

## การเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตข้าวหอมnilในสภาพถังปลูก

### Efficacious Enhancement for Yielding of *Oryza sativa* L. c. v. Hom – Nil under Container Condition

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย<sup>1,\*</sup> และ ฉัตรชัย ศรีมลา<sup>2</sup>  
Nitipat Pattanachatchai<sup>1,\*</sup> and Chatchai Srimala<sup>2</sup>

<sup>1</sup> โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>2</sup> โปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>1</sup> Program of Agriculture, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University, Surin 32000

<sup>2</sup> Program of Business Administration, Faculty of Management Science, Surindra Rajabhat University, Surin 32000

รับเรื่อง: สิงหาคม 2559 Received: August 2016

รับตีพิมพ์: กันยายน 2559 Accepted: September 2016

\* Corresponding author: pattanachatchai@gmail.com

**ABSTRACT:** Enhancement of rice yield for enough consumption in rainfed area with low fertility soil constraint in Surin province was the important for farmers living. The purposes of this research were to study, develop and disseminate methods of yield enhancement of toxic substance free Hom-Nil rice under container condition to related organizations. The experiments were divided into 2 experiments. Experiment 1 was carried out through Completely Randomized Design (CRD) with nine methods of yield enhancement and was replicated six times. The first three yield enhancement methods which gave the highest yield were 1) upland rice growing method + [18–0–6 + H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> 1.41g/pot 20 days after germination (DAG)] + [46–0–0 + H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> 0.80g/pot at maximum tillering stage and panicle initiation stage] 2) upland rice growing method + [16–16–8 4.30g/pot 20 DAG + 46–0–0 1.84g/pot 50 DAG] and 3) SRI growing method + [16–16–8 4.30g/pot 15 days after transplanting (DAT) + [46–0–0 1.84g/pot 35 DAT]. Experiment 2 was carried out through Completely Randomized Design (CRD) with four developed methods and was replicated ten times. It was found that SRI growing method with 2 hills/pot + [16–16–8 4.30 g/pot + H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> 4.30g/pot 10 DAT + 46–0–0 1.84g/pot + H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> 1.84g/pot 40 DAT] gave the highest average yield. In addition, comparison of average yield between 2 experiments revealed that three growing methods in experiment 1 which gave the highest yield were recommended for yield enhancement under container condition. The participants were trained about yield enhancement method showed their knowledge, understanding and knowledge adoption after training at high level.

**Keywords:** Yielding, Hom-Nil, Container, Surin

## บทคัดย่อ

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวให้มีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภคในพื้นที่ปลูกนอกเขตชลประทานซึ่งมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในจังหวัดสุรินทร์ เป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของเกษตรกร วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษา พัฒนา และเผยแพร่องค์ความรู้ของวิธีการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมนิลปลอดสารพิษในสภาพถังปลูกสู่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการวิจัยออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 9 สิ่งทดลอง ทำ 6 ซ้ำ เพื่อศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตที่มีองค์ประกอบจากวัสดุการผลิตพืชที่มีในท้องถิ่น พบว่า 3 วิธีการที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดตามลำดับ ได้แก่ 1) วิธีปลูกแบบไร่ + ปุ๋ยเคมี 18-0-6 + ออร์โทซิลิคอน 1.41 กรัม/ถังปลูก 20 วันหลังข้าวออก + ปุ๋ยเคมี 46-0-0 + ออร์โทซิลิคอน 0.80 กรัม/ถังปลูก ระยะข้าวแตกกอสูงสุด และระยะกำเนิดช่อดอก 2) วิธีปลูกแบบไร่ + ปุ๋ยเคมี 16-16-8 4.30 กรัม/ถังปลูก 20 วันหลังข้าวออก + ปุ๋ยเคมี 46-0-0 1.84 กรัม/ถังปลูก 50 วันหลังข้าวออก และ 3) วิธีการปลูกแบบประณีต + ปุ๋ยเคมี 16-16-8 4.30 กรัม/ถังปลูก หลังย้ายกล้า 15 วัน + ปุ๋ยเคมี 46-0-0 1.84 กรัม/ถังปลูก หลังย้ายกล้า 35 วัน และการทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 4 สิ่งทดลอง ทำ 10 ซ้ำ เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่มผลผลิตจากการบูรณาการวิธีการที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 3 ลำดับแรกจากการทดลองที่ 1 พบว่า วิธีปลูกแบบประณีต จำนวน 2 หลุม/ถังปลูก + ปุ๋ยเคมี 16-16-8 4.30 กรัม/ถังปลูก + ออร์โทซิลิคอน 4.30 กรัม/ถังปลูก หลังย้ายกล้า 10 วัน + ปุ๋ยเคมี 46-0-0 1.84 กรัม/ถังปลูก + ออร์โทซิลิคอน 1.84 กรัม/ถังปลูก หลังย้ายกล้า 40 วัน] เป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อถังปลูกของทั้ง 2 การทดลอง พบว่า วิธีการปลูกที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดจาก 3 ลำดับแรกของการ

ทดลองที่ 1 มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตข้าวหอมนิลในสภาพถังปลูกมากกว่าทุกวิธีการปลูกจากการทดลองที่ 2 และยังพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมในเรื่องดังกล่าวมีระดับความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้หลังการอบรมอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** การให้ผลผลิต, หอมนิล, ถังปลูก, สุรินทร์

## บทนำ

การปลูกข้าวในดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำในจังหวัดสุรินทร์มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 42.66 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่ดินที่เหมาะสมดีสำหรับปลูกข้าวมีเพียงร้อยละ 13.60 ของพื้นที่ทั้งหมด (Surin Rice Research Center, 2012) ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายที่มีเนื้อดินลึก มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.0-6.0 มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำตามธรรมชาติ การระบายน้ำเร็ว หรือค่อนข้างเร็วในฤดูฝน (Arunin, 1988) ผลผลิตข้าวเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 301-400 กิโลกรัมต่อไร่ (Surin Rice Research Center, 2012) ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Gypmantasiri *et al.* (2003) ที่ระบุว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในจังหวัดสุรินทร์อยู่ที่ 387 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวตามแบบแผนในสภาพนาก่อให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวหลายประการ เนื่องจากข้าวไม่ใช่พืชน้ำ การปล่อยน้ำให้ท่วมขังแปลงนาตลอดเวลาที่มีผลต่อการพัฒนา และการทำงานของรากข้าว (Yamada and Ota, 1961) เพราะเมื่อรากอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง จะเกิดการขาดออกซิเจนในดินอย่างรุนแรง ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของข้าว เพราะข้าวต้องการออกซิเจนในการหายใจ และการดูดธาตุอาหาร (Ponnamperuma, 1975) ในขณะที่การปลูกข้าวในสภาพไร่ซึ่งดินอยู่ในสภาพที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า เนื่องจากการ

แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนโดยการแพร่ และการแลกเปลี่ยนระหว่างช่องว่างในดิน และบรรยากาศ (Thang, 2006) รากของข้าวในสภาพดังกล่าวโดยปกติแล้วจะมีความยาวมากกว่าเพื่อช่วยในการดูดน้ำ และธาตุอาหารพืชในชั้นดินที่ระดับลึก (Colmer, 2003)

การเพิ่มผลผลิตข้าวโดยไม่เพิ่มปัจจัยการผลิต เพียงแต่ปรับเปลี่ยนวิธีการปลูก เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึงร้อยละ 25–50 และลดปริมาณการใช้น้ำได้ถึงร้อยละ 40–50 (Wongbun and Chairin, 2007) นั้นสามารถทำได้โดยวิธีปลูกข้าวด้วยระบบประณีต เนื่องจากการจำกัดน้ำตามหลักการของระบบประณีตส่งเสริมการพัฒนาของรากข้าวลงสู่ระดับหน้าตัดดินได้ลึกกว่า โดยมีปริมาณของรากที่ระดับความลึก 30–50 เซนติเมตรมากกว่าการปลูกข้าวที่มีน้ำขังตลอดเวลา (Bhuiyan *et al.*, 1995; Won *et al.*, 2005) ซึ่งเกษตรกรจากกลุ่มเกษตรกรธรรมชาติตำบลหมอ อำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์ ที่ใช้ระบบการปลูกข้าวแบบประณีตในพื้นที่นอกเขตชลประทาน ได้ผลผลิตข้าวถึง 720 กิโลกรัมต่อไร่ จากเดิมที่เคยได้ผลผลิตเพียง 400–500 กิโลกรัมต่อไร่ (Hutaphaet, 2007) ซึ่งการปลูกข้าวด้วยระบบประณีตให้ได้ผลดีกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยให้ผลผลิตสูงถึง 700 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากมีจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดที่สูงกว่าการปลูกข้าวตามแบบแผน (Nieuwenhuis *et al.*, 2008)

ซิลิคอน เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบในส่วนของเซลล์ulos ของผนังเซลล์ ทำให้ลำต้นพืชตั้งตรง ซึ่งข้าวเป็นพืชที่มีความสามารถในการดูดซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) ที่เป็นไดออกไซด์ของซิลิคอนจากดินมาใช้เป็นปริมาณมาก และซิลิกาสะสมในพืชในรูปของ  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน (Chaiwat, 2005) ในขณะที่รูปของซิลิคอนในสารละลายดินอยู่ในรูปของกรดซิลิซิก ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ) (Epstein, 2001) เนื่องจากข้าวเป็นตัวอย่างของพืชที่สะสมซิลิคอน โดยมีปริมาณสะสมในยอดสูงถึงร้อยละ 10 ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณธาตุ

อาหารหลักหลายเท่า (Ma and Takahashi, 2002) ซิลิคอนที่ถูกดูดเข้าไปในลำต้นข้าว มีความสำคัญต่อการช่วยให้ใบตั้งขึ้น ปรับปรุงความแข็งแรงของลำต้น จึงช่วยลดการหักล้ม (Mengel *et al.*, 2001) มีการประเมินว่าธาตุซิลิคอนถูกนำออกจากพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 8–48 กิโลกรัมต่อไร่ ในแต่ละรอบการเพาะปลูก การขาดแคลนซิลิคอนในดินในรูปที่เป็นประโยชน์ (ละลายน้ำได้) ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ในดินลดลง เนื่องจากซิลิคอนมีบทบาทในการควบคุมการพัฒนาของระบบรากพืช เพิ่มความต้านทานต่อความเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Wangnai, 2011) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวหอมนิลด้วยการใช้วัสดุการผลิตพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นร่วมกับการเลือกวิธีปลูกที่เหมาะสมที่สุดในสภาพถักปลูก และเผยแพร่ข้อค้นพบดังกล่าวสู่กลุ่มเป้าหมายสำหรับการเพิ่มผลผลิตข้าวหอมนิลเพื่อการปลูกนอกสภาพไร่

## อุปกรณ์ และวิธีการ

### การทดลองที่ 1

มีวิธีการปลูก 3 แบบคือ วิธีการปลูกแบบปักดำใช้ต้นกล้าข้าวหอมนิลอายุ 25 วัน ปลูกตำแหน่งกลางถึงปลูก ถึงละ 1 หลุม ๆ ละ 3 ต้น ปล่อยน้ำท่วมขังผิววัสดุปลูกสูง 10 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต และระบายน้ำที่ท่วมขังออกจนหมดก่อนวันเก็บเกี่ยว 10 วัน วิธีการปลูกแบบไร้โดยการหยอดเมล็ดข้าวแห้งหลุมละ 3 เมล็ด จำนวน 1 หลุมต่อถึงปลูกให้น้ำปริมาณ 5 ลิตรต่อถึงปลูกต่อครั้ง ทุก ๆ 2 วัน โดยไม่ปล่อยให้น้ำท่วมผิววัสดุปลูก และวิธีการปลูกแบบประณีตใช้ต้นกล้าอายุ 11 วันปลูกตำแหน่งกลางถึงปลูก ๆ ละ 1 ต้น โดยให้น้ำปริมาณ 10 ลิตรต่อถึงปลูกต่อครั้ง ทุก ๆ 4 วัน โดยไม่ขังน้ำให้ท่วมผิววัสดุปลูก เมื่อข้าวเริ่มออกรวงจึงขังน้ำท่วมผิววัสดุปลูก 2 เซนติเมตร และระบายน้ำที่ท่วมขังออกจนหมด 7 วันก่อนวันเก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกวิธีการเพิ่มผลผลิตที่เหมาะสมที่สุด จำนวน 3 วิธีการตามปริมาณผลผลิตที่ได้รับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 9 วิธีการ แต่ละวิธีการทำ 6 ซ้ำ ๆ ละ 2 ถังปลูก ระหว่างเดือนธันวาคม 2556 – มีนาคม 2557 ซึ่งแต่ละวิธีการมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

**วิธีการที่ 1** ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบปักดำ ใช้ต้นกล้าอายุ 25 วัน ปลูกถึงละ 1 หลุม ๆ ละ 3 ต้น ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมการข้าวสำหรับดินร่วนปนทราย พันธุ์ข้าวไม่ไวแสง โดยให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 35 กก./ไร่ (4.30 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังปักดำ 15 วัน) และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กก./ไร่ (1.84 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังปักดำ 35 วัน)

**วิธีการที่ 2** ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบข้าวไร่ โดยวิธีการหยอดเมล็ดข้าวแห้งหลุมละ 3 เมล็ด ปลูก 1 หลุมต่อถังปลูก ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมการข้าวสำหรับดินร่วนปนทราย พันธุ์ข้าวไม่ไวแสง โดยให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 35 กก./ไร่ (4.30 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังข้าวงอก 20 วัน) และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กก./ไร่ (1.84 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังข้าวงอก 50 วัน)

**วิธีการที่ 3** ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบประณีต อายุกล้า 11 วัน ปลูกถึงละ 1 หลุม ๆ ละ 1 ต้น ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมการข้าวสำหรับดินร่วนปนทราย พันธุ์ข้าวไม่ไวแสงโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 35 กก./ไร่ (4.30 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 15 วัน) และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กก./ไร่ (1.84 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 35 วัน)

**วิธีการที่ 4** ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบปักดำดังเช่นวิธีการที่ 1 + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังปักดำ 15 วัน) และ

ออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังปักดำ 35 วัน)

**วิธีการที่ 5** ปลูกข้าวหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบข้าวไร่ดังเช่นวิธีการที่ 2 + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังข้าวงอก 20 วัน) และออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังข้าวงอก 50 วัน)

**วิธีการที่ 6** ปลูกข้าวหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบประณีตดังเช่นวิธีการที่ 3 + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 17.5 กก./ไร่ (2.15 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 15 วัน) และออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 7.5 กก./ไร่ (0.92 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 35 วัน)

**วิธีการที่ 7** ปลูกข้าวหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบปักดำดังเช่นวิธีการที่ 1 + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 18-0-6 อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังปักดำ 15 วัน) + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 6.5 กก./ไร่ (0.80 กก./ถังปลูก) ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 6.5 กก./ไร่ (0.80 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 และ 3 ระยะแตกกอสูงสุด และระยะกำเนิดช่อดอกตามลำดับ)

**วิธีการที่ 8** ปลูกข้าวหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบข้าวไร่ ดังเช่นวิธีการที่ 2 + ออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 18-0-6 อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังข้าวงอก 20 วัน) + ออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 6.5 กก./ไร่

(0.80 กก./ถังปลูก) ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 6.5 กก./ไร่ (0.80 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 และ 3 ระยะแตกกอสูงสุด และระยะกำเนิดช่อดอกตามลำดับ)

**วิธีการที่ 9** ปลูกข้าวหอมนิลตามวิธีการปลูกแบบประณีตดังเช่นวิธีการที่ 3 + ออร์โทซิลิคอนในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 18-0-6 อัตรา 11.5 กก./ไร่ (1.41 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 15 วัน) + ออร์โทซิลิคอน ในรูป  $H_4SiO_4$  อัตรา 6.5 กก./ไร่ (0.80 กก./ถังปลูก) ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 6.5 กก./ไร่ (0.80 กก./ถังปลูก) (ครั้งที่ 2 และ 3 ระยะแตกกอสูงสุด และระยะกำเนิดช่อดอกตามลำดับ)

## การทดลองที่ 2

วิธีการปลูกแบบไร่โดยการหยอดเมล็ดข้าวแห้งจำนวน 3 เมล็ดต่อหลุมจำนวน 2 และ 3 หลุมต่อถังปลูกตามลำดับระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร กำหนดปริมาณและความถี่ในการให้น้ำเช่นเดียวกับวิธีการปลูกแบบไร่ในการทดลองที่ 1 และวิธีการปลูกแบบประณีต โดยใช้ต้นกล้าอายุ

11 วัน ปลูกตำแหน่งกลางถังปลูกถังละ 2 และ 3 หลุม ๆ ละ 1 ต้น ตามลำดับ โดยใช้ถังปลูกใหม่ขนาดเท่าเดิม และดินปลูกจากแหล่งเดียวกันผสมมูลโคอัตรา 100 กรัมต่อถังปลูก อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดบางค่าสังเกต ได้แก่ คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD502 Plus, มินอลต้า, ประเทศญี่ปุ่น) ตราชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่งยี่ห้อ Ohaus รุ่น Adventurer ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา และเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการเฉพาะวิธีการที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก จากการทดลองที่ 1 ให้เป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตใหม่ ที่มีองค์ประกอบของวิธีการที่มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น จำนวน 4 วิธีการ และทดลองใช้กับเมล็ดพันธุ์ข้าวชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ระหว่างเดือน เมษายน 2557 - กรกฎาคม 2557 ทั้งนี้ เพื่อคัดเลือกเฉพาะวิธีการเพิ่มผลผลิตที่ได้จากการบูรณาการดังกล่าว ซึ่งมีความเหมาะสมที่สุดเพียงวิธีการเดียว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 วิธีการ แต่ละวิธีการทำ 10 ซ้ำ ๆ ละ 2 ถังปลูก ซึ่งแต่ละวิธีการมีองค์ประกอบดังแสดงใน (Table 1)

**Table 1** Components of efficacious enhancement method integrated from the first experiment

New integrated method	Method of growing	Amount and period of silicic acid (H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> ) application	Fertilizer ratio and period of application
Integrated method 1	*Upland rice growing 3 seeds/hill, 2 hills/pot with 25 cm spacing	2.82 g/pot 15 days after germination and 1.60 g/pot at maximum tillering stage and panicle initiation stage	***18-0-6 2.82 g/pot 15 days after germination 46-0-0 1.60 g/pot at maximum tillering stage and panicle initiation
Integrated method 2	*Upland rice growing, 3 seeds/hill, 3 hills/pot with 25 cm spacing	2.82 g/pot 15 days after germination and 1.60 g/pot at maximum tillering stage and panicle initiation stage	***18-0-6 2.82 g/pot 15 days after germination 46-0-0 1.60 g/pot at maximum tillering stage and panicle initiation
Integrated method 3	**System of rice intensification (SRI) growing, 11 days seedling, 1 seedling/hill, 2 hills/pot with 25 cm spacing	4.30 g/pot 10 days after transplanting and 1.84 g/pot 40 days after transplanting	****16-16-8 4.30g/pot 10 days after transplanting and 46-0-0 1.84g/pot 40 days after transplanting
Integrated method 4	**System of rice intensification (SRI) growing, 11 days seedling, 1 seedling/hill, 3 hills/pot with 25 cm spacing	4.30 g/pot 10 days after transplanting and 1.84 g/pot 40 days after transplanting	****16-16-8 4.30 g/pot 10 days after transplanting and 46-0-0 1.84 g/po 40 days after transplanting

Remark:

\*Soil moisture was maintained at field capacity throughout growing period

\*\*Soil moisture was maintained at field capacity throughout growing period and flooded 2 centimeters at boosting stage. Water was drained at 7 days before harvesting

\*\*\*Fertilizers were applied according to soil analysis recommended by Department of Rice

\*\*\*\*Fertilizers were applied following Department of Rice recommendation for sandy loam soil and non-photosensitive rice variety



ลักษณะที่ทำการศึกษารวมทั้ง 2 การทดลอง ได้แก่ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตต่อกอ และผลผลิตต่อถังปลูก (เฉพาะการทดลองที่ 2) ตรวจสอบข้อมูลดิบของทุกลักษณะที่ทำการศึกษิตตามข้อกำหนดเบื้องต้นก่อนที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 11

การเผยแพร่ความรู้ การเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตข้าวหอมมะลิในสภาพถังปลูกได้ดำเนินการโดยคัดเลือกจากวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก (ถัง) ได้เฉลี่ยสูงสุดที่ได้จากการทดลองที่ 2 เพื่อนำมาใช้ในการอบรมถ่ายทอดความรู้ ให้แก่กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจงซึ่งวิธีการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้พิจารณาจากเงื่อนไขในการคัดเลือกดังนี้ 1) กรณีเกษตรกรต้องเป็นผู้ประกอบอาชีพทำนามาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี 2) กรณีบุคลากรในสถานศึกษา และองค์การบริหารส่วนตำบล พิจารณาจากผู้ที่มีสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร หรือปฏิบัติงานด้านการส่งเสริมการเกษตร และพร้อมที่จะเรียนรู้กระบวนการทดลองแบบใหม่ เพื่อพัฒนาการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร 3) กรณีผู้ที่สนใจทั่วไปคัดเลือกจากผู้ที่มีความสนใจและมีความต้องการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อนำไปประกอบอาชีพ หรือเพื่อการยังชีพในอนาคต จำนวน 30 ราย ประกอบด้วยเกษตรกร จำนวน 15 ราย บุคลากรในสถานศึกษาระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา จำนวน 2 โรงเรียน ๆ ละ 3 ราย บุคลากรในองค์การบริหารส่วนตำบลจำนวน 4 ราย และผู้สนใจแต่ไม่มีอาชีพหลักในการทำนา จำนวน 5 ราย เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจ ความรู้ และการนำความรู้ไปใช้ซึ่งพัฒนาขึ้นจากการประมวลผลงานวิจัยที่มีมาก่อนและได้ผ่านการพิจารณาตรวจสอบแบบ

ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่เป้าหมาย คำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเท่ากับ 0.88 จากนั้นนำผลการทดลองใช้ มาปรับปรุงแบบประเมินให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

## ผลการทดลอง และวิจารณ์

### การทดลองที่ 1

จำนวนเมล็ดดีต่อรวงและจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย จากวิธีการที่ 8 มีจำนวนเมล็ดสูงที่สุด (Table 2) เนื่องจาก ระดับความชื้นของดินปลูกอยู่ในระดับความจุความชื้นสนามตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตจึงช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพให้รากยึดยาวออกไปเพื่อดูดซึมน้ำที่ระดับความลึกของดินได้มากกว่า (Colmer, 2003) ในขณะที่การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 18-0-6 ซึ่งมีสัดส่วนของธาตุอาหารหลักเป็นไปตามค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในระยะที่ข้าวแตกกอสูงสุด และในระยะกำเนิดช่อดอก เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Kulnuch (2012) ที่พบว่า การให้ปุ๋ยเคมีแก่ข้าวเมื่อเข้าสู่ระยะตั้งท้องแล้วจำนวนเมล็ดจะคงที่ สำหรับบอร์โทซิลิคอนมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของช่อดอกย่อยที่สมบูรณ์ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิคอน (Ma and Takahashi, 2002) นอกจากนี้ยังแสดงบทบาททางอ้อมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบเนื่องจากการตั้งของใบ (Epstein, 2001)

จำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยต่อรวงต่ำที่สุดเป็นผลจากวิธีการที่ 4 และวิธีการที่ 9 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากทั้ง 2 วิธีปลูก พบว่า มีจำนวนหน่อเฉลี่ยต่อกอค่อนข้างต่ำ (Table 2) อาจเป็นผลให้ปริมาณอินทรีย์สารที่สังเคราะห์ได้จากใบมีปริมาณเพียงพอต่อการเติมเมล็ด เนื่องจากไม่ต้องแบ่งส่วนไปสู่หน่อใหม่ ในขณะที่

ออริโทซิลิคอนที่ให้เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีทั้ง 2 สูตร ปริมาณครึ่งหนึ่ง ยังมีผลต่อการลดลงของจำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ghanbari-Malidareh (2011) ที่พบว่า การให้ซิลิคอนร่วมกับ ไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อจำนวนเมล็ดลีบที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การให้เฉพาะซิลิคอน มีผลต่อจำนวนเมล็ดลีบเฉลี่ยต่ำที่สุด

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุดจากวิธีการ ที่ 1 2 และ 8 แสดงให้เห็นว่าวิธีการปลูกทั้ง 2 แบบแรกซึ่งได้รับปุ๋ยเคมีสูตรเดียวกันเป็นปริมาณเท่ากัน และในระยะเวลาเดียวกัน ให้ผลไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับวิธีการปลูกแบบไร่ร่วมกับการให้ออริโทซิลิคอนทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำ อย่างไรก็ตาม พบว่าเฉพาะ วิธีการปลูกแบบไร่มีผลต่อจำนวนหน่อที่สร้างรวงเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งหน่อดังกล่าวสร้างเมล็ดเป็นจำนวนมาก และในขณะที่เมล็ดยังมีอายุน้อยจะแสดงความเป็นแหล่งรับ (sink) ก่อนข้างรุนแรง (Sampet, 1999) จึงมีผลต่อการเติมเมล็ดที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อนได้เป็นอย่างมาก ในขณะที่ธาตุอาหารหลักจากปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนที่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด (Chaturvedi, 2005) เนื่องจากน้ำหนักของเมล็ดถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งได้

รับอิทธิพลร่วมเป็นอย่างมากจากสภาพแวดล้อมในระหว่างที่กำลังอยู่ในระยะเติมเมล็ด (grain filling) (Kausar *et al.*, 1993) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Akanda *et al.* (2012) ที่พบว่า มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในขณะที่ฟอสฟอรัส มีผลต่อการลดเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของดอกย่อยในรวง (Alam *et al.*, 2009) เป็นผลให้มีจำนวนเมล็ดเพิ่มขึ้นและแสดงพฤติกรรมความเป็นแหล่งรับที่มีความต้องการสารอินทรีย์สูงในระยะเติมเมล็ด จึงมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของเมล็ด (Gardner *et al.*, 1985) เช่นเดียวกันกับบทบาทของโพแทสเซียมที่มีต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Mitra *et al.*, 2001; Akanda *et al.*, 2012) และยังคงสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Akter (2012) ที่พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับซิลิคอนร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก อย่างไรก็ตามน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุด จากวิธีการที่ 8 ซึ่งเป็นผลจากการมีจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (Table 2) ดังนั้นจึงคัดเลือกเฉพาะ 3 วิธีการเพิ่มผลผลิต 3 ลำดับแรกที่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ วิธีการที่ 8 2 และ 3 ตามลำดับ



**Table 2** Number of tiller per hill, number of panicle per hill, number of grain per panicle, number of filled grain per panicle, number of unfilled grain per panicle, 1,000-grain weight and grain weight per hill of rice c.v. Hom-Nil in the first experiment

Method of efficacious enhancement	No. of tiller/hill <sup>1</sup> (tiller)	No. of panicle/hill <sup>1</sup> (panicle)	No. of grain / panicle <sup>1</sup> (seed)	No. of filled grain / panicle <sup>1</sup> (seed)	No. of unfilled grain / panicle <sup>1</sup> (seed)	1,000-grain weight <sup>1</sup> (g)	Grain weight/hill <sup>1,2</sup> (g)
Method 1	32.29 <sup>f</sup>	33.50 <sup>f</sup>	134.00 <sup>c</sup>	120.71 <sup>bc</sup>	13.42 <sup>de</sup>	22.88 <sup>a</sup>	81.66 <sup>f</sup>
Method 2	53.42 <sup>b</sup>	53.67 <sup>ab</sup>	147.00 <sup>a</sup>	125.17 <sup>ab</sup>	21.92 <sup>a</sup>	22.79 <sup>a</sup>	103.10 <sup>b</sup>
Method 3	52.00 <sup>b</sup>	52.17 <sup>b</sup>	140.00 <sup>b</sup>	117.67 <sup>cd</sup>	22.17 <sup>a</sup>	22.58 <sup>ab</sup>	102.50 <sup>b</sup>
Method 4	41.58 <sup>e</sup>	41.33 <sup>e</sup>	133.00 <sup>cd</sup>	120.79 <sup>bc</sup>	12.25 <sup>e</sup>	22.36 <sup>ab</sup>	98.02 <sup>c</sup>
Method 5	48.42 <sup>c</sup>	48.92 <sup>c</sup>	131.00 <sup>cde</sup>	114.54 <sup>d</sup>	16.88 <sup>c</sup>	21.82 <sup>b</sup>	93.57 <sup>d</sup>
Method 6	43.18 <sup>de</sup>	45.39 <sup>d</sup>	128.00 <sup>de</sup>	113.96 <sup>d</sup>	14.42 <sup>d</sup>	22.32 <sup>ab</sup>	89.47 <sup>e</sup>
Method 7	41.83 <sup>e</sup>	42.17 <sup>e</sup>	132.00 <sup>cd</sup>	114.04 <sup>d</sup>	18.38 <sup>bc</sup>	21.77 <sup>b</sup>	93.30 <sup>d</sup>
Method 8	55.92 <sup>a</sup>	54.25 <sup>a</sup>	147.00 <sup>a</sup>	127.67 <sup>a</sup>	19.50 <sup>b</sup>	22.64 <sup>a</sup>	112.95 <sup>a</sup>
Method 9	44.83 <sup>d</sup>	49.92 <sup>c</sup>	126.00 <sup>e</sup>	114.83 <sup>d</sup>	11.88 <sup>e</sup>	22.29 <sup>ab</sup>	92.99 <sup>d</sup>
F-test	**	**	**	**	**	*	**
C.V. (%)	3.28	3.34	3.03	3.39	9.43	2.76	2.50

<sup>1</sup> Means in a column followed by the same letter were not significantly different by DMRT

<sup>2</sup> Means were calculated from 1 hill/pot (1,962.50 cm<sup>2</sup>) \* Significantly different at p<0.05 \*\*Significantly different at p<0.01

## การทดลองที่ 2

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวง จากวิธีการบูรณาการที่ 3 มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด (Table 3) เนื่องจากวิธีการปลูกแบบประณีตซึ่งใช้กล้าอายุเพียง 11 วัน จำนวน 1 ต้นต่อหลุม จำนวน 2 หลุม ต่อถึงปลูก ช่วยส่งเสริมให้ข้าวพันธุ์หอมนิลมีการแตกกอได้มาก เนื่องจากการควบคุมมิให้น้ำท่วมขังผิวดิน ปลูกตลอดระยะเวลาการเติบโตทางลำต้นส่งผลดีต่อการงอกยาวของรากเพื่อดูดซึมธาตุอาหารพืช (Yamada and Ota, 1961) ในขณะที่เพิ่มปริมาณการให้ออร์โทซิลิคอนเป็น 2 เท่าจากการทดลองที่ 1 ยังช่วย

ส่งเสริมการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ช่อดอกย่อยที่สมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ma and Takahashi (2002) และยังส่งเสริมการตั้งของใบ จึงมีบทบาทต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Datnoff *et al.*, 2001) เช่นเดียวกับกับปริมาณไนโตรเจนที่ให้เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากการทดลองที่ 1 มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Manzoor *et al.* (2006), Akanda *et al.* (2012) และ Yoseftabar (2013) นอกจากนี้แล้วฟอสฟอรัสยังมีผลต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์ช่อดอกย่อยที่เป็นหมัน (Yoseftabar, 2013) สอดคล้องกับผลการ

ศึกษาของ Raju *et al.* (1997) และ Alam *et al.* (2002) ซึ่งรายงานดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลของโพแทสเซียมที่มีต่อการลดความเป็นหมันของละอองเรณู (Mondal *et al.*, 1987; Nath, 2012) นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ starch synthase ขึ้นอยู่กับโพแทสเซียมเป็นอย่างมาก ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะกระตุ้นการเปลี่ยนกลูโคสไปสู่มอลโตสของแป้ง (Marschner, 1995)

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ยสูงที่สุดจากวิธีการบูรณาการที่ 4 (Table 3) แสดงให้เห็นว่า วิธีการปลูกแบบประณีตร่วมกับการเพิ่มจำนวนหลุมปลูกเป็น 3 หลุมต่อถังปลูก และเพิ่มปริมาณออร์โทซิลิโคนและปุ๋ยเคมีทั้ง 2 สูตร เป็น 2 เท่าจากการทดลองที่ 1 ส่งผลดีต่อน้ำหนักเฉลี่ย 1,000 เมล็ดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไม่แตกต่างจากวิธีการบูรณาการที่ 1 ซึ่งกำหนดให้มีจำนวน 2 หลุมต่อถังปลูก อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนหลุมปลูกต่อถังปลูกอาจไม่ใช่ปัจจัยหลักที่มีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ที่สูงกว่าการปลูกด้วยจำนวน 2 หลุมต่อถังปลูก สำหรับวิธีการปลูกแบบประณีต แต่อาจเป็นผลมาจากปุ๋ยเคมี และออร์โทซิลิโคนที่ให้เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากออร์โทซิลิโคนมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของเมล็ด (Lian, 1983; Balastra *et al.*, 1989) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อให้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก (Akter, 2012) นอกจากนี้แล้วยังพบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวที่ไม่ได้รับซิลิโคนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ได้รับธาตุดังกล่าว (Nishihara *et al.*, 1970)

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก 1,000 เมล็ดอาจมิได้เป็นผลโดยตรงจากปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในเมล็ด แต่อาจเป็นผลมาจากการสะสมซิลิโคนในเปลือกหุ้มเมล็ด อันเนื่องมาจากกลไกการเคลื่อนย้ายและสะสมของซิลิโคนที่ส่วนมากเกิดขึ้นในเซลล์ชั้นผิวของแผ่นใบ และเปลือกหุ้มเมล็ด (Ma and Takahashi, 2002) ในลักษณะที่เรียกว่า cuticle-silica double layer (Yoshida, 1965)

น้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุดจากวิธีการบูรณาการที่ 3 (Table 3) แสดงให้เห็นว่า วิธีการปลูกแบบประณีต จำนวน 2 กอต่อถังปลูก ร่วมกับการเพิ่มปริมาณการให้ออร์โทซิลิโคน และปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และ 46-0-0 เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดต่อกอ เนื่องจากมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อถังปลูกสูงที่สุด (Table 3) ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ เมื่อกำหนดกลับไปเป็นพื้นที่ 1 ไร่แล้ว จะได้น้ำหนักรวมของเมล็ดประมาณ 452 กิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่า 387 กิโลกรัมต่อไร่ อันเป็นปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของข้าวในจังหวัดสุรินทร์ (Gypmantasiri *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม ปริมาณผลผลิตจากการทดลองที่ 2 ที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1 เพียงเล็กน้อย เป็นข้อบ่งชี้ที่สำคัญต่อความเป็นไปได้ในการกำหนดปริมาณ และเวลาในการให้ออร์โทซิลิโคนร่วมกับธาตุอาหารหลักที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงกว่าข้อค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้

**Table 3** Number of tiller per hill, number of panicle per hill, number of grain per panicle, number of filled grain per panicle, number of unfilled grain per panicle, 1,000 – grain weight, grain weight per hill and yield per pot (1,962.50 cm<sup>2</sup>) of rice c.v. Hom–Nil in the second experiment

Integrated efficacious enhancement method	No. of tiller/hill <sup>1</sup> (tiller)	No. of panicle/hill <sup>1</sup> (panicle)	No. of grain/panicle <sup>1</sup> (seed)	No. of filled grain/panicle <sup>1</sup> (seed)	No. of unfilled grain/panicle <sup>1</sup> (seed)	1,000–grain weight <sup>1</sup> (g)	Grain weight/hill <sup>1,2</sup> (g)	Yield/pot (1,962.50 cm <sup>2</sup> ) <sup>3</sup> (g)
Integrated method 1	23.37 <sup>a</sup>	29.32 <sup>a</sup>	129.88 <sup>b</sup>	117.75 <sup>b</sup>	12.18 <sup>a</sup>	25.42 <sup>ab</sup>	41.08 <sup>b</sup>	82.16 <sup>b</sup>
Integrated method 2	17.62 <sup>b</sup>	18.70 <sup>b</sup>	121.35 <sup>b</sup>	111.58 <sup>b</sup>	9.78 <sup>a</sup>	25.16 <sup>b</sup>	28.89 <sup>c</sup>	86.67 <sup>b</sup>
Integrated method 3	21.77 <sup>a</sup>	26.21 <sup>a</sup>	152.98 <sup>a</sup>	138.68 <sup>a</sup>	14.60 <sup>a</sup>	24.43 <sup>c</sup>	55.47 <sup>a</sup>	110.93 <sup>a</sup>
Integrated method 4	22.54 <sup>a</sup>	19.17 <sup>b</sup>	128.30 <sup>b</sup>	116.96 <sup>b</sup>	10.73 <sup>a</sup>	25.79 <sup>a</sup>	37.99 <sup>b</sup>	114.04 <sup>a</sup>
<b>F –test</b>	**	**	**	**	ns	**	**	**
<b>C.V. (%)</b>	9.44	17.88	11.85	12.44	116.98	2.18	11.47	11.34

<sup>1</sup> Means in a column followed by the same letter were not significantly different by DMRT.,

<sup>2</sup> Means were calculated from 2 and 3 hills/pot (1,962.50 cm<sup>2</sup>)

<sup>3</sup> Means were pooled from 2 hills (integrated method 1 and 3) and 3 hills (integrated method 2 and 4)

\*\* Significantly different at p<0.01, <sup>ns</sup> Non significantly different (p>0.05)

### การเผยแพร่ความรู้ของการเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต

กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับความรู้จากการอบรมจำแนกตามเพศ อายุ การศึกษา และอาชีพ มีความพึงพอใจด้านวิทยากรอยู่ในระดับมาก (4.47, SD = 0.52) ความพึงพอใจด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหารอยู่ในระดับมาก (4.31, SD = 0.54) และมีความรู้ และ

ความเข้าใจอยู่ในระดับมาก (3.68, SD = 0.64) นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มเป้าหมายสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ในระดับมาก (4.19, SD = 0.77) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wiboonphan (1995) Songkrow (2001) Somwang *et al.*(2011) และ Changsaluk *et al.* (2012)

## สรุป

วิธีการเพิ่มผลผลิต 3 ลำดับแรก จากการทดลองที่ 1 ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวพันธุ์หอมนิลเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่

วิธีการปลูกแบบข้าวไร่ จำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม ร่วมกับออร์โทซิลิคอน + ปุ๋ยเคมีสูตร 18-0-6 อย่างละ 1.41 กรัม ต่อถึงปลูก 20 วันหลังข้าวงอก ออร์โทซิลิคอน + ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อย่างละ 0.80 กรัมต่อถึงปลูก ในระยะแตกกอสูงสุด และระยะกำเนิดช่อดอกตามลำดับ

วิธีการปลูกแบบข้าวไร่ จำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ปริมาณ 4.30 กรัม ต่อถึงปลูก 20 วัน หลังข้าวงอก และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ปริมาณ 1.84 กรัมต่อถึงปลูก 50 วันหลังข้าวงอก

วิธีการปลูกแบบประณีต ไข้วกล้าอายุ 11 วัน จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 4.30 กรัมต่อถึงปลูก หลังย้ายกล้า 15 วัน และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 1.84 กรัม ต่อถึง

ปลูกหลังย้ายกล้า 35 วัน

วิธีการเพิ่มผลผลิตในการทดลองที่ 2 จากการบูรณาการองค์ประกอบของวิธีการเพิ่มผลผลิตจากการทดลองที่ 1 ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ วิธีการปลูกแบบประณีตด้วยกล้าอายุ 11 วัน จำนวน 1 ต้นต่อหลุม จำนวน 2 หลุมต่อถึงปลูก ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตรรวมกับการให้ออร์โทซิลิคอน และปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อย่างละ 4.30 กรัมต่อถึงปลูกในครั้งที่ 1 หลังย้ายกล้า 10 วัน และการให้ออร์โทซิลิคอน และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อย่างละ 1.84 กรัม ต่อถึงปลูกในครั้งที่ 2 หลังย้ายกล้า 40 วัน

การเผยแพร่ความรู้ของวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตข้าวพันธุ์หอมนิลในสภาพกึ่งปลูกที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 2 สู่กลุ่มเป้าหมายพบว่า มีความพึงพอใจด้านวิชาการ และด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหารและมีความรู้ และความเข้าใจ ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้หลังการอบรมอยู่ในระดับมาก

## เอกสารอ้างอิง

- Akanda, K.I., A.K.M. Azad-ud – Doula Prodhan, S. Rahman, M.S. Alam and S. Afrin. 2012. Effect of nitrogen and potassium on morpho-physiological characteristics of fine grain aromatic rice. *J. Agroforest. Environ.* 6(1): 99–103.
- Akter, S. 2012. Effect of silicon application levels on rice growth and yield parameters under ambient and elevated temperature in greenhouse condition. MS Thesis, Bangladesh Agricultural University.
- Alam, M.M., M.H. Ah, A.K.M. Ruhul Amin and M. Hasanuzzaman. 2009. Yield attributes, yield and harvest index of three irrigated rice varieties under different levels of phosphorus. *Adv. Biol. Res.* 3(3–4): 132–139.
- Arunin, S. 1988. Knowledge of Saline Soils in Northeast Thailand. n.p.: Land Development. 224 p. (in Thai)
- Balastra, M.L.F., C.M. Perez, B.O. Juliano and P. Villreal. 1989. Effects of silicon level on some properties of *Oryza sativa* straw and hult. *Can. J. Bot.* 67: 2356–2363.

- Bhuiyan, S.I., M.A. Satter and M.A.K. Khan. 1995. Improving water use efficiency in rice through wet seeding. *IRRI Sci.* 16: 1–8.
- Chaiwat, P. 2005. Using of  $\text{SiO}_2$  for controlling rice insects pest. *Kasikorn.* 78: 16–18. (in Thai).
- Changsaluk, S., C. Jitleka, S. Nawanich, W. Bunkoed, K. Panichnok, P. Supornpat, T. Pothisoong and A. Chamarat. 2012. Evaluation on Training Course on the Transfer Technology of Field Corn Production for High Yield and Good Quality in Pakchong District, Nakorn Ratchasima Province. Available Source: [http://kukr.lib.ku.ac.th/ku\\_proceed/KUCON/search\\_detail/result/13175](http://kukr.lib.ku.ac.th/ku_proceed/KUCON/search_detail/result/13175). October 11, 2015 (in Thai).
- Chaturvedi, I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *J. Cent. Eur. Agr.* 6 (4): 611–618.
- Colmer, T.D. 2003. Aerenchyma and an inducible barrier to radial oxygen loss facilitate root aeration in upland, paddy and deep-water rice (*Oryza sativa* L.). *Ann. Bot.* 91: 301–309.
- Datnoff, L.E., G.H. Snyder and G.H. Korndörfer. 2011. *Silicon in Agriculture*. Amsterdam : Elsevier. 403 p.
- Epstein, E. 2001. Silicon in plants: Facts vs. concept., pp 1-15. In *Silicon in Agriculture*. L.E. Datnoff, G.H. Snyder and G.H. Korndörfer, eds. Amsterdam: Elsevier.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press, USA. 327p.
- Ghanbari-Malidareh, A. 2011. Silicon application and nitrogen on yield and yield components in rice (*Oryza sativa* L.) in two irrigation systems. *Int. J. Biol. Biomol. Agri. Food Biotechnol. Engineer.* 5(2): 40–47.
- Gyrmantasiri, P., B. Limnirankul and C. Muangsuk. 2003. Integration of Farmer Participatory Plant Breeding for Rainfed Lowland Rice Improvement in North and Northeast Thailand I Bio-physical and Socio-economic Characterization of Rainfed Lowland Rice Production Systems of the North and the Northeast of Thailand. Available Source: [http://www.mcc.cmu.ac.th/august/rainfed\\_SA/Biophysical-socioeconomic%20report\\_full%20paper.pdf](http://www.mcc.cmu.ac.th/august/rainfed_SA/Biophysical-socioeconomic%20report_full%20paper.pdf), April 16, 2013.
- Hutaphaet, K. 2007. Surin's farmers grow single rice turn to traditional organic rice growing for exporting. *J. Natur Agri.* 10: 39–45. (in Thai).
- Kausar, K., M. Akbar, E. Rasul and A.N. Ahmad. 1993. Physiological responses of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of wheat. *Pakistan J. Agric. Res.* 14: 2–3.
- Kulnuch, L. 2012. Why do we put fertilizer at panicle initiation stage. *Rice Bowl.* 1: 12–13.
- Lian, S. and C. Wang. 1983. Effect of long term application of siliceous slag on paddy field and chemical properties of soil. *J. Agric. Res. China.* 32(2): 185–197.

- Ma, J.F. and E. Takahashi. 2002. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. The Netherland: Elsevier Science, the Netherlands.
- Manzoor, Z., T.H. Awan, M.A. Zahid and F.A. Faiz. 2006. Response of rice crop (super basmati) to different nitrogen levels. *J. Anim. Plant Sci.* 16(1–2): 52–55.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants 2nd ed. London: Academic.
- Mengel, K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten and T. Appel. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5<sup>th</sup> ed. Dordrecht: Kluwer Academic. 849p.
- Mitra, G.N., D. Sahoo and K.K. Rout. 2001. Effect of N-K interaction on yield, nutrient uptake and grain quality of rice-groundnut cropping sequence in the alluvial soil of Orissa. *J. Potass. Res.* 17(1–4): 71–78.
- Mondal, S.S., A.N. Dasmahapatra and B.N. Chatterjee. 1987. Effects of high rates potassium and nitrogen on rice yield components. *Environ Ecol.* 5: 300–303.
- Nath, C.K. 2012. Effect of potassium on growth, yield and nutrient concentration of BRRI DHAN29. Master Thesis. Department of Soil Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
- Nieuwenhuis, P., N. NaSongkla and S. Phopan. 2008. System of Rice Intensification in Chachoengsao province, pp. 31–37. *In Annual Conference of Rice and Cold Cereal Crops.* Chon Buri, Thailand. (in Thai).
- Nishihara, T., T. Tsuneyeshi and H. Nakamura. 1970. Effect of silicon on phosphorus metabolism on rice plant. *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ.* 20: 85–103.
- Ponnamperuma, F.N. 1975. Growth-limiting factors of aerobic soils. pp. 40–85. *In Major research in upland rice.* The International Rice Research Institute. Los Baños, the Philippines.
- Raju, R.N., K.M.N. Reddy and K.A. Reddy. 1997. Performance of phosphorus-carries in wetland rice (*Oryza sativa*) on reverie alluvials. *Indian J. Agro.* 42(2) :272–274.
- Sampet, C. 1999. Physiology of Crop Production. Nopburi. Chiang Mai, Thailand. 283p. (in Thai).
- Somwang, T., A. Nuntakit, T. Phothisoong, B. Puengkasem, S. Samart, N. Samutthong, K. Panichnok and S. Tabngeon. 2011. An Evaluation of Training on Rhizobium and Organic Fertilizer for Increasing Yield of Soybean in Chachoeugsao Province. Available Source: [http://kukr.lib.ku.ac.th/ku\\_proceed/KUCON/search\\_detal/result/12840](http://kukr.lib.ku.ac.th/ku_proceed/KUCON/search_detal/result/12840), October 12, 2015. (in Thai).
- Songkrow, A. 2001. Application of Agricultural Knowledge of Trainees in Full-Circle Agricultural Training Program Conducted by the Vocational Training and Development Center for Thai People Along the Border Areas, Sakeao. MS Thesis, King Mongkut's Institute of Technology Lard Krabang, Bangkok (in Thai).



- Surin Rice Research Center. 2012. Knowledge management corner Surin Rice Research Center. Available Source: [http://srn:brdd.in.th/km/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6](http://srn:brdd.in.th/km/index.php?option=com_content&view=article&id=6), September 25, 2012. (in Thai).
- Thang, D.H. 2006. Comparing growth, yield and nutrient uptake of rice alternate aerated and anaerated conditions. MS Thesis. Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai.
- Wiboonphan, P. 1995. An Evaluation of Pesticides Utilization Training for the Farmers in Reforestation of Denuded Forest Lands in KhaoKho, Phethchabun Province. MS Thesis. Kasetrart University, Bangkok. (in Thai)
- Won, J.G., J.S. Choi, S.P. Lee, S.H. Son and S.O. Chung. 2005. Water saving by shallow intermittent irrigation and growth of rice. *Plant Prod. Sci.* 8: 487-492.
- Wongbun, W. and C. Chairin. 2007. Guideline for increasing rice yield by system of rice intensification. *Kaen Kaset.* 35: 1-5. (in Thai).
- Wangnai, W. 2011. Silicon: beneficial nutrient in agriculture. *Hort. Associat. Newslet.* 26: 5-9. (in Thai).
- Yamada, N. and Y. Ota. 1961. Effect of water percolation on physiological activity of rice root. *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 29: 404-408.
- Yoshida, S. 1965. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. *Bull Nat. Inst. Agric. Sci. Ser. B.* 15: 1-58.
- Yoesftabar, S. 2013. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizer on spikelet structure and yield in rice (*Oryza sativa* L.). *Intl. J. Agri. Crop Sci.* 5(11): 1204-1208.