

อิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* และวิธีทดสอบความงอกต่อการงอก และการเจริญเติบโตในระยะกล้าของข้าวอินดิกาและจาโปนิกา

Influence of *Trichoderma harzianum* and Germination Test Methods on Germination and Seedling Growth of Indica and Japonica Rice

รัตนาวดี จุ้ยพันธุ์¹ บัณฑิตา เพ็ญสุริยะ² พงศกร นิตยมี² พงษ์ศักดิ์ แก้วศรี² สุรสิทธิ์ วงศ์สัจจามันท์² เตชิตา ปิ่นสันเทียะ² เรวัตร จินดาเจีย² จรรยา มุ่งงาม² ภัทรา ประทับทอง² น้ำฝน ชาชัย² และ จักรกฤษณ์ ศรีแสง^{2*}

Rattanawadee Juiphan¹, Banthita Pensuriya², Pongsakorn Nitmee², Pongsak Kaewsi², Surasit Wongsatchanan², Teshita Pinsanthie², Rawat Chindachia², Janya Mungngam², Pattra Pratubkong², Namfon Chachai² and Jakkrit Sreesaeng^{2*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม นครปฐม 73000

² สถานีวิจัยลำตะคอง ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปทุมธานี 12120

¹ Program of Crop Production Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000

² Lamtakong Research Station, Expert Centre of Innovative Agriculture, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Pathum Thani 12120

รับเรื่อง: 14 พฤศจิกายน 2564 Received: 14 November 2021

ปรับแก้ไข: 30 ธันวาคม 2564 Revised: 30 December 2021

รับตีพิมพ์: 11 มกราคม 2565 Accepted: 11 January 2022

* Corresponding author: Jakkritoneku@gmail.com, Jakkrit@tistr.or.th

ABSTRACT: The utilization of *Trichoderma* species was used to enhance the germination and growth of rice seedlings. However, germination and plant growth responses to the *Trichoderma* fungi under different germination test conditions may affect the effectiveness of *Trichoderma* fungi. Therefore, the objectives of this research were to examine the germination and growth of Indica and Japonica rice seedlings coated with *T. harzianum* in dry powder formulation at different concentrations tested by the top of paper method and in paddy soil method. The experiment was conducted by using 2 × 2 × 5 factorial in completely randomized design with 4 replications. The experiment consisted of three factors including 1) two varieties of rice: Tubtim Chumphae (TTCP) and DOA 2 represented as Indica and Japonica rice, respectively, 2) two germination test methods: top of paper method and in paddy soil method, and 3) five concentrations of *Trichoderma* dry powder (0, 0.25, 0.50, 0.75, and 1 g/1 kg seeds). The experiment was done in laboratory conditions. The germination and seedlings growth characters were collected at 14 days after germination and the percentage of germination, seed vigor index, and germination index were calculated. The results revealed that in paddy soil, DOA 2 coated with *Trichoderma* at 0.25 g/1 kg seeds had the highest plant height, leaf length, and root number. The interaction effect between rice varieties and *Trichoderma* concentrations highly significantly

affected plant height and leaf length ($P < 0.01$). The interaction effect between germination test methods and *Trichoderma* concentrations highly significantly affected seed vigor, plant height, leaf length, and leaf width ($P < 0.01$). The concentration of *Trichoderma* at 0.25 g/l kg seeds was able to increase seed vigor, plant height, leaf length, leaf width, and root number, which could be applied for direct seed sowing in rice production system.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, seed dressing, seed vigor, germination test

บทคัดย่อ

การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในระยะกล้า อย่างไรก็ตาม การตอบสนองด้านการงอกและการเจริญเติบโตของพืชต่อความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ทดสอบความงอกด้วยวิธีการทดสอบแตกต่างกัน อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวอินทิกาและจาโปนิกาที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*T. harzianum*) ชนิดผงแห้งระดับความเข้มข้นแตกต่างกันที่เพาะบนกระดาษเพาะและเพาะในดินนา วางแผนการทดลองแบบ $2 \times 2 \times 5$ แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) พันธุ์ข้าว 2 ประเภท คือ ข้าวอินทิกาและจาโปนิกา โดยใช้พันธุ์หับทิมชุมแพและพันธุ์ ก.ว.ก. 2 เป็นตัวแทน ตามลำดับ 2) วิธีการเพาะ 2 วิธี คือ การเพาะบนกระดาษเพาะซ้อนกัน 3 ชั้น และการเพาะในดินนา และ 3) ระดับความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้ง (0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม) ทดสอบในห้องปฏิบัติการ เก็บข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อายุ 14 วันหลังเพาะ คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด และดัชนีความงอกของเมล็ด ผลการทดลองพบว่า ข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มา

0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะในดินนา มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้านความสูงต้น ความยาวใบ และจำนวนรากมากที่สุด ขณะที่ อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวและความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลต่อความสูงต้นและความยาวใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการเพาะและความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลต่อดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สามารถเพิ่มความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนราก ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตข้าวแบบนาหว่านได้

คำสำคัญ: เชื้อราไตรโคเดอร์มา, การคลุกเมล็ด, ความแข็งแรงของเมล็ด, การทดสอบความงอก

บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*T. harzianum*) เพื่อการควบคุมโรคพืชในระบบการผลิตพืชหลายชนิด ได้แก่ พริกมันบางช้าง ถั่วฝักยาว ทานตะวัน และข้าว เป็นต้น (Chamswang *et al.*, 2001; Anis *et al.*, 2013; Saengkai *et al.*, 2017; Intana *et al.*, 2018) โดยเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความ

สามารถในการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการสร้างสารพิษ (Toxin) หรือเอนไซม์ (Enzyme) ได้แก่ 6-n-pentyl-6H-pyran-2-one (6-pentyl- α -pyrone), กลีโธทอกซิน (Gliotoxin), viridin, harziaopyridone, harziandione และเพปไทโบลส์ (Peptaibols) (Vinale *et al.*, 2008) ซึ่งสามารถทำลายเชื้อราชนิดอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราสาเหตุโรคพืช ตัวอย่างเช่น โรคโคนเน่าจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โรคตายพรายจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* และโรคใบขีดสีน้ำตาลจากเชื้อรา *Cercospora oryzae* เป็นต้น นอกจากนี้ความสามารถในการควบคุมโรคพืชแล้วยังมีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช โดย Islam *et al.* (2011) รายงานการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา จำนวน 5 สายพันธุ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพความงอกและดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดพริก สอดคล้องกับ Kumar *et al.* (2014) ที่รายงานว่า การคลุกเมล็ดถั่วชิกพีด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกและทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น อีกทั้ง ยังมีรายงานการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการเพิ่มประสิทธิภาพความงอกและการเจริญเติบโตในระยะแรกของถั่วเหลือง ด้วยวิธีการคลุกเมล็ดร่วมกับการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ (Umadi *et al.*, 2018) รวมถึงการอนุบาลต้นกล้าถั่วไม่สกุลหาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกด้วย (Soyyot *et al.*, 2019)

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพความงอกและการเจริญเติบโตในระยะแรกของต้นกล้าข้าว Doni *et al.* (2014) รายงานการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา จำนวน 7 ตัวอย่าง ในการเพิ่มประสิทธิภาพความงอกและการเจริญเติบโตในระยะกล้าของข้าว พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาทุกตัวอย่างสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความเร็วในการงอกและการเจริญเติบโตในระยะกล้าได้ สอดคล้องกับ Khan *et al.* (2005) รายงานว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*T. harzianum*) เพิ่มการยึดตัวของต้นกล้าทั้งลักษณะความยาวต้นและความยาวราก น้ำหนักแห้งและ

น้ำหนักสดของต้นกล้า โดยทั่วไปวิธีการเพาะปลูกข้าวมีหลายวิธีการ ได้แก่ การปักดำด้วยมือ การปักดำด้วยเครื่องจักร การหว่านน้ำตม และการหว่านข้าวแห้ง โดยการเพาะกล้าและการหว่านน้ำตมเป็นวิธีการการเพาะเมล็ดที่มีการใช้ในการผลิตข้าวมากที่สุด ซึ่งในสภาพการเพาะกล้าเป็นสภาพที่ไม่มีอากาศ (Anaerobic condition) ทำให้มีข้อจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราไตรโคเดอร์มาและเชื้อราชนิดอื่น ๆ ด้วย อย่างไรก็ตาม การเพาะปลูกข้าวด้วยวิธีการปลูกข้าวระบบประณีต หรือระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว (System of rice intensification; SRI) และการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wet and dry method; AWD) เป็นวิธีการที่มีช่วงเวลาของการปล่อยให้พื้นที่นาแห้งบางช่วง ซึ่งสามารถช่วยให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

การทดลองใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบการผลิตข้าวระบบประณีต พบว่า ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 31 เปอร์เซ็นต์ (Khadka and Uphoff, 2019) ถึงแม้ว่าจะมีการวิจัยและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการให้ผลผลิตข้าวแล้วนั้น อย่างไรก็ตาม ความงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในระยะกล้าเป็นปัจจัยแรกที่ทำให้ข้าวเจริญเติบโตในระยะต่อไปได้และส่งผลต่อการให้ผลผลิตข้าว Bezuidenhout *et al.* (2012) รายงานว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถผลิตสารกลีโธทอกซินที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ซึ่งฮอร์โมนจิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นความงอกและการเจริญเติบโตของพืชได้ แต่การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในปริมาณมากเกินไป สามารถส่งผลกระทบต่อความงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของพืชได้เช่นกัน (Hermosa *et al.*, 2012) ซึ่งประเภทของข้าวและวิธีการทดสอบความงอกภายใต้สภาพมีอากาศ (Aerobic condition) และสภาพไม่มีอากาศ (Anaerobic condition) อาจมีการตอบสนองต่อการคลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ที่ส่งผลต่อความงอกและการเจริญเติบโตของกล้าข้าว ประเภทอินดิกาและจาโปนิกาในรูปแบบการทดสอบความงอกที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยด้านพันธุ์ และวิธีการทดสอบความงอกต่อประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาสำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการในการผลิตข้าวอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การศึกษาคืออิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวอินดิกาและจาโปนิกาด้วยวิธีการทดสอบความงอกที่แตกต่างกัน ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ $2 \times 2 \times 5$ แฟคทอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in completely randomized design; Factorial in CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ประเภทของข้าว 2 ประเภท คือ ข้าวอินดิกาและข้าวจาโปนิกา โดยใช้ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ (TTCP) และพันธุ์ ก.ว.ก. 2 (DOA 2) เป็นตัวแทนของข้าวทั้ง 2 ประเภท ตามลำดับ ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*T. harzianum*) ชนิดผงแห้งที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนพันธุ์ข้าวไทย จำนวน 5 ระดับ คือ ปริมาณ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม และปัจจัยที่ 3 ได้แก่ วิธีการทดสอบความงอก 2 วิธี คือ วิธีการเพาะบนกระดาษเพาะ (Top of paper method) และวิธีการทดสอบความงอกที่เพาะในดินนา (In paddy soil method) ในกล่องเพาะเมล็ด ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ใช้แสงจากแสงธรรมชาติ อุณหภูมิห้อง 27–30 องศาเซลเซียส โดยดำเนินการทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

การเตรียมสารแขวนลอยเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ชั่งน้ำหนักเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนพันธุ์ข้าวไทย ปริมาณ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม คลุกเมล็ดข้าวด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่แขวนลอยในน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งกำจัดเชื้อโรค ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผึ่งเมล็ดข้าวที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้น นำเมล็ดข้าวที่ผ่านการคลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาไปทดสอบความงอก

การทดสอบความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า

วิธีที่ใช้ในการทดสอบความงอกของเมล็ดข้าวจำนวน 2 วิธี คือ การทดสอบความงอกโดยเพาะเมล็ดบนกระดาษ (Top of paper) ตามวิธีการของ ISTA (ISTA, 2014) และการเพาะในดินนาที่เก็บตัวอย่างจากแปลงนาของสถานีวิจัยลำตะคอง อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนและนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะเวลา 15 นาที เก็บข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโต จำนวน 2 ครั้ง โดยนับเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งที่ 1 (First count) ที่อายุ 7 วันหลังงอก และนับเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งที่ 2 (Final count) ที่อายุ 14 วันหลังเพาะ และบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกล้า จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และความยาวรากที่อายุ 14 วันหลังเพาะ คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด (Seed vigor index; SVI) ตามวิธีของ Abdul-Baki and Anderson (1973) และค่าดัชนีความงอก (Germination index; GI) ของเมล็ดพันธุ์จากสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = (\text{จำนวนต้นกล้าปรกติ} / \text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}) \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{ดัชนีความแข็งแรง (SVI)} = \text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} \times \text{ความยาวต้นกล้า} \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{ดัชนีความงอก (GI)} = \text{ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าปรกติ} / \text{จำนวนวันหลังเพาะ)} \quad \text{----- (3)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว จำนวน 9 ลักษณะ ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ $2 \times 2 \times 5$ factorial in CRD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 26

ผลการทดลองและวิจารณ์

อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าว วิธีการเพาะ และความเข้มข้นเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าว วิธีการเพาะ และความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว พบว่า ความสูงต้น ความยาวใบ และจำนวนรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมล็ดข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ทำให้ต้นกล้ามีความสูงและความยาวใบมากที่สุดเมื่อเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเพาะในดินนา ขณะที่ เมล็ดข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพมีจำนวนรากมากที่สุดเมื่อไม่ได้คลุกเมล็ดและที่คลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเพาะเมล็ดบนกระดาด ส่วนข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 มีจำนวนรากมากที่สุดเมื่อไม่ได้คลุกเมล็ดและที่คลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาความเข้มข้น 0.50 และ 1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเพาะเมล็ดบนกระดาด และเมล็ดข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่คลุกด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเพาะเมล็ดในดินนา ซึ่งแสดงว่าพันธุ์ข้าวและวิธีการเพาะมีการตอบสนองต่อความเข้มข้นที่แตกต่างกันของเชื้อรา

ไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้ง และพันธุ์ข้าวมีการตอบสนองต่อวิธีการทดสอบความงอกที่แตกต่างกันอีกด้วย (Table 1)

ในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัยพบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการเพาะและความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวทำให้ค่าดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมล็ดที่คลุกด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะเมล็ดด้วยวิธีการเพาะในดินนา มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุดในลักษณะความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดข้าวที่ไม่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เพาะด้วยวิธีการเพาะบนกระดาดเพาะที่มีจำนวนรากมากที่สุด (Table 2)

อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวและความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว พบว่า ความสูงต้นและความยาวใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมล็ดข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่คลุกด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม มีความสูงต้นมากที่สุด และเมล็ดข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่คลุกด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ระดับความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม มีความยาวใบมากที่สุด

อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ข้าวและวิธีการทดสอบความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ดัชนีความงอก ความสูงต้น ความยาวใบ จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพที่เพาะบนกระดาดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความงอก และจำนวนรากมากที่สุด ขณะที่ข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่เพาะในดินนามีดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบมากที่สุด และข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ที่เพาะบนกระดาดเพาะพบว่า ต้นกล้ามีความยาวรากมากที่สุด

Table 1 Three-way interaction effects between rice varieties, germination test methods, and *T. harzianum* concentrations on seed germination and seedling growth

Interactions	Germination (%)	Seed vigor index	Germination index	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root number	Root length (cm)
V ₁ M ₁ T ₁	90.00 ± 3.56	941.84 ± 72.97	45.00 ± 1.78	10.45 ± 0.49 ^{klmn}	2.00 ± 0.00	6.99 ± 0.74 ^{efg}	0.14 ± 0.04	7.42 ± 0.57 ^a	4.14 ± 0.69
V ₁ M ₁ T ₂	93.75 ± 1.26	1,050.02 ± 42.90	46.85 ± 0.68	11.19 ± 0.32 ⁱ	2.00 ± 0.00	7.41 ± 0.36 ^{efg}	0.17 ± 0.01	7.35 ± 0.37 ^a	5.40 ± 0.47
V ₁ M ₁ T ₃	89.25 ± 4.27	955.27 ± 36.84	44.54 ± 2.07	10.70 ± 0.14 ^{kl}	2.00 ± 0.05	7.01 ± 0.12 ^{efg}	0.18 ± 0.01	6.30 ± 0.32 ^{cde}	5.23 ± 0.74
V ₁ M ₁ T ₄	94.00 ± 1.15	999.20 ± 32.56	46.54 ± 0.91	10.63 ± 0.47 ^{klmn}	2.00 ± 0.00	6.89 ± 0.28 ^{efg}	0.18 ± 0.01	5.97 ± 0.56 ^{def}	5.25 ± 0.88
V ₁ M ₁ T ₅	91.50 ± 3.42	872.75 ± 63.34	43.81 ± 2.34	9.53 ± 0.45 ^{lmno}	2.00 ± 0.00	6.28 ± 0.24 ^{fg}	0.16 ± 0.01	6.42 ± 0.10 ^{bc}	4.69 ± 0.88
V ₁ M ₂ T ₁	70.00 ± 13.56	1,166.85 ± 138.50	8.93 ± 1.85	16.86 ± 1.33 ^g	2.00 ± 0.00	10.77 ± 1.40 ^d	0.22 ± 0.02	4.47 ± 0.22 ^h	2.01 ± 0.39
V ₁ M ₂ T ₂	72.00 ± 16.73	1,409.40 ± 350.56	9.21 ± 2.52	19.50 ± 0.40 ^{cd}	2.00 ± 0.00	13.42 ± 1.04 ^c	0.26 ± 0.01	5.85 ± 0.24 ^{def}	3.38 ± 0.70
V ₁ M ₂ T ₃	57.00 ± 6.63	720.48 ± 124.46	6.22 ± 0.85	12.58 ± 0.76 ^f	2.00 ± 0.00	6.10 ± 0.72 ^{fg}	0.22 ± 0.03	5.47 ± 0.57 ^{fg}	2.92 ± 0.42
V ₁ M ₂ T ₄	63.00 ± 10.52	701.35 ± 171.42	6.90 ± 1.42	11.05 ± 0.93 ^j	2.00 ± 0.00	5.63 ± 0.49 ^g	0.20 ± 0.00	5.00 ± 0.22 ^{gh}	3.32 ± 0.48
V ₁ M ₂ T ₅	68.00 ± 14.14	829.85 ± 148.51	8.01 ± 1.55	12.28 ± 0.91 ^h	2.00 ± 0.00	6.53 ± 0.54 ^{efg}	0.21 ± 0.01	4.67 ± 0.32 ^h	2.80 ± 0.26
V ₂ M ₁ T ₁	78.50 ± 4.04	675.86 ± 120.01	38.47 ± 1.85	8.57 ± 1.13 ^s	2.00 ± 0.00	6.22 ± 1.13 ^{fg}	0.22 ± 0.01	7.32 ± 0.96 ^a	6.94 ± 0.24
V ₂ M ₁ T ₂	83.25 ± 2.87	896.63 ± 56.36	40.43 ± 1.43	10.76 ± 0.34 ^{kl}	2.00 ± 0.00	8.11 ± 0.32 ^e	0.24 ± 0.01	6.47 ± 0.30 ^{bc}	8.63 ± 1.56
V ₂ M ₁ T ₃	77.25 ± 3.40	728.80 ± 99.60	40.82 ± 6.39	9.40 ± 0.86 ^{lmno}	2.00 ± 0.00	6.78 ± 0.64 ^{efg}	0.23 ± 0.01	6.87 ± 0.60 ^{abc}	6.80 ± 1.31
V ₂ M ₁ T ₄	82.75 ± 2.99	862.56 ± 80.91	39.49 ± 1.39	10.42 ± 0.97 ^{klmn}	2.00 ± 0.00	7.49 ± 0.73 ^{ef}	0.25 ± 0.01	6.62 ± 0.50 ^{bc}	8.72 ± 0.71
V ₂ M ₁ T ₅	86.00 ± 5.23	792.95 ± 88.60	39.79 ± 1.46	9.27 ± 1.40 ^{no}	2.00 ± 0.00	6.60 ± 1.23 ^{efg}	0.25 ± 0.02	7.07 ± 0.22 ^{ab}	7.25 ± 1.37
V ₂ M ₂ T ₁	74.00 ± 2.83	1,499.1 ± 61.35	10.36 ± 0.38	20.26 ± 0.55 ^b	2.00 ± 0.00	15.77 ± 0.68 ^b	0.27 ± 0.00	5.65 ± 0.19 ^f	3.66 ± 0.41
V ₂ M ₂ T ₂	78.50 ± 3.00	1,781.50 ± 79.35	10.93 ± 0.51	22.70 ± 0.76 ^b	2.00 ± 0.00	17.66 ± 0.75 ^a	0.32 ± 0.03	7.07 ± 0.17 ^{ab}	4.28 ± 0.40
V ₂ M ₂ T ₃	71.00 ± 10.00	1,411.65 ± 161.81	9.70 ± 1.32	19.96 ± 1.02 ^{cd}	2.00 ± 0.00	17.20 ± 3.64 ^{ab}	0.28 ± 0.00	5.52 ± 0.25 ^{fg}	3.76 ± 0.13
V ₂ M ₂ T ₄	67.50 ± 10.25	1,271.80 ± 170.59	9.23 ± 1.42	18.88 ± 0.64 ^{ef}	2.00 ± 0.00	14.10 ± 0.72 ^c	0.27 ± 0.01	5.62 ± 0.25 ^{fg}	3.39 ± 0.55
V ₂ M ₂ T ₅	66.50 ± 6.61	1,191.65 ± 159.79	8.95 ± 1.21	17.87 ± 0.66 ^{fg}	2.00 ± 0.00	13.18 ± 0.62 ^c	0.27 ± 0.01	5.67 ± 0.15 ^{ef}	4.05 ± 0.53
F-test	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	**	ns
SD	12.62	321.74	17.22	4.54	2.00	0.01	4.12	0.05	0.95

Values followed by the same letters within each column are not significantly different according to Duncan's new multiple range test (P < 0.05), ns = not significantly different, ** highly significant different (P < 0.01) by Duncan's new multiple range test, V = rice varieties (V₁ = Tubtim Chumphae (TTCP), V₂ = DOA 2), M = germination test methods (M₁ = top of paper method, M₂ = in paddy soil method), T = *Trichoderma* concentrations (T₁ = untreated, T₂ = *Trichoderma* 0.25 g/1 kg seeds, T₃ = *Trichoderma* 0.50 g/1 kg seeds, T₄ = *Trichoderma* 0.75 g/1 kg seeds and T₅ = *Trichoderma* 1 g/1 kg seeds), SD = standard deviation

Table 2 Two-way interaction effects between rice varieties, germination test methods, and *T. harzianum* concentrations on seed germination and seedling growth

Interactions	Germination (%)	Seed vigor index	Germination index	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root number	Root length (cm)
V/M ₁ ₁	91.70 ± 2.13 ^a	963.81 ± 19.70 ^b	45.35 ± 1.15 ^a	10.50 ± 0.06 ^c	2.00 ± 0.01	6.92 ± 0.10 ^c	0.16 ± 0.01	6.69 ± 0.20 ^a	4.94 ± 0.16 ^b
V/M ₁ ₂	66.00 ± 4.94 ^d	965.58 ± 64.15 ^b	7.85 ± 0.62 ^d	14.45 ± 0.43 ^b	2.00 ± 0.00	8.51 ± 0.34 ^b	0.22 ± 0.00	5.09 ± 0.19 ^c	2.89 ± 0.19 ^d
V/M ₂ ₁	81.55 ± 2.12 ^b	791.36 ± 53.05 ^c	39.80 ± 1.56 ^b	9.68 ± 0.63 ^d	2.00 ± 0.00	7.04 ± 0.59 ^c	0.24 ± 0.01	6.87 ± 0.19 ^a	7.67 ± 0.18 ^a
V/M ₂ ₂	71.50 ± 4.04 ^c	1,431.14 ± 60.08 ^a	9.85 ± 0.62 ^c	19.93 ± 0.29 ^a	2.00 ± 0.00	15.58 ± 0.84 ^a	0.28 ± 0.01	5.91 ± 0.09 ^b	3.83 ± 0.20 ^c
V/T ₁ ₁	80.00 ± 6.01	1,054.34 ± 67.19	26.96 ± 0.82	13.65 ± 0.66 ^d	2.00 ± 0.00	8.88 ± 0.80 ^d	0.18 ± 0.01	5.95 ± 0.38	3.08 ± 0.47
V/T ₁ ₂	82.87 ± 8.78	1,229.71 ± 184.56	28.03 ± 1.50	15.35 ± 0.31 ^b	2.00 ± 0.00	10.42 ± 0.58 ^c	0.21 ± 0.01	6.60 ± 0.27	4.39 ± 0.47
V/T ₁ ₃	73.12 ± 4.77	837.87 ± 75.09	25.38 ± 1.27	11.64 ± 0.37 ^e	2.00 ± 0.02	6.60 ± 0.36 ^e	0.20 ± 0.02	5.88 ± 0.41	4.07 ± 0.37
V/T ₁ ₄	78.50 ± 4.83	850.27 ± 99.36	26.72 ± 0.44	10.84 ± 0.59 ^f	2.00 ± 0.00	6.26 ± 0.32 ^f	0.19 ± 0.01	5.48 ± 0.37	4.28 ± 0.63
V/T ₁ ₅	79.75 ± 5.74	851.30 ± 59.44	25.91 ± 0.97	10.91 ± 0.36 ^{ef}	2.00 ± 0.00	6.41 ± 0.29 ^f	0.18 ± 0.01	5.55 ± 0.17	3.74 ± 0.54
V/T ₂ ₁	76.25 ± 2.53	1,087.49 ± 52.64	24.41 ± 0.94	14.41 ± 0.52 ^c	2.00 ± 0.00	11.00 ± 0.48 ^{bc}	0.24 ± 0.00	6.48 ± 0.44	5.30 ± 0.16
V/T ₂ ₂	80.87 ± 1.89	1,339.06 ± 62.35	25.68 ± 0.67	16.73 ± 0.49 ^a	2.00 ± 0.00	12.88 ± 0.37 ^a	0.28 ± 0.01	6.77 ± 0.06	6.45 ± 0.73
V/T ₂ ₃	74.12 ± 5.36	1,070.22 ± 93.34	25.29 ± 2.58	14.68 ± 0.27 ^{bc}	2.00 ± 0.00	11.99 ± 2.13 ^{ab}	0.26 ± 0.00	6.20 ± 0.42	5.29 ± 0.69
V/T ₂ ₄	75.12 ± 5.27	1,067.18 ± 121.33	24.36 ± 0.92	14.65 ± 0.38 ^{bc}	2.00 ± 0.00	10.79 ± 0.35 ^{bc}	0.26 ± 0.00	6.12 ± 0.29	6.05 ± 0.15
V/T ₂ ₅	76.25 ± 3.38	992.30 ± 116.91	24.37 ± 0.96	13.57 ± 0.89 ^d	2.00 ± 0.00	9.89 ± 0.75 ^d	0.26 ± 0.01	6.37 ± 0.17	5.65 ± 0.84
M/T ₁ ₁	84.25 ± 0.50	808.85 ± 33.60 ^e	41.73 ± 0.31	9.51 ± 0.42 ^s	2.00 ± 0.00	6.61 ± 0.29 ^f	0.18 ± 0.02 ^d	7.37 ± 0.57 ^a	5.54 ± 0.33
M/T ₁ ₂	88.50 ± 1.68	973.32 ± 35.46 ^{cd}	43.64 ± 0.88	10.98 ± 0.23 ^e	2.00 ± 0.00	7.76 ± 0.34 ^e	0.21 ± 0.01 ^c	6.91 ± 0.26 ^b	7.01 ± 0.75
M/T ₁ ₃	83.25 ± 0.87	842.03 ± 33.58 ^{de}	42.68 ± 3.51	10.05 ± 0.49 ^{fs}	2.00 ± 0.02	6.90 ± 0.37 ^{ef}	0.20 ± 0.01 ^c	6.58 ± 0.18 ^{bcd}	6.02 ± 0.58
M/T ₁ ₄	88.37 ± 1.75	930.88 ± 53.90 ^{che}	43.02 ± 0.97	10.53 ± 0.71 ^{ef}	2.00 ± 0.00	7.19 ± 0.51 ^{ef}	0.21 ± 0.01 ^c	6.30 ± 0.47 ^d	6.98 ± 0.74
M/T ₁ ₅	88.75 ± 3.01	832.85 ± 42.88 ^{de}	41.80 ± 1.43	9.40 ± 0.66 ^s	2.00 ± 0.00	6.44 ± 0.64 ^f	0.21 ± 0.01 ^c	6.75 ± 0.16 ^{bc}	5.97 ± 0.74
M/T ₂ ₁	72.00 ± 7.75	1,332.98 ± 84.57 ^b	9.65 ± 1.04	18.56 ± 0.76 ^b	2.00 ± 0.00	13.27 ± 0.92 ^b	0.24 ± 0.01 ^b	5.06 ± 0.21 ^e	2.83 ± 0.37

Table 2 Cont.

Interactions	Germination (%)	Seed vigor index	Germination index	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root number	Root length (cm)
M ₂ T ₂	75.25 ± 7.76	1,595.45 ± 177.44 ^a	10.07 ± 1.14	21.10 ± 0.47 ^a	2.00 ± 0.00	15.54 ± 0.58 ^a	0.29 ± 0.01 ^a	6.46 ± 0.11 ^{cd}	3.83 ± 0.49
M ₂ T ₃	64.00 ± 2.45	1,066.06 ± 40.15 ^c	7.99 ± 0.38	16.27 ± 0.87 ^c	2.00 ± 0.00	11.69 ± 1.71 ^c	0.25 ± 0.01 ^b	5.50 ± 0.21 ^e	3.34 ± 0.23
M ₂ T ₄	65.25 ± 4.84	986.57 ± 153.58 ^{cd}	8.06 ± 1.32	14.96 ± 0.48 ^d	2.00 ± 0.00	9.86 ± 0.38 ^d	0.24 ± 0.00 ^b	5.31 ± 0.10 ^e	3.36 ± 0.37
M ₂ T ₅	67.25 ± 9.54	1,010.75 ± 150.15 ^c	8.48 ± 1.24	15.08 ± 0.54 ^d	2.00 ± 0.00	9.86 ± 0.43 ^d	0.24 ± 0.01 ^b	5.17 ± 0.19 ^e	3.42 ± 0.28
F-test									
V × M	**	**	**	**	ns	**	ns	**	**
V × T	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns
M × T	ns	**	ns	**	ns	**	**	**	ns
SD									
V × M	10.63	249.98	17.57	4.20	1.86	0.01	3.71	0.04	0.75
V × T	5.49	181.24	1.61	1.93	1.15	0.01	2.41	0.04	0.50
M × T	10.93	252.49	17.14	4.02	1.63	0.01	3.08	0.03	0.82

Values followed by the same letters within each column are not significantly different according to Duncan's new multiple range test ($P < 0.05$), ns = not significantly different, ** highly significant different ($P < 0.01$) by Duncan's new multiple range test, V = rice varieties (V₁ = Tubtim Chumphae (TTCP), V₂ = DOA 2), M = germination test methods (M₁ = top of paper method, M₂ = in paddy soil method), T = *Trichoderma* concentrations (T₁ = untreated, T₂ = *Trichoderma* 0.25 g/1 kg seeds, T₃ = *Trichoderma* 0.50 g/1 kg seeds, T₄ = *Trichoderma* 0.75 g/1 kg seeds and T₅ = *Trichoderma* 1 g/1 kg seeds), SD = standard deviation

อิทธิพลของพันธุ์ข้าว วิธีการเพาะ และความเข้มข้น เชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญ เติบโตของต้นกล้าข้าว

การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว 2 พันธุ์ พบว่า ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ดัชนีความงอก ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยข้าวพันธุ์ ก.ว.ก. 2 มีดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ($1,111.26 \pm 54.69$) ความสูงต้น (14.81 ± 0.23 เซนติเมตร) ความยาวใบ (11.32 ± 0.53 เซนติเมตร) ความกว้างใบ (0.26 ± 0.01 เซนติเมตร) จำนวนราก (6.39 ± 0.12) และความยาวราก (5.75 ± 0.16 เซนติเมตร) มากกว่าข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพ ขณะที่ ข้าวพันธุ์ทับทิมชุมแพมีดัชนีความงอก (26.60 ± 0.32) สูงกว่าพันธุ์ ก.ว.ก. 2 สำหรับวิธีการทดสอบความงอกของข้าวอินดิคาและจาโปนิกา (พันธุ์ทับทิมชุมแพ และพันธุ์ ก.ว.ก. 2 ตามลำดับ) พบว่า เพอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ดัชนีความงอก ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยวิธีการเพาะเมล็ดบนกระดาษเพาะทำให้ข้าวมีเพอร์เซ็นต์ความงอก (86.63 ± 0.78 เพอร์เซ็นต์) ดัชนีความงอก (42.58 ± 0.81) จำนวนราก (6.79 ± 0.12)

และความยาวราก (6.31 ± 0.17 เซนติเมตร) สูงที่สุดในขณะที่วิธีการเพาะเมล็ดในดินนา พบว่า ข้าวมีดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบมากกว่าการเพาะบนกระดาษเพาะ

จากผลการศึกษาอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว พบว่า ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P < 0.01$ ขณะที่ ความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกที่ $P < 0.05$ โดยเมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากที่สุดเมื่อไม่ได้คลุกเมล็ดและที่คลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25, 0.75 และ 1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ขณะที่ เมล็ดข้าวมีความแข็งแรงของเมล็ดมากที่สุดเมื่อคลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม และเมล็ดข้าวที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม มีความสูงต้นมากที่สุด ต้นกล้าข้าวมีความยาวรากมากที่สุดเมื่อคลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25 และ 0.75 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ส่วนความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนราก พบว่า มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อคลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม (Table 3)

Table 3 The effects of different concentrations of *T. harzianum* and germination test methods on Indica and Japonica rice seed germination and seedling growth

Treatments	Germination (%)	Seed vigor index	Germination index	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root number	Root length (cm)
Rice varieties									
V ₁	78.85 ± 1.56	964.70 ± 26.08 ^b	26.60 ± 0.32 ^a	12.48 ± 0.21 ^b	2.00 ± 0.01	7.72 ± 0.16 ^b	0.20 ± 0.00 ^b	5.90 ± 0.19 ^b	3.92 ± 0.17 ^b
V ₂	76.53 ± 2.26	1,111.26 ± 54.69 ^a	24.83 ± 0.70 ^b	14.81 ± 0.23 ^a	2.00 ± 0.00	11.32 ± 0.53 ^a	0.26 ± 0.01 ^a	6.39 ± 0.12 ^a	5.75 ± 0.16 ^a
Germination test methods									
M ₁	86.63 ± 0.78 ^a	877.59 ± 19.03 ^b	42.58 ± 0.81 ^a	10.10 ± 0.32 ^b	2.00 ± 0.01	6.99 ± 0.26 ^b	0.21 ± 0.00 ^b	6.79 ± 0.12 ^a	6.31 ± 0.17 ^a
M ₂	68.75 ± 4.31 ^b	1,198.37 ± 61.59 ^a	8.86 ± 0.61 ^b	17.20 ± 0.32 ^a	2.00 ± 0.00	12.05 ± 0.49 ^a	0.26 ± 0.00 ^a	5.50 ± 0.11 ^b	3.36 ± 0.17 ^b
Trichoderma concentrations									
T ₁	78.12 ± 4.72 ^{ab}	1,070.92 ± 59.62 ^b	25.80 ± 1.59 ^{ab}	14.03 ± 0.68 ^b	2.00 ± 0.00	9.94 ± 1.29 ^b	0.22 ± 0.04 ^c	6.22 ± 0.47 ^b	4.19 ± 1.23 ^c
T ₂	81.87 ± 5.97 ^a	1,284.39 ± 140.29 ^a	26.86 ± 1.65 ^a	16.04 ± 0.83 ^a	2.00 ± 0.00	11.66 ± 1.39 ^a	0.25 ± 0.04 ^a	6.69 ± 0.20 ^a	5.43 ± 1.24 ^a
T ₃	73.63 ± 4.73 ^b	954.05 ± 146.88 ^c	25.34 ± 1.88 ^{ab}	13.17 ± 1.65 ^c	2.00 ± 0.02	9.30 ± 3.21 ^{bc}	0.23 ± 0.04 ^b	6.04 ± 0.42 ^{bc}	4.68 ± 0.83 ^{bc}
T ₄	76.81 ± 5.01 ^{ab}	958.73 ± 154.86 ^c	25.54 ± 1.42 ^{ab}	12.75 ± 2.09 ^{cd}	2.00 ± 0.00	8.53 ± 2.44 ^{cd}	0.23 ± 0.04 ^b	5.80 ± 0.46 ^c	5.17 ± 1.04 ^{ab}
T ₅	78.00 ± 4.74 ^{ab}	921.80 ± 114.25 ^c	25.14 ± 1.22 ^b	12.24 ± 1.56 ^d	2.00 ± 0.00	8.16 ± 1.94 ^d	0.23 ± 0.04 ^b	5.96 ± 0.47 ^{bc}	4.70 ± 1.21 ^{bc}
F-test									
V	ns	**	**	**	ns	**	**	**	**
M	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
T	*	**	*	**	ns	**	**	**	**
SD									
V	2.18	87.80	1.08	1.26	0.00	1.96	0.04	0.30	0.99
M	9.98	176.58	18.04	3.81	1.58	0.00	2.73	0.03	0.69
T	77.69	1,037.98	25.72	13.65	4.83	2.00	9.52	0.23	6.14
CV (%)	16.2	31.0	47.0	33.3	0.6	43.3	20.7	15.4	41.4
R ²	0.623	0.828	0.986	0.969	0.00	0.930	0.884	0.813	0.857

Values followed by the same letters within each column are not significantly different according to Duncan's new multiple range test (P < 0.05), ns = not significantly different, * significantly different (P < 0.05), ** highly significant different (P < 0.01) by Duncan's new multiple range test, V = rice varieties (V₁ = Tubtim Chumphae (TTCP), V₂ = DOA 2), M = germination test methods (M₁ = top of paper method, M₂ = in paddy soil method), T = *Trichoderma* concentrations (T₁ = untreated, T₂ = *Trichoderma* 0.25 g/1 kg seeds, T₃ = *Trichoderma* 0.50 g/1 kg seeds, T₄ = *Trichoderma* 0.75 g/1 kg seeds and T₅ = *Trichoderma* 1 g/1 kg seeds), SD = standard deviation, CV = coefficient of variation

การใช้ประโยชน์เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพื่อการกระตุ้นความงอกและเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้า มีรายงานการใช้ในพืชหลายชนิด ได้แก่ พริก กระจับปี่เขียว ข้าวสาลี และข้าว เป็นต้น (Mukhtar, 2008; Asaduzzaman *et al.*, 2010; Doni *et al.*, 2014; Al-Sharmani *et al.*, 2019; Anhar *et al.*, 2019) จากผลการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว โดยข้าวจาโปนิกา พันธุ์ ก.ว.ก. 2 ตอบสนองต่อเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้ดีที่สุดในลักษณะความสูงต้นกล้า ความยาวใบ และจำนวนราก ที่ความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้ง 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สอดคล้องกับผลการทดลองของ Doni *et al.* (2014) และ Anhar *et al.* (2019) ที่พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถกระตุ้นความงอกและเพิ่มความแข็งแรงของเมล็ดข้าว ขณะที่ Al-Askar *et al.* (2016) รายงานว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถผลิตฮอโมนที่มีคุณสมบัติเหมือนกับฮอโมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellic acid; GA₃) ที่สามารถกระตุ้นความงอกและการเจริญเติบโตของพืชได้ และมีรายงานจำนวนมากถึงประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ด ความสูงต้น และการเจริญเติบโตของพืช สอดคล้องกับ Bezuidenhout *et al.* (2012) ที่รายงานว่ เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถผลิตสารกลีโอกซินที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับฮอโมนจิบเบอเรลลิน ซึ่งฮอโมนจิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นความงอกและการเจริญเติบโตของพืชได้ อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในปริมาณมากเกินไปสามารถส่งผลยับยั้งความงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของพืชได้ (Hermosa *et al.*, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ ที่พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งที่ความเข้มข้น 0.50–1 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ส่งผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดข้าวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่คลุมเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ดังนั้น การใช้เชื้อรา

ไตรโคเดอร์มาในพืช จำเป็นต้องใช้ในอัตราที่เหมาะสมกับชนิดพืช อายุ และระยะการเจริญเติบโต รวมถึงจำเป็นต้องศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราไตรโคเดอร์มาและชนิดของพืชด้วย (Hermosa *et al.*, 2012)

อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และวิธีการทดสอบความงอกมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ดัชนีความงอก และความสูงต้นกล้า แสดงถึงความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลองมีการตอบสนองต่อวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน โดยข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความงอกและดัชนีความงอกสูงเมื่อเพาะบนกระดาษเพาะ ในขณะที่ ความสูงของต้นกล้าข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีความสูงมากขึ้นเมื่อเพาะในดินนา ในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการทดสอบความงอกและความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มามีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรงของเมล็ด ดัชนีความงอก และความสูงต้นกล้า แสดงว่าความเข้มข้นของเชื้อราไตรโคเดอร์มามีผลต่อการงอกและความสูงต้นกล้าที่แตกต่างกันเมื่อใช้วิธีการทดสอบความงอกที่แตกต่างกัน ผลการทดลอง พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกเมื่อเพาะบนกระดาษเพาะ ในขณะที่ เชื้อราไตรโคเดอร์มามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และความสูงต้นกล้าเมื่อเพาะในดินนา อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และความสูงต้นกล้าที่เพาะในดินนาเป็นอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพียงอย่างเดียว เนื่องจากในดินนามีธาตุอาหารที่ต้นกล้าสามารถใช้ในการเจริญเติบโตในระยะแรกทำให้ไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาหรือธาตุอาหารในดินต่อความสูงและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว ในขณะที่ Doni *et al.* (2017) รายงานว่า การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการคลุมเมล็ดทำให้ต้นกล้าข้าวมีระบบรากและการเจริญเติบโตที่ดีกว่าไม่คลุมเชื้อราไตรโคเดอร์มา ซึ่งจะช่วย

ทำให้ต้นกล้าข้าวมีโอกาสในการเจริญเติบโตในระยะแรกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การประยุกต์ใช้วิธีการคลุกเมล็ดข้าวด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบการผลิตข้าวที่มีการปลูกในรูปแบบการขังน้ำตลอดฤดูปลูกทำให้สภาพดินนาเป็นข้อจำกัดของการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นประโยชน์รวมถึงเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วย อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวระบบประณีต (SRI) เป็นระบบที่มีการจัดการดินและน้ำที่มีช่วงระยะเวลาในการไม่ขังน้ำในแปลง ทำให้สภาพดินในแปลงมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราไตรโคเดอร์มา โดย Khadka and Uphoff (2019) รายงานว่า การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบการผลิตข้าวแบบประณีตร่วมกับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว 31 เปอร์เซ็นต์ การคลุกเมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาในอัตราที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการปลูกข้าวแบบหว่านเมล็ดโดยตรงในรูปแบบการหว่านข้าวแห้ง และหว่านน้ำตม จะสามารถช่วยกระตุ้นให้มีอัตราความงอกและการเจริญเติบโตในระยะแรกได้ดีขึ้น ส่งผลให้ต้นข้าวมีความแข็งแรงและสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Doni *et al.* (2017) ที่แนะนำว่า การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบการผลิตข้าวแบบประณีตสามารถเพิ่มอัตราการงอก ความแข็งแรงของต้นกล้าข้าว และปริมาณคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารและการให้ผลผลิต

ของพืชได้ จากผลการทดลองนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งในการคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการหว่านในแปลงปลูกขนาดใหญ่ โดยตามอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ในวิธีการหว่านน้ำตมของกรมวิชาการเกษตร แนะนำให้ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 5–20 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น เกษตรกรสามารถประยุกต์ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้ง จำนวน 1.25–5 กรัมต่อไร่ ในการคลุกเมล็ดข้าวก่อนการหว่านเมล็ดพันธุ์

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว อินдикаและจาโปนิกาที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ทดสอบความงอกด้วยวิธีเพาะบนกระดาษเพาะ (Table 4) พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด (0.789; $P < 0.01$) และดัชนีความงอก (0.792; $P < 0.01$) ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับดัชนีความงอก (0.701; $P < 0.01$) และความสูงต้น (0.897; $P < 0.01$) ความสูงต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับความยาวใบ (0.842; $P < 0.01$) ในขณะที่ความยาวรากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับความกว้างใบ (0.856; $P < 0.01$)

Table 4 Pearson's correlation coefficients of seed germination and seedling growth of Indica and Japonica rice by top paper method

Characteristics	Germination	Seed vigor index	Germination index	Plant height	Leaf number	Leaf length	Leaf width	Root number
Seed vigor index	0.789**							
Germination index	0.792**	0.701**						
Plant height	0.441**	0.897**	0.441**					
Leaf number	0.084	0.091	0.105	0.073				
Leaf length	0.060	0.595**	0.070	0.842**	-0.023			
Leaf width	-0.583**	-0.404**	-0.603**	-0.152	-0.100	0.303		
Root number	-0.112	-0.102	-0.145	-0.081	-0.095	0.032	-0.028	
Root length	-0.522**	-0.204	-0.519**	0.094	-0.002	0.473**	0.856**	-0.055

** Correlation is significant at $P < 0.01$ (2-tailed)

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวอินดิกาและจาโปนิกา ที่ปลูกเชื้อราไตรโคเดอร์มาในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ทดสอบความงอกด้วยวิธีเพาะในดินนา (Table 5) พบว่า เพอร์เซ็นต์ความงอกมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด (0.756; $P < 0.01$) และดัชนีความงอก (0.930; $P < 0.01$) ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับดัชนีความงอก

ความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ (0.914, 0.892, 0.857 และ 0.776 ตามลำดับ; $P < 0.01$) ความสูงต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับความยาวใบ (0.938; $P < 0.01$) และความกว้างใบ (0.866; $P < 0.01$) ในขณะที่ ความยาวใบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับความกว้างใบ (0.847; $P < 0.01$) ความกว้างใบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกสูงกับจำนวนราก (0.765; $P < 0.01$)

Table 5 Pearson's correlation coefficients of seed germination and seedling growth of Indica and Japonica rice by soil method

Characteristics	Germination	Seed vigor index	Germination index	Plant height	Leaf number	Leaf length	Leaf width	Root number
Seed vigor index	0.756**							
Germination index	0.930**	0.914**						
Plant height	0.395*	0.892**	0.667**					
Leaf number	0.230	0.041	0.153	-0.076				
Leaf length	0.413**	0.857**	0.677**	0.938**	-0.103			
Leaf width	0.319*	0.776**	0.579**	0.866**	-0.232	0.847**		
Root number	0.301	0.642**	0.434**	0.650**	-0.177	0.614**	0.765**	
Root length	0.249	0.488**	0.387*	0.495**	-0.291	0.546**	0.676**	0.691**

* Correlation is significant at $P < 0.05$ (2-tailed), ** correlation is significant at $P < 0.01$ (2-tailed)

สรุป

เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจข้าวไทยที่ใช้ในการทดลองมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว โดยข้าวจาโปนิกาเจริญเติบโตได้ดีเมื่อคลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้ง ที่ความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะในดินนา ในขณะที่ ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่า เมล็ดข้าวที่คลุกเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งก่อนการเพาะที่ความเข้มข้น 0.25 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สามารถช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีค่าดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงขึ้น สามารถช่วยให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในแปลงปลูกมีการตั้งตัวในระยะแรกได้ดี ดังนั้น จากผลของการทดลองนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับ

การปรับใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดผงแห้งในการคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการหว่านในแปลงปลูกขนาดใหญ่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี ตลอดจนโรงเรือนที่ใช้ในการทดลองและห้องปฏิบัติการฯ และขอขอบคุณนักวิจัยและผู้ช่วยวิจัยสถานีวิจัยลำตะคอง และนักศึกษาฝึกงานจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13: 630–633.
- Al-Askar, A.A., A.S. Ezzat, K.M. Ghoneem and W.I.A. Saber. 2016. *Trichoderma harzianum* WKY5 and its gibberellic acid control of *Rhizoctonia solani*, improve sprouting, growth and productivity of potato. *Egypt. J. Biol. Pest Control.* 26(4): 787–796.
- Al-Sharmani, H.R., H.H. Al-Kalabi and A.N. Al-Abedy. 2019. Efficacy of rice husks compost and *Trichoderma harzianum* on *Rhizoctonia solani* and its effect on seeds germination and seedling health. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 388: 012002.
- Anhar, A., N.P. Sari, L. Advinda, D.H. Putri and D. Handayani. 2019. Effect of the indigenous *Trichoderma* application on germination of black glutinous rice seed. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1317: 012065.
- Anis, M., M.J. Zaki and M.W. Abbasi. 2013. Effect of seed coating with *Trichoderma* species on colonization of *Macrophomina phaseolina* and the growth of sunflower under field conditions. *Int. J. Biol. Biotech.* 10(2): 207–212.
- Asaduzzaman, M., M.J. Alam and M.M. Islam. 2010. Effect of *Trichoderma* on seed germination and seedling parameters of chili. *J. Sci. Foundation.* 8(1–2): 141–150.

- Bezuidenhout, J., L.V. Rensburg and P.J.V. Rensburg. 2012. Molecular similarity between gibberellic acid and gliotoxin: unravelling the mechanism of action for plant growth promotion by *Trichoderma harzianum*. J. Agric. Sci. Technol. B. 2: 703–712.
- Chamswarn, C., W. Intanoo and T. Kumchang. 2001. Efficacy of various formulations of *Trichoderma harzianum* for controlling stem rot of yardlong bean caused by *Sclerotium rolfsii*, pp. 236–242. In Proc. the 39th Kasetsart University Annual Conference, 5–7 February 2001. (in Thai)
- Doni, F., C.R.C. Mohd Zain, A. Isahak, F. Fathurrahman, N. Sulaiman, N. Uphoff and W.M.W. Yusoff. 2017. Relationships observed between *Trichoderma* inoculation and characteristics of rice grown under System of Rice Intensification (SRI) vs. conventional methods of cultivation. Symbiosis. 72: 45–59.
- Doni, F., I. Anizan, C.M.Z. Che Radziah, A.H. Salman, M.H. Rodzihan and W.M.W. Yusoff. 2014. Enhancement of rice seed germination and vigour by *Trichoderma* spp. Res. J. App. Sci. Eng. Technol. 7(21): 4547–4552.
- Hermosa, R., A. Viterbo, I. Chet and E. Monte. 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology. 158: 17–25.
- Intana, W., A. Promwee and P. Yenjit. 2018. Increasing the efficacy to control narrow brown spot of rice using combination of *Trichoderma asperellum* NST-009 and *Bacillus subtilis* NST-002. Agricultural Sci. J. 49(2): 147–159. (in Thai)
- Islam, M.S., M.A. Rahman, S.H. Bulbul and M.F. Alam. 2011. Effect of *Trichoderma* on seed germination and seedling parameters in chili. Int. J. Expt. Agric. 2(1): 21–26.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2014. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Khadka, R.B. and N. Uphoff. 2019. Effects of *Trichoderma* seedling treatment with System of Rice Intensification management and with conventional management of transplanted rice. PeerJ. 7: e5877.
- Khan, A.A., A.P. Sinha and Y.P.S. Rathi. 2005. Plant growth promoting activity of *Trichoderma harzianum* on rice seed germination and seedling vigor. Indian J. Agric. Res. 39(4): 256–262.
- Kumar, V., M. Shahid, M. Srivastava, A. Singh, S. Pandey and A. Sharma. 2014. Enhancing seed germination and vigor of chickpea by using potential and effective strains of *Trichoderma* species. Virol. & Mycol. 3(2): 128.

- Mukhtar, A. 2008. Influence of *Trichoderma* species on seed germination in okra. Mycopath. 6(1-2): 47-50.
- Saengkai, K., S. Amkha and P. Rungcharoenthong. 2017. Efficacy *Trichoderma asperellum* CB-Pin-01 and calcium silicate to seed germination and control stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* in *Capsicum annuum* cv. 'Bangchang'. Thaksin. J. 20(3): 86-94. (in Thai)
- Soyyot, P., T. Pongkumpun, J. Boonrawd, D. Thawornchareon and J. Sreesaeng. 2019. Efficiency of *Trichoderma* fungus and growing media on growth of *Dendrobium Sonia* "Red Joe" derived from tissue culture. Agricultural Sci. J. 50(1): 10-22. (in Thai)
- Umadi, S.S., Sumadi and D.S. Sobarna. 2018. The effect of seed coating with *Trichoderma* sp. and application of bokashi fertilizer to the quality of soybean (*Glycine max.* L) seed. Jurnal Biodjati. 3(2): 110-117.
- Vinale, F., K. Sivasithamparam, E.L. Ghisalberti, R. Marra, M.J. Barbetti, H. Li, S.L. Woo and M. Lorito. 2008. A novel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. Physiol. Mol. Plant Pathol. 72: 80-86.