

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมเพื่อการผลิตข้าวต้นทุนต่ำ ภูมิศักดิ์ อินทนอน^a รัตนะ สวามีชัย^b และ บุญส่ง กวยเงิน^c

Development of Compound Granular Organic Fertilizer for Lower Cost of Rice Production

Pumisak Intanon^a, Ratana Sawamichai^b and Boonsong KluayNgern^c

^aภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

^bสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดพิษณุโลก 65000

^cสถาบันเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

^aDepartment of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand.

^bOffice of Provincial Agriculture and Cooperatives, Phitsanulok 65000, Thailand.

^cNaresuan Institute for Community Empowerment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand.

*Corresponding Author. E-mail address: pumisak_intanon@hotmail.com

Received 6 January 2012; accepted 9 March 2012

บทคัดย่อ

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมเพื่อการผลิตข้าวต้นทุนต่ำ มีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตข้าวให้กับเกษตรกรทำการทดลองที่แปลงนาเกษตรกรหมู่ที่ 4 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ระหว่างเดือนเมษายน - เดือนสิงหาคม 2554 วางแผนการทดลองแบบ RCBD 6 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ รวม 18 กรรมวิธี ดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์, T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบแร่ผสม, T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม, T4 ปุ๋ยเคมี 46-0-0 และ T5 ปุ๋ยเคมี 16-20-0 ทุกชนิดปุ๋ยใส่ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 41 เป็นพืชทดสอบ ทำการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทำวิจัย การเจริญเติบโตองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว ข้อมูลรายได้และต้นทุนการผลิตแบบสังเขป วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ พบว่าในกลุ่มปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดทั้งสามชนิดพบว่า T3 มีธาตุอาหารหลัก (N-P-K) และธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) รวมมากที่สุด ผลการวัดความสูงต้น (cm) และจำนวนใบต่อต้นพบว่ากรรมวิธี T4, T5, T3, T2, T1 และ T0 มีความสูงมากที่สุดตามลำดับ จำนวนต้นตอกอ พบว่า T3 (ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม) มีจำนวนต้นตอสูงที่สุด ทั้งนี้เพราะมีองค์ประกอบของสูตรที่เอื้อต่อการปรับปรุงบำรุงดินทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพมากกว่าปุ๋ยทุกชนิด ผลการวัดองค์ประกอบผลผลิต (Yield component) ในด้านจำนวนเมล็ดต่อรวงและจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง พบว่า T0 (ไม่ใส่ปุ๋ย) และ T4 (46-0-0) มีจำนวนเมล็ดมากที่สุดซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว ส่วนจำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนักต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 แสดงผลออกมาสูงที่สุดตามลำดับและน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ พบว่ากรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 864.4, 817.7, 736.5, 679.1, 648.5 และ 625.0 กก./ไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ คิดเป็นเงินเท่ากับ 12,101.6, 11,447.8, 10,311.0, 9,507.4, 9,079.0 และ 8,750.0 บาท/ไร่ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและกำไรพบว่ากรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T0 และ T4 ตามลำดับ ได้กำไรสุทธิเท่ากับ 7,141.6, 6,187.78, 4,471.0, 4,147.4, 3,890.0 และ 3,299.0 บาท/ไร่ตามลำดับ ดังนั้น T3 จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพราะผลผลิตสูงทำให้ต้นทุนในการผลิตข้าวต่อ 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุดจึงทำให้มีผลกำไรสูงที่สุดนั่นเอง

คำสำคัญ:

Abstract

This study aimed to reduce the cost of rice production and to increase production yield. The experiment was undertaken at Village No. 4, Tambon Thapho, Muang District, Phitsanuloke during April- August 2011. The RCBD experiment design with 6 treatments and 3 replications for each treatment was employed. The total treatments were 18. The treatments consisted of the following: T0 control (no fertilizer), T1 (pellet organic fertilizer from farm manure), T2 (granular organic fertilizer made from bio liquid and rock minerals), T3 (compound pellet organic fertilizer from several organic materials), T4 (46-0-0 chemical fertilizer) and T5 (16-20-0 chemical fertilizer). For each type of fertilizer, 50 kg per Rai (1,600 m²) was utilized (applied). The Kokho No. 41 rice variety was used in the experiment. The data on micro climate at the research site, pre- and post- experiment soil properties, plant vegetative growths, yield and yield components, income and rice production cost per area or 1 square meter) were collected. The statistics used to test the means of multiple groups were ANOVA and Duncan's Multiple Range Test (DMRT), with the confidence level of 95%.

The findings revealed that the organic fertilizer used in T3 was shown to have the highest content of both major elements (N-P-K) and minor elements (Ca-Mg-S). Vegetative growths such as stem height and number of leaves were found highest in T4, followed by T5, T3, T2, T1 and T0, respectively. The number of stems per plant was found highest in T3 (compound pellet organic

fertilizer from several organic materials) This was because this type of fertilizer contains more properties for improving soil physically, chemically and biologically than any other type of fertilizer. In the analysis of yields and yield component such as the number of seeds per ear and the number of seed stunted per ear, it was found that T0 (no fertilizer) and T4 (46-0-0) were found to have the highest number of seeds, but they were not good for the increase in rice production. The number of ear per one square meter, ear weight and the total weight of 1,000 seeds were found highest in T3, with the average yield of 864.4 kg/Rai (1,600 m²), followed by T2 (with 817.7 kg), T5 (with 736.5 kg), T1 (with 679.1 kg/Rai) and T0 (with 625.0 kg/rai), respectively. In terms of income generation per Rai (1,600 m²), T3 was found to generate the highest income (12,101.6 baht), followed by T2 (11,447.8 baht), T5 (10,311.0 baht), T1 (9,507.4 baht), T4 (9079.0 baht) and T0 (8750.0 baht), respectively. The cost and profit analysis found that T3 yielded the highest net profit of 7,141.6 baht/Rai, followed by T2 (with 6,187.78 baht/Rai), T5 (with 4471.4 baht/Rai), T1 (with 4,147.4 baht/Rai), T0 (with 3,890 baht/Rai) and T4 (with 3,299.0 baht/Rai), respectively. From the findings, it can be concluded that T3 is the best method for rice production because of its highest net profit highest yield per Rai, and lowest cost for production of 1 kilogram of rice.

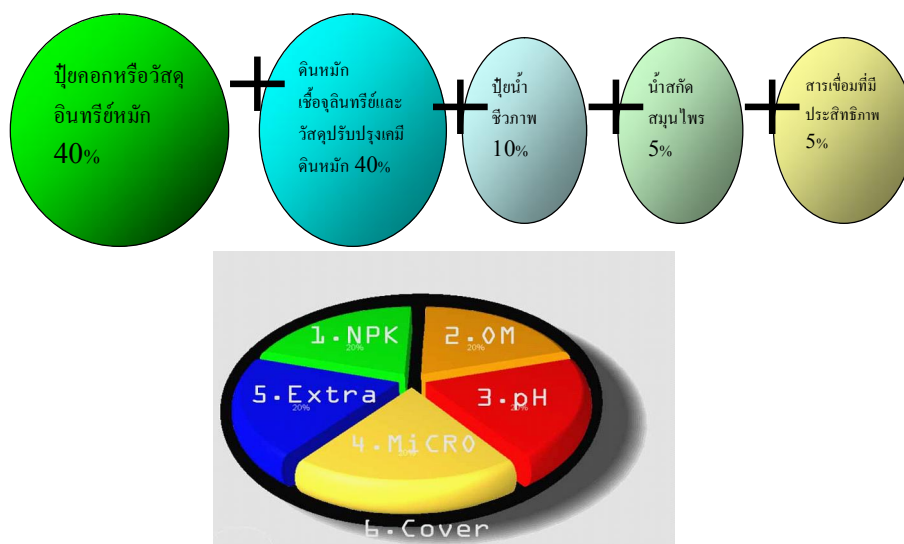
Keywords:

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีและเคมีการเกษตรจากต่างประเทศรวมประมาณ 60,000 ล้านบาท/ปี ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืช โดยการนำเข้าจากเกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ เยอรมัน อินโดนีเซีย เป็นต้น ในขณะที่ประเทศไทยมีนโยบายจะเป็นครัวของโลก แต่การนำเข้าสารเคมีเพื่อการเกษตรยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (www.doae.go.th/soil_fert) จากปัญหาเศรษฐกิจในช่วงฟองสบู่แตกปี 2542 เป็นต้นมาประเทศไทยได้มีระบบการเกษตรแบบใหม่เกิดขึ้นซึ่งมีเป้าหมายช่วยลดต้นทุนการผลิต รักษาสิ่งแวดล้อมและการพึ่งพาปัจจัยการผลิตภายในระบบการผลิตให้มากที่สุด เรียกว่า เกษตรทฤษฎีใหม่ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงซึ่งเป็นระบบการเกษตรที่มุ่งเน้นอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เพิ่มผลผลิตอย่างมีสมดุล ลดปัจจัยนำเข้าให้น้อยลง ลดต้นทุนการผลิตโดยพึ่งพาตนเองและพึ่งพาปัจจัยการผลิตภายในประเทศให้มากขึ้น เพื่อนำไปสู่การเกษตรต้นทุนต่ำและมีความยั่งยืน เช่น การผลิตปุ๋ยหมักใช้เอง การใช้ปุ๋ยพืชสด การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดและการผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพ (EM) ใช้เอง

เป็นต้น อย่างไรก็ตามในระบบการทำนา 2-3 ครั้งต่อปีในเขตภาคเหนือตอนล่างยังมีการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมากทำให้ดินเป็นกรดและเสียสมดุลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามลำดับ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์, ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดแบบเร่งผสม, ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมแล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีสูตรที่เกษตรกรนิยมใช้ เพื่อหาข้อยุติในการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พร้อมทั้งบันทึกรายได้และต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางช่วยเหลือเกษตรกรต่อไป

ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดที่ประกอบด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูงหมักผสมกับวัสดุอินทรีย์ที่ช่วยปรับปรุงดินกายภาพ ด้านเคมีและด้านชีวภาพของดิน ผสมกับจุลินทรีย์ (EM) และกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์หลายชนิดจากน้ำหมักชีวภาพและน้ำสกัดสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงทางดิน ผสมกับสารเชื่อมที่มีความเหมาะสมต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชแต่ละชนิด (ภูมิศักดิ์, 2546) ซึ่งมีส่วนผสมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม (ภูมิศักดิ์, 2546)

วิธีการวิจัย

ทำการทดลองที่แปลงนาเกษตรกรรมหมู่ที่ 4 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ระหว่างเดือนเมษายน - เดือนสิงหาคม 2554 วางแผนการทดลอง แบบ RCBD 6 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ รวม 18 กรรมวิธี ทดลองย่อยขนาด 5X10 เมตร ประกอบด้วยกรรมวิธีดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์, T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดแบบแรมผสม, T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม, T4 ปุ๋ยเคมี 46-0-0 และ T5 ปุ๋ยเคมี 16-20-0 ทุกชนิดปุ๋ยใส่ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 25 วันและ 60 วัน โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 41 เป็นพืชทดสอบ ทำการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต และเก็บข้อมูลรายได้และต้นทุนการผลิตแบบสังเขป วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดย (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1. วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดชนิดต่าง ๆ

นำวัสดุอินทรีย์มาหมักโดยเชื้อ พด.3 ผสมกับวัสดุอินทรีย์ที่ช่วยปรับปรุงด้านกายภาพ ด้านเคมีและด้าน

ชีวภาพของดินตามสัดส่วนในตารางที่ 1 เมื่อย่อยสลายดีแล้วนำมาตากลมให้แห้งแล้วตีย่อยให้ละเอียดก่อนที่จะผสมกับจุลินทรีย์ (EM) และกรดอะมิโนจากปุ๋ยน้ำชีวภาพและน้ำสกัดสมุนไพรเพื่อป้องกันโรคและแมลงทางดินที่เตรียมไว้ก่อนแล้วหรือผสมกับสารเชื่อม (กากน้ำตาลเจือจาง) ขึ้นอยู่กับสูตรการผลิตแล้วนำเข้าเครื่องอัดเม็ด (หัวอัดเป็นระบบเกลียว) หรือทำการปั้นเม็ด (ใช้งานปั้น)

1.1 ส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดชนิดต่าง ๆ

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์ มีส่วนผสมดังนี้ มูลสุกรหมัก 50% + ชานอ้อยป่น 20% + รำละเอียดหมัก 10% + ถั่วเขียวหมักป่น 10% + กากน้ำตาลเจือจาง 10% รวม 100%

ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดแบบแรมผสม มีส่วนผสมดังนี้ ชานอ้อยป่น 30% + ร็อคฟอสเฟต 30% + โดโลไมท์ 20% + รำละเอียดหมัก 10% + กากน้ำตาลเจือจาง 10% รวม 100%

ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม มีส่วนผสมดังนี้ มูลสุกรหมัก 30% + ร็อคฟอสเฟต 20% + โดโลไมท์ 20% + รำละเอียด 10% + ปุ๋ยน้ำชีวภาพ 10% + สอร์โม่พืช 10% รวม 100% ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดชนิดต่าง ๆ

ชนิดปุ๋ยอินทรีย์		สัดส่วนโดยน้ำหนัก					รวม
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	มูลสุกรหมัก	ชานอ้อยป่น	รำละเอียด	ถั่วเขียว	กากน้ำตาล		
	ป่น 50%	20 %	หมักป่น 10%	หมักป่น 10%	เจือจาง 10%	-	100%
ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดแบบแรมผสม	ชานอ้อยป่น	ร็อค	โดโลไมท์	รำละเอียด	กากน้ำตาล		
	30 %	ฟอสเฟต 30%	20%	หมักป่น 10%	เจือจาง 10%	-	100%
ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม	มูลสุกรหมัก	ร็อค	โดโลไมท์	รำละเอียด	ปุ๋ยน้ำ	สอร์โม่	
	ป่น 30%	ฟอสเฟต 20%	20%	หมักป่น 10%	ชีวภาพ 10%	พืช 10%	100%

1.2 การผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อเป็นส่วนผสมในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม

วัสดุและส่วนผสมสำหรับการผลิตในถัง 200 ลิตร ดังนี้

1. เศษปลาและเครื่องในปลา จำนวน 40 กิโลกรัม
2. กากน้ำตาล (โมลาส) จำนวน 20 กิโลกรัม
3. จุลินทรีย์ EM (พด. 2) จำนวน 1 ของ (25 กรัม)
4. น้ำสะอาดเติมให้เต็มถึง 200 ลิตร
5. วิธีการผลิตอ้างอิงตามกรมพัฒนาที่ดิน (www.1dd.go.th)

1.3 การผลิตสอร์โม่พืชเพื่อเป็นส่วนผสมในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม

วัสดุและส่วนผสมสำหรับการผลิตในถัง 200 ลิตร ดังนี้

1. กล้วยน้ำว้าสุก 10 กิโลกรัม
2. ฟักทองแก่จัด 10 กิโลกรัม
3. มะละกอสุก 10 กิโลกรัม
4. มะเขือเทศสีละเอียด 10 กิโลกรัม

5. จุลินทรีย์ EM (พด. 2) 1 ของ (25 กรัม)

6. กากน้ำตาล (โมลาส) 10 ลิตร

7. น้ำสะอาดเติมให้เต็มถึง 200 ลิตร

8. วิธีการผลิตอ้างอิงตามกรมพัฒนาที่ดิน (www.1dd.go.th)

1.4 วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม (ภูมิศักดิ์, 2546)

1. นำวัสดุส่วนที่เป็นของแข็งในตารางที่ 1 เมื่อทำการหมักด้วยเชื้อ พด.3 ให้ย่อยสลายดีแล้ว ทำการตากลมให้แห้งเสร็จแล้วตีป่นด้วยเครื่องตีป่นให้เป็นผงละเอียด เรียกว่า ผงผสม

2. เตรียมน้ำประสานโดยผลิตมาจาก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ (EM) ผสมกับสอร์โม่พืชในสัดส่วน 2:1 แล้วกรองเตรียมไว้เรียกว่า น้ำประสาน

3. นำผงผสมราดด้วยน้ำประสานให้มีความชื้นที่พอเหมาะต่อการอัดเม็ด (สามารถปั้นเป็นก้อนได้ด้วยมือแต่ไม่มีน้ำ

ไหลเยิ้ม) เรียกว่า ผงอัดเม็ด

4. นำผงอัดเม็ดเข้าเครื่องอัดเม็ดปุ๋ย เครื่องที่ใช้อัดเม็ดเป็นระบบเกลียวขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 5 แรง โฟ 2 เฟส มีระบบเกลียวหมุนบดอัดและส่งวัสดุไปด้านหน้าที่มีใบมีดคอยตัดสับอีกครั้งหนึ่ง พร้อมทั้งรีดวัสดุให้ผ่านรูหน้าแวนที่เป็นด้านสุดท้าย ดังนั้น รูหน้าแวนจึงเป็นตัวกำหนดขนาดของเม็ดปุ๋ยที่นิยมคือรูขนาด 3-5 มิลลิเมตร

5. นำเม็ดปุ๋ยที่ผ่านรูหน้าแวนที่ออกมาเป็นเส้นลักษณะคล้ายขนมจีน บรรจุใส่ถุงและนำไปกระจายตากแดดโดยเกลี่ยเม็ดปุ๋ยด้วยคราดไม้ทุก 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เม็ดปุ๋ยจะแห้งดีและหักกละเอียดมีขนาดพอดีกับการใช้งานทั่วไป (ขนาดเป็นที่นิยม 3-5 มิลลิเมตร)

2. การบันทึกข้อมูลการวิจัย

2.1 รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลอง

โดยรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังทำการทดลอง
ทำการเก็บตัวอย่างดินและน้ำจากแปลงนาหมู่ที่ 4 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก พื้นที่ทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลองไปวิเคราะห์หา N-P-K, pH, OM และวิเคราะห์ pH ของน้ำที่ใช้ทำนาที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

โดยวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ในห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.4 วิเคราะห์ธาตุอาหารรองของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

โดยวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) ในห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.5 บันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative Growth)

ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบภายหลังหว่านข้าวแล้ว 20 วัน เมื่อข้าวตั้งตัวดีแล้วเก็บข้อมูลทุก 10 วัน จำนวน 15 ต้นต่อแปลงย่อย ดังนี้ ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นตอก

2.6 บันทึกองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (Yield and Yield Component)

เมื่อข้าวสุกแก่พร้อมเก็บเกี่ยวแล้วทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วทำการบันทึก องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ดังนี้ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนักต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตต่อไร่

2.7 บันทึกรายได้และต้นทุนการผลิต

เป็นการเก็บต้นทุนแบบสังเขปเหมาะกับเกษตรกร

เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตและการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมและเพิ่มผลผลิต โดยทำการบันทึกรายได้และต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีและผลผลิตที่เกิดขึ้น แล้วนำมาคำนวณหารายได้จากผลผลิตและกำไรรวมทั้งต้นทุนในการผลิตข้าว 1 กิโลกรัม ส่วนต้นทุนคงที่ ค่าสึกหรอ ค่าเสียโอกาสต่างๆ ละไว้ในฐานที่เข้าใจว่ามีต้นทุนเท่ากัน โดยทำการบันทึกต้นทุนการผลิต ดังนี้ ค่าจ้างเหมาเตรียมแปลง ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่าเชื้อเพลิงในการสูบน้ำและดูแลรักษา ค่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าแรงตลอดช่วงการผลิตประกอบด้วย ค่าแรงช่วยเตรียมแปลง ค่าแรงหว่านเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงหว่านปุ๋ย ค่าแรงฉีดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่าแรงฉีดสารปราบวัชพืช ค่าแรงฉีดสารปราบแมลงศัตรูพืช ค่าแรงช่วยเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าแรงในการดูแลรักษาตลอดช่วงการผลิต เป็นต้น

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณแปลงทดลอง

อุณหภูมิ พบว่าสภาพอุณหภูมิในช่วงทำการปลูกข้าวทดลองระหว่างเดือนเมษายน - เดือนสิงหาคม 2554 เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 26-36 °C ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิปกติ

ปริมาณน้ำฝน พบว่าฝนเริ่มตกมากในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2554 ปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ทำการทดลองพบว่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 190-460 มม. จึงสรุปว่าช่วงทำการทดลองมีฝนตกชุกมีปริมาณน้ำมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังทำการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นแปลงนาเกษตรกรรมหมู่ที่ 4 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีการทำนาต่อเนื่องมาตลอดเวลาผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองพบว่าลักษณะดินทั่วไปเป็นกรดอ่อนๆ มีอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีธาตุอาหารหลักต่ำ โดยทั่วไปจึงเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ภายหลังการทดลองนำดินไปวิเคราะห์พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในแปลงปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสม ระดับธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย นำไปแปลงโดยเฉลี่ยเป็นกรดเล็กน้อย (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักพบว่าในโตรเจน (N) มากที่สุด รองลงมา คือ โพแทสเซียม (K) และ ฟอสฟอรัส (P) ตามลำดับ โดยพบว่ากรรมวิธีที่มีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุดได้แก่ T4, T5, T3, T1, T2 และ T0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46, 21, 3.68, 3.41, 3.37 และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง

กรรมวิธี	pH	OM %	Total N %	Avail. P %	Exch. K %	pH ของน้ำ
ดินก่อนการทดลอง	5.9	1.27	0.42	0.24	0.0032	pH = 6.5
ดินหลังการทดลอง						
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	5.9	1.28	0.43	0.0026	0.0036	
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	6.0	1.51	1.32	0.0039	0.0051	
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบแร่ผสม	6.0	1.32	1.21	0.0057	0.0064	pH = 6.5
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม	6.0	1.8	1.54	0.0051	0.0074	
T4 ปุ๋ยเคมี (46-0-0)	5.7	1.10	1.4	0.0027	0.0037	
T5 ปุ๋ยเคมี (16-20-0)	5.7	1.12	1.2	0.0064	0.0048	

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

กรรมวิธี	Total N %	Available P %	Exchange able K %	Total
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	-	-	-	-
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	3.40	0.0045	0.015	3.4195
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบแร่ผสม	3.34	0.0094	0.022	3.3714
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม	3.65	0.0081	0.031	3.6891
T4 ปุ๋ยเคมี (46-0-0)	46	-	-	46.0
T5 ปุ๋ยเคมี (16-20-0)	16	20	-	36.0

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) พบว่ากรรมวิธีที่มีธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T1, T4, T5 และ T0 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00, 3.67, 1.88, 0, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยพบว่า T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม มีธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) รวมมากที่สุด (ตารางที่ 4)

ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative Growth)

ความสูงต้นข้าว จากการบันทึกทางด้านความสูงของต้นข้าวพบว่ากรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุด ได้แก่ T4, T5, T3, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.7,

88.2, 86.8, 84.5, 83.5 และ 80.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

จำนวนใบต่อต้น จากการบันทึกจำนวนใบต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด ได้แก่ T4, T5, T3, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.3, 31.0, 30.2, 28.2, 27.8 และ 26.4 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

จำนวนต้นตอก จากการบันทึกจำนวนต้นตอกพบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนต้นตอกมากที่สุด ได้แก่ T3, T5, T4, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.0, 8.6, 8.5, 8.4, 8.2 และ 8.0 ต้นตอกต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

กรรมวิธี	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Total
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	-	-	-	-
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	0.22	0.33	1.33	1.88
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบแร่ผสม	0.66	0.36	2.65	3.67
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม	0.85	0.65	3.50	5.00
T4 ปุ๋ยเคมี (46-0-0)	-	-	-	-
T5 ปุ๋ยเคมี (16-20-0)	-	-	-	-

ตารางที่ 5 ความสูงต้นข้าว

กรรมวิธี	หน่วย : cm					
	ครั้งที่ 1 (20 วัน)	ครั้งที่ 2 (30 วัน)	ครั้งที่ 3 (40 วัน)	ครั้งที่ 4 (50 วัน)	ครั้งที่ 5 (60 วัน)	ครั้งที่ 6 (70 วัน)
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	30.1c	55.3c	60.5c	71.9ab	76.9c	80.2c
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	32.5c	55.4c	62.8b	74.3b	81.5b	83.5b
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบผสม	35.4ab	57.7b	65.6ab	75.7ab	82.5b	84.5b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดสูตรผสม	36.6ab	57.1b	66.7a	75.9ab	84.7a	86.8ab
T4 46-0-0	38.5a	59.4a	68.5a	78.4a	87.7a	89.7a
T5 16-20-0	38.2a	59.3a	67.4a	76.8ab	86.2a	88.2a
F-Test	*	*	*	*	*	*
% cv	9.2	8.7	10.5	8.8	9.4	9.6

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 จำนวนใบต่อต้น

กรรมวิธี	หน่วย : ใบ					
	ครั้งที่ 1 (20 วัน)	ครั้งที่ 2 (30 วัน)	ครั้งที่ 3 (40 วัน)	ครั้งที่ 4 (50 วัน)	ครั้งที่ 5 (60 วัน)	ครั้งที่ 6 (70 วัน)
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	9.2a	12.2c	15.5c	24.0c	25.4c	26.4c
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	10.4a	13.4b	15.0c	25.4c	26.8b	27.8b
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบผสม	10.1a	13.0b	16.4b	26.4b	27.2b	28.2b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดสูตรผสม	10.2a	13.2b	17.6a	26.4b	29.2b	30.2a
T4 46-0-0	12.9a	15.9a	18.4a	28.9a	32.1a	32.3a
T5 16-20-0	12.6a	15.6a	17.0b	27.6a	30.0a	31.0a
F-Test	ns	*	*	*	*	*
% CV	5.3	4.4	6.2	8.6	8.7	9.8

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 จำนวนดินตอก

กรรมวิธี	หน่วย : ต้น					
	ครั้งที่ 1 (20 วัน)	ครั้งที่ 2 (30 วัน)	ครั้งที่ 3 (40 วัน)	ครั้งที่ 4 (50 วัน)	ครั้งที่ 5 (60 วัน)	ครั้งที่ 6 (70 วัน)
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	3.2ab	4.2ab	5.1b	6.5ab	7.0c	8.0c
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	3.4ab	4.4ab	5.4ab	6.3b	7.2bc	8.2bc
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดสูตรผสม	3.6a	4.6a	5.7a	7.0a	7.9a	9.0a
T4 46-0-0	3.3ab	4.3ab	5.3ab	6.6ab	7.5b	8.5b
T5 16-20-0	3.5ab	4.5ab	5.6ab	6.6ab	7.5b	8.6b
F-Test	ns	ns	ns	ns	**	**
%CV	2.6	2.7	2.6	2.5	5.4	6.7

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (Yield and Yield Component)

ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ความยาวรวง จากการบันทึกความยาวรวง พบว่ากรรมวิธีที่มีความยาวรวงมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T4, T1 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.8, 22.1,

21.5, 20.6, 20.3 และ 19.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จำนวนเมล็ดต่อรวง จากการบันทึกจำนวนเมล็ดต่อรวงพบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T4, T3, T5, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 128.6, 126.3, 124.7, 124.2, 120.7 และ 102.1

เมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จำนวนเมล็ดลืบต่อรวง จากการบันทึกจำนวนเมล็ดลืบต่อรวง พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดลืบต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T0, T4, T1, T5, T2 และ T3 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.60, 45.40, 29.17, 25.60, 14.27 และ 12.90 เมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จากการบันทึกจำนวนเมล็ดดีต่อรวง พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 113.40, 109.93, 99.10, 91.53, 83.20 และ 54.50 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จำนวนรวงต่อตารางเมตร จากการบันทึกจำนวนรวงต่อตารางเมตร พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนรวงต่อตารางเมตรมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 227.0, 220.3, 201.0, 194.7, 192.3 และ 185.0 รวงต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

น้ำหนักต่อรวง จากการบันทึกน้ำหนักต่อรวงพบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.38, 2.32, 2.29, 2.18, 2.13 และ 2.11 กรัมต่อรวงตามลำดับ (ตารางที่ 8)

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จากการบันทึกน้ำหนัก 1,000 เมล็ดพบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30, 2.27, 2.25, 1.94, 1.86 และ 1.75 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ผลผลิตต่อไร่ จากการบันทึกน้ำหนักผลผลิตต่อไร่พบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 864.4, 817.7, 736.5, 679.1, 648.5 และ 625.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ผลการวิเคราะห์รายได้และต้นทุนการผลิต

ผลการวิเคราะห์รายได้และต้นทุนการผลิตพบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำสุด ได้แก่ T0, T3, T2, T1, T4 และ T5 ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 4,860, 4,960, 5,260, 5,360, 5,780 และ 5,840 บาทต่อไร่ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 864.4, 817.7, 736.5, 679.1, 648.5 และ 625.0 กก./ไร่ตามลำดับ เมื่อขยายข้าวเกี่ยวนละ 14,000 บาท กรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ คิดเป็นเงินเท่ากับ 12,101.6, 11,447.8, 10,311.0, 9,507.4, 9,079.0 และ 8,750.0 บาท/ไร่ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T0 และ T4 ตามลำดับ คิดเป็นกำไรเท่ากับ 7,141.6, 6,187.78, 4,471.0, 4,147.4, 3,890.0 และ 3,299.0 บาท/ไร่ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าต้นทุนในการผลิตข้าว/1 กิโลกรัม นั้น กรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำสุด ได้แก่ T3, T2, T0, T1, T5 และ T4 ตามลำดับ โดยมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 5.74, 6.43, 7.78, 7.89, 7.93 และ 8.91 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

กรรมวิธี	จำนวนรวงต่อตารางเมตร	ความยาวรวง (cm)	จำนวนเมล็ดต่อรวง	จำนวนเมล็ดลืบต่อรวง	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนักต่อรวง (กรัม)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)	185.0c	19.1 b	102.1b	47.60 c	54.5 c	2.11c	1.75d	625.0e
T1 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากมูลสัตว์	192.7b	20.3 b	120.7a	29.17 b	91.53 b	2.18c	1.94c	679.1d
T2 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดแบบแรมผสม	220.3a	22.1 a	124.2a	14.27a	109.93a	2.32a	2.27b	817.7b
T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพปั้นเม็ดสูตรผสม	227.0a	23.8 a	126.3a	12.90 a	113.40a	2.38a	2.30a	864.4a
T4 46-0-0	194.3b	20.6 b	128.6a	45.40c	83.20 c	2.13c	1.86d	648.5e
T5 16-20-0	201.0b	21.5 ab	124.7a	25.60 b	99.10 b	2.29 b	2.25ab	736.5 c
F-Test	**	*	**	**	**	*	**	**
% CV	12.4	10.2	12.6	10.8	10.8	6.7	8.2	8.6

ตารางที่ 9 รายได้และต้นทุนการผลิตข้าว (แบบสังเขป)

รายการ	T0 ไม่ใส่ปุ๋ย	T1 ปุ๋ยอินทรีย์ อัดเม็ดจากมูล สัตว์	T2 ปุ๋ยอินทรีย์ ชีวภาพปั้นเม็ด แบบแรมผสม	T3 ปุ๋ยอินทรีย์ ชีวภาพปั้น เม็ดสูตรผสม	T4 46-0-0	T5 16-20-0
1. ค่าจ้างเหมาเตรียมแปลง ไถ 2 ครั้ง X 300 (บาท / ไร่)	600	600	600	600	600	600
2. ค่าเมล็ดพันธุ์ 25 กก./ ไร่ X 20 บาท	50	50	50	50	50	50
3. ค่าปุ๋ยแต่ละชนิดต่อ 1 กระสอบ (50 กก.)	-	400	550	500	820	880
4. ค่าฮอร์โมนสังเคราะห์ หรืออาหารเสริม/ไร่ตาม ความจำเป็นเพื่อเร่งการ เจริญ 1 ครั้ง (200 บ.) และเร่งรวง 1 ครั้ง (200 บ.)	(200+200) =400	(200+200) =400	(200+200) =400	(เร่งรวง) =200	(200+200) =400	(200+200) =400
5. ค่าสารเคมีปราบวัชพืช ต่อไร่ (1 ครั้ง=200 บ.)	200	200	200	200	200	200
6. ค่าสารเคมีปราบแมลง ศัตรูพืชต่อไร่ (1-2 ครั้ง) ตามความจำเป็น (200 - 400 บ.)	400	400	200	200	400	400
7. ค่าเชื้อเพลิงในการสูบน้ำ	800	800	800	800	800	800
8. ค่าการเก็บเกี่ยว (รถ เกี่ยวข้าวรวมเชื้อเพลิง (บาท/ไร่)	600	600	600	600	600	600
รวมค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)	3050	3450	3400	3150	3870	3930
9. ค่าแรงตลอดช่วงการ ผลิต (บาท)	1,810***	1,910*	1,860**	1,810***	1,910*	1,910*
10. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	4,860	5,360	5,260	4,960	5,780	5,840
11. ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	625.0	679.1	817.7	864.4	648.5	736.5
12. รายได้ (บาท)****	8,750	9,507.4	11,447.8	12,101.6	9,079.0	10,311.0
13. กำไร (บาท)	3,890.0	4,147.4	6,187.78	7,141.6	3,299.0	4,471.0
14. ต้นทุนการผลิตข้าว/1 กิโลกรัม (บาท)	7.78	7.89	6.43	5.74	8.91	7.93

หมายเหตุ * ค่าแรงตลอดช่วงการผลิตทั้งหมดประกอบด้วย ดังนี้

1. ค่าแรงเสริมช่วงเตรียมแปลง (2 ครั้ง X 1 คน X 100 บาท/ไร่) = 200 บาท
2. ค่าแรงหว่านเมล็ดพันธุ์ (1 ครั้ง X 1 คน X 60 บาท/ไร่) = 60 บาท
3. ค่าแรงหว่านปุ๋ย (2 ครั้ง X 1 คน X 50 บาท/ไร่) = 100 บาท
4. ค่าแรงฉีดฮอร์โมน (2 ครั้ง X 1 คน X 50 บาท/ไร่) = 100 บาท
5. ค่าแรงฉีดยาปราบวัชพืช (1 ครั้ง X 1 คน X 50 บาท/ไร่) = 50 บาท
6. ค่าแรงฉีดยาปราบแมลงศัตรูพืช (2 ครั้ง X 1 คน X 50 บาท/ไร่) = 100 บาท
7. ค่าแรงในการดูแลรักษา (เหมาจ่าย 800 บาท/ไร่) = 800 บาท
8. ค่าแรงช่วยเก็บเกี่ยวผลผลิต (1 ครั้ง X 2 คน X 250 บาท/ไร่) = 500 บาท

รวม = 1,910 บาท/ไร่

, * เกิดจากค่าแรงหว่านปุ๋ย ค่าแรงฉีดฮอร์โมนเสริม ค่าแรงฉีดสารปราบศัตรูพืชที่แตกต่างกัน

**** ขยข้าวเกี่ยวนละ 14,000 บาท

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง

ในช่วงการทดลองนั้นอุณหภูมิเคลื่อนไหวยู่ระหว่าง 26-36 °C ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิปกติแต่ปริมาณน้ำฝนในช่วงการทดลองมีฝนตกชุกแต่ไม่ใช่อุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของข้าวเพราะชอบน้ำฝนอยู่แล้ว ผลวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังทำการทดลองดินที่ใช้ในการทดลองพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางดินมีปฏิกิริยา (pH) เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งไม่มีผลต่อข้าวมากนักส่วนใหญ่ข้าวทั่วไปก็จะเป็นกรดอยู่แล้ว แต่มีธาตุอาหารหลักอยู่ในระดับต่ำมาก โดยเฉพาะฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมภายหลังการทดลอง พบว่าดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มที่มีส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม แต่ในกรรมวิธีปุ๋ยเคมี แสดงความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเฉพาะแปลงปุ๋ยเคมี (46-0-0) มีความเป็นกรดสูง จึงแสดงผลทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามระดับธาตุอาหารหลักยังอยู่ในระดับต่ำมากถึงแม้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม น้ำในแปลงทดลองเป็นกรดเล็กน้อย pH 6.5 ซึ่งไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองนี้พบว่าธาตุอาหารหลักส่วนใหญ่มีธาตุไนโตรเจนมากที่สุดรองลงมา คือ โพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ตามลำดับและผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) พบว่ากรรมวิธีที่มีธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T1, T4, T5 และ T0 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00, 3.67, 1.88, 0, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกลุ่มปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทั้งหมดพบว่า T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมมีธาตุอาหารหลัก (N-P-K) และธาตุอาหารรอง (Ca-Mg-S) รวมมากที่สุด การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากวัสดุผสมสูตรและองค์ประกอบของสูตรที่มาจากวัสดุหลากหลายชนิดกว่าปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ

การบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative Growth)

จากการวิเคราะห์ทางด้านความสูงต้น จำนวนใบต่อต้นพบว่า ผลที่แสดงออกมามีความสัมพันธ์กับระดับธาตุไนโตรเจนสูงที่มีในแต่ละสูตร เช่น T4 (46-0-0) และ T5 (16-20-0) และ T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมจึงมีผลทำให้ต้นข้าวสูงและมีจำนวนใบต่อต้นมากตามไปด้วย ทั้งนี้เพราะธาตุไนโตรเจนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การสังเคราะห์แสง การยืดตัวของลำต้น เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนน้อยจึงมีความสูงและจำนวนใบต่อต้นต่ำที่สุด จำนวนต้นตอกจากการวิเคราะห์ พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนต้นตอกมากที่สุด ได้แก่ T3, T5, T4, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.0, 8.6, 8.5, 8.4, 8.2 และ 8.0 ต้นตอกตามลำดับ จากผลที่แสดงออกมามีผลต่อการแตกกอของข้าว อย่างไรก็ดีตาม T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมที่มีคุณสมบัติแบบผสมผสานมีองค์ประกอบของสูตรที่เอื้อต่อการปรับปรุงบำรุงดินทางกายภาพ-เคมี-ชีวภาพภายในเม็ดเดียวกันมากกว่าปุ๋ยทุกชนิดจึงมีผลทำให้จำนวนต้นตอกสูงกว่ากลุ่มปุ๋ยเคมีซึ่งให้ธาตุอาหารหลัก (คุณสมบัติด้านเคมีด้านเดียว) เท่านั้น

การบันทึกองค์ประกอบทางด้านผลผลิตของข้าว (Yield and Yield Component) ได้แก่

ความยาวรวง จากผลการวิเคราะห์ความยาวรวงพบว่า T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมมีความยาวรวงมากที่สุด รองลงมา คือ T2 เฉลี่ยเท่ากับ 23.8 และ 22.1 เซนติเมตรแตกต่างทางสถิติกับ T5, T4, T1 และ T0 ตามลำดับ ซึ่งมีความยาวรวงเฉลี่ยเท่ากับ 21.5, 20.6, 20.3 และ 19.1 เซนติเมตรตามลำดับ การที่ผลออกมาเช่นนี้ สามารถกล่าวได้ว่า ต้นข้าวที่มีธาตุสมดุลง่ายต่อการเจริญเติบโตเป็นไปได้ด้วยดีโดยเฉพาะธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีความจำเป็นต่อการสร้างแป้งและน้ำตาลเป็นอย่างมาก จึงทำให้ T3 และ T2 ซึ่งมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมมากทำให้การพัฒนาความยาวรวงเป็นไปได้ดี เป็นต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนรวงต่อตารางเมตร จากผลการวิเคราะห์จำนวนเมล็ดต่อรวงพบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากที่สุด คือ T4, T3, T5, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดลีบต่อรวงสูงสุด คือ T0 (ไม่ใส่ปุ๋ย), T4, T1, T5, T2 และ T3 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์จำนวนเมล็ดดีต่อรวง พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์จำนวนรวงต่อตารางเมตรพบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนรวงต่อตารางเมตรมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ การที่ผลแสดงออกมาเช่นนี้สามารถกล่าวได้ว่า ต้นข้าวที่ได้รับธาตุอาหารน้อยหรือมีธาตุอาหารแบบไม่สมดุลมีเพียงธาตุใดธาตุหนึ่ง เช่น T0, T4 และ T1 นั้นจะมีผลต่อการสร้างอินทรีย์สารในต้นข้าว (สร้างแป้งและน้ำตาลได้น้อย) ทำให้มีข้อจำกัดในการสะสมแป้งและน้ำตาลในเมล็ดมีผลทำให้จำนวนเมล็ดลีบเพิ่มมากขึ้นแต่ T3 ซึ่งมีธาตุอาหารครบและหลากหลายการสังเคราะห์แสงสร้างแป้งและน้ำตาลจึงเกิดขึ้นได้ดีทำให้เมล็ดต่อรวงและเมล็ดดีต่อรวงมีจำนวนมากและจำนวนรวงต่อตารางเมตรมากตามไปด้วย

น้ำหนักต่อรวง, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จากผลการวิเคราะห์น้ำหนักต่อรวงพบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนักต่อรวงมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ และจากผลการวิเคราะห์น้ำหนัก 1,000 เมล็ดพบว่ากรรมวิธีที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ การที่ผลวิเคราะห์ออก

มาเช่นนี้ สามารถกล่าวได้ว่า ปุ๋ยที่สามารถสารปรับปรุงบำรุงดินไปด้วยและมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในระดับสูงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว จะมีผลทำให้การดูดธาตุอาหารและการเจริญเติบโตด้านลำต้นใบ (Biomass) ดีตามไปด้วย มีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาลในเมล็ดมากตามไปด้วย ทำให้ T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดสูตรผสมมีเมล็ดมาก เมล็ดดีมีมากและมีน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เป็นต้น ผลผลิตต่อไร่ จากผลการวิเคราะห์ผลผลิตต่อไร่พบว่ากรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 864.4, 817.7, 736.5, 679.1, 648.5 และ 625.0 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตต่อไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่า ปุ๋ยที่สามารถสารปรับปรุงบำรุงดินไปด้วยและมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในระดับสูงครบและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวจะมีผลต่อการดูดธาตุอาหารและการเจริญเติบโตด้านลำต้นใบ (Biomass) มากขึ้น มีผลต่อการเพิ่มพื้นที่สังเคราะห์แสงของข้าวและในที่สุดจะจึงมีผลโดยตรงต่อการสร้างแป้งและน้ำตาลภายในต้นพืช ทำให้องค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ คือ จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนักต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงตามไปด้วยจึงทำให้ T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพป่นเม็ดสูตรผสมได้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า การที่จะใส่ปุ๋ยข้าวให้ได้ผลผลิตสูงนั้น จะต้องไม่ให้มีธาตุไนโตรเจนมากเกินไป หรือมีเฉพาะธาตุใดธาตุหนึ่ง เช่น T4 แต่ควรมีธาตุอาหารหลักในระดับที่เพียงพอเสียก่อน แล้วจึงให้ธาตุอาหารรองตาม ปุ๋ยที่ใช้ควรมีส่วนผสมของอินทรีย์วัตถุ จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และมีสารปรับปรุงบำรุงดินเป็นองค์ประกอบด้วย จะทำให้ข้าวเจริญเติบโตอย่างมีสมดุลและให้ผลผลิตสูง ระบบผลิตมีความยั่งยืน รายได้และต้นทุนการผลิต ผลการวิเคราะห์รายได้และต้นทุนการผลิตแบบสังเขป พบว่ากรรมวิธีที่มีต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด ได้แก่ T0, T3, T2, T1, T4 และ T5 ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 4,860, 4,960, 5,260, 5,360, 5,780 และ 5,840 บาทต่อไร่ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 864.4, 817.7, 736.5, 679.1, 648.5 และ 625.0 กก./ไร่ตามลำดับ กรรมวิธีที่มีรายได้สูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T4 และ T0 ตามลำดับ คิดเป็นเงินเท่ากับ 12,101.6, 11,447.8, 10,311.0, 9,507.4, 9,079.0 และ 8,750.0 บาท/ไร่ตามลำดับ กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T5, T1, T0 และ T4 ตามลำดับคิดเป็นกำไรสุทธิเท่ากับ 7,141.6, 6,187.78, 4,471.0, 4,147.4, 3,890.0 และ 3,299.0 บาท/ไร่ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าต้นทุนในการผลิตข้าว/1 กิโลกรัม นั้น กรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำสุด ได้แก่ T3, T2, T0, T1, T5 และ T4 ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 5.74, 6.43, 7.78, 7.89, 7.93 และ 8.91 บาท/กิโลกรัมตามลำดับ จากผลที่แสดงออกมาสามารถกล่าวได้ว่าวิธี

การการลดต้นทุนการผลิตและการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวจะมีผลทำให้ต้นทุนต่อการผลิตข้าว 1 กิโลกรัมลดลงทำให้ได้กำไรมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ T3 (ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม) ถึงแม้ต้นทุนการผลิตจะไม่ต่ำสุดแต่ผลผลิตต่อไร่ที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตข้าว/1 กิโลกรัมมีต้นทุนต่ำสุดและทำให้มีกำไรสูงสุดนั่นเอง

สรุปผล

1. ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ส่วนใหญ่มีธาตุไนโตรเจนมากที่สุดรองลงมา คือ โพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ตามลำดับและกรรมวิธีที่มีธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ T3, T2, T1, T4, T5 และ T0 ตามลำดับ

2. ผลการบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative Growth) ของข้าวในด้านความสูงต้นข้าว (cm), จำนวนใบต่อต้นนั้น พบว่ากรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุด ได้แก่ T4, T5, T3, T2, T1 และ T0 ตามลำดับความสูงต้นมีแนวโน้มสอดคล้องกับระดับธาตุไนโตรเจน (N) ที่มีในแต่ละสูตรเป็นสำคัญ จำนวนต้นต่อกอ พบว่ากรรมวิธี T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด

3. องค์ประกอบผลผลิตในด้านความยาวรวง ความยาวรวงสูงสุดสามอันดับแรก ได้แก่ T3 ในด้านจำนวนเมล็ดต่อรวงกรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุดสามอันดับแรก ได้แก่ T4 จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนรวงต่อตารางเมตร, น้ำหนักต่อรวง, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด กรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุด ได้แก่ T3

4. ผลผลิตต่อไร่ พบว่ากรรมวิธีที่ได้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ T3 ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยเท่ากับ 864.4 กก./ไร่

5. รายได้และต้นทุนการผลิต ต้นทุนการผลิตรวมต่ำที่สุด ได้แก่ T0, T3, T2, T1, T4 และ T5 ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 4,860, 4,960, 5,260, 5,360, 5,780 และ 5,840 บาทต่อไร่ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่ได้กำไรสูงสุด คือ T3 ได้กำไร 7,141.6 บาท/ไร่เพราะได้ผลผลิตสูงทำให้ต้นทุนในการผลิตข้าวต่อ 1 กิโลกรัมต่ำสุด

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิเคราะห์ธาตุอาหารเสริมและปริมาณจุลินทรีย์ในดินเสริมด้วยจะทำให้สามารถแปรผลด้านนิเวศวิทยาการเกษตรได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ 2553 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2554, จาก http://www.brrd.in.th/rkb/data_004/rice_xx2-04_manage_006.html
- กรมวิชาการเกษตร. (2548). ค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2554, จาก http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Soil&Fertilizer.htm
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2554, จาก www.ddd.go.th
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี [เอกสารวิชาการ]. หน้า 198 - 205. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2554, จาก <http://agriqua.doae.go.th>
- ธรรมชาติของดินและปุ๋ย (พิมพ์ครั้งที่ 10). ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2554, จาก http://sites.google.com/site/banrainarao/knowledge/nature_soil_fertilizer
- ประพาส วีระแพทย์. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (เล่มที่ 3). ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2554, จาก http://guru.sanook.com/enc_preview.php?id=1129&source_location=2
- ภาควิชาปฐพี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2541). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2543). การพัฒนาสูตรปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดจากวัสดุเกษตรแบบผสมผสานเพื่อลดต้นทุนการผลิต (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2542 - 2543.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2544). การพัฒนาเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดจากเปลือกกล้วย (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2544.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2546). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดปลั๊กชีวภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2546.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2548). การสร้างโรงผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมต้นแบบโดยกระบวนการมีส่วนร่วม (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2548.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). ความสัมพันธ์ดิน น้ำ และพืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). เทคโนโลยีปุ๋ย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ลาวลีย์ จีระพงษ์. (2552). การเตรียมการใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. สถาบันส่งเสริมเกษตรชีวภาพและโรงเรียนเกษตรกร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำราญ ดอกไม้หอม. การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักหอยเชอรี่. กองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช กรมส่งเสริมการเกษตร.
- สุริยา สาสนรักกิจ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- อรรถ บัญญัติ. ชุมชนเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย. กองพัฒนาการบริหารงานเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2543). การใช้สารสกัดจากพืชควบคุมแมลงศัตรูพืช. *African Journal of Microbiology Research*, 3(5), pp.297-304. Retrieved May, 2009, from <http://www.academicjournals.org/ajmr>
- Response of vegetative growth and fruit development to regulated deficit irrigation at different growth stages of pear-jujube tree Cui, Ningbo And the Board. *Agricultural Water Management*, 96(8), pp.1237-1246.