การวิจัยและพัฒนาข้าวอินทรีย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Organic Rice Research and Development in the Northeastern Region

กรรณิกา นากลาง[1)] พิบูลวัฒน์ ยังสุข[2)] สุขวิทยา ภาโสภะ[3)]
ประทาย เคนเหลื่อม[4)] ชนินทร์ เภสัชชา[1)] เภสัช ลวดเงิน[1)]
Kunnika Naklang[1)] Piboonwat Youngsuk[2)] Sukkawittaya Pasopa[3)]
Prathai Kenlueam[4)] Chanin Pesatcha[1)] Pesat Luad-ngern[1)]

Abstract

Organic rice farming produces high quality rice for consumers. Agricultural practices must follow the strict organic plants production and milling standard of organic rice. Surin Rice Research Center (RRC), Sakon Nakhorn RRC, Udon Thani RRC and Ubon Ratchathani RRC conducted 3 field trials during 2004-2007 to find appropriated technology, 1) evaluation of high - yielding variety with organic practices, 2) methods to produce breeder and foundation seed of 4 varieties grown in northeast and 3) soil fertility management. The comparing treatments were chemical fertilizer, organic fertilizer, nature (no fertilizer) and an extra dry-seeded with straw mulching at Surin RRC. Varieties and lines used were Hang Yee 71, Niew Ubon 2, RD6, Jow Daeng, Lueang 11, Khao Dawk Mali 105, IR77954-1-31, UBN96010-PMI-68-2-2-1-2, Mali Dam 53-SRN-C05-6-1(-1) and KKNLR84149-SRN-35-1-1-1-2. The results showed that all varieties and lines with organic fertilizer gave high yield as chemical fertilizer and higher than the nature. Breeder and foundation seed yields with the application of organic fertilizer were high as chemical fertilizer. Soil fertilizer management or organic fertilizer input to organic paddy field varied from place to place and years depending on the environment and organic materials available. Sakon Nakhon RRC used green manure (*Sesbania rostrata*) and compost while Surin RRC applied farm yard manure in some years. There was no damage threshold of diseases or insect pests in organic, chemical and nature plots throughout the experiments. The partial budget, net benefit and marginal rate of return (MRR) of a trial indicated that green manure gave the highest MRR (309 %), the application of pillet bio-compost gave the minus MRR (-771%), while dry seed broadcast with straw mulching gave 40% MRR. The MRR over 50% was good for transfer technology to farmers.

Keywords : organic rice, varieties, organic practices, chemical fertilizer, organic fertilizer, green - manure, compost, farm yard, yield, MMR, northeastern region

---

1) ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000 โทรศัพท์ 0-4451-1394
Surin Rice Research Center, Mueang, Surin 32000 Tel. 0-4451-1394
2) ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0-4271-1471
Sakon Nakhon Rice Research Center, Mueang, Sakon Nakhon 47000 Tel. 0-4271-1471
3) ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี ตู้ ป.ณ. 285 อ.เมือง จ.อุดรธานี โทรศัพท์ 0-4224-7485
Udon Thani Rice Research Center, P.O. Box 285, Mueang, Udon Thani Tel. 0-4224-7485
4) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ตู้ ป.ณ. 65 อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4534-4103-4
Ubon Ratchathani Rice Research Center, P.O. Box 65, Mueang, Ubon Ratchathani 34000 Tel. 0-4534-4103-4

Bureau of Rice Research and Development

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวแบบอินทรีย์ เป็นการผลิตข้าวที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการผลิตและแปรรูปข้าวอินทรีย์ ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ได้ทำการวิจัยเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์ 3 การทดลอง ระหว่างปี 2547-2550 เพื่อหารูปแบบในการผลิตข้าวเปลือกอินทรีย์ที่เหมาะสมทั้งด้านพันธุ์ การจัดการธาตุอาหารพืช วิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์คัดและพันธุ์หลักของข้าว 4 พันธุ์ ที่ปลูกขยายเมล็ดพันธุ์ของศูนย์วิจัยข้าวดังกล่าว เพื่อสนับสนุนการปลูกข้าวอินทรีย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรรมวิธีที่ทดลอง คือ ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีธรรมชาติ) และการทำนาหว่านข้าวแห้งแล้วคลุมด้วยฟาง จากการประเมินผลผลิตของพันธุ์และสายพันธุ์ข้าว คือ พันธุ์ หางยี 71 เหนียวอุบล 2 กข6 เจ้าแดง เหลือง 11 ขาวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ IR77954-1-31 UBN96010-PMI-68-2-2-1-2 มะลิดำ 53-SRN-C05-6-1(-1) และ KKNLR84149-SRN-35-1-1-1-2 เพื่อผลิตข้าวอินทรีย์ พบว่า ข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ผลผลิตสูงเช่นเดียวกับการผลิตแบบใส่ปุ๋ยเคมีและสูงกว่าวิธีธรรมชาติ การผลิตเมล็ดพันธุ์คัดและพันธุ์หลักแบบอินทรีย์มีแนวโน้มได้ผลดีเช่นเดียวกับวิธีผลิตแบบเคมี รูปแบบและวิธีการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกหรือปัจจัยที่มีอยู่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ปลูกโสนแอฟริกันแล้วไถกลบ ถ้าปริมาณไม่พอจึงใส่ปุ๋ยหมักเพิ่ม ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ บางปีปลูกถั่วพุ่มหรือโสนก่อนปลูกข้าว บางปีใส่ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก บางปีใส่ผสมผสานกัน จากการทดลอง ไม่พบโรคและแมลงศัตรูข้าวทำความเสียหายถึงระดับที่ต้องทำการกำจัด ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร การปลูกพืชสดแล้วไถกลบ และปลูกข้าวแบบปักดำคุ้มทุนกว่าการปักดำแล้วใส่ปุ๋ยเคมี ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ การปลูกข้าวนาหว่านแล้วใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือใช้ฟางคลุมไม่คุ้มทุนเพราะค่าแรงและวัสดุแพง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำนาแบบธรรมชาติ การปลูกโสนแล้วไถกลบ ได้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มสูงที่สุด (309%) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ได้อัตราผลตอบแทนติดลบ (-771%) ส่วนการทำนาหว่านคลุมฟาง ได้อัตราผลตอบแทนเพิ่มเพียง 40%

คำสำคัญ : ข้าวอินทรีย์ พันธุ์ การผลิตข้าวอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ผลผลิต อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำนำ

การผลิตข้าวอินทรีย์มีหลักการที่สำคัญ คือ ตลอดระบบการผลิตจะใช้วัสดุจากธรรมชาติ ห้ามใช้สารเคมีในการผลิต เช่น ปุ๋ยเคมี สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น เน้นการปฏิบัติที่ไม่เพิ่มมลพิษต่อสภาพแวดล้อม ข้อดีคือสามารถลดต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตัวเองได้มากขึ้น โดยใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้จากวัสดุและแรงงานภายในประเทศ เป็นการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมและสร้างสมดุลนิเวศการเกษตรให้ดีขึ้น แนวทางการปฏิบัติในการผลิต คือ ควบคุมและป้องกันมลพิษในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นการพัฒนาการเกษตรให้สอดคล้องกับกระแสความต้องการของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกร ลดการกีดกันทางการค้าในตลาดโลก ผู้บริโภคได้ผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากสารเคมี และได้คุณค่าอาหารอย่างเต็มที่ส่งผลให้มีสุขอนามัยที่ดี

พื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เนื่องจากดินเป็นดินทราย มีอินทรียวัตถุต่ำ ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสม การปลูกพืชบำรุงดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อข้าว หรือพืชอื่นที่ปลูกในฤดูถัดไป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก ฟางข้าว ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ และยังมีผลตกค้างทำให้ผลผลิตข้าวที่ได้สูงติดต่อกันอีกหลายปี ถ้าหากใส่ปุ๋ยติดต่อกันหลายปี (กรรณิกา และคณะ, 2548; เสรี, 2548; จามีกร และคณะ, 2548; ควพร และคณะ, 2549; กรรณิกา และคณะ, 2549; กรรณิกา และสว่าง, 2549 ก, 2549 ข) พิบูลวัฒน์ (2549) และ Lee และคณะ (2004) รายงานว่า โพแทสเซียมและแคลเซียมในดินมี

Bureau of Rice Research and Development

ปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยหรือวัสดุอินทรีย์ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสจะลดลง โดยเฉพาะในแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด อย่างไรก็ตาม ผลผลิตข้าวในแปลงที่ใส่ปุ๋ยพืชสดจะได้มากกว่าใส่ปุ๋ยหมัก หรือฟางข้าว โดยสรุป การทำนาแบบอินทรีย์ ให้ผลประโยชน์และปรับปรุงคุณสมบัติของดินได้ดี และการใช้ปุ๋ยพืชสดให้ผลดีกว่าปุ๋ยหมักหรือฟางข้าว

ในการกำจัดศัตรูข้าว มีข้อห้ามใช้สารเคมีในนาข้าวอินทรีย์ Kajimura และคณะ (1995) รายงานว่า ในนาข้าวอินทรีย์ที่มีการจัดการธาตุอาหารที่เฉพาะเจาะจงสามารถลดปริมาณของเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera*)ได้ นอกจากนี้ Jiang และ Cheng (2004) รายงานว่า การป้องกันเพลี้ยกระโดดหลังขาว สามารถทำได้โดยการใช้ปุ๋ยคอกที่ 21 วัน หลังการปักดำ หรือเร็วกว่านั้น จะทำให้ต้นข้าวสมบูรณ์ ตัวห้ำ เช่น แมงมุม ชอบมาอาศัยอยู่และสามารถเพิ่มปริมาณคอยช่วยทำลายตัวอ่อนของเพลี้ยดังกล่าวได้

ข้อกำหนดของการปลูกข้าวอินทรีย์เกี่ยวกับพันธุ์ข้าวที่ปลูก คือ ต้องใช้เมล็ดพันธุ์จากการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ แตกต่างจากการผลิตข้าวแบบปกติ ซึ่งอาจมีปัญหาขาดเมล็ดพันธุ์ข้าวอินทรีย์ที่มีความบริสุทธิ์ตรงตามพันธุ์ และยังมีความต้องการข้าวพันธุ์อื่นๆ นอกจากข้าวหอมมะลิ เพื่อให้ผู้บริโภคมีข้าวหลากพันธุ์สำหรับรับประทาน เป็นต้นว่าข้าวแข็งที่มีอมิโลสสูง เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน แผ่นแป้ง ฯลฯ อนึ่ง การทำนาข้าวอินทรีย์จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้จริงหรือไม่ยังไม่สามารถสรุปได้

การวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการปุ๋ยเคมีกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แบบต่าง ๆ ในแหล่งปลูก การปลูกข้าวพันธุ์คัด พันธุ์หลัก ของพันธุ์ข้าวที่ปลูกในศูนย์วิจัยข้าว และประเมินพันธุ์/สายพันธุ์ข้าว ในการทำนาอินทรีย์ รวมทั้งหารูปแบบการทำนาอินทรีย์ที่เหมาะสม เพื่อหาเทคโนโลยีและพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตข้าวอินทรีย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการ 3 การทดลอง คือ

1. การประเมินผลผลิตของพันธุ์ข้าวนาสวน ในการผลิตข้าวอินทรีย์
2. การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนอินทรีย์
3. การทดสอบรูปแบบการผลิตข้าวอินทรีย์

ทำการทดลองที่ ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ระหว่างปี 2547-2550

1. การประเมินผลผลิตของพันธุ์ข้าวนาสวนในการผลิตข้าวอินทรีย์

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ฤดูนาปี 2550 (Fig. 1)

การทดลองเป็นแบบ split plot มี 4 ซ้ำ main plot (ปัจจัยหลัก) มี 3 ระดับ (วิธีการผลิตข้าว) คือ วิธีอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยเคมี 9-6-6 กก. N-P_2O_5 - K_2O/ไร่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ใส่ 6 กก.N/ไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย (แบบธรรมชาติ) ส่วน sub plot (ปัจจัยรอง) เป็นข้าวพันธุ์ดี มี 8 ระดับ (พันธุ์/สายพันธุ์) ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร คือ หางยี 71 เหนียวอุบล 2 กข6 เจ้าแดงเหลือง 11 ขาวดอกมะลิ 105 สายพันธุ์ IR77954-1-31 UBN96010-PMI-68-2-2-1-2 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์มีบางสายพันธุ์ที่ต่างกัน คือ ใช้สายพันธุ์มะลิดำ 53-SRN-C05-6-1(-1) แทน เหนียวอุบล 2 และ KKNLR84149-SRN-35-1-1-1-2 แทน UBN96010-PMI-68-2-2-1-2

ขนาดของแปลงทดลองย่อย 4x5 เมตร ปลูกข้าวแบบปักดำ ระยะห่าง 20 x 20 ซม. ปักดำ 3-5 ต้น/จับ

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ตกกล้าวันที่ 26 มิถุนายน 2550 ปักดำวันที่ 25 กรกฎาคม 2550 วิธีอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยคอก 300 กก./ไร่ ในระยะข้าวแตกกอสูงสุด วิธีใส่ปุ๋ยเคมีใส่ปุ๋ยอัตรา 6-6-6 กก. N - P_2O_5- K_2O/ไร่ ปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ก่อนปักดำ และ 45 วันหลังปักดำ ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปักดำ ส่วนวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (แบบธรรมชาติ) ทำการไถเตรียมดินปลูกข้าวเช่นเดียวกับ 2 วิธีข้างต้น แต่ไม่ใส่ปุ๋ยทั้ง 3 วิธีและไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ใน main plot วิธีอินทรีย์ ปลูกโสนแอฟริกัน ต้นฤดูฝน เมื่อต้นโสนอายุ 55 วัน ทำการไถกลบก่อนปักดำ 15 วัน เพิ่มปุ๋ยคอกให้ธาตุอาหารครบ 9 กก.N/ไร่ วิธีเคมี ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกหลังปักดำอัตรา 4.5-6-6 กก. N-P_2O_5 - K_2O/ไร่ ครั้งที่ 2

Bureau of Rice Research and Development

Fig. 1 Evaluation of high - yielding variety with organic crop production managements

Fig. 2 *Sesbania rostrata* plants at flowering stage best for incorporation into paddy soil about 15 days before transplanting rice

Bureau of Rice Research and Development

อัตรา 4.5-0-0 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่ ส่วนวิธีธรรมชาติไม่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด

2. การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนอินทรีย์

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ในฤดูนาปี 2550

การทดลองประกอบด้วย แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์คัดและพันธุ์หลักของข้าว แห่งละ 2 พันธุ์ ทุกแห่งใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ส่วนพันธุ์ที่สอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ปลูกพันธุ์สุรินทร์ 1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานีปลูกพันธุ์ กข6 ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีปลูกพันธุ์ กข15 เปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์กับใส่ปุ๋ยเคมี

การปลูกข้าวทำตามวิธีการปลูกพันธุ์คัดและพันธุ์หลักของศูนย์วิจัยข้าว โดยแยกเป็น 2 การทดลอง คือ การผลิตพันธุ์คัด กับพันธุ์หลัก แต่ละการทดลองทำการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ main plot คือ ชนิดของปุ๋ย มี 2 ระดับ (ชนิด) คือ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี sub plot คือ พันธุ์ข้าวมี 2 ระดับ (พันธุ์) ขนาดแปลงทดลองย่อย 5x8 เมตร

พันธุ์คัด ตกกล้าโดยการวางรวง ใช้กล้าอายุ 25-30 วัน ที่ถอนมาจากรวงข้าวที่ตกกล้าไว้ แล้วนำไปปักดำ 1 รวงต่อ 1 แถว แถวละ 40 ต้น ระยะห่างระหว่างแถว 33.33 ซม. ระยะระหว่างต้น 10 ซม. ปักดำ 1 ต้น/จับ

พันธุ์หลัก ระยะปักดำ 25x25 ซม. ปักดำ 1 ต้น/จับ

การใส่ปุ๋ย วิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ ก่อนปักดำ 10 วัน และวิธีใส่ปุ๋ยเคมี ครั้งแรก ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่ พร้อมหรือหลังปักดำ 10-14 วัน ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 5 กก./ไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก

3. การทดสอบรูปแบบการผลิตข้าวอินทรีย์

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ปี 2547-2550 และศูนย์วิจัยข้าวสกลนครฤดูนาปี 2550 ทำการทดลองแบบ observation trial เป็นแปลงใหญ่ ไม่มีซ้ำ ขนาดแปลงกรรมวิธีละ 0.5-1 ไร่ และมีกรรมวิธีเปรียบเทียบ

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำ ระยะปักดำ 20x20 ซม. มี 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีอินทรีย์ กรรมวิธีเคมี กรรมวิธีธรรมชาติ

(1) กรรมวิธีอินทรีย์ ต้นฤดูฝน หว่านเมล็ดโสนแอฟริกันอัตรา 7 กก./ไร่ เมื่ออายุ 55 วัน ทำการไถกลบแล้วปักดำข้าวตามในอีก 2 สัปดาห์ต่อมา (Fig. 2) คำนวณปริมาณธาตุอาหารจากน้ำหนักแห้งพืชสดโสนแอฟริกัน ถ้าไม่ถึง 9 กก. N ให้เพิ่มด้วยปุ๋ยหมักจนได้ไนโตรเจน 9 กก. N โดยปุ๋ยหมักใส่ก่อนปักดำ 5 - 10 วัน การดูแลรักษาทุกขั้นตอนไม่ใช้สารเคมี หากตรวจพบมีแมลงศัตรูข้าวระบาดถึงระดับเศรษฐกิจ ใช้น้ำหมักชีวภาพพ่นไล่จนกว่าแมลงจะลดจำนวน

(2) กรรมวิธีเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 16 - 16 - 8 อัตรา 25 กก./ไร่ ก่อนปักดำข้าว 1 วัน ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 5 กก./ไร่ ในระยะข้าวกำเนิดช่อดอก การดูแลรักษาหากตรวจพบมีแมลงศัตรูข้าว ระบาดถึงระดับเศรษฐกิจใช้สารเคมีฆ่าแมลง

(3) กรรมวิธีธรรมชาติ ปลูกข้าวเช่นเดียวกับกรรมวิธีอินทรีย์ แต่ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่มีการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว และไม่กำจัดวัชพืช

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ทำนาหว่านข้าวแห้ง ใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กก./ไร่ มี 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีอินทรีย์ กรรมวิธีเคมี กรรมวิธีธรรมชาติ และกรรมวิธีคลุมฟาง

(1) กรรมวิธีอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ อัตรา 500 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 250 กก./ไร่ ในระยะข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก

(2) กรรมวิธีเคมี ปลูกข้าวใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 9-6-6 กก. N-P_2O_5- K_2O/ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งแรกใส่อัตรา 3-6-6 กก. N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ หลังข้าวงอก 45 วัน ครั้งที่ 2 ใส่ไนโตรเจน อัตรา 3 กก.N/ไร่ หลังใส่ครั้งแรก 30 วัน ครั้งที่ 3 ใส่ไนโตรเจน อัตรา 3 กก.N/ไร่ ในระยะข้าวกำเนิดช่อดอก

(3) กรรมวิธีธรรมชาติ ปลูกข้าวเช่นเดียวกับกรรมวิธีอินทรีย์ แต่ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ป้องกันกำจัดศัตรูข้าว และไม่กำจัดวัชพืช

(4) กรรมวิธีทำนาหว่านคลุมฟาง ปลูกข้าวแบบหว่านข้าวแห้งแล้วคลุมด้วยฟาง อัตรา 500 กก./ไร่

ทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ตามวิธีของ CIMMYT (2005)

Bureau of Rice Research and Development

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การประเมินผลผลิตของพันธุ์ข้าวนาสวนในการผลิตข้าวอินทรีย์

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตข้าวไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการผลิตข้าวกับพันธุ์ แต่ผลผลิตของข้าวพันธุ์ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์เหนียวอุบล 2 ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 602 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ กข6 สายพันธุ์ IR77954-1-31 และพันธุ์เหลือง 11 ที่ให้ผลผลิต 564 583 และ 562 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ทั้ง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ดังกล่าวให้ผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เจ้าแดง หางยี 71 และ ขาวดอกมะลิ 105 ส่วนสายพันธุ์ UBN96010-PMI-68-2-2-1-2 ให้ผลผลิตต่ำสุด (490 กก./ไร่) ส่วนวิธีการผลิตข้าวมีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธีอินทรีย์ และวิธีเคมีให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 560

Table 1 Yield (kg/rai) of 8 rice varieties/lines in organic, chemical and nature (no fertilizer) plots at 2 locations in wet season, 2007

a) Sakon Nakhon Rice Research Center

Rice variety/line	Organic	Chemical	Nature	Variety-Mean
UBN96010 - PMI - 68 -2-2-1-2	486	465	424	458 c
Hahng Yee 71	521	487	438	482 bc
Niew Ubon 2	674	634	499	602 a
RD6	588	604	501	564 a
IR77954-1- 31	619	606	524	583 a
Jao Daeng	522	545	488	518 b
Leuang 11	547	644	497	562 a
KDML105	465	506	441	490 bc
Treatment-mean	560 a	561 a	476 b	

CV (a) = 12.78 % CV (b) = 8.64 %

b) Surin Rice Research Center

Rice variety/line	Organic	Chemical	Nature	Variety-Mean
Mali Dum 53-SRN C 05-6-1(-1)	469	465	413	449 e
Hahng Yee 71	506	500	444	483 cd
KKNLR84149-SRN-35-1-1-1-2	529	536	464	509 cd
RD6	529	538	510	525 bc
IR77954-1-31	604	562	539	569 a
Jao Daeng	559	561	559	560 ab
Leuang 11	591	514	544	550 ab
KDML105	584	555	523	554 ab
Treatment-mean	546 a	529 a	499 b	

CV (a) = 7.2 % CV (b) = 8.8 %

Means in variety/line (column) or treatment (row) followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Bureau of Rice Research and Development

และ 561 กก./ไร่ ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้ง 2 วิธีการผลิตให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีธรรมชาติซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 476 กก./ไร่ (Table 1a)

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ผลการทดลอง พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการผลิตข้าวกับพันธุ์ข้าว แต่ผลผลิตของข้าวพันธุ์ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวสายพันธุ์ IR77954-1-31 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 569 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เจ้าแดง เหลือง 11 และขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งให้ผลผลิต 560 550 และ 554 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนข้าวสายพันธุ์มะลิดำ 53-SRN-C05-6-1(-1) ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 449 กก./ไร่ ส่วนวิธีการผลิตข้าวมีความแตกต่างทางสถิติ คือ วิธีอินทรีย์และวิธีเคมีให้ผลผลิต 546 และ 529 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ทั้ง 2 วิธีการให้ผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการผลิตวิธีธรรมชาติ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 499 กก./ไร่ (Table 1b)

จากผลการทดลองทั้ง 2 แห่ง พบว่า การผลิตข้าวแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการผลิตที่ใช้สารเคมี แต่ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีผลิตแบบธรรมชาติ ส่วนพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 แห่ง คือ สายพันธุ์ IR77954-1-31 และเหลือง 11 ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตรองลงมา

2. การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนอินทรีย์

ผลการทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี พบว่า การผลิตข้าวพันธุ์คัดแบบอินทรีย์และแบบเคมีได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน และการผลิตข้าวพันธุ์หลักที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีก็ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีการผลิตข้าวทั้งพันธุ์คัดและพันธุ์หลักแบบอินทรีย์มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการผลิตแบบปกติที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Table 2 a, b)

3. การทดสอบรูปแบบการผลิตข้าวอินทรีย์

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ผลการทดลอง ในปี 2550 พบว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในกรรมวิธีอินทรีย์ วิธีเคมี และวิธีธรรมชาติเท่ากับ 637 533 และ 407 กก. /ไร่ ตามลำดับ (Table 3) ไม่พบแมลงศัตรูข้าวทำลายถึงระดับเศรษฐกิจในทุกกรรมวิธีจึงไม่ใช้สารเคมีใด ๆ ชนิดของแมลงศัตรูข้าวและแมลงศัตรูธรรมชาติในทุก

Table 2 Yield of breeder seed and foundation seed (kg/rai) from organic and chemical fertilizer plot trials at 3 locations in wet season, 2007

a) Breeder seed

Treatment	Rice Research Center								
	Surin			Udon Thani			Ubon Ratchathani		
	KDML105	SRN1	Avg	KDML105	RD6	Avg	KDML105	RD15	Avg
Organic	291	330	310	579	606	593	344	313	329
Chemical	286	325	306	572	586	579	313	253	283
Avg	288	328	308	576	596	586	329	283	306

b) Foundation seed

Treatment	Rice Research Center								
	Surin			Udon Thani			Ubon Ratchathani		
	KDML105	SRN1	Avg	KDML105	RD6	Avg	KDML105	RD15	Avg
Organic	285	332	309	519	605	562	568	585	577
Chemical	277	305	291	505	583	544	499	536	518
Avg	281	319	300	512	594	553	554	561	548

Bureau of Rice Research and Development

Table 3 Grain yield of KDML105 (kg/rai) at Surin Rice Research Center (SRNRRC) and Sakon Nakhon Rice Research Center (SKNRRC) in organic, chemical fertilizer and nature plots during 2004-2007

Treatment	SRNRRC					SKNRRC
	2004	2005	2006	2007	Avg	2007
Organic	469	535	490	557	513	637
Chemical	484	605	516	495	525	533
Nature	384	352	360	346	361	407
Straw mulching	525	601	394	431	488	-
Avg	466	523	440	452	470	526

กรรมวิธีคล้ายกัน แมลงศัตรูข้าวที่พบ คือ เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงวันเจาะยอดข้าว ตั๊กแตนหนวดสั้น เป็นต้น ส่วนศัตรูธรรมชาติ คือ แมงมุม เขี้ยวยาว แมงมุมสุนัขป่า ด้วงเต่า แมลงปอเข็ม เป็นต้น โดยจำนวนศัตรูธรรมชาติพบมากกว่าแมลงศัตรูข้าว

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ ผลการทดลอง ปี 2547-2550 พบว่า ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในกรรมวิธีเคมีให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 525 กก./ไร่ รองลงมาคือวิธีอินทรีย์ 513 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตทั้ง 2 กรรมวิธีนี้สูงกว่าวิธีธรรมชาติและวิธีหว่านคลุมฟาง ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 361 และ 488 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 3) และไม่พบแมลงศัตรูข้าวระบาดถึงระดับเศรษฐกิจแต่อย่างใด จึงไม่มีการป้องกันกำจัด

4. ผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์งบประมาณบางส่วน และผลตอบแทนในปี 2550 ตามวิธีของ CIMMYT (2005) ปรากฏผลดังนี้

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ต่างกัน คือ ค่าใช้จ่ายในการจัดการ เช่น กรรมวิธีอินทรีย์มีค่าเมล็ดพันธุ์โสนแอฟริกัน ค่าปุ๋ยหมัก ฟางข้าว ค่าตัดและไถกลบโสนแอฟริกัน ค่าหว่านปุ๋ยหมัก ส่วนกรรมวิธีเคมี มีค่าปุ๋ยเคมีและค่าหว่านปุ๋ยเคมี สำหรับกรรมวิธีธรรมชาติไม่มีค่าใช้จ่ายที่ต่างกัน ส่วนการจัดการอื่น ๆ ที่เหมือนกันไม่ได้นำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่าย เนื่องจากเป็นค่าการลงทุนที่เท่ากัน เช่น ค่าไถเตรียมดิน ค่าปักดำ และค่าเก็บเกี่ยว เป็นต้น

รายได้สุทธิ (net benefits) ได้จากผลผลิตข้าวคูณด้วยราคาข้าว หักลบด้วยผลรวมของค่าใช้จ่ายที่ต่างกัน ส่วนอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) คือ อัตราผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีต้นทุนเพิ่มขึ้น หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ เกณฑ์การตัดสินในการนำเทคโนโลยีไปแนะนำเกษตรกร คือ ใช้ค่าอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มมากกว่าหรือเท่ากับ 50% (CIMMYT, 2005) กล่าวคือ เมื่อลงทุนเพิ่มขึ้นต่อหน่วยลงทุน 100 บาท ผลได้สุทธิต้องเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 50 บาท จึงจะตัดสินใจแนะนำเทคโนโลยีสู่เกษตรกร

ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการทดลองนี้ (Table 4) พบว่า ผลได้สุทธิที่คิดจากราคาข้าวที่ต่างกันระหว่างกรรมวิธีอินทรีย์กับกรรมวิธีเคมีและวิธีธรรมชาติ ซึ่งราคาข้าวเปลือกอินทรีย์จะสูงกว่าวิธีอื่น 10% จึงทำให้กรรมวิธีอินทรีย์มีรายได้รวมมากที่สุด คือ 8,408 บาท/ไร่ และมีค่าใช้จ่ายรวมที่ต่างกัน (total costs that vary) เท่ากับ 861 บาท/ไร่ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น เมื่อนำค่าใช้จ่ายรวมไปหักออกจากรายได้รวม ทำให้กรรมวิธีอินทรีย์มีรายได้สุทธิสูงกว่าวิธีอื่น

จากนั้นนำไปวิเคราะห์ผลตอบแทน (Table 5) โดยการเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีอินทรีย์กับวิธีธรรมชาติให้ค่าอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม เท่ากับ 309% กล่าวคือ เมื่อลงทุนเพิ่มขึ้น 100 บาท ทำให้รายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 309 บาท ดังนั้นจึงสามารถแนะนำให้เกษตรกรที่เคยปลูกข้าวแบบธรรมชาติ ปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตไปเป็นวิธีอินทรีย์ได้ ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มระหว่างกรรมวิธีอินทรีย์กับวิธีเคมีของการผลิตข้าว

Bureau of Rice Research and Development

Table 4 Partial budget of organic, chemical and nature treatments of KDML105 at Sakon Nakhon Rice Research Center in wet season, 2007

Item	Treatment		
	Organic	Chemical	Nature
Grain yield (kg/rai)	637	533	407
Gross field benefits (baht/rai)	8,408	6,396	4,884
Total cost that vary (baht/rai)	861	395	0
Cost of sesbania seed (baht/rai)	196	0	0
Cost of compost (baht/rai)	315	0	0
Cost of chemical fertilizer (baht/rai)	0	395	0
Cost of cutting and incorporate sesbania (baht/rai)	300	0	0
Cost of chemical fertilizer application (baht/rai)	50	10	0
Net benefit (baht/rai)	7,547	6,001	4,884

Price : KDML105 rice = 12.00 baht/kg, KDML105 organic rice = 13.20 baht/kg
Sesbania seed = 28 baht/kg
Compost = 1000 baht/ton, applied 315 kg/rai
Chemical fertilizer : formula 16-16-8 = 13 baht/kg, apply at the rate of 25 kg/rai
Urea = 14 baht/kg, applied at the rate of 5 kg/rai

Table 5 Marginal rate of return of chemical and organic plots at Sakon Nakhon Rice Research Center in wet season, 2007

Treatment	Total cost that vary (baht/rai)	Net benefit (baht/rai)	Marginal rate of return, MRR (%)
Nature	0	4,884	
Chemical	395	6,001	= (6,001-4,884)/395 x 100 = 283
Organic	861	7,547	= (7,547-4,884)/861 x 100 = 309
Organic vs. Chemical			= (7,547-6,001)/(861-395) x 100 = 332

อินทรีย์ เท่ากับ 332% ถือว่าให้ผลตอบแทนคุ้มทุน สมควรแนะนำเทคโนโลยีนี้แก่เกษตรกร

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ (Table 6) จากการคำนวณค่าใช้จ่ายและผลตอบแทน พบว่า ค่าใช้จ่ายในการลงทุนแตกต่างจากกรรมวิธีธรรมชาติ โดยกรรมวิธีอินทรีย์สูงที่สุด เนื่องจากใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดซึ่งราคาสูงและใส่ในปริมาณมาก รวมเงินลงทุน 3,200 บาท/ไร่ ส่วนวิธีปุ๋ยเคมี มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเป็น 850 บาท และการใช้ฟางคลุมใช้จ่ายเพิ่ม 800 บาท รายได้สุทธิของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงต่ำที่สุด การใช้ปุ๋ยเคมีได้รายได้สูงสุด เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ และอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีค่าติดลบสูงมาก (-771%) การทำนาหว่านคลุมฟาง อัตราผลตอบแทนเพิ่ม 40% ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราผลตอบแทนเพิ่ม 61% จึงไม่ควรซื้อปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมาใส่ในนาข้าว แต่ควรใช้วิธีปลูกพืชบำรุงดิน หรือใส่ปุ๋ยคอก และ/หรือปลูกโสนแล้วไถกลบ

อนึ่ง จากการคำนวณรายได้สุทธิตั้งแต่ปี 2538-2548 รวม 11 ปี ของแปลงทดลองนี้ พบว่า แปลงใส่ปุ๋ยเคมีได้กำไร 9 ปี แปลงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้กำไร 4 ปี แปลงนาหว่านคลุมฟางได้กำไร 11 ปี แปลงนาธรรมชาติ ได้กำไร 7 ปี

Bureau of Rice Research and Development

Table 6 Partial budget and marginal rate of return (MRR) of organic, chemical, straw mulching and nature treatments at Surin Rice Research Center in wet season, 2007

Item	Treatment			
	Organic	Chemical	Straw mulching	Nature
Grain yield (kg/rai)	557	495	431	346
Gross field benefits (baht/rai)	7,352	5,940	5,689	4,567
Total cost that vary (baht/rai)	3,200	850	800	0
Cost of rice straw (baht/rai)	0	0	500	0
Cost of pillet bio-compost (baht/rai)[1/]	3000	0	0	0
Cost of chemical fertilizer (baht/rai)	0	700	0	0
Cost of transportation, straw mulching and compost application (baht/rai)	200	0	300	0
Cost of chemical fertilizer application (baht/rai)[2/]	0	150	0	0
Net benefit (baht/rai)	4,152	5,090	4,889	4,567
MRR (%) (compared to Nature)	-771	61	40	

1/ Applied at the rate of 750 kg/rai

2/ Cost of application 50 baht/time

(กรรณิกา และสว่าง, 2549 ก) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ติดต่อกันหลายปีจะมีผลตกค้างทำให้ผลผลิตข้าวสูงติดต่อกันอีกหลายปี

สรุปผลการทดลอง

พันธุ์ข้าว หางยี 71 เหนียวอุบล 2 กข6 เจ้าแดงเหลือง 11 ขาวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ IR77954-1-31 UBN96010-PMI-68-2-2-1-2 มะลิ153-SRNC05-6-1 (-1) และ KKNLR84149-SRN-35-1-1-1-2 ที่ปลูกแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี และทั้ง 2 วิธีนี้ ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกแบบธรรมชาติ (ไม่ใส่ปุ๋ย) พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง คือ สายพันธุ์ IR77954-1-31 และพันธุ์เหลือง 11 ส่วน ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตรองลงมา การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนอินทรีย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์คัด พันธุ์หลักตามแบบเกษตรอินทรีย์ได้

การปลูกข้าวแบบอินทรีย์ มีรูปแบบการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกัน ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร การปลูกพืชโสนแอฟริกันแล้วไถกลบ เป็นวิธีที่ได้ผลคุ้มทุนดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์การใส่ปุ๋ยเคมีจะคุ้มทุนดีกว่าปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดซึ่งมีราคาแพง การผลิตข้าวอินทรีย์จึงควรเลือกวิธีการหรือปัจจัยที่ราคาถูกและหาง่ายจึงจะคุ้มทุน

การทำนารูปแบบต่างกันรายได้สุทธิจะแตกต่างกัน ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร การผลิตวิธีอินทรีย์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีธรรมชาติและวิธีเคมี อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มของวิธีอินทรีย์สูงถึง 309 และ 332% ตามลำดับ จึงควรปลูกข้าววิธีอินทรีย์ ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ การผลิตข้าวอินทรีย์ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดซึ่งมีราคาสูงและใส่ในปริมาณมาก ค่าใช้จ่ายลงทุนจึงสูงมาก การผลิตวิธีอินทรีย์ วิธีเคมีและวิธีการทำนาหว่านคลุมฟาง เปรียบเทียบกับวิธีธรรมชาติ อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม เท่ากับ -771 61 และ 40% ตามลำดับ การผลิตข้าวโดยวิธีเคมีคุ้มทุนดีกว่าวิธีธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุศล. 2549 ก. การทำนาหว่านคลุมฟางเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105. หน้า 372-380. *ใน* : เรื่องย่อ. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2549. โรงแรมลองบีช, ชะอำ จ. เพชรบุรี.

กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุศล. 2549 ข. ผลและผล

Bureau of Rice Research and Development

ตกค้างของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ระยะยาวที่มีผลต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105. หน้า 381-388. *ใน*: เรื่องย่อ. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2549. โรงแรมลองบีช, ชะอำ จ. เพชรบุรี.

กรรณิกา นากลาง, สุนทรี มีเพ็ชร, บุญหนัก เปลี่ยนพิจิตร, สว่าง โรจนกุศล, สุดา ศรีโปฎก, โยธิน คนบุญ และปัญญา ร่มเย็น. 2548. การใส่ปุ๋ยคอก ฟางข้าว และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวนาหว่านข้าวแห้งในเขตทุ่งกุลาร้องไห้. หน้า 64-68. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2548. 7-8 มีนาคม 2548. โรงแรมรอยัลฮิลล์ รีสอร์ท จ.นครนายก.

กรรณิกา นากลาง, วราภรณ์ วงศ์บุญ, โยธิน คนบุญ, ประเสริฐ ไชยวัฒน์ และรณชัย ช่างศรี. 2549. การจัดการพืชบำรุงดินอย่างเหมาะสมในนาข้าวอินทรีย์. หน้า 214-221. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2549 ณ โรงแรมลองบีช ชะอำ จ. เพชรบุรี.

ควพร พุ่มเชย, ปิยะพันธุ์ ศรีคุ้ม, กรรณิกา นากลาง และโยธิน คนบุญ. 2549. เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาเกษตรกร. หน้า 191-200. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2549. โรงแรมลองบีช, ชะอำ จ. เพชรบุรี.

จามีกร ศรีสุมล, องอาจ วีระโสภณ, จินตนา หัสวานนท์, ชวนชม ดีรัศมี, วิญญู วงศ์อุบล และสมใจ สวลีโท. 2548. การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่นาชลประทาน. หน้า 56-59. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 248. 7-8 มีนาคม 2548. โรงแรมรอยัลฮิลล์ รีสอร์ท, จ.นครนายก.

พิบูลวัฒน์ ยังสุข. 2549. ข้าวอินทรีย์ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร. หน้า 335-344. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2549. โรงแรมลองบีช, ชะอำ จ. เพชรบุรี.

เสรี ดาหาญ. 2548. การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวปรับปรุงดินและผลผลิตข้าว. หน้า 60. *ใน* : เรื่องย่อ การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2548. 7-8 มีนาคม 2548. โรงแรมรอยัลฮิลล์ รีสอร์ท, จ.นครนายก.

CIMMYT. 2005. An Economics Training Manual. From Agronomic Data to Farmer Recommendations. http://www.cimmyt.org/english/docs/manual/agronomic/manual/fromAgronomic_manual.pdf.

Jiang, M. X. and J. A. Cheng. 2004. Effects of manure use on seasonal patterns of arthropods in rice with special reference to modified biological control of white backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera: Delphacidae). Journal of Pest Science 77(4) : 185-189.

Kajimura T., N. Widiarta, K. Nagai, K. Fujisaki and F. Nakasuji. 1995. Effect of organic rice farming on planthoppers. I. Reproduction of the white backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera: Delphacidae). Researches on Population Ecology 37(2) : 219-224.

Lee Y.H., S.M. Lee, Y.J. Lee and D.H. Choi. 2004. Rice cultivation using organic farming system with organic input materials in Korea. New directions for a diverse planet : Proceedings of the 4th International Crop Science Conference. 26 Sep. - 1 Oct. 2004 Brisbane, Australia.

Naklang, K., D. Harnpichitvitaya, S. T. Amarante, L. J. Wade and S. M. Haefele. 2006. Internal efficiency, nutrient uptake, and the relation to field water resources in rainfed lowland rice of northeast Thailand. Plant and Soil 286 : 193-208.

Bureau of Rice Research and Development