

# ผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

## Effect of High Quality Organic Fertilizer on

## Production of Suphan Buri 1 Rice

พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์\*, วรภัทร ลักคนทินวงศ์, ชวินทร์ ปลื้มเจริญ

และภริยา ชมพูพิว

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

อรประภา เทพศิลาวิสุทธิ์

สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Phakpen Poomipan\*, Voraphat Latkanathinnawong, Chavin Pliumchareorn

and Phiraya Chomphuphiw

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Ornprapa Thepsilvisut

Major of Organic Farming Management, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

### บทคัดย่อ

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีคุณสมบัติเด่น คือ มีธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป จึงศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 12.5, 25 และ 50 กก./ไร่ ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งอัตรา 12.5 กก./ไร่ ไนโตรเจน/ไร่ เป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมีที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยให้การคาดคะเนปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกไว้ คือ 816 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวมีอายุ 10 วัน หลังย้ายปลูก และเมื่อข้าวเข้าสู่ระยะ IPP ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกมากที่สุด โดยเฉลี่ย 892 กก./ไร่ ในขณะที่ การใส่ปุ๋ยอัตรา 25 และ 12.5 กก./ไร่ ได้ผลผลิตข้าวเปลือกโดยเฉลี่ย 624 และ 455 กก./ไร่ ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณโปรตีนในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น แต่ความหอมของข้าวจะลดลงเมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น โดยข้าวที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดมากที่สุด แต่มีปริมาณสารความหอม (2-AP) น้อยที่สุด ซึ่ง

ส่งผลให้ความนุ่มเหนียวและความหอมของข้าวหุงสุกลดลง นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตจากปุ๋ยที่ใส่ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตของการใส่ปุ๋ยอัตรา 50 และ 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกใกล้เคียงกับผลผลิตตามการคาดคะเนมากที่สุด แต่มีผลทำให้ความนุ่มเหนียวและความหอมลดลง และมีประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยต่อการผลิตข้าวเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่

**คำสำคัญ :** ข้าวสุพรรณบุรี 1; ปุ๋ยอินทรีย์; ผลผลิตข้าวเปลือก; ความนุ่มเหนียว; ความหอม

## Abstract

Remarkable feature of high quality organic fertilizer is to provide more nutrient than others. Thus, the study on effect of high quality organic fertilizer on production of Suphan Buri 1 rice was undertaken in complete randomized design with 10 replications including 4 rates of high quality organic fertilizer application; no fertilizer, 12.5, 25 and 50 kg-nitrogen (N)/rai. The rate of 12.5 kg-N/rai was N recommended rate as chemical fertilizer according to soil analysis, giving predicted paddy yield by 816 kg/rai. The fertilizer was equally divided and applied at 10 days after transplanting and IPP stage. The results had shown that growth and paddy yield were increased by increasing fertilizer application rate. The rice applied by 50 kg-N/rai was highest in paddy yield, approximately 892 kg/rai. While, the average paddy yields of rice applied by 25 ad 12.5 kg-N/rai were 624 and 455 kg/rai. Similarly to protein content in grain which was increased by increasing the rate of fertilizer application. Contrast to aroma quality, the aroma compound (2-AP) was decreased by increasing the rate of fertilizer application. These led to less in tenderness and aroma of the rice applied by 50 kg-N/rai. Moreover, efficiency of N uptake, N use and N utilization were no significant difference between applying at 25 and 50 kg-N/rai. Therefore, the results had indicated that applying at the rate of 50 kg-N/rai can give the predicted paddy yield of Suphan Buri 1 rice but it affected on decreasing tenderness and aroma in grains and equivalent to efficiency of fertilizer application on rice production of applying at 25 kg-N/rai.

**Keywords:** aroma; organic fertilizer; paddy yield; Suphan Buri 1 rice; tenderness

## 1. บทนำ

ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืชและดินมีด้วยกันหลายประการ โดยประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชนั้นพบว่าปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (essential nutrient elements) ทุก

ธาตุอย่างครบถ้วน ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ แต่มีในปริมาณน้อย อีกทั้งอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เนื่องจากจะต้องผ่านการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน จึงอาจทำให้พืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์

ได้รับธาตุอาหารไม่ทันต่อความต้องการของพืชในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตได้ [1] อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยอินทรีย์ก็มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงสมบัติดินเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความร่วนซุย การระบายน้ำและอากาศดี เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และช่วยทำให้ดินมีโครงสร้างแข็งแรงทนทานต่อการเกิดการกร่อนดิน อีกทั้งปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน เช่น เพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารให้กับดิน และช่วยปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน โดยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน [2,3] ดังนั้นการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูงมาใช้ในการเพาะปลูกพืช น่าจะช่วยลดข้อด้อยของปุ๋ยอินทรีย์ในด้านที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ และมีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารช้าได้ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจนของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้มาจากการนำวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง ได้แก่ กากถั่วเหลือง มาหมักร่วมกับมูลวัว จึงได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การทดสอบอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมกับการผลิตข้าวก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงยังมีข้อจำกัดในด้านอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหาร ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยใช้ปริมาณธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงร่วมกับการคำนวณปริมาณผลผลิตตามการคาดคะเนของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นเกณฑ์พิจารณาอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวสุพรรณบุรี 1

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized designs) จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (12.5 kg-N) สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (25 kg-N) และสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (50 kg-N) เนื่องจากดินที่นำมาใช้ในการทดลองนี้มีเพียงธาตุไนโตรเจนเท่านั้นที่อยู่ในระดับปานกลาง จึงใช้ปริมาณไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง คือ อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ [4] เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอัตราปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เพื่อให้ไนโตรเจนในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของข้าว อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัดด้านอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหาร จึงใส่อัตราที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่) และ 4 เท่า (อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่) ด้วย

ดินที่ใช้ในการทดลองมีสมบัติดังนี้ คือ เนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5; 1:1, soil:H<sub>2</sub>O) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง (0.13 เปอร์เซ็นต์; Kjeldahl method) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง (31 มก./กก.; Bray II) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก (122 มก./กก.; NH<sub>4</sub>OAc, pH 7.0) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมาก (788 มก./กก.; NH<sub>4</sub>OAc, pH 7.0) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับ สูงมาก (1095 มก./กก.; NH<sub>4</sub>OAc, pH 7.0) [5]

การจัดหน่วยทดลองเริ่มด้วยการเพาะกล้าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อกล้ามียายุ 7 วัน จึงย้ายกล้าลงกระถาง จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ซึ่งแต่ละกระถาง

บรรจุดิน 5 กก. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงให้กับสิ่งทดลองตามแผนการทดลอง โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 10 วัน หลังย้ายกล้า และระยะข้าวเริ่มตั้งท้อง (IPP) ปฏิบัติดูแลสิ่งทดลองภายใต้โรงเรือนปลูกพืช โดยให้น้ำในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว ฉีดพ่นสารสกัดสะเดาเมื่อมีการระบาดของกำจัดโรคและแมลง

กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจนของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้กระบวนการทำปุ๋ยหมัก แตกต่างเพียงวัสดุทำปุ๋ยหมักที่นำมาใช้เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง ได้แก่ กากเมล็ดถั่วเหลือง 60 กิโลกรัม มูลวัว 40 กิโลกรัม สารเร่งซุเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ของ และสารเร่งซุเปอร์ พด. 2 ที่ขยายเชื้อในกากน้ำตาล 30 ลิตร [6] ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารตรงตามข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 [7] โดยมีค่าปฏิกริยา 6.5 (1:1, soil:H<sub>2</sub>O) ค่าการนำไฟฟ้า 7.9 mS/cm (1:5, soil:H<sub>2</sub>O) ความชื้น 32.13 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 60.56 เปอร์เซ็นต์ (Walkley-Black method) สัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน 7.93 และปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Kjeldahl method) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (colorimetric method) และโพแทสเซียมทั้งหมด (flame photometer) เท่ากับ 4.43, 3.99, 3.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นหากคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยต่อไร่ จะพบว่าสิ่งทดลองที่ 2, 3 และ 4 จะต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 282, 564 และ 1,128 กก./ไร่ ตามลำดับ

บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ความสูงที่อายุ 90 วันหลังย้ายปลูก และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว บันทึกจำนวนต้นตอกจำนวนรวงตอก น้ำหนักแห้งทั้งหมด น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งราก และบันทึก

น้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก 100 เมล็ด ร้อยละเมล็ดดี และร้อยละเมล็ดลีบที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเมล็ดโดยวิธี Kjeldahl method [8] และปริมาณสารความหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ด้วยเทคนิค headspace-solid phase micro extraction-gas chromatography mass spectrometry (HS-SPME-GCMS) ใช้ column HP-5MS อุณหภูมิ injector 220 °C อุณหภูมิ column 50-200 °C รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในข้าวโดยวิธี Kjeldahl method [8] เพื่อใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ ประสิทธิภาพการให้ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดูดได้จากปุ๋ยเพื่อใช้ในการสร้างผลผลิต [9] จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3. ผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีผลทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีการเจริญเติบโตมากที่สุด ได้แก่ ความสูงที่อายุ 90 วัน จำนวนตอกตอก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งทั้งหมด กล่าวคือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีความสูงที่อายุ 90 วันมากที่สุด 99.9±1.2 ซม. รองลงมา ได้แก่ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 และ 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งมีความสูง 89.9±0.8 และ 88.3±0.9 ซม. และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ย มีความสูงน้อยที่สุด 72.7±1.0 ซม. เช่นเดียวกับจำนวนต้นตอกพบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีจำนวนต้นตอกมากที่สุด 11.5±0.8 ต้น รองลงมาคือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่

มีจำนวนต้นตอกอ  $9.7 \pm 0.5$  ต้น และข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งจำนวนต้นตอกอ  $7.8 \pm 1.0$  ต้น ตามลำดับ และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ยมีจำนวนต้นตอกอน้อยที่สุด  $3.2 \pm 0.4$  ต้น และการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้ง พบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ( $38.28 \pm 2.05$  กรัม/กอ) น้ำหนักแห้งราก ( $3.86 \pm 0.31$  กรัม/กอ) และน้ำหนักแห้งทั้งหมด ( $42.14 \pm 2.00$  กรัม/กอ) มากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

$28.54 \pm 1.04$  กรัม/กอ น้ำหนักแห้งราก  $2.99 \pm 0.28$  กรัม/กอ และน้ำหนักแห้งทั้งหมด  $31.53 \pm 1.02$  กรัม/กอ ถัดมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน  $20.38 \pm 1.04$  กรัม/กอ น้ำหนักแห้งราก  $2.67 \pm 0.12$  กรัม/กอ และน้ำหนักแห้งทั้งหมด  $23.05 \pm 1.08$  กรัม/กอ และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ยมีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน  $11.32 \pm 0.93$  กรัม/กอ น้ำหนักแห้งราก  $1.55 \pm 0.16$  กรัม/กอ และน้ำหนักแห้งทั้งหมด  $12.87 \pm 0.87$  กรัม/กอ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ

Treatment	ความสูงที่อายุ 90 วัน (เซนติเมตร)	จำนวนต้นตอกอ (ต้น)	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/กอ)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม/กอ)	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม/กอ)
Control	$72.7 \pm 1.0$ <sup>c 1/</sup>	$3.2 \pm 0.4$ <sup>d</sup>	$11.32 \pm 0.93$ <sup>d</sup>	$1.55 \pm 0.16$ <sup>d</sup>	$12.87 \pm 0.87$ <sup>d</sup>
12.5 kg-N	$88.3 \pm 0.9$ <sup>b</sup>	$7.8 \pm 1.0$ <sup>c</sup>	$20.38 \pm 1.04$ <sup>c</sup>	$2.67 \pm 0.12$ <sup>c</sup>	$23.05 \pm 1.08$ <sup>c</sup>
25 kg-N	$89.9 \pm 0.8$ <sup>b</sup>	$9.7 \pm 0.5$ <sup>b</sup>	$28.54 \pm 1.04$ <sup>b</sup>	$2.99 \pm 0.28$ <sup>b</sup>	$31.53 \pm 1.02$ <sup>b</sup>
50 kg-N	$99.9 \pm 1.2$ <sup>a</sup>	$11.5 \pm 0.8$ <sup>a</sup>	$38.28 \pm 2.05$ <sup>a</sup>	$3.86 \pm 0.31$ <sup>a</sup>	$42.14 \pm 2.00$ <sup>a</sup>
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C.V. (%)	1.08	9.01	5.45	26.28	4.82

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  โดยวิธี DMRT

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ก็ มีผลทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกมากที่สุดด้วยเช่นกัน กล่าวคือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีจำนวนรวงตอกอมากที่สุด  $7.7 \pm 0.8$  รวง รองลงมา ได้แก่ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 และ 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งมีจำนวนรวงตอกอ  $5.2 \pm 0.8$  และ  $4.5 \pm 0.6$  รวง และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ยมีจำนวนรวงตอกอน้อยที่สุด  $3.2 \pm 0.4$  รวง สอดคล้องกับน้ำหนักเมล็ดตอกอ พบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ดตอกอ

กอมมากที่สุด  $21.69 \pm 1.11$  กรัม/กอ รองลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ดตอกอ  $16.00 \pm 1.03$  กรัม/กอ และข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ดตอกอ  $11.19 \pm 1.21$  กรัม/กอ ตามลำดับ และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ยมีน้ำหนักเมล็ดตอกอน้อยที่สุด  $6.57 \pm 0.55$  กรัม/กอ เช่นเดียวกับน้ำหนักเมล็ดตอกอไร้ พบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ดตอกอไร้มากที่สุด  $892 \pm 42$  กก./ไร่ รองลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มี

น้ำหนักเมล็ดต่อไร่  $624 \pm 21$  กก./ไร่ และข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ดต่อไร่  $455 \pm 51$  กก./ไร่ ตามลำดับ และข้าวที่ไม่ได้ปุ๋ยมีน้ำหนักเมล็ดต่อรือน้อยที่สุด  $283 \pm 20$  กก./ไร่ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณและคุณภาพผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ

Treatment	ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก			คุณภาพผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก		
	จำนวนรวงต่อกอ (รวง/กอ)	น้ำหนักเมล็ดต่อกอ (กรัม/กอ)	น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ (กก./ไร่) <sup>2/</sup>	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ร้อยละเมล็ดดี (เปอร์เซ็นต์)	ร้อยละเมล็ดลีบ (เปอร์เซ็นต์)
Control	$3.2 \pm 0.4$ <sup>c1/</sup>	$6.57 \pm 0.55$ <sup>d</sup>	$283 \pm 20$ <sup>d</sup>	$2.54 \pm 0.05$ <sup>a</sup>	$75.83 \pm 9.67$ <sup>a</sup>	$24.18 \pm 9.67$ <sup>a</sup>
12.5 kg-N	$4.5 \pm 0.6$ <sup>b</sup>	$11.19 \pm 1.21$ <sup>c</sup>	$455 \pm 51$ <sup>c</sup>	$2.57 \pm 0.08$ <sup>a</sup>	$78.98 \pm 6.42$ <sup>a</sup>	$21.02 \pm 6.42$ <sup>a</sup>
25 kg-N	$5.2 \pm 0.8$ <sup>b</sup>	$16.00 \pm 1.03$ <sup>b</sup>	$624 \pm 21$ <sup>b</sup>	$2.47 \pm 0.07$ <sup>a</sup>	$83.64 \pm 5.57$ <sup>a</sup>	$16.36 \pm 5.57$ <sup>a</sup>
50 kg-N	$7.7 \pm 0.8$ <sup>a</sup>	$21.69 \pm 1.11$ <sup>a</sup>	$892 \pm 42$ <sup>a</sup>	$2.52 \pm 0.08$ <sup>a</sup>	$86.28 \pm 3.16$ <sup>a</sup>	$13.73 \pm 3.16$ <sup>a</sup>
P value	<0.001	<0.001	<0.001	0.387	0.056	0.056
C.V. (%)	12.7	7.25	14.632	8.86	8.16	8.16

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  โดยวิธี DMRT; <sup>2/</sup>น้ำหนักข้าวเปลือกต่อไร่ เป็นค่าโดยประมาณที่ได้มาจากการคำนวณน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกในการปลูกแบบขนาดพื้นที่ 1 ไร่ ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร

อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด ร้อยละเมล็ดดี และร้อยละเมล็ดลีบ โดยพบว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย และ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5, 25 และ 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด เท่ากับ  $2.54 \pm 0.05$ ,  $2.57 \pm 0.08$ ,  $2.47 \pm 0.07$  และ  $2.52 \pm 0.08$  กรัม ตามลำดับ ส่วนร้อยละเมล็ดดี พบว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยและข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5, 25 และ 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีร้อยละเมล็ดดี  $75.83 \pm 9.67$ ,  $78.98 \pm 6.42$ ,  $83.64 \pm 5.57$  และ  $86.28 \pm 3.16$  ตามลำดับ เช่นเดียวกับร้อยละเมล็ดลีบ พบว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยและข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5, 25 และ 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีร้อยละเมล็ดลีบ  $24.18 \pm 9.67$ ,  $21.02 \pm 6.42$ ,  $16.36 \pm$

$5.57$  และ  $13.73 \pm 3.16$  ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เป็น 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ จะมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ปริมาณสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดลดลง โดยพบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีปริมาณโปรตีนในเมล็ด ( $7.8 \pm 0.10$  เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 ( $11.1 \pm 0.15$  เปอร์เซ็นต์) และ 50 ( $13.2 \pm 0.05$  เปอร์เซ็นต์) กก.ไนโตรเจน/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นว่าปริมาณโปรตีนในเมล็ดจะแปรผันตรงกับอัตราปุ๋ยที่ใส่ เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่ำจะทำให้ในเมล็ดข้าวมีปริมาณโปรตีนต่ำ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราสูงจะทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงไปด้วย ตรงกันข้ามกับปริมาณสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดข้าว ซึ่งจะลดลง

เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น โดยข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดสูงที่สุด  $1.77 \pm 0.07$  ppm รองลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสารความหอม (2-AP) ในเมล็ด  $1.43 \pm 0.07$  ppm แต่เมื่อข้าวได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดต่ำที่สุด  $1.15 \pm 0.05$  ppm (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** คุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการหุงต้มของเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ

Treatment	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณสารความหอม (2-AP) (ppm)
Control	$6.7 \pm 0.05$ <sup>d</sup>	$1.59 \pm 0.06$ <sup>b</sup>
12.5 kg-N	$7.8 \pm 0.10$ <sup>c</sup>	$1.77 \pm 0.07$ <sup>a</sup>
25 kg-N	$11.1 \pm 0.15$ <sup>b</sup>	$1.43 \pm 0.07$ <sup>c</sup>
50 kg-N	$13.2 \pm 0.05$ <sup>a</sup>	$1.15 \pm 0.05$ <sup>d</sup>
P value	<0.001	<0.001
C.V. (%)	4.33	4.39

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  โดยวิธี DMRT

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวมากที่สุด แต่ประสิทธิภาพของการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตจากปุ๋ยที่ใส่ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดูดได้ในการสร้างผลผลิตของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ กล่าวคือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ 50 กก.ไนโตรเจน/

ไร่ มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด ( $18.29 \pm 0.54$  กก./ไร่) รองลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีปริมาณไนโตรเจน  $13.27 \pm 1.42$  กก./ไร่ ถัดลงมา คือ ข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีปริมาณไนโตรเจน  $4.76 \pm 0.37$  กก./ไร่ และข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด ( $3.59 \pm 0.03$  กก./ไร่) ส่วนประสิทธิภาพการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่พบว่าประสิทธิภาพการดูดไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 50 และ 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ  $29.4 \pm 1.1$  และ  $34.7 \pm 5.7$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และประสิทธิภาพการดูดไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีค่าน้อยที่สุด ( $9.6 \pm 3.0$  เปอร์เซ็นต์) ตรงกันกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดูดได้ในการสร้างผลผลิต พบว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดูดได้ในการสร้างผลผลิตของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ( $153.36 \pm 17.9$  กก./กก.ไนโตรเจน) มีค่ามากกว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ดูดได้ในการสร้างผลผลิตของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 25 ( $35.6 \pm 3.0$  กก./กก.ไนโตรเจน) และ 50 ( $40.9 \pm 1.4$  กก./กก.ไนโตรเจน) กก.ไนโตรเจน/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในอัตราต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

#### 4. วิจารณ์

การใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีผลทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมากที่สุด 892 กก./ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณผลผลิตตามการคาดคะเนมากที่สุด (816 กก./ไร่) แต่การใส่ปุ๋ยอัตรา 25 และ 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีปริมาณผลผลิตต่ำกว่าปริมาณผลผลิตตามการคาดคะเน โดยให้ผลผลิตข้าวเปลือก 624 และ 455 กก./ไร่

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ

Treatment	ปริมาณ ไนโตรเจนในพืช (กก./ไร่)	ประสิทธิภาพการดูด ไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ (เปอร์เซ็นต์)	ประสิทธิภาพการให้ผล ผลิตของปุ๋ยที่ใส่ (กก./กก.ปุ๋ย)	ประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจนในการสร้างผลผลิต (กก./กก.ไนโตรเจน)
Control	3.59±0.03 <sup>c</sup>	-	-	-
12.5 kg-N	4.79±0.37 <sup>c</sup>	9.6±3.0 <sup>b</sup>	13.3±2.1 <sup>a</sup>	153.3±17.9 <sup>a</sup>
25 kg-N	13.27±1.42 <sup>b</sup>	34.7±5.7 <sup>a</sup>	13.7±0.9 <sup>a</sup>	35.6±3.0 <sup>b</sup>
50 kg-N	18.29±0.54 <sup>a</sup>	29.4±1.1 <sup>a</sup>	12.0±0.8 <sup>a</sup>	40.9±1.4 <sup>b</sup>
P-Value	<0.001	0.001	0.302	0.019
C.V. (%)	2.74	14.47	11.00	12.24

<sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT

ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดซับได้จากปุ๋ย พบว่าการใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ทำให้ข้าวมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ และน้อยที่สุด คือ การใส่ปุ๋ยอัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของข้าวเป็นอย่างมาก [10] ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราสูง ทำให้พืชดูดซับไนโตรเจนได้มากขึ้น จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมากขึ้น ตรงกันข้ามกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่ำทำให้พืชได้รับไนโตรเจนน้อย จึงมีการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อยไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้า ๆ และสอดคล้องกับกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดิน หมายความว่าเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปดินจะต้องมีจุลินทรีย์ดินเข้ามาย่อยสลายปุ๋ยอินทรีย์ จึงจะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชดูดใช้ได้ ผลการวิจัยของ Oertli และ Lunt ได้ยืนยันบทบาทสำคัญของจุลินทรีย์ดินต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารจากสารอินทรีย์ โดยพบว่าอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารจากสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นช้ามาก เมื่อใส่สารอินทรีย์ลงไป

ดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ [11] ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปดินจะไม่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้ทันที เนื่องจากต้องผ่านกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินเสียก่อน โดยกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินจะสูงที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และเมื่อเวลาผ่านไป กิจกรรมการย่อยสลายจะค่อย ๆ ลดลง ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยออกมาจากปุ๋ยจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเริ่มใส่ปุ๋ย เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งจึงจะเริ่มมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา และการปลดปล่อยธาตุอาหารนี้จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ [1] จึงพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งเป็นอัตราปุ๋ยเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาน้อย ทำให้ข้าวได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอกับความ ต้องการ มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตน้อยไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Siavoshi และคณะ พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่ำ (500 กก./เฮกตาร์) ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำที่สุด แต่การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น และเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์

อัตรา 1,500 กก./เฮกแตร์ จะทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน [12] นอกจากนี้การวิจัยในพืชอื่น ๆ ก็ได้แสดงให้เห็นถึงผลการวิจัยที่สอดคล้องกัน ยกตัวอย่างเช่น ผลการวิจัยของอรประภา และคณะ ซึ่งได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน พบว่าการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 3 กรัม-ไนโตรเจน/กระถาง ทำให้น้ำหนักแห้งของผักบุ้งจีนเพิ่มขึ้นประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 กรัม-ไนโตรเจน/กระถาง [13] และผลการวิจัยของ Atiyeh และคณะ พบว่าการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราที่ต่ำที่สุด ใกล้เคียงกับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นได้ [14] ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารช้า จำเป็นต้องใส่ในอัตราสูงเพื่อให้ธาตุอาหารได้อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืช จึงเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพต่อการผลิตข้าวของการใส่ปุ๋ยอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ต่ำกว่าประสิทธิภาพต่อการผลิตข้าวของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพอัตรา 25 และ 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่

ปริมาณสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดข้าวลดลง เมื่ออัตราการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น โดยข้าวที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสาร 2-AP ในเมล็ดต่ำที่สุด  $1.15 \pm 0.05$  ppm แต่เมื่อข้าวได้รับปุ๋ยอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ พบว่ามีสาร 2-AP ในเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น  $1.43 \pm 0.07$  ppm และข้าวที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสาร 2-AP ในเมล็ดสูงที่สุด  $1.77 \pm 0.07$  ppm สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Suwanarit และคณะ พบว่าความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะลดลง เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ให้ผลผลิตข้าว

เปลือกสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด แต่ถ้าหากให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ให้ผลผลิตข้าวเปลือกต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด จะไม่ทำให้ความหอมของข้าวเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่าหากข้าวได้รับไนโตรเจนมากจะทำให้ความหอมของข้าวลดลง [15] เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ Monggoot และคณะ พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับไนโตรเจนมากจะมีปริมาณสารความหอม (2-AP) น้อย [16] นอกจากนี้งานวิจัยในต่างประเทศก็พบผลการวิจัยที่สอดคล้องกัน ยกตัวอย่าง เช่น งานวิจัยในประเทศอินเดีย พบว่าข้าวหอม (aromatic rice) ที่ได้รับไนโตรเจนมาก จะมีการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวเปลือกมาก แต่จะมีผลทำให้ความหอมของข้าวลดลง [17] และข้าวหอมที่ปลูกในดินที่มีไนโตรเจนต่ำ จะมีความหอมมากกว่าข้าวหอมที่ปลูกในดินที่มีไนโตรเจนสูง [18,19] และงานวิจัยในประเทศจีน พบว่าการเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนช่วยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้ แต่จะมีผลทำให้ความหอมของข้าวลดลง [20,21] ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรลีน (proline) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารความหอม (2-AP) ในข้าวจะเพิ่มขึ้นได้ในสภาวะที่ข้าวได้รับไนโตรเจนน้อย [22,23] ดังนั้นข้าวที่ได้รับไนโตรเจนมากจะมีการสังเคราะห์โปรลีนน้อย จึงทำให้มีความหอมลดลง อย่างไรก็ตาม โปรลีนสามารถถูกกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์มากขึ้น โดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ ความแห้งแล้งและความเค็มของดินด้วยเช่นกัน [24,25]

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวได้ดูดซับได้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว [26] โดยพบว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ สามารถดูดซับไนโตรเจนได้มากที่สุด จึงส่งผลให้มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงที่สุดด้วย ซึ่งโปรตีน

มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าว โดยข้าวที่มีโปรตีนในเมล็ดสูง จะทำให้ระยะเวลาการหุงต้มนานขึ้นและความนุ่มเหนียวของข้าวหุงสุกลดลง เนื่องจากโปรตีนที่เคลือบอยู่ส่วนนอกของเมล็ดจะขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ข้าวที่มีโปรตีนในเมล็ดสูงมักจะทำให้เกิดเมล็ดข้าวสีคล้ำด้วย [27] ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง ทำให้โปรตีนในเมล็ดสูงขึ้น มีผลให้ข้าวสุกสีคล้ำและความนุ่มเหนียวลดลง [28]

## 5. สรุป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กก. ไนโตรเจน/ไร่ มีผลทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมากที่สุด 892 กก./ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณผลผลิตตามการคาดคะเน (816 กก./ไร่) แต่มีผลทำให้ข้าวมีความนุ่มเหนียวและความหอมลดลง ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณสารความหอม (2-AP) ในเมล็ดลดลง และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 50 กก. ไนโตรเจน/ไร่ มีประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยต่อการผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพอัตรา 25 กก. ไนโตรเจน/ไร่

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2558

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] Brady, N.C. and Weil, R.R., 2004, Elements of the Nature and Properties of Soils, 2nd

Ed., Pearson Education, Inc., San Francisco, 606 p.

- [2] คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548, ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 547 น.
- [3] ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร, 2554, ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 519 น.
- [4] สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2552, คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน, ฉบับปรับปรุง, กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 98 น.
- [5] Carter, M.R. and Gregorich, E.G., 2007, Soil Sampling and Methods of Analysis, CRC press, Florida, 1224 p.
- [6] สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551, คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 187 น.
- [7] ประกาศกรมวิชาการเกษตร, 2548, มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548, แหล่งที่มา : <http://law.longdo.com/law/376/sub25312>, 23 มิถุนายน 2559.
- [8] Kjeldahl, J., 1883, New method for the determination of nitrogen in organic substances, Anal. Chem. 22: 366-383.
- [9] Moll, R.H., Kamprath, E.J. and Jackson, W.A., 1982, Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency to nitrogen utilization, Agron. J. 74: 562-564.
- [10] Marschner, H., 1995, Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Ed., Academic Press,

- Hungary, 889 p.
- [11] Oertli, J.J. and Lunt, O.R., 1962, Controlled release of Fertilizer Minerals by incapsulating membranes: Factors influencing the rate of release, *Soil Sci. Soc. AM. J.* 26: 579-583.
- [12] Siavoshi, M., Nasiri, A. and Laware, S.L., 2001, Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.), *J. Agric. Sci.* 3: 217-224.
- [13] อรประภา อนุกุลประเสริฐ, พิสิณี บุญวัฒนากุล และสมชาย ชคตระการ, 2558, ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยเคมี และการใช้ร่วมกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักบั้งจีน (*Ipomoea aquatic* Forsk.), *ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 23: 970-982.
- [14] Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D., 2001, Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physiochemical properties and plant growth, *Biores. Technol.* 78: 11-20.
- [15] Suwanarit, A., Kreetapirom, S., Buranakarn, S., VaranyAnond, W., Tungtrakul, P., Somboonpong, S., Rattapat, S., Ratanasupa, S., Romyen, P., Wattanapryapakul, S., Naklang, K., Rotjanakusol, S., Pornurisnit, P., 1996, Effect of nitrogen fertilizer on grain qualities of Khaw Dauk Mali 105 aromatic rice, *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 30: 458-474.
- [16] Monggoot, S., Sookwong, P., Mahatheerant, S. and Meechoui, S., 2014, Influence of single nutrient element on 2-acetyl-1-pyrroline contents in Thai fragrant rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khoa Dawk Mali 105 grown under soilless conditions, pp. 642-647, The 26th Annual meeting of the Thai society for Biotechnology and International Conference.
- [17] Mahajan, G., Grill, M.S., Sharma, N. and Bharaj, T.S., 2011, Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of aromatic rice in North-Western Indo-Gangetic plains, *J. Agric. Sci. Technol.* 1: 363-371.
- [18] Singh, R.K., Singh, U.S., Khush, G.S., Rohilla, R., Singh, J.P., Singh, G. and Shekhar, K.S., 2000, Small and Medium Grained Aromatic Rices of India, pp. 155-177, In Singh, R.K., Singh, U.S. and Khush, G.S. (Eds.), *Aromatic Rices*, Oxford and IBH Publishing Co. and Science Publishers Inc., New Delhi.
- [19] Singh, U.S., Rohilla, R., Srivastava, P.C., Singh, N. and Singh, R.K., 2003, Environmental Factors Affecting Aroma and other Quality Traits, pp. 134-164, In Singh, R.K. and Singh, U.S. (Eds.), *A Treatise on the Scented Rices of India*, Kalyani Publishers, Ludhiana.
- [20] Fuxiong, Z., 1996, The advance research of the aroma in the fragrant rice, *J. Mianyang Agric. Coll.* 13: 91-94.
- [21] Zhi-lin, L., Sarkar, R.S., Nayak, S.K. and Ravi, I., 1997, Physiological effect of nitrogen application on aromatic rice, *J. South China*

- Agric. Univ. 18: 13-17.
- [22] Somal, T.L.C. and Yapa, P.A.J., 1998, Accumulation of proline in cowpea under nutrient, drought and saline stresses, J. Plant Nutr. 21: 2465-2473.
- [23] Yang, S., Zou, Y., Liang, Y., Xia, B., Liu, S., Md, I., Li, D., Li, Y., Chen, L., Zeng, Y., Liu, L., Chen, Y., Li, P. and Zhu, J., 2012, Role of soil total nitrogen in aroma synthesis of traditional regional aromatic rice in China, Field Crops Res. 125: 151-160.
- [24] Shereen, A., Ansari, R.U., Yasmin, S., Raza, S., Mumtaz, S., Khan, M.A. and Mujtaba, S.M., 2007, Physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) to saline stress, Pak. J. Bot. 39: 2527-2534.
- [25] Xiong, J., Zhang, L., Fu, G., Yang, Y., Zhu, C. and Tao, L., 2012, Drought-induced proline accumulation is uninvolved with increased nitric oxide, which alleviates drought stress by decreasing transpiration in rice, J. Plant Res. 125: 155-164.
- [26] Perez, C.M., Juliano, B.O., Liboon, S.P., Alcantara, J.M. and Cassman, K.G., 1996, Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content and grain quality of rice, Cereal Chem. 73: 556-560.
- [27] Juliano, B.O., Bantista, G.M., Lugay, J.C. and Reyes, A.C., 1964. Studies on the physicochemical properties of rice, J. Agri. Food Chem. 12: 131-138.
- [28] อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, สุภาพ บูรณากาญจน์, วารุณี วารัญญานนท์, พัชรี ตั้งตระกูล, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์, ทรงศักดิ์ รัฐปัตย์, สัมพันธ์ รัตนสุภา, ปัญญา ร่มเย็น, ทรงชัย วัฒนพายัพกุล, กรรณิกา นากลาง, สว่าง โรจนกุลศล และพิทักษ์ พรอุไรสนธิ, 2539, ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105, วิทยาศาสตร์ (สาขาเกษตรศาสตร์) 30: 129-144.