>abc</sup>	1.1267	34.633	4.00 <sup>b</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	54.750 <sup>a</sup>	10.333 <sup>b-f</sup>	0.8967	39.167	4.33 <sup>b</sup>
Br 0.005ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	58.667 <sup>a</sup>	12.000 <sup>a-d</sup>	0.8267	34.300	4.67 <sup>b</sup>
Br 0.005ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	56.667 <sup>a</sup>	11.333 <sup>a-e</sup>	0.9500	40.800	4.33 <sup>b</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	54.333 <sup>a</sup>	9.000 <sup>ef</sup>	0.7900	39.567	4.67 <sup>b</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	56.000 <sup>a</sup>	11.333 <sup>a-e</sup>	0.9367	40.233	3.00 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	58.000 <sup>a</sup>	9.667 <sup>c-f</sup>	0.9167	40.700	3.00 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	58.333 <sup>a</sup>	11.333 <sup>a-e</sup>	0.8167	34.467	3.00 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	55.000 <sup>a</sup>	11.000 <sup>a-e</sup>	0.7700	36.500	4.67 <sup>b</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	58.000 <sup>a</sup>	13.667 <sup>a</sup>	0.5133	38.100	4.67 <sup>b</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	60.667 <sup>a</sup>	9.667 <sup>c-f</sup>	0.5233	38.900	3.00 <sup>ab</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	55.333 <sup>a</sup>	8.000 <sup>f</sup>	0.9233	39.762	1.00 <sup>a</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	61.458 <sup>a</sup>	11.667 <sup>a-e</sup>	0.6667	40.667	3.00 <sup>ab</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	56.333 <sup>a</sup>	12.667 <sup>ab</sup>	0.7100	40.067	4.00 <sup>b</sup>
F-test	ns	**	ns	ns	*
C.V. (%)	7.90	11.93	35.65	7.78	22.06

ns= non-significant, \*significantly different at P<0.05, \*\* significantly different at P<0.01

<sup>1/</sup>Different superscripts in the same column indicate the significant differences (P<0.05)

Br = Brassinosteroids, *Trichoderma* = *Trichoderma* sp.

Table 2 Photosynthesis of KDML 105 at 90 days after plantation

Treatment	Intercellular CO <sub>2</sub> concentration: Ci ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )	Evaporation: E ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Photosynthesis: A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
Br 0 ppm	117.95 <sup>c1/</sup>	-3.5442 <sup>a</sup>	17.998 <sup>a</sup>
Br 0.005 ppm	297.62 <sup>b</sup>	-3.6217 <sup>a</sup>	11.712 <sup>b</sup>
Br 0.02 ppm	295.66 <sup>b</sup>	-3.8308 <sup>a</sup>	10.203 <sup>c</sup>
Br 0.04 ppm	426.57 <sup>a</sup>	-3.6583 <sup>a</sup>	11.695 <sup>b</sup>
<i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	299.13 <sup>a</sup>	-3.4142 <sup>a</sup>	13.257 <sup>ab</sup>
<i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	302.81 <sup>a</sup>	-3.5875 <sup>a</sup>	12.229 <sup>bc</sup>
<i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	232.10 <sup>b</sup>	-3.5358 <sup>a</sup>	14.347 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	303.76 <sup>a</sup>	-4.1175 <sup>a</sup>	11.775 <sup>c</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	119.88 <sup>fg</sup>	-3.7733 <sup>ab</sup>	18.127 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	125.31 <sup>fg</sup>	-3.9533 <sup>ab</sup>	17.910 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	107.96 <sup>g</sup>	-3.8000 <sup>ab</sup>	19.113 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	118.67 <sup>fg</sup>	-2.6500 <sup>a</sup>	16.843 <sup>a</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	390.29 <sup>abc</sup>	-3.0900 <sup>ab</sup>	13.393 <sup>bc</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	315.46 <sup>cd</sup>	-3.4300 <sup>ab</sup>	9.827 <sup>efg</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	217.00 <sup>ef</sup>	-2.8133 <sup>a</sup>	14.157 <sup>b</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	267.71 <sup>de</sup>	-5.1533 <sup>b</sup>	9.473 <sup>fg</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	225.63 <sup>ef</sup>	-3.6667 <sup>ab</sup>	11.167 <sup>cef</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	345.00 <sup>bccd</sup>	-2.5833 <sup>a</sup>	9.650 <sup>fg</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	224.25 <sup>ef</sup>	-4.0167 <sup>ab</sup>	11.863 <sup>b-f</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	387.75 <sup>abc</sup>	-5.0567 <sup>b</sup>	8.130 <sup>g</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	460.71 <sup>a</sup>	-3.1267 <sup>ab</sup>	10.343 <sup>d-g</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	425.46 <sup>ab</sup>	-4.3833 <sup>ab</sup>	11.530 <sup>c-f</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	379.21 <sup>abc</sup>	-3.5133 <sup>ab</sup>	12.253 <sup>b-e</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	440.92 <sup>ab</sup>	-3.6100 <sup>ab</sup>	12.653 <sup>bcd</sup>
F-test	**	*	**
C.V. (%)	16.80	26.79	8.68

\*significantly different at  $P < 0.05$ , \*\* significantly different at  $P < 0.01$

<sup>1/</sup>Different superscripts in the same column indicate the significant differences ( $P < 0.05$ )

Br = Brassinosteroids, *Trichoderma* = *Trichoderma* sp.

การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0 ppm มีพื้นที่ใบสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ที่ความเข้มข้น 0.005 ppm และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรที่ใบสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรมีพื้นที่ใบสูงสุดที่ 44.212 ตารางเซนติเมตร สำหรับ SPAD Unit การใช้การฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์หรือ

เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตรที่ 51.167 (Table 3) ซึ่งฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์มีส่วนทำให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นโดยกระตุ้นการแบ่งและการขยายของเซลล์ (Gudesblat and Russinova, 2011) และไตรโคเดอร์มาช่วยในการเจริญเติบโตของพืช โดยช่วยเพิ่มขนาด ความสูง และต้นใหญ่กว่าปกติ (Jamsawang, 2004)

**Table 3** Height, leaf area and SPAD Unit of KDML 105 at 90 days after plantation

Treatment	Height (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	SPAD Unit
Br 0 ppm	91.583 <sup>ab</sup>	38.421 <sup>a</sup>	44.154 <sup>a</sup>
Br 0.005 ppm	95.667 <sup>a</sup>	36.162 <sup>a</sup>	44.576 <sup>a</sup>
Br 0.02 ppm	94.438 <sup>a</sup>	30.771 <sup>b</sup>	44.194 <sup>a</sup>
Br 0.04 ppm	98.646 <sup>a</sup>	29.336 <sup>b</sup>	44.242 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	94.70 <sup>ab</sup>	32.018 <sup>b</sup>	45.947 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	92.08 <sup>b</sup>	35.866 <sup>a</sup>	41.871 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	100.65 <sup>a</sup>	37.589 <sup>a</sup>	47.167 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	92.91 <sup>ab</sup>	29.216 <sup>b</sup>	42.181 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	86.46 <sup>cde</sup>	40.777 <sup>a-d</sup>	48.200 <sup>abc</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	76.67 <sup>e</sup>	37.267 <sup>abc</sup>	41.983 <sup>abc</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	105.33 <sup>a</sup>	41.722 <sup>abc</sup>	46.300 <sup>abc</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	97.88 <sup>a-d</sup>	33.918 <sup>d-g</sup>	40.133 <sup>bc</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	88.00 <sup>b-e</sup>	38.695 <sup>a-e</sup>	45.000 <sup>abc</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	93.00 <sup>a-d</sup>	26.791 <sup>gh</sup>	43.967 <sup>abc</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	104.00 <sup>ab</sup>	42.897 <sup>ab</sup>	51.167 <sup>a</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	97.67 <sup>a-d</sup>	36.263 <sup>b-f</sup>	38.171 <sup>c</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	103.33 <sup>ab</sup>	28.943 <sup>fg</sup>	49.921 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	97.33 <sup>a-d</sup>	35.193 <sup>c-f</sup>	40.200 <sup>bc</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	94.00 <sup>a-d</sup>	32.003 <sup>efg</sup>	44.233 <sup>abc</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	83.08 <sup>de</sup>	26.943 <sup>gh</sup>	42.421 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	101.00 <sup>abc</sup>	19.657 <sup>h</sup>	40.667 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	101.33 <sup>abc</sup>	44.212 <sup>a</sup>	41.333 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	99.25 <sup>a-d</sup>	33.733 <sup>d-g</sup>	46.967 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	93.00 <sup>a-d</sup>	19.741 <sup>h</sup>	48.000 <sup>abc</sup>
F-test	**	*	*
C.V. (%)	7.59	10.06	10.89

\*significantly different at P<0.05, \*\* significantly different at P<0.01

<sup>1/</sup>Different superscripts in the same column indicate the significant differences (P<0.05)

Br = Brassinosteroids, *Trichoderma* = *Trichoderma* sp.

เมื่อต้นข้าวพันธุ์มะลิ 105 ถึงอายุการเก็บเกี่ยว จากการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ เชื้อราไตรโคเดอร์มา และการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาพบว่า ไม่มีผลทำให้น้ำหนักเมล็ด และความยาวรากแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนักแห้งลำต้น และราก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm มีผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมีค่าสูงสุดที่ 88.41% และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุด 89.40% เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาพบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.04 ppm และเชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์เมล็ด

ดีสูงสุดที่ 97.869% คล้ายกันกับการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์กับข้าวโพดมีผลจำนวนของเมล็ดฝ่อของข้าวโพดลดลง (Hamada, 1986) และเพิ่มจำนวนของฝักและน้ำหนักเมล็ดในถั่วลิสง (Vardhini and Rao, 2002) และไตรโคเดอร์มาช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของฝักกาดหอมมะเขือเทศ และพริกไทย โดยผลผลิตเพิ่มมากถึง 300% เมื่อเทียบกับไม่ใช้ (Vinale *et al.*, 2008)

น้ำหนักแห้งรากพบว่าการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm มีน้ำหนักสูงสุดที่ 22.185 กรัม และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งรากสูงสุด 21.385 กรัม เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาพบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์



0.005 ppm และใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 0 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งรากสูงสุดที่ 35.018 กรัม

น้ำหนักแห้งลำต้นพบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm มีน้ำหนักสูงสุดที่ 3.4389 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.02 และ 0.04 ppm และการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ของการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า การใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ 0.005 ppm และใช้เชื้อรา

ไตรโคเดอร์มา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร มีน้ำหนักแห้งลำต้นสูงสุดที่ 3.9083 กรัม (Table 4) ซึ่งฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์สามารถกระตุ้นการงอกของราก การขยายท่อลำเลียงน้ำ (Mandava, 1988) และคล้ายกับรายงานของ Jamsawang ปี 2004 การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาช่วยเพิ่มน้ำหนักสดของต้นและรากแห้งกว่าได้ทั้งการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงเรือน และสามารถเจริญร่วมกับรากพืชและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Benitez *et al.*, 2004)

**Table 4** Grain weight, filled grains, root length, root dry weight and stem dry weight of KDML 105

Treatment	Grain weight (g)	Filled grains (%)	Root length (cm)	Root dry weight (g)	Stem dry weight (g)
Br 0 ppm	2.4875 <sup>sl</sup>	83.036 <sup>bl</sup>	47.182 <sup>a</sup>	11.978 <sup>c</sup>	2.056 <sup>b</sup>
Br 0.005 ppm	2.4364 <sup>a</sup>	82.518 <sup>b</sup>	47.958 <sup>a</sup>	22.185 <sup>a</sup>	3.439 <sup>a</sup>
Br 0.02 ppm	2.4657 <sup>a</sup>	83.595 <sup>b</sup>	46.781 <sup>a</sup>	18.392 <sup>b</sup>	2.982 <sup>a</sup>
Br 0.04 ppm	2.5471 <sup>a</sup>	88.412 <sup>a</sup>	49.167 <sup>a</sup>	16.961 <sup>b</sup>	3.142 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	2.5137 <sup>a</sup>	78.503 <sup>c</sup>	49.120 <sup>a</sup>	16.287 <sup>b</sup>	2.510 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	2.4215 <sup>a</sup>	84.038 <sup>b</sup>	47.708 <sup>a</sup>	17.339 <sup>b</sup>	3.136 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	2.5267 <sup>a</sup>	89.403 <sup>a</sup>	47.125 <sup>a</sup>	21.385 <sup>a</sup>	2.923 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	2.4746 <sup>a</sup>	85.617 <sup>b</sup>	47.135 <sup>a</sup>	14.505 <sup>b</sup>	3.052 <sup>a</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	2.6023 <sup>a</sup>	90.557 <sup>bcd</sup>	51.979 <sup>a</sup>	6.441 <sup>h</sup>	2.577 <sup>bcd</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	2.3236 <sup>a</sup>	81.116 <sup>fg</sup>	43.167 <sup>a</sup>	8.792 <sup>gh</sup>	1.973 <sup>de</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	2.6256 <sup>a</sup>	77.952 <sup>g</sup>	49.000 <sup>a</sup>	12.344 <sup>fgh</sup>	1.220 <sup>e</sup>
Br 0 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	2.3984 <sup>a</sup>	82.519 <sup>efg</sup>	44.583 <sup>a</sup>	20.337 <sup>de</sup>	2.453 <sup>cde</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	2.4029 <sup>a</sup>	71.010 <sup>h</sup>	46.500 <sup>a</sup>	35.018 <sup>a</sup>	2.470 <sup>cde</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	2.4977 <sup>a</sup>	76.577 <sup>gh</sup>	49.333 <sup>a</sup>	20.280 <sup>de</sup>	3.908 <sup>a</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	2.4755 <sup>a</sup>	87.355 <sup>de</sup>	47.167 <sup>a</sup>	18.657 <sup>def</sup>	3.560 <sup>abc</sup>
Br 0.005 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	2.3696 <sup>a</sup>	95.131 <sup>abc</sup>	48.833 <sup>a</sup>	14.785 <sup>efg</sup>	3.817 <sup>ab</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	2.4976 <sup>a</sup>	57.079 <sup>i</sup>	45.833 <sup>a</sup>	9.204 <sup>gh</sup>	2.270 <sup>cde</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	2.3628 <sup>a</sup>	88.882 <sup>cde</sup>	49.833 <sup>a</sup>	27.691 <sup>bc</sup>	3.347 <sup>abc</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	2.4741 <sup>a</sup>	94.436 <sup>abc</sup>	46.000 <sup>a</sup>	22.296 <sup>cd</sup>	3.557 <sup>abc</sup>
Br 0.02 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	2.5281 <sup>a</sup>	93.983 <sup>abc</sup>	45.458 <sup>a</sup>	14.376 <sup>e-g</sup>	2.756 <sup>a-d</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 0 kg/ 100 L	2.5521 <sup>a</sup>	95.368 <sup>ab</sup>	52.167 <sup>a</sup>	14.486 <sup>e-g</sup>	2.723 <sup>a-d</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 1 kg/ 100 L	2.5019 <sup>a</sup>	89.576 <sup>bcd</sup>	48.500 <sup>a</sup>	12.596 <sup>fgh</sup>	3.314 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 2 kg/ 100 L	2.5318 <sup>a</sup>	97.869 <sup>a</sup>	46.333 <sup>a</sup>	32.242 <sup>ab</sup>	3.353 <sup>abc</sup>
Br 0.04 ppm + <i>Trichoderma</i> 3 kg/ 100 L	2.6025 <sup>a</sup>	70.833 <sup>h</sup>	49.667 <sup>a</sup>	8.521 <sup>gh</sup>	3.180 <sup>a-d</sup>
<b>F-test</b>	<b>ns</b>	<b>**</b>	<b>ns</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>6.15</b>	<b>3.37</b>	<b>10.46</b>	<b>18.18</b>	<b>19.85</b>

ns= non-significant

\*significantly different at P<0.05, \*\* significantly different at P<0.01

<sup>1/</sup>Different superscripts in the same column indicate the significant differences (P<0.05)

Br = Brassinosteroids, *Trichoderma* = *Trichoderma* sp.

## สรุปผลการวิจัย

การใช้ฮอร์โมน brassinosteroid ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการทนแล้งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 อายุ 45 วัน สามารถช่วยให้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดย การแตกกอ SPAD Unit เพิ่มขึ้นและลดความเหี่ยวลง เมื่อต้นข้าวอายุ 90 วัน

ช่วยให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและอัตราการคายน้ำลดลง และช่วยให้ความสูงลำต้น พื้นที่ใบ SPAD Unit เพิ่มขึ้น รวมถึงการทำให้น้ำหนักแห้งลำต้นและรากเพิ่มขึ้น เมื่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถึงอายุการเก็บเกี่ยวการใช้ฮอร์โมน brassinosteroid ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาไม่ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ด แต่มีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้น

## References

- Anuradha, S., and Rao, S.S.R. 2001. Effect of brassinosteroids 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.
- Benitez, T., Rincon, M.A., Limon, M.C. and Codon, C.A. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* 7(4): 249-260.
- De Datta, S.K., Malabuyoc, J.A. and Aragon, E.L. 1988. A field screening technique for evaluating rice germplasm for drought tolerance during the vegetative stress. *Field Crops Research.* 19: 123-134.
- Department of Agricultural Extension. 2015. Agricultural economy. [online]. [Accessed December 1, 2016] Available from: [http://ssnet.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/04/002\\_introduce.pdf](http://ssnet.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/04/002_introduce.pdf). (in Thai)
- Gudesblat, G.E, and Russinova, E. 2011. Plants grow on brassinosteroidss. *Plant Phybiology*; 14: 530–537.
- Hamada, K. 1986. In P Macgregor (Ed.), *Plant Growth Regulators in Agriculture.* Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Brassinolide in crop cultivation. Taipei: Taiwan ROC. 190-197.
- Jamsawang, J. 2004. Biological control of vegetables. Training materials on pest control by biological methods for growing vegetables without soil. The house is hosted by the Research Fund.(Integrated Pest Management Program) and Faculty of Agriculture Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 13 February, 2004, at Military Building. Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. (in Thai)
- Jamsawang, J. 2003. Biological control of pests and diseases. National Agricultural Relief Project Relay Project Biotech and biopharmaceuticals in pest management. To replace synthetic chemicals Department of Plant Pathology Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. 194. (in Thai)
- Kaewchay, S. 2012. The use of trichoderma in plant disease control. *Journal of Narathiwat Rajanagarindra University* 4 (3): 108-123. (in Thai)
- Kagale, S., Divi, U.K., Krochko, J.E., Keller, W.A., and Krishna, P. 2007. Brassinosteroids confers tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus* to a range of abiotic stresses. *Planta.* 225 (2): 353-364.
- Mandava, N.B. 1988. Plant growth promoting brassinosteroidss. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39: 23-52.
- Patanachatchai, N. 2010. Brassinosteroids: Physiological role in plants. Department of Agriculture and

Environment Faculty of Science and Technology Surin Rajabhat University. 133-142. (in Thai)

Sasse, J.M. 1997. Recent progress in brassinosteroids research. *Physiologia Plantarum*, 100(3): 696-701.

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

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L, Marra, R., Woo, S.L, and Lorito, M. 2008. *Trichoderma* plantpathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1-10.