อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณอินทรียวัตถุและสมบัติบางประการของดินในการปลูกข้าวอินทรีย์

Influence of Green Manures on Organic Matter and Some Properties of Soil in Organic Rice Cultivation

พยงจู์ ศรีทอง[1] รศ. ดร.สุทธิชัย สมสุข[2] ผศ. ดร.บัณฑิต อนุรักษ์[3] และ รศ. ดร.ณัฏฐา หังสพฤกษ์[4]

[1] สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
E-mail: suphanorganic@gmail.com
[2] สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
E-mail: somsuthisuk@gmail.com
[3] ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
โทรศัพท์/โทรสาร: 02 564 4480-1 Email:banurugsa@yahoo.com
[4] ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
โทรศัพท์/โทรสาร: 02 564 4480-1 Email:nhungspreug@hotmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่ว 4 ชนิด ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และกระถิน ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณอินทรียวัตถุและสมบัติบางประการของดินและศึกษาผลของปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมนิลอินทรีย์ซึ่งปลูกในพื้นที่นาอาศัยน้ำฝน ต. หนองมะค่าโมง อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กันยายน 2555 กำหนดแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ, และสมบัติอื่นๆ ของดิน ก่อนปลูกและหลังไถกลบปุ๋ยพืชสดสองสัปดาห์ และหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ประเมินผลของปุ๋ยพืชสดต่อการเติบโตและผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปอเทืองมีอิทธิพลสูงสุดในการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุรองลงมา ได้แก่ ถั่วพร้า กระถินและถั่วพุ่ม (3.26, 3.18,3.17, และ3.11%) ตามลำดับ โดยแปลงที่ใส่ปุ๋ยพืชสดมีความแตกต่างกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยพืชสด (2.81 %) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น (1.55 – 1.65 ก./กก.) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$), สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินในทุกกรรมวิธีซึ่งมี pH อยู่ในระดับด่างปานกลาง (7.95 – 8.05) ลดลงอยู่ในระดับด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (7.78 – 7.95) ภายหลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดซึ่งเหมาะสมสำหรับการเติบโตของข้าวมากขึ้นสมบัติอื่นๆ ของดินเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในระดับสูงมาก ได้แก่ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (425.25 – 582.75 มก./กก), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (181.00 – 204.50 มก./ กก.) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (114.17 – 125.00 μS/cm.),) และค่าความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)

(31.07 – 33.40 cmol/kg) และลดลงภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว การเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินระหว่างก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยพืชสดและภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลผลิตข้าวหอมนิลเฉลี่ยสูงสุดในกรรมวิธีที่ 1 คือ 415.56 กก./ไร่ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2, 3, 4 และ 5 (353.56, 348.00, 329.33, และ 267.67 กก./ไร่) ตามลำดับโดยผลผลิตข้าวในกรรมวิธีที่ 1 มีความแตกต่างกับผลผลิตในกรรมวิธีที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีความแตกต่างกับผลผลิตในกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ดังนั้นควรแนะนำให้เกษตรหว่านปอเทือง ตลอดจนพืชตระกูลถั่วที่ตรึงไนโตรเจนได้ชนิดอื่นๆ เป็นปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดินสำหรับการปลูกข้าวแบบอินทรีย์ ทั้งนี้ควรปรับอัตราการใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเฉพาะของแต่ละพื้นที่

คำสำคัญ: เกษตรอินทรีย์, อินทรียวัตถุ, ปุ๋ยพืชสด, ปอเทือง, ถั่วพุ่ม, ถั่วพร้า, กระถิน

Abstract

The study aimed to examine influences of 4 leguminous species: Crotalaria juncea , Vigna unguiculata var. sinensis, Canavalia ensiformis, and Leuceana leucocephala , as green manures, on soil organic matter and some selected properties of soil in production of fragrant Hom Nil rice variety under organic farm management system. Experimental design was in RCB and consisted of 5 treatments and 4 blocks. The study was conducted in rain-fed area of Nong Maka Mong sub - district, Dan Chan district, Suphan Buri province during February and September 2012. Levels of soil organic matter and other selected soil properties were analyzed before and after adding of green manures and after harvesting of rice. Other factors such as growth rate and yield of rice were also investigated.

Results of the study showed that level of soil organic matter was highest in plots treated with C. juncea which was followed by C. ensiformis , L. leucocephala and V. unguiculata var. sinensis (3.26, 3.18, 3.17 and 3.11 %) respectively. Increased amount of soil organic matter among plots treated with green manures were not statistically different, but were different significantly from that in controlled plots (2.81 %) ($p > 0.05$). Values of total nitrogen of soil samples were increased (1.55 – 1.65 g/ kg) significantly after incorporation of green manures ($p > 0.05$) compared to that of the controlled plot. Soil pH decreased from moderately alkaline (7.95 – 8.05) to slightly alkaline (7.78 – 7.95), which was considered as more suitable for growing rice.

Other properties of soil increased after incorporation of green manures: available K (425.25 – 582.75 mg/ kg), available P (181.00 – 204.50 mg/ kg), EC (114.17– 125.00 μS/cm), and CEC (31.07 – 33.40 cmol/kg). Changes in soil properties before and after incorporation of green manures, and after harvest of rice yield were

statistically different ($p > 0.05$). C. juncea gave highest yield (415.56 k. /rai) which was not different significantly ($p > 0.05$) from yield of plots treated with V. unguiculata var. sinensis (353.56 kg./rai) but was different significantly from those treated with C. ensiformis, L.leucocephala and in the controlled plots (348.0, 329.33, and 267.67 kg/ rai) respectively ($p > 0.05$). From this study, it is recommended that rice farmers should incorporate C. juncea and other nitrogen - fixing, leguminous species as green manures for improvement of soil fertility in their organic rice production. However, loading rates of green manures should be adjusted appropriately to specific farm environments.

Key words: organic agriculture, soil organic matter, green manures, Crotalaria juncea, Vigna unguiculata var sinensis, Canavalia ensiformis, Leuceana leucocephala

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เกษตรกรสมาชิกโครงการผักประสานใจ อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยที่ทำการปลูกผักและปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ส่งสมาชิกผู้บริโภค พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่เหมาะสำหรับการทำไร่ แต่ว่ามีเกษตรกรบางส่วนที่ทำนาปลูกข้าวโดยอาศัยน้ำฝนสำหรับการบริโภคภายในครัวเรือนและขายสร้างรายได้ เกษตรกรมีความสนใจปลูกข้าวหอมนิล ไว้เพื่อบริโภคและส่งสมาชิก ข้าวหอมนิลเป็นพันธุ์ข้าวเจ้านาสวน ไม่ไวแสง สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูนาปี และนาปรัง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 95 – 105 วันหลังหว่านหรือหยอดเมล็ด ลำต้นสูงประมาณ 60 – 75 เซนติเมตร การแตกกอดี ใบและลำต้นมีสีเขียวเข้มปนสีม่วง เปลือกหุ้มเมล็ดข้าวมีสีม่วงเข้มเป็นมันใส ผลผลิตประมาณ 400-700 กิโลกรัม/ไร่ ข้าวหอมนิลกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในฐานะอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากมี กลิ่นหอม ข้าวสุกเนื้อเหนียวนุ่ม เมล็ดยาว และมีคุณค่าอาหารสูง

เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตซึ่งไม่ใช้ปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช สารเร่งการเจริญเติบโตและสารปรุงแต่งในอาหาร เน้นการจัดการสภาพแวดล้อมและกลไกของระบบนิเวศเกษตรให้อยู่ในสภาวะสมดุลและเกื้อกูลต่อระบบการผลิต การสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับผืนดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มอินทรียวัตถุ ทำให้ได้ผลผลิตอาหารที่มีคุณภาพและสะอาด (Lampkin, 1990) การใช้ปุ๋ยพืชสด เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับการเพิ่มอินทรียวัตถุและสร้างความอุดมสมบูรณ์โดยรวมให้กับดิน ปุ๋ยพืชสดหมายถึง “ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นพืชที่ถูกไถกลบหรือคลุกลงไปในดินในขณะที่พืชนั้นยังเจริญเติบโต และยังสดอยู่ก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก” โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่วซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มธาตุไนโตเจนแก่ผืนดินด้วยการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ (ธงชัย มาลา, 2546; ประชา นาคะเวศ และคณะ, มปป.; Magdoff and Van Es, 2009).) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยพืชสด จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงดินที่เหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อย ผู้ทำเกษตรอินทรีย์ซึ่งต้องพึ่งพาปัจจัยการผลิตที่สามารถสร้างหรือหาได้เองในท้องถิ่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยพืชสด 4 ชนิดที่ ได้แก่ ปอเทือง, ถั่วพุ่ม, ถั่วพร้า, และกระถิน ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ และสมบัติบางประการของดิน

2. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมนิลที่ปลูกตามแนวทางเกษตรอินทรีย์

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในพื้นที่ของเกษตรกรซึ่งทำนาตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ สภาพพื้นที่เป็นนาดอนอาศัยน้ำฝนและจากแหล่งน้ำขนาดเล็กภายในฟาร์ม ในพื้นที่ ต. หนองมะค่าโมง อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – กันยายน 2555 วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block/ RCB) มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ และกำหนดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดซึ่งเกษตรกรสามารถหาเมล็ดพันธุ์ได้โดยง่าย คือ ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และต้นกระถิน ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 หว่านเมล็ดพันธุ์ปอเทือง 6 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ 2 หว่านเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ 3 หว่านเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า 10 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ 4 ใส่ต้นกระถินสับอัตรา 1,600 กก./ไร่ และ กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด (แปลงควบคุม) หน่วยทดลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพื้นที่ 4 x 4 เมตร ขั้นตอนของการศึกษา เป็นดังนี้

1. ปลูกปุ๋ยพืชสด 3 ชนิด คือ ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และ ปอเทือง ในพื้นที่ทดลองตามอัตราที่กำหนด ในวันเดียวกัน ให้น้ำด้วยสปริงเกล้อร์ และในวันเดียวกันได้ทำการตัดต้นกระถินบริเวณขอบไร่ที่ระดับความสูงประมาณ 100 ซม. เพื่อให้กระถินแตกยอดใหม่มีอายุเท่ากับปุ๋ยพืชสดชนิดอื่นๆ เมื่อปุ๋ยพืชสดอายุได้ 50 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยพืชสดแต่ละชนิด โดยเฟรมขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ด้วยการถอนมาทั้งต้นพร้อมราก ชนิดละ 3 ซ้ำ ทำความสะอาดดินที่ติดมากับรากออกด้วยน้ำสะอาด ทำการชั่ง และบันทึกน้ำหนักสด (กก./ไร่), หลังจากนั้นทำการถอนปุ๋ยพืชสดที่เหลืออยู่ในแต่ละหน่วยทดลอง สับให้เป็นชิ้นเล็กลง ขนาดประมาณ 5 - 10 ซม. นำไปโรยให้ทั่วแปลงที่กำหนดไว้ เมื่อต้นกระถินที่แตกใหม่อายุได้ 50 วัน ทำการตัดแล้วสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 5 – 10 ซม. ต่อจากนั้น นำไปโรยให้ทั่วแปลงแต่ละหน่วยการทดลองตามอัตราและวิธีการที่กำหนด ต่อจากนั้นทำการไถกลบด้วยเครื่องพรวนดินแบบเดินตามขนาดเล็ก ให้น้ำจนดินเปียกชุ่มแล้วปล่อยให้ปุ๋ยพืชสดย่อยสลายในดินเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วทำการตีเทือกและปรับระดับหน้าดินอีกรอบก่อนปักดำกล้าข้าว ส่งตัวอย่างแห้งของปุ๋ยพืชสด เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยพืชสด ณ ห้องปฏิบัติการโครงการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

3. เพาะกล้าข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิล ในถาดเพาะกล้าขนาด 434 หลุม เมื่อกล้าข้าวอายุได้ 27 วัน จึงนำไปปักดำระยะ 25 x 30 ซม. จำนวนกอละ 3 ต้น สภาพนาน้ำขังสูงประมาณ 5 ซม. และให้น้ำสม่ำเสมอทุกๆ ระยะ 2

สัปดาห์ จนถึงระยะที่ข้าวตั้งท้อง หากมีฝนตก ปรับตามความเหมาะสม

4. เก็บตัวอย่างดินในชั้นหน้าดินที่ความลึก 0 -15 เซนติเมตร ด้วยวิธี composite sampling เพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่หนึ่ง ก่อนปลูกพืชปุ๋ยสด, ครั้งที่สอง หลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดได้ 2 สัปดาห์, และครั้งที่สาม ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ปฏิบัติการวิเคราะห์สภาพความเป็นกรด - ด่าง วัดโดย pH meter ในสารละลายดิน น้ำกลั่น (1:1), ค่าการนำไฟฟ้าของดิน โดย EC meter ในสารละลายดิน น้ำกลั่น (1:5), ปริมาณอินทรียวัตถุ (Walkley Black), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Kjeldahl method), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(Bray II), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (NH4OAc, Atomic Absorbtion Spectrophotometer) และ ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก (Ammonium Acetate)

5. เก็บข้อมูลการเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวหอมนิล ตามวิธีการของ Chang and Bardenas (1965) และ IRRI and IBPGR (1980) ดังนี้ ก.) จำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอ (รวง/กอ), ข.) ความสูงของลำต้น (ซม.), ค.) จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อรวง (เมล็ด/รวง) ซึ่งนับจำนวนเมล็ดข้าวสมบูรณ์ (filled grain) โดยการนำข้าวเปลือกที่คัดแยกไว้แต่ละรวง เทลงในภาชนะที่มีน้ำสะอาด แยกเมล็ดข้าวที่ลอยน้ำออกทิ้งไป เก็บไว้เฉพาะเมล็ดข้าวเปลือกที่จมน้ำนำไปตากแดดให้แห้ง เก็บไว้สำหรับการชั่งน้ำหนักต่อไป และ ง.) น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่สมบูรณ์ (จากข้อ ค.) มาจำนวน1,000 เมล็ด นำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล แล้วคำนวนหาน้ำหนักเฉลี่ยที่ความชื้น 13 %, คำนวณผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ยต่อไร่จากผลผลิตที่เกี่ยวจากพื้นที่ขนาด 3 ม. x 3 ม. ตากแดดจนข้าวแห้งดีแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณ ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

6. วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ด้วยการคำนวณตามวิธี Analysis of Variance, ANOVA) ต่อจากนั้น ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธีด้วยการคำนวณตามวิธี Duncan's Multiple Range Test, DMRT (จรัญ จันทลักขณา, 2549)

ผลการศึกษาวิจัยและอภิปราย

1. น้ำหนักสดและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยพืชสด การหว่านเมล็ดพันธุ์ปอเทืองอัตรา 6 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงสุด คือ 3,690.67 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ ถั่วพร้าซึ่งหว่านเมล็ดพันธุ์อัตรา 10 กก./ไร่ ให้น้ำหนักสดเท่ากับ 2,570.67 กก./ไร่ และถั่วพุ่มซึ่งหว่านเมล็ดพันธุ์อัตรา 8 กก./ไร่ ให้น้ำหนักสดเท่ากับ 2,197.33 กก./ไร่ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดของปอเทือง, ถั่วพุ่ม และ ถั่วพร้า

กรรมวิธี	มวลชีวภาพ (กก./ไร่)
1 หว่านเมล็ดปอเทืองอัตรา 6 กก./ไร่	3,690.67 ± 193.55
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่มอัตรา 8 กก./ไร่	2,197.33 ± 89.92
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่	2,570.67 ± 110.30
C.V. (%)	27.56

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ปอเทืองมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนสูงสุด (6.13 %) รองลงมาได้แก่ กระถิน (3.24 %), ถั่วพุ่ม (3.02 %) และ ถั่วพร้า (1.73 %) ตามลำดับ, สำหรับฟอสฟอรัสนั้น พบว่า ถั่วพุ่ม และถั่วพร้า สะสมฟอสฟอรัสสูงสุดเท่ากันคือ 0.28 % รองลงมาได้แก่ ปอเทือง 0.20 % และต้นกระถิน ซึ่งสะสมฟอสฟอรัสต่ำสุดเท่ากับ 0.13 %, ถั่วพุ่มสะสมปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด คือ 1.62 % รองลงมาได้แก่ ถั่วพร้า และกระถิน คือ 1.29 % และ 1.15 % ตามลำดับ ทั้งนี้ ปอเทืองสะสมปริมาณโพแทสเซียมต่ำสุด เท่ากับ 1.09 %

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลักใน ปอเทือง, ถั่วพุ่ม, ถั่วพร้า และ กระถิน (%)

ชนิดพืช	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
ปอเทือง	6.13	0.20	1.09
ถั่วพุ่ม	3.02	0.28	1.62
ถั่วพร้า	1.73	0.28	1.29
กระถิน	3.24	0.13	1.15
S.D.	1.86	0.07	0.24
เฉลี่ย	3.53	0.22	1.29
C.V. (%)	52.56	32.49	18.41

หากนำเอาผลการศึกษาของ กมลาภา วัฒนประพัฒน์ (2549), Loutfy I. El-Juhany and Ibrahim M. Aref, (no date) ซึ่งได้รายงาน น้ำหนักแห้งของปอเทือง, ถั่วพุ่ม, ถั่วพร้า และกระถิน เท่ากับประมาณ 41.57, 42.46 , 47.57 และ 51 % ตามลำดับ ดังนั้นจึงเทียบเคียงได้ว่า ปุ๋ยพืชสดในการศึกษานี้ จะให้ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 93.91, 31.57, 18.88 และ 26.44 กิโลกรัมไนโตรเจน ตามลำดับ แต่ต้องใช้เวลาในการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารกว่าจะหมดราว 2 – 3 ฤดูกาลผลิตภายหลังจากการไถกลบลงสู่ผืนดิน

2. ปริมาณอินทรียวัตถุ (Soil Organic Matter)

จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ ก่อนปลูกพืชปุ๋ยสด อยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ระหว่าง 2.44 – 2.71 % ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ภายหลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดลงในดิน เวลา 2 สัปดาห์ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ เพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.11 - 3.26 % เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยพืชสดซึ่งเฉลี่ยเท่ากับ 2.81 % และทุกกรรมวิธีมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ทั้งนี้กรรมวิธีที่ 1 มีอิทธิพลสูงสุดต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุ (31.58 %) ซึ่งใกล้เคียงกับ กรรมวิธีที่ 3 (30.23%) และภายหลังที่เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลไปแล้ว ปริมาณอินทรียวัตถุ ลดลงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.84 - 2.93 % แต่ยังคงอยู่ในระดับค่อนข้างสูง **เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยเท่ากับ 2.33 % ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง**

อินทรียวัตถุที่เพิ่มสูงขึ้นหลังจากการไถกลบปุ๋ยพืชสดเป็นผลมาจากกระบวนการย่อยสลาย (mineral-ization) โดยจุลินทรีย์ ในสภาพที่มีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะ และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาภายในช่วง 1- 2 สองสัปดาห์เป็นต้นไป (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530, น. 350 – 351) ทัศนีย์ สงวนสัจและคณะ (2536) รายงานว่า การปลูกพืชบำรุงดินแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และธาตุอาหารอื่นๆ ตลอดจน ค่า CEC อีกด้วย สำหรับในแปลงควบคุมซึ่งแม้ไม่ได้ใส่ปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่ว แต่มีวัชพืชขึ้นอย่างหนาแน่น การย่อยสลายเศษวัชพืช ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุได้บ้าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu, Ma and Bomke (2005) ที่พบว่าการย่อยสลายของพืชคลุมดินซึ่งแม้ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ryegrass และ fall rye ซึ่งพืชเหล่านี้ มีมวลชีวภาพของรากอันมหาศาล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ryegrass สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินอย่างสำคัญ ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยทุกช่วงมีสูงกว่าอินทรียวัตถุที่พบในนาข้าวอินทรีย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาก (บัณฑิต อนุรักษ์, มปป.; นุกูล ถวิลถึง, 2548)

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยว

ผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์ (%)

กรรมวิธี	ก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด	หลังไถกลบปุ๋ยพืชสด*	หลังเกี่ยวข้าว*
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	2.48 ± 0.17	3.26 ± 0.17a	2.88 ± 0.01a
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	2.49 ± 0.26	3.11 ± 0.05ab	2.93 ± 0.33a
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	2.44 ± 0.12	3.18 ± 0.27a	2.75 ± 0.25a
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	2.64 ± 0.25	3.17 ± 0.09a	2.84 ± 0.12a
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	2.71 ± 0.17	2.81 ± 0.29b	2.33 ± 0.39b
C.V. (%)	4.66	5.80	8.88

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

3. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ก่อนปลูกพืชปุ๋ยสด พบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.20 – 1.38 ก./กก. ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$), หลังจากที่ไถกลบปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดแล้ว พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 1.40 – 1.65 ก./กก. โดยกรรมวิธีที่ 3 มีอัตราการเพิ่มของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (31.25%) รองลงมา ได้แก่กรรมวิธีที่ 1 (29.41%) ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทุกกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยพืชสดแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลแล้ว ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทุกกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยพืชสดลดลง และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.35 – 1.53 ก./กก.ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด และ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 ก./กก. ผลของการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในทุกกรรมวิธี ที่ได้รับปุ๋ยพืชสด (5.08 – 14.81%) ลดลงไปไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด (24.44 %)

ไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตใบและลำต้นพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเจริญเติบโตของข้าว (vegetative stage) (Plaster, 2009; Barker, 2010) Sasaki, Ando and Kakuda (2002) พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียมในสายละลายดินกับการแตกกอของข้าว ตามปกติแล้วข้าวจะใช้ไนโตรเจนสำหรับการแตกกอจนเต็มที่ก่อนแล้วจึงนำไปใช้ในการยืดปล้องของลำต้น (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2555; Fageria, 2007)

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	ก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด	หลังไถกลบปุ๋ยพืชสด*	หลังเกี่ยวข้าว*
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	1.28 ± 0.10	1.65 ± 0.06 a	1.53 ± 0.13a
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	1.25 ± 0.13	1.55 ± 0.06a	1.48 ± 0.17a
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	1.20 ± 0.12	1.58 ± 0.05a	1.38 ± 0.13 a
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	1.38 ± 0.13	1.55 ± 0.08a	1.35 ± 0.17a
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	1.35 ± 0.10	1.40 ± 0.14b	1.13 ± 0.13 b
C. V. (%)	5.58	5.88	10.22

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

4. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus)

ปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย

โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 486.00 มก./กก. กรรมวิธีที่ 2 มีอิทธิพลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในอัตราสูงสุด (26.62 %) ซึ่งใกล้เคียงกับ กรรมวิธีที่ 4, 3 และ 1 (26.30, 24.72, และ 23.91 %) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในทุกกรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ การเพิ่มขึ้นของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินนั้น เป็นผลจากการปลดปล่อยมาจากการย่อยสลายของปุ๋ยพืชสดโดยตรงเพียง และของกระบวนการย่อยสลายปุ๋ยพืชสดทำให้เกิดกรดอินทรีย์ขึ้นมาแล้วไปละลายโพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในดินให้เปลี่ยนสู่รูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระดับ pH ของดินที่ลดลงด้วย (ตารางที่ 6) นอกจากนี้แล้ว การไถกลบปุ๋ยพืชสดทำให้มีการพลิกเอาเดินชั้นล่างซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวอยู่มากและดูดซับโพแทสเซียมเอาไว้มาก มาสู่ชั้นหน้าดินด้วย

สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลไปแล้วมีค่าเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 425.25 - 459.50 มก./กก. เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 411.50 มก./กก. ทั้งนี้ประเมินได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในทุกกรรมวิธีมีอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และเพียงพอสำหรับการปลูกพืชหมุนเวียนในฤดูต่อไป

ตารางที่ 6 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์ (มก./กก.)

กรรมวิธี	ก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด	หลังไถกลบปุ๋ยพืชสด	หลังเกี่ยวข้าว
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	435.00 ± 56.75	539.00 ± 125.22	459.50 ± 86.15
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	460.25 ± 66.06	582.75 ± 116.38	440.50 ± 57.01
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	380.25 ± 69.62	474.25 ± 43.18	425.25 ± 66.86
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	431.50 ± 57.67	545.00 ± 113.79	455.25 ± 38.29
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	460.50 ± 64.60	486.00 ± 28.81	411.50 ± 80.86
C.V. (%)	7.55	8.53	4.60

6. ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH)

ตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า pH ของดินก่อนปลูกปุ๋ยพืชสดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.93 – 8.05 ซึ่งอยู่ในระดับด่างปานกลาง ทั้งนี้ภายหลังไถกลบปุ๋ยพืชสด 2 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 มีอิทธิพลทำให้ระดับ pH ลดลงเท่ากัน คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ซึ่งแตกต่างกับ pH ในกรรมวิธีที่ 3 , 4 และ 5 (ควบคุม) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 7.95 อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยถึงแม้ว่าค่า pH จะลดลง แต่ประเมินว่าดินยังอยู่ในระดับด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลางซึ่งไม่ใช่ช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกข้าวที่ควรมีค่า pH ระหว่าง 5.5 – 6.5 และหลังจากที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลออกไปแล้วค่าของ pH ได้เพิ่มสูงขึ้นเป็น 7.98 – 8.05 เปรียบเทียบกับ 8.08 ในแปลง

ที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดโดยที่ pH ในทุกกรรมวิธีอยู่ในระดับด่างปานกลางและมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

การที่ pH ดินในทุกกรรมวิธีซึ่งได้รับปุ๋ยพืชสด มีค่าเฉลี่ยลดลง หลังการไถกลบปุ๋ยพืชสด 2 สัปดาห์ ยกเว้นในกรรมวิธีที่ 5 เนื่องจากการย่อยสลายปุ๋ยพืชสดและกระบวนการ nitrification โดยจุลินทรีย์ในดินที่ย่อยแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมารวมตัวกับน้ำในดิน กลายเป็นกรดคาบอนิคอ่อนๆ ซึ่งมีการเปลี่ยนสภาพไปอย่างรวดเร็ว และปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ออกมาสู่ดิน จึงทำให้ระดับ pH ลดลง (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551, น. 268) สำหรับการที่ค่าเฉลี่ยของ pH เพิ่มสูงขึ้นกลับไปสู่ระดับของด่างปานกลางหลังเก็บผลผลิตข้าวหอมนิลแล้วนั้น อาจเป็นผลจากช่วงเวลาภายหลังการเก็บเกี่ยวสภาพพื้นดินนาแห้งขาดความชุ่มชื้น กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และ การหายใจของรากพืชที่ปลดปล่อย ไอออนของไฮโดรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

ตารางที่ 7 ค่า pH ก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์

กรรมวิธี	ก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด	หลังไถกลบปุ๋ยพืชสด*	หลังเกี่ยวข้าว
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	8.03 ±0.05	7.78 ±0.05b	8.03 ±0.05
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	7.98 ±0.05	7.78 ±0.15b	8.05 ±0.13
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	8.05 ±0.06	7.95 ±0.06a	8.0 5 ±0.06
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	8.05 ±0.13	7.95 ±0.06a	7.98 ±0.10
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	7.95 ±0.13	7.95 ±0.06a	8.08 ±0.10
C.V. (%)	0.57	1.22	0.47

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

7. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

ตารางที่ 8 แสดงค่า EC ของดินก่อนปลูกปุ๋ยพืชสดซึ่งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 73.33 – 83.33 μS/cm โดยค่า EC ที่วัดได้นี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และพื้นที่สำหรับทำการทดลองไม่มีความเค็ม ภายหลังการไถกลบปุ๋ยพืชสด พบว่า ดินมีค่า EC เฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นเป็นระหว่าง 114.17 – 125.00 μS/cm ทั้งนี้กรรมวิธีที่ 1 มีค่า EC เพิ่มขึ้นมากสุด แต่ว่าไม่มีความแตกต่างจากค่า EC ในกรรมวิธีอื่นๆ ที่ได้รับปุ๋ยพืชสด แต่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด (87.62 μS/cm) อย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลแล้ว ค่า EC ของดินวัดได้ระหว่าง 94.17 – 121.67 μS/cm เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดซึ่งวัดได้เท่ากับ 82.82 μS/cm ทั้งนี้พบว่า ค่า EC ของดินในกรรมวิธีที่ 3 ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิลไปแล้ว ยังคงอยู่ในระดับที่สูงกว่าก่อนการปลูกข้าว แสดงว่า ถั่วพร้าส่งผลให้มีธาตุอาหารพืชรูปที่เป็นประโยชน์มีสะสมในดินนานกว่าปุ๋ยพืชสดชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้า ก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์ (μS/cm.)

กรรมวิธี	ก่อนปลูกปุ๋ยพืชสด	หลังไถกลบปุ๋ยพืชสด*	หลังเกี่ยวข้าว*
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	81.67 ± 8.98	125.00 ± 6.87a	107.50 ± 13.62b
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	73.33 ± 2.36	116.67 ±6.27a	106.67 ± 7.45b
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	83.33 ± 5.27	114.17 ± 7.22a	121.67 ± 9.98a
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	78.33 ± 10.67	121.67 ± 6.01a	94.17 ± 6.40c
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	81.67± 15.18	87.62 ± 13.71b	82.82 ± 5.49d
C. V. (%)	4.99	13.11	14.35

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

8. ความจุแคตไอออน (Cation Exchange Capacity, CEC)

ตารางที่ 9 แสดงถึงค่า CEC ที่วัดได้ก่อนปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 30.27 - 31.79 cmol/kg. ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และประเมินว่าอยู่ในระดับสูงมาก และที่ค่า CECของดินทุกกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยพืชสดมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระหว่าง 32.30 – 33.40 cmol/kg. ภายหลังการไถกลบปุ๋ยพืชสด 2 สัปดาห์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดซึ่งเฉลี่ยเท่ากับ 31.07 cmol/kg, สำหรับค่า CEC ที่วัดได้หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้วเฉลี่ยระหว่าง 32.05 – 32.57 cmol/kg เปรียบเทียบกับค่าที่วัด ได้เท่ากับ 30.64 cmol/kg ในแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด ทั้งนี้ค่า CEC ในดินทุกกรรมวิธียังคงสูงกว่าในระยะก่อนใส่ ปุ๋ยพืชสด และค่า CEC ในทุกกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

CEC บ่งบอกถึงปริมาณอินทรียวัตถุ ในดิน และศักยภาพของดินในการดูดซับธาตุที่มีประจุบวก (positively charge) หรือ cation เอาไว้มาก ได้แก่ แคลเซียม (Ca^{+}_{2}), แมกนีเซียม (Mg^{+}_{2}), และโพแทสเซียม (K^{+}_{1}) เป็นต้น (Plaster 2009) การที่ระดับของค่า CEC ซึ่งได้รับจากผลการทดลองนี้มีอยู่ในระดับสูงมากนั้น สอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในระดับค่อนข้างสูง (ตารางที่ 3) และปริมาณธาตุอาหารหลักอย่างอื่นที่มีอยู่ในระดับสูง – สูงมาก

ตารางที่ 9 ค่า CEC ก่อน, หลังใส่ปุ๋ยพืชสด และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวหอมนิล (cmol/ kg.)

กรรมวิธี	ก่อนใส่ปุ๋ยพืชสด	หลังใส่ปุ๋ยพืชสด*	หลังเก็บผลผลิตข้าว
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	30.27 ± 0.96	33.40 ± 2.24a	32.57 ± 2.32
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	31.39 ± 1.09	32.55 ± 1.21a	32.05 ± 1.87
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	30.89 ± 0.74	33.19 ± 1.99a	32.14 ± 1.08
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	31.55 ± 4.16	32.30 ± 2.02ab	32.22 ± 1.30
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	31.79 ± 1.26	31.07 ± 0.45b	30.64 ± 0.53
C.V. (%)	1.94	2.82	2.34

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

9. ผลของปุ๋ยพืชสดต่อการเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมนิล

- ความสูงของข้าวหอมนิล ตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ 2 มีอิทธิพลทำให้ความสูงของข้าวหอมนิลมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 113.90 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวใน กรรมวิธีที่ 1, 3, และ 4 ($p > 0.05$), และความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวหอมนิลในกรรมวิธีที่ 4 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกรรมวิธีที่ 5

- จำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอ ตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ 1 มีผลทำให้ข้าวหอมนิลมีจำนวนรวงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 13.05 รวง/กอ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จากจำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอในกรรมวิธีที่ 2, 5, 3 และ 4 (10.8, 10.78, 10.66, และ10.60 รวง/กอ) ทั้งความสูงของต้นข้าว และจำนวนรวงซึ่งเป็นผลจากการแตกกอและความสมบูรณ์ของต้นข้าวในระยะเจริญเติบโต (vegetative stage) เป็นผลโดยตรงจากการที่ต้นข้าวได้รับไนโตรเจนและธาตุอาหารอื่นๆ อย่างเพียงพอระยะเจริญเติบโต (growth stage) ในผลการศึกษาของ Sasaki, Ando and Kakuda (2002) ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียมในสายละลายดินกับการแตกกอของข้าวในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตของข้าว ทั้งนี้ข้าวจะใช้ไนโตรเจนสำหรับการแตกกอจนเต็มที่ก่อนแล้วจึงนำไปใช้ในการยืดปล้องของลำต้นข้าว (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551)

- อายุการออกรวง พบว่า ข้าวหอมนิลในกรรมวิธีที่ 1 มีอายุออกรวงเฉลี่ยน้อยสุดที่ 95.50 วัน ซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (0.05) จากอายุการออกรวงของข้าวในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 (96.00, 96.50, และ97.50 วัน) ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้ใส่ปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่ว (105.25 วัน) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอ, ความสูง และ อายุการออกรวง ของข้าวหอมนิลอินทรีย์

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	จำนวนรวง (รวง/กอ)	อายุออกรวง (วัน)
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	113.28 ± 2.91a	13.05 ± 1.35a	95.50 ± 0.58b
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	113.90 ± 3.13a	10.81 ± 0.65b	96.00 ± 0.82b
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	111.15 ± 3.24a	10.66 ± 1.07b	96.50 ± 0.58b
4 ใส่ยอดกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	109.00 ± 6.28ab	10.60 ± 0.94b	97.50 ± 0.58b
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	103.68 ± 5.20b	10.78 ± 0.65b	105.25 ± 2.56a
C.V. (%)	3.74	8.83	4.11

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

- จำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง ตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ 1 มีอิทธิพลทำให้จำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ (filled-grain) ของข้าวหอมนิลมีมากสุด และแตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนจำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ในกรรมวิธีที่ 2 แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 3 และ 4 อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ว่าแตกต่างกับกรรมวิธีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญ การที่ข้าวหอมนิลซึ่งได้รับปุ๋ยพืชสดมีจำนวนเมล็ดสมบูรณ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ได้รับปุ๋ยพืชสดนั้นเป็นเพราะ การที่ต้นข้าวได้รับไนโตรเจนในระยะเจริญเติบโตซึ่งส่งผลต่อการสร้างช่อดอก (panicle) ที่สมบูรณ์และยาว (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551)

- น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด ตารางที่ 11 แสดงให้เห็นกรรมวิธีที่ 2มีอิทธิพลสูงสุดการต่อน้ำหนักข้าวเปลือกของข้าวหอมนิลจำนวน 1,000 เมล็ด (25.79 ก.), รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 4 (25.29 ก.), กรรมวิธีที่ 1 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากันกับ กรรมวิธีที่ 3 (24.78 ก.) และ กรรมวิธีที่ 5 ซึ่งไม่ได้รับปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่ว (24.53 ก.) ตามลำดับ โดยน้ำหนักของข้าวเปลือกหอมนิลอินทรีย์ 1000 เมล็ดที่ชั่งได้นี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

- ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ตารางที่ 11 ให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ 1 ได้ผลผลิตข้าวหอมนิลอินทรีย์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 415.56 กก./ไร่ ซึ่งมากกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับผลผลิตเฉลี่ยลำดับรองลงมาในกรรมวิธีที่ 2 (353.56 กก./ไร่) ตามด้วย กรรมวิธีที่ 3 และ 4 ซึ่งให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 348.00, และ 329.33 กก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าวหอมนิลในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผลผลิตในกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งได้ผลผลิตเพียง 267.67 กก.

ตารางที่ 11 องค์ประกอบ ผลผลิตและผลิตของข้าวหอมนิลอินทรีย์

กรรมวิธี	จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ (เมล็ด/รวง)	ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด (ก.)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
1 หว่านเมล็ดปอเทือง 6 กก./ไร่	103.51 ± 6.09a	24.78 ± 1.31	415.56 ± 25.67a
2 หว่านเมล็ดถั่วพุ่ม 8 กก./ไร่	96.15 ± 14.30ab	25.79 ± 1.31	353.56 ± 75.88ab
3 หว่านเมล็ดถั่วพร้า10 กก./ไร่	88.06 ± 8.09b	24.78 ± 1.01	348.00 ± 62.18b
4 ใส่ต้นกระถินสับ 1,600 กก./ไร่	81.19 ± 7.80b	25.29 ± 0.83	329.33 ± 23.21bc
5 ไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด	68.85 ± 11.82c	24.53 ± 0.51	268.67 ± 17.80c
C.V. (%)	15.73	2.02	15.37

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรโรมันพิมพ์เล็กตามหลังเหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

และผลผลิตของข้าวเป็นผลโดยตรงมาจากการได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอระยะเจริญเติบโต สำหรับการสร้างหน่อ การยืดขยายปล้อง การสร้างช่อรวง และ การสร้างเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ (Fageria, 2007; Fageria , dos Santos, and Coelho, 2011; Takeo Koyama and Natee Niamsrichand, 1973)

ข้อดีของการใส่ปุ๋ยพืชสดประการหนึ่งก็คือ การที่ธาตุอาหารพืชจะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงเวลาหลายปี นิตยา รื่นสุข และ วาสนา อินแถลง (2550) รายงานว่า ผลตกค้างของปุ๋ยพืชสด จะแสดงผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวในปีที่ 3 และถึงแม้ว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากการย่อยสลายของปุ๋ยพืชสดอาจจะยังไม่สามารถทดแทนปริมาณไนโตรเจนที่ขาดแคลนในบางพื้นที่ได้ แต่อาจมีผลทำให้รากข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ตลอดจนทำให้การสลายตัวของธาตุอาหารในนาดีขึ้น และทำให้ข้าวนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก นอกจากนี้แล้ว Surekha, et al. (2010) ยังรายงานว่า การปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์อาจจะไม่ได้ ผลผลิตมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการทำนาในระบบเกษตรเคมีโดยทั่วไป แต่ว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุในดินซึ่งส่งผลอีกช่วงต่อการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ต่อวัฏจักรของธาตุอาหารพืชในระบบนิเวศเกษตร ตลอดจนการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยรวมในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นุกูล ถวิลถึง (2552) ที่พบว่า ผลผลิตของนาข้าวของเกษตรกรที่ทำนาในระบบเกษตรอินทรีย์มานานกว่า 10 ปี มีผลผลิตสูงกว่านาเคมี

สรุป

สามารถใช้พืชทั้ง 4 ชนิด เป็นปุ๋ยพืชสด ด้วยการไถกลบลงนาก่อนการปลูกข้าวได้ เนื่องจากสามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่ดอน มีน้ำน้อย เพิ่มของปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารหลักแก่ดิน รวมทั้งการปรับปรุงสมบัติอื่นๆ บางประการของดิน ได้แก่ pH, EC และ CEC ของดิน ทำให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวมากยิ่งขึ้น และเพิ่มผลผลิตข้าวหอมนิลที่ปลูกตามแนวทางเกษตรอินทรีย์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรแนะนำให้เกษตรกรซึ่งทำนาตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่นาดอน ปลูกปอเทืองอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับเป็นปุ๋ยพืชสด เพราะทำให้มี อินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารพืชอื่นๆ เพิ่มสูงขึ้นตลอดจนช่วยปรับสภาพของสมบัติอื่นๆ ของดินให้ดีขึ้น

2. สามารถใช้ ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และยอดกระถิน ตลอดจนพืชตระกูลถั่วชนิดอื่นๆ เป็นปุ๋ยพืชสดหากจะให้ได้ผลดียิ่งขึ้นควรปรับอัตราการใส่ที่เหมาะสม และใช้ปุ๋ยพืชสดผสมผสานกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทอื่นๆ ที่มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็วเพียงพอต่อความต้องการของข้าวในการเจริญเติบโตระยะแรก และการสร้างผลผลิต เช่น ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กมลาภา วัฒนประพัฒน์ (2549). ผลของปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่วต่อสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดินและผลผลิตข้าวโพดหวานในดินชุดปากช่อง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Retrieved from http://www.dric.nrct.go.th

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2530). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จรัญ จันทลักขณา. (2549). สถิติการวิเคราะห์ และการวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐา เฮงเจริญ (2550). การสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในดินชุดปากช่อง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สืบค้นจาก http://www.dric.nrct.go.th

ทัศนีย์ สงวนสัจ, ไพจิตร คงเจริญ, สารนิติ สงวนสัจ, จันทนา สรสิริ, แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์, และยศิสร์ อินทรสถิตย์. 2536. อิทธิพลของพืชบำรุงดินชนิดต่างๆ ต่อผลผลิตของข้าวในเขตนาชลประทาน., วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 11 (มกราคม – เมษายน), น. 7 – 14.

ธงชัย มาลา. (2546). ปุ๋ยอินทรีย์และชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา รื่นสุข และ วาสนา อินแถลง (2550). ศึกษาชนิดของปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกพร้อมข้าว ในการทำนาแบบหว่านข้าวแห้ง., สืบค้นจาก http://anchan.lib.ku.ac.th/agnet/handle/001/507.

นุกูล ถวิลถึง. (2548). ผลในระยะยาวของการปลูกพืชภายใต้ระบบการเกษตรอินทรีย์(ข้าวอินทรีย์) ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสมดุลของธาตุอาหารพืชเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเกษตรเคมี. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย., สืบค้นจาก http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG4820043.

บัณฑิต อนุรักษ์ (มปป.). การศึกษาการดูดซับธาตุอาหารพืช (ฟอสเฟต) ในดิน และความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช (ฟอสเฟตไนเตรท แอมโมเนีย-ไนโตรเจน) ในน้ำ และคุณภาพน้ำ (DO, BOD) จากนาข้าวอินทรีย์ เอกสารประกอบการสัมมนา 1st THAILAND INWEPF SYMPOSIUM. Retrieved from http://www.rid.go.th/Thaicid

ประชา นาคะประเวศ, ปรัชญา ธัญญาดี และ พิรัชญา วาสนานุกูล. (ม.ป.ป.). คู่มือการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงบำรุงดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. (2551). ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนมพร วรรณประเสริฐ (2556). ผลของการใช้ปอเทืองร่วมกับปุ๋ยคอกในการผลิตผักคะน้าอินทรีย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

References

Change, Te Ztu and Eliseo A. Bardenas. 1965. The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant. Los Ban Nos, the Philippines: International Rice Research Institute, Technical Bulletin 4

Fageria, N. K. (2007). Yield Physiology of Rice, Journal of Plant Nutrition, 30:6, 843-879, Retrieved from : http://dx.doi.org/10.1080/15226510701374831

Fageria, N. K.; A. B. dos Santos, A. B. and & Coelho, A. M. (2011) Growth, Yield and Yield Components of Lowland Rice as Influenced by Ammonium Sulfate and Urea Fertilization, Journal of Plant Nutrition, 34:3, 371-386, Retrieved from : http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2011.536879

International Rice Research Institute and International Board for Plant Genetic Resources. 1980. Descriptors for Rice, Oryza sativa L. Manila, Philippines: IRRI.

Magdoff, Fred and Van Es, Harold. (2009). Building Soil for Better Crops: Sustainable Soil Management , 3rd edition. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) Program.

Lampkin, Nicolas. (1990). Organic Farming. Ipswich, United Kingdom: Farming Press.

Liu, Aigau; Ma, B.L. and Bomke, A.A. (2005). Effects of Cover Crops on Soil Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides. Soil Science Society of America Journal, 69:2041–2048.

Plaster, Edwards J.(2009). Soil Science & Management, 5th edition. New York: Delma Cengage Learning.

Takeo Koyama & Natee Niamsrichand (1973) Soil-plant nutrition studies on tropical rice VI. The effect of different levels of nitrogenous fertilizer application on plant growth, grain yield, and nitrogen utilization by rice plants, Soil Science and Plant Nutrition, 19:4, 265-274, retrieved from : http://dx.doi.org/10.1080/00380768.1973.10432596.