วารสารวิชาการข้าว

Thai Rice Research Journal

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
ISSN 1906 - 0246

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2551 (Vol. 2 No. 1, January - April 2008)

Bureau of Rice Research and Development

กรมการข้าวในอดีต

ที่ตั้งกรมการข้าวในปัจจุบัน

Bureau of Rice Research and Development

วารสารวิชาการข้าว

Thai Rice Research Journal

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2551 ISSN 1906-0246

(Vol. 2 No. 1, January - April 2008)

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการด้านข้าว

ระเบียบการ

1. การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร ให้ส่งจำนวน 3 ชุด (ใช้ไฟล์ Microsoft Word บันทึกในแผ่นซีดี) ที่บรรณาธิการ ผู้ช่วยบรรณาธิการ หรือผู้จัดการ โดยเขียนตามแบบฟอร์มและคำแนะนำท้ายเล่ม
2. การพิจารณารับเรื่องที่จะตีพิมพ์เป็นสิทธิ์ของกองบรรณาธิการ และกองบรรณาธิการจะไม่รับผิดชอบในเนื้อหาหรือความถูกต้องของเรื่องที่ส่งมาตีพิมพ์ทุกเรื่อง
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่ส่งมาตีพิมพ์ และอาจจะขอข้อมูลเพิ่มเติม หรือส่งเรื่องคืนให้ผู้เขียน เพื่อแก้ไขเพิ่มเติม หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่ แล้วแต่กรณี
4. การพิจารณาผลงานวิจัยที่จะลงตีพิมพ์ มีผู้พิจารณา (peer review) 2 ท่าน ต่อ 1 เรื่อง เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิชาการ

Bureau of Rice Research and Development

คณะผู้จัดทำวารสารวิชาการข้าว

พ.ศ. 2550-2551

เจ้าของ : กรมการข้าว

สำนักงาน : สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กทม. 10900
โทร. 0 - 2579 - 3693 โทรสาร 0 - 2561 - 1732

วัตถุประสงค์ : เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการด้านข้าว

ที่ปรึกษา

อธิบดีกรมการข้าว
รองอธิบดีกรมการข้าว
ที่ปรึกษากรมการข้าว
ผู้เชี่ยวชาญ
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว
ผู้อำนวยการสำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว
ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว
ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว
ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมการผลิตข้าว
ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง

บรรณาธิการ

สุวัฒน์ รายการ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

กรรณิการ์ พาหุพันธ์ใจ วันทนา ศรีรัตนศักดิ์
สมทรง โชติชื่น พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์

กองบรรณาธิการ

อรพิน วัฒนสกุล สุนิยม ตาปราบ รัศมี จิตติเกียรติพงศ์
วิชชุดา รัตนากาญจน์ วราพงษ์ ชมาฤกษ์ ละม้ายมาศ ยังสุข
กิ่งแก้ว คุณเขต อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ นิวัฒน์ นภีรงค์
จิไลลักษณ์ สุขปราการ ลัดดา วิริยางกูร ทรรศนะ ลาภรวย
ขจร เราประเสริฐ

ผู้จัดการ

วิชชุดา รัตนากาญจน์

ผู้ช่วยผู้จัดการ

อรทัย เตชะฤทธิ์ กาญจนภรณ์ พูนบ้านแขก

Bureau of Rice Research and Development

สารจากอธิบดี

กรมการข้าว เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ก่อตั้งอีกครั้งหนึ่งเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2549 ซึ่งมีภารกิจเกี่ยวกับข้าว โดยครอบคลุมถึงการปรับปรุงพัฒนาการปลูกข้าวให้มีผลผลิตต่อพื้นที่และคุณภาพสูงขึ้น การพัฒนาพันธุ์ การอนุรักษ์และคุ้มครองพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ การตรวจสอบรับรองมาตรฐาน การส่งเสริม สนับสนุนและเผยแพร่องค์ความรู้เพื่อพัฒนาชาวนา การแปรรูปและการจัดการอื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าว รวมทั้งการตลาด การส่งเสริมวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับข้าว การศึกษาวิจัยและพัฒนาข้าวถือเป็นภารกิจที่สำคัญยิ่ง อันส่งผลให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวมากเป็นอันดับ 1 ของโลกต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2524 กรมการข้าวได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาข้าวอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การเตรียมการปลูกข้าว การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการนำส่วนต่าง ๆ ของข้าวไปใช้ประโยชน์ เพื่อนำผลการศึกษาวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะ *"เกษตรกรชาวนา"* สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ผลผลิตเพิ่มขึ้น ลดต้นทุนการผลิตข้าว ส่งผลให้เกษตรกรชาวนามีรายได้เพิ่มขึ้น เกิดความภาคภูมิใจในอาชีพ และสร้างความมั่นคงในอาชีพอย่างยั่งยืนต่อไป

วารสารวิชาการข้าว ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่และนำเสนอผลงานทางวิชาการ อันจะเกิดประโยชน์ต่อการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการส่งเสริมองค์ความรู้ให้กับหน่วยงานและบุคคลทั่วไปทั้งภาครัฐ เอกชน และชาวนาไทย กรมการข้าวหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารวิชาการข้าวฉบับนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป

(นายประเสริฐ โกศัลวิตร)
อธิบดีกรมการข้าว

Bureau of Rice Research and Development

บทบรรณาธิการ

ในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าได้ดำเนินการเป็นอย่างดี ครบถ้วน ถูกต้อง ผลการทดลองออกมาเลอเลิศ แต่ก็ยังไม่ถือว่าสำเร็จสมบูรณ์ จนกว่าผลการทดลองนั้นจะได้ตีพิมพ์เผยแพร่สู่สาธารณชน นักวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เพียงแต่ *"ทำ"* วิจัยทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น หากแต่ต้อง *"เขียน"* ผลการทดลองตีพิมพ์เผยแพร่ด้วย

นักวิทยาศาสตร์ทางฝ่ายโลกตะวันตกเชื่อกันมานานแล้วว่า วิทยาศาสตร์จะพัฒนาก้าวหน้าได้จำเป็นต้องมีการตีพิมพ์เผยแพร่ผลการวิจัย Gerard Piel ได้กล่าวไว้ว่า *"without publication, science is dead"* แปลเป็นไทยได้ว่า *"วิทยาศาสตร์จะถึงกาลมรณะ ถ้าผลการวิจัยถูกละเลยการตีพิมพ์"*

กรมการข้าว มีนักวิจัยด้านข้าวที่มีคุณภาพ มีความรู้ความสามารถอยู่มากมายหลายสาขาวิชา และได้สร้างผลงานวิจัยที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อการพัฒนาข้าวไทยมากมายดังเป็นที่ปรากฏ ถึงแม้กรมการข้าวจะเพิ่งจัดตั้งขึ้นใหม่อีกครั้งเป็นเวลาประมาณสองปีเศษ แต่งานวิจัยด้านข้าวของกรมก็ได้มีมาอย่างต่อเนื่องยาวนานจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นที่น่ายินดีว่าผู้บริหารกรมการข้าวในปัจจุบัน ได้ให้ความสำคัญต่อการเผยแพร่ผลงานวิจัยและพัฒนาด้านข้าว โดยได้สนับสนุนงบประมาณในการจัดทำ *"วารสารวิชาการข้าว"* ดังปรากฏอยู่นี้ อันจะทำให้งานวิจัยและพัฒนาด้านข้าวของไทยเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป

สำหรับวารสารวิชาการข้าวฉบับนี้ ได้นำเสนอผลการวิจัยที่น่าสนใจหลายเรื่อง ได้แก่ เรื่องเกี่ยวกับการจัดทำแผนที่กายภาพของ QTL ที่ควบคุมขนาดของรากข้าว และการค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าว การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการปลูกข้าวนาน้ำฝนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการปลูกข้าว โดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากตะกอนน้ำตาล (filter cake) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย งานวิจัยด้านเขตกรรม ได้แก่ การจัดการฟางข้าวในพื้นที่ทำนาอย่างต่อเนื่อง การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวในการตัดสินใจให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าว ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ประหยัด สามารถลดต้นทุนด้านปุ๋ยไนโตรเจนได้มาก ส่วนงานปรับปรุงพันธุ์นำเสนอข้าวพันธุ์ใหม่ คือ ข้าวเจ้าพันธุ์พิษณุโลก 80

นอกจากนี้ ยังมีบทความที่น่าสนใจ เป็นความรู้เกี่ยวกับสนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร เรื่อง การใช้ประโยชน์จากข้าวเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ข้าวเชิงพาณิชย์ และเรื่องเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ที่นับวันจะเป็นปัญหารุนแรงเพิ่มขึ้น เป็นกรณีศึกษาผลกระทบของอากาศหนาวเย็นต่อผลผลิตข้าว ในเขตภาคเหนือตอนล่าง (จังหวัดพิษณุโลก)

หวังว่าเนื้อหาวิชาการจากเรื่องต่าง ๆ ในวารสารฉบับนี้ คงจะเป็นประโยชน์ ให้ความรู้แก่ผู้อ่าน โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในแวดวงข้าว เพื่อช่วยกันสร้างสรรค์วงการข้าวไทย ให้เจริญรุดหน้ายิ่งขึ้นไป

สุวัฒน์ รวยอารีย์

บรรณาธิการ

Bureau of Rice Research and Development

แผนที่กายภาพพันธุกรรมที่ควบคุมขนาดของรากและการค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถชอนไชของรากข้าวบนโครโมโซมที่ 4

A Physical Map Encompassing a Major Root QTL and Candidate Gene for Root Penetration Ability on Rice Chromosome 4

วราพงษ์ ชมาฤกษ์[1)]

Varapong Chamarerk[1)]

Abstract

A major quantitative trait loci (QTL) associated with basal root thickness (BRT) on chromosome 4 was used as the target for physical mapping. Two parental rice lines contrasting in their root characteristics, CT9993-5-10-1-M (CT) and IR62266-42-6-2 (IR), were used in this study. The objectives of this study were to fine map the major BRT QTL on chromosome 4 in rice and to isolate candidate genes related to root penetration index (RPI) trait which located in this region. The BAC library available for screening in this study was constructed from a rice cultivar Nipponbare (japonica) with average insert sizes of 130 to 150 kb and with a 10X genome equivalent. The RFLP markers located near the target BRT QTL on rice chromosome 4 were used for screening BAC filters. All candidate BAC clones identified by colony hybridization were confirmed by Southern hybridization and by searching the database available at the Clemson University Genomics Institute (CUGI) website. After confirming and comparing clones with the CUGI database, 24 BAC clones were identified. Three BAC islands were established at the positions where the markers RG939, RZ905 and S15892 were located. Additional BAC clones selected from the CUGI database were added to the BAC islands in order to assemble the physical map encompassing the BRT QTL region. Results from sequence analysis indicated that the physical distance between RG939 and RZ905 was approximately 1.12 mb. The BAC clones in the BRT QTL region were digested with the restriction enzyme *Hind* III and were used for Southern hybridization. The Differential Display (DD) technique was employed in order to isolate genes responsible for root growth in rice. The DD fragments CR17G1, CR19C1, CR23A1, CR39C2, CR39C7, and CR56A1 were used as probes to hybridize with these BAC clones. It was found that the DD fragment CR19C1 hybridized with the BAC clones 87D24 and 17B10, whereas the DD fragment CR23A1 hybridized with the BAC clone 17B10. The BAC clone 87D24 was located at the same position as the BAC clone AL606647sd1, which has a known nucleotide sequence. The clone 17B10, which hybridized with both the DD fragment CR19C1 and CR23A1, was located at the same position as the BAC clone AL606628sd1. In order to predict the functions of genes involved in root growth, the DD fragments CR19C1 and CR23A1 were submitted to the BLAST search against the *Arabidopsis* database at the TAIR website. It was interesting to find that the DD fragment CR19C1 has some degree of similarity to the locus AT1G72960 on chromosome 1 of the *Arabidopsis* genome. This locus was similar to *RHD3*, a putative

1) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ตู้ ปณ.65 อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 045 344103-4
Ubon Ratchathani Rice Research Center, P.O. Box 65, Mueang, Ubon Ratchathani 34000, Thailand
Tel. 66 45 344103-4 Fax 66 45 344090

Bureau of Rice Research and Development

gene conferring root hair defects in *Arabidopsis thaliana*. The DD fragment CR23A1 was similar to the locus AT1G76490 on chromosome 1 *of Arabidopsis thaliana*. This locus was a putative gene coding for 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase (HMGR), the enzyme involved in cell division in many species. These findings give us some ideas about the functions of candidate genes involved in root growth mechanisms in rice.

Keywords : *Oryza sativa* (japonica), physical map, quantitative trait loci (QTL), basal root thickness (BRT), root penetration index (RPI), differential display (DD) technique, chromosome 4

บทคัดย่อ

ได้จัดทำแผนที่ทางกายภาพของลักษณะทางพันธุกรรมเชิงปริมาณ (quantitative trait loci, QTL) ที่ควบคุมขนาดของรากข้าวที่อยู่บนโครโมโซมที่ 4 พันธุ์ข้าวที่ใช้ศึกษามี 2 สายพันธุ์คือ CT9993-5-10-1-M (CT) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีลักษณะรากดีเด่น และ IR62266-42-6-2 (IR) เป็นสายพันธุ์ที่มีลักษณะรากด้อยกว่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่อย่างละเอียดของ QTL ที่ควบคุมลักษณะขนาดของรากข้าว (basal root thickness, BRT) และค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการชอนไชหยั่งรากลงในดิน (root penetration index, RPI) ที่มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ 4 ของข้าว ในการจัดทำแผนที่กายภาพของข้าวใช้ BAC library ที่เตรียมจากพันธุ์ข้าวจาปอนิก้าพันธุ์นิปปอนบาเร ซึ่งครอบคลุมประมาณ 10 เท่าของจีโนมข้าว โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายชนิด RFLPs ที่วางตำแหน่งอยู่ใกล้กับ BRT QTL บนโครโมโซมที่ 4 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมของ BAC library ที่แต้มลงบนแผ่นเมมเบรน BAC clones ที่จับคู่กับโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้วิเคราะห์ โดยยืนยันซ้ำครั้งด้วยเทคนิค Southern hybridization และตรวจสอบกับฐานข้อมูลในเว็ปไซต์ของ Clemson University Genomics Institute (CUGI) ซึ่งสามารถจำแนก BAC clones ที่จับคู่กับโมเลกุลเครื่องหมาย RG939, RZ905 และ S15392 ได้รวม 24 โคลน นำมาจัดทำเป็น BAC islands ได้สามตำแหน่ง ส่วน BAC clones อื่นๆ นำมาจากฐานข้อมูลเพื่อเชื่อมต่อกันให้ได้แผนที่กายภาพบริเวณดังกล่าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลของลำดับเบส พบว่า ระยะทางทางกายภาพระหว่างโมเลกุลเครื่องหมาย RG939 และ RZ905 ประมาณ 1.12 ล้านเบส จากนั้นนำ BAC clones ที่อยู่ระหว่างโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองไปย่อยด้วยเอ็นไซม์ตัดเฉพาะเจาะจง *Hind* III และนำไปจับคู่กับชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับยีนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของรากข้าว ที่ได้จาก เทคนิค Differential Display (DD) จำนวน 6 ชิ้นคือ CR17G1, CR19C1, CR23A1, CR39C2, CR39C7 และ CR56A1 พบว่า CR19C1 สามารถจับคู่กับ BAC clone 87D24 และ 17B10 ส่วน CR23A1 สามารถจับคู่กับ 17B10 เมื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลพบว่าโคลน 87D24 อยู่ในตำแหน่งเดียวกับโคลน AL606647sd1 และโคลน 17B10 อยู่ในตำแหน่งเดียวกับโคลน AL606628sd1 ซึ่งเป็นโคลนที่ทราบลำดับเบสแล้ว นำข้อมูลลำดับเบสของโคลนทั้งสองไปสืบค้นในฐานข้อมูลของ *Arabidopsis* ที่เว็ปไซต์ The Arabidopsis information resource (TAIR) พบว่า ชิ้นส่วน DD fragment CR19C1 มีโครงสร้างลำดับเบสคล้ายคลึงกับตำแหน่ง AT1G72960 บนโครโมโซมที่ 1 ของ *Arabidopsis* ซึ่งคล้ายคลึงกับยีน *RDH3* ที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของรากฝอยใน *Arabidopsis* สำหรับชิ้นส่วน DD fragment CR23A1 มีโครงสร้างลำดับเบสคล้ายคลึงกับตำแหน่ง AT1G76490 บนโครโมโซมที่ 1 ของ *Arabidopsis* ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์เอ็นไซม์ 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase (HMGR) ที่เกี่ยวข้องในขบวนการแบ่งเซลล์ในพืชหลายๆ ชนิด ผลการวิจัยนี้ทำให้เกิดความเข้าใจยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของรากข้าวมากขึ้น

คำสำคัญ : ข้าวจาปอนิก้า แผนที่กายภาพ ลักษณะทางพันธุกรรมเชิงปริมาณ ขนาดของรากข้าว การชอนไชของรากข้าว เทคนิค DD (Differential Display) โครโมโซมที่ 4

Bureau of Rice Research and Development

คำนำ

การจัดทำแผนที่พันธุกรรม (genome mapping) ของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การทำแผนที่พันธุกรรมจะเป็นประโยชน์ในการค้นหาและจำแนกยีนต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการแสดงออกของยีนที่มีต่อลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏออกมา (phenotype) โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงหน้าที่ของยีนนั้นๆ เมื่อสามารถค้นหาโมเลกุลเครื่องหมายจำนวนเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การค้นหาตำแหน่งของยีน หรือกลุ่มยีนที่ควบคุมลักษณะทางกายภาพที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

Nguyen และคณะ (1997) ได้เสนอว่าลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนทานแล้งของพืชที่สำคัญมี 4 อย่างคือ คุณลักษณะของราก (root characteristics) การปรับแรงดันออสโมติก (osmotic adjustment) การคายน้ำทางผิว (cuticular transpiration) และประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) เมื่อไม่นานมานี้นักวิจัยเริ่มให้ความสนใจศึกษาลักษณะรากพืชที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง มีการตั้งสมมุติฐานว่า การที่พืชมีระบบรากที่มีขนาดใหญ่เพื่อการลำเลียงน้ำที่ดี มีการเจริญหยั่งลึกและสามารถชอนไชผ่านชั้นดินดานได้ จะช่วยให้พืชสามารถดูดน้ำจากดินชั้นล่างๆ ได้เมื่อประสบกับสภาวะแห้งแล้ง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้มีความทนแล้ง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องค้นหาลักษณะทางพันธุกรรมเชิงปริมาณ (QTL) ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการทนแล้ง รวมทั้งค้นหาโมเลกุลเครื่องหมายที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนแล้งต่อไป วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การจัดทำแผนที่กายภาพ (physical map) ของ QTL ที่ควบคุมขนาดของรากข้าว และการค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าว ที่มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ 4 ของข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การจัดทำแผนที่กายภาพของข้าวตรงตำแหน่ง BRT QTL บนโครโมโซมที่ 4

ลักษณะทางพันธุกรรมเชิงปริมาณ (QTL) ที่ควบคุม

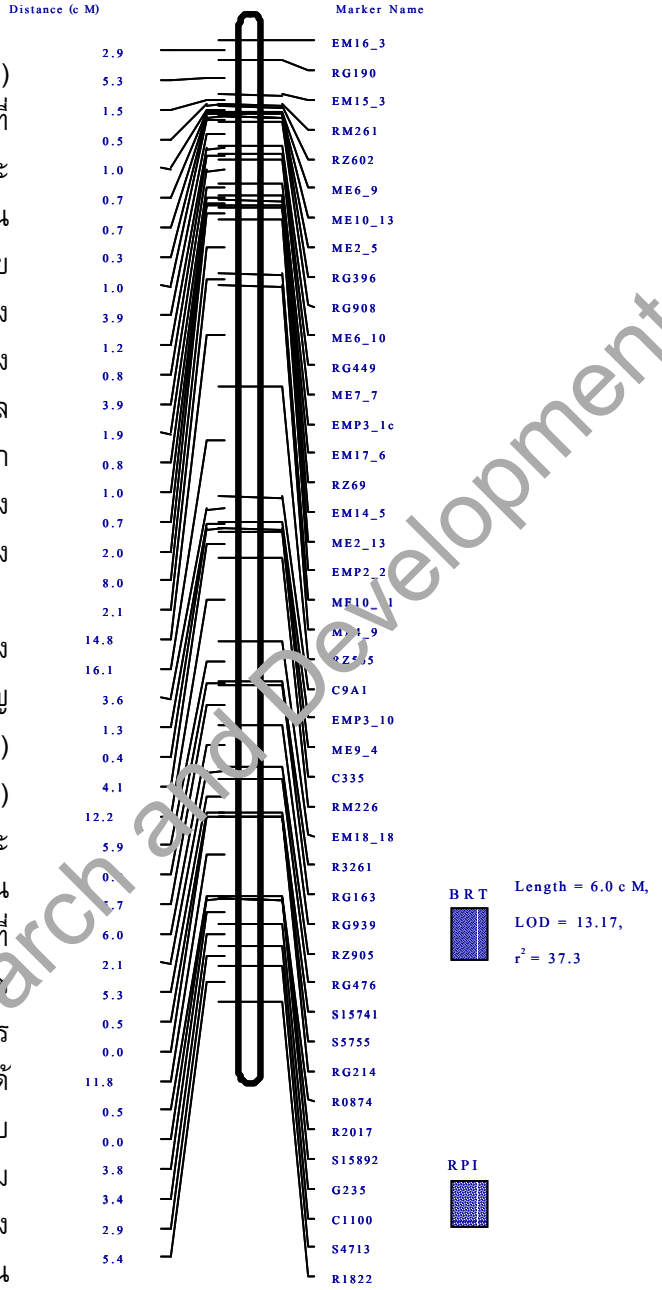


Fig. 1 A genetic linkage map of rice chromosome 4, showing the target QTL (BRT) for a marker-assisted backcross breeding program (BRT = Basal Root Thickness, RPI = Root Penetration Index)

ขนาดของรากข้าว (BRT) ที่อยู่บนโครโมโซมที่ 4 ของข้าว ซึ่งอยู่ตรงตำแหน่งระหว่างโมเลกุลเครื่องหมาย RG939 และ RZ905 โดยมีระยะทางทางพันธุกรรม (genetic distance) เท่ากับ 6.0 cM (Fig. 1) ได้นำมาจัดทำแผนที่กายภาพ แผ่นเมมเบรน BAC filters ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่กายภาพของข้าวซึ่งจัดจำหน่ายโดย Clemson

Bureau of Rice Research and Development

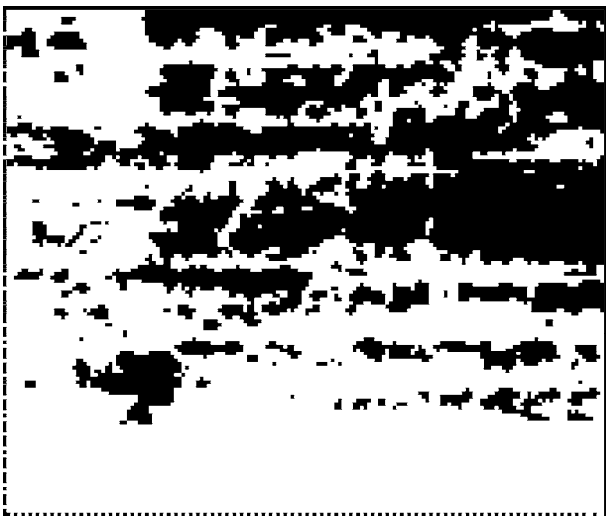
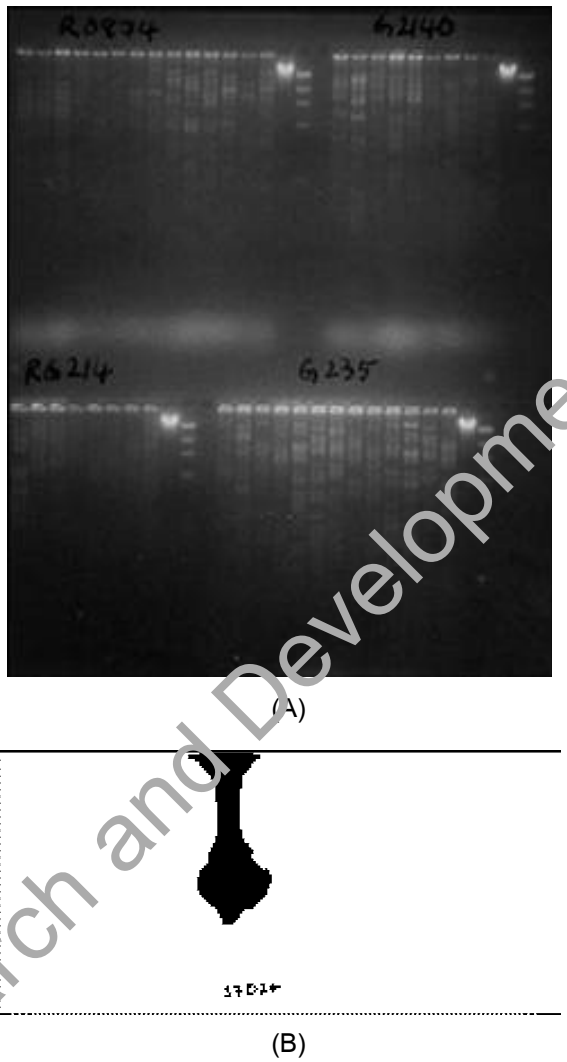


Fig. 2 BAC filter screening using CUGI BAC filters prepared from a rice cultivar Nipponbare. Each BAC clone was spotted onto the filter in 2 replicates.

University Genomics Institute (CUGI) ได้จาก BAC library ที่เตรียมจากพันธุ์ข้าวจาปอนิกา นิปปอนบาเร ซึ่งครอบคลุมประมาณ 10 เท่าของจีโนมข้าว โดยแต่ละโคลนจะมีชิ้นส่วนของดีเอ็นเอขนาดประมาณ 130 - 150 กิโลเบส โมเลกุลเครื่องหมายชนิด RFLPs ที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้ชิดกับ BRT QTL จำนวน 8 ตำแหน่ง ได้นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมคือ RG939, RZ905, R2017, R0874, C1100, S13536, S15982 และ RG214 โมเลกุลเครื่องหมายแต่ละตำแหน่งจะติดฉลากด้วยสารกัมมันตรังสี ตามวิธีการที่อธิบายโดย Feinberg และ Vogelstein (1984) จากนั้นนำไปจับเข้าคู่กับแผ่นเมมเบรนในสารละลายตามกรรมวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของบริษัท Amersham

หลังจากการจับเข้าคู่กันแล้วจะล้างแผ่นเมมเบรนด้วยสารละลาย แล้วนำไปแนบลงบนแผ่นฟิล์มเอ็กซ์เรย์เพื่อตรวจสอบผล (Fig. 2) โคลนที่จับเข้าคู่กับโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้วิเคราะห์ และยืนยันอีกครั้งด้วยการนำโคลนเหล่านั้นไปย่อยด้วยเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ชนิด *Hind* III แล้วนำไปแยกขนาดด้วยเทคนิค agarose gel electrophoresis จากนั้นดีเอ็นเอจะถูกตรึงลงบนแผ่นเมมเบรนแล้วนำไปจับเข้าคู่กับโมเลกุลเครื่องหมายเพื่อยืนยันอีกครั้ง (Fig. 3) โคลนที่ยืนยันและตรวจสอบกับฐานข้อมูลของ CUGI Homepage (2002) แล้วนำไปจัดทำแผนที่กายภาพของข้าวตรง ตำแหน่ง BRT QTL ต่อไป



(A)

(B)

Fig. 3 (A) Selected BAC clones covering the BRT QTL region on chromosome 4 were digested with the restriction enzyme *Hind* III. (B) Autoradiogram of BAC clones in the QTL region for BRT on chromosome 4 indicates the DD fragment CR19C1 hybridized with the BAC clones 87D24.

2. การค้นหายีนที่สัมพันธ์กับดัชนีการชอนไชของรากข้าว

การค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการชอนไชหยั่งรากลงในดิน (root penetration index, RPI) ที่มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ 4 ของข้าวด้วยเทคนิค Differential Display (DD) ที่อธิบายโดย Liang และ Pardee (1997) ใช้พันธุ์ข้าว 2 สายพันธุ์คือ CT9993-5-10-1-M (CT) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีลักษณะรากดีเด่น ส่วน

Bureau of Rice Research and Development

(A) (B)

Fig. 4 Plant materials used for candidate gene analysis. (A) Parental lines CT9993-5-10-1-M and IR62266-42-6-2 grown in modified pots using wax layers for root penetration ability screening. (B) Young root tips immediately emerged from the wax layer collected for isolation of total RNA used in differential display reverse transcription (DDRT) analysis.

สายพันธุ์ IR62266-42-6-2 (IR) มีลักษณะรากด้อยกว่า ทำการปลูกข้าวทั้งสองสายพันธุ์ในกระถางที่ดัดแปลงให้มีแผ่นขี้ผึ้งอยู่ที่ฐานกระถาง เพื่อเลียนแบบสภาพชั้นดินดานตามวิธีการที่อธิบายโดย Yu และคณะ (1995) (Fig. 4) และเก็บตัวอย่างปลายรากปกติและปลายรากที่ชอนไชทะลุผ่านแผ่นขี้ผึ้งมาสกัด RNA เพื่อค้นหายีนที่แสดงหน้าที่ในการชอนไชผ่านชั้นขี้ผึ้ง การทำ DD ใช้ชุดตรวจสอบและกรรมวิธีของบริษัท GenHunter Corporation ชิ้นส่วนของยีน (DD fragments) ที่แสดงหน้าที่แตกต่างกันระหว่างรากปกติและรากที่ชอนไชผ่านชั้นขี้ผึ้ง (Fig. 5) ได้ตั้งชื่อตามชื่อย่อของพันธุ์ข้าวคือ CR (CT9993 root) และ IR (IR62266 root) และถ่ายฝากเข้าสู่เวคเตอร์ แล้วนำไปตรวจหาลำดับเบสและค้นหาหน้าที่จากฐานข้อมูล NCBI (2008) ด้วยโปรแกรม BLAST search นอกจากนี้ DD fragments ที่มีลำดับเบสคล้ายกับโครโมโซมที่ 4 ของข้าวจากฐานข้อมูลก็จะนำไปจับเข้าคู่กับ BAC clones ที่จำแนกได้จากขั้นตอนข้างต้น เพื่อค้นหาตำแหน่งทางกายภาพของ DD fragments ดังกล่าว

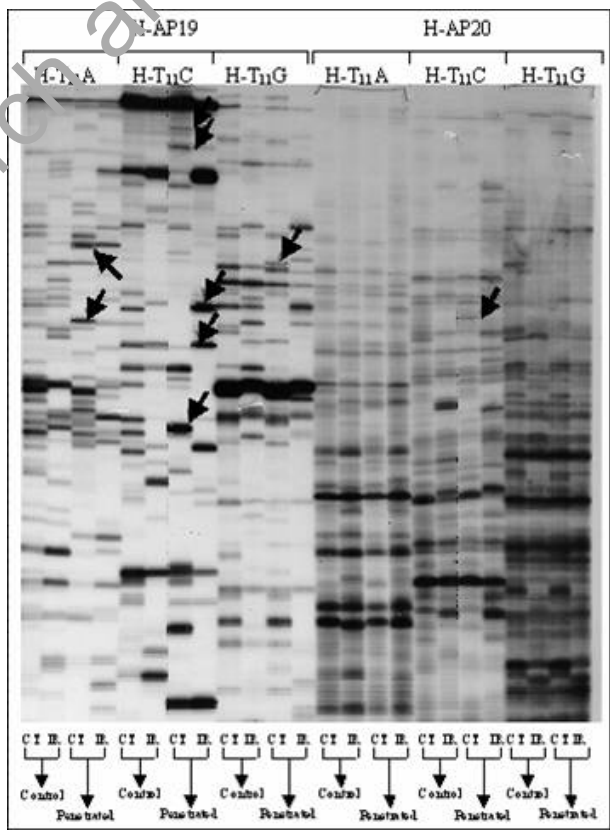


Fig. 5 Examples of primer combinations showed differential expressions of some fragments. PCR products from DDRT run on 6% denaturing polyacrylamide gel. Arrows indicated+ fragments of interest.

Bureau of Rice Research and Development

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การจัดทำแผนที่กายภาพของข้าวตรงตำแหน่ง BRT QTL บนโครโมโซมที่ 4

หลังจากยืนยัน และตรวจสอบความถูกต้องกับฐานข้อมูล CUGI แล้วนำ BAC clones ที่จำแนกด้วยโมเลกุลเครื่องหมายทั้ง 8 ตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับ BRT QTL บนโครโมโซมที่ 4 จำนวน 24 โคลน มาจัดทำแผนที่กายภาพได้ 3 กลุ่ม ที่ตำแหน่งของโมเลกุลเครื่องหมาย RG939, RZ905 และ S15892 จากนั้นได้นำโคลนอื่นๆ จากฐานข้อมูลที่อยู่ในบริเวณดังกล่าวมาเติมให้เต็ม จนได้แผนที่กายภาพระหว่างโมเลกุลเครื่องหมาย RG939 และ RZ905 ซึ่งมี BAC clones ประมาณ 12 โคลน ที่เหลื่อมซ้อนกันอยู่ (Fig. 6) เมื่อคำนวณระยะทางทางกายภาพ (physical distance) โดยประมาณ จะได้เท่ากับ 1.12 เมกกะเบส คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางทางกายภาพกับระยะทางทางพันธุกรรม ของ BRT QTL มีค่าเท่ากับ 186.7 กิโลเบส/1 cM ซึ่ง Feng และคณะ (2002) ได้คำนวณไว้ว่าความถี่ของยีนบนโครโมโซมที่ 4 ของข้าวประมาณ 7,441 เบส/1 ยีน แสดงว่า BRT QTL น่าจะมียีนอยู่ประมาณ 150 ยีน ดังนั้น การค้นหายีนที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะรากของข้าวอาจต้องใช้เวลาในการวิจัยรายละเอียดมากกว่านี้

2. การค้นหายีนที่สัมพันธ์กับดัชนีการชอนไชของรากข้าว

จากการนำตัวอย่าง RNAs จากปลายรากที่เจริญตามปกติกับปลายรากที่สามารถชอนไชทะลุผ่านชั้นขี้ผึ้งมาสังเคราะห์เป็น cDNAs ด้วยไพรเมอร์จำนวน 120 คู่ พบว่า มีไพรเมอร์ 34 คู่ ที่สามารถเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (DD fragments) ในระดับที่แตกต่างกันระหว่างรากปกติกับรากที่ทะลุผ่านชั้นขี้ผึ้ง (Fig. 5) โดยสามารถจำแนกชิ้นส่วน DD fragments ที่มีระดับแตกต่างกันได้ทั้งหมด 104 ชิ้น ในจำนวนนี้มี DD fragments 65 ชิ้นที่แสดงออกเฉพาะในรากที่ชอนไชทะลุผ่านชั้นขี้ผึ้ง ส่วนอีก 39 ชิ้นแสดงออกทั้งในรากปกติและรากที่ทะลุผ่านชั้นขี้ผึ้ง แต่จะแสดงออกในระดับที่เพิ่มขึ้น ชิ้นส่วน DD fragments จะถูกเพิ่มปริมาณและถ่ายเข้าสู่แบคทีเรีย ตรวจสอบยืนยันขนาดเพื่อความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำ DD fragments จำนวน 52 ชิ้นที่ตรวจสอบยืนยันแล้วไปวิเคราะห์หาลำดับเบสและตรวจสอบหน้าที่กับฐานข้อมูลต่างๆ ด้วยโปรแกรม BLAST พบว่า มี DD fragments จำนวน 13 ชิ้นที่มีหน้าที่เหมือนกับชิ้นส่วนดีเอ็นเอในฐานข้อมูล อีก 36 ชิ้นมีลำดับเบสเหมือนหรือใกล้เคียงกับชิ้นส่วนดีเอ็นเอในฐานข้อมูลแต่ยังไม่ทราบหน้าที่ ส่วนอีก 3 ชิ้นเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มีลำดับเบสไม่เหมือนในฐาน

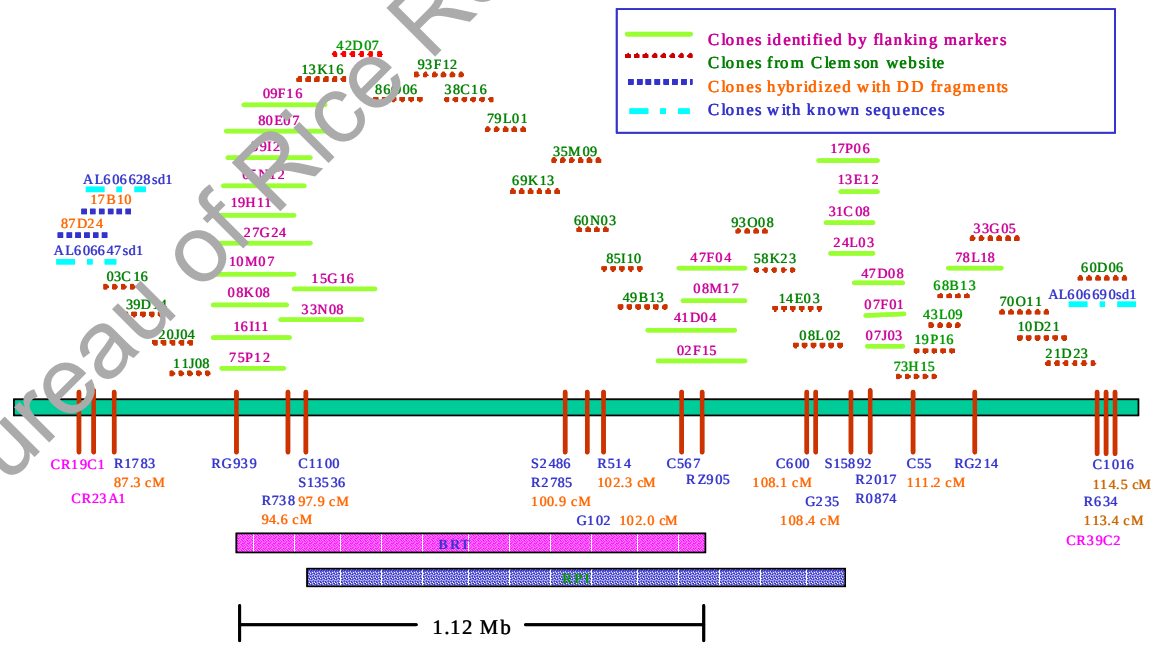


Fig. 6 A BAC contig encompassing the target root QTLs on chromosome 4

Bureau of Rice Research and Development

ข้อมูล

นอกจากนี้ ยังพบว่ามี DD fragments จำนวน 6 ชิ้น ที่มีลำดับเบสเหมือนกับ BAC clones บนโครโมโซมที่ 4 ของข้าว คือ CR17G1, CR19C1, CR23A1, CR39C2, CR39C7 และ CR56A1 ซึ่งชิ้นส่วนดีเอ็นเอเหล่านี้ยังไม่มีข้อมูลว่าเกี่ยวข้องกับยีนที่ทำหน้าที่อะไร นำชิ้นส่วน DD fragments เหล่านี้ไปจับเข้าคู่กับ BAC clones ที่อยู่ในตำแหน่งของ BRT QTL บนโครโมโซมที่ 4 พบว่า CR19C1 สามารถจับคู่กับ BAC clone 87D24 และ 17B10 ส่วน CR23A1 สามารถจับคู่กับ 17B10 เมื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลพบว่าโคลน 87D24 อยู่ในตำแหน่งเดียวกับโคลน AL606647sd1 และโคลน 17B10 อยู่ในตำแหน่งเดียวกับโคลน AL606628sd1 ซึ่งเป็นโคลนที่ทราบลำดับเบสแล้ว เมื่อนำข้อมูลลำดับเบสของ AL606647sd1 และ AL606628sd1 ไปทำนายหายีนที่มีอยู่ด้วยโปรแกรม Rice HMM Homepage (2002) พบว่า ลำดับเบสที่มีโครงสร้างของยีนจำนวน 32 และ 35 ยีน ตามลำดับ

เพื่อค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่ของยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าวที่มีอยู่ใน CR19C1 และ CR23A1 ได้นำลำดับเบสของ DD fragments ทั้งสองไปสืบค้นในฐานข้อมูลของ *Arabidopsis* ที่เว็บไซต์ TAIR Homepage (2002) พบว่า ชิ้นส่วน DD fragment CR19C1 มีโครงสร้างลำดับเบสคล้ายคลึงกับตำแหน่ง AT1G72960 บนโครโมโซมที่ 1 ของ *Arabidopsis* ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับยีน *RDH3* ที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของรากฝอยใน *Arabidopsis* (Schiefelbein and Somerville, 1990)

สำหรับชิ้นส่วน DD fragment CR23A1 มีโครงสร้างลำดับเบสคล้ายคลึงกับตำแหน่ง AT1G76490 บนโครโมโซมที่ 1 ของ *Arabidopsis* ซึ่งเป็นตำแหน่งของยีนที่ทำหน้าที่สังเคราะห์เอ็นไซม์ 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase (HMGR) ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องในขบวนการแบ่งเซลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด (Kato-Emori *et al*., 2001)

ผลการวิจัยนี้ ช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าว ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ทนแล้งต่อไปในอนาคต

สรุปผลการทดลอง

การใช้เทคนิค 2 ประการในการค้นหายีนหรือกลุ่มของยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าว เทคนิคแรกคือ Differential Display เพื่อค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการชอนไชของรากข้าวผ่านชั้นดินดาน โดยเปรียบเทียบยีนที่แสดงหน้าที่ในระดับต่างกันระหว่างรากที่เจริญเติบโตตามปกติกับรากที่เจริญเติบโตผ่านชั้นขี้ผึ้งที่จำลองสภาพชั้นดินดาน พบว่า มี 2 ยีน ที่มีลำดับเบสคล้ายคลึงกับยีนเกี่ยวข้องกับกลไกการเจริญเติบโตของรากใน *Arabidopsis* ส่วนอีกเทคนิคหนึ่งได้แก่ map-based cloning strategy ที่จัดทำแผนที่ภายภาพตรงตำแหน่งของ QTL ที่สัมพันธ์กับขบวนการของรากข้าวซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ 4 สามารถคำนวณหาระยะทางทางกายภาพของ QTL ได้เท่ากับ 1.12 เมกกะเบส และประเมินได้ว่าบริเวณดังกล่าวน่าจะมียีนอยู่ประมาณ 150 ยีน ข้อมูลที่ได้นี้เป็นประโยชน์ต่อการค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของรากข้าว เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนแล้งต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิร็อคกี้เฟลเลอร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

CUGI Homepage. 2002. Clemson University Genomics Institute Website. Available source: http://www.genome.clemson.edu/projects/rice/fpc/integration/, August 10, 2002.

Feinberg, A. P. and B. Vogelstein. 1984. Addendum: A technique for radiolabeling DNA restriction endonuclease fragments to high specific activity. Anal Biochem. 137 : 266-267.

Feng, Q., Y. Zhang, P. Hao, S. Wang, G. Fu, Y. Huang, Y. Li, J. Zhu, Y. Liu, X. Hu, P. Jia, Y. Zhang, Q. Zhao, K. Ying, S. Yu, Y. Tang, Q. Weng, L. Zhang, Y. Lu, J. Mu, Y. Lu, L.S. Zhang, Z. Yu, D. Fan, X. Liu, T. Lu, C. Li, Y. Wu, T. Sun, H. Lei, T. Li, H. Hu, J. Guan, M. Wu, R. Zhang, B. Zhou, Z. Chen, L. Chen, Z. Jin, R. Wang, H. Yin, Z. Cai, S. Ren,

Bureau of Rice Research and Development

G. Lu, W. Gu, G. Zhu, Y. Tu, J. Jia, Y. Zhang, J. Chen, H. Kang, X. Chen, C. Shao, Y. Sun, Q. Hu, X. Zhang, W. Zhang, L. Wang, C. Ding, H. Sheng, J. Gu, S. Chen, L. Ni, F. Zhu, W. Chen, L. Lan, Y. Lai, Z. Cheng, M. Gu, J. Jiang, J. Li, G. Hong, Y. Xue and B. Han. 2002. Sequence and analysis of rice chromosome 4. Nature 420 : 316-320.

Kato-Emori, S., K. Higashi, K. Hosoya, T. Kobayashi and H. Ezura. 2001. Cloning and characterization of the gene encoding 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase in melon (*Cucumis melo* L. reticulates). Mol. Gen. Genet. 265(1) : 135-142.

Liang, P. and A.B. Pardee. 1997. Differential display methods and protocol. Methods in Molecular Biology. Vol. 85. Humana Press.

NCBI. 2002. National Center for Biotechnology Information. Available source : http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/, August 16, 2002.

Nguyen, H.T., R.C. Babu and A. Blum. 1997. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetic considerations. Crop Sci. 37 : 1426-1434.

Rice HMM Homepage. 2002. Gene prediction program for rice. Available source: http://rgp.dna.affrc. go.jp/ RiceHMM/ , August 16, 2002.

Schiefelbein, J.W. and C. Somerville. 1990. Genetic control of root hair development in *Arabidopsis thaliana*. Plant Cell 2(3) : 235-243.

TAIR Homepage. 2002. The Arabidopsis Information resource. Available source: http://www. arabidopsis.org/ , March 15, 2003.

Yu, L.X., J.D. Ray, J.C. O'Toole and H.T. Nguyen. 1995. Use of wax-petrolatum layers for screening rice root penetration. Crop Sci. 35 : 684-687.

Bureau of Rice Research and Development

การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการปลูกข้าวนาน้ำฝนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

Risk Analysis of Rainfed Rice Production Using GIS and Crop Growth Simulation Model

สุรจิต ภูภักดี[1)] บาส เบาว์แมนน์ [2)]
Surajit Phuphak[1)] Bas Bouman[2)]

Abstract

Risk due to rainfall variability is crucial in rainfed rice growing areas in the NE Thailand therefore analysis on risk coping of the farmers is importance. This research had evaluated the yield of KDML105 rice variety using a knowledge-based system approach, subject to rainfall uncertainty in 6 different kinds of paddies that related to soil and hydrological variability, with 4 scenarios of sowing times and 2 sowing methods in a watershed area of Ubon Ratchathani province. A GIS and a rice growth simulation model, ORYZA2000, tools were used with stochastic efficiency rule to analyze risk. The results showed that KDML105 yield was sensitive to rainfall variability, sowing times and sowing methods rather than variability of soil and hydrology which related to paddy's landscape positions. The results had proven that GIS and crop growth simulation model can help research and extension works to discuss the production constraints for concrete recommendation in order to reduce risk and increase farm's income in rainfed areas in the NE and other areas in Thailand where extrapolation is possible.

Keywords : risk analysis, rainfed rice production, crop growth simulation model, GIS, ORYZA2000, KDML105, yield

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวแบบนาน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความเสี่ยงเรื่องความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน งานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบการจัดการองค์ความรู้โดยใช้ GIS และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช วิเคราะห์องค์ความรู้เพื่อการบริหารความเสี่ยงในการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพพื้นที่นาที่จำแนกตามคุณลักษณะที่ตั้งทางภูมิทัศน์เป็น 6 กลุ่ม โดยใช้ระบบ GIS จากนั้นใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (ORYZA2000) จำลองสถานการณ์การปลูกข้าวในแต่ละกลุ่ม และวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้ทฤษฎี expected utility function เปรียบเทียบความเสี่ยงของผลผลิตข้าวจากสภาพภูมิอากาศย้อนหลัง 15 ปีของพื้นที่ส่วนบนของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ จังหวัดอุบลราชธานี ผลการวิเคราะห์พบว่า ความไม่แน่นอนของผลผลิตข้าวมีอิทธิพลจากระยะเวลาปลูกซึ่งเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน มีมากกว่าลักษณะของพื้นที่นาที่มีภูมิทัศน์และลักษณะดินน้ำต่างกัน การปลูกข้าวเร็วในต้นฤดูมีแนวโน้มจะให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกช้า เดือนมิถุนายนจะเหมาะสมที่สุด การปลูกแบบนาดำในบริเวณนี้เหมาะสมกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวแห้ง ส่วนการปลูกในที่นาแต่ละชนิดแตกต่างไม่ชัดเจนในเรื่องของผลผลิตและความเสี่ยง แต่บริเวณนาลุ่มส่วนบนของลุ่มน้ำมีแนวโน้มเหมาะสมกว่าการปลูกในพื้นที่นาบริเวณอื่นๆ ของลุ่มน้ำ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ความเสี่ยง การปลูกข้าวนาน้ำฝน แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว GIS ORYZA2000 ขาวดอกมะลิ 105 ผลผลิต

1) ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โทรศัพท์ 0-4535-3556 Email: sura@agri.ubu.ac.th
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Tel. (66) 4535-3556
2) CESD, สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ประเทศฟิลิปปินส์
CESD, International Rice Research Institute (IRRI), Philippines

Bureau of Rice Research and Development

คำนำ

ความเสี่ยงกับการเกษตร เป็นของคู่กัน ความเสี่ยงเกิดจากความไม่แน่นอนของผล (ด้านลบ) ที่จะเกิดในอนาคตที่เกิดจากการตัดสินใจทำการใดๆ ในวันนี้ (Anderson *et al.*, 1997) ความเสี่ยงมีผลต่อผลผลิตและรายได้ของเกษตรกร และเกี่ยวโยงกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตที่ต้องการการส่งเสริมแนะนำจากภาครัฐ ความเสี่ยงเกิดจากความไม่แน่นอน เช่น สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุมอื่นๆ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในกระบวนการผลิต เช่น การปลูก การใช้เทคโนโลยีการผลิตต่างๆ สิ่งที่เกษตรกรทำได้คือ การบริหารความเสี่ยงเพื่อลดความเสียหาย การศึกษาเรื่องความเสี่ยงเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรโดยอาศัยน้ำฝน ความเสี่ยงเกิดขึ้นได้จากทั้งมิติเชิงพื้นที่ (spatial variability) และมิติเชิงเวลา (temporal variability) มิติเชิงพื้นที่ที่สำคัญคือ ความแตกต่างของสภาพพื้นที่นาที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในการผลิต

Mackill และคณะ (1996) ได้แบ่งพื้นที่ปลูกข้าวในเขตใช้น้ำฝนตามลักษณะตำแหน่งทางภูมิทัศน์ (landscape position) ออกเป็น 5 ลักษณะ ตั้งแต่พื้นที่ดอนที่มีสภาพแห้งแล้ง (drought-prone) จนถึงพื้นที่ลุ่มที่มีน้ำท่วมขัง (waterlogged) โดยนาแต่ละชนิดอาจมีลักษณะภูมิประเทศต่อเนื่องกัน (toposequence) ในเขตน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่จะปรากฏ 3 ลักษณะที่รู้จักในนามแบบสัมพันธ์กับพื้นที่รอบข้าง คือ นาลุ่ม (lower terrace) นากลาง (middle terrace) และนาดอน (upper terrace) เกษตรกรบางรายอาจมีที่นาที่ประกอบด้วยลักษณะที่นาทั้งสามชนิด โดยนาแต่ละชนิดมีคุณสมบัติของดินและอุทกวิทยาแตกต่างกัน (Wade *et al.,* 1999) ลักษณะดินในที่ดอนมักมีลักษณะทรายจัดส่วนในที่ลุ่มมีสัดส่วนของดินแป้งในสัดส่วนที่สูง ดังนั้นลักษณะนาที่ต่างกันย่อมมีคุณสมบัติในการให้ผลผลิตข้าวที่แตกต่างกัน (Zeigler and Puckridge, 1995)

อย่างไรก็ตาม เหตุที่ชื่อที่เรียกที่นาชนิดต่างๆ มีลักษณะเชิงสัมพันธ์ ดังนั้น นาลุ่มที่ปรากฏบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำ อาจมีลักษณะแตกต่างทางกายภาพกับนาลุ่มที่อยู่บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ ซึ่งมีสภาพดินน้ำแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ในส่วนความไม่แน่นอนที่เกี่ยวกับมิติเชิงเวลามักเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและฝน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงยากจะคาดเดา ความไม่แน่นอนนี้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการตกกล้า และการจัดการด้านการผลิตอื่นๆ

การวิจัยเพื่อลดความเสี่ยงอาจกระทำได้หลายวิธี การใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ (G x E) เพื่อลดความเสี่ยงจากความแห้งแล้ง (Pantuwan *et al.*, 2002) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเมื่อใช้ควบคู่กับการจัดการการผลิตที่เหมาะสม วิธีอื่นๆ จะมุ่งประเด็นไปที่การเพิ่มผลผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพทางกายภาพของพื้นที่ โดยใช้หลักสถิติในการหาฟังก์ชั่นการผลิต ซึ่งการวิเคราะห์ขาดการบูรณาการลักษณะทางชีวภาพและกายภาพ (Jame and Cutforth,1996) ทั้งๆ ว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการให้ผลผลิตของพืช การวิเคราะห์ผลผลิตโดยใช้หลัก knowledge-based system approach อาศัยเครื่องมือแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (crop growth simulation model) เป็นการวิเคราะห์เชิงลึกถึงกระบวนการการเจริญเติบโตของพืช ที่มีสภาพแวดล้อมในการผลิตเฉพาะ และสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณของผลของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการผลิตได้อย่างดี

เมื่อใช้เครื่องมือนี้ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์สภาพกายภาพของพื้นที่และสิ่งแวดล้อมในการปลูก จะช่วยในการจัดเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการขยายผลการวิเคราะห์ จากฤดูกาลหนึ่งสู่อีกฤดูกาลหนึ่ง หรือจากสถานที่หนึ่งไปสู่อีกสถานที่หนึ่งเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดรายจ่ายและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลองและทดสอบ นอกจากนั้น การใช้เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์นี้ สามารถช่วยให้การใช้ทรัพยากรเกิดประโยชน์สูงสุด และหาทางลดผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการผลิต ในที่สุดจะทำให้ลดความเสี่ยงและลดต้นทุนการผลิตได้

แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว ORYZA2000 พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) โดยการคำนวณการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวรายวันที่กำหนดโดยการสังเคราะห์แสงของพืช (photosynthesis-driven model) (ten Berge and Kropff, 1995) อัตราการคายระเหยน้ำรายวัน (คำนวณโดยใช้ modified Penman

Bureau of Rice Research and Development

equations) ผลจากความแห้งแล้ง (สถานะเมื่อ soil water contents มีปริมาณต่ำกว่าค่า saturation) (van Kraalingen and Stol, 1997) ต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าว โปรแกรมมีการคำนวณค่าสมดุลน้ำโดยใช้ โปรแกรมย่อย PADDY ภายใต้คุณสมบัติของดินและน้ำในสภาวะต่างๆ ORYZA2000 ต้องการข้อมูลลักษณะกายภาพของพื้นที่และสภาพแวดล้อมในการปลูก รวมทั้งลักษณะชีวภาพของ การจัดการการผลิตข้าว โดย ORYZA2000 ได้มีการปรับค่าพารามิเตอร์ และประเมินการใช้ในสถานการณ์ต่างๆ (Kropff *et al.*, 1994; Matthews *et al.*, 1995; Bouman *et al.*, 1993; Wopereis *et al.*, 1996; Boling *et al.*, 2000)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะวิเคราะห์ความไม่แน่นอนที่เกิดจากมิติทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว ORYZA2000 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการปลูกข้าวของเกษตรกร และการวางแผนการผลิตข้าวในระดับลุ่มน้ำ เพื่อลดความเสี่ยงและความเสียหายของการปลูกข้าว ในพื้นที่เขตใช้น้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ สปก. อยู่ในเขตลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ จังหวัดอุบลราชธานี พื้นที่ประมาณ 375,000 ไร่ ประกอบด้วย 71 หมู่บ้านใน 5 ตำบล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอำเภอเดชอุดม และอำเภอนาจะหลวย พื้นที่ตั้งอยู่ตอนบนฝั่งขวาตอนบนของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ จากข้อมูลในระบบ GIS ของกรมพัฒนาที่ดินที่มาตราส่วน 1:50,000 (DLD, 2000) พื้นที่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 55 เป็นพื้นที่ป่า ร้อยละ 35 เป็นพื้นที่นา ร้อยละ 10 เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ ซึ่งส่วนใหญ่ คือ ปอ มันสำปะหลัง และอื่นๆ ร้อยละ 2.5 เป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัย และ ร้อยละ 0.5 เป็นพื้นที่แหล่งน้ำ ส่วนที่เหลือเป็นที่สาธารณะประโยชน์และป่าละเมาะ พื้นที่มีลักษณะที่ลุ่มสลับกันค่อนข้างมาก ในช่วงระยะทางเพียง 800 - 1,000 เมตร จะพบพื้นที่ที่มีตำแหน่งทางภูมิทัศน์แตกต่างกัน ซึ่งตำแหน่งต่างๆเหล่านี้จะมีความต่อเนื่องกัน เกษตรกรรู้จักในนาม นาลุ่ม เป็นพื้นที่นาที่อยู่บริเวณตอนล่างของภูมิทัศน์ซึ่งปกติลักษณะดินจะค่อนข้างละเอียด นากลางอยู่บริเวณตอนกลางของภูมิทัศน์ และนาดอนอยู่บริเวณส่วนบนสุด ซึ่งดินค่อนข้างหยาบกว่านากลางและ

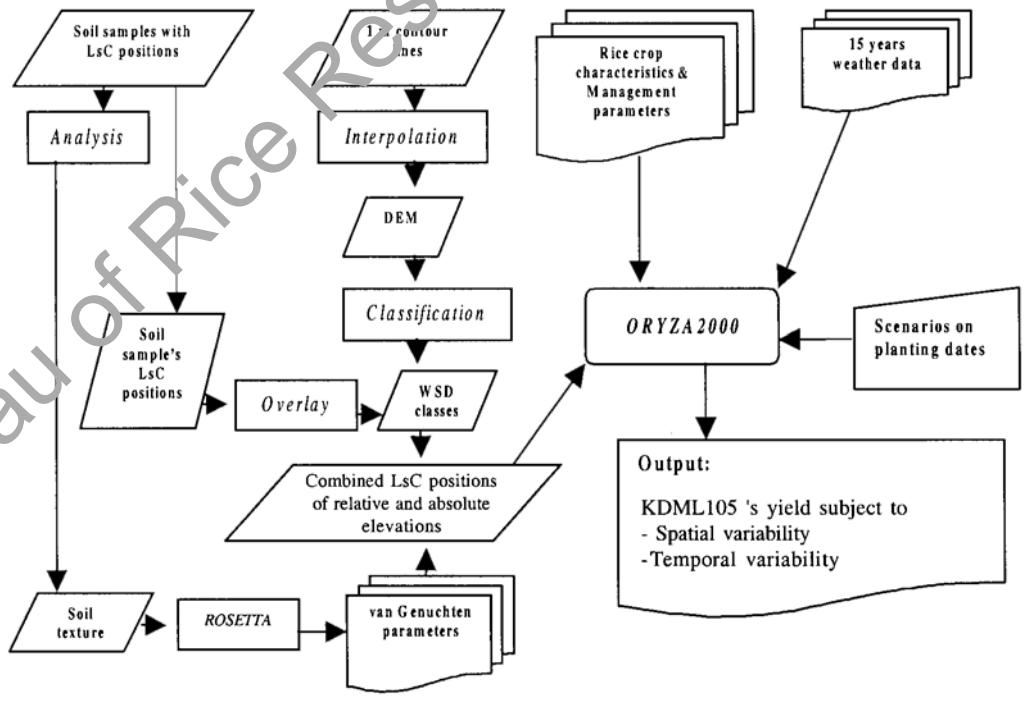


Fig. 1 Conceptual framework of the research methodology

Bureau of Rice Research and Development

นาดอน การศึกษาของ Oberthür และ Kam (1999) พบว่า ลักษณะเนื้อดินมีความแตกต่างกันในช่วงระยะทางสั้นๆ โดยภาพรวมดินที่มีเนื้อดินหยาบ พบร้อยละ 40 ดินที่มีเนื้อดินปานกลาง ร้อยละ 36 และที่เหลือร้อยละ 24 เป็นดินที่มีเนื้อดินชนิดละเอียด ลักษณะดินที่แตกต่างกันในช่วงระยะทางสั้นๆ ในระดับพื้นที่รับน้ำขนาดเล็ก มีผลต่อการให้ผลผลิตพืชของดิน

2. วิธีการศึกษา

เป็นการประยุกต์ใช้ GIS ในการจัดการข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ผลผลิตข้าว โดยใช้แบบจำลองการปลูกข้าว ORYZA2000 ภายใต้สถานการณ์ความไม่แน่นอนของฝน และความแตกต่างของสภาพพื้นที่ปลูกที่มีคุณสมบัติของดินแตกต่างกัน Fig. 1 แสดงโครงร่างกรอบแนวคิดและขั้นตอนการวิจัย

3. ข้อมูลที่ใช้

- ข้อมูลทางกายภาพและเคมีของดิน พร้อมตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิทัศน์ เก็บโดย Thomas Oberthür (Oberthür and Kam, 1999) โดยการอนุเคราะห์ของ IRRI
- ข้อมูลเส้นชั้นความสูงระยะ 1 เมตร สำรวจตามโครงการความร่วมมือไทย-ออสเตรเลีย โดยการอนุเคราะห์ของสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ข้อมูลลักษณะชีวภาพ การเจริญเติบโต และการจัดการการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้มาจากหลายแหล่ง เช่น ดร. เกริก ปั้นเหน่งเพชร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และได้มีการปรับให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่
- ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ และจากผู้เชี่ยวชาญ IRRI
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 15 ปี (พ.ศ. 2527-2541) ประกอบด้วยข้อมูลรายวัน ช่วงแสงแดด (h) อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด (°C) ความกดอากาศ (kPa) ความเร็วลม (m/s) ปริมาณฝนที่ อ. เดชอุดม (mm/day) ได้จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.อุบลราชธานี

4. การจำแนกกลุ่มที่นา

จำแนกกลุ่มลักษณะที่นาตลอดแนวภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ ออกเป็น 6 กลุ่ม คือ นาลุ่มตอนล่าง (1_L) นากลางตอนล่าง (1_M) นาดอนตอนล่าง (1_H) นาลุ่มตอนบน (2_L) นากลางตอนบน (2_M) และ นาดอนตอนบน (2_H) เป็นการผนวกตำแหน่งของที่นาในระดับฟาร์ม จากการสอบถามเกษตรกรซึ่งเป็นแนวภูมิทัศน์ช่วงสั้นๆ จำแนกพื้นที่นาเป็น นาลุ่ม นากลาง และนาดอน กับตำแหน่งที่ตั้งของที่นาในระดับลุ่มน้ำ อาศัยความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ใช้ข้อมูล DEM ความละเอียด 1 เมตร เป็นตัวกำหนด โดยแบ่งออกเป็นส่วนล่างที่ติดกับแม่น้ำลำโดมใหญ่ (ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ 120-160 เมตร) และพื้นที่ส่วนบน (ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ 160-188 เมตร)

5. การวิเคราะห์ผลผลิต

ใช้แบบจำลองการปลูกข้าว ORYZA2000 พัฒนาเริ่มแรกช่วงปี ค.ศ. 1990 ภายใต้โครงการ "Simulation and Systems Analysis for Rice Production (SARP)" (ten Berge and Kropff, 1995) ORYZA2000 เป็นเวอร์ชั่นที่รวมเอา 3 โมเดลต้นแบบของแบบจำลองการปลูกข้าวตระกูล ORYZA คือ ORYZA1 ที่ใช้วิเคราะห์ potential production (Kropff *et al.*, 1994) ORYZA-W ที่ใช้วิเคราะห์ผลผลิตในกรณีที่น้ำเป็นปัจจัยจำกัด (Wopereis *et al.*, 1996) และ ORYZA-N ที่ใช้วิเคราะห์ผลผลิตภายใต้ข้อจำกัดของไนโตรเจน (Drenth *et al.,* 1994) ORYZA2000 จะคำนวณการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าว อัตราการคายระเหยน้ำ ผลของความแห้งแล้งและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ทั้งในสภาพการปลูกแบบน้ำตม (puddle soil) และแบบไม่เป็นน้ำตม

6. สถานการณ์จำลองและสมมุติฐาน

ในทุกสภาพพื้นที่นาทั้ง 6 กลุ่ม จากการจำแนกข้างต้น จำลองการปลูกข้าวในสถานการณ์ที่มีน้ำ และปุ๋ยเป็นตัวกำหนดผลผลิต และใช้ปุ๋ยอัตราต่ำคือ 4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ โดยใส่ครั้งเดียวในระยะข้าวแตกกอ (30 วันหลังปักดำ) การจำลองค่าไนโตรเจนในดินที่เป็นประโยชน์ (N mineralization) 0.3 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี น้ำใต้ดินอยู่ในระดับลึก ใช้วิธีการปลูก 2 แบบ คือ ปักดำกับหว่านข้าวแห้ง การปลูกแบบปักดำ ตกกล้า 4 ช่วง คือ ทุกวันที่ 15 ของเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม

Bureau of Rice Research and Development

และสิงหาคม การหว่านข้าวแห้ง ปลูก 2 ช่วง คือ ทุกวันที่ 15 ของเดือนพฤษภาคม มิถุนายน การปลูกแบบปักดำ อายุกล้า 35 วัน จำนวนกล้า 3 ต้นต่อกอ ส่วนการปลูกอีกวิธี คือ หว่านข้าวแห้ง ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กิโลกรัมต่อไร่

7. การวิเคราะห์ความเสี่ยง

วิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้ stochastic efficiency rule เปรียบเทียบระดับความเสี่ยงของการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพของที่นา 6 กลุ่ม และวิธีการปลูก 2 แบบ คือ หว่านข้าวแห้ง และปักดำ โดยใช้หลัก first-degree stochastic dominance (FSD) และ second-degree stochastic dominance (SSD) โดยการวิเคราะห์ pairwise comparisons ของ cumulative distribution functions (CDFs) ของผลผลิต

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพภูมิอากาศ

ปริมาณและการกระจายของฝน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลสูงต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณฝนเฉลี่ย 15 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2527 - 2541 คือ 1,660 มิลลิเมตร ถึงแม้ว่าปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปีจะสูงมากเมื่อเทียบจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Fig. 2) ปริมาณฝนเฉลี่ยจากช่วงเริ่มต้นฤดูปลูกในพื้นที่ศึกษาคือสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม ซึ่งตรงกับสัปดาห์ที่ 19 ของปี คิดจากช่วงที่เมื่อค่าอัตราการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration; ETo, คำนวณโดยใช้วิธี modified Penman) ต่ำกว่าปริมาณน้ำฝน (van Kraalingen and Stol, 1997) ไปจนกระทั่งสิ้นสุดฤดูปลูกคือหลังเก็บเกี่ยว ปริมาณฝนเฉลี่ยบางสัปดาห์ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร ซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าว โดยเฉพาะในช่วงสัปดาห์ที่มีการปักดำ หรือช่วงระยะข้าวตั้งท้อง (PI) หรือช่วงปลายฤดูปลูกในระยะข้าวพัฒนาเมล็ด เป็นช่วงที่ข้าวไวต่อการขาดน้ำ (Wonprasaid *et al.* 1996) ช่วงสัปดาห์ที่ 19 25 และ 41 ของปี เป็นช่วงที่ปริมาณฝนอาจต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร ถึงแม้ว่าโอกาสจะมีเพียงร้อยละ 20 แต่ก็เป็นช่วงที่ข้าวอาจจะขาดน้ำ และที่สำคัญในช่วงสัปดาห์ดังกล่าวข้าวจะอยู่ในระยะที่ไวต่อการขาดน้ำทั้ง 3 ระยะ ส่วนข้อมูลภูมิอากาศอื่นๆ ปรากฏใน Fig. 3 (a-e)

2. จำแนกกลุ่มลักษณะที่นา

ได้จำแนกลักษณะที่นาตลอดแนวภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ โดยผนวกตำแหน่งของที่นาในระดับฟาร์ม จากการสอบถามเกษตรกรซึ่งเป็นแนวภูมิทัศน์ช่วงสั้นๆ จำแนกพื้นที่นาเป็น นาลุ่ม นากลาง และนาดอน กับตำแหน่งที่ตั้งของที่นาในระดับลุ่มน้ำ อาศัยความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ใช้ข้อมูล DEM ความละเอียด 1 เมตร ในระบบ GIS เป็นตัวกำหนด โดยแบ่งออกเป็นส่วนล่างที่ติดกับแม่น้ำลำโดมใหญ่ (ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ 120-160 เมตร) และพื้นที่ส่วนบน (ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางที่ 160-188 เมตร) จำแนกที่นาเป็น 6 กลุ่ม คือ นาลุ่มตอนล่าง (1_L) นากลางตอน

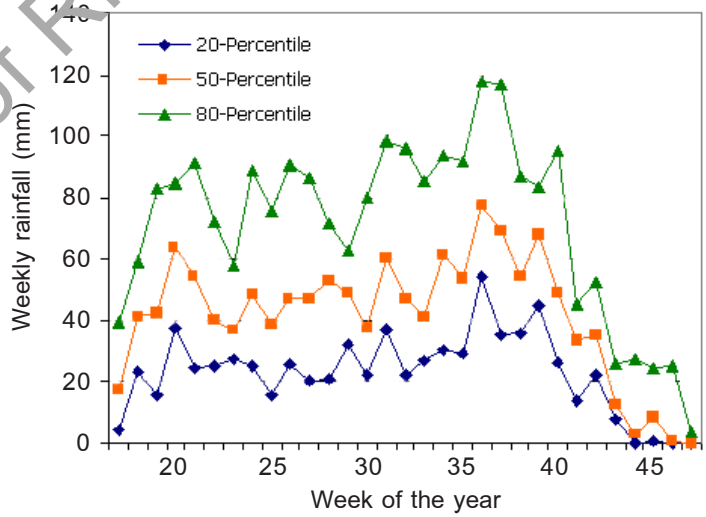


Fig. 2 Percentile at 20, 50 and 80 of 15-year average rainfall of Det Udom district

Bureau of Rice Research and Development

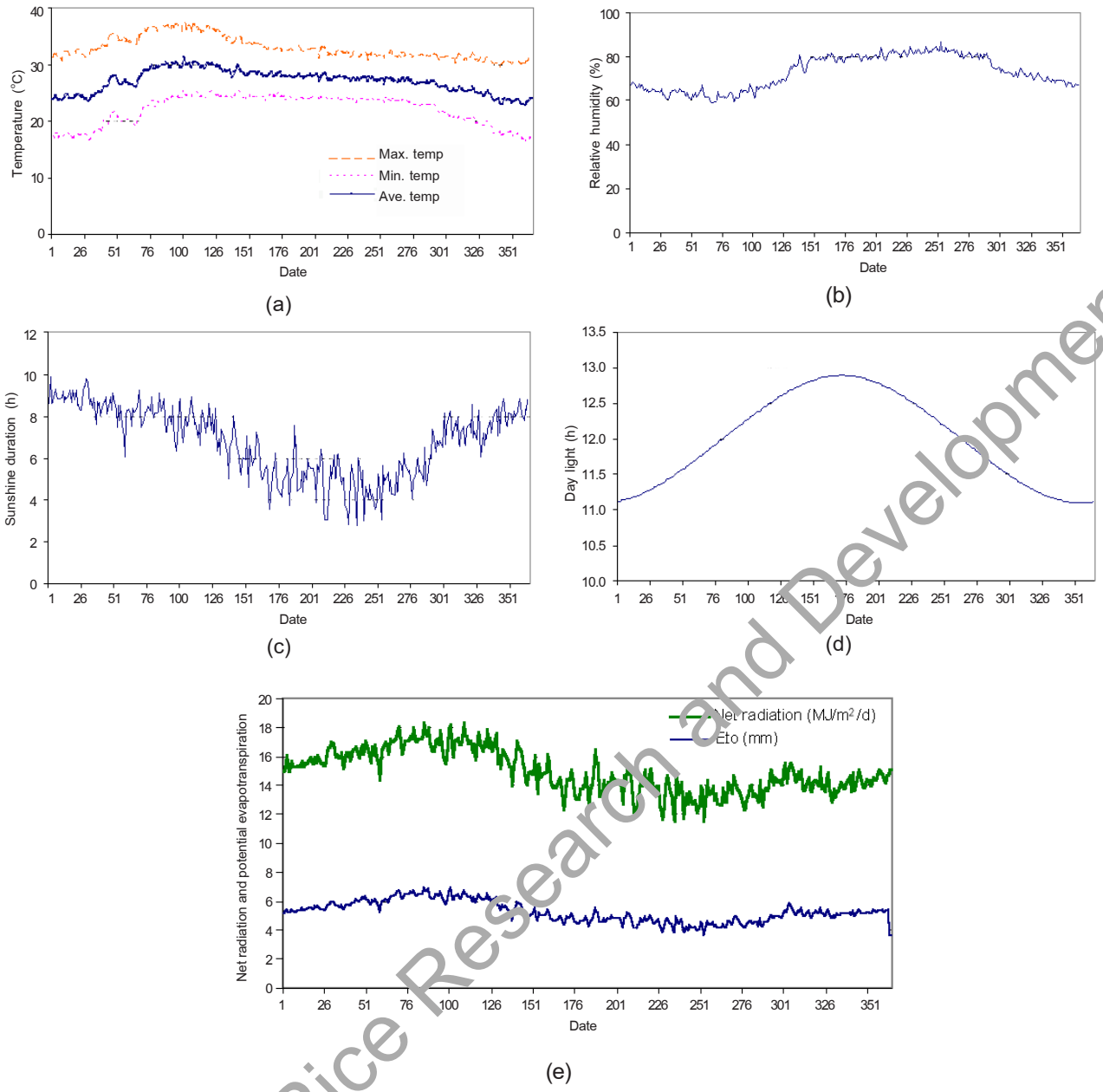


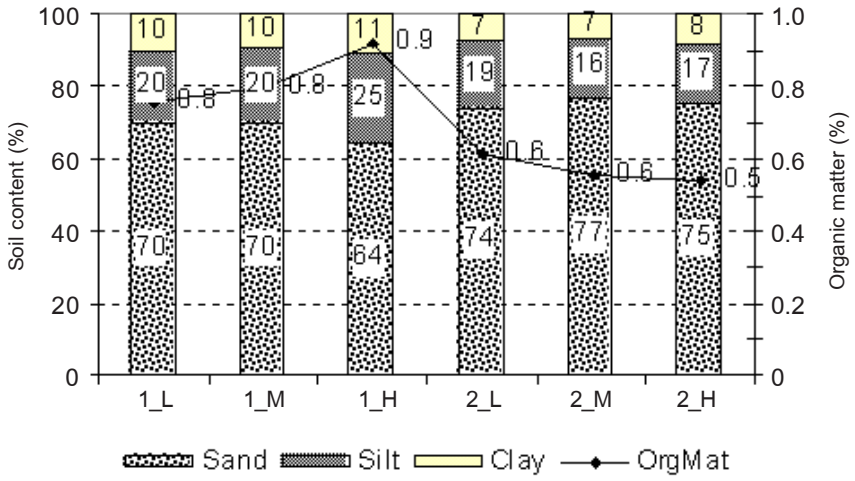
Fig. 3 Fifteen year average climate (1984-1997) temperature (a), air relative humidity (b), sunshine duration (c), day light (d), and net radiation and potential evapotranspiration (e) at the Meteorological Center Ubon Ratchathani

Bureau of Rice Research and Development

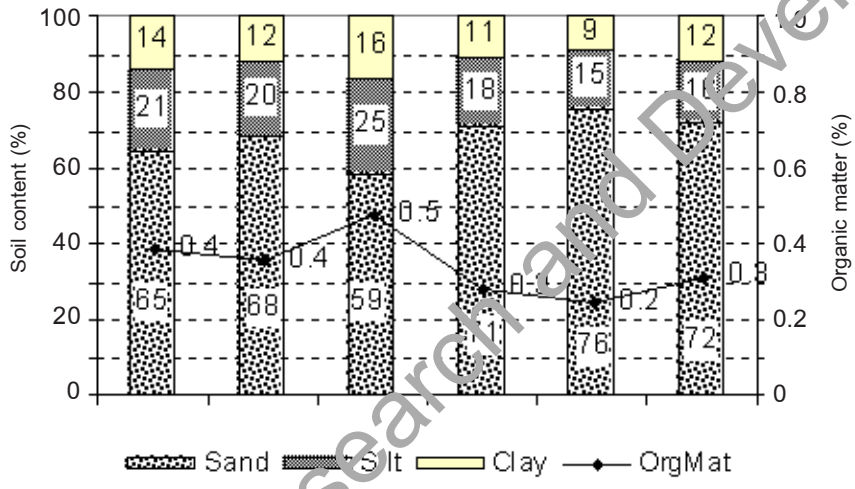
ล่าง (1_M) นาดอนตอนล่าง (1_H) นาลุ่มตอนบน (2_L) นากลางตอนบน (2_M) และ นาดอนตอนบน (2_H) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมการผลิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน จากข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของดินนาแต่ละกลุ่มแสดงใน Fig. 4

3. คุณสมบัติของดินน้ำ

การวิเคราะห์ van Genuchten parameters ของดินโดยใช้หลัก pedotransfer functions (PTFs) จากข้อมูลลักษณะกายภาพของดินนาทั้ง 6 กลุ่ม เพื่อเป็นข้อมูลแก่ ORYZA2000 คือ ข้อมูลคุณสมบัติของดินน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าว การวิเคราะห์ใช้หลัก pedotransfer functions (PTFs) โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานคุณสมบัติของดิน เช่น ลักษณะเนื้อดิน bulk ฯลฯ ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ van Genuchten ของชั้นดินแต่ละชั้น (Wopereis *et al.*, 1996) ค่าพารามิเตอร์ van Genuchten ประกอบด้วย ค่า alpha (VGA; cm^{-1}), lambda



(a) Above sea level 120 - 160 m



(b) Above sea level 120 - 188 m

Fig. 4 Soil characteristics of the group of paddies classified

Note: Landscape positions :

1 = lower elevation, 2 = upper elevation

L = low relative landscape position (Na-Lum)

M = medium relative landscape position (Na-Klang)

H = high relative landscape position (Na-Don)

(VGL; -) ค่าพารามิเตอร์ n (VGN; -) และ van Genuchten residual water content (VGR; -) รวมทั้งข้อมูล saturated soil conductivity (KSAT; cm d^{-1}) และ saturated volumetric water content (WCST; m^3 m^{-3}) ของแต่ละชั้นดิน

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ van Genuchten โดยใช้หลัก pedotransfer functions คำนวณค่า pedotransfer functions ใช้หลัก artificial neural networks ประมาณค่าพารามิเตอร์ van Genuchten และ ค่า saturated soil conductivity (KSAT; cm d^{-1}) และ saturated volumetric water content (WCST; m^3 m^{-3}) ผลการวิเคราะห์ดินในทั้ง 6 กลุ่ม ในดินชั้นบน (0-25 ซม.) และดินชั้นล่าง (25-40 ซม.) แสดงใน Table 1

4. ศักยภาพของผลผลิตข้าว (potential yield)

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำ ลำโดมใหญ่ ผลผลิตมีการแปรเปลี่ยนตามช่วงวันปลูก และปีที่ปลูกที่มีสภาพฝนและภูมิอากาศแตกต่างกัน รวมทั้ง

Bureau of Rice Research and Development

Table 1 van Genuchten parameters, saturated soil conductivity (KS; cm d^{-1}) and saturated volumetric water content (Theta_s; m^3 m^{-3}) from calculation from ROSETTA

PaddyGrp	Theta_r cm^3/cm^3	Theta_s cm^3/cm^3	Alpha log(1/cm)	N Log10	Ks L(cm/day)	Ko L(cm/day)	L No units
1_L-Top	0.04148	0.38510	-1.45048	0.15590	1.67634	1.32074	-1.12233
1_M-Top	0.04231	0.38463	-1.45241	0.15579	1.66998	1.31220	-1.13051
1_H-Top	0.04298	0.38606	-1.53092	0.14612	1.57183	1.19436	-1.08099
2_L-Top	0.03934	0.38574	-1.40902	0.17368	1.78312	1.41864	-1.05071
2_M-Top	0.04008	0.38529	-1.3968	0.19474	1.86611	1.46253	-0.98717
2_H-Top	0.04015	0.38528	-1.4083	0.17792	1.79659	1.42078	-1.04037
1_L-Bot	0.04992	0.38474	-1.53374	0.14091	1.47752	1.13634	-1.20327
1_M-Bot	0.04686	0.38368	-1.4942	0.14611	1.56683	1.21254	-1.19266
1_H-Bot	0.05345	0.38782	-1.61849	0.14117	1.35884	1.01183	-1.08103
2_L-Bot	0.04464	0.38343	-1.45599	0.15621	1.65832	1.29182	-1.15101
2_M-Bot	0.04343	0.38309	-1.42549	0.18062	1.79365	1.37805	-1.04676
2_H-Bot	0.04693	0.38194	-1.46532	0.15554	1.61170	1.26156	-1.17145

Note: 1 and 2 refer to soil layer, 1 = top layer (0-25 cm) 2 = lower layer (25-40 cm)
L = Low, M = Medium, H = High

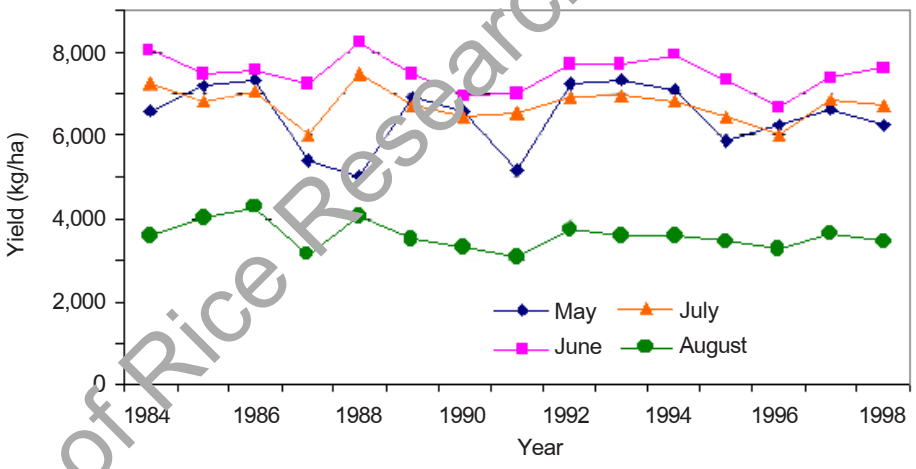


Fig. 5 Potential yields (14% paddy moisture content) from simulations under 4 planting dates of KDML105 using 15 - year average climate conditions at Ubon Ratchathani

ลักษณะที่นาที่แปรเปลี่ยนตามกายภาพตามแนวภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ ORYZA2000 ประมาณการผลผลิตข้าวสูงสุดของพันธุ์ข้าวนั้น ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีพลังงานแสงแดดเป็นตัวกำหนด โดยมีสมมุติฐานว่าปัจจัยในการผลิตอื่นๆ คงที่ เช่น น้ำ ปุ๋ย และไม่มีโรค แมลง หรือวัชพืชรบกวน ผลผลิตมีการแปรเปลี่ยนตามวันปลูกที่มีพลังงานแสงแดดและช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ศักยภาพผลผลิตสูงสุดยังแปรเปลี่ยนไม่เท่ากันในแต่ละปี ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มของแสงแดดในแต่ละปี (Fig. 5)

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในวันที่ 15 มิถุนายน ให้ผลผลิตเฉลี่ยในรอบ 15 ปี สูงสุด และให้ค่าผลผลิตแต่ละปีสูงสุดด้วย คือ 1-1.3 ตันต่อไร่ (6.8-8.3 ตันต่อเฮกแตร์) รองลงมา ได้แก่ ปลูกวันที่ 15 พฤษภาคม และ 15 กรกฎาคม

Bureau of Rice Research and Development

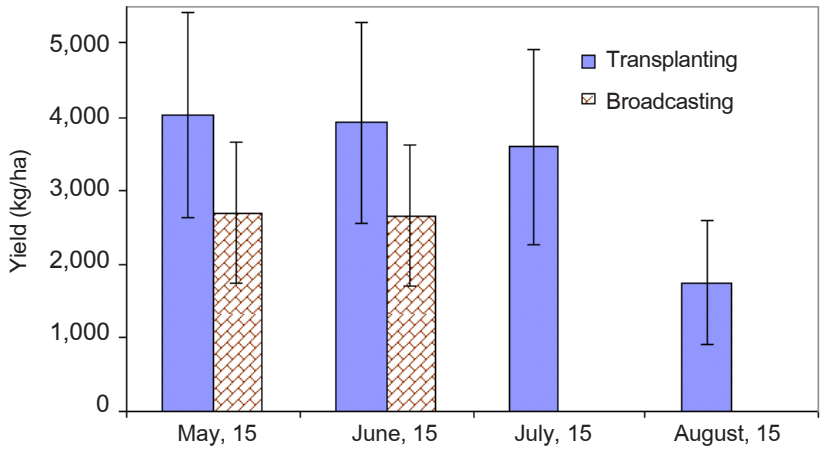
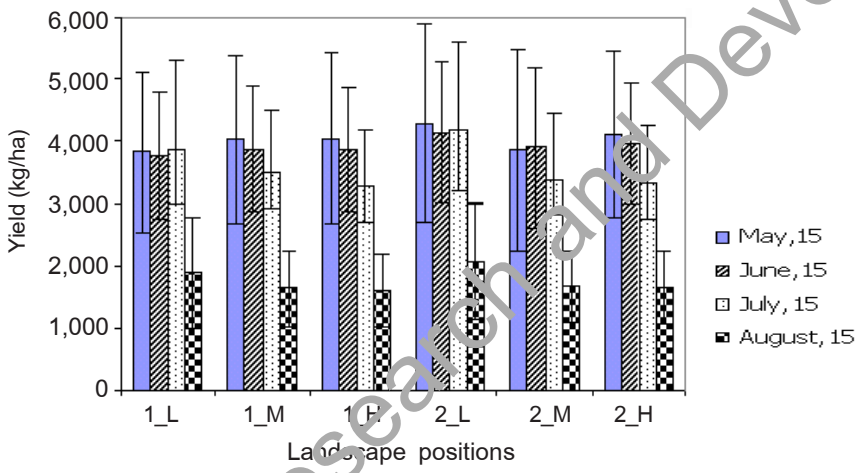
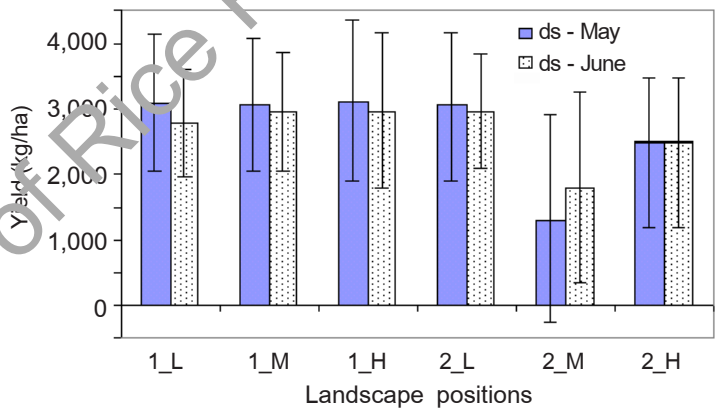


Fig. 6 Average simulated yield of KDML105 of all paddies in relation to planting dates



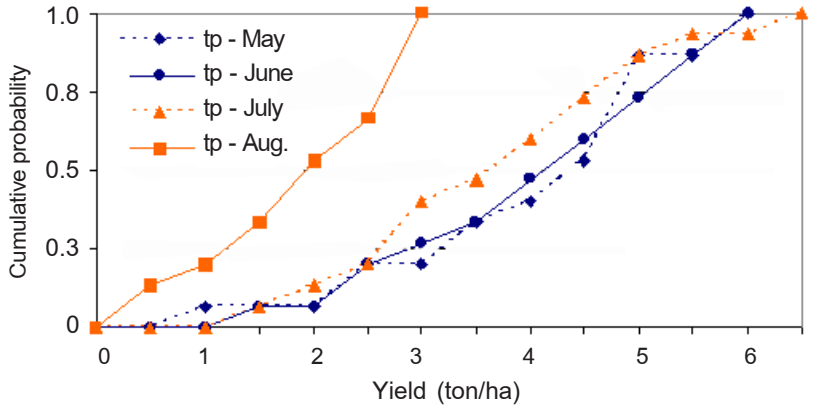
(a)



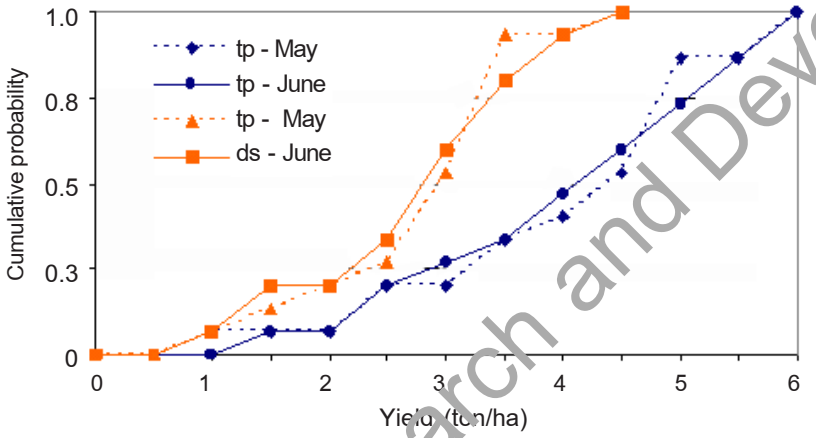
(b)

Fig. 7 Fifteen year average simulated yields with standard deviation of KDML105 in relation to paddy landscape positions when transplanting (a) and broadcasting (b)

Bureau of Rice Research and Development



(a)



(b)

Fig. 8 Cumulative probability distribution of average yield of KDML105 in relation to planting dates in case of transplanting (a) and broadcasting (b)

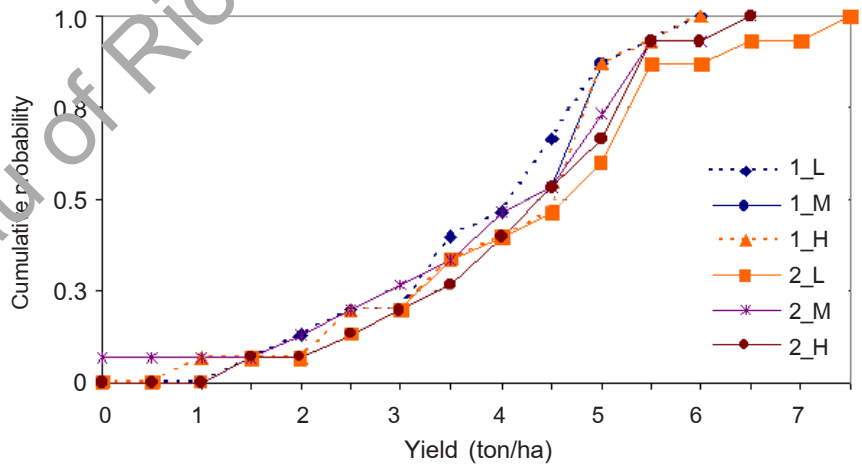


Fig. 9 Cumulative probability distributions of average yield of KDML105 in relation to paddy landscape positions

Bureau of Rice Research and Development

ตามลำดับ ส่วนข้าวที่ปลูกช้าหรือในเดือนสิงหาคมจะให้ผลผลิตต่ำสุดประมาณ 480-640 กิโลกรัมต่อไร่ (3-4 ตันต่อเฮกแตร์) ซึ่งต่ำกว่าที่ปลูกในช่วงเดือนมิถุนายนประมาณหนึ่งเท่า อย่างไรก็ตาม ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สำรวจจากสภาพพื้นที่จริงในแปลงเกษตรกร อาจสูงถึงประมาณ 766 กิโลกรัมต่อไร่ (4.8 ตันต่อเฮกแตร์) (Kerdsuk, 2002) และข้อมูลจากสำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี ผลผลิตเฉลี่ยช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2539-2548) จากอำเภอต่างๆ คือ 401 กิโลกรัมต่อไร่ (2.5 ตันต่อเฮกแตร์) โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด ที่อำเภอตาลสุม 600 กิโลกรัมต่อไร่

5. ผลผลิตข้าวที่สัมพันธ์กับวันปลูก

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในวันและเดือนต่างกัน และใช้วิธีการปลูกแตกต่างกัน ให้ผลผลิตไม่เท่ากัน (Fig. 6) ถ้าปริมาณฝนเพียงพอ การปลูกเร็วก็มีโอกาสได้ผลผลิตมากกว่า ยกเว้นการปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวแห้ง ที่ผลผลิตและค่าความแปรปรวน (ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ไม่แตกต่างกันในสองช่วงปลูก จะเห็นว่าผลผลิตที่ได้จากการจำลองนี้ต่างจากกรณีศักยภาพผลผลิตที่ให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูก 15 มิถุนายน ทั้งนี้เกิดจากการที่น้ำเป็นตัวจำกัดผลผลิตแทนที่จะเป็นแสงแดด ความแปรปรวนของฝนรายปีที่มีต่อผลผลิต พบว่า มีความแปรปรวนสูงมากในทุกช่วงวันปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตจากการปลูกโดยวิธีปักดำ (tp) ที่ 3,325 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,277 กิโลกรัม

6. ผลผลิตข้าวที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิทัศน์ของแปลงนา

ความแปรปรวนของผลผลิตในระหว่างนาทั้ง 6 กลุ่ม มีน้อยเมื่อเทียบกับความแปรปรวนของผลผลิตที่ปลูกต่างเดือนและปี ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การแปรปรวนของผลผลิตเกิดจากฝนมากกว่าสภาพและลักษณะของพื้นที่นา (Fig. 7a) อย่างไรก็ตาม บริเวณตอนกลางของแนวตัดขวางของพื้นที่ลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ มีแนวโน้มจะให้ผลผลิตสูงกว่า คือ บริเวณที่นาลุ่มส่วนบนของตำแหน่งภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ (2_L) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตในระหว่างวันปลูก พบว่า ผลผลิตจะลดลงประมาณเท่าตัวในนาทุกชนิด ผลผลิตจะลดลงเมื่อปลูกช้าไปในแต่ละเดือนในพื้นที่ส่วนใหญ่ ยกเว้นที่นาลุ่มทั้งตอนบน (1_L) และนาลุ่มตอนล่าง (2_L) ส่วนในกรณีการปลูกแบบหว่านข้าวแห้ง พบว่า ในทุกสภาพนาในส่วนล่างของแนวตัดขวางของลุ่มน้ำ (1_L, 1_M, 1_H, 2_L) แต่ในสภาพนากลาง (2_M) และนาดอน ส่วนบน (2H) ผลผลิตจะลดลงประมาณร้อยละ 50 และ 20 ตามลำดับ (Fig. 7b)

7. ความเสี่ยง

ตามกฎ stochastic efficiency ในทฤษฎี expected utility function (Hardaker *et al*., 1998) การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 แบบนาดำ ในบริเวณพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ ในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15 ปีสูงกว่าการปลูกข้าวในเดือนสิงหาคม ที่ระดับ FSD (Fig. 8a) ส่วนการปลูกในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ที่ระดับ SSD แต่การปลูกในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกในเดือนกรกฎาคม เกษตรกรที่ไม่ชอบความเสี่ยงสูงควรปลูกข้าวในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน เนื่องจากมีโอกาสความเป็นไปได้เท่ากัน ที่จะได้ผลผลิตสูงกว่าคือ 320 กิโลกรัมต่อไร่ (2 ตันต่อเฮกแตร์) เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีปลูก การปลูกแบบปักดำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งในทั้งสองวันปลูก คือ 15 พฤษภาคม และ 15 มิถุนายน ที่ระดับ FSD

ความเสี่ยงจากการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ในระหว่างที่นา 6 กลุ่ม พบว่า ผลผลิตใกล้เคียงกัน โดยต่างกับระดับ SSD อย่างไรก็ตาม ผลผลิตจากการปลูกที่ตำแหน่งนาลุ่มส่วนบน (2L) ของพื้นที่ตัดขวางของลุ่มน้ำมีแนวโน้มจะให้ผลผลิตสูงกว่า (Fig. 9)

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำลำโดมใหญ่ จ.อุบลราชธานี สิ่งแวดล้อมในการผลิตโดยเฉพาะฝนมีความแปรปรวนสูง เกษตรกรควรเริ่มปลูกข้าวให้เร็วที่สุดในช่วงต้นฤดูปลูกที่เหมาะคือเดือนมิถุนายน การปลูกโดยวิธีการปักดำจะมีความเสี่ยงต่ำกว่าการปลูกด้วยวิธีการหว่านข้าวแห้ง หากปลูกช้าถึงกลางเดือนสิงหาคม จะทำให้ผลผลิตลดลง

Bureau of Rice Research and Development

กว่าเท่าตัว อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจในการปลูกข้าว (ตกกล้าหรือปักดำ) ของเกษตรกร ขึ้นกับปริมาณน้ำในแปลงนา เกษตรกรอาจตัดสินใจปลูกหรือตกกล้าช่วงสัปดาห์ที่ 20-23 และอาจมีโอกาสกระทบแล้งช่วงสัปดาห์ที่ 25-28 ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงเดือนสิงหาคม มีโอกาสน้อยที่ข้าวจะขาดน้ำ แต่ช่วงการเจริญเติบโตของข้าวจะสั้นเกินไป ซึ่งปกติต้องไม่ต่ำกว่า 45 วัน ก่อนเริ่มกำเนิดช่อดอกในวันที่ 20 กันยายน และทำให้ผลผลิตลดลง แนวทางแก้ไขคือ เกษตรกรควรปลูกข้าวให้เร็วที่สุดในช่วงต้นเดือนสิงหาคม ไม่ควรปลูกหลังวันที่ 15 ของเดือน การลดความเสี่ยงอีกกรณีคือ เกษตรกรอาจเลือกปลูกข้าวหอมพันธุ์อื่นที่ไม่ไวต่อช่วงแสงและอายุปลูกสั้นกว่าในช่วงเดือนกันยายน เช่น กข15 เป็นต้น โดยใช้วิธีหว่านน้ำตม ซึ่งช่วงนั้นมีปริมาณน้ำเพียงพอ

งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง GIS และแบบจำลองการปลูกข้าว พบว่า มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบูรณาการจากหลายมิติ เพื่อเกิดองค์ความรู้ใช้ประกอบการตัดสินใจในการผลิตข้าวเพื่อลดความเสี่ยงของเกษตรกร ตลอดจนการวางแผนของฝ่ายส่งเสริมและวิจัย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเครื่องมือทั้ง GIS และแบบจำลองการปลูกข้าว แต่ในการนำไปใช้ประโยชน์จริงจำเป็นต้องเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล และทดสอบในพื้นที่จริงมากพอ จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด

คำขอบคุณ

ทีมผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อบุคคลหรือหน่วยงานต่อไปนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ทุนวิจัย และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

- ผศ.ดร.เกริก ปั้นเหน่งเพชร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ดร.จิรวัฒน์ เวชแพทย์ คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- Dr. Thomas Oberthür, Soils scientist, CIAT
- GIS-Labs สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ประเทศฟิลิปปินส์
- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
- ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี
- สำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี
- คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

Anderson, J.R., J.L. Dillon and J.B. Hardaker. 1997. Agricultural Decision Analysis. Iowa State University Press, Ames, IS. 344 p.

Boling, A., T.P. Tuong, B.A.M. Bouman, M.V.R. Murty and S.Y. Jatmiko. 2000. Effect of climate, agrohydrology and management on rainfed rice production in Central Java, Indonesia: a modeling approach. pp 57-74. *In*: Tuong, T.P., S.P. Kam, L. Wade, S. Pandey, B.A.M Bouman and B. Hardy. (eds.), Characterizing and Understanding rainfed environmnets. Proceedings of the International Workshop on Characterizing and Understanding Rainfed Environments, 5-9 December 1999, Bali, Indonesia. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Bouman B.A.M., F.W.T. Penning de Vries, J.J.M. Riethoven, M.J. Kropff and M.C.S. Wopereis. 1993. Application of simulation and systems analysis in rice cropping optimization. pp. 1 - 15, *In:* Bouman, B.A.M., H.H. van Laar and W. Zhaoqian. (eds), Agro-Ecology of Rice-based Cropping Systems. SARP Research Proceedings. Wageningen (Netherlands): IRRI/AB-DLO.

DLD. 2000. Digital Soil Information System and Detail of Soil Information. Department of Land Development, Thailand. Available source: http://www.ldd.go.th/frame_eng.htm, December 2006.

Drenth, H., F.F.M. ten Berge and J.J.M. Riethoven. 1994. ORYZA simulation modules for potential and nitrogen limited rice production. SARP Research Proceedings. Wageningen (Netherlands): IRRI /AB-DLO. 223 p.

Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne and J.R. Anderson. 1998. Coping with risk in agriculture. CAB International, UK. 274 p.

Jame, Y. W. and H. W. Cutforth. 1996. Crop growth models for decision support systems. Can. J. Plant Sci. 76 : 9-19.

Kerdsuk, V. 2002. Application of crop modeling and GIS for agroclimatic of KDML105 in Tung Samrit,

Bureau of Rice Research and Development

Nakhon Rachasima, Thailand. PhD thesis in crop production technology submitted to Suranaree University of Technology.

Kropff, M.J., H.H. van Laar and R.B. Matthews. 1994. ORYZA1: An ecophysiological model for irrigated rice production. SARP Research Proceedings. Wageningen (Netherlands): IRRI/AB-DLO.110 p.

Mackill, D.J., W.R Coffman and D.P. Garrity. 1996. Rainfed lowland rice improvement. International Rice Research Institute, 1099 Manila, Philippines. 211 p.

Matthews, R.B., M.J Kropff, D. Bachelet and H.H.van Laar. 1995. Modelling the impact of climate change on rice production in Asia. Wallingford (UK): CAB International. 304 p.

Oberthür, T. and S.P. Kam. 1999. Perception, understanding and mapping of soil variability in the rainfed lowlands of Northeast Thailand. International Workshop on Characterizing and Understanding Rainfed Environments, 5-9 December 1999, Sahid Raya Hotel, Bali, Indonesia.

Pantuwan, G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul and J.C O'Toole. 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands Part 1. Grain yield and yield components. Field Crops Research 73 : 153-168.

ten Berge H.F.M. and M.J Kropff. 1995. Founding a systems research network for rice. pp. 263 - 282. *In:* Bouma, J., A. Kuyvenhoven, B.A.M. Bouman, J.C. Luyten, H.G. Zandstra. (eds.), Eco-regional approaches for sustainable land use and food production. Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers.

van Kraalingen, D.W.G. and W. Stol. 1997. Evapotranspiration modules for crop growth simulation. Quantitative Approaches in Systems Analysis 11. Wageningen (Netherlands): C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology and AB-DLO. 29 p.

Wade, L.J., S. Fukai, B.K. Samson, A. Ali and M.A. Mazid. 1999. Rainfed lowland rice: physical environment and cultivar requirements. Field Crops Research 64 : 3-12.

Wonprasaid, S., S. Khunthasuvon, N. Sittisuang and S. Fukai. 1996. Performance of contrasting rice cultivars selected for rainfed lowland conditions in relation to soil fertility and water availability. Field Crops Research 47 : 267-275.

Wopereis, M.C.S., B.A.M. Bouman, T.P. Tuong, H.F.M. ten Berge and M.J. Kropff. 1996. ORYZA_W: Rice growth model for irrigated and rainfed environments. SARP Research Proceedings. Wageningen (The Netherlands): AB-DLO. 159 p.

Zeigler, R.S. and D.W. Puckridge. 1995. Improving sustainable productivity in rice-based rainfed lowland systems of South and Southeast Asia. Feeding 4 billion people. The challenge for rice research in the 21st century. Geo J. 35 : 307-324.

Bureau of Rice Research and Development

การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการผลิตข้าว โดยใช้ปุ๋ยเคมีและวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย

Paddy Soil Fertility Improvement for Rice Production through the Utilization of Chemical Fertilizer and Filter Cake

วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ [1] จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ [2] วิญญู วงศ์อุบล [3]

Wiwat Ingkapradit[1] Jaturong Pipatpiriyanont[2] Wilyu Wong U-bol[3]

Abstract

Filter cake is by - product of cane sugar manufacture. It consists of plant nutrient which is useful for soil fertility improvement. According to low fertility of most paddy soils, an experiment had been conducted with combination of chemical fertilizer application and filter cake incorporation for soil fertility and yield improvement in two different soil types in wet season during 1992-2002. This experiment was 4x3 factorial in randomized complete block design, 3 replications, 2 factors with 4 filter cake rates at 0, 500, 1,000 and 1,500 kg/rai and 3 nitrogen rates at 0, 3 and 6 kg N/rai for photo sensitive rice cultivar (Khao Dawk Mali 105) planted in Koksamrong Soil Series (sandy loam, mixed isohyperthermic, typic tropaqualfs) at Lop Buri Rice Research Center, and 0, 6 and 12 kg N/rai for photo insensitive rice cultivar (Chainat 1) planted in Nakornpathom Soil Series (fine clayey, mixed, isohyperthermic, aeric tropaqualfs) at Ratchaburi Rice Research Center. Results showed that 500 kg/rai was the best application rate of filter cake for those two soils. For fertilizer rates, 3 and 12 kg N/rai were appropriate rates for photo sensitive and photo insensitive rice cultivars respectively. It would be therefore concluded that 500 kg/rai of filter cake and an appropriate chemical fertilizer rate for each group of rice cultivars can improve rice yield by 7-15% and will enhance soil fertility when applied in successive seasons.

Keywords : paddy soil, soil fertility improvement, rice production, filter cake, chemical fertilizer, KMDL105, Chainat 1, yield

บทคัดย่อ

กากตะกอนน้ำตาล (filter cake) เป็นผลพลอยได้จากขบวนการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบ และมีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำตาลร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อหาอัตราของกากตะกอนน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี ใช้ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง (ขาวดอกมะลิ 105) และที่ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรีใช้ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วง

1) สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

2) ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี อ. โคกสำโรง จ. ลพบุรี 15120
Lop Buri Rice Research Center, Khok Samrong, Lop Buri 15120, Thailand

3) ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ. เมือง จ. ราชบุรี 70000
Ratchaburi Rice Research Center, Mueang, Ratchaburi 70000, Thailand

Bureau of Rice Research and Development

แสง (ชัยนาท 1) ทดลองต่อเนื่องกันเฉพาะฤดูนาปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2545 ทำการทดลองแบบ 4x3 Factorial in RCB ทำ 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย คือ ใช้กากตะกอนน้ำตาล 4 อัตรา คือ 0 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ และใช้ปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ 0-0-0, 3-6-6 และ 12-6-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-0, 6-6-6 และ 12-6-6 กก. N - P_2O_5- K_2O/ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี แปลงทดลองเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายชุดโคกสำโรง (sandy loam, mixed isohyperthermic, typic tropaqualfs) เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า อัตราที่เหมาะสม ได้แก่ การใส่กากตะกอนน้ำตาล อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี แปลงทดลองเป็นดินร่วนเหนียวชุดนครปฐม (fine clayey, mixed, isohyperthermic, aeric tropaqualfs) เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่า อัตราที่เหมาะสม ได้แก่ การใส่กากตะกอนน้ำตาล อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ การใส่กากตะกอนน้ำตาลร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 7-15% และสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาได้โดยต้องใส่ต่อเนื่องกันระยะยาว

คำสำคัญ : ดินนา การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน การผลิตข้าว กากตะกอนน้ำตาล ปุ๋ยเคมี ขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 ผลผลิต

คำนำ

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน บางชนิดมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง บางชนิดมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสูง (Vacharotayan and Pintukanok, 1985) การนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้เป็นแหล่งอาหารพืช เป็นแนวทางที่จะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน และทำให้เพิ่มผลผลิตขึ้นด้วย ดินนาของประเทศไทยส่วนใหญ่มักขาดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดย หรรษา และคณะ (2540) พบว่า การใส่ส่าเหล้าอัตรา 30,000 ลิตร/ไร่ ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ หรรษา และคณะ (2542) ยังพบว่าการใช้กากสะเดาในนาข้าวก็สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้เช่นเดียวกัน

ขบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยจะมีผลิตผลพลอยได้หรือของเหลือใช้ (by-products) หลายชนิด เช่น ชานอ้อย (bagass) กากน้ำตาล (molasses) และกากตะกอนน้ำตาล หรือกากขี้หม้อกรอง (filter cake หรือ filter press cake) ซึ่ง filter cake คือกากตะกอนที่แยกจากน้ำอ้อยในขั้นตอนการทำน้ำอ้อยให้สะอาด (clarification) โดยการกรองผ่านหม้อกรองสูญญากาศ (vacuum rotary filter) ปริมาณที่ได้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระบบการผลิต โรงงานน้ำตาลที่ใช้ระบบ sulphitation จะมี filter cake 3-5% ของน้ำหนักอ้อย โรงงานน้ำตาลที่ใช้ระบบ carbonation จะมี filter cake 7-9% ของน้ำหนักอ้อย แต่ละปีมีอ้อยเข้าหีบทั่วประเทศ 50-60 ล้านตัน (สำนักงานสถิติการเกษตร, 2546) ดังนั้นจะมี filter cake จากการผลิตน้ำตาลอย่างน้อยปีละ 1.5-4.5 ล้านตัน ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านการจัดการและการกำจัดทั้งในปัจจุบันและอนาคต

Filter cake ประกอบด้วยสารแขวนลอยอินทรีย์ที่ฟุ้งกระจายในน้ำอ้อย มีแอนไอออนทั้งของอินทรีย์และอนินทรีย์รวมอยู่ด้วย (สรสิทธิ์ และคณะ, 2526) ขณะที่กากตะกอนน้ำตาลตกตะกอน ฟอสฟอรัสประมาณ 80-90% ในน้ำอ้อยจะทำปฏิกิริยากับปูนตกตะกอนออกมาในรูป calcium phosphate สะสมอยู่ในกากตะกอนน้ำตาล (Honig, 1953) โดยทั่วไป filter cake มีลักษณะป่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ สีเทาเข้ม องค์ประกอบทางเคมีไม่ค่อยแน่นอน ขึ้นอยู่กับคุณภาพและขบวนการทำความสะอาดของอ้อยตลอดจนกรรมวิธีการผลิตของโรงงานนั้น และส่วนใหญ่มีน้ำประมาณ 70% โดยน้ำหนัก

ปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาทั้งชานอ้อยและกากน้ำตาล และนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น นำชานอ้อยไปเป็นเชื้อเพลิง ผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่วนกากใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ ส่วนผสมในอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมการหมัก เป็นต้น การใช้ประโยชน์จาก filter cake ยังมีไม่มากนัก ปัจจุบันเกษตรกรได้นำบางส่วนไปใช้เป็นปุ๋ยในไร่อ้อย ที่เหลือจะกองทิ้งไว้ในที่โล่งแจ้ง การสะสมของ filter cake ในปริมาณ

Bureau of Rice Research and Development

มาก อาจทำให้เกิดการสะสมของจุลินทรีย์ หรืออาจปนเปื้อนด้วยสารพิษ หรือโลหะหนัก เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้การสะสม filter cake ที่แห้งมากอาจลุกเป็นไฟได้เองจากความร้อนที่สะสม

จงรักษ์ และสมบูรณ์ (2529) ได้นำ filter cake มาใช้เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าว และแก้ความเป็นกรดของดินชุดรังสิตซึ่งเป็นดินเปรี้ยวจัด จงรักษ์ และคณะ (2533) รายงานว่าฟอสฟอรัสที่เป็นองค์ประกอบสามารถนำมาใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตพืชได้ใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส ทั้งในนาดินเหนียวและดินทราย วิทยา (2541) ทดลองนำ filter cake มาเลี้ยงเชื้อไรโซเบียมและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อนั้นในไร่นา พบว่า ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน การเกิดปม และผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ สจ.5 ไม่แตกต่างจากการใช้เชื้อที่ผลิตโดยใช้ดินพีทเป็นวัสดุพาหะ วิทยา และศรัณยา (2542) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อดังกล่าวในไร่นาอีกครั้ง พบว่า ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน การเกิดปมและผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ สจ.5 ต่ำกว่าการใช้เชื้อที่ผลิตโดยใช้ดินพีท สาเหตุน่าจะมาจาก filter cake ที่ใช้อาจจะมีคุณสมบัติที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุของ filter cake แหล่งที่ปลูก พันธุ์อ้อย วิธีการสกัดน้ำตาล และอุปกรณ์ในการกรอง รวมทั้งการดูแลรักษา อายุ และวิธีการเก็บเกี่ยวอ้อย

ประเทศไทยได้นำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศในปริมาณมาก จากรายงานของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ในปี พ.ศ. 2547 มีการนำเข้าถึง 3.94 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 34,000 ล้านบาท เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ขาดดุลการค้ากับต่างชาติ ถ้าได้มีการวิจัยในการนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบอยู่มาใช้ทดแทนหรือลดการใช้ปุ๋ยเคมี ช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าวได้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้น จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อหาอัตรา filter cake ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงทดลองดินชุดโคกสำโรง (sandy loam, mixed, isohyperthermic, typic tropaqualfs) และแปลงทดลองดินชุดนครปฐม (fine clayey, mixed, isohyperthermic, aeric tropaqualfs)

2. ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง (ขาวดอกมะลิ 105) และข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง (ชัยนาท 1)

3. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (20 % N) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (45% P_2O_5) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O)

ตารางแสดงกรรมวิธีการทดลอง

ข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง	ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง
1. ไม่ใส่ FC และปุ๋ยเคมี	1. ไม่ใส่ FC และปุ๋ยเคมี
2. FC 500	2. FC 500
3. FC 1,000	3. FC 1,000
4. FC 1,500	4. FC 1,500
5. ปุ๋ยเคมี 3-6-6	5. ปุ๋ยเคมี 6-6-6
6. ปุ๋ยเคมี 3-6-6 + FC 500	6. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 500
7. ปุ๋ยเคมี 3-6-6 + FC 1,000	7. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 1,000
8. ปุ๋ยเคมี 3-6-6 + FC 1,500	8. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 1,500
9. ปุ๋ยเคมี 6-6-6	9. ปุ๋ยเคมี 12-6-6
10. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 500	10. ปุ๋ยเคมี 12-6-6 + FC 500
11. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 1,000	11. ปุ๋ยเคมี 12-6-6 + FC 1,000
12. ปุ๋ยเคมี 6-6-6 + FC 1,500	12. ปุ๋ยเคมี 12-6-6 + FC 1,500

Bureau of Rice Research and Development

4. กากตะกอนน้ำตาล (filter cake, FC)

5. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (ตามความจำเป็น)

วิธีการ

1. ทำการทดลองแบบ 4x3 factorial in RCB มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก ได้แก่ filter cake 4 อัตรา คือ 0 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ อัตรา 0-0-0, 3-6-6 และ 6-6-6 กก. N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ ใช้ทดลองกับข้าวพันธุ์ไวต่อช่วงแสง (ขาวดอกมะลิ 105) และ อัตรา 0-0-0, 6-6-6 และ 12-6-6 กก. N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ ใช้ทดลองกับข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง (ชัยนาท 1) มีกรรมวิธี ดังแสดงในตาราง กรรมวิธีการทดลอง

2. การเตรียมแปลงทดลอง ขนาดของแปลงย่อย 3x5 เมตร จำนวน 36 แปลงย่อย ระยะปักดำ 20x20 ซม. ใช้กล้าอายุ 25 วัน ปักดำ 3 ต้น/กอ

3. การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งครึ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทส เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปักดำ ส่วนที่เหลือใส่ในระยะข้าวกำเนิดช่อดอก

4. การใส่กากตะกอนน้ำตาล ใส่ก่อนปักดำข้าว 7 วัน แล้วไถกลบ

5. การเก็บเกี่ยว แต่ละแปลงย่อยเกี่ยวข้าว 2 แถวรอบนอกออก แล้วเก็บเกี่ยวส่วนที่เหลือ ทำการนวด ผัด ชั่งน้ำหนักและวัดความชื้น เพื่อนำไปคำนวณหาผลผลิตของข้าว

6. การเก็บตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง และทำการวิเคราะห์ดังนี้

- ปฏิกิริยาของดิน (soil pH) โดยใช้ดินต่อน้ำ 1:1 แล้ววัดด้วย pH meter glass electrode

- ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) วิเคราะห์โดยวิธี rapid dichromate oxidation ของ Walkley and Black Method (Allison,1965)

- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย Bray II (0.03N NH_4F + 0.1N HCl) โดยวิธีของ Bray และ Kurtz (1945) แล้ววัดหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี molybdenum blue

- ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable K) โดยสกัดดินด้วยสารละลาย 1N ammonium acetate pH 7 แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ด้วยเครื่อง flame spectrophotometer (Knudsen *et al.*,1982)

เวลาและสถานที่

ทำการทดลองต่อเนื่องเฉพาะฤดูนาปี 2542 - 2545 ที่ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี จ.ลพบุรี และศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี จ. ราชบุรี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของดินในแปลงนา

ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี แปลงทดลองเป็นดินชุดโคกสำโรง เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มี pH เท่ากับ 5.43 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.87 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10 ppm และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ 46 ppm (Table 1) จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนที่ *ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี* แปลงทดลองเป็นดินร่วนเหนียวชุดนครปฐม มี pH เท่ากับ 5.25 อินทรียวัตถุ 1.33% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 8 ppm ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ 85 ppm (Table 1) เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง พบว่า การใส่ filter cake ติดต่อกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2545 ทำให้ดินทั้งสองแห่งมีความเป็นกรดน้อยลง สอดคล้องกับรายงานของจงรักษ์และสมบูรณ์ (2529) ที่พบว่าการใส่ filter cake ทำให้ดินมีสภาพ reduction เพิ่มขึ้น จึงทำให้ pH ของดินนาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังเพิ่มปริมาณ algae ใน flood water และผิวของดินนา algae debris จะสะสมในดินบน

Table 1 Chemical properties of soils before wet season, 1999 and after wet season, 2002 at the experimental sites

Location/Exp.	pH (1:1)	OM (%)	Avail.P (ppm)	Extract.K (ppm)
Lop Buri RRC				
Before	5.43	0.87	10	46
After[1/]	6.47	0.64	53	46
Ratchaburi RRC				
Before	5.25	1.33	8	85
After[1/]	5.85	1.69	44	87

Analysed by Soil Science Division, Department of Agriculture

[1/] Averaged from best experimental results

Bureau of Rice Research and Development

Table 2 Chemical properties of filter cake

Experimental site	pH (1:5)	EC (ds/m)	MC (%)	T-N (%)	T-P (%)	T-K (%)	OC (%)	C/N
Lop Buri RRC	7.86	0.92	68.51	1.34	1.53	0.41	16.22	12
Ratchaburi RRC	7.61	1.81	54.12	1.38	1.45	0.36	11.84	8

Analysed by Soil Science Division, Department of Agriculture

และสลายตัวเพิ่มปริมาณ mineralization N ในดินนาให้สูงขึ้น แต่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินร่วนเหนียวปนทรายไม่เพิ่มขึ้น และในดินร่วนเหนียวกลับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จาก 1.33 เป็น 1.69 แสดงว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับ filter cake ช่วยทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโต และดูดธาตุอาหารไปใช้อย่างสมดุล ทำให้ไนโตรเจนในดินถูกนำออกไปใช้ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสเหลือตกค้างอยู่ในดินมากกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งอาจเหลือตกค้างจาก filter cake และจากปุ๋ยเคมี เนื่องจากข้าวนำไปใช้ไม่หมด ในขณะที่ปริมาณโพแทสไม่มีการเปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าข้าวจะดูดปริมาณโพแทสเซียมไปใช้ก็ตาม แต่ดินที่ทดลองเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียวร่วน โพแทสเซียมอาจถูกปลดปล่อยออกมาแทนที่เพื่อรักษาสมดุล (Table 1) แสดงว่า การใส่กากตะกอนน้ำตาลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเท่านั้น ดังนั้น ควรมีการศึกษาเป็นระยะเวลายาวนานอาจได้ข้อมูลที่น่าสนใจและสามารถนำไปแก้ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ในอนาคต

2. การใช้ filter cake ในการปรับปรุงดินนาและเพิ่มผลผลิตข้าว

Filter cake เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบ ดังแสดงไว้ใน Table 2 ผลการทดลอง มีดังนี้

ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี พบว่า การใส่ filter cake อัตรา 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ เพียงอย่างเดียว ได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยได้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 506 470 และ 471 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวที่ได้นั้นสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ และเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างทางสถิติเช่นกัน คือ ได้ผลผลิต 569 571 และ 579 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ได้ผลผลิตสูงกว่าการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 502 กก./ไร่ ในทำนองเดียวกันเมื่อใส่ filter cake ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยได้ผลผลิตข้าว 596 593 และ 610 กก./ไร่ ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่

Table 3 Yield (kg/rai) of KDML105 rice cultivar as affected by filter cake and chemical fertilizer application at Lop Buri Rice Research Center

Filter cake (A) (kg/rai)	Fertilizer rate (B) (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)			
	0-0-0	3-6-6	6-6-6	Average (A)
0	408 b	502 b	544 a	484
500	506 a	569 ab	596 a	557
1,000	470 ab	571 ab	593 a	545
1,500	471 ab	579 a	610 a	553
Average (B)	464	555	586	535
CV = 8.6 %				

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Bureau of Rice Research and Development

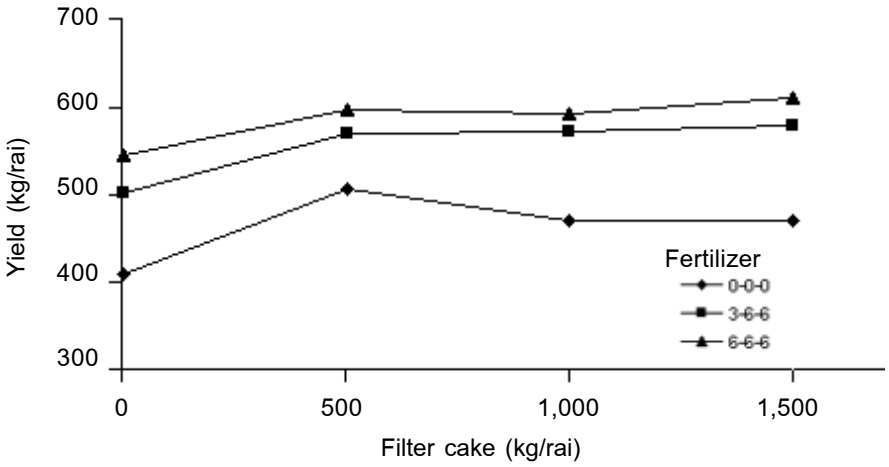


Fig. 1 Effect of filter cake in combination with chemical fertilizer application on rice yield in sandy loam soil

เฉพาะปุ๋ยเคมี อัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ อย่างเดียว ซึ่งได้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 544 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับการใส่ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ ได้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับการใส่ filter cake อัตราเดียวกัน (Table 3 และ Fig. 1) เนื่องจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความสามารถในการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ 6 กก. N/ไร่ (หรรษา และคณะ, 2521) และประเสริฐ (2543) ได้รายงานตรงกันว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้น้อย เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงขึ้น ทำให้ต้นข้าวเจริญทางลำต้น (ฟาง) มากกว่าการเจริญของเมล็ดข้าว เนื่องจากผลผลิตข้าวจากการปุ๋ยเคมีทั้ง 2 อัตรา ที่ใส่ร่วมกับ filter cake อัตรา 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ ใกล้เคียงกัน ดังนั้น อัตราที่เหมาะสม ได้แก่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ โดยสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว จาก 502 กก./ไร่เป็น 569 กก./ไร่ เพิ่มขึ้น 67 กก./ไร่ หรือ เพิ่มขึ้น 13% (Table 4)

ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี จากการทดลอง 4 ปี พบว่า ได้ผลการทดลองคล้ายคลึงกับการทดลองในดินชุดโคกสำโรง ที่ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี กล่าวคือ การใส่ filter cake อัตรา 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ เพียงอย่างเดียว ได้ผลผลิตข้าว 535 553 และ 536 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่อะไรเลย โดยแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อใส่ filter cake อัตรา 500 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และอัตรา 12-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยได้ผลผลิตข้าว 622 657 657 และ 703 707 735 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ผลผลิตสูงกว่าการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และอัตรา 12-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งได้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 583 และ 639 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่การใส่ filter cake ทั้ง 3 อัตรา

Table 4 Percentage of increased yield of KDML105 after filter cake application

Filter Cake (kg/rai)	Fertilizer Rate (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)					
	0 - 0 - 0		3 - 6 - 6		6 - 6 - 6	
	Inc. (kg/rai)	%	Inc. (kg/rai)	%	Inc. (kg/rai)	%
0	-	0	-	0	-	0
500	98	24	67	13	52	10
1,000	62	15	69	14	49	9
1,500	63	15	77	15	66	12

Inc. = Increased yield

Bureau of Rice Research and Development

Table 5 Yield (kg/rai) of Chinat 1 rice cultivar as affected by filter cake and chemical fertilizer application at Ratchaburi Rice Research Center

Filter cake (A) (kg/rai)	Fertilizer rate (B) (kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai)			
	0-0-0	6-6-6	12-6-6	Average (A)
0	440 b	583 b	639 b	554
500	535 a	622 ab	703 a	620
1,000	553 a	657 a	707 a	639
1,500	536 a	657 a	735 a	642
Mean	516	629	696	614
CV = 6.2 %				

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

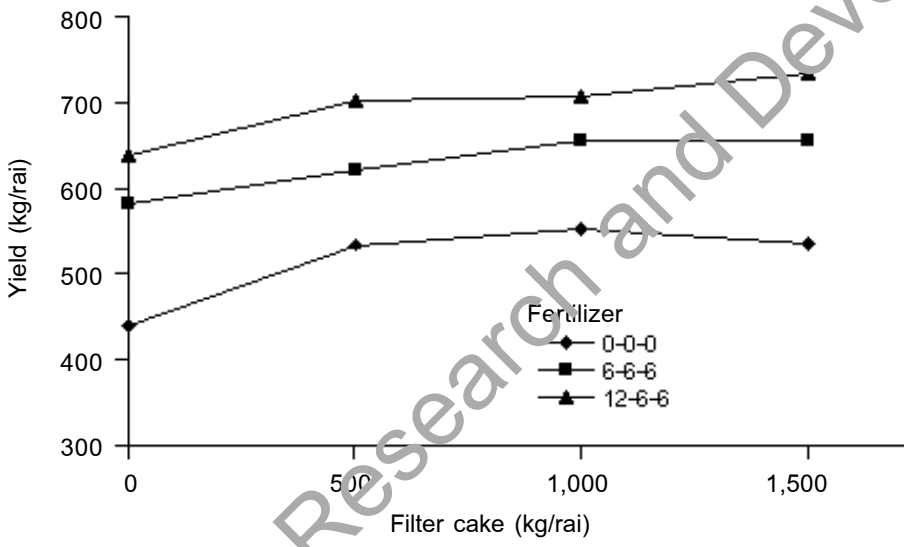


Fig. 2 Effect of filter cake in combination with chemical fertilizer application on rice yield in fine clayey soil

Table 6 Percentage of increased yield of Chinat 1 after filter cake application

Filter cake (kg/rai)	Fertilizer rate (kg $N-P_2O_5-K_2O$/rai)					
	0-0-0		3-6-6		12-6-6	
	Inc. (kg/rai)	%	Inc. (kg/rai)	%	Inc. (kg/rai)	%
0	-	0	-	0	-	0
500	95	21	39	7	64	10
1,000	113	25	74	13	68	11
1,500	96	22	74	13	96	15

Inc. = Increased yield

Bureau of Rice Research and Development

ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก N - P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยสูงที่สุด (715 กก./ไร่) และโดยเฉลี่ยผลผลิตสูงกว่าการใส่ filter cake ทั้ง 3 อัตราร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2Oไร่ (645 กก./ไร่) (Table 5 และ Fig. 2) ดังนั้น ควรแนะนำปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ใส่ร่วมกับ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ เนื่องจากผลผลิตข้าวที่ได้รับเมื่อเพิ่มปริมาณของ filter cake เป็น 1,000 และ 1,500 กก./ไร่ ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเพียง 12 กก.N/ไร่ การเพิ่มปริมาณ filter cake จึงไม่ได้ช่วยให้ผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น อัตราที่เหมาะสม คือการใช้ ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ และสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว จาก 639 กก./ไร่เป็น 703 กก./ไร่ เพิ่มขึ้น 64 กก./ไร่ หรือ เพิ่มขึ้น 10% (Table 6)

ปัจจุบันไทยมีโรงงานทั้งขนาดเล็กที่ผลิตน้ำตาลทรายเพียง 3,500 ตันต่อวัน และขนาดใหญ่ที่ผลิตถึง 40,000 ตันต่อวัน รวม 46 โรงงาน กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ ยกเว้นภาคใต้ตอนล่าง ความหลากหลายของท้องที่น่าจะมีผลต่อคุณสมบัติของ filter cake ดังนั้น ก่อนนำไปพัฒนาใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็นต้องมีข้อมูลและรู้ถึงคุณสมบัติพื้นฐานของ filter cake จากแหล่งต่าง ๆ ด้วย

สรุปผลการทดลอง

การใส่ filter cake ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 7-15 % อัตราที่เหมาะสมในการปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนเหนียวปนทราย ได้แก่ การใส่ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และในการปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 ในดินร่วนเหนียว ได้แก่ การใส่ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 12-6-6 กก. N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ และสามารถทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัส ในการปรับปรุงบำรุงดินได้

คำนิยม

ขอขอบคุณ โรงงานน้ำตาลนิวกรุงไทย จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 75 หมู่ 9 ถนนแสงชูโต ตำบลท่าไม้ อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (คุณกันยา วาดี) ที่ให้ความอนุเคราะห์ filter cake ในการวิจัย ที่ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ขอบคุณเจ้าหน้าที่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินส่วนกลาง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ กลุ่มงานวิจัยปุ๋ย กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร และผู้ร่วมงานทุกท่าน โดยเฉพาะนางสาวหรรษา คุณาไท ที่ช่วยริเริ่มให้มีการวิจัยนี้เกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จงรักษ์ จันทรเจริญสุข และสมบูรณ์ มั่นความดี. 2529. การใช้วัสดุเพื่อประโยชน์ทางด้านการเกษตร. หน้า 129. *ใน:* รายงานการวิจัยปี 2529 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงรักษ์ จันทรเจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, วัลลีย์ ปัญญารินทร์ และสุเทพ สองเมือง. 2533. การใช้วัสดุเหลือใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. หน้า 6-34. *ใน:* รายงานการวิจัยการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเขตร้อน ปี 2533. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว. เอกสารทางวิชาการ กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 64-65.

วิทยา ธนานุสนธิ์. 2541. ประสิทธิภาพของเชื้อไรโซเบียมที่ใช้ filter cake จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล เป็นสารอาหารในการผลิตถั่วเหลืองสภาพไร่นาเกษตรกร. หน้า 38-54. *ใน* : งานวิจัยปุ๋ยชีวภาพ (เล่ม 2). กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วิทยา ธนานุสนธิ์ และศรัณยา เปียแดง. 2542. ประสิทธิภาพของเชื้อไรโซเบียมที่ใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียและจากโรงงานน้ำตาลที่ผ่านการฉายรังสีเป็นวัสดุพาหะ I. สภาพเรือนทดลอง II. สภาพไร่นาเกษตรกร.เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. วันที่ 26-29 เมษายน 2542 ณ โรงแรมวังใต้ จ. สุราษฎร์ธานี. 78 หน้า.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, วิสุทธิ์ วีระสาร, อิทธิสุนทร นันทกิจ, นิภา พนาพิทักษ์กุล, สมชาย กรีฑาภิรมย์ และสุริยา สาสนรักกิจ. 2526. การใช้ผลผลิตพลอยได้และเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในประเทศไทย

Bureau of Rice Research and Development

ให้เกิดประโยชน์ในการใช้เป็นปุ๋ยและวัสดุบำรุงดิน. เอกสารรายงานวิจัยฉบับที่ 4. โครงการวิจัยและแนะนำเทคโนโลยีของดินและปุ๋ย ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2546. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2545/2546. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 401.

หรรษา คุณาไท, ชอบ คณะฤกษ์, สมจิต คันธสุวรรณ, สมศักดิ์ โตจันทึก, พรพิมล เลี้ยงสุทธิสกนธ์ และเสาวนีย์ พิสิฏฐ์พันธ์. 2540. การศึกษาการใช้ส่าเหล้าร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี. หน้า 93-100. *ใน*: รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2540. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

หรรษา คุณาไท, ชอบ คณะฤกษ์, จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์, สมศักดิ์ โตจันทึก และบรรจง เหมทานนท์. 2542. การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการปลูกข้าว โดยใช้กากสะเดาร่วมกับปุ๋ยเคมี. หน้า 237-242. *ใน:* รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2542 กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

หรรษา คุณาไท, สมนึก แกล้ววิกย์กรรม, นิกร ทวีสินบุญญากร, นิพรรณศรี โคมทอง, วลัยพร อุตรพงศ์, สนอง ขวัญถาวร, กรรณิกา นาคลาง, ลัดดาวัลย์ เลาหประสิทธิพร, ผาด พรหมอ่อน, อนันต์ อะทะวงษา, สว่าง โรจนกุศล, ยงยุทธ จันทรปัญญา, เจนวิทย์ สุขทองสา และ เจ้าหน้าที่หมวดวิเคราะห์งานข้าว กองแผนงาน. 2521. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวสายพันธุ์ดีเด่นที่ไวต่อช่วงแสง. หน้า 8-15. *ใน:* รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าว 2521. งานสถานีทดลองและขยายพันธุ์ข้าว สาขาทดลองปุ๋ยข้าว กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร.

Allison, L.E. 1965. Organic carbon. pp. 1367-1378. *In*: C.A. Black (ed.), Method of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, U.S.A.

Bray, R.H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59 : 39-45.

Honig, P. 1953. Principle of Sugar Technology. Elsevier Publishing Company, New York. 767 p.

Knudsen, D., G.A. Peterson and P.F. Platt. 1982. Lithium, sodium and potassium. pp. 225-246. *In:* L.A. Pace, R.H. Miller and D.R.Keeney (eds.), Method of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Vacharotayan, S. and A. Pintukanok. 1985. Agricultural and agro-industrial residues in Thailand. pp. 222-228. *In:* S. Vacharotayan and Y. Yoshida (eds.), Utilization of Organic Waste Material in Agriculture. NRCT-JSPS Cooperative Research inThailand.

Bureau of Rice Research and Development

การจัดการฟางข้าวในพื้นที่ทำนาอย่างต่อเนื่อง

Rice Straw Management in the Area of Continuous Rice Planting

นิตยา รื่นสุข[1)] ประนอม มงคลบรรจง[1)] เฉลิมชาติ ฤาไชยคาม[2)] วาสนา อินแถลง[1)]

Nittaya Ruensuk[1)] Pranom Mongkonbunjong[1)] Chalermchart Luechaikarm[2)]

Wasana Inthalaeng[1)]

Abstract

Straw management by incorporation into the soils is an alternative method to avoid straw burning before land preparation.The experiment was conducted at Pathum Thani Rice Research Center and Suphan Buri Rice Research Center during 2006-2007. It was comprised of 3 trials, i.e., effect of amount of straw incorporated into soils to rice growth and yield, effect of straw management methods to rice growth and yield, and effect of straw incorporation period to rice growth and yield. The results showed that straw incorporation rate of 0-800 kg/rai did not affect early growth stage (number of plants/m^2 at 15 days after planting) and yield. Number of plants/m^2 at 15 days after planting was decreased by straw incorporation at the rate of 1,200-1,600 kg/rai whereas both the number of plants/m^2 at 15 days after planting and yield were decreased by straw incorporation at the rate of 2,000-2,400 kg/rai. The 3 methods of straw management, i.e., straw burning before land preparation, straw removing before land preparation, straw incorporation before land preparation, and minimum tillage did not affect rice growth and yield. Straw incorporation period of 0, 7, 14 and 21 days before planting in case of 800 kg/rai of straw did not affect yield of Suphanburi 1 but afffected the rice root growth. At the period of 0 and 7 days the roots appeared clumsy with brown and black color. Little young root was emerged. However, at the period of 14 and 21 days, the rice root was longer, bigger than those of 7 and 14 days. Root color was white. In the case of 1,200-1,800 kg/rai of straw incorporation, rice yield at the straw incorporation period of 0-14 days was lower than at the straw incorporation period of 21-28 days.

Keywords : rice, straw management, straw incorporation period, growth, yield

บทคัดย่อ

การจัดการฟางในนาข้าวโดยการไถกลบลงดินเพื่อการปรับปรุงดิน เป็นทางเลือกเพื่อหลีกเลี่ยงการเผาฟางก่อนการเตรียมดินปลูกข้าวครั้งต่อไป ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ปี พ.ศ. 2549-2550 โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ ผลของปริมาณฟางที่ไถกลบลงบนดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว ผลของการจัดการฟางวิธีต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว และผลของระยะเวลาการหมักฟางหลังจากไถกลบลงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ผลการทดลอง พบว่า การไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกและผลผลิตของข้าว ส่วนการไถกลบฟางข้าวที่อัตรา 1,200-1,600 กก./ไร่ ทำให้จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่อายุข้าว 15 วัน หลังหว่านข้าวลดลง แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว ในขณะ

1) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ต. รังสิต อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688-9
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Tel. 0-2577-1688-9

2) ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 035-555267
Suphan Buri Rice Research Center, Mueang, Suphan Buri 72000, Tel.035-55526

Bureau of Rice Research and Development

ที่การไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรก โดยจำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่อายุข้าว 15 วัน หลังหว่านข้าวลดลง และทำให้ผลผลิตข้าวลดลงด้วย ส่วนการเผาฟางก่อนการเตรียมดิน การเอาฟางออกจากแปลงก่อนการเตรียมดิน การไถกลบฟางก่อนการเตรียมดิน (การเตรียมดินแบบปกติ) และการเตรียมดินแบบลดการไถพรวน ในช่วงเวลา 2 ปี ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ระยะเวลาการหมักฟางหลังจากไถกลบลงดินที่ 0 7 14 และ 21 วัน ก่อนหว่านข้าว และมีฟางอัตรา 800 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากข้าวในระยะแรกของการเจริญเติบโต โดยการหมักฟางหลังจากไถกลบลงดินที่ 0 และ 7 วัน รากข้าวมีลักษณะเป็นกระจุก มีสีดำ สีดำปนน้ำตาล และมีรากแตกออกใหม่น้อย แต่เมื่อการหมักฟางนานขึ้นเป็น 14 และ 21 วัน รากข้าวมีสีขาว ยาว และอวบ เมื่อเพิ่มปริมาณฟางในการไถกลบเป็น 1,200-1,800 กก./ไร่ การหมักฟางระยะ 0-14 วัน ผลผลิตของข้าวจะน้อยกว่าการหมักฟางที่ระยะ 21-28 วัน ก่อนการหว่านข้าว

คำสำคัญ : ข้าว การจัดการฟางข้าว การไถกลบ ระยะเวลาการหมัก การเจริญเติบโต ผลผลิต

คำนำ

ในเขตชลประทานภาคกลาง มีการทำนาอย่างต่อเนื่อง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 715 กก./ไร่ หลังจากเก็บเกี่ยวจะมีฟางข้าวเหลือทิ้งในนาอยู่ประมาณ 800 กก./ไร่ โดยคำนวณจากค่า grain-straw ratio ของข้าว ซึ่งถ้าเป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงจะมีค่าประมาณ 0.95-1.23 (Yoshida, 1981) และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (Harvest Index : HI) ซึ่งมีค่าประมาณ 0.4-0.5 (นิตยา และคณะ, 2547) การจัดการฟางในนาข้าวโดยการไถกลบลงดินเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรเพื่อการปรับปรุงดิน และหลีกเลี่ยงการเผาฟางก่อนการเตรียมดินปลูกข้าวครั้งต่อไป เนื่องจากการเผาฟางเป็นการทำลายทรัพยากรที่มีคุณค่าไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในฟางข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่าในฟาง 1 ตัน จะมีธาตุอาหารไนโตรเจนประมาณ 5.4 กก. ธาตุฟอสฟอรัส ประมาณ 1.1 กก. และธาตุโพแทสเซียมประมาณ 145 กก. (นิตยาและคณะ, 2549) ถ้าคิดราคาธาตุอาหารเฉลี่ยกิโลกรัมละ 20 บาท (คำนวณจากราคาปุ๋ยยูเรียเท่ากับ 610 บาท ปุ๋ยสูตร 18-46-0 ราคา 720 บาท และ 0-0-60 ราคา 550 บาทต่อ 50 กก.) ดังนั้น การเผาฟาง 1 ตัน เท่ากับสูญเสียเงิน 340 บาท ทั้งนี้ยังไม่รวมการเสียคุณค่าในด้านของการปรับปรุงบำรุงสมบัติของดินและธาตุอาหารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในฟาง เช่น Zn, S, Si, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu และ B ในปริมาณ 0.03, 0.8, 6.5, 2.0, 3.5, 0.3, 0.45, 0.003 และ 0.01 กก. ตามลำดับ (Fairhurst and Witt, 2002)

นอกจากนี้ การเผาฟางยังเป็นเหตุให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ซึ่งอาจมีผลทำให้ถูกกีดกันทางการค้า รัฐบาลจึงรณรงค์ให้เลิกเผาฟาง และแนวทางหนึ่งที่รัฐแนะนำคือ ให้ไถกลบฟางข้าวลงไปในดิน แต่การไถกลบฟางข้าวในนาทำให้เกิดสภาพ reduction อาจทำให้เกิดเป็นพิษต่อข้าวได้ เนื่องจากการใส่ฟางลงในดินจะเร่งปฏิกิริยาการลดออกซิเจน ก่อให้เกิดเป็นสารประกอบพวกอินทรีย์ที่ไม่พึงปรารถนา ซึ่งมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช (ทัศนีย์, 2543) และสภาพที่มีการลดออกซิเจนอย่างรุนแรงในสภาพดินนาน้ำขังมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคข้าว และข้าวชะงักการเจริญเติบโตในระยะแรก โดยข้าวจะแสดงอาการใบเหลือง รากมีสีดำคล้ำ ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของรากต่ำ เนื่องจากการเกิดขบวนการ immobilization ของไนโตรเจน ทำให้ไนโตรเจนที่สะสมหรือใส่เพิ่มลงไปในดินมีปริมาณลดลงชั่วคราว และมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะแรก (Broadbent, 1979) แต่การสลายตัวของฟางข้าวที่ส่งเสริมสภาพ reduction ทำให้ Fe++ และ Mn++ ในดินที่เพิ่มขึ้นไปไล่ที่โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ออกมาในดิน (Ponnamperuma, 1984)

ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาวิธีการจัดการฟางรวมทั้งการไถกลบลงดินเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานได้แก่ ปริมาณฟางข้าวที่ไถกลบลงดิน ระยะเวลาในการหมักฟางที่เหมาะสม และวิธีการจัดการฟางที่ชาวนาสามารถนำไปปฏิบัติได้ ทั้งนี้โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

Bureau of Rice Research and Development

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผลของปริมาณฟางที่ไถกลบลงดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี คือ ไถกลบฟางลงดินในอัตรา 0 400 800 1,200 1,600 2,000 และ 2,400 กก./ไร่

1.1 การทดลองในกระถาง ชั่งดินแห้งใส่กระถาง กระถางละ 20 กก. ใส่น้ำและฟางโดยใช้ปริมาณฟางตามกรรมวิธีที่กำหนด (คำนวณจากดินในพื้นที่ 1 ไร่ หนัก 333,000 กก.) คลุกเคล้าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 วัน จึงหว่านข้าวงอกอัตรา 30 ต้น/กระถาง ใส่ปุ๋ยอัตรา 2.16-1.05-1.05 กรัม (N - P_2O_5 - K_2O)/กระถาง (3 เท่าของอัตราปุ๋ยที่ใช้ในแปลงนา) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวอายุ 20 วัน อัตรา 1.05-1.05-1.05 กรัม (N - P_2O_5 - K_2O)/กระถาง ครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะแตกกอ อัตรา 0.5-0-0 กรัม (N - P_2O_5-K_2O)/กระถาง ครั้งที่ 3 ใส่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก อัตรา 0.5-0-0 กรัม (N - P_2O_5-K_2O)/กระถาง

1.2 การทดลองในแปลงทดลอง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2549 ปล่อยแปลงให้แห้งก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว 10 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ปล่อยให้ดินแห้งอีก 2 สัปดาห์ จากนั้นเตรียมดินโดยไถกลบฟางข้าวในปริมาณต่าง ๆ กันตามกรรมวิธีที่กำหนด (ใช้เวลาในการเตรียมดิน 3 วัน) แล้วปลูกข้าวตามทันที โดยปลูกแบบหว่านน้ำตม ขนาดแปลงทดลองย่อย 7x7 เมตร หว่านข้าวงอกอัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กก./ไร่ จากนั้นระบายน้ำออกจากแปลง พ่นสารควบคุมวัชพืช pretrilachlor หลังหว่านข้าว 4 วัน ไขน้ำเข้าแปลงหลังพ่นสารควบคุมวัชพืช 7 วัน ใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-6 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวอายุ 20 วัน อัตรา 6-6-6 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะแตกกอ อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ครั้งที่ 3 ใส่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ บันทึกข้อมูล จำนวนต้นต่อตารางเมตร หลังหว่านข้าว 15 วัน และที่ระยะเก็บเกี่ยว ค่า Eh ของสารละลายดิน ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

2. ผลของการจัดการฟางวิธีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว และธาตุอาหารในเมล็ดและฟางข้าว

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ระหว่างปี 2549-2550 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 7x7 เมตร ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ 1) เผาฟาง 2) ไม่เผาฟาง 3) เอาฟางออกจากแปลง และ 4) เตรียมดินแบบลดการไถพรวน (ใช้ลูกทุบทุบฟาง) ดำเนินการโดยปล่อยแปลงให้แห้งก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว 10 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วปล่อยให้แปลงแห้ง 2-4 สัปดาห์ เตรียมแปลงโดยจัดการฟางตามกรรมวิธีที่กำหนดทำเทือกแล้วปลูกข้าวตามทันที โดยใช้วิธีหว่านข้าวงอก อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กก./ไร่ ระบายน้ำออกจากแปลง พ่นสารควบคุมวัชพืช pretrilachlor หลังหว่านข้าว 4 วัน เอาน้ำเข้าแปลงหลังพ่นสารควบคุมวัชพืช 7 วัน ใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-6 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวอายุ 25 วัน อัตรา 6-6-6 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ที่ระยะแตกกอหรือข้าวอายุประมาณ 40-45 วัน อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (ข้าวอายุประมาณ 55-60 วัน) อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ บันทึกข้อมูล ความสูง และจำนวนต้นต่อตารางเมตร หลังหว่านข้าว 15 วัน ที่ระยะแตกกอ เก็บเกี่ยวผลผลิต และวัดองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งวิเคราะห์ธาตุอาหารในเมล็ดและฟางข้าว

3. ผลของระยะเวลาการหมักฟางหลังจากการไถกลบลงดินต่อผลผลิตข้าว

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีและศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ระหว่างปี 2549-2550 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงทดลองย่อย 4x7 เมตร ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี คือ ไถกลบฟางข้าวหมักไว้ 0 7 14 21 และ 28 วัน แล้วหว่านข้าวงอก ดำเนินการทดลองโดยปล่อยแปลงให้แห้งก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว 10 วัน และหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วปล่อยแปลงให้แห้ง 2-4 สัปดาห์ แล้วเตรียมแปลงโดยไถกลบฟาง (อัตรา 800-1,200 กก./ไร่) หมักฟางไว้ตามระยะเวลาที่กำหนดในกรรมวิธีแล้วปลูกข้าวตาม โดยหว่านข้าวงอกอัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กก./ไร่ แล้วระบายน้ำออกจากแปลง พ่นสารควบคุมวัชพืช pretrilachlor หลังหว่านข้าว 4 วัน เอาน้ำเข้าแปลงหลังพ่นสารควบคุมวัชพืช 7 วัน ใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-6 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวอายุ 25 วัน อัตรา 6-6-6 กก.

Bureau of Rice Research and Development

(N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ใน ระยะแตกกอ (ข้าวอายุประมาณ 40-45 วัน) อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ และครั้งที่ 3 ใส่ในระยะกำเนิดช่อดอก (ข้าวอายุประมาณ 55-60 วัน) อัตรา 3-0-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ บันทึกข้อมูลผลผลิตของข้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของปริมาณฟางที่ไถกลบลงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

1.1 การทดลองในกระถาง

1.1.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (Table 1)

ฟางข้าวที่ไถกลบลงดินในปริมาณที่ต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะแรก และผลผลิตข้าว โดยจำนวนต้นข้าวต่อกระถางที่ข้าวอายุ 15 วัน แตกต่างกัน คือ การใส่ฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ไร่ มีจำนวนต้นข้าวเท่าเดิม คือ 30 ต้น/กระถาง แต่การใส่ฟางที่อัตรา 1,200 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนต้นข้าวลดลงเหลือ 27 ต้น/กระถาง หรือร้อยละ 90 ของจำนวนต้นข้าวเริ่มต้น ส่วนการใส่ฟางข้าวอัตรา 1,600 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ จำนวนต้นข้าวลดลงเหลือ 23 24 และ 15 ต้น/กระถาง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 76.7 80.0 และ 50.0 ของจำนวนต้นข้าวเริ่มต้น

ในด้านของผลผลิตข้าว พบว่า การใส่ฟางอัตรา 1,200 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 85.9 กรัม/กระถาง สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใส่ฟางอัตรา 1,600 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 83.5 กรัม/กระถาง แตกต่างจากกรรมวิธีการใส่ฟางอัตรา 0 400 และ 800 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 75.2 78.3 และ 70.8 กรัม/กระถาง ตามลำดับ และกรรมวิธีการใส่ฟางอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ ให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 65.0 และ 66.4 กรัม/กระถาง ตามลำดับ

ปริมาณฟางที่ไถกลบลงดิน มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าว กล่าวคือ จำนวนรวงต่อกระถางแตกต่างกัน โดยการใส่ฟางข้าวที่อัตรา 1,200 กก./ไร่ ให้จำนวนรวง 75 รวง/กระถาง สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบฟางข้าวที่อัตรา 0-2,000 กก./ไร่ ส่วนการใส่ฟางข้าวอัตรา 2,400 กก./ไร่ ให้จำนวนรวง 62 รวงต่อกระถางซึ่งน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ฟางข้าวอัตรา 400-2,000 กก./ไร่

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวแตกต่างกัน คือ การใส่ฟางข้าวที่อัตรา 1,200 กก./ไร่ ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 26.61 กรัม ซึ่งสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่

Table 1 Yield, number of plants/sq.m at 15 days after planting (DAP), yield component and harvest index (HI) as affected by amount of straw incorporation into the soil at Pathum Thani Rice Research Center in dry season, 2006 (green house)

Rate of straw (kg/rai)	Yield (g/pot)	Plants/pot 15 DAP	Yield component				HI
			Panicles/pot	Seeds/panicle	% fert. seed	1,000 grain wt.(g)	
0	75.2 b	30 a	70 ab	76 a	54.2 a	26.36 ab	0.33 bc
400	78.3 b	30 a	64 bc	78 a	61.1 a	25.67 ab	0.33 bc
800	70.8 b	30 a	65 bc	72 a	60.5 a	25.73 ab	0.31 c
1,200	85.9 a	27 a	75 ab	73 a	60.2 a	26.61 a	0.38 a
1,600	83.5 a	23 b	64 bc	80 a	61.4 a	25.30 a	0.35 ab
2,000	65.0 c	24 b	66 bc	72 a	56.4 a	25.80 ab	0.31 c
2,400	66.4 c	15 c	62 c	76 a	57.4 a	25.10 b	0.30 c
Ave.	75.0	26	66	75	58.8	25.79	0.33
CV(%)	5.9	8.9	6.5	7.7	3.2	3.2	5.9

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Bureau of Rice Research and Development

ฟางข้าวที่อัตรา 0-2,000 กก./ไร่ ในขณะที่การใส่ฟางข้าวที่อัตรา 2,400 กก./ไร่ ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 25.1 กรัม ซึ่งต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ฟางข้าวที่อัตรา 0-2,000 กก./ไร่

การใส่ฟางข้าวทุกอัตรา ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าว อย่างไรก็ตาม พบว่าการใส่ฟางข้าวที่อัตรา 1,200 กก./ไร่ ข้าวมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงที่สุด (0.38) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ฟางข้าวที่อัตรา 1,600 กก./ไร่ ในขณะที่การใส่ฟางข้าวที่อัตรา 2,400 กก./ไร่ ข้าวมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวต่ำที่สุด (0.30)

1.1.2 Eh ของสารละลายดิน (Fig. 1)

ค่า Eh ของสารละลายดินมีค่าเริ่มต้นใกล้เคียงกัน โดยมีค่ามากกว่า 300 mV จากนั้นค่าของสารละลายดินจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 28 หลังจากขังน้ำ ค่า Eh ของสารละลายดินลดลงต่ำที่สุดในทุกอัตราการใส่ฟาง โดยค่า Eh ของสารละลายดินในกระถางที่ใส่ฟางอัตรา 0-800 กก./ไร่ มีอัตราการลดลงน้อยกว่าค่า Eh ของสารละลายดินในกระถางที่ใส่ฟางอัตรา 1,200-2,000 กก./ไร่ และค่า Eh ของสารละลายดินมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 35 หลังการขังน้ำในทุกอัตราการใส่ฟาง

เมื่อพิจารณาจำนวนต้นข้าวต่อกระถาง ที่ระยะหลังปลูกข้าว 15 วัน จะเห็นว่าการใส่ฟางปริมาณตั้งแต่ 1,200-2,400 กก./ไร่ มีผลทำให้ต้นข้าวตาย ในขณะที่การใส่ฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อจำนวนต้นข้าว แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนรวงต่อกระถางที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การใส่ฟางปริมาณตั้งแต่ 0-2,000 กก./ไร่ จำนวนรวงต่อกระถางไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการใส่ฟางที่อัตรา 1,200-2,000 กก./ไร่ มีผลให้ต้นข้าวตายในระยะแรกของการเจริญเติบโต แต่ต้นข้าวที่เหลือสามารถเจริญเติบโตและแตกกอมาทดแทนต้นข้าวที่ตายได้ ในขณะที่การใส่ฟางอัตรา 2,400 กก./ไร่ ให้จำนวนรวงข้าวต่ำที่สุด เนื่องจากต้นข้าวตายในช่วงแรกมากและต้นข้าวที่เหลือแตกกอมาทดแทนไม่ทัน เป็นผลให้ผลผลิตข้าวในกระถางที่มีการใส่ฟางอัตรา 2,000-2,400 กก./ไร่ ให้ผลผลิตต่ำ สอดคล้องกับงาน ทดลอง Gao และคณะ (2004) ที่พบว่าการใส่ฟางที่อัตราสูง มีผลให้จำนวนต้นข้าวในระยะ 4-6 สัปดาห์หลังปลูก น้อยกว่าการไถกลบฟางที่อัตราต่ำและการไม่ใส่ฟาง

อนึ่ง การใส่ฟางลงในดินจะเร่งปฏิกิริยาการลดออกซิเจน ก่อให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของข้าว เนื่องจากมีสารประกอบคาร์บอนที่ไม่พึงปรารถนาจากขบวนการลดออกซิเจน นอกจากนี้ สภาพที่มีการลดออกซิเจนอย่างรุนแรงในสภาพดินนาน้ำขังมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคข้าว และทำให้ข้าวชะงักการเจริญเติบโตในระยะแรก โดยข้าวมีอาการใบเหลือง รากมีสีดำ

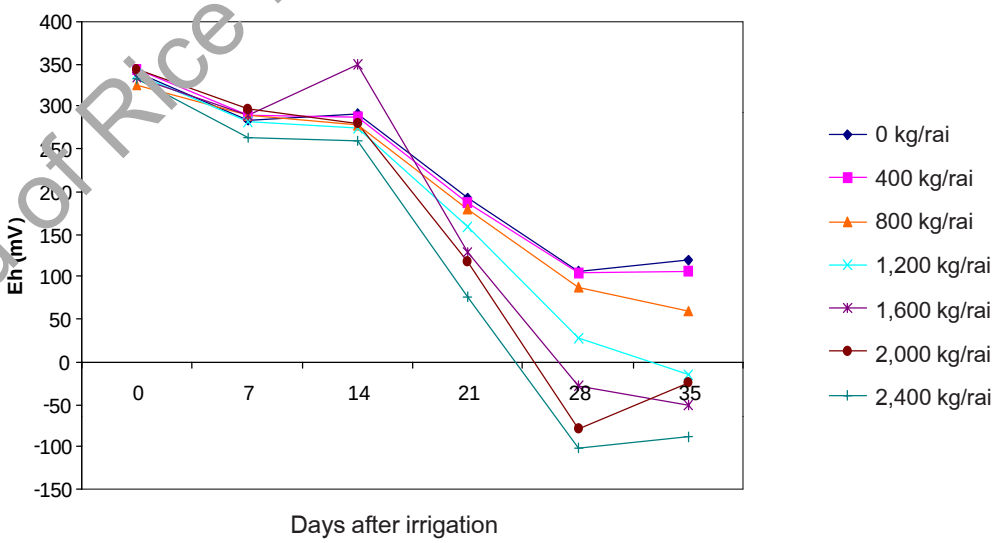


Fig. 1 Soil Eh among 0-35 days after irrigation as affected by amount of straw incorporation into the soil at Pathum Thani Rice Research Center in dry season, 2006 (green house)

Bureau of Rice Research and Development

Table 2 Yield, number of plants/sq.m at 15 days after broadcasting (DAB) and harvesting date (HD), yield component and harvest index (HI) as affected by amount of straw incorporation into the soil at Pathum Thani Rice Research Center in wet season, 2006 (field experiment)

Rate of straw (kg/rai)	Yield (g/pot)	Plants/sq.m 15 DAB	Plants/sq.m at HD	Yield component				HI
				Panicles/sq.m	Seeds/panicle	% fert. seed	1,000 grain wt.(g)	
0	669 ab	402 a	486 a	380 a	97 a	69.9 a	26.5 a	0.46 a
400	630 ab	380 a	498 a	380 a	78 a	64.5 ab	25.5 a	0.50 a
800	668 ab	396 a	482 a	342 a	79 a	66.7 ab	26.6 a	0.41 a
1,200	667 ab	345 a	548 a	324 a	98 a	60.2 b	25.9 a	0.41 a
1,600	635 ab	343 a	488 a	344 a	81 a	60.7 b	26.0 a	0.39 a
2,000	674 a	296 b	509 a	380 a	78 a	63.0 ab	26.2 a	0.39 a
2,400	619 b	250 b	453 b	292 b	102 a	62.9 ab	25.7 a	0.42 a
Ave.	651	362	495	348	87	64.5	26.1	0.42
CV(%)	4.8	15.2	12.7	17.6	17.4	-	2.8	18.0

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

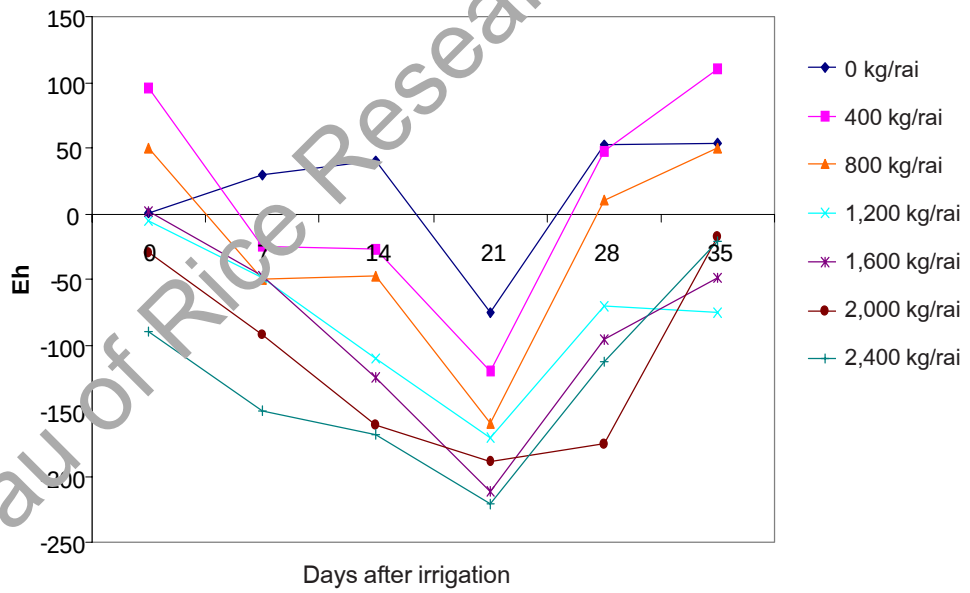


Fig. 2 Soil Eh among 0 - 35 days after irrigation as affected by amount of straw incorporation into the soil at Pathum Thani Rice research Center in wet season, 2006 (field experiment)

Bureau of Rice Research and Development

คล้ำ ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของรากมีต่ำ (ทัศนีย์, 2543) ซึ่งเป็นอาการข้าวในสภาพที่เกษตรกรทำนาอย่างต่อเนื่อง และรอบการผลิตค่อนข้างเร็ว ทำให้การเตรียมดินเป็นแบบหยาบ ๆ และรีบเร่ง มักพบได้บ่อย และเรียกต้นข้าวที่แสดงอาการแบบนี้ว่า "เมาหัวซัง"

1.2 การทดลองในแปลงทดลอง

1.2.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (Table 2)

การไถกลบฟางข้าวอัตราต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว โดยการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-1,600 กก./ไร่ ให้จำนวนต้น ที่ระยะข้าวอายุ 15 วัน เท่ากับ 343-402 ต้น/ตร.ม. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ ซึ่งข้าวมีจำนวนต้นที่ข้าวอายุ 15 วัน เท่ากับ 296 และ 250 ต้น/ตร.ม. ตามลำดับ และการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-2,000 กก./ไร่ ข้าวให้จำนวนต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว 486-509 ต้น/ตร.ม. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าและแตกต่างจากแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,400 กก./ไร่ ซึ่งมีจำนวนต้นข้าวในระยะเก็บเกี่ยว 453 ต้น/ตร.ม. ซึ่งต่ำที่สุด

ในด้านของผลผลิต การไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 กก./ไร่ ข้าวให้ผลผลิต 674 กก./ไร่ สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-1,600 กก./ไร่ ซึ่งข้าวให้ผลผลิต 635-669 กก./ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,400 กก./ไร่ ข้าวให้ผลผลิต 619 กก./ไร่ ซึ่งต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-1,600 กก./ไร่ และการไถกลบฟางข้าวที่อัตรา 2,400 กก./ไร่ ข้าวให้จำนวนรวง 292 รวง/ตร.ม ซึ่งต่ำที่สุด แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-2,000 กก./ไร่ การไถกลบฟางข้าวทุกอัตราไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และการไถกลบฟางข้าวทุกอัตรา ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.2.2 Eh ของสารละลายดิน (Fig. 2)

ค่า Eh ของสารละลายดินมีค่าเริ่มต้นมากกว่า 0 mV เมื่อเริ่มการให้น้ำ หลังจากนั้น ค่า Eh ของสารละลายดินจะลดลง โดยแปลงที่ไม่มีการไถกลบฟางข้าว ค่า Eh ของสารละลายดินลดลงต่ำกว่า 0 mV เล็กน้อย ในวันที่ 21 หลังการขังน้ำ หลังจากนั้นค่า Eh ของสารละลายดินมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 28 และ 35 หลังการขังน้ำ ส่วนแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 400-2,400 กก./ไร่ ค่า Eh ของสารละลายดินมีค่าลดลง โดยแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 400-1,600 กก./ไร่ มีค่า Eh ของสารละลายดินสูงกว่า และมีอัตราการลดลงของค่า Eh ของสารละลายดินน้อยกว่าแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ ในวันที่ 7 14 และ 21 หลังการขังน้ำ และในวันที่ 28 หลังการขังน้ำ แปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 400 และ 800 กก./ไร่ มีค่า Eh ของสารละลายดินสูงขึ้น ในขณะที่แปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 1,200-2,400 กก./ไร่ ค่า Eh ของสารละลายดินเพิ่มขึ้นวันที่ 35 หลังการขังน้ำ แต่ก็ยังมีค่าต่ำกว่าแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ไร่

ผลการทดลองในแปลงทดลองสอดคล้องกับการทดลองในกระถางที่พบว่า การใส่ฟางอัตรา 0-1,600 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะแรก แต่มีแนวโน้มว่าจำนวนต้นต่อตารางเมตรของข้าวลดลงตามจำกับ แต่การใส่ฟางอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะแรก โดยทำให้จำนวนข้าวต่อตารางเมตรลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่เกษตรกรต้องเพิ่มอัตราเมล็ดพันธุ์ในการหว่านมากกว่าคำแนะนำ ในขณะที่ผลผลิตของข้าวไม่แตกต่างกัน การใส่ฟางอัตรา 0-2,000 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว แต่การใส่ฟางอัตรา 2,400 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมาก ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ คมสัน และคณะ (2545) พบว่า การใช้ฟางข้าวอัตรา 800-1,200 กก./ไร่ คลุมดินหลังหว่านข้าวแห้ง ปล่อยน้ำท่วม 1 วัน ระบายน้ำออกให้ข้าวตั้งตัวได้ แล้วปล่อยน้ำเข้าแปลงขังไว้ ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าว

สรุปได้ว่า การไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ ไร่ ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว ส่วนการไถกลบฟางข้าวในที่อัตรา 1,200-1,600 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้จำนวนต้นข้าวที่อายุข้าว 15 วันหลังหว่านข้าวลดลง แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว ส่วนการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรก โดยทำให้จำนวนต้นข้าว ที่อายุข้าว 15 วัน หลังหว่านข้าวลดลง และผลผลิตข้าวจะลดลงด้วย

Bureau of Rice Research and Development

Table 3 Number of plants/sq.m at 15 days after broadcasting (DAB) and harvesting date (HD) as affected by straw management at Pathum Thani Rice Research Center during 2006-2007

Treatment	Number of panicles/sq.m at HD				Number of plants/sq.m at 15 DAB			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
T_1	400 a	268 a	448 a	448 a	576 a	584 a	480 a	457 a
T_2	452 a	336 a	340 a	424 a	584 a	460 a	536 a	445 a
T_3	420 a	340 a	396 a	388 b	592 a	528 a	520 a	451 a
T_4	452 a	396 a	404 a	480 a	564 a	600 a	488 a	501 a
Average	426	308	397	436	581	544	536	464
CV (%)	12.1	20.9	20.3	15.4	19.9	17.6	19.1	18.6

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

T_1 = straw burning T_2 = straw incorporation T_3 = straw removing

T_4 = minimum tillage DS = dry season WS = wet season

Table 4 Yield and harvest index (HI) as affected by straw management at Pathum Thani Rice Research Center during 2006-2007

Treatment	Yield (kg/rai)				Harvest index (HI)			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
T_1	681 a	673 a	607 b	917 a	0.49 a	0.44 a	0.40 a	0.49 a
T_2	701 a	629 a	694 a	871 a	0.42 a	0.44 b	0.45 a	0.49 a
T_3	656 a	661 a	581 b	902 a	0.45 a	0.43 ab	0.42 a	0.48 b
T_4	732 a	681 a	687 a	912 a	0.43 a	0.47 ab	0.42 a	0.50 a
Average	692	661	642	900	0.40	0.45	0.42	0.49
CV (%)	6.7	4.8	5.7	7.6	7.9	6.8	14.7	8.5

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

T_1 = straw burning T_2 = straw incorporation T_3 = straw removing

T_4 = minimum tillage DS = dry season WS = wet season

Bureau of Rice Research and Development

ดังนั้น การไถกลบฟางข้าวลงดินในกรณีที่มีฟางปริมาณไม่เกิน 800 กก./ไร่ เกษตรกรสามารถกระทำได้ แต่ถ้ามีปริมาณฟางที่มากกว่านี้จะต้องมีการจัดการไถกลบให้เหมาะสม เช่น ต้องมีระยะเวลาให้ฟางที่ไถกลบเน่าเปื่อยก่อนจึงหว่านข้าวได้ เป็นต้น

2. ผลของการจัดการฟางวิธีต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว และธาตุอาหารในเมล็ด และฟางข้าว

2.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

การจัดการฟาง โดยการเผาฟางก่อนการเตรียมดิน การไถกลบฟางข้าวก่อนการเตรียมดิน (การเตรียมดินแบบปกติ) การเอาฟางออกจากแปลงก่อนการเตรียมดิน และการเตรียมดินแบบลดการไถพรวน โดยทั่วไปไม่มีผลต่อจำนวนต้นข้าวที่ข้าวอายุ 15 วัน และที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งฤดูนาปรังและนาปี (Table 3 และ 4)

2.2 ปริมาณของธาตุอาหาร N, P และ K ในเมล็ดและฟางข้าว

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ในเมล็ดและฟางข้าว พบว่า ปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ในเมล็ดและฟางข้าวในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ในเมล็ดเฉลี่ยจาก 4 ฤดูปลูกเท่ากับ 9.7 2.1 และ 1.9 กก. N, P_2O_5 และ K_2O/ตันเมล็ด ตามลำดับ และในฟางเฉลี่ยจาก 4 ฤดูปลูกเท่ากับ 5.6 1.5 และ 15.2 กก. N, P_2O_5 และ K_2O/ตันฟาง ตามลำดับ (Table 5, 6 และ 7)

จากการทดลองการจัดการฟางทั้ง 4 วิธี ดังกล่าวข้างต้น ทั้ง 4 ฤดูปลูก ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว สอดคล้องกับการทดลองของ พิสิฐ และคณะ (2545) ที่พบว่าการปลูกข้าวน้ำลึกโดยไม่เผาฟาง ไม่ไถพรวน และปลูกแบบเผาฟาง ไถพรวน ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ซึ่งนิตยา และคณะ (2549) ก็รายงานว่า การจัดการฟางโดยการเผาฟาง เอาฟางออก ไถกลบฟางก่อนการเตรียมดินและการเตรียมดินแบบลดการไถพรวน ไม่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกันเช่นกัน

3. ผลของระยะเวลาการหมักฟางหลังจากการไถกลบลงดินต่อผลผลิตข้าว

ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ฤดูนาปรัง 2549 การไถกลบฟางอัตรา 800 กก./ไร่ พบว่า ผลผลิตข้าวจากทุกระยะเวลาการหมักฟางไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากข้าวในระยะแรกของการเจริญเติบโต โดยระยะเวลาการหมักฟางหลังจากไถกลบลงดิน 0 และ 7 วัน รากข้าวมีลักษณะเป็นกระจุก มีสีดำ สีดำปนน้ำตาล และมีรากแตกออกมาใหม่น้อย แต่เมื่อมีระยะเวลาการหมักฟางนานขึ้นเป็น 14 และ 21 วัน รากข้าวมีสีขาว ยาว และอวบ ส่วนในฤดูนาปรัง 2550 ไถกลบฟางข้าวอัตรา 1,200 กก./ไร่ พบว่า ผลผลิตข้าวจากทุกระยะเวลาการหมักฟางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และฤดูนาปี 2550 ไถกลบฟางข้าวอัตรา 1,200 กก./ไร่ พบว่า การหมักฟางที่ระยะ 0 และ 7 วัน ข้าวให้ผลผลิตต่ำกว่าการหมักฟางที่ระยะ 14 21 และ 28 วัน ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในฤดูนาปีการไถกลบฟางข้าวอัตรา 1,200-1,800 กก./ไร่ พบว่า การหมักฟางที่ระยะ 0 7 และ 14 วัน ข้าวให้ผลผลิตต่ำกว่าการหมักฟางที่ระยะ 21 และ 28 วัน (Table 8)

สรุปผลการทดลอง

1. การไถกลบฟางข้าวอัตรา 0-800 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกและผลผลิตข้าว แต่การไถกลบฟางข้าวในที่อัตรา 1,200 และ 1,600 กก./ไร่ มีแนวโน้มทำให้จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่อายุข้าว 15 วัน หลังหว่านข้าวลดลง และการไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 และ 2,400 กก./ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรก โดยมีผลทำให้จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่อายุข้าว 15 วัน หลังหว่านข้าวและผลผลิตข้าวลดลง

2. การจัดการฟางทั้ง 4 วิธี คือ การเผาฟางก่อนการเตรียมดิน การเอาฟางออกจากแปลงก่อนการเตรียมดิน การเตรียมดินแบบปกติ และการเตรียมดินแบบลดการไถพรวน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว

3. ระยะเวลาการหมักฟางหลังจากไถกลบลงดิน 0-21 วัน ก่อนหว่านข้าว ในกรณีที่มีฟางอัตรา 800 กก./

Bureau of Rice Research and Development

Table 5 Nitrogen content in straw and grain as affected by straw management at Pathum Thani Rice Research Center during 2006-2007

Treatment	Nitrogen content in straw (kg N/ton)				Nitrogen content in grain (kg N/ton)			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
T_1	5.8 a	6.1 a	6.4 a	6.1	10.0 a	8.3 a	9.9 a	9.4
T_2	5.5 a	4.7 a	5.2 a	5.1	10.5 a	9.0 a	10.0 a	9.8
T_3	5.8 a	5.3 a	6.6 a	5.9	10.7 a	9.1 a	9.1 a	9.6
T_4	5.5 a	4.3 a	6.0 a	5.3	11.2 a	9.2 a	10.0 a	10.1
Average	5.7	5.1	6.1	5.6	10.6	8.8	9.8	9.7
CV (%)	14.4	23.3	19.3	-	4.6	14.6	15.8	-

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

T_1 = straw burning T_2 = straw incorporation T_3 = straw removing

T_4 = minimum tillage DS = dry season WS = wet season

Table 6 Phosphorus content in straw and grain as affected by straw management at Pathum Thani Rice Research Center during 2006-2007

Treatment	Phosphorus content in straw (kg P_2O_5/ton)				Phosphorus content in grain (kg P_2O_5/ton)			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
T_1	1.9 a	1.6 a	2.0 a	1.5	2.1 a	2.6 a	2.0 a	2.2
T_2	1.1 a	1.4 a	2.0 a	1.5	1.9 a	2.1 a	2.0 a	2.0
T_3	1.0 a	1.4 a	2.1 a	1.5	2.2 a	2.3 a	1.7 b	2.1
T_4	0.9 a	1.6 a	1.9 a	1.5	1.7 a	2.5 a	1.7 b	2.0
Average	1.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.4	1.9	2.1
CV (%)	14.9	13.1	15.4	-	13.2	14.6	16.5	-

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

T_1 = straw burning T_2 = straw incorporation T_3 = straw removing

T_4 = minimum tillage DS = dry season WS = wet season

Bureau of Rice Research and Development

Table 7 Potassium content in straw and grain as affected by straw management at Pathum Thani Rice Research Center during 2006-2007

Treatment	Potassium content in straw ($kg K_2O$/ton)				Potassium content in grain ($kg K_2O$/ton)			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
T_1	17.4 a	18.9 a	10.1 b	15.5	2.8 a	2.2 a	1.8 a	2.3
T_2	15.4 a	18.4 a	12.0 a	15.3	2.1 a	1.8 a	1.7 b	1.9
T_3	16.5 a	19.0 a	12.9 a	16.1	2.6 a	1.7 a	1.6 b	2.0
T_4	14.7 a	14.3 a	13.6 a	14.2	1.8 a	2.1 a	1.8 a	1.9
Average	15.8	17.6	12.1	15.2	2.2	1.9	1.7	1.9
CV (%)	11.5	20.4	8.9	-	23.0	23.3	21.1	-

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

T_1 = straw burning T_2 = straw incorporation T_3 = straw removing

T_4 = minimum tillage DS = dry season WS = wet season

Table 8 Yield of SPR1 as affected by period of straw incorporation at Pathum Thani Rice Research Center (PTTRRC) and Suphan Buri Rice Research Center (SPRRRC) during 2006-2007

Straw incorporation period (days)	Yield (kg/rai)							
	PTTRRC				SPRRRC			
	2006		2007		2006		2007	
	DS	WS	DS	WS	DS	WS	DS	WS
0	811 a	-	665 a	698 b	-	727 b	-	797 b
7	761 a	-	607 a	610 b	-	785 b	-	808 b
14	747 a	-	642 a	915 a	-	730 b	-	850 ab
21	756 a	-	647 a	953 a	-	969 a	-	818 a
28	-	-	679 a	878 a	-	911 a	-	871 ab
Average	769	-	648	811	-	824	-	829
CV (%)	15.6	-	15.6	9.0	-	8.13	-	7.61

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

DS = dry season WS = wet season

Bureau of Rice Research and Development

ไร่ ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าว แต่เมื่อเพิ่มปริมาณฟาง-ในการไถกลบ เป็น 1,200-1,800 กก./ไร่ และหมักฟางในระยะ 0-14 วัน ผลผลิตของข้าวน้อยกว่าการหมักฟางที่ระยะ 21-28 วัน

เอกสารอ้างอิง

คมสัน นครศรี, ประสาน วงศาโรจน์ และสำราญ อินแถลง. 2545. อัตราเมล็ดพันธุ์และฟางข้าวใช้คลุมดินต่อการควบคุมวัชพืชและผลผลิตข้าวของนาหว่านข้าวแห้งโดยไม่เตรียมดิน.หน้า 201-211. *ใน* : การประชุมวิชาการประจำปี 2545, 28 กุมภาพันธุ์ - 1 มีนาคม 2545 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี.

นิตยา รื่นสุข, กัญญา เชื้อพันธุ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน และวาสนา อินแถลง. 2547. เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมของข้าวหอมไม่ไวต่อช่วงแสงพันธุ์ดี. หน้า 44-110. *ใน* : เอกสารประกอบการนำเสนอผลงานในการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาสู่ความปลอดภัยทางอาหาร. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร วันที่ 10-11 มีนาคม 2547 โรงแรมสองพันบุรี อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี.

นิตยา รื่นสุข, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และวาสนา อินแถลง. 2549. ผลของการจัดการฟางต่อการสะสมธาตุเหล็กในเมล็ด. รายงานผลงานปี 2549 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

พิสิฐ พรหมนารท, นิวัติ เจริญศิลป์, พีระ ดุงสูงเนิน และนิพนธ์ กรอบเพชร. 2545. การวิจัยด้านปรับปรุงการผลิตข้าวน้ำลึกแบบไม่ไถพรวน. หน้า 255-259. *ใน* : การประชุมวิชาการประจำปี 2545, 28 กุมภาพันธุ์ - 1 มีนาคม 2545. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี.

ทัศนีย์ อัตตนันท์. 2543. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 365 หน้า.

Broadbent. F. E. 1979. Minerization of organic nitrogen in paddy soil. pp. 105-118. *In*: Nitrogen and Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Fairhurst, T. and C. Witt. 2002. Rice - A Practical Guide to Nutrient Management. Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI). 89p.

Ponnamperuma, F.N. 1984. Straw as a source of nutrients for wetland rice. pp. 117-135. *In*: Organic Matter and Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Gao, S., K.K. Tanji and S.C. Scardaci. 2004. Impact of straw incorporation on soil redox staus and sulfide toxicity. Agron. J. 96 : 70-76.

Yoshida, S. 1981. Fundamental of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. 269 p.

Bureau of Rice Research and Development

การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวสุพรรณบุรี 1 ปลูกแบบหว่านน้ำตม

Using Leaf Color Chart for N Fertilizer Management in Broadcast Wet-Seeded Rice, SPR1

สุรพล จัตุพร[1] อมรรัตน์ อินทร์มั่น[1] วลัยพร แสนวงศ์[2] นิตยา รื่นสุข[3]

Surapol Chatuporn[1] Amornrat Intrman[1] Walaiporn Sanvong[2] Nittaya Ruensuk[3]

Abstract

Two methods of nitrogen management of broadcast wet-seeded rice in SPR1 with Leaf Color Chart (LCC) had been demonstrated compared with farmer fertilizer's practice in 6 farmer fields in Suphan Buri province during dry and wet season, 2003. The results showed that LCC produced yield of 605 and 616 kg/rai whereas farmers' practice produced only 594 kg/rai and also consumed 28-48% less N fertilizer and gained more yield per nitrogen unit than those of farmers' practice. Moreover, LCC took only 3.80 baht/kg of total fertilizer input cost and gained 602-614 baht of net benefit whereas the farmers' practice needed 4.20 baht/kg and gave only 363.50 baht net benefit. Thus, nitrogen management with LCC reduces a lot of input cost and imported urea fertilizer.

Keywords : Leaf Color Chart (LCC), nitrogen management, SPR1, broadcast wet-seeded rice, cost, yield

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นเทียบสีใบเพื่อจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในนาเกษตรกร จ.สุพรรณบุรี ทั้งฤดูนาปรังและนาปี 2546 2 กรรมวิธีทดสอบ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร พบว่ากรรมวิธีการใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลตรงตามความต้องการปุ๋ยจริงของต้นข้าวซึ่งสอดคล้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้ง 2 กรรมวิธี จึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงกว่าเกษตรกร โดยกรรมวิธีทดสอบที่ 1 และ 2 ได้ผลผลิตข้าว 605 และ 616 กก./ไร่ ขณะที่แปลงของเกษตรกรได้ผลผลิต 594 กก./ไร่ และลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ได้ร้อยละ 28-48 เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่า สำหรับต้นทุนการผลิต และรายได้ เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนผันแปรใกล้เคียงกัน แต่มีรายจ่ายเป็นค่าปุ๋ยเคมีสูงกว่ากรรมวิธีทดสอบ กล่าวคือ ต้นทุนการผลิตในกรรมวิธีทดสอบข้าวทั้ง 2 กรรมวิธี คือ 3.80 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. คิดเป็นรายได้สุทธิ 602 - 614 บาท/ไร่ ส่วนของเกษตรกรมีต้นทุนการผลิต 4.20 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. คิดเป็นรายได้สุทธิเพียง 363.50 บาท/ไร่ ดังนั้น การใช้แผ่นเทียบสีจัดการปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้เกษตรกรทำนาเขตชลประทาน สามารถลดการใช้ปุ๋ยยูเรียในการผลิตข้าวได้มากทั้งปริมาณและมูลค่า

คำสำคัญ : แผ่นเทียบสีใบข้าว การจัดการธาตุไนโตรเจน สุพรรณบุรี 1 นาหว่านน้ำตม ต้นทุน ผลผลิต

1) ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 0-3555-5276
Suphan Buri Rice Research Center, Mueang, Suphan Buri 72000, Tel. 0-3555-5276

2) ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อ.เมือง จ.แพร่ 54000 โทรศัพท์ 0-5452-1726
Phrae Rice Research Center, Mueang, Phrae 54000, Tel. 0-5452-1726

3) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688-9
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 72000, Tel. 0-2577-1688-9

Bureau of Rice Research and Development

คำนำ

เกษตรกรภาคกลาง นิยมปลูกข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงที่ให้ผลผลิตสูง โดยวิธีหว่านน้ำตมที่มีรอบการผลิตค่อนข้างเร็วไม่ต้องเป็นไปตามฤดูกาล และใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณมากในแต่ละฤดูปลูก ส่วนใหญ่มักจะใช้ปุ๋ยสูงกว่าคำแนะนำ (สุรพล และ วิชัย, 2540) คำแนะนำการใส่ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรปฏิบัติอาจมีประสิทธิภาพดีในบางพื้นที่และไม่ดีในบางพื้นที่ จึงไม่สามารถใช้แนะนำได้ทั่วไปในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในพื้นที่นาแถบเอเชียที่มีปริมาณธาตุอาหารแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน (Dobermann and White,1999) ดังนั้น การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลายๆ ครั้งในระยะที่ข้าวมีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนจริง มีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่สอดคล้องกับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแหล่งปลูก ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนและเพิ่มผลผลิตข้าว (Olk *et al.*, 1999) โดยอาศัยเครื่องมือวัดความเข้มของสีใบช่วยตัดสินใจใส่ปุ๋ยแต่งหน้าให้แก่ต้นข้าวในระยะเวลาและอัตราที่ถูกต้อง เป็นการบูรณาการกลวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสาน เพื่อยกระดับโภชนาการของพืช ลดปริมาณปุ๋ย และช่วยลดต้นทุนการผลิตด้วย

การใช้เครื่องมือวัดความเข้มของสีใบที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์มิเตอร์ สามารถประเมินความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและใส่ปุ๋ยได้ตรงกับความต้องการของข้าว การสร้างคลอโรฟิลล์ขึ้นกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืชนั้น ค่าความเข้มของสีเขียวที่วัดได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่า weight-base leaf N concentration ในทุกระยะการเจริญเติบโต (Peterson *et al.*,1993) อย่างไรก็ดี ยังมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์กับความเข้มของสีใบที่วัดได้ โดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด เป็นต้น ซึ่งสามารถขจัดได้โดยการปรับให้ได้มาตรฐาน (calibrate) เครื่องมือทุกครั้งก่อนวัด ก็จะวัดค่าความเข้มของสีใบได้อย่างละเอียด กำหนดความต้องการธาตุอาหารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ แต่เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ มีราคาแพงจึงไม่เหมาะสมที่เกษตรกรจะนำไปใช้ในไร่นา การพัฒนาอุปกรณ์วัดสีใบที่มีราคาไม่แพงและสะดวกในการใช้งาน คือ แผ่นเทียบสีใบข้าว ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดสีใบข้าวที่มีราคาถูก (Furuya,1976) เพื่อนำแผ่นเทียบสีใบข้าวไปประยุกต์ใช้แทนคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่มีราคาแพง มาจัดการปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวนาชลประทานภาคกลาง จะทำให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้ปุ๋ยและลดต้นทุนการผลิตข้าวได้

สุรพล และคณะ (2547) ทำการทดลองใช้แผ่นเทียบสีใบควบคู่ไปกับคลอโรฟิลล์มิเตอร์ เพื่อจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าว 2 พันธุ์ คือ สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ในนาดินเหนียวชุดสระบุรี โดยเริ่มวัดสีใบตั้งแต่ข้าวมีอายุ 21-69 วัน รวม 13 ครั้ง พบว่า ความเข้มของสีใบข้าวที่วัดได้จากอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์กันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่เพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรง จึงสามารถนำแผ่นเทียบสีใบข้าวที่ใช้ง่ายและมีราคาถูกใช้แทนคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่มีราคาแพง นอกจากนี้ พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีใบข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ตลอดระยะการเจริญเติบโต ข้าวไม่สามารถตอบสนองต่อความเข้มของสีใบได้มากกว่า 32.0 เมื่อวัดสีใบด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ ถ้าความเข้มของสีใบมีค่าต่ำกว่า 30.0 ข้าวก็จะแสดงอาการขาดปุ๋ยไนโตรเจน และเมื่อนำค่าความเข้มของสีใบข้าวที่วัดจากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่มีค่าละเอียด มาจัดกลุ่มร่วมกับข้อมูลค่าความเข้มสีใบข้าว ที่วัดจากแผ่นเทียบสีใบข้าวที่มีค่าหยาบ พบว่า มีค่าความเข้มระหว่าง 3.0-4.0 เมื่อวัดสีใบด้วยแผ่นเทียบสี และหากการวัดสีใบข้าวมีค่าต่ำกว่า 3.0 ซึ่งเป็นค่าวิกฤต ก็ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า

การลดลงของสีใบข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ใกล้เคียงกัน ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรกในอัตราเดียวกันเมื่อข้าวมีอายุ 15 วัน พบว่า ใบข้าวมีค่าความเข้มลดลงอย่างรวดเร็วในระยะ 7 วันหลังการใส่ปุ๋ย ในฤดูนาปรังข้าวทั้ง 2 พันธุ์ สีลดลงโดยเฉลี่ย 3 ครั้ง คือ ระยะ 25 40 และ 55 วัน หลังหว่านข้าว และให้ผลคลาดเคลื่อนเล็กน้อยเมื่อทดลองซ้ำในฤดูนาปี โดยมีอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมเท่ากันระหว่าง 12-15 กก.N/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยที่กำหนดเวลาแน่นอน ในอัตราใกล้เคียง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าความเข้มของสีใบข้าวที่ตรงกับความต้องการของต้นข้าว สามารถลดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ประมาณ 3 กก.N/ไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ

Bureau of Rice Research and Development

ข้าวทั้งสองพันธุ์ดังกล่าว สามารถคงความเข้มของสีเขียวภายหลังการใส่ปุ๋ยได้ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่แต่ละครั้ง ในฤดูนาปรังการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 3 กก.N/ไร่ ข้าวยังคงความเข้มของสีใบไว้ได้นาน 15-20 วัน และคงความเข้มของสีใบได้นานขึ้นเป็น 20-25 วัน ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 6 กก.N/ไร่ ส่วนในฤดูนาปีข้าวทั้งสองพันธุ์ ความเข้มของสีใบจะคงค่าได้น้อยกว่าฤดูนาปรัง ที่ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ยตามค่าความเข้มของสีใบให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยแบบมีกำหนดเวลาแน่นอน แต่สามารถลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวเปลือกต่อหน่วยไนโตรเจนสูงกว่า

สุรพล และคณะ (2547) ทดลองใช้แผ่นเทียบสีจัดการปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม พบว่า ความเข้มของสีเขียวบนใบข้าวที่อ่านค่าได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 30.0 เทียบเท่ากับค่าที่อ่านได้จากแผ่นเทียบสีที่ได้เฉลี่ยเท่ากับ 3.0 และในฤดูนาปรังการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าให้กับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในอัตราครั้งละ 3 กก.N/ไร่ ข้าวสามารถรักษาระดับความเข้มของสีใบได้ประมาณ 3 สัปดาห์ โดยอ่านค่าความเข้มของสีใบได้สูงกว่า 3.0 (LCC) และข้าวสามารถรักษาความเข้มของสีเขียวบนใบได้นานประมาณ 4 สัปดาห์ ถ้าใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในอัตรา 6 กก.N/ไร่ ในฤดูนาปี ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สามารถรักษาความเข้มของสีใบไว้ได้น้อยกว่าฤดูนาปรังที่ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากัน เนื่องจากฤดูนาปีสภาพทั่ว ๆ ไปไม่เอื้ออำนวยให้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการทดลองดังกล่าวจึงได้ประยุกต์วิธีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนกับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยวิธีการหว่านน้ำตม อัตราเมล็ดพันธุ์หนาแน่น เพื่อนำไปทดสอบในนาเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดสอบแบบ observation trial มี 2 กรรมวิธี ขนาดพื้นที่กรรมวิธีละ 1 ไร่ จำนวน 6 แปลงทดสอบเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร

คัดเลือกเกษตรกรที่สนใจและให้ความร่วมมือดีในเขตอำเภอเมือง จ.สุพรรณบุรี 6 แห่ง คือ ที่ ต.ดอนกำยาน 2 แห่ง และที่ ต.พิหารแดง ต.โพธิ์พระยา ต.บ้านโพธิ์ ต.ดอนโพธิ์ทอง ตำบลละ 1 แห่ง เกษตรกรทุกรายปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวิธีหว่านน้ำตมและใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตรา 25-30 กก./ไร่

ฤดูนาปรัง

- *กรรมวิธีที่ 1* เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรกในอัตรา 3-6-0 กก. (N-P_2O_5- K_2O)/ไร่ หลังจากนั้นเมื่อข้าวมีอายุได้ 30 50 และ 70 วัน วัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบ ถ้าค่าความเข้มสีใบที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 หรือน้อยกว่า ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 3 กก.N/ไร่
- *กรรมวิธีที่ 2* เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรกในอัตรา 3-6-0 กก. (N-P_2O_5-K_2O)/ไร่ หลังจากนั้นเมื่อข้าวมีอายุได้ 30 และ 60 วัน วัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบ ถ้าค่าความเข้มสีใบที่วัดได้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.0 หรือน้อยกว่า ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 6 กก.N/ไร่

ฤดูนาปี

- *กรรมวิธีที่ 1* เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรกในอัตรา 3-6-0 กก. (N-P_2O_5-K_2O)/ไร่ หลังจากนั้นเมื่อข้าวมีอายุได้ 25 40 และ 55 วัน วัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบ ถ้าค่าความเข้มสีใบที่วัดได้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.0 หรือน้อยกว่า ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 3 กก.N/ไร่
- *กรรมวิธีที่ 2* เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรกในอัตรา 3-6-0 กก. (N-P_2O_5-K_2O)/ไร่ หลังจากนั้นเมื่อข้าวมีอายุได้ 25 และ 50 วัน วัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบ ถ้าค่าความเข้มสีใบที่วัดได้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.0 หรือน้อยกว่า ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 6 กก.N/ไร่

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลอง พบว่า ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงทดสอบทั้ง 6 แห่ง มีความแตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 1

1. ความเข้มของสีใบข้าวที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงของสีใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่มี

Bureau of Rice Research and Development

Table 1 Soil analysis of the farmer's paddy field at Amphoe Mueang, Suphan Buri province in dry season and wet season, 2003

Farmer No.	Tambol	pH (1:1)	Total N (%)	OM[1/] (%)	Available P[2/] (ppm)	Extractable K[3/] (ppm)
1	Don Kamyan	5.82	0.14	0.75	32	87
2	Pho Phraya	5.82	0.16	2.21	74	41
3	Phiharn Dang	5.75	0.07	1.48	11	114
4	Don Phothong	5.95	0.08	1.55	57	87
5	Don Kamyan	6.04	0.14	2.88	17	60
6	Ban Pho	5.70	0.11	2.31	12	58

Data Source : Phatum Thani Rice Research Center (2003)

Remark: [1/]Organic matter (OM) (%) Low = < 1.5 Medium = 1.5 - 3.5 High = > 3.5

[2/]Available P (ppm) Low = < 10 Medium = 10 - 20 High = > 20

[3/]Extractable K (ppm) Low = < 60 Medium = 60-90 High = > 90

วิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน และมีวิธีการวัดสีใบตามเทคนิคการวัดสีใบที่อธิบายโดย Balasubramanian and Molales (2000) การดูแลรักษาข้าวทั่วไปคล้ายกับเกษตรกร

ฤดูนาปรัง หลังการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกในอัตราเท่ากันทั้ง 2 กรรมวิธี คือ อัตรา 3-6-0 กก. ($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)/ไร่ เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน วัดสีใบด้วยแผ่นเทียบสี ทั้ง 2 กรรมวิธีเฉลี่ยทุกแปลงทดสอบมีค่าความเข้มของสีใบข้าวสูงกว่า 3.0 ส่วนกรรมวิธีของเกษตรกรที่มีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกแตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบเฉลี่ยจากทุกแปลงสูงกว่า 3.0 เช่นเดียวกัน และเป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าความเข้มของสีใบที่วัดได้จากแปลงเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูงจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 3.0 ทุกระยะการเจริญเติบโตที่ทำการวัดความเข้มของสีใบข้าว (Table 2)

กรรมวิธีที่ 1 หลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน จากการวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบทุกแปลงทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.06 จึงยังไม่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในระยะนี้ และเมื่อทำการวัดสีใบข้าวเมื่อข้าวมีอายุ 50 วัน พบว่า ค่าความเข้มของสีใบข้าวจากทุกแปลงทดสอบมีค่าเฉลี่ย 2.85 จึงใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 3 กก.N/ไร่ โดยเป็นช่วงที่ตรงกับระยะการกำเนิดช่อดอก แต่เมื่อทำการวัดสีใบข้าวอีกครั้งหนึ่งในระยะ 70 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกแปลงทดสอบยังคงมีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบข้าวสูงกว่า 3.0 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6-6-0 กก.($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)/ไร่ ตลอดฤดูปลูก ค่าใช้จ่ายปุ๋ย 235 บาท/ไร่ (Table 2 และ 3)

กรรมวิธีที่ 2 หลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน จากการวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบทุกแปลงทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.19 จึงยังไม่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในระยะนี้ และเมื่อทำการวัดสีใบข้าวเมื่อข้าวมีอายุ 50 วัน พบว่า ค่าความเข้มของสีใบข้าวจากทุกแปลงทดสอบมีค่าเฉลี่ย 2.95 จึงใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 6 กก.N/ไร่ ซึ่งเป็นช่วงที่ตรงกับระยะการกำเนิดช่อดอก การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9-6-0 กก. ($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)/ไร่ ตลอดฤดูปลูก ค่าใช้ปุ๋ย 268 บาท/ไร่ (Table 2 และ 3)

ฤดูนาปี ผลการทดลองในฤดูนาปีแตกต่างไปจากฤดูนาปรัง ภายหลังการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกในอัตราเท่ากันทั้ง 2 กรรมวิธี คือ อัตรา 3-6-0 กก. ($N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)/ไร่ เมื่อข้าวมีอายุได้ 30 วัน วัดความเข้มของสีใบด้วยแผ่นเทียบสี ทั้ง 2 กรรมวิธีจากทุกแปลงทดสอบมีค่าความเข้มของสีใบข้าวเฉลี่ยต่ำกว่า 3.0 (2.86-2.89) อาจเนื่องจากประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูร้อน ส่วนกรรมวิธีของเกษตรกรที่มีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกแตกต่างกัน ความเข้มของสีใบเฉลี่ยจากทุกแปลงสูงกว่า 3.0 และเป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าความเข้มของสีใบที่วัดได้จากแปลงเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 3.0 ทุกระยะการเจริญเติบโตเช่นเดียวกันกับฤดูนาปรัง (Table 2)

กรรมวิธีที่ 1 หลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน จากการวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบทุกแปลงทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.86 จึงต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่ง

Bureau of Rice Research and Development

Table 2 Average LCC value of Suphanburi 1 at 30, 50, 60 and 70 days after broadcasting in the farmer's field at Suphan Buri in dry season and wet season, 2003

Farmer No.	Treatment	Dry season (DAB)[1/]				Wet season (DAB)[1/]			
		30	50	60	70	20	45	50	55
1	T_1	3.05	2.95	-	3.10	2.90	2.80	-	32.00
	T_2	3.20	-	2.05	-	2.90	-	3.05	-
	T_3	3.25	3.05	4.05	3.20	3.10	2.60	2.70	3.15
2	T_1	3.40	2.80	-	3.30	2.85	2.90	-	3.15
	T_2	3.60	-	2.75	-	2.90	-	2.95	-
	T_3	3.75	3.75	3.20	3.10	2.85	3.50	3.05	3.20
3	T_1	2.75	2.80	-	3.20	2.85	3.10	-	2.55
	T_2	2.90	-	3.40	-	2.85	-	3.10	-
	T_3	2.55	3.25	2.75	3.30	3.25	3.45	3.65	3.40
4	T_1	2.95	2.95	-	3.10	2.85	2.95	-	3.05
	T_2	2.90	-	3.15	-	2.95	-	2.95	-
	T_3	2.55	3.25	2.75	3.00	3.25	3.50	3.15	3.50
5	T_1	3.10	2.60	-	3.10	2.80	3.50	-	2.50
	T_2	3.50	-	2.65	-	2.90	-	3.00	-
	T_3	2.90	3.20	2.90	3.30	2.95	2.35	3.20	3.05
6	T_1	3.10	3.00	-	3.20	2.90	2.95	-	3.05
	T_2	3.05	-	2.80	-	2.85	-	2.85	-
	T_3	3.15	3.03	3.14	3.20	3.15	3.07	3.11	3.25
Average	T_1	3.06	2.85	-	3.16	2.86	3.03	-	2.92
	T_2	3.19	-	2.95	-	2.89	-	2.98	-
	T_3	3.07	3.03	3.14	3.20	3.15	3.07	3.11	3.25

[1/] DAB = Day after broadcasting

T_1 = LCC $\leq$ 3.0 apply 3 kgN/rai in each time, T_2 = LCC $\leq$ 3.0 apply 6 kgN/rai in each time

T_3 = Farmer's practice

หน้าในระยะนี้ ในอัตรา 6 กก.N/ไร่ และเมื่อทำการวัดสีใบข้าวเมื่อข้าวมีอายุ 45 วัน พบว่า ค่าความเข้มของสีใบข้าวจากทุกแปลงทดสอบมีค่าเฉลี่ย 3.03 จึงยังไม่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า แต่เมื่อทำการวัดสีใบข้าวอีกครั้งหนึ่งในระยะ 55-60 วันหลังหว่านข้าว ซึ่งเป็นช่วงที่ตรงกับระยะการกำเนิดช่อดอก พบว่า ทุกแปลงทดสอบยังคงมีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบข้าวต่ำกว่า 3.0 (2.92) ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 3 กก.N/ไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 9-6-0 กก. (N - P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ตลอดฤดูปลูก ค่าใช้จ่ายปุ๋ย 268 บาท/ไร่ (Table 2 และ 3)

กรรมวิธีที่ 2 หลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อข้าวมีอายุได้ 30 วัน จากการวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบทุกแปลงทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ย 2.89 จึงต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในระยะนี้ ในอัตรา 6 กก.N/ไร่ และเมื่อทำการวัดสีใบข้าวเมื่อข้าวมีอายุ 50 วัน พบว่า ค่าความเข้มของสีใบข้าวมีค่าเฉลี่ยจากทุกแปลงทดสอบมีค่าเฉลี่ย 2.98 จึงใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้าในอัตรา 6 กก.N/ไร่ ซึ่งเป็นช่วงที่ตรงกับระยะการกำเนิดช่อดอก การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรวมทั้งหมด 12-6-0 กก. (N- P_2O_5 - K_2O)/ไร่ ตลอดฤดูปลูก ค่าใช้จ่ายปุ๋ย 318 บาท/ไร่ (Table 2 และ 3)

Bureau of Rice Research and Development

Table 3 Fertilizer application in the farmer's field at Suphan Buri in dry season and wet season, 2003

Farmer No.	Treatment	Dry season		Wet season		Average	
		Fertilizer rate (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)	Fertilizer cost (baht/rai)	Fertilizer rate (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)	Fertilizer cost (baht/rai)	Fertilizer rate (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)	Fertilizer cost (baht/rai)
1	T_1	6-6-0	218	9-6-0	268	7.4-6.0	243
	T_2	9-6-0	268	9-6-0	268	9-6-0	268
	T_3	16.5-8.3-0	433	14-6-0	320	23.5-21.3-0	376.5
2	T_1	6-0-0	218	9-6-0	268	7.5-3-0	243
	T_2	9-6-0	268	15-6-0	368	14-6-0	318
	T_3	13.8-7.4-0	367	13.8-7.1-0	336	13.8-10.9-0	351.5
3	T_1	6-0-0	218	9-6-0	268	7.5-3-0	243
	T_2	9-6-0	268	9-6-0	268	9-6-0	268
	T_3	19-6-0	437	18.6-6-0	390	28.3-6-0	413.5
4	T_1	6-0-0	218	9-6-0	268	7.5-3-0	243
	T_2	9-6-01	268	15-6-0	268	12-6-0	268
	T_3	3.7-6.0	810	18.6-6-0	875	25.4-6-0	842.5
5	T_1	6-0-0	218	9-6-0	268	7.5-3-0	243
	T_2	9-6-0	268	9-6-0	268	9-6-0	268
	T_3	3.5-0-0	172	13.8-0-0	362	15.5-0-0	267
6	T_1	6-0-0	218	9-6-0	268	7.5-3-0	243
	T_2	9-6-0	268	15-6-0	368	12-6-0	318
	T_3	12.4-4-0	284	17.8-10.8-0	463	21.3-7.4-0	373.5
Average	T_1	6-6.7-0	235	9-6-0	268	7.5-6.3-0	251.5
	T_2	9-6.7-0	268	12-6-0	318	10.5-6.5-0	293
	T_3	13.2-5.3-0	417	16-6-0	458	14.6-5.6-0	437.5

Fertilizer price in 2003

T_1 : Urea (46-0-0) = 16.74 baht/kg N T_2 : Triple super phosphate (0-46-0) = 19.56 baht/kg P

T_3 : Farmer's practice from the farmer record

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ทั้ง 2 ฤดูกาล จากการตรวจสอบสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีใบไม่ว่าจะเป็นช่วงระยะเวลาใด พบว่า ทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบสูงกว่า 3.0 เนื่องจากเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในแปลงอย่างต่อเนื่องและใช้ในปริมาณมาก โดยเฉลี่ยทุกแปลงใช้อัตรา 13.2 กก.N/ไร่ ในฤดูนาปรัง และ 16 กก.N/ไร่ ในฤดูนาปี ทำให้การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรมีต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีสูงกว่า โดยเฉลี่ยจากทุกแปลงทดสอบ 417 บาท/ไร่ ในฤดูนาปรัง และ 458 บาท/ไร่ ในฤดูนาปี (Table 3)

2. ผลผลิตข้าวที่ใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

ผลผลิตข้าวทั้ง 2 ฤดูกาล ในภาพรวม ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันระหว่าง 2 กรรมวิธีทดสอบ (605 และ 616 กก./ไร่) แต่มีแนวโน้มสูงกว่าของเกษตรกรซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 594 กก./ไร่ ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ กรรมวิธีที่ 1 ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ 6 กก.N/ไร่ ในฤดูนาปรัง และ 9 กก.N./ไร่ ในฤดูนาปี ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่า คือ 9 กก.N/ไร่ในฤดูนาปรัง และ 12 กก.N/ไร่ ในฤดูนาปี ซึ่งการใช้ปุ๋ยในฤดูนาปีมี

Bureau of Rice Research and Development

Table 4 Efficiency of fertilizer application of Suphanburi 1 at Suphan Buri in dry season and wet season, 2003

Treatment	Dry season 2003[3/]			Wet season 2003[3/]			Average			Decreasing of	
	Yield (kg/rai)	N rate (kg/rai)	PFP_N[5/] (kg)	Yield (kg/rai)	N rate (kg/rai)	PFP_N[5/] (kg)	Yield (kg/rai)	N rate (kg/rai)	PFP_N[5/] (kg)	N rate (%)	N cost (%)
1[1/]	581	6	96.8	628	9	70.0	605	7.5	80.6	48.63	42.51
2[2/]	582	9	58.2	649	12	43.3	616	10.5	58.7	28.1	33.03
Farmer's practice[4/]	591	13.2	45.0	597	16	37.3	594	14.6	40.7	0	0
SD	5.5	3.6	27.0	26.2	3.5	17.4	11.0	3.6	21.0	0	0

[1/] Treatment 1 = LCC ≤ 3.0 apply 3 kgN/rai in each time

[2/] Treatment 2 = LCC ≤ 3.0 apply 6 kgN/rai in each time

[3/] Average grain yield and nitrogen rate from every location

[4/] Average nitrogen rate of farmer's practice from every location

[5/] PFP_N = Grain yield (kg/rai)/nitrogen rate (kg/N)

ประสิทธิภาพต่ำกว่า ส่วนในแปลงที่ใช้ปุ๋ยตามแบบเกษตรกร โดยเกษตรกรแต่ละรายใส่ปุ๋ยเคมีตามความพอใจ ในฤดูนาปรังเกษตรกรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 13.2 กก.N/ไร่ ส่วนในฤดูนาปี ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 16.0 กก.N/ไร่ เฉลี่ย ทั้ง 2 ฤดูปลูก เกษตรกรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 14.6 กก.N/ไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีทดสอบกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.5 และ 10.5 กก.N/ไร่ ตามลำดับ (เฉลี่ย 9 กก.N/ไร่) การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจึงสามารถลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนได้ร้อยละ 48.6 และ 28.1 ตามลำดับ (เฉลี่ยร้อยละ 38.3) แต่ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างกับเกษตรกร ทำให้ลดต้นทุนค่าปุ๋ยได้เฉลี่ยร้อยละ 37.8 (Table 4)

ดังนั้น หากเกษตรกรทำนาชลประทานภาคกลางซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 12 ล้านไร่ และนำเอาแผ่นเทียบสีใบไปช่วยตัดสินใจใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จะสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 38.3 หรือลดลงประมาณ 5.6 กก.N/ไร่ และอาจนำไปใช้คำนวณปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (ปุ๋ยยูเรีย) ที่ใช้ลดลงได้ปีละประมาณ 270,000 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยยูเรียประมาณปีละ 4,000 ล้านบาท (ราคาปุ๋ยยูเรีย ปี 2551)

3. ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

ผลผลิตข้าวเปลือกต่อพื้นที่จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 หน่วยน้ำหนัก (partial factor productivity of applied nitrogen, PFP_N) เฉลี่ยจากทุกแปลงทดสอบ พบว่า ฤดูนาปรังมีประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยสูงกว่าฤดูนาปี มีค่าเฉลี่ย PFP_N สูงกว่า กรรมวิธีที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่า PFP_N 80.6 กก./หน่วยไนโตรเจน ส่วนกรรมวิธีที่ 2 มีค่า PFP_N เฉลี่ย 58.7 กก./หน่วยไนโตรเจน ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามแบบเกษตรกรเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ย PFP_N 40.7 กก./หน่วยไนโตรเจน (Table 4)

4. ต้นทุนการผลิต และรายได้

เกษตรกรทุกรายมีต้นทุนการผลิต ตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันที่ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแผ่นเทียบสีใบข้าวตามกรรมวิธีที่ 1 มีค่าใช้จ่ายค่าปุ๋ยเคมีน้อยที่สุด 252 บาท/ไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 มีค่าใช้จ่ายเป็นค่าปุ๋ยเคมี 293 บาท/ไร่ และการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีมากที่สุด 437.50 บาท/ไร่ ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนผันแปรเฉลี่ยมากที่สุด 2,488 บาท/ไร่ สูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ กรรมวิธีที่ 2 ที่มีต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 2,302 และ

Bureau of Rice Research and Development

Table 5 Economic aspect of 2 Leaf Color Chart nitrogen management compared with farmer's practice in dry season and wet season, 2003

List	Treatment 1	Treatment 2	Farmer's practice
1. Land preparation (baht/rai)	300	300	300
2. Production factor			
- seed (baht/rai)	210	210	210
- fertilizer (baht/rai)	252	293	438
- chemical (baht/rai)	450	450	450
- labour (baht/rai)	210	210	210
- fuel (baht/rai)	330	330	330
3. Harvesting			
- harvested wages (baht/rai)	400	400	400
- logistic (baht/rai)	150	150	150
Input cost (baht/rai)	2,302	2,343	2,488
Grain yield (kg/rai)	605	616	594
Grain price (baht/kg)[1/]	4.80	4.80	4.80
Net income (baht/kg)	2,904	2,957	2,851
Net profit (baht/rai)	602.00	614.00	363.50

Treatment 1 = LCC $\leq$ 3.0 apply 3 kgN/rai in each time

Treatment 2 = LCC $\leq$ 3.0 apply 6 kgN/rai in each time

[1/]Grain price at the agricultural market center, Sri Prachan, Suphan Buri ; June-August,2003

2,343 บาท/ไร่ และต้นทุนการผลิตข้าวเปลือก 4.20 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ที่มีต้นทุนการผลิตเท่ากันคือ 3.80 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. และเมื่อคำนวณรายได้สุทธิจากการขายข้าวเปลือกที่อ้างอิงราคาซื้อขาย ณ ตลาดกลางสินค้าเกษตร อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ระหว่างเดือน มิถุนายน-สิงหาคม ปี 2546 ที่รับซื้อข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 15% ในราคา 4.80 บาท/กก. เกษตรกรจะมีรายได้สุทธิจากการขายข้าวเปลือกน้อยที่สุด คือ 363.50 บาท/ไร่ เปรียบเทียบกับ 2 กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยใช้แผ่นเทียบสีใบข้าว พบว่า มีรายได้สุทธิ 602 และ 614 บาท/ไร่ ตามลำดับ (Table 5)

5. การประยุกต์ใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้กับข้าวนาสวนนาชลประทาน

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้แผ่นเทียบสีใบข้าว ในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยวิธีการหว่านน้ำตมโดยใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราค่อนข้างสูง มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ 650-800 หน่อ/ตร.ม.อายุการเก็บเกี่ยว 110-115 วัน มีค่าวิกฤตเท่ากับ 3.0 เมื่อวัดความเข้มของสีใบด้วยแผ่นเทียบสี และเมื่อสีใบข้าวมีความเข้มของสีใบลดลงต่ำกว่า 3.0 ก็ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเพิ่มให้กับต้นข้าวทันที เนื่องจากข้าวมีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนตามความเป็นจริงในขณะนั้น ผลการทดสอบต่อเนื่องกัน 2 ฤดูกาล พบว่า การใส่ปุ๋ยที่ตรงกับความต้องการปุ๋ยของข้าวในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่เป็นจริง (real time) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยในระดับเดียวกันกับเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรมักใช้ปุ๋ยเคมีแบบสิ้นเปลืองและไม่มีประสิทธิภาพทำให้ต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยสูงกว่า และให้ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 1 ที่ใช้ปุ๋ยต่อฤดูปลูกน้อยที่สุด 7.5 กก.N/ไร่ ให้ผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อหน่วยน้ำหนักมากที่สุด 80.6 กก./หน่วยไนโตรเจน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร เฉลี่ยทุกแปลงทดสอบใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมด 14.6 กก.N/ไร่ และผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยน้อยที่สุด คือ 40.7 กก./หน่วยไนโตรเจน จึงสามารถลดปุ๋ยไนโตรเจน/ฤดูปลูกลงได้ร้อยละ 28.1-

Bureau of Rice Research and Development

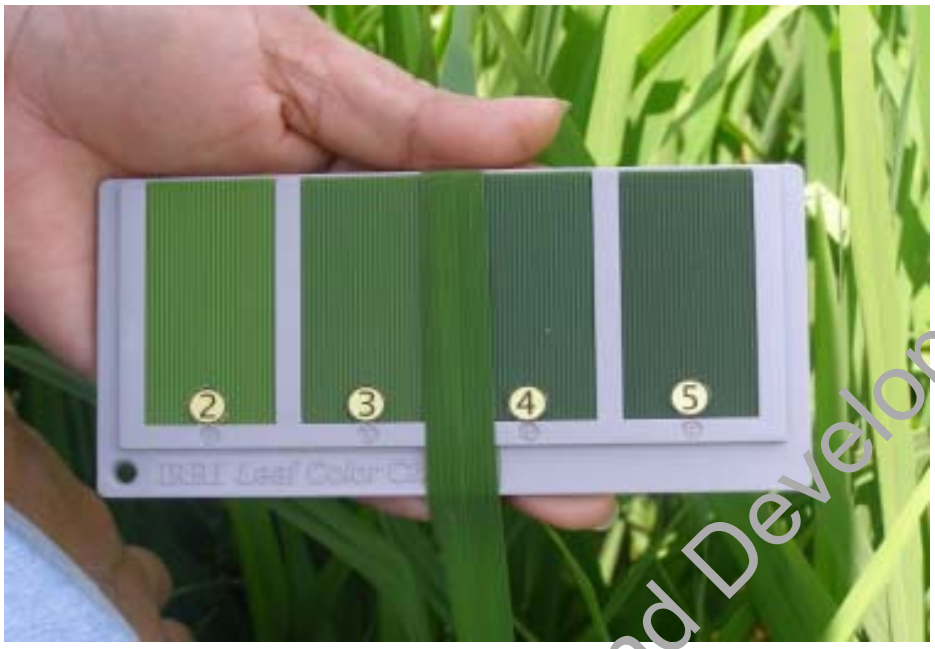


Fig. 1 Leaf color score at 3.0-4.0 showing that N top dressing is not necessary

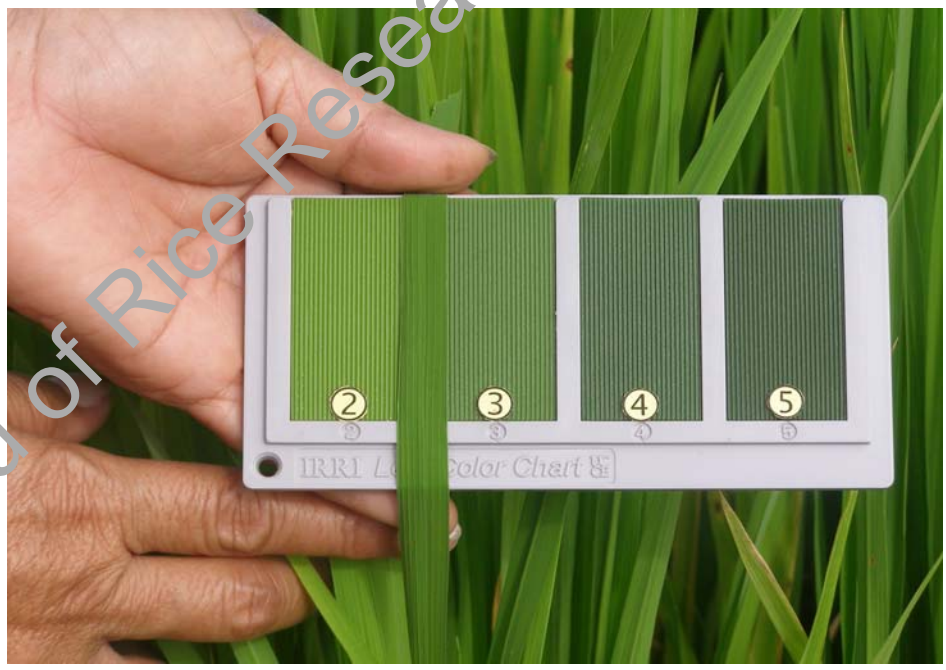


Fig. 2 Leaf color score at $\leq$ 3.0 showing a critical value for top dressing with N fertilizer

Bureau of Rice Research and Development

Fig. 3 Technology transfer of N fertilizer management using LCC method to the farmers for reducing production cost

Fig. 4 Smart farmers were practicing LCC method aiming at further transfer the technique to other farmers

Bureau of Rice Research and Development

48.6 ทำให้ลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมี ดังนั้น แนวทางการประยุกต์ใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวในการตัดสินใจใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวที่ปลูกบนนาดินเหนียวชลประทานโดยวิธีการหว่านน้ำตม หรือข้าวนาปรังพันธุ์อื่นๆ ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน เกษตรกรควรปฏิบัติดังนี้

(1) หลังการหว่านข้าวแล้ว 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรกโดยใช้ ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 16-20-0 หว่านในแปลงที่มีน้ำคลุมผิวดินก่อนการใส่ปุ๋ย 3 วัน โดยใส่ปุ๋ยเคมีดังกล่าวในอัตรา 30-35 กก./ไร่ ซึ่งเป็นคำแนะนำการใส่ปุ๋ยครั้งแรกในข้าวนาสวนชลประทานที่ปลูกบนนาดินเหนียวทั่วไป

(2) เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน วัดความเข้มของสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีในช่วงเวลาเช้าไม่เกิน 10.00 น. โดยวัดสีใบข้าวใบที่ 2 รองจากใบบน ประมาณ 10-20 ใบ/แปลง ถ้าความเข้มของสีใบข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 หรือต่ำกว่าให้ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า โดยใช้ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 7-10 กก./ไร่ และทำการวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีนี้อีกครั้งหนึ่งเมื่อข้าวมีอายุประมาณ 50-55 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก และถ้าค่าความเข้มของสีใบข้าวมีค่าลดต่ำลงอยู่ในระดับ 3.0 หรือต่ำกว่า จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยแต่งหน้าให้กับข้าวอีกครั้งหนึ่งโดยใช้ปุ๋ยยูเรีย ในอัตรา 7-10 กก./ไร่ เช่นเดียวกันกับครั้งแรก และหากการวัดสีใบข้าวในครั้งใดก็ตามที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบข้าวสูงกว่า 3.0 ยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

อย่างไรก็ดี ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแปลงเกษตรกรที่มีระดับการตกค้างของไนโตรเจนไม่เท่ากัน ถ้าการวัดความเข้มของสีใบครั้งแรกเมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน ยังคงมีค่าเฉลี่ยของสีใบสูงกว่า 3.0 และเว้นช่วงการใส่ปุ๋ย หลังจากนั้นเกษตรกรควรทำการวัดความเข้มของสีใบซ้ำในช่วงระยะเวลาทุกๆ 10 วัน (40 และ 50 วันหลังหว่านข้าว) และหากการวัดสีของใบข้าวครั้งใดมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.0 ก็ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทันที เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อผลผลิต อันเนื่องมาจากข้าวขาดปุ๋ยไนโตรเจนในระยะแตกกอ (Fig. 1, 2)

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยวิธีการใช้ค่าความเข้มของสีใบข้าวช่วยตัดสินใจใส่ปุ๋ย เป็นการประหยัดและเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยโดยใส่ให้ตรงกับความต้องการของข้าว และสอดคล้องกับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินของเกษตรกรแต่ละแปลง ที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน โดยปริมาณการใช้ปุ๋ยรวมประมาณ 7-10 กก.N/ไร่ สอดคล้องกับคำแนะนำของ IRRI-CREMNET (2000) แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามแนวทางนี้ยังไม่ใช่เป็นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ดังนั้น การวัดสีใบข้าวด้วยแผ่นเทียบสีจึงควรกระทำสม่ำเสมอในช่วง 50-60 วันหลังหว่านข้าว และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าตามความจำเป็น เกษตรกรจะสามารถลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน และต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีลงได้ และนำไปใช้จัดการธาตุอาหารในระดับพื้นที่ ได้เป็นอย่างดี (Fig. 3, 4)

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวมีประสิทธิภาพในการจัดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยในระดับเดียวกันกับเกษตรกรซึ่งใส่ปุ๋ยมากกว่า แต่สามารถลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนได้ร้อยละ 48.6 และ 28.1 สำหรับกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (เฉลี่ยร้อยละ 38.3) หรือใช้ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยกว่าเกษตรกรเฉลี่ย 5.6 กก.N/ไร่ หากเกษตรกรในเขตชลประทานประมาณ 12 ล้านไร่ ใช้แผ่นเทียบสีจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว จะทำให้สามารถลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ปุ๋ยยูเรีย) ลงได้ปีละประมาณ 270,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าไม่น้อยกว่าปีละ 4,000 ล้านบาท

2. ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยคำนวณผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน กรรมวิธีที่ 1 มีค่า PFP_N สูงที่สุด 80.6 กก./หน่วยปุ๋ยไนโตรเจน และกรรมวิธีที่ 2 มีค่า PFP_N 58.7 กก./หน่วยปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนของเกษตรกร ซึ่งมีค่า PEP_N 40.7 กก./หน่วยปุ๋ยไนโตรเจน

3. เกษตรกรทุกรายมีวิธีการจัดการผลิตด้านต่างๆ คล้ายกัน แตกต่างกันด้านการจัดการธาตุอาหาร โดยค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 2,488 บาท/ไร่ หรือมีต้นทุนการผลิต 4.20 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. และมีรายได้สุทธิจากการขายข้าวเปลือก 363.50 บาท/ไร่ ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีทดสอบ 2 กรรมวิธี ที่มีต้นทุนผันแปร 2,302 และ 2,343 บาท/ไร่ หรือต้นทุนการผลิต 3.80 บาท/ข้าวเปลือก 1 กก. ซึ่งต่ำกว่าของเกษตรกร และค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีของ 2 กรรมวิธีจึงน้อยกว่าของเกษตรกร 186 และ145 บาท/ไร่ ทำให้รายได้สุทธิในกรรมวิธี 1 และ 2 เป็น 602 บาท/ไร่ และ 614 บาท/ไร่ ตามลำดับ

Bureau of Rice Research and Development

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. 2546. รายงานผลการวิเคราะห์ดิน ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพล จัตุพร และวิชัย หิรัญยูปกรณ์. 2540. กรณีศึกษาการจัดการผลิตธัญพืช และพืชอาหารสัตว์. หน้า 519-557. *ใน* : เอกสารการสอนชุดวิชาการผลิตธัญพืชและพืชอาหารสัตว์. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี.

สุรพล จัตุพร, อมรรัตน์ อินทร์มั่น และวลัยพร แสนวงศ์. 2547. การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวนาสวนในเขตชลประทานภาคกลาง. ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 51 หน้า.

Balasubramanian, V. and A.C. Morales. 2000. Adaptation of chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time nitrogen management in rice. *In:* International Rice Research Notes, 25.1/2000:4-8 International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna. Philippines.

Dobermann, A. and P.F. White. 1999. Startegies for nutrient management in irrigated and rainfed lowland rice system. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 53 : 1-18.

Furuya, S. 1976. Growth diagnosis of rice plant by means of leaf color. Japanese Agriculture Research Quarterly 20 : 145-147.

IRRI-CREMNET. 2000. Use of Leaf Color Chart (LCC) for Nitrogen Management in Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.

Olk, D.C., K.C. Cassmann, G. Simbrahan, R.C. Sta Cruz, S. Abdulraman, R. Nagarajan, N.S. Tan and S. Satawathananont. 1999. Interpreting fertilizer use efficiency in relation to soil nutrient-supplying capacity, factor productivity and agronomic. Nutr. Cycl. Agroecosyst 53 : 35-41.

Peterson T.A., T.M. Blackmer, D.D. Francis and J.S. Schepers. 1993. Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. A Webguide in Soil Resource Management : D-13, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska USA.

Bureau of Rice Research and Development

ข้าวเจ้าพันธุ์ พิษณุโลก 80

Non - glutinous Rice Variety Phitsanulok 80

อภิชาติ เนินพลับ[1)] สมเดช อิ่มมาก[1)] สุรเดช ปาละวิสุทธิ์1 สุรีย์ ศรีวันทนียกุล[1)] อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ[1)]
เพชรหทัย ปฏิรูปานุสร[1)] ธวัช ปฏิรูปานุสร[1)] นลินี เจียงวรรธนะ[1)] สุพัตรา สุวรรณธาดา[1)] สอาง ไชยรินทร์[1)]
ดวงอร อริยพฤกษ์[1)] ชุติวัฒน์ วรรณสาย[1)] วิไล ปาละวิสุทธิ์[1)] พงศา สุขเสริม[1)] ชนะ ศรีสมภาร[1)] พรทิพย์ นวลศิริ[1)]
สมบูรณ์ ทองเสน[1)] สุมาลี สุทธายศ[1)] จิตติชัย อนาวงษ์[1)] ภมร ปัตตาวะตัง[1)] พิษณุ หินตั้ง[1)] เจตน์ คชฤกษ์[1)] พรสุรี กาญจนา[1)]
สถาพร กาญจนพันธุ์ [2)] สมพงษ์ เฉยพันธ์ [2)] เสน่ห์ คชรัตน์ [2)] ภิไธย รื่นถวิล[3)] จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ [3)] มาลีวรรณ สุวรรณเทน
พากเพียร อรัญนารถ[4)] จินตนา ทยาธรรม[4)] นิภา จันท์ศรีสมหมาย[4)] ดารา เจตนะจิตร[4)] นงรัตน์ นิลพานิชย์ [4)]
วิชชุดา รัตนากาญจน์ [4)] วันชัย โรจนหัสดิน[4)] ธัญลักษณ์ อารยพันธ์ [4)]

Apichart Noenplab[1)] Somdet Immark[1)] Suradet Palawisut[1)] Suree Srivantaneeyakul[1)] Acharaporn Na Lampang Noenplab[1)]
Pethathai Patirupanusara[1)] Tawat Patirupanusara[1)] Nalinee Chiengwattana[1)] Supatra Suwanthada[1)] Sa-ing Chairinte[1)]
Doungorn Ariyapruek[1)] Chutiwat Wannasai[1)] Wilai Palawisut[1)] Pongsa Sukserm[1)] Chana Srisompan[1)] Pornlip Nualsiri[1)]
Sombun Thongsen[1)] Sumaree Shuttayot[1)] Jittichai Anawong[1)] Phamorn Pattawatang[1)] Phitsanu Hinang[1)] Jet Kocharoek[1)]
Pornsuree Kanjana[1)] Sathaporn Karnjanaphun[2)] Somphong Choeyphan[2)] Sanae Kotchanat[2)] Pitai Ruenthawin[3)]
Jaturong Pipatpiriyanon[3)] Sumaree Suwannaten[3)] Parkpian Arunyanart[4)] Jintana Tayanam[4)] Nipa Jansrisommei[4)]
Dara Chettanachit[4)] Nongrat Nilpanit[4)] Witchuda Rattanakarn[4)] Wanchai Rojanahusadin[4)] Thanluk Arayapan[4)]

Abstract

Popular varieties sown under the rainfed condition in the Lower North Thailand consist of both local and released varieties. These varieties have low yield potential. Hence, Phitsanulok Rice Research Center have concentrated the research on improvement of rainfed rice varieties in order to serve the farmers' need. This resulted in a variety called Phitsanulok 80 obtaining from the three-way cross of SPR90/IR56//RD27 since 1991. The population were sown and selection was carried out continuously from F1-F5 resulted in the promising line, PSL92147-1-2-4. As for any released variety, this line was gone through various steps from observation followed by yield trials in intra-station, inter-station, farmers' fields and yield stability. It was also tested for reaction to significant disease and insect pests, physical and chemical qualities, seed dormancy and reaction to N fertilizer. It was found that the line provided an average yield of 642 kg/rai (4.01 t/ha) with a good yield stability. It is a non-glutinous, photoperiod sensitive, medium maturity variety ideal to be harvested in early December. This variety has a strong culm having erected flag leaf, long neck and compact panicle. The height is 141 cm on average. It has low chalkiness. The brown rice has a slender shape with 7.45 mm long. It has an excellent milling quality, low amylose content, low gel consistency and gel temperature, therefore resulted in a soft cooked rice. Phitsanulok 80 obtains characters from its parents i.e. high yielding ability from Suphanburi

1) ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-1184
Phitsanulok Rice Research Center, Wang Thong, Phitsanulok 65130, Tel.0-5531-1184
2) ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5641-1733
Chai Nat Rice Research Center, Mueang, Chai Nat 17000, Tel. 0-5641-1733
3) ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี อ.โคกสำโรง จ.ลพบุรี 15120 โทร. 0-3644-1322
Lop Buri Rice Research Center, Khok Samrong, Lop Buri 15120, Tel. 0-3644-1322
4) สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ลาดยาว จตุจักร กทม. 10900 โทร. 0-2579-3693
Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900, Tel. 0-2579-3693

Bureau of Rice Research and Development

90 and good crop canopy from IR56. It has a few disadvantages i.e. susceptible to brown planthopper, moderately susceptible to rice blast and bacterial blight.

Keywords : Phitsanulok 80, non-glutinous rice, photoperiod sensitive variety, rainfed condition, milling quality, physical - chemical qualities, yield, Lower North Thailand

บทคัดย่อ

พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรภาคเหนือตอนล่างนิยมปลูกในสภาพนาน้ำฝน มีทั้งพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ส่งเสริมของทางราชการ พันธุ์ข้าวดังกล่าวให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกจึงได้ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวนาสวนนาน้ำฝน จนได้ข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 80 ซึ่งได้จากการผสมสามทาง ระหว่างพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 90 และ IR56 กับ กข27 ใน พ.ศ. 2534 ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1-5 คัดเลือกจนได้สายพันธุ์ PSL92147-1-2-4 นำเข้าศึกษาพันธุ์เปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ระหว่างสถานี ในนาราษฎร์ ทดสอบผลผลิตในนาเกษตรกร ทดสอบเสถียรภาพของผลผลิต ทดสอบปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ คุณภาพทางกายภาพ เคมี ระยะพักตัว และทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า ข้าวสายพันธุ์นี้ให้ผลผลิตเฉลี่ย 637 กิโลกรัมต่อไร่ มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี เป็นข้าวเจ้า ไวต่อช่วงแสง อายุปานกลาง เก็บเกี่ยวต้นเดือนธันวาคม ทรงกอตั้ง ต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ใบธงตั้งตรง คอรวงยาว รวงแน่นปานกลาง ความสูงเฉลี่ย 141 เซนติเมตร คุณภาพเมล็ดทางกายภาพดี เป็นท้องไข่น้อย เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.45 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว คุณภาพการสีดีมาก สามารถทำเป็นข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ได้ คุณภาพทางเคมีจัดเป็นข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์อมิโลสต่ำ ความคงตัวของแป้งสุกอ่อน อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวที่หุงสุกแล้วอ่อนนุ่ม ลักษณะเด่นคือ ผลผลิตสูง โดยได้ลักษณะนี้จากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 และทรงต้นดีได้ลักษณะนี้จากข้าวพันธุ์ IR56 ข้อควรระวัง ไม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้ง

คำสำคัญ : พิษณุโลก 80 ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง นาน้ำฝน คุณภาพการสี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี ผลผลิต ภาคเหนือตอนล่าง

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2537-2546 ประมาณ 57.1 ล้านไร่ และได้ผลผลิตเฉลี่ย 360.8 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศยังต้องอาศัยน้ำฝน ซึ่งมักจะเกิดภาวะปรวนแปรเป็นประจำ ทำให้ในช่วงฤดูทำนาปีมีปรากฏการณ์ทั้งฝนแล้งหรือน้ำท่วม อาจทำให้ผลผลิตข้าวลดลงหรือเสียหายทั้งหมด นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้ว ยังมีสาเหตุจากอื่นๆ ที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง เช่น สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การระบาดของศัตรูข้าว เป็นต้น จากปัญหาและสาเหตุดังกล่าว การใช้พันธุ์ข้าวที่ดีมีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีจึงเป็นแนวทางหนึ่ง ที่จะช่วยยกระดับผลผลิตโดยเฉลี่ยของประเทศให้สูงขึ้น

หนึ่งในหน้าที่ของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก คือ ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวนาสวนนาน้ำฝน เพื่อให้เกษตรกรใช้ปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในเขตภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 10.98 ล้านไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 469 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมใช้ปลูกในสภาพนาน้ำฝน มีทั้งพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ส่งเสริมของทางราชการ เช่น กข27 เหลืองประทิว 123 เหลืองอ่อน เป็นต้น พันธุ์ข้าวดังกล่าวมีศักยภาพในการให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ จุดมุ่งหมายของการค้นคว้าวิจัยก็คือ พัฒนาพันธุ์ข้าวนาสวนนาน้ำฝนสายพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายในด้านอายุวันออกดอก เช่น มีอายุนานสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่น้ำลึก และอายุปานกลางสำหรับพื้นที่ลุ่มทั่วไป (Pusapavesa and Jackson, 1979; Immark *et al*., 1997; Fukai *et al*., 1995)

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างพันธุ์ข้าวที่ปรับตัวได้ดีในสภาพนาน้ำฝนในหลายพื้นที่ ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพการหุงต้มดี ตรงกับ

Bureau of Rice Research and Development

ความต้องการของตลาดและเกษตรกร สำหรับงานวิจัยข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 คณะผู้วิจัยต้องการให้ได้พันธุ์ข้าวที่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณต้นเดือนธันวาคม และต้นแข็ง เหมาะกับการใช้รถเก็บเกี่ยวในสภาพการทำนาปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผสมพันธุ์ข้าว โดยวิธี clip method เพื่อสร้างความแปรปรวนของลูกผสม โดยนับอายุการออกดอกของพ่อแม่พันธุ์ ประมาณว่าให้พ่อและแม่พันธุ์ออกดอกพร้อมๆ กัน แล้วจึงปลูก 3 ครั้ง ห่างกันประมาณ 1 สัปดาห์ เป็นการผสมสามทาง

2. คัดเลือกพันธุ์ ปลูกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 1 และ 2 แบบหมู่ (bulk population) โดยปลูกระยะ 25 x 25 เซนติเมตร 1 ต้นต่อจับ ชั่วที่ 1 จำนวน 1 คู่ผสมต่อแถว ชั่วที่ 2 จำนวน 3,000-5,000 ต้นต่อคู่ผสม ชั่วที่ 1 เก็บเกี่ยวแบบรวม ชั่วที่ 2 คัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมที่มีรูปแบบทรงต้นตั้งตรง จำนวนเมล็ดต่อรวงมาก และขนาดเมล็ดเรียวยาว ปลูกและคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 3 - 5 แบบสืบตระกูล โดยปลูก 1 สายพันธุ์ต่อ 1 แถว ระยะ 25 x 25 เซนติเมตร 1 ต้นต่อจับ สลับกับพันธุ์มาตรฐานทุก 10 แถว คัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมที่มีรูปแบบทรงต้นตั้งตรง จำนวนเมล็ดต่อรวงมาก และขนาดเมล็ดเรียวยาว

3. เปรียบเทียบผลผลิต แบ่งการทดลองตามอายุข้าวเป็นข้าวอายุเบา (ออกดอกไม่เกินวันที่ 31 ตุลาคม) อายุปานกลาง (ออกดอกตั้งแต่วันที่ 1-30 พฤศจิกายน) อายุหนัก (ออกดอกตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม เป็นต้นไป) การเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี และระหว่างสถานี ทำการทดลองอย่างละประมาณ 18-22 สายพันธุ์ ขนาดแปลงย่อย 1.25 x 5.00 เมตร การเปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎร์ ทำการทดลองอย่างละ 8-10 สายพันธุ์ ขนาดแปลงย่อย 4 x 5 เมตร ระยะปักดำ 25 x 25 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 3-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 3-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ข้าวอายุเบาใส่ประมาณวันที่ 20-30 กันยายน ข้าวอายุปานกลางใส่ประมาณ 1-31 ตุลาคม และข้าวอายุหนักใส่ประมาณ 1-30 พฤศจิกายน ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ตามความจำเป็น การเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี และระหว่างสถานี โดยเก็บเกี่ยวผลผลิต 3 แถวกลาง เว้นหัวท้ายข้างละ 1 แถว หรือ 0.75 x 4.5 เมตร การเปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎร์ เก็บเกี่ยวผลผลิตขนาด 2 x 4 เมตร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ IRRISTAT Version 3

4. ทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวต่อโรคไหม้ เตรียมแปลงปลูกขนาดกว้าง 1.25 เมตร ความยาวตามสภาพพื้นที่ปลูก ให้แปลงด้านที่อยู่เหนือลม 1 แปลง เป็นแปลงดักโรคตามธรรมชาติ โรยเมล็ดข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อโรคไหม้ คือ ขาวตาแห้ง 17 และ ขาวดอกมะลิ 105 เป็นแถวตามความยาวของแปลงขวางทางลม โดยปลูกก่อนข้าวพันธุ์ทดสอบ จนกระทั่งข้าวเริ่มแสดงอาการของโรคไหม้ จึงปลูกข้าวแปลงทดสอบ โดยโรยเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ละ 1 แถว แถวยาว 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 10 เซนติเมตร ทุกๆ 2 สายพันธุ์ของข้าวทดสอบ โรยเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐานไม่ต้านทานโรคไหม้ สำหรับใช้เปรียบเทียบทุก 10 สายพันธุ์ของข้าวทดสอบ โรยเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 จำนวน 1 แถว สลับกับพันธุ์หางยี 71 ซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐานอ่อนแอและต้านทานมาตรฐาน ตามลำดับ 1 แถว สำหรับใช้เปรียบเทียบ แล้วตามด้วยขาวตาแห้ง 17 อีก 1 แถว รอบแปลงทั้ง 4 ด้าน โรยเมล็ดข้าวพันธุ์อ่อนแอเป็นแถวดังนี้ ด้านเหนือลมโรย 3 แถว โดย 2 แถวนอกโรยด้วยขาวดอกมะลิ 105 ส่วนแถวด้านในที่ติดกับพันธุ์ทดสอบ โรยด้วยขาวตาแห้ง 17 ด้านใต้ลมโรย 2 แถว โดยแถวนอกโรยด้วยขาวดอกมะลิ 105 ส่วนแถวด้านในโรยด้วยขาวตาแห้ง 17 หัวและท้ายแปลงโรยด้วยขาวตาแห้ง 17 ด้านละ 1 แถว ระหว่างปลูก

ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ทุกสัปดาห์ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ โดยเริ่มใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์หลังปลูก และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ในรูปทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งเดียวหลังปลูก 1 สัปดาห์ ให้น้ำแบบพ่นเป็นละออง วันละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที บันทึกข้อมูล เมื่อข้าวอายุ 30 วัน หรือข้าวพันธุ์อ่อนแอแสดงอาการเป็นโรค ตามแบบ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1980)

5. ทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์ต่อโรคขอบใบแห้ง ปักดำข้าวทดสอบอายุ 25 วัน ปลูกแบบ systematic arrangement เป็นแถว สายพันธุ์ละ 2 แถว แถวละ 10 กอ กอละ 2 ต้น ที่ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร ทุกๆ 10 สายพันธุ์ ปลูกพันธุ์ข้าวมาตรฐานเปรียบเทียบต้าน

Bureau of Rice Research and Development

ทาน คือ กข7 และพันธุ์ข้าวมาตรฐานเปรียบเทียบไม่ต้านทาน คือ กข9 และ Taichung Native 1 (TN1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 18-6-0 กิโลกรัม N-P_2O_5- K_2O ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ก่อนปักดำในรูปของแอมโมเนียมฟอสเฟต (16-20-0) อัตรา 4.8-6-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ หลังปักดำ 20 และ 40 วัน ใส่ปุ๋ยในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 6.6-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5- K_2O ต่อไร่

เตรียมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุ โดยเลี้ยงบนอาหารวุ้น PPA (Potato Peptone Agar) เพื่อเป็น inoculum สำหรับปลูกเชื้อ อัตราความเข้มข้นของสารละลายเชื้อที่ 10^8 เซลล์ ปลูกเชื้อแบคทีเรีย (inoculation) ที่อายุข้าวประมาณ 45 วันหลังปักดำ โดยวิธี clipping คือ ตัดปลายใบข้าวด้วยกรรไกรและจุ่มในสารละลายเชื้อ (bacterial suspension) ที่มีอายุ 48 ชั่วโมง โดยตัดต่ำจากปลายใบประมาณ 2 เซนติเมตร ตรวจผลหลังปลูกเชื้อ 3 สัปดาห์ ตามแบบ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1980)

6. ทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล นำสายพันธุ์จากขั้นตอนการเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ระหว่างสถานี และในนาราษฎร์ มาทำการทดสอบ โดยเลี้ยงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลให้ได้ปริมาณมากด้วยข้าวพันธุ์อ่อนแอ เช่น TN1 หรือ กข7 และปลูกข้าวพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาลงในกระบะไม้ขนาด 45 x 60 x 10 เซนติเมตร ซึ่งบรรจุดินหนาประมาณ 5 เซนติเมตร โรยเมล็ดข้าวเป็นแถวแล้วถอนให้เหลือแถวละ 20 ต้น แต่ละแถวห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้ข้าวพันธุ์ TN1 และ PTB33 เป็นพันธุ์อ่อนแอ และพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน ตามลำดับ ใช้พันธุ์พิษณุโลก 2 เป็นพันธุ์ต้านทานท้องถิ่น โดยพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวจากแปลงเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานีและในนาราษฎร์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวจากขั้นตอนการเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ทดลองเพียงซ้ำเดียวการปลูกข้าวซ้ำที่ 1 เรียงลำดับตามหมายเลขข้าว ส่วนซ้ำที่ 2 และ 3 ใช้วิธีการสุ่มจนหมดพันธุ์ข้าว

หลังจากข้าวงอกแล้ว 7 วัน ปล่อยตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงบนกล้าข้าวประมาณ 5-8 ตัวต่อต้น บันทึกข้อมูล หลังจากปล่อยแมลงแล้ว 7-10 วัน หรือเมื่อต้นข้าวอ่อนแอมาตรฐานแห้งตายจึงตรวจผลการทดลองตามแบบ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1980)

7. ทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว นำสายพันธุ์จากขั้นตอนการเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ระหว่างสถานี และในนาราษฎร์ มาทำการทดสอบ โดยเลี้ยงเพลี้ยกระโดดหลังขาวให้ได้ปริมาณมากด้วยข้าวพันธุ์อ่อนแอ เช่น TN1 หรือ กข7 และปลูกข้าวพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาลงในกระบะไม้ขนาด 45 x 60 x 10 เซนติเมตร ซึ่งบรรจุดินหนาประมาณ 5 เซนติเมตร โรยเมล็ดข้าวเป็นแถวแล้วถอนให้เหลือแถวละ 20 ต้น แต่ละแถวห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้ข้าวพันธุ์ TN1 และ PTB33 เป็นพันธุ์อ่อนแอ และพันธุ์ต้านทานมาตรฐาน ตามลำดับ ใช้พันธุ์ กข23 และ ชัยนาท 1 เป็นพันธุ์อ่อนแอและต้านทานท้องถิ่น ตามลำดับ โดยพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวจากแปลงเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี และในนาราษฎร์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวจากขั้นตอนการเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ทดลองเพียงซ้ำเดียวการปลูกข้าวซ้ำที่ 1 เรียงลำดับตามหมายเลขข้าว ส่วนซ้ำที่ 2 และ 3 ใช้วิธีการสุ่มจนหมดพันธุ์ข้าว

หลังจากข้าวงอกแล้ว 7 วัน จึงปล่อยตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดหลังขาวลงบนกล้าข้าวประมาณ 5-8 ตัวต่อต้น บันทึกข้อมูล หลังจากปล่อยแมลงแล้ว 7-10 วัน หรือเมื่อต้นข้าวอ่อนแอมาตรฐานแห้งตายจึงตรวจผลการทดลองตามแบบ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1980)

8. ศึกษาระยะพักตัวของข้าวสายพันธุ์ดี จากแปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวนาสวนนาน้ำฝนในนาราษฎร์ โดยเก็บรวงข้าวหลังข้าวออกดอก 75 - 80 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 28 - 30 วัน สายพันธุ์ละ 50 - 60 รวง บันทึกวันออกดอก วันเก็บเกี่ยว นำรวงข้าวมาผึ่งแดดประมาณ 3 วัน จึงนวดรวมแล้วบรรจุถุงกระดาษ นำไปเก็บรักษาในห้องที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ สุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังการเก็บเกี่ยว 7 วัน และหลังจากนั้นทุกๆ 7 วัน นำมาทดสอบความงอก บันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์ความงอก จนกว่าเมล็ดจะมีความงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จึงถือว่าสิ้นสุดระยะเวลาพักตัว นับระยะพักตัวของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งจะเท่ากับระยะเวลาตั้งแต่วันเก็บเกี่ยวถึงวันที่เมล็ดมีความงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

Bureau of Rice Research and Development

9. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี การหุงต้ม รับประทาน และคุณภาพการสี นำเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์ดีเด่นจากแปลงเปรียบเทียบผลผลิตข้าวนาน้ำฝนมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพการสี ได้แก่ สีของข้าวเปลือก สีของข้าวกล้อง ขนาดรูปร่างเมล็ดของข้าวกล้อง และข้าวสาร ท้องไข่ ความใส ขุ่นของข้าวสาร น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักข้าวเปลือกต่อถังที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพการสี เช่น เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด และต้นข้าว แกลบ รำ และข้าวหัก คุณภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณอมิโลส ความคงตัวของแป้งสุก อัตราการยืดตัวของข้าวสุก อุณหภูมิแป้งสุก และความหอม บันทึกข้อมูล คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพการสี และคุณภาพเคมี ดังกล่าวข้างต้น

10. ทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ของพันธุ์ข้าวนาน้ำฝนสายพันธุ์ดีเด่น โดยปลูกข้าวนาน้ำฝนสายพันธุ์ดีเด่นไวต่อช่วงแสง จำนวน 8 พันธุ์/สายพันธุ์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ พันธุ์ข้าวหนัก และพันธุ์ข้าวเบา ในแต่ละกลุ่มมีข้าวสายพันธุ์ดีเด่น 3 สายพันธุ์และพันธุ์ดี 1 พันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบ ด้วยวิธีการปักดำ ระยะ 25 X 25 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0 4 8 12 และ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกที่ระยะปักดำหรือประมาณ 10 วันหลังปักดำ ครั้งที่สองที่ระยะกำเนิดช่อดอก (PI) ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ร่วมด้วย โดยใส่พร้อมปุ๋ยไนโตรเจนในครั้งแรก บันทึกข้อมูล คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง ความสูง การแตกกอ และผลผลิตของข้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างสุพรรณบุรี 90 และ IR56 กับ กข27 ในปี พ.ศ. 2534 และ 2535 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (Fig. 1)

ประวัติการสืบตระกูลของข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 80 (Fig. 2) ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 ในปี พ.ศ. 2536 ชั่วที่ 2 แบบหมู่ ในปี พ.ศ. 2537 และชั่วที่ 3-5 แบบสืบตระกูล ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2540 จนได้สายพันธุ์ PSL92147-1-2-4 นำเข้าศึกษาพันธุ์ในปี พ.ศ. 2541

เปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ที่ศูนย์วิจัยข้าว

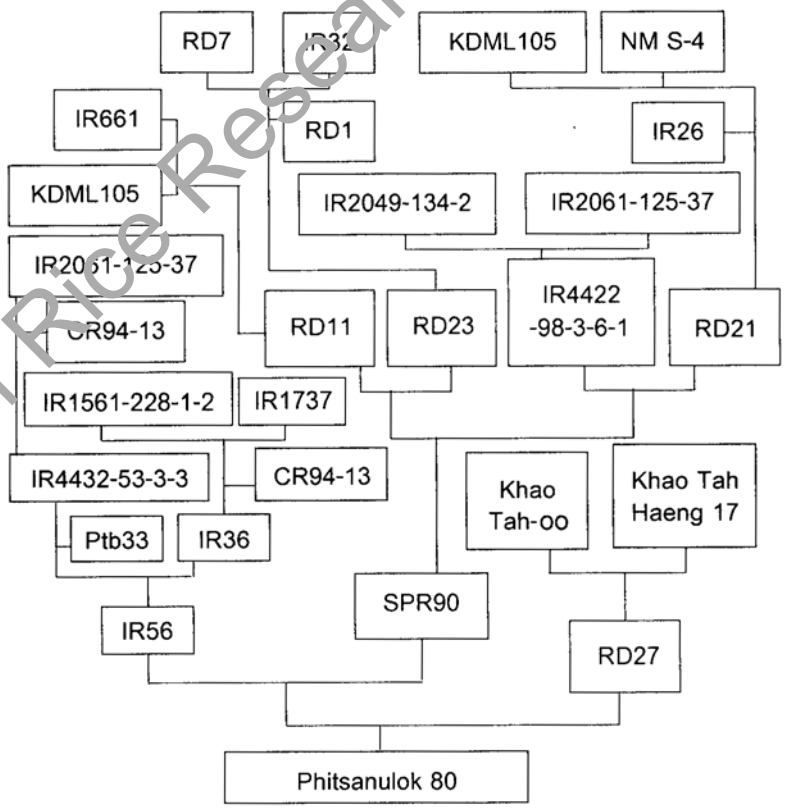


Fig. 1 Pedigree of Phitsanulok 80

Bureau of Rice Research and Development

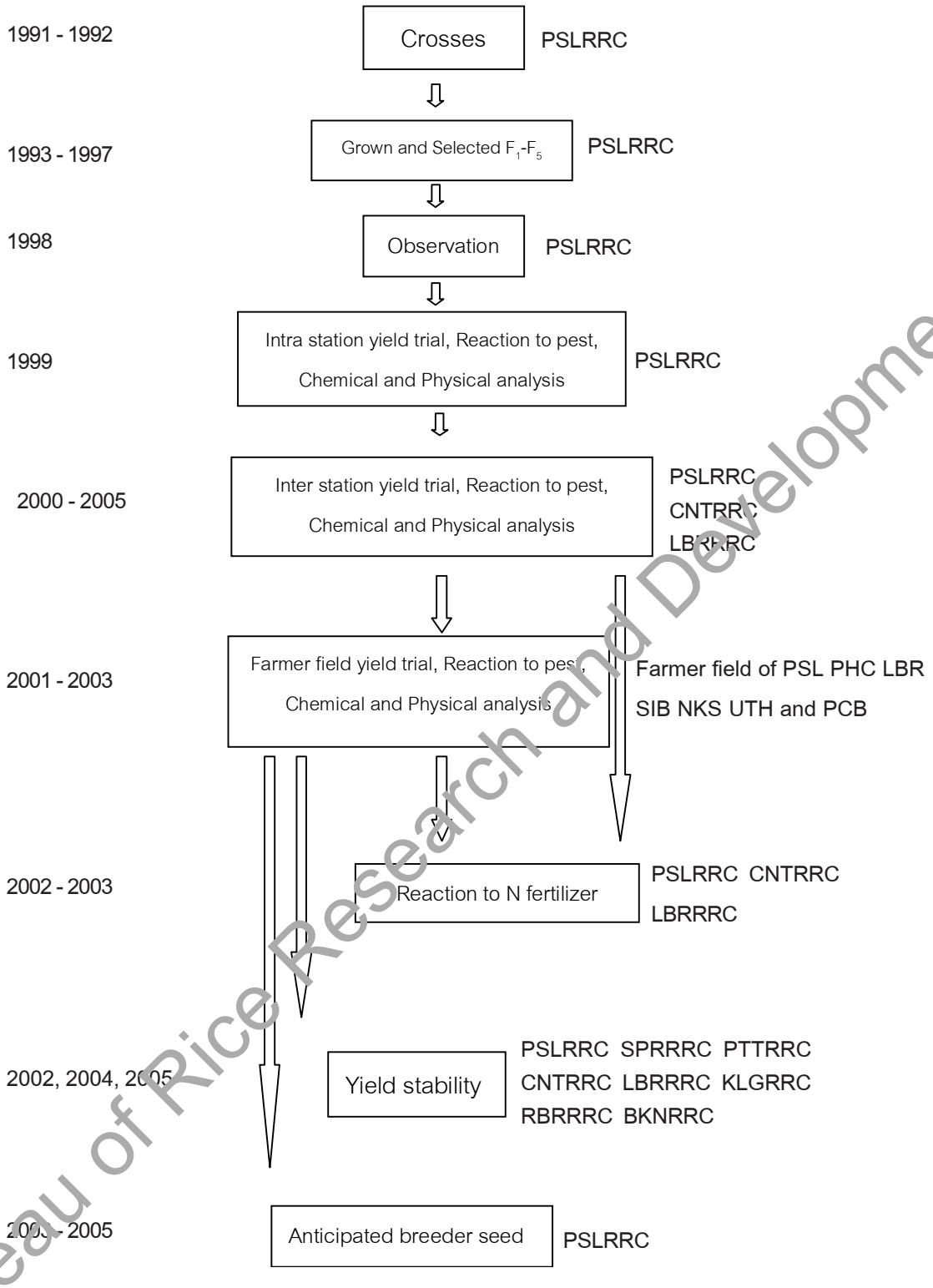


Fig. 2 Rice breeding scheme

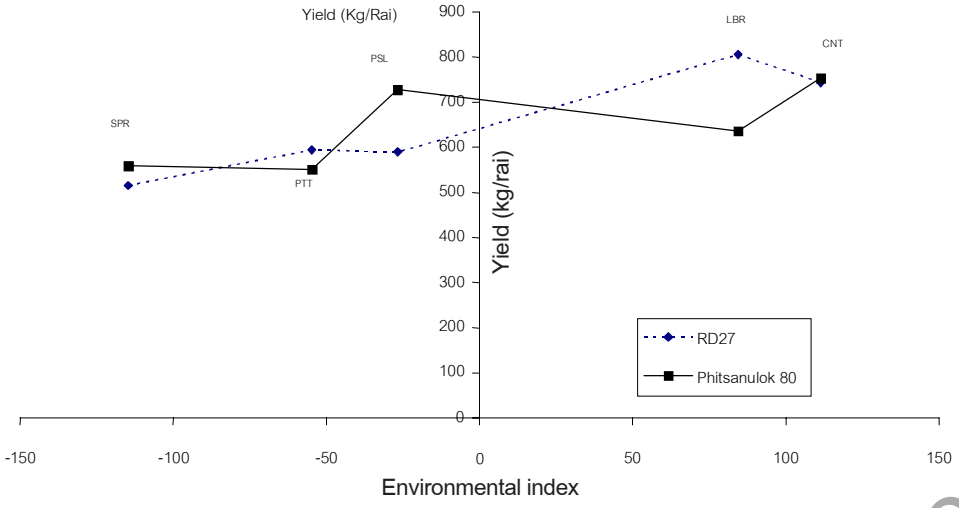
Note : PSLRRC = Phitsanulok Rice Research Center CNTRRC = Chai Nat Rice Research Center
LBRRRC = Lop Buri Rice Research Center SPRRRC = Suphan Buri Rice Research Center
PTTRRC = Pathum Thani Rice Research Center KLGRRC = Klong Luang Rice Research Center
RBRRRC = Ratchaburi Rice Research Center BKNRRC = Bang Khen Rice Research Center
PSL = Phitsanulok PHC = Phichit LBR = Lop Buri SIB = Sing Buri
NKS = Nakhon Sawan UTH = Uthai Thani PCB = Phetchabun

Bureau of Rice Research and Development

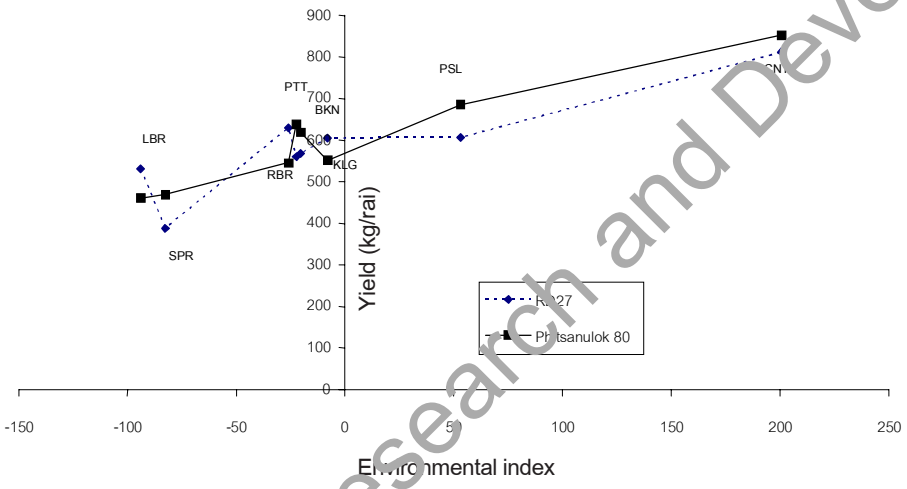
Fig. 3 Plant type and panicle of Phitsanulok 80

Fig. 4 Physical property of Phitsanulok 80 's seeds

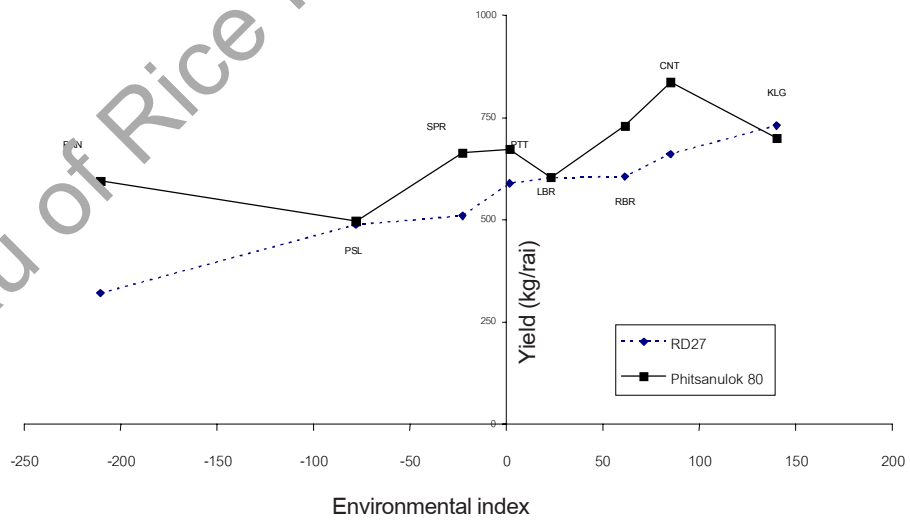
Bureau of Rice Research and Development



a) Yield and environmental index 2002



b) Yield and environmental index 2004



c) Yield and environmental index 2006

Fig. 5 Yield stability of Phitsanulok 80 in comparison with RD27 at different sites in 2002, 2004 and 2006

Bureau of Rice Research and Development

พิษณุโลก ในปี พ.ศ. 2542 เปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตชัยนาท และ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตลพบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2543 - 2548 เปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎร์ ที่จังหวัดพิษณุโลก พิจิตร ลพบุรี นครสวรรค์ อุทัยธานี เพชรบูรณ์ และสิงห์บุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2544 - 2546

ทดสอบการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตชัยนาท และ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตลพบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2545 - 2546

ทดสอบเสถียรภาพของผลผลิตร่วมกับศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตปทุมธานี ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตฉะเชิงเทรา และศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตราชบุรี ในปี พ.ศ. 2545, 2547 และ 2548

ผลิตเมล็ดพันธุ์ดักระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2548 เสนอรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. 2549

คุณลักษณะทั่วไป

ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 เป็นข้าวเจ้า ไวต่อช่วงแสง

Table 1 Average yield (kg/rai) of Phitsanulok 80 in comparison with standard check from rainfed rice yield trial II late maturity during 2001 - 2003

Year/Variety	Phitsanulok	Phichit	Phetchabun	Nakhon Sawan	Ave.	Index	
2001							
Phitsanulok 80	582a	547a	739a	673a	637	120	139
RD27	528b	524a	503b	556b	528	100	
KTH17	-	-	-	488c	488		100
CV (%)	7.9	11.9	13.7	10.4			

Year/Variety	Phetchabun	Sing Buri	Uthai Thani	Nakhon Sawan	Phichit	Ave.	Index	
2002								
Phitsanulok 80	514a	639a	557b	763a	545a	604	104	94
RD27	601a	617a	595a	732a	362b	581	100	
Phitsanulok 3	509a	618a	651a	898a	540a	643		100
CV (%)	15.0	9.0	8.0	12.0	22.0			

Year/Variety	Phitsanulok	Phichit	Lop Buri	Uthai Thani	Nakhon Sawan	Ave.	Index	
2003								
Phitsanulok 80	777a	811a	511a	572a	684a	671	111	110
RD27	682a	661b	467a	554a	656a	604	100	
Phitsanulok 3	800a	701b	416a	532a	601a	610		100
CV (%)	15.0	10.2	18.8	18.3	13.4			

Variety	2001	2002	2003	Ave.		Index	
Phitsanulok 80	637	604	671	637	112	131	102
RD27	528	581	604	571	100		
KTH17	488	-	-	488		100	
Phitsanulok 3	-	643	610	627			100

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5 % level by DMRT

Bureau of Rice Research and Development

Table 2 Reaction of Phitsanulok 80 to major insect pests in comparison with standard check during 1999 - 2005

Year	Variety	Brown planthopper			White backed planthopper			Gall midge
		PSL	EZD	PTT	PSL	EZD	PTT	
1999	Phitsanulok 80	-	-	-	MS	-	-	-
	RD27	-	-	-	S	-	-	-
	KTH17	-	-	-	S	-	-	-
2000	Phitsanulok 80	S	-	-	MS	-	-	-
	RD27	HS	-	-	MS	-	-	-
	KTH17	HS	-	-	MS	-	-	-
2001	Phitsanulok 80	S	-	-	MS	-	-	S
	RD27	S	-	-	MR	-	-	HS
	KTH17	S	-	-	MS	-	-	HS
2002	Phitsanulok 80	HS	S	-	MS	MS	-	-
	RD27	HS	S	-	MS	MS	-	-
	KTH17	HS	-	-	MS	-	-	-
2003	Phitsanulok 80	S	S	MS	MS	MS	MR	-
	RD27	S	S	S	MS	MS	MS	-
	KTH17	-	-	-	-	-	-	-
2004	Phitsanulok 80	HS	-	MS	MS	-	MR	-
	RD27	-	-	MS		-	-	MR
	KTH17	-	-	-	MS	-	-	-
2005	Phitsanulok 80	MS	-	MS	MS	-	R	-
	RD27	S		S	MS	-	MR	-

PSL = Phitsanulok Rice Research Center PTT = Pathum Thani Rice Research Center
EZD = Division of Entomology and Zoology
HR = Highly resistant MS = Moderately susceptible R = Resistant
S = Susceptible MR = Moderately resistant HS = Highly susceptible

อายุปานกลาง เก็บเกี่ยวต้นเดือนธันวาคม ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง คอรวงยาว รวงแน่นปานกลาง ความสูงเฉลี่ย 141 เซนติเมตร (Fig. 3) น้ำหนักข้าวเปลือก 10.6 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด หนัก 29.2 กรัม เปลือกเมล็ดสีฟาง ข้าวเปลือกยาว 11.13 มิลลิเมตร กว้าง 2.53 มิลลิเมตร หนา 1.98 มิลลิเมตร ข้าวกล้องรูปร่างเรียว ยาว 7.45 มิลลิเมตร กว้าง 2.16 มิลลิเมตร หนา 1.74 มิลลิเมตร (Fig. 4) มีระยะพักตัว 7 สัปดาห์

ลักษณะเด่น

1. ให้ผลผลิตสูง เสถียรภาพในการให้ผลผลิตดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 637 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข27 (571 กิโลกรัมต่อไร่) ขาวตาแห้ง 17 (488 กิโลกรัมต่อไร่) และพิษณุโลก 3 (627 กิโลกรัมต่อไร่) ประมาณ 12 31 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลักษณะนี้ได้มาจากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 (Fig. 5 และ Table 1)

2. ทรงต้นตั้งตรง ต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ลักษณะนี้ได้มาจากพันธุ์ IR56

3. คุณภาพเมล็ดดี คือ มีท้องไข่น้อย เมล็ดข้าวกล้องยาว (7.45 มิลลิเมตร) รูปร่างเรียว

4. คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 61.3 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า กข27 (47.6 เปอร์เซ็นต์) และขาวตาแห้ง 17 (54.2 เปอร์เซ็นต์) สามารถทำเป็นข้าว

Bureau of Rice Research and Development

Table 3 Reaction of Phitsanulok 80 to major rice diseases in comparison with standard check during 1999 - 2005

Year	Variety	Blast				Grassy stunt	Yellow leaf	Bacterial blight		
		PSL	CNT	LBR	PTT			PSL	PTT	PPD
1999	Phitsanulok 80	MS	-	-	-	-	-	-	-	-
	RD27	HS	-	-	-	-	-	-	-	-
	KTH17	HS	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	Phitsanulok 80	MS	-	MS	-	-	-	-	-	-
	RD27	HS	-	HS	-	-	-	-	-	-
	KTH17	S	-	S	-	-	-	-	-	-
2001	Phitsanulok 80	HS	-	-	MS	-	-	-	MS	MS
	RD27	MS	-	-	MR	-	-	-	MS	MS
	KTH17	HS	-	-	S	-	-	-	MS	MS
2002	Phitsanulok 80	MS	R	MS	-	-	-	MR	-	-
	RD27	MS	MR	MR	-	-	-	S	-	-
	KTH17	S	S	S	-	-	-	-	-	-
2003	Phitsanulok 80	MS	HR	-	MS	MS	MS	-	-	-
	RD27	HR	MS	-	R	S	MS	-	-	-
	KTH17	S	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	Phitsanulok 80	MS	R	R	R	MS	-	HS	MR	-
	RD27	HR	MR	HR	MR	MS	-	-	S	-
	KTH17	S	S	S	-	-	-	-	-	-
2005	Phitsanulok 80	HR	R	MS	S	-	-	S	MS	-
	RD27	HR	R	MS	MS	-	-	S	S	-
	KTH17	S	S	S	S	-	-	-	-	-

PSL = Phitsanulok Rice Research Center PTT = Pathum Thani Rice Research Center
CNT = Chai Nat Rice Research Center LBR = Lop Buri Rice Research Center
PPD = Division of Plant Pathology and Microbiology
HR = Highly resistant MS = Moderately susceptible
R = Resistant S = Susceptible
MR = Moderately resistant HS = Highly susceptible

สาร 100 เปอร์เซ็นต์ได้

พื้นที่แนะนำ

เหมาะสำหรับนาน้ำฝนพื้นที่ลุ่มในเขตภาคเหนือตอนล่าง และเกษตรกรที่ต้องการปลูกข้าวอายุปานกลาง

ข้อควรระวัง

ไม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Table 2) ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้ในจังหวัดพิษณุโลก และค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง (Table 3)

สรุป

ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 80 เป็นข้าวเจ้า ไวต่อช่วงแสง อายุปานกลาง เก็บเกี่ยวต้นเดือนธันวาคม ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี สามารถปลูกได้ในพื้นที่กว้างขวาง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 637 กิโลกรัมต่อไร่ คุณภาพเมล็ดดี คุณภาพการสีดีมาก ข้าวพันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูกนาน้ำฝนพื้นที่ลุ่มในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะชาวนาที่ต้องการปลูกข้าวอายุปานกลาง แต่ต้องระวังปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคไหม้ และโรคขอบใบแห้ง

Bureau of Rice Research and Development

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณ ผู้บังคับบัญชาทุกท่าน และคุณจันทนา สรสิริ ที่มีส่วนช่วยให้การดำเนินงานสำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ในการพิจารณาข้อมูลประกอบการนำเสนอรับรองพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2546. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ. 151 หน้า.

Fukai, S., S. Rajatasereekul, H. Boonjung and E. Skulkhu. 1995. Simulation modelling to quantity the effect of drought for rainfed lowland rice in Northeast Thailand. pp. 657-674. *In:* Fragile Lives in Fragile Ecosystems. Proceedings of the International Rice Research Conference,13-17 Feb. 1995. IRRI, Philippines.

Immark, S., J.H. Mitchell, B. Jongdee, C. Boonwith, B. Somrith, A. Polvatana and S. Fukai. 1997. Determination of phenology development in rainfed lowland rice in Thailand and Lao' PDR. pp.89-96. *In:* Breeding Strategies for Rainfed Lowland Rice in Drought - prone Environment, Proceedings of an International Workshop held at Ubon Ratchathani, Thailand. 5-8 Nov. 1997, ACIAR. Proceedings No. 77.

IRRI. 1980. Standard Evaluation System for Rice. 2nd ed. The International Rice Testing Program (IRTR), The International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 44 p.

Pusapavesa, S. and B.R. Jackson. 1979. Photoperiod sensitivity in rainfed rice. pp. 139-147. *In:* Rainfed Lowland Rice : Selected papers from the 1978 International Rice Research Conference. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Bureau of Rice Research and Development

สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืช เพื่ออาหารและการเกษตร

International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

สงกรานต์ จิตรากร [1)]

Songkran Chitrakon[1)]

Abstract

The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture deals with access and benefit sharing from utilization of plant germplasm. The Treaty is taken care by FAO and innacted since 29 June 2004. The objectives of this treaty are the conservation and sustainable use of plant genetic resources for food and agriculture and the fair and equitable sharing of the benefits arising out of their use, in harmony with the Convention on Biological Diversity, for sustainable agriculture and food security. The mechanism for access and benefit sharing is provided the multilateral system. The contracting parties recognize the sovereign rights of the states over their own plant genetic resources for food and agriculture, including the authority to determine access to those resources in respect to national law and national legislation. The multilateral system covers 64 items in *ex situ* collection of the plant genetic resources for food and agriculture that are managed and controlled by the contracting parties. This includes those held in the *ex situ* collection in all international genebanks. Access shall be provided only for utilization and conservation research, breeding and training for food and agriculture. Access and exchange of germplasm are facilitated through a standard material transfer agreement. The benefit arising from the use of plant genetic resources shall be fairly and equitably shared through access and transfer of technology or in monetary form. The monetary benefit is highly prioritized to be allocated to farmers in developing countries.

Keywords: plant genetic resources, food and agriculture, treaty, multilateral system, access and benefit sharing, material transfer agreement

บทคัดย่อ

สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร เป็นกฎระเบียบระหว่างประเทศเกี่ยวกับการเข้าถึง การใช้ และการแบ่งปันผลประโยชน์ FAO ได้จัดทำขึ้นและมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 29 มิถุนายน 2547 วัตถุประสงค์ของสนธิสัญญา 1) เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน 2) เพื่อมีการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม และ 3) เพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืนและความมั่นคงด้านอาหาร กลไกและการดำเนินงานผ่านระบบพหุพาคี รัฐมีสิทธิอธิปไตยเหนือทรัพยากรพันธุกรรมพืชของตน การอนุญาตให้เข้าถึงขึ้นอยู่กับรัฐและกฎหมายภายในของรัฐ ทรัพยากรพันธุกรรมภายใต้ระบบพหุภาคีครอบคลุมพืช 64 รายการ ที่รวบรวมอนุรักษ์ไว้นอกถิ่นที่อยู่ รวมถึงในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชของศูนย์วิจัยนานาชาติ การเข้าถึงต้องเพื่อการวิจัยการอนุรักษ์ การใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น และต้องเป็นไปตามข้อตกลงการถ่ายโอนวัสดุพันธุกรรมตามมาตรฐาน การแบ่งปันผลประโยชน์อาจอยู่ในรูปของเทคโนโลยีหรือเงิน ถ้าเป็นเงินจะส่งเข้าสภาการปกครองเพื่อจัดสรรสู่เกษตรกรในประเทศกำลังพัฒนา

คำสำคัญ : ทรัพยากรพันธุกรรมพืช อาหารและการเกษตร สนธิสัญญา การเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์ การถ่ายโอนวัสดุพันธุกรรม

1) ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมข้าว, กรมการข้าว

Technical Advisor for Conservation and Utilization of Rice Genetic Resources, Rice Department E-mail: song_chit@yahoo.com.sg

Bureau of Rice Research and Development

คำนำ

ทรัพยากรพันธุ์พืชเป็นแหล่งที่มาของปัจจัย 4 ที่จำเป็นพื้นฐานต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยา โดยเฉพาะพืชอาหารและการเกษตร มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อความมั่นคงด้านอาหารของมวลมนุษย์ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาเกษตรกร นักปรับปรุงพันธุ์พืช และนักวิชาการด้านเทคโนโลยีชีวภาพได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมพืชในการปรับปรุงพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์เพื่อให้มีผลผลิตสูงขึ้น คุณภาพดีขึ้น ตลอดจนมีความต้านทานหรือทนทานต่อโรค แมลงศัตรูพืช และสภาพแวดล้อมดีขึ้น

ในอดีตทรัพยากรพันธุกรรมพืชถือว่าเป็นมรดกร่วมกันของมวลมนุษยชาติ (common heritage of mankind) จึงได้มีการรวบรวมและนำไปใช้ประโยชน์ ค่อนข้างเสรี ขาดระเบียบปฏิบัติที่ชัดเจน และส่วนมากเจ้าของทรัพยากรไม่ได้รับผลตอบแทนจากการนำไปใช้ประโยชน์โดยหน่วยงานอื่น

ปัจจุบัน หลักการเกี่ยวกับทรัพยากรพันธุกรรมพืชได้เปลี่ยนแปลงโดยอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity: CBD) ระบุว่า ประเทศเจ้าของมีสิทธิอธิปไตยเหนือทรัพยากรของตน รัฐบาลแต่ละประเทศมีอำนาจในการกำหนดกฎเกณฑ์ และเงื่อนไขการเข้าถึงทรัพยากรชีวภาพในประเทศของตน

ความเป็นมาของสนธิสัญญา

FAO ซึ่งรับผิดชอบด้านอาหารและการเกษตร ได้จัดทำกฎระเบียบระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์จากการใช้ประโยชน์ กับพืชอาหารและการเกษตรขึ้นโดยผ่านระบบพหุภาคี เรียกว่า สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร (International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: ITPGRFA) โดยยึดหลักสิทธิอธิปไตยเหนือทรัพยากรพันธุกรรมพืชของตนตามอนุสัญญา ฯ (Article 10.1)

สนธิสัญญาฯ มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2547 ขณะนี้มีประเทศสมาชิก FAO ที่ให้สัตยาบันแล้วจำนวน 116 ประเทศ จากเดิมที่เข้าร่วมลงนามไว้ 115 ประเทศ (รวมทั้งประเทศไทย) สนธิสัญญาฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร

2) แบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมพืชอย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม

3) เพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืนและความมั่นคงทางอาหาร โดยสอดคล้องกับอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ

ทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร หมายถึง วัสดุทางพันธุกรรมที่กำเนิดจากพืชที่มีคุณค่าจริง หรือมีศักยภาพที่จะมีคุณค่าเพื่อใช้เป็นอาหารและใช้ทางการเกษตร วัสดุทางพันธุกรรมยังหมายรวมถึงส่วนขยายพันธุ์พืชที่ใช้เพศ และไม่ใช้เพศที่บรรจุไว้ในหน่วยที่มีหน้าที่สืบทอดลักษณะพันธุ์

สาระสำคัญของสนธิสัญญาฯ (Article 11)

ภาคีสมาชิกยอมรับว่า รัฐมีสิทธิอธิปไตย (sovereign rights) เหนือทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตรของตนเอง และอำนาจในการอนุญาตให้เข้าถึงทรัพยากรเหล่านี้ขึ้นอยู่กับรัฐบาลแห่งชาติ และกฎหมายภายในของแต่ละรัฐ ภาคีสมาชิกตกลงที่จะจัดตั้งระบบพหุภาคีที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และโปร่งใส เพื่อเอื้ออำนวยให้มีการเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร และเพื่อแบ่งปันผลประโยชน์ ที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้อย่างยุติธรรม

สนธิสัญญาฯ จัดให้มีการเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืช โดยการสร้างระบบพหุภาคีในการเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืชที่กำหนดไว้จำนวน 64 รายการ ครอบคลุมพืชอาหารเกือบทุกชนิด (35 รายการ) และพืชอาหารสัตว์ (29 รายการ) ในระบบพหุภาคีครอบคลุมถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตรที่อยู่ในการอนุรักษ์นอกถิ่นที่อยู่ (ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช) ของศูนย์วิจัยการเกษตรนานาชาติ ที่อยู่ภายใต้กลุ่มที่ปรึกษาว่าด้วยการวิจัยการเกษตรระหว่างประเทศ (Consultative Groups on International Agricultural Research: CGIAR) เช่น IRRI (International Rice Research Institute) CIMMYT (International Maize and Wheat

Bureau of Rice Research and Development

Improvement Center)

ทรัพยากรพันธุกรรมพืช ที่อยู่ภายใต้ระบบพหุภาคี ต้องเป็นทรัพยากรพันธุกรรมพืชซึ่งอยู่ในการจัดการและควบคุมของภาคีสมาชิก และเป็นทรัพยากรที่เป็นข้อมูลหรือความรู้สาธารณะ หลักเกณฑ์การเข้าถึงและใช้ประโยชน์ จะต้องนำมาใช้เพื่อการวิจัยการอนุรักษ์ การปรับปรุงพันธุ์ และเพื่อการฝึกอบรมการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่ออาหารและเกษตรกรรมเท่านั้น

การเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืช (Article 12)

การเข้าถึง จะรวมข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับตัวพืช และเป็นไปเพื่อการใช้ หรืออนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมพืช ในการวิจัยพัฒนาด้านอาหารและการเกษตรเท่านั้น การเข้าถึงจะเป็นไปโดยสะดวก รวดเร็ว โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ในกรณีที่มีค่าธรรมเนียมจะต้องไม่สูงเกินกว่าค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่เกิดขึ้น ผู้รับทรัพยากรพันธุกรรมพืชไปจะต้องไม่อ้างสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิอื่นๆ ที่จะมีผลเป็นการจำกัดการเข้าถึงทรัพยากร หรือส่วนพันธุกรรม ในสภาพเดียวกันกับที่ได้รับไปจากระบบพหุภาคี

การเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืช เพื่ออาหารและการเกษตรที่พบในถิ่นที่อยู่ธรรมชาติ (*in situ*)ให้เป็นไปตามกฎหมายภายในของรัฐที่เกี่ยวข้อง หากไม่มีกฎหมายในเรื่องดังกล่าว ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่จะกำหนดโดยสภาปกครอง การเข้าถึงจะต้องเป็นไปตามความตกลงการถ่ายโอนวัสดุพันธุกรรมที่เป็นมาตรฐาน (standard material transfer agreement หรือ MTA) ซึ่งจะกำหนดโดยสภาปกครอง และจะต้องมีข้อกำหนดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการนำทรัพยากรพันธุกรรมนั้นไปใช้

ข้อกำหนดเกี่ยวกับการแบ่งปันผลประโยชน์ (Article 13)

ผู้ที่เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมพืชในระบบพหุภาคีจ่ายค่าตอบแทน โดยจำแนกผลประโยชน์ในรูปเงิน หรือผลประโยชน์ที่เป็นเทคโนโลยี ผลประโยชน์ในรูปเงินจะไม่จ่ายให้ประเทศใดประเทศหนึ่งเป็นการเฉพาะ แม้ว่าประเทศนั้นจะเป็นเจ้าของทรัพยากรพันธุกรรมพืชก็ตาม หากแต่จ่ายให้กับกองทุนซึ่งจัดตั้งขึ้น ผลประโยชน์ที่เป็นเทคโนโลยี การใช้ประโยชน์ในทางการค้าจะถูกแบ่งปันอย่างยุติธรรมโดยผ่านกลไก 3 ทาง ได้แก่

1) การแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรพันธุกรรมพืช

2) การเข้าถึงและการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3) การสร้างสมรรถนะ (capacity-building)

ภาคีสมาชิกตกลงว่า ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมพืช จะกลับคืนสู่เกษตรกรของทุกประเทศไม่ว่าโดยตรงหรือโดยอ้อม โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่อยู่ในระยะปรับตัวทางเศรษฐกิจ

การคุ้มครองสิทธิเกษตรกร (Article 9)

สนธิสัญญาฯ ยอมรับบทบาทสำคัญของชุมชนท้องถิ่นและเกษตรกร ซึ่งได้ร่วมอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรพันธุกรรมพืชที่เป็นฐานการผลิตอาหารและเกษตรกรรมในทุกภูมิภาคของโลก อย่างไรก็ดี สนธิสัญญานี้กำหนดให้ความรับผิดชอบในการคุ้มครองสิทธิเกษตรกรตกแก่รัฐบาลแห่งชาติของรัฐภาคี ซึ่งควรออกกฎหมายหรือดำเนินมาตรการคุ้มครอง และส่งเสริมสิทธิเกษตรกรตามความเหมาะสม ประกอบด้วย

1) คุ้มครองภูมิปัญญาท้องถิ่น

2) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมในการแบ่งปันผลประโยชน์

3) สิทธิในการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจระดับชาติ

4) กฎหมายภายในประเทศ จะไม่มีข้อความใดๆ ที่จำกัดสิทธิเกษตรกร ในการรวบรวม แลกเปลี่ยน ใช้ประโยชน์ และขายส่วนขยายพันธุ์ (เมล็ด และท่อนพันธุ์) จากไร่นาของตน

บทสรุป

FAO ซึ่งรับผิดชอบด้านอาหารและการเกษตรได้จัดทำกฎระเบียบระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์จากการใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะพืชอาหารและการเกษตรขึ้น เรียกว่า สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร (International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: ITPGRFA) สนธิ

Bureau of Rice Research and Development

สัญญาฯ มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2547 ขณะนี้มี 116 ประเทศสมาชิกได้ให้สัตยาบันแล้ว สนธิสัญญาฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) อนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน 2) แบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ของทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตรอย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม และ 3) เพื่อความมั่นคงทางอาหาร โดยสอดคล้องกับอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ

ทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร หมายถึง วัสดุทางพันธุกรรมที่กำหนดจากพืชที่มีคุณค่าจริง หรือมีศักยภาพที่จะมีคุณค่าเพื่อใช้เป็นอาหารและใช้ทางการเกษตร วัสดุทางพันธุกรรมยังหมายรวมถึงส่วนขยายพันธุ์พืชที่ใช้เพศ และไม่ใช้เพศที่บรรจุไว้ในหน่วยที่มีหน้าที่สืบทอดลักษณะพันธุ์

ภาคีสมาชิกยอมรับว่า รัฐมีสิทธิอธิปไตย (sovereign rights) เหนือทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตรของตน และอำนาจในการอนุญาตให้เข้าถึงทรัพยากรเหล่านี้ขึ้นอยู่กับรัฐบาลแห่งชาติ และกฎหมายภายในของแต่ละรัฐ และมีการแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้อย่างเท่าเทียมและยุติธรรม

สนธิสัญญาฯ จัดให้มีการเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืชที่กำหนดไว้จำนวน 64 รายการ ครอบคลุมพืชอาหาร 35 รายการ และพืชอาหารสัตว์ 29 รายการ โดยการสร้างระบบพหุภาคีในการเข้าถึง ในระบบพหุภาคีครอบคลุมถึงทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตรที่อยู่ในการอนุรักษ์นอกถิ่นที่อยู่ (ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช) ของศูนย์วิจัยการเกษตรนานาชาติ ที่อยู่ภายใต้กลุ่มที่ปรึกษาว่าด้วยการวิจัยการเกษตรระหว่างประเทศ (Consultative Groups on International Agricultural Research: CGIAR) การเข้าถึงจะรวมข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับตัวพืช และเป็นไปเพื่อการใช้หรืออนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมพืช ในการวิจัยพัฒนาด้านอาหารและการเกษตรเท่านั้น การเข้าถึงจะเป็นไปโดยสะดวก รวดเร็ว โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ในกรณีที่มีค่าธรรมเนียมจะต้องไม่สูงเกินกว่าค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่เกิดขึ้น

ผู้รับทรัพยากรพันธุกรรมพืชไป จะต้องไม่อ้างสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิอื่น ๆ ที่จะมีผลเป็นการจำกัดการเข้าถึงทรัพยากร หรือส่วนพันธุกรรม ในสภาพเดียวกันกับที่ได้รับไปจากระบบพหุภาคี และการเข้าถึงจะต้องเป็นไปตามความตกลงการถ่ายโอนวัสดุพันธุกรรมที่เป็นมาตรฐาน (standard material transfer agreement หรือ MTA) ผู้ที่เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมพืชในระบบพหุภาคีจ่ายค่าตอบแทน โดยจำแนกผลประโยชน์ในรูปเงิน หรือผลประโยชน์ที่เป็นเทคโนโลยี ผลประโยชน์ในรูปเงินจะไม่จ่ายให้ประเทศใดประเทศหนึ่งเป็นการเฉพาะ แม้ว่าประเทศนั้นจะเป็นเจ้าของทรัพยากรพันธุกรรมพืชก็ตาม แต่จะกลับคืนสู่เกษตรกรของประเทศที่กำลังพัฒนา

ขณะนี้ประเทศไทยยังไม่ได้เข้าเป็นภาคี และอยู่ระหว่างการศึกษาข้อดี ข้อเสีย ตลอดจนผลกระทบของสนธิสัญญาฯ ต่อประเทศในภาพรวม

บรรณานุกรม

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2550. การเข้าถึงทรัพยากรชีวภาพและการแบ่งปันผลประโยชน์. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 37 หน้า.

Lim, E.S. 2006. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. pp. 11-12 *In*: Convention on Biological Diversity and International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Malaysian Agriculture Research and Development Institute, P.O. Box 12301, Malaysia.

Bureau of Rice Research and Development

การใช้ประโยชน์จากข้าวเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ข้าวในเชิงพาณิชย์

Utilization of Rice for Commercial Products

ลัดดาวัลย์ กรรณนุช[1)]

Laddawan Kunnoot[1)]

Abstract

Research and development dealing with utilization of rice and value-added rice products have been progressively increasing. Since rice had been used as food crop and pharmaceutical drug. Rice plant could be processed to many kind of products both food and nonfood. This article presented rice-milling process, major processed rice product and byproducts, the nutritional substances of the rice grain such as carbohydrate, protein, oil, mineral, and vitamin. Utilization from various parts of rice plant including the usefulness of pure rice starch was also mentioned.

Keywords : rice, rice products, nutritional substances, utilization

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากข้าว และผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อเพิ่มมูลค่าก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ข้าวใช้เป็นทั้งอาหารและยา ส่วนต่างๆ ของข้าวสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร บทความนี้ได้นำเสนอกระบวนการสีข้าว ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากกระบวนการสีข้าว สารอาหารในเมล็ดข้าว เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน การใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของข้าว ตลอดจนประโยชน์จากการใช้แป้งข้าวบริสุทธิ์

คำสำคัญ : ข้าว ผลิตภัณฑ์ข้าว สารอาหาร การใช้ประโยชน์

บทนำ

ข้าวนอกจากจะเป็นอาหารหลักของคนไทยมาช้านานแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งออกนำรายได้เข้าประเทศปีละนับแสนล้านบาท แต่การเปลี่ยนแปลงของโลกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การส่งออกข้าวของไทยมีคู่แข่งที่สำคัญ ไทยควรตระหนักได้แล้วว่า การขายข้าวที่มุ่งเน้นการส่งออกข้าวสาร ข้าวเปลือก ไม่อาจเพิ่มมูลค่าสินค้าข้าวให้ชนะคู่แข่งการค้าข้าวได้ ทั้งนี้เพราะต้นทุนการผลิตข้าวของไทยสูงกว่าประเทศอื่นๆในภูมิภาคเดียวกัน รวมทั้งผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ของไทยต่ำกว่าประเทศอื่นๆ

ปัจจุบัน มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ด้านการใช้ประโยชน์จากข้าว โดยการแปรรูปส่วนต่างๆ ของเมล็ดและต้นข้าว ให้ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปหลากหลาย พบว่า เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวอ่อน ข้าวกล้อง ข้าวสาร ต้นอ่อนของข้าว ใบและลำต้นข้าวที่ระยะเจริญเติบโตต่างๆ และฟางข้าว สามารถสร้างนวัตกรรมขึ้นอีกมาก ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมีทั้งที่เป็นอาหารและที่ไม่ใช่อาหาร แต่ยังคงเป็นองค์ความรู้ที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ ปัญหาอุปสรรคที่ผู้ประกอบการแปรรูปพบคือ ไม่สามารถหาแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และวัตถุดิบที่ใช้แปรรูปเป็นอาหารไม่ได้รับความเชื่อถือในด้านสุขอนามัย

เป็นเวลานับพันปีที่ประชากรโลกตระหนักดีว่า ข้าวเป็นทั้งอาหารและยา รักษาสมดุลของสารอาหารในร่าง

1) สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
Bureau of Rice Products Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Email : Kunnoot @ hotmail.com

Bureau of Rice Research and Development

กายไม่ให้เกิดโรคภัยต่างๆ ความสมดุลของอาหารทำให้ร่างกายไม่ขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย ตั้งแต่สมอง หัวใจ เส้นเลือด ระบบการย่อยสลาย และการขับถ่าย ข้าวจึงเป็นแหล่งของสารอาหารที่จำเป็น ยังมีคนอีกมากที่เข้าใจเพียงแง่มุมเดียวว่าการบริโภคข้าวทุกวันนี้ได้สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเพียงอย่างเดียว แต่ขณะนี้ความหลากหลายของข้าวมีมากกว่าส่วนของ ข้าวกล้อง หรือข้าวสาร ข้าวจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลายด้าน

มุมมองนี้ขยายผลถึงส่วนต่างๆของข้าว ทั้งส่วนของเมล็ด ต้น และใบข้าว เป็นที่น่าอัศจรรย์ว่าการวิเคราะห์สารอาหารที่มีอยู่ในส่วนต่างๆของข้าว ทำให้ศาสตร์ด้านข้าวขยายผลออกไปมากกว่าการขายข้าวสารในเชิงพาณิชย์ วงการอุตสาหกรรมตื่นตัวต่อการใช้ประโยชน์จากสารต่างๆ ที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว ต้นข้าว ใบข้าว ตลอดระยะการเจริญเติบโตของข้าว ทำให้ข้าวมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเสื้อผ้า และเครื่องสำอาง เป็นต้น

ในที่นี้ จะขอกล่าวถึงความมหัศจรรย์ของข้าวไทยให้เป็นที่ประจักษ์ เพื่อผู้อ่านจะได้นำไปใช้ประโยชน์แก่ตนเอง หรือนำไปเผยแพร่ก็จะเป็นประโยชน์ต่อไป

สารอาหารในเมล็ดข้าว

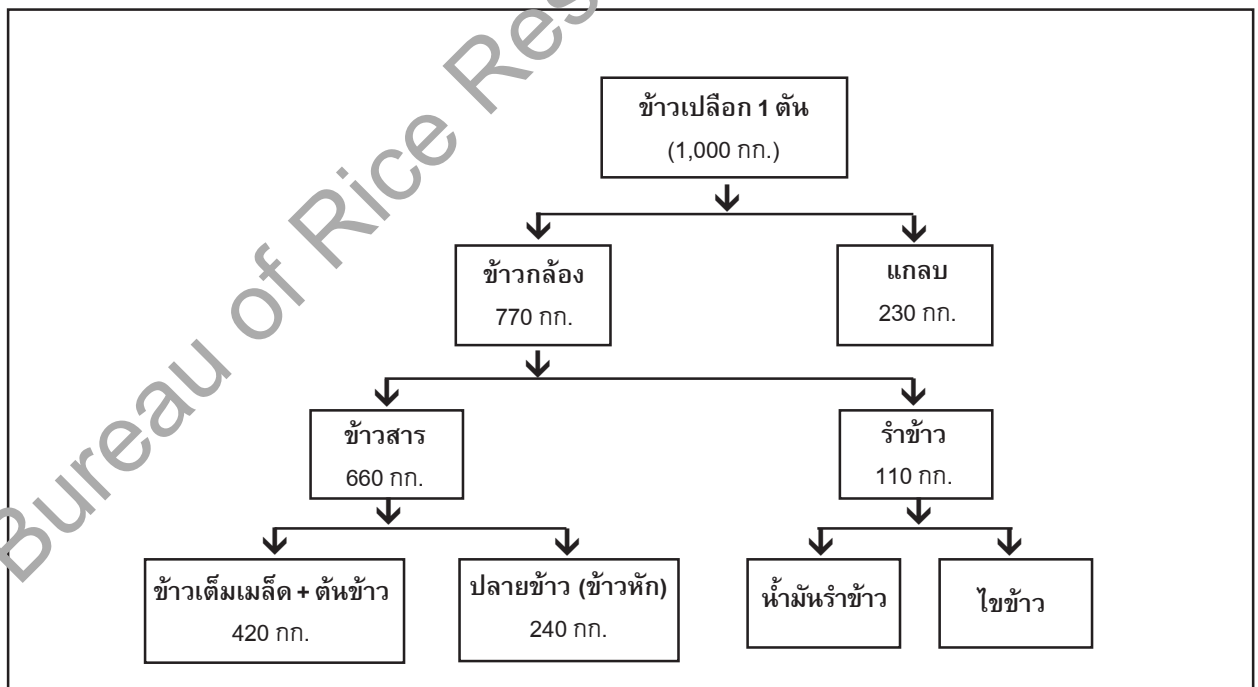
ข้าวเป็นพืชที่มีสารอาหารหลักสำคัญ หนึ่งในห้าของกลุ่มสารอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และ วิตามิน ข้าวให้สารอาหารคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีหน้าที่สร้างพลังงานให้กับร่างกาย เพราะในเมล็ดข้าวมีคาร์โบไฮเดรต อยู่ ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ในรูปของ แป้ง (starch) มีวิตามิน แร่ธาตุ และไขมัน สารอาหารเหล่านี้มีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก

1. คาร์โบไฮเดรต ในเมล็ดข้าว ในเมล็ดข้าวสาร 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 แคลอรี่ เป็นสารอาหารที่ให้ประโยชน์ในด้านการสร้างพลังงานให้แก่ร่างกาย การขัดสีด้วยเครื่องจักรในปัจจุบัน ทำให้เกิดการจำแนกคาร์โบไฮเดรต เป็น 2 ชนิด ในธรรมชาติ คือ

1.1 คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนแบบสมบูรณ์ มีอยู่ครบในข้าวกล้อง เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานอย่างต่อเนื่อง เพราะยังมีไฟเบอร์อยู่ครบถ้วน

1.2 คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนแบบไม่สมบูรณ์ เป็นแป้งที่คงเหลือในข้าวสารหลังจากถูกขัดสีเป็นรำออกหมดจนเป็นข้าวสารสีขาว ทำให้สูญเสียไฟเบอร์ไปจำนวนมาก

ความแตกต่างระหว่างคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนแบบสมบูรณ์ กับคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนแบบไม่สมบูรณ์



กระบวนการสีข้าวและส่วนที่ได้จากการสีข้าว 1 ตัน (1,000 กิโลกรัม)

Bureau of Rice Research and Development

มีผลอย่างมากต่อกลไกการสร้างพลังงานภายในร่างกายมนุษย์ ส่วนหนึ่งอยู่ที่ปริมาณไฟเบอร์ที่แตกต่างกัน การบริโภคคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนแบบสมบูรณ์อย่างข้าวกล้อง ซึ่งมีไฟเบอร์อยู่ครบถ้วน เพราะไม่ได้ผ่านขั้นตอนการขัดสี เมื่อเข้าไปในร่างกายไฟเบอร์ที่มีอยู่จะทำหน้าที่ขวางกั้นเอนไซม์ที่เข้ามาดูดกลูโคสเข้าไปในกระแสเลือดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อกลไกการสร้างพลังงานในร่างกาย

2. ไขมันในเมล็ดข้าว เป็นไขมันที่มีคุณภาพดี เพราะมีไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการควบคุมระดับคลอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเส้นเลือด ช่วยในการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ เด็กแรกเกิดและเด็กเล็ก การขัดสีเมล็ดข้าวด้วยเครื่องจักร ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวหลุดออกมาที่รำ ซึ่งมีไขมันอิสระไม่อิ่มตัว (free fatty acid) ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

ในรำข้าว มีสารอาหารอีกมากมายที่ถูกขัดสีออกไปจากเมล็ดข้าว เป็นที่น่าเสียดายที่ในอดีต รำข้าวได้ถูกขัดสีออกและนำไปเป็นอาหารสัตว์ แม้แต่น้ำมันรำข้าวก็ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากในรำข้าวมีเอนไซม์ไลเปส (lipase) ที่ย่อยโปรตีนในรำข้าวทำให้มีกลิ่นหืนไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาการผลิตน้ำมันรำข้าวที่ไม่มีกลิ่นหืน และเก็บรักษาไว้ได้นาน แต่มีราคาสูง ในอนาคตน้ำมันปาล์มจะถูกนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน ราคาในท้องตลาดก็จะสูงขึ้น น้ำมันรำข้าวจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของน้ำมันพืชเพื่อการบริโภค

3. สารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidants) เป็นสารประกอบที่อยู่ในเมล็ดข้าวและมีมากกว่าร้อยชนิด สารต้านอนุมูลอิสระประกอบด้วยวิตามิน เกลือแร่ หรือเอนไซม์ มีประโยชน์ช่วยป้องกันร่างกายจากอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดรอยเหี่ยวย่นบนใบหน้า และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง คุณประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ทำให้หัวใจแข็งแรง ระบบภูมิคุ้มกันเข้มแข็ง เพิ่มพลังการทำงานของสมอง คลายเครียด ชะลออาการอัลไซเมอร์ และช่วยชะลอความแก่

สารต้านอนุมูลอิสระ ที่สำคัญ ได้แก่

3.1 สาร แกมม่า-ออไรซานอล พบมากในน้ำมันรำข้าว

3.2 กรดแอลฟาไลโปอิก มีคุณสมบัติครอบคลุม คือ ช่วยปกป้องร่างกายจากการทำลายของอนุมูลอิสระเกือบทุกตัว ช่วยนำสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ที่ถูกใช้ไปแล้วกลับมาใช้ได้อีก ป้องกันโรคที่พบในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคเส้นเลือดสมองตีบหรือแตก โรคหัวใจ และโรคต้อกระจกที่ตา

3.3 กลูตาไธโอน (glutathione) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีมากในปอด ตับ เลนส์แก้วตา ช่วยขจัดอนุมูลอิสระ พวกไฮดรอกซิล ซึ่งทำให้เกิดโรคมะเร็งโดยเฉพาะที่ตับ ผู้มีอายุ 40 ปี ขึ้นไป ระดับกลูตาไธโอนจะเริ่มลดลง และที่ อายุ 60 ปี จะลดลงถึง 20 เปอร์เซ็นต์

3.4 โคคิว 10 (coenzyme Q 10) เป็นสารเร่งปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญของชีวิต โคคิว 10 ช่วยสังเคราะห์พลังงาน ATP ให้กับเซลล์ของร่างกาย ทำให้ร่างกายคงความแข็งแรงได้นาน ระดับของโคคิว 10 จะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น นอกจากนี้ โคคิว 10 ยังช่วยการทำงานของหัวใจดีขึ้น ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้สูงขึ้น

3.5 วิตามินอี เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีประโยชน์ในการยับยั้งความเสื่อมของร่างกาย ช่วยในการป้องกันไขมันในผนังเซลล์ผิวหนัง วิตามินอี มีมากใน น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะกอก และน้ำมันงา การรับประทานวันละ 1-2 ครั้ง ครั้งละ 1 ช้อนโต๊ะ จะช่วยล้างสารพิษออกจากร่างกายได้

3.6 วิตามินซี ช่วยชะลอความแก่ บำรุงเส้นผม ใบหน้า และผิวหนัง การกินวิตามินซี วันละ 3 กรัม หรือ 3,000 มิลลิกรัม จะช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น มะเร็ง เนื้องอก เพราะวิตามินซี ช่วยสร้างเม็ดเลือดขาวที่ชื่อ ทีเซลล์ที่เคลื่อนที่รวดเร็ว สามารถโจมตีสิ่งแปลกปลอม เช่น เซลล์มะเร็ง ได้

4. กลุ่มวิตามิน (vitamin) วิตามิน เป็นสารอาหารที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ แต่ร่างกายมีความต้องการใช้ประโยชน์ สารอาหารเหล่านี้มีอยู่ในอาหารที่รับประทาน ในเมล็ดข้าวก็มีวิตามินเหล่านี้เป็นส่วนประกอบอยู่ในระดับต่างๆกัน ได้แก่

4.1 วิตามินเอ (beta carotene) มีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโต บำรุงสายตาและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ป้องกันโรคตาฟางในตอนกลางคืน และช่วยพัฒนากระดูกและฟัน

Bureau of Rice Research and Development

4.2 วิตามินบี 1 (thiamine) มีมากในธัญพืช เช่น ข้าวซ้อมมือ หรือข้าวกล้องที่ไม่มีการขัดสี หรือขัดสีน้อยที่สุด ในเห็ดฟาง เนื้อหมู ช่วยเพิ่มสมรรถภาพของสมองและไอคิว ช่วยรักษาโรคหัวใจ ควบคุมเบาหวาน

4.3 วิตามินบี 3 (niacine) เป็นโคเอนไซม์ช่วยแยกสลาย นำโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันไปใช้ ช่วยการไหลเวียนของโลหิต และลดคลอเรสเตอรอล ช่วยสร้างสมาธิ มีความสำคัญมากในเมตาบอลิซึมของสมอง มีมากในข้าวกล้อง พันธุ์ข้าวที่พบว่ามีมากคือ ข้าวเหลืองปะทิว 123

4.4 วิตามินบี 5 (pantothenic acid) ช่วยสร้างโคเอนไซม์ ที่ช่วยในการถ่ายทอดสัญญาณประสาทเมื่อถูกกระตุ้น พบมากในธัญพืชที่ไม่ขัดสี หรือขัดสีน้อย พืชผัก และเนื้อสัตว์

4.5 วิตามินบี 6 (pyridoxine) ช่วยในการปรับสารเคมีในสมองชนิดหนึ่ง มีความสำคัญต่อการนึกคิดของคน พบในธัญพืชต่างๆ ถั่ว และพืชผักต่างๆ ในเนื้อสัตว์ ไก่ หมู และเครื่องในสัตว์

4.6 วิตามินบี 12 (cyano cobalamin) ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดแดงให้สมบูรณ์ สร้างโปรตีนและบำรุงรักษาเนื้อเยื่อประสาท พบในธัญพืช ไข่ และเนื้อสัตว์ ปลา นม

ข้าว: อาหารชีวจิต ยา เคมีภัณฑ์

ในอดีตการรักษาของแพทย์แผนไทย มีการใช้สมุนไพรต่างๆ และ **ข้าวสามารถใช้เป็นทั้งอาหารและยา** ปัจจุบันพบว่า การบริโภคข้าว ทั้งที่เป็นเมล็ดข้าวสาร ข้าวกล้อง น้ำมันรำข้าว หรือ ส่วนของจมูกข้าว สามารถป้องกันและรักษาโรคขาดสารอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคทางประสาท โรคหัวใจ เพราะในส่วนต่างๆ ของข้าวมีสารอาหารที่มหัศจรรย์ยิ่ง ข้าวกล้องมีใยอาหารสูงมาก น้ำมันรำข้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารแกมมา ออไรซานอล (gamma-oryzanol) ข้าวกล้อง ซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทยสมัยก่อน นำมาเพาะให้งอกเป็นตุ่มเล็กๆ จะมีสาร GABA (gamma amino-butyric acid) อยู่มาก

ข้าวมีแนวโน้มเป็นที่นิยมมากขึ้นในกลุ่มผู้บริโภค ข้าวสาลีเป็นอาหารหลัก เพราะข้าวไม่มีโปรตีนกลูเตนที่ทำให้เกิดอาการแพ้ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากส่วนต่างๆของข้าวจึงเป็นอาหารที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางมากขึ้น ข้าวเป็นประโยชน์ต่อชนกลุ่มใหญ่ที่มีรายได้น้อย แต่ยังต้องบริโภคข้าว ทำให้ผู้คนเหล่านั้นไม่ขาดสารอาหารที่จำเป็น คนไทยมักนิยมบริโภคข้าวที่ถูกขัดสีจนขาว ซึ่งต้องระมัดระวังรสนิยมการบริโภคนี้ให้มาก เพราะสารอาหารที่เป็นประโยชน์ที่เมล็ดข้าวได้สูญเสียไปกับการขัดสีจนเกือบหมด คนไทยส่วนใหญ่จึงรับประทานอาหารที่มีแต่แป้ง

อาหารชีวจิต ในการรักษาสุขภาพ ผู้คนทั่วไปมีความตื่นตัวมากยิ่งขึ้น ทั้งในและต่างประเทศ ปัจจุบันประชาชนโดยทั่วไปหันมาบริโภคอาหารที่เน้นด้านโภชนาการที่ดี ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารธัญพืชเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นอาหารที่เกิดจากส่วนผสมของข้าวกล้องเป็นหลัก มีธัญพืชอื่นๆผสมอยู่ ได้แก่ ลูกเดือย และถั่วต่างๆ ผู้นิยมอาหารชีวจิตเป็นกลุ่มบุคคลที่มีทั้ง ผู้สูงอายุ และผู้ป่วยโรคต่างๆที่ต้องการสารอาหารเสริม เพื่อบรรเทาหรือรักษาอาการของโรคภัยไข้เจ็บ ตลอดจนการสร้างคุณภาพชีวิตให้แก่ชุมชน การควบคุมน้ำหนักในกลุ่มเยาวชน หญิงมีครรภ์และมารดาที่ต้องดูแลทารกแรกเกิด

ข้าวเป็นยา ในอดีตแพทย์แผนไทยใช้ส่วนต่างๆ ของข้าวเป็นยาหลายทางด้วยกัน แม้ปัจจุบันแพทย์แผนใหม่ที่ใช้ศาสตร์ทางตะวันตก การใช้ข้าวเป็นยาก็ยังมีอยู่ในพื้นบ้านทั่วไป เพราะข้าวไทยเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย เป็นวิถีชีวิตของคนไทย ตัวอย่างการรักษาโรคจากส่วนต่างๆ ของข้าว รวบรวมโดย แพทย์หญิง รองศาตราจารย์ศิริวรรณ สุทธจิตต์ ในหนังสือ "ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ" คู่มือสุขภาพประจำครอบครัว พ.ศ. 2550 กล่าวไว้ ดังนี้

รวงข้าว ใช้รวงข้าวที่กำลังเป็นน้ำนม มาคั้นเอาแต่น้ำ นำน้ำนมข้าวมากวนใส่น้ำตาลเล็กน้อย เรียกกันว่า น้ำข้าวกระยาคู เป็นยาบำรุงกำลังคนไข้ที่มีอาหารหนัก ให้ทุเลาลงได้เร็วขึ้น

ข้าวงอก (rice malt) เป็นข้าวเปลือกที่นำมาแช่น้ำจนมีรากอ่อนงอกออกมา นำมาต้มหรือชงน้ำร้อน ใช้ดื่ม เป็นยาช่วยย่อยอาหาร มีรสหวานเย็น ดื่มแก้ไข้ แก้เบื่ออาหาร บำรุงกำลัง รากข้าวงอกปริมาณ 30-60 กรัม ต้มน้ำดื่ม แก้อาการเหงื่อออกมากผิดปกติ

Bureau of Rice Research and Development

ข้าวตอก คือ ข้าวเปลือกคั่วจนเมล็ดพอง เปลือกแตกหลุด *ข้าวเม่า* คือ เมล็ดข้าวที่ยังไม่แก่จัด นำมาคั่วและตำให้แบน และ*ข้าวใหม่* คือ ข้าวที่เพิ่งเก็บเกี่ยวและนำไปสีทันที ใช้รับประทานเป็นยาบำรุงกำลัง เจริญธาตุ

ข้าวสาร (white rice) มีรสมันเย็น แก้พิษร้อนในกระหายน้ำ ทำให้ชุ่มชื่นใจ และ ใช้ตำผสมกับสุรา ทาแก้ลมพิษผื่นคันได้ดี

ข้าวกล้อง (brown rice) เป็นข้าวที่สี หรือตำ แค่พอให้เปลือกนอก (แกลบ) หลุดออก ยังคงมีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง บำรุงกำลัง บำรุงเลือด ป้องกันโรคเหน็บชา สมัยก่อนข้าวกล้อง ถ้าใช้ตำ เป็นข้าวซ้อมมือ สรรพคุณเช่นเดียวกับข้าวกล้อง

ข้าวสารดำ เป็นข้าวสารจากพันธุ์ข้าวที่เป็นสีดำ นำมาแช่กับน้ำฝนกลางหาว (น้ำฝนกลางแจ้ง ไม่ผ่านหลังคา) ใช้เป็นยาหยอดตา แก้โรคตาแดง ตาฝ้าฟาง

ข้าวแป้ง (แป้งข้าว) คือ ข้าวสารที่ตำละเอียด รับประทานแก้เสมหะ ใช้ภายนอก โดยผสมกับน้ำพอเหนียว ปิดพอก แก้ลมพิษร้อนอักเสบ บรรเทาอาการอักเสบในไฟลามทุ่ง และผิวหนังที่น้ำร้อนลวก รักษาแผลพุพอง เน่าเปื่อย

น้ำซาวข้าว เป็นน้ำที่ได้จากการล้างข้าวสาร ก่อนนำไปหุง มีวิตามินบี และแร่เหล็กสูง มีรสเย็น แก้พิษร้อนใน ดับพิษอักเสบ ปัจจุบันใช้น้ำซาวข้าวมาล้างผัก ช่วยลดสารพิษ สารฆ่าแมลงที่ตกค้าง น้ำที่เหลือใช้รดต้นไม้

ข้าวสารคั่ว คือ ข้าวสารที่นำมาคั่วไฟพอไหม้เกรียม แช่น้ำ นำน้ำมาดื่มบำรุงกำลัง แก้กระหายน้ำ หรือใช้ข้าวสารคั่วร้อน ๆห่อผ้าทำลูกประคบ ใช้ประคบคนเป็นลมมือเย็น เท้าเย็น

ข้าวกระยาคู เป็นข้าวเมล็ดอ่อน ที่เรียกว่า ข้าวน้ำนม คั้นเอาน้ำผสมกับน้ำนมวัว น้ำตาล และเตยหอม ดื่มเป็นยาบำรุงกำลัง แก้ไข้ อ่อนเพลียในคนฟื้นไข้ใหม่ ๆ

เข้าข้าว ได้จากวิธีหุงข้าวในอดีตที่เรียกว่า หุงข้าวเช็ดน้ำ ต้มข้าวเมื่อข้าวเริ่มสุขให้รองน้ำข้าวออกมา อังหม้อข้าวแห้งให้ข้าวระอุเป็นข้าวสวยรับประทาน ส่วนน้ำข้าวเป็นยาเย็น แก้อาการอักเสบ บางครั้งผสมน้ำมะนาว น้ำตาล เพื่อปรุงรสให้รับประทานง่าย ทำให้เยื่อภายในอ่อนนุ่ม ตำราจีน น้ำข้าว แก้ปวดท้อง กระหายน้ำ ขับปัสสาวะ แก้อาการเลือดกำเดาออก ตาแดง

รำข้าว สมัยก่อนนิยมใช้เป็นเครื่องสำอาง ใช้ขัดผิวโดยตรง ช่วยขจัดเซลล์ที่ตายแล้ว น้ำมันจากรำข้าวช่วยบำรุงผิว บำรุงเส้นผมไม่หงอกเร็ว ทาตามตัวทำให้ผิวหนังสดชื่น ไม่เหี่ยวย่นง่าย

การใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของข้าว

ส่วนต่าง ๆของข้าวสามารถใช้ประโยชน์ได้ในเชิงโภชนาการ ความต้องการรักษาสุขภาพเป็นแรงผลักดันที่ดีให้แก่ผู้บริโภคทุกชนชั้น หากมีข้อมูลที่น่าสนใจให้เรียนรู้ได้ว่า ข้าวและชิ้นส่วนที่ได้จากการพัฒนาการผลิตข้าวสามารถใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง การค้าข้าวของไทยจะไม่วนเวียนอยู่กับการค้าข้าวกล้องข้าวสารในรูปของ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเจ้าขาว หรือข้าวเหนียวขาว เพราะข้าวในประเทศไทยมีคุณประโยชน์มากกว่านั้น

1. เมล็ดข้าว แบ่งได้เป็นข้าวกล้อง และข้าวสาร เป็นอาหารหลักของคน ทั้งคนไทยและคนทั่วโลกอีกกว่าครึ่งโลก ข้าวเป็นสินค้าเพื่อการบริโภคในประเทศและขายส่งออกนอกประเทศ ชนิดของข้าวจำแนกเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ปัจจุบันมีการส่งออกข้าวอีกชนิดหนึ่งคือ ข้าวนึ่ง ซึ่งได้จากการนึ่งข้าวเจ้าพื้นแข็ง หรือข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ อมิโลสสูง (สูงกว่า 26 %) และนำไปขัดสี ส่งออกขายต่างประเทศ

2. ข้าวกล้องงอก เป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่นำข้าวกล้องซึ่งยังมีส่วนของจมูกข้าวไปแช่น้ำและบ่มไว้ 4-6 ชั่วโมง ให้จมูกข้าวแตกเป็นตุ่มตาออกมา แล้วนำไปนึ่ง จากนั้นผึ่งให้แห้ง จะได้ข้าวกล้องที่มีความอ่อนนุ่มหุงได้ง่าย และที่สำคัญข้าวกล้องงอกที่มีสารกาบา (gamma amino-butyric acid, GABA) ช่วยรักษาความเครียดจากของการทำงานของสมอง ลดอาการอัลไซเมอร์

3. ต้นกล้าอ่อน เป็นผลิตผลที่ได้จากการเพาะเมล็ดข้าวให้งอกออกมาเป็นต้นกล้า เมื่อต้นกล้าอายุ 8-10 วัน ส่วนของต้นอ่อนที่เป็นสีเขียวมีประโยชน์อย่างยิ่ง นำต้นอ่อนนี้ไปปั่นและกรองเอาน้ำไปใช้ดื่มเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นน้ำคลอโรฟิลล์ ต้นกล้าจากเมล็ดข้าวเหนียว พันธุ์ กข6 มีรสชาติดี ไม่เหม็นเขียว รสนุ่ม น้ำที่ได้ใส่น้ำแข็งใช้ดื่มได้สดชื่น

4. เมล็ดข้าวน้ำนม เป็นเมล็ดข้าวที่ได้จากรวงข้าวในระยะที่ยังอ่อนอยู่ อายุเมล็ดข้าวหลังข้าวออกดอก 10-15 วัน เมื่อบีบเมล็ดจะมีของเหลวสีขาวขุ่นออกมา นำไปทำน้ำนมข้าว เป็นเครื่องดื่มสุขภาพ ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย จะฟื้น

Bureau of Rice Research and Development

ตัวแข็งแรงได้อย่างรวดเร็ว เพราะส่วนประกอบในเมล็ดมีวิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการซ่อมแซมสุขภาพอยู่มาก

5. เมล็ดข้าวอ่อน เป็นที่รู้จักกันมาแต่โบราณว่าอาหารไทยที่ขึ้นชื่อชนิดหนึ่งคือ ข้าวเม่า เป็นอาหารที่นิยมกันในช่วงเริ่มเข้าฤดูหนาว ปัจจุบันก็ยังรู้จักกันอยู่ ข้าวเมล็ดอ่อนนี้สามารถนำมาทำข้าวเม่า มีการตำข้าวเม่าในงานบุญต่าง ๆ เป็นการเสริมสร้างความสามัคคี ข้าวเม่าได้จากการเก็บเมล็ดข้าวในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว 5-7 วัน โดยข้าวยังไม่สุกแก่เต็มที่ เมล็ดยังนิ่มอยู่

6. เมล็ดข้าวเปลือก การสีข้าวเปลือก ผลที่ได้จะเป็นข้าวกล้อง ข้าวสาร ส่วนของปลายข้าว แกลบ และ รำข้าว

6.1 ปลายข้าว เป็นชิ้นส่วนของเมล็ดข้าวที่แตกหักเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ซึ่งใช้ประโยชน์ได้ โดยการแปรรูปเป็นแป้งข้าวชนิดต่าง ๆ ปัจจุบันแป้งข้าวนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยา เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างมหาศาล

6.2 แกลบ เป็นส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก การกะเทาะข้าวเปลือกครั้งแรกจะได้ส่วนของแกลบและข้าวกล้อง ในอดีตแกลบมีมูลค่าน้อย โรงสีจะให้แก่ประชาชนที่มาขอนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อมาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการใช้แกลบคลุกดินที่เป็นดินเค็ม สามารถลดความเค็มของดินได้ ปัจจุบันแกลบมีราคาสูงขึ้น เพราะมีการใช้แกลบเป็นแหล่งของพลังงาน มีโรงสีพลังงานแกลบเกิดขึ้นมากมาย ถ้าจะสร้างมูลค่าเพิ่มของแกลบให้สูงขึ้นอีก ไม่ควรมองข้ามการสกัดสาร หรือส่วนประกอบที่มีอยู่ในแกลบ เพราะแกลบมีสารซิลิกาสูงมาก นอกจากนี้ โพแทสเซียมในแกลบยังใช้เป็นปุ๋ยในการปลูกข้าวอินทรีย์

6.3 รำข้าว ผลจากการขัดสีข้าวกล้อง เปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเปลือกบาง ๆ สีเข้ม จะหลุดออกมาเป็นผงละเอียดบ้าง หยาบบ้าง เรียกว่า รำข้าว หากมีการขัดสีหลายครั้งจะมีทั้งจมูกข้าวและแป้งจากเมล็ดข้าวหลุดออกมาปนกันอยู่ เป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก มีการนำมาสกัดน้ำมันออกมา พบว่า น้ำมันรำข้าวที่ผ่านกระบวนการที่ใช้ความร้อน จะมีสาร แกมม่า-ออไรซานอล สูงถึง 4,000 ppm ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในข้าวเท่านั้น

ปัจจุบันมีการใช้วิธีบีบน้ำมันรำข้าวออกมาจากรำข้าวโดยไม่ใช้ความร้อน สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้ 8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของสาร แกมม่า-ออไรซานอล ในน้ำมันรำข้าวมากถึง 15,000 - 20,000 ppm และยังมีไขมันอยู่อีกถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม-อาหารสัตว์ หรือสกัดสารที่ใช้เป็นเคมีภัณฑ์ได้อีก

7. ฟางข้าว มักถูกละเลย ถูกเผาให้เกิดมลภาวะ เกิดการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน ฟางข้าวสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุคลุมดินในแปลงพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ เป็นอาหารสัตว์ ใช้ทำปุ๋ยหมักฟางข้าว ปัจจุบันฟางข้าวมีสารที่สกัดออกมาเป็นสีเหลืองใช้เป็นสีย้อมอาหาร หรือใช้เป็นวัสดุผสมในการก่อสร้างในท้องถิ่น เช่น การสร้างบ้านดิน ซึ่งเป็นบ้านประหยัดพลังงาน

การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวบริสุทธิ์

จากการขัดสีข้าว ส่วนของข้าวหักมีส่วนประกอบของแป้ง เป็นประโยชน์ทั้งในลักษณะของวัตถุดิบเพื่อเป็นอาหาร และในอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร เช่น ใช้เป็นส่วนเจือจาง (filler) ของยา แป้งใช้ทาตัวเด็ก ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวใช้แป้งข้าวเป็นวัตถุดิบมากมายหลายชนิด

ในแต่ละปี ประเทศไทยผลิตและส่งออกแป้งข้าว แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว ผลิตภัณฑ์แป้งแผ่น ขนมปังกรอบ ก๋วยเตี๋ยว และเส้นหมี่ มีมูลค่ามากกว่า 6,000 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวบริสุทธิ์ เป็นแป้งที่สกัดเอาโปรตีนออกจากแป้งแล้ว เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในด้านเภสัชกรรม ผลิตภัณฑ์ยา อุตสาหกรรมครัวเรือน หรือเครื่องสำอางได้หลากหลาย ดังนี้

1. อุตสาหกรรมสิ่งทอ เสื้อผ้าที่ซัก (laundry) มีการใช้ประโยชน์จาก hypochlorite oxidized

2. Dextrin ใช้ประโยชน์ด้าน สิ่งทอ สารเคลือบกระจก active ingredient สำหรับ ปรุงรสอาหาร และตัวนำสี (carrier)

3. Starch phosphate ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผงซักฟอก อุตสาหกรรมยาง (molding) อุตสาหกรรมกระดาษ (coating)

4. Starch acelate ใช้ในอุตสาหกรรม food thickening สิ่งทอ และกระดาษ

Bureau of Rice Research and Development

5. Cross linked starch ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น อาหารกระป๋อง ซอส น้ำสลัด อุตสาหกรรมกระดาษ สิ่งทอ สี ผงฝุ่นที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง ผงผสมกับสารเคมีสำหรับใช้ในการเกษตร

บทสรุป

ข้าวเป็นทั้งอาหารและยา สารอาหารที่สำคัญในเมล็ดข้าว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต มีอยู่ถึง 75-80 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันพบว่าการบริโภคข้าวสามารถป้องกันและรักษาโรคขาดสารอาหารได้หลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคทางประสาท โรคหัวใจ เป็นต้น ในอดีตแพทย์แผนไทยได้ใช้ส่วนต่าง ๆ ของข้าวเป็นยารักษาโรค เช่น รวงข้าว ข้าวงอก ข้าวตอก ข้าวสาร ข้าวกล้อง แป้งข้าว น้ำซาวข้าว ข้าวสารคั่ว น้ำข้าว รำข้าว เป็นต้น ส่วนต่างๆ ของข้าวสามารถใช้ประโยชน์เชิงโภชนาการ สำหรับแป้งข้าวซึ่งได้จากการขัดสีข้าว และส่วนของข้าวหักใช้ประโยชน์ได้ทั้งเป็นวัตถุดิบเพื่อเป็นอาหาร และในอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร เช่น เป็นส่วนเติมของยา แป้งทาตัวเด็ก นอกจากนี้ แป้งข้าวบริสุทธิ์ซึ่งสกัดโปรตีนออก เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในด้านเภสัชกรรม ผลิตภัณฑ์ยา อุตสาหกรรมครัวเรือน อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

ข้อคิดสำหรับคนไทยที่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ก็คือ คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวที่ถูกขัดสีจนขาว ซึ่งสารอาหารที่เป็นประโยชน์ที่เมล็ดข้าวได้ถูกขัดออกไปแล้ว เราจึงรับประทานอาหารที่มีแต่แป้ง ทำให้ขาดสารอาหารที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อร่างกายไปอย่างน่าเสียดาย

บรรณานุกรม

เฉลิมวุฒิ สฤษติกุล. 2549. ข้าวกล้องสด. สำนักพิมพ์ พีเพิล มีเดีย กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

นิรนาม. 2548. ต้านมะเร็ง...ด้วยอาหาร ชมรมฟื้นฟูสุขภาพผู้ป่วยโรคมะเร็ง. 135 หน้า.

ปัทมา เลาหบุศย์. 2549. กินดีมีสุข. สำนักพิมพ์ ไพลิน กรุงเทพฯ. 128 หน้า.

ศิริวรรณ สุทธจิตต์. 2550. ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ. The Knowledge Center. 431 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 431 หน้า.

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed., The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.

Bureau of Rice Research and Development

สภาพฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลง : ผลกระทบของอากาศหนาวเย็นต่อผลผลิตของข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง

Climate Change : Impact of Cool Weather on Rice Yield in the Lower North Thailand

อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ[1)]

Acharaporn Na Lampang Noenplab[1)]

Abstract

Rice growing areas in the Lower North of Thailand has been severely affected by extreme climate change seen as cold injury in 2007 dry season. The total affected area was 621,176 rai (99,388 ha) resulted in a drastic loss of 2,749 million Baht ($US 89 million). Since it has been reported that the most sensitive stage to cool temperature is the young microspore stage, approximately 8.5-10 days before flowering, and the critical range of temperature for cold injury resulted in panicle sterility is 15-20 °C. This preliminary investigation firstly aimed to observe visible changes after exposing to cool temperatures. Secondly, to observe the relationship between low temperature and sterility. Thirdly, to measure a subsequent reduction in grain yield of rice cv. Suphanburi 3 sown during 2007 dry season on 26th October 2006 and harvested on 26th February 2007. The temperature recorded on a 3-h basis showed that the daily minimum temperature throughout the growth period was between 1-7 a.m. starting from 25 °C at sowing and continued to reduce further to mostly lower than 20 °C from mid December to the first week of February. This cool period was assumed to be the panicle initiation to grain filling stage. Thus, the most sensitive young microspore stage was estimated to be from 4-6 January 2007 with the minimum daily temperature being 19.3-21.3 °C. Results revealed that low daily minimum temperatures from 25 °C and below throughout the growing period of Suphanburi 3 caused leaf discoloration at tillering, 67% spikelet sterility on average, some panicle tip degeneration, extension of maturity by 13 days and a drastic yield loss being 54%.

Keywords : rice, climate change, cold injury, young microspore stage, panicle sterility, leaf discoloration, tip degeneration, yield loss, lower North Thailand, Supanburi 3

บทคัดย่อ

พื้นที่ปลูกข้าวในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย เริ่มได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสภาพฟ้าอากาศแปรปรวนและเปลี่ยนแปลง จากสภาพอากาศหนาวเย็นผิดปกติอย่างต่อเนื่องในฤดูนาปรัง 2550 ทำให้ผลผลิตข้าวในจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร เสียหายรวม 621,176 ไร่ คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 2,749 ล้านบาท และมีข้อมูลผลงานวิจัยในประเทศเขตหนาวว่าระยะที่ข้าวอ่อนแอที่สุดต่ออากาศหนาว คือ ระยะ young microspore หรือประมาณ 8.5-10 วันก่อนออกรวง และอุณหภูมิที่ทำให้การเป็นหมันสูง คือ 15-20 °ซ. จึงได้เริ่มดำเนินการวิจัยเป็นกรณีศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้น ด้านความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำขณะที่ข้าวกำลังเจริญเติบโต กับการเป็นหมันและความเสียหาย

1) ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ. วังทอง จ. พิษณุโลก 65130 โทรศัพท์ 0-5531-1184
Phitsanulok Rice Research Center, Wangthong, Phitsanulok 65130 Tel. 0011-66-5531-1184
E-mail: acharaporn@ricethailand.go.th , nacharaporn@yahoo.com

Bureau of Rice Research and Development

ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ที่ปลูกในฤดูนาปรัง ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ปลูกวันที่ 26 ตุลาคม 2549 และเก็บเกี่ยว 26 กุมภาพันธ์ 2550 จากข้อมูลอุณหภูมิราย 3 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวันตั้งแต่เริ่มปลูก เริ่มจาก 25 °ซ. และลดลงเรื่อยๆ ไปจนถึงช่วงตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมจนถึงสัปดาห์แรกของเดือนกุมภาพันธ์ ที่อุณหภูมิต่ำสุด ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 20 °ซ. ซึ่งเป็นระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน-สะสมแป้ง ช่วงที่คาดว่าน่าจะเป็นระยะวิกฤติ คือ young microspore ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 16.3-21.3 °ซ. ผลของอุณหภูมิต่ำตลอดฤดูปลูก ทำให้ข้าวสุพรรณบุรี 3 มีอาการเหลืองในระยะแตกกอ เมล็ดเป็นหมัน 67% บางรวงมีปลายรวงฝ่อ อายุการเก็บเกี่ยวยืดออกไปอีก 13 วัน และผลผลิตลดลงถึง 54%

คำสำคัญ : ข้าว อากาศหนาวเย็น ผลกระทบ young microspore รวงเป็นหมัน ปลายรวงฝ่อ ผลผลิตข้าว สุพรรณบุรี 3 ภาคเหนือตอนล่าง

คำนำ

สภาพฟ้าอากาศที่แปรปรวนและเปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากภาวะเรือนกระจกหรือที่เรียกกันว่า ภาวะโลกร้อน นั้น เป็นที่กล่าวกันทั่วโลกมาเป็นเวลานาน ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติหลายอย่างที่ฉับพลันและร้ายแรง จากรายงานข่าวทั้งในและต่างประเทศบ่อยครั้งในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ทั้งสภาวะร้อนจัด หนาวจัด น้ำท่วม และฝนแล้งรุนแรงอย่างที่ไม่เคยเป็นมาก่อน สภาพเช่นนี้ ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์โดยตรงเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่อพืชอาหารอีกด้วย ข้าว นับเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก และนับวันจะทวีความสำคัญมากขึ้น ก็ได้รับผลกระทบนี้ด้วยเช่นกัน ในขณะนี้ (เมษายน 2551) เกิดภาวะการขาดแคลนข้าวในประเทศผู้ผลิตและผู้บริโภคหลายประเทศเนื่องจากภัยธรรมชาติ แต่เป็นความโชคดีของประเทศไทยและชาวนาไทย เพราะในฤดูปลูกที่ผ่านมา ข้าวไทยได้ผลผลิตดี และไม่ได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติมากเช่นประเทศอื่นๆ มีรายงานข่าวว่า 40 ประเทศได้ออกประกาศห้ามส่งข้าวขายต่างประเทศ เนื่องจากกลัวว่าจะไม่มีข้าวเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ และได้มีมาตรการจัดการต่างๆกันไป เหตุการณ์ครั้งนี้ ถึงแม้จะเป็นผลดีต่อประเทศไทยในแง่ของการค้า และเพิ่มแรงจูงใจสำหรับชาวนาในการปลูกข้าว เนื่องจากราคาข้าวสูงขึ้น 2-3 เท่า และยังคงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ไม่ควรประมาท และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องควรเตรียมรับมือไว้เสียแต่เนิ่นๆ เนื่องจากสัญญาณอันตรายจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้แสดงให้เห็นในรูปของอากาศหนาวเย็นกว่าปกติเป็นระยะเวลานาน

ในภาคเหนือตอนล่างหลายจังหวัด ในฤดูนาปรังของปี 2550 ส่วนใหญ่เริ่มปลูกข้าวในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2549 และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2550 ปรากฏว่า ข้าวในพื้นที่เหล่านี้แสดงอาการเป็นหมัน เมล็ดลีบ ผลผลิตเสียหายอย่างรุนแรง นอกจากนี้ ยังพบอาการร่วมกับโรคเมล็ดด่าง เนื่องจากสภาพอากาศเอื้ออำนวยต่อการระบาดคือเย็นและชื้น มีรายงานความเสียหายที่เกิดกับข้าว ดังข้อมูลภัยพิบัติทางธรรมชาติอันเนื่องมาจากอากาศหนาวของสำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร จำนวนพื้นที่เสียหายในฤดูนาปรัง 2550 รวม 621,176 ไร่ คิดเป็นมูลค่าผลผลิตที่เสียหายโดยคำนวณจากข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในแต่ละจังหวัด และราคาข้าวโดยเฉลี่ยของฐานข้อมูลปี 2549/50 คิดเป็นเงิน 2,749 ล้านบาท พื้นที่เสียหายแต่ละจังหวัด คือ กำแพงเพชร 210,271 ไร่ (874 ล้านบาท) สุโขทัย 182,170 ไร่ (844 ล้านบาท) พิษณุโลก 179,446 ไร่ (808 ล้านบาท) และพิจิตร 49,289 ไร่ (223 ล้านบาท) (สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร, 2550)

สำหรับผลผลิตที่เสียหาย ชาวนาบางจังหวัดได้รับค่าชดเชยตามเกณฑ์ที่จังหวัดประเมิน เนื่องจากมีปัญหาในการจำแนกระดับความเสียหายของผลผลิต ผู้เขียนได้รับทราบจากการเข้าร่วมประชุมภัยพิบัติของจังหวัดกำแพงเพชรว่า ในการชดเชย ปกติตัดสินจากความเสียหายของผลผลิตทั้งหมด แต่ความเสียหายจากอากาศหนาวนั้น มีหลายระดับ ตั้งแต่เสียหายบางส่วนจนถึงเสียหายทั้งหมด ขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญเติบโตของข้าวที่เผชิญอากาศหนาว และข้าวแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่างกันไป เนื่องจากไม่มีข้อมูลทางวิชาการเพียงพอที่จะกล่าวได้

Bureau of Rice Research and Development

ว่า ข้าวแต่ละพันธุ์ที่นิยมปลูกในพื้นที่ตอบสนองต่อสภาพอากาศเย็นจัดอย่างไร และจะได้ผลผลิตเท่าใด เพราะในภาคเหนือตอนล่างไม่เคยมีปรากฏการณ์เช่นนี้มาก่อน ผลการศึกษาเรื่องนี้ ส่วนใหญ่เป็นของนักวิจัยชาวญี่ปุ่น ซึ่งศึกษาในข้าว japonica เป็นหลัก ส่วนข้าวไทยเป็นข้าวประเภท indica จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและปรับใช้ได้ในสภาพจริง

ปัญหาเกี่ยวกับอากาศเย็นและความชื้นสูงจากหมอกและน้ำค้างจัดในฤดูหนาว ก็คือ ถึงแม้จะได้ผลผลิตข้าวบางส่วน แต่ผลผลิตนั้นไม่มีคุณภาพ เพราะเป็นโรคเมล็ดด่าง เมื่อนำไปสีจะหักง่ายและดูสกปรก เพราะมีจุดดำของเชื้อราบริเวณจุดเจริญไม่เหมาะต่อการบริโภค ขายไม่ได้ราคา และไม่คุ้มกับค่าเก็บเกี่ยว ดังนั้น เมื่อพบกับสภาพฟ้าอากาศดังกล่าว ก็อาจคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดความเสียหายรุนแรง และชาวนาต้องประสบปัญหาการขาดทุน สภาพฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบ เช่นนี้ อาจจะไม่เกิดครั้งเดียว แต่อาจพบอีกได้ในโอกาสต่อๆ ไป ผลกระทบของอากาศหนาวเย็นที่มีต่อผลผลิตข้าวที่ปลูกในภาคเหนือตอนล่าง มีความเสี่ยงต่อความเสียหายอย่างรุนแรง จึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษาเร่งด่วน เพื่อเป็นแนวทางที่จะแนะนำชาวนาในการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเพื่อเป็นเกณฑ์ในการประเมินความเสียหาย ในกรณีที่จะให้ความช่วยเหลือชดเชยความเสียหายผลผลิตต่อไป

พื้นที่ปลูกข้าว ผลผลิต และมูลค่าของข้าวเปลือกในภาคเหนือตอนล่าง

ในปี 2548/49 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวรวม 67,677,000 ไร่ เป็นข้าวนาปี 2548 จำนวน 57,774,000 ไร่ และข้าวนาปรัง 2549 ซึ่งเป็นช่วงเวลาต่อจากนาปี 2548 จำนวน 9,903,000 ไร่ ผลผลิตรวม 2 ฤดูปลูก เป็น 30,289,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 200,000 ล้านบาท พื้นที่ภาคเหนือตอนล่างในความรับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกมี 5 จังหวัด คือ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อการค้า มีพื้นที่ปลูกข้าวรวม 6,896,932 ไร่ คิดเป็น 10.2 % ของประเทศ เป็นข้าวนาปี 2548 จำนวน 4,812,213 ไร่ และ นาปรัง 2549 จำนวน 2,084,719 ไร่ ได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้น 3,863,639 ตัน คิดเป็น 12.8 % ของผลผลิตรวมของประเทศ คิดเป็นมูลค่า 25,500 ล้านบาท เป็นผลผลิตข้าวนาปี 2,475,956 ตัน มูลค่า 16,341 ล้านบาท และ นาปรัง 1,387,683 ตัน มูลค่า 9,159 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549)

ความเสียหายของผลผลิตข้าวภาคเหนือตอนล่างที่ได้รับผลกระทบจากอากาศหนาวในฤดูนาปรัง 2550 คิดเป็นมูลค่า 2,749 ล้านบาท หรือประมาณ 30 % ของมูลค่าผลผลิต ซึ่งนับว่าเป็นความสูญเสียจำนวนไม่น้อย และเป็นเรื่องน่าเสียดายหากเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นอีก ในขณะที่ราคาข้าวอ่อนไหวมากและอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูงในปัจจุบัน ซึ่ง รายงาน ณ วันที่ 31 มีนาคม - 4 เมษายน 2551 ข้าวเปลือกเจ้านาปีความชื้น 14-15 % ราคาเฉลี่ยตันละ 10,643.70 บาท (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว, 2551) และจากรายงานข่าวของสำนักข่าวไทย (28 เมษายน 2551) ราคาข้าวตันละ 28,500 บาท

ความเสียหายของข้าวจากอากาศหนาวเย็น

ในอดีตการปลูกข้าวมีแค่เพียงในเขตร้อนชื้น แต่ปัจจุบันนี้มีการปลูกข้าวอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งอยู่ในเขตหนาว ข้าวได้รับผลกระทบจากอากาศหนาวในภาคเหนือของประเทศที่มีอากาศหนาวเย็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกาะฮอกไกโด ได้รับผลกระทบอยู่เสมอ จากสภาพอากาศเย็นจัดผิดปกติในฤดูร้อนบางปี ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงตั้งแต่ 240 กก./ไร่ จนถึงไม่ได้ผลผลิตเลย (Satake, 1976) ส่วนภาคใต้ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าภาคเหนือ ก็ได้รับผลกระทบจากอากาศหนาวเย็นเช่นกัน สืบเนื่องมาจากการขาดแคลนอาหารหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จึงมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังภูเขาสูงที่มีอากาศหนาวเย็น นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการปลูกเร็วกว่าปกติอีกด้วย (Sato, 1967)

ผลกระทบจากอากาศหนาวเย็นนี้ไม่เพียงแต่จะพบในประเทศที่อยู่ในเขตหนาวเท่านั้น ยังเกิดในเขตร้อนชื้นในหลายประเทศ เช่น ออสเตรเลีย บังคลาเทศ โคลอมเบีย อินโดนีเซีย แคชเมียร์ เกาหลี เนปาล ปากีสถาน เปรู ศรีลังกา ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา (Kaneda, 1972) โดยผลกระทบจากอากาศเย็นในเขตร้อนนั้น เกิดจากการปลูกข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงในฤดูนาปรัง (Owen, 1971) ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบที่เกิดในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยในฤดูนาปรัง 2550

Bureau of Rice Research and Development

ประเภทของผลกระทบจากอากาศหนาวเย็น

จากการประมวลผลหลายประเทศ สรุปได้ว่า อากาศหนาวเย็นเกิดผลกระทบต่อข้าว 8 ประการด้วยกัน ได้แก่ ข้าวไม่งอก เติบโตช้า แคระแกร็น เหลือง ปลายรวง ไม่พัฒนา อายุยืดออกไป เป็นหมัน และสุกแก่ไม่พร้อมกัน ทั้งนี้ ผลกระทบที่พบในทุกประเทศ คือ เป็นหมันสูง ออกรวงช้า และสุกแก่ไม่พร้อมกัน (Kaneda, 1972) ผลกระทบจากอากาศหนาวเย็นที่มีต่อข้าว นับเป็นปัญหาที่สำคัญมากสำหรับประเทศญี่ปุ่น จึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลอุตุนิยมวิทยากับการเป็นหมันของข้าว 32 พันธุ์ เป็นเวลา 14 ปี และสรุปว่า อุณหภูมิของอากาศทำให้เกิดการเป็นหมัน แต่ความเข้มของแสงและความชื้นสัมพัทธ์ ไม่มีผลต่อการเป็นหมัน (Akemine and Hoshika, 1939)

การเป็นหมันเกิดจากความผิดปกติของเซลล์สืบพันธุ์

มีการศึกษาความสัมพันธ์ของการผสมเกสร กับการเป็นหมันของข้าวเมื่อกระทบอุณหภูมิต่ำ พบว่า เมื่อให้อุณหภูมิต่ำในระยะ meiotic ข้าวที่ไม่ได้รับการผสมเกสรจะเป็นหมันสูงมาก แต่ข้าวที่ได้รับการผสมเกสรในจำนวนที่เหมาะสม มีการติดเมล็ดเกือบเป็นปกติ กล่าวได้ว่าสาเหตุหลักของการเป็นหมันเกิดจากความผิดปกติของเกสรตัวผู้ (Hayase *et al*., 1969) ในดอกย่อย 1 ดอก จะมีอับเรณู 6 อัน ทำหน้าที่ผลิตเรณูประมาณ 5,000-7,000 เรณู (Sawada and Saka, 1971) เรณูเพียง 10 เรณูหรือมากกว่านี้ เมื่อตกลงบนเกสรตัวเมียและงอกได้ ก็จะเกิดการปฏิสนธิ (Togari and Kuchiwakura, 1958)

ระยะการเจริญเติบโตที่อ่อนแอต่ออากาศหนาวเย็น

มีการศึกษาและรายงานระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่กระทบอากาศหนาวเย็นแล้วเป็นหมันสูงสุด พบว่าเป็นระยะ meiotic คือประมาณ 10-11 วัน ก่อนออกรวง (Kariizaki and Kido, 1938; Kondo, 1952; Shimazaki *et al*., 1960 ; Tero *et al*., 1940 ; Hayase *et al*., 1969; Satake and Hayase, 1970) ต่อมาจึงพบว่า ระยะการเจริญเติบโตที่อ่อนแอต่ออากาศเย็นจัดที่ คือ ระยะ young microspore ซึ่งเป็นสปอร์ที่ยังอ่อนอยู่และจะพัฒนาไปเป็นเรณู โดยได้มาจากการแบ่งตัวแบบ meiosis ซึ่งเกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Satake and Hayase, 1970) ในเกสรตัวผู้ที่ยังไม่แก่จะมี 4 ช่อง ซึ่งมี microspore บรรจุอยู่หลายสปอร์ หรือที่เรียกว่า pollen mother cell แต่ละ mother cell จะแบ่งตัว 2 ครั้ง เกิด tetrad ของ 4 microspores แต่ละ microspore จะพัฒนาไปเป็นเรณู หรือที่เรียกว่า pollen grain โดยมีผนังหนาขึ้น มีการแบ่งตัวของ nucleus ของ microspore เพื่อสร้าง tube cell nucleus และ generative nucleus เมื่อเกสรตัวผู้แก่ อับเรณูจะเปิดและเรณูจะกระจายออกไป (วรวิทย์, 2546)

เนื่องจากช่วงเวลาระหว่างการเกิด meiotic stage กับ young microspore ห่างกันประมาณ 1-1.5 วัน (Satake, 1976) ดังนั้น ช่วงเวลาวิกฤติที่เมื่อกระทบอุณหภูมิต่ำผิดปกติแล้วเป็นหมันสูง ประเมินว่าน่าจะเป็นช่วง 8.5-10 วัน ก่อนออกรวง

อุณหภูมิต่ำที่เป็นอันตราย

ในการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำ ที่มีต่อการเป็นหมัน โดยให้อุณหภูมิคงที่อย่างต่อเนื่องทั้งกลางวันและกลางคืน พบว่า พันธุ์ข้าวที่ทนต่ออากาศหนาวเย็น มีช่วงอุณหภูมิวิกฤติที่ทำให้เกิดการเป็นหมันระหว่าง 15-17 °ซ. ส่วนพันธุ์อ่อนแอต่ออากาศหนาวเย็น อยู่ระหว่าง 17- 19 °ซ. (Nishiyama *et al*., 1969) ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าความเป็นหมันจะรุนแรงมากเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าช่วงวิกฤติ คือ 15 - 20 °ซ. นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลเพิ่มเติมจากการทดลองที่น่าจะใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากกว่า คือ การศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่แตกต่างกันที่มีต่อการเป็นหมัน โดยให้อุณหภูมิเช่นนี้ในระยะ meiotic พบว่า ความเป็นหมันจะรุนแรงเมื่ออุณหภูมิต่ำอย่างต่อเนื่อง แต่อาการจะไม่ค่อยรุนแรงเมื่ออุณหภูมิกลางวันค่อนข้างอุ่นแต่กลางคืนเย็นจัด (Matsushima *et al*., 1958; Shimazaki *et al*., 1964)

ขั้นตอนที่ทำให้เกิดการเป็นหมัน

มีการศึกษาความผิดปกติอย่างเป็นขั้นตอน ในระยะดอกบาน โดยให้ข้าวได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 4-5 วัน เพื่อค้นหาสาเหตุเริ่มแรกของการเป็นหมัน พบว่า สาเหตุโดยตรงมาจากการที่อับเรณูไม่เปิดออกเนื่องจากเรณูไม่สุกแก่ (Satake, 1976) โดยพบความผิดปกติหลายประการด้วยกัน คือ ส่วนประกอบบางอย่างในอับเรณูมีปริมาณลดลง เช่น ธาตุอาหาร N P K กรดอะมิโน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง proline ซึ่งมีอยู่ในปริมาณ 40% ของกรด

Bureau of Rice Research and Development

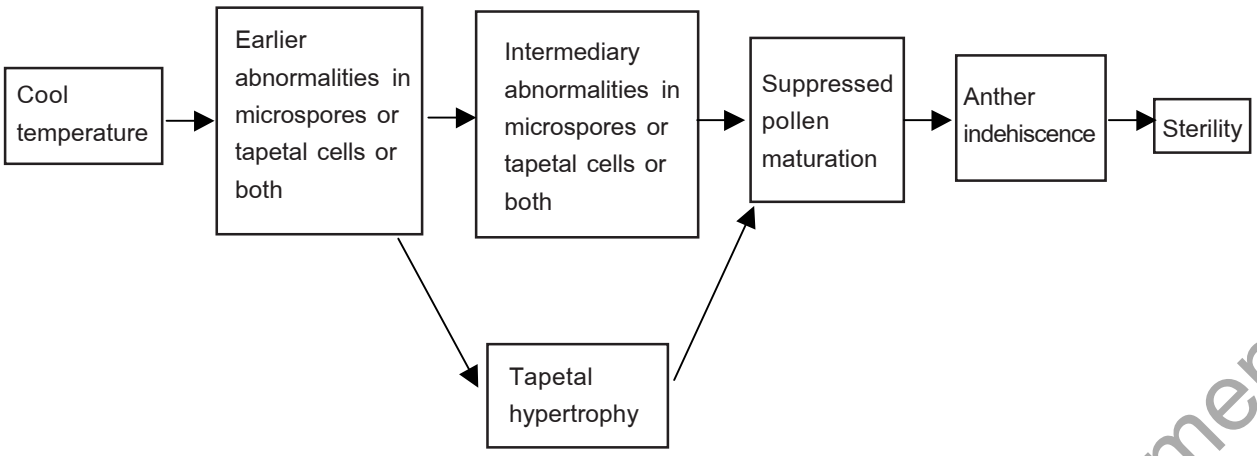


Fig. 1 Causal sequence from cool temperature to sterility (Nishiyama, 1970)

อะมิโนทั้งหมดในอับเรณู มีปริมาณลดลงอย่างมาก นอกจากนี้โปรตีนและขบวนการหายใจก็ลดลงด้วย แต่ส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้น คือ ปริมาณ reducing sugar ซึ่งทำให้เกิด osmotic pressure สันนิษฐานว่า ปริมาณ reducing sugar ที่สะสมมากผิดปกติ ส่งผลให้ microspore ผิดปกติไป และทำให้ผนังกั้นระหว่าง tapetal cells ที่อยู่ในอับเรณูแตกออก ทำให้เรณูไม่สุกแก่ อับเรณูไม่เปิด และข้าวเป็นหมันในที่สุด ขั้นตอนการเป็นหมันจากการกระทบอุณหภูมิต่ำ ได้แสดงไว้ใน Fig. 1

ผลของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการสังเคราะห์แสงและโปรตีน

หลัง ปี พ.ศ. 2513 (1970) เป็นต้นมา งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อข้าวได้ว่างเว้นไปนับทศวรรษ จนกระทั่งมีผู้ให้ความสนใจผลของอากาศหนาวเย็นต่อการสังเคราะห์แสง โดยศึกษาความแตกต่างของพันธุ์ข้าวในการสังเคราะห์แสง อันเนื่องมาจากผลกระทบของสภาพอากาศเย็นแห้งแต่มีลมชื้น ที่เรียกว่า dry cold dew wind ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศจีน ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงอย่างรุนแรง Huang และคณะ (1989) ได้ทดสอบข้าวทั้ง japonica และ indica จำนวน 5 พันธุ์ โดยให้อุณหภูมิ กลางวัน/กลางคืน เป็น 21/10 °ซ. เมื่อ 14 วันหลังการผสมเกสร เป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน พบว่าข้าวพันธุ์ Hungarian-1 จากยุโรปตอนกลาง ซึ่งมีลักษณะคล้าย japonica และ พันธุ์ Lemont จาก Texas ซึ่งคล้าย indica ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิต่ำในการสังเคราะห์แสงน้อยกว่า พันธุ์ Gui Chao-2 กับ Er Bai Ai จากจีน และ IR8 จากฟิลิปปินส์ ในภาพรวม พบว่า การสังเคราะห์แสงในเวลากลางวันของข้าวทุกพันธุ์จะลดลงอย่างมากหากอุณหภูมิของรากและอากาศต่างกัน 5 -7 °ซ. ในตอนเช้า แต่ถ้าอุณหภูมิของรากสูงที่ 20 °ซ. ทั้งกลางวันและกลางคืน และอุณหภูมิของอากาศกลางวัน/กลางคืน อยู่ที่ 21 /10 °ซ. ต่างกัน 11 °ซ. ผลกระทบที่มีต่อการสังเคราะห์แสงจะน้อยลงมาก

นอกจากนี้ ยังพบว่าพันธุ์ข้าวที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำ ปริมาณ soluble sugar ในใบลดลงตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ แต่พันธุ์อ่อนแอจะยังคงมี soluble sugar ในใบอยู่ในปริมาณสูงจนกระทั่งอุณหภูมิกลับสู่ปกติ แสดงว่าการชะงักการสังเคราะห์แสงอาจเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำตาลสูงระหว่างที่กระทบอุณหภูมิต่ำ มีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่า ในพันธุ์ที่ผลผลิตลดลงมาก ใบค่อนข้างแผ่ขนานกับพื้น เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ได้รับผลกระทบน้อยกว่าใบค่อนข้างตั้งตรง ลักษณะเช่นนี้อาจเกี่ยวข้องกับขบวนการควบคุมการเคลื่อนย้ายอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปยังเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในของข้าวที่ได้รับผลกระทบจากอากาศหนาวเย็นนั้น นอกจากปริมาณน้ำตาลแล้ว ยังมีผู้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการสร้างโปรตีน (Imin *et al.*, 2006) โดยให้ข้าวในระยะ young microspore ได้รับอุณหภูมิ 12 °ซ. เป็นเวลา 2-3 วัน แล้วสกัดโปรตีนจากอับเรณูของข้าวทั้งพันธุ์อ่อนแอและต้านทานที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ เปรียบเทียบกับที่สภาพไม่ได้รับ พบว่า หลังการทดลอง 1, 2 และ 4 วัน ข้าวพันธุ์อ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำ มีโปรตีนในอับเรณู 37 ชนิด ที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่า 2 เท่า และพบโปรตีนชนิดใหม่

Bureau of Rice Research and Development

ชื่อ Oryza sativa cold-induced anther protein (OsCIA)

แบบจำลอง (model) การพยากรณ์ผลผลิตข้าวที่กระทบอากาศหนาวเย็น

การทำนายการเป็นหมันของข้าว เป็นสิ่งจำเป็นในการพยากรณ์ผลผลิตข้าวที่กระทบอากาศหนาวเย็น ทีมนักวิจัยชาวญี่ปุ่น (Shimono *et al*., 2005) เป็นกลุ่มแรกที่พยายามนำอุณหภูมิของอากาศ (Ta) อุณหภูมิของน้ำ (Tw) อุณหภูมิของรวง (Tp) และความลึกของน้ำ มาศึกษาความสัมพันธ์ที่มีต่อการเป็นหมันของดอกข้าวในรูปของแบบจำลอง แล้วทดสอบโดยใช้ข้อมูลการทดสอบในแปลงนาทางภาคเหนือของประเทศญี่ปุ่นจำนวน 9 แห่ง ในช่วงเส้นรุ้งที่ 41- 45 °N และเส้นแวง 140 - 142 °E เป็นเวลา 4 ปี รวม 23 ชุด ศึกษาความแตกต่างในการตอบสนองของพันธุ์ข้าวต่ออุณหภูมิต่ำในการเป็นหมันของดอกย่อยโดยการใช้น้ำเย็น พบว่า การเป็นหมันของดอกย่อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของรวงข้าวมากกว่าอุณหภูมิของน้ำหรืออากาศ และได้สร้างแบบจำลอง 6 แบบด้วยกันโดยใช้หลักการของ "Cooling degree-day" พบว่า แบบจำลองที่ใช้อุณหภูมิของรวงร่วมด้วย แม่นยำกว่าแบบที่ใช้อุณหภูมิของน้ำหรืออากาศเพียงอย่างเดียว และอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นปัจจัยที่ช่วยในการพยากรณ์ผลผลิตได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำสุด

นอกจากนี้ การนำเอาความแตกต่างในการตอบสนองต่ออุณหภูมิของพันธุ์ข้าวมาประกอบใน Model ยังช่วยให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีทดสอบที่ฤดูร้อนมีอากาศหนาวเย็นกว่าปกติ อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยกล่าวว่ายังมีปัจจัยอีกหลายประการที่อาจจะมีผลต่อความแม่นยำของการประเมินผลผลิต แต่ไม่ได้นำมาคิดคำนวณ เช่น ปริมาณของปุ๋ยที่ใส่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเป็นหมันและความยาวของลำต้น สำหรับความยาวของลำต้นนั้นโยงไปถึงตำแหน่งของรวงซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดอุณหภูมิของรวง การที่อุณหภูมิของน้ำไม่สม่ำเสมอใน

Table 1 Average fertile (seeds/panicle), fertility percentage, total grain yield/m^2 (g), estimated grain yield (kg/rai) and yield loss percentage of rice var. Suphanburi 3 sown at Phitsanulok Rice Research Center in the Lower North on 26th October, 2006, as a result from exposure to natural cool temperatures during panicle initiation to grain filling

1 m^2 Sampling No.	Ave. fertile (seeds/panicle)	Ave. sterile (seeds/panicle)	Fertility percentage	Ave. 1,000 grain weight (g)	Total grain yield (g/m^2)
1	58.3	61.1	49	22.8	150
2	38.5	52.8	43	27.3	210
3	39.6	62.7	39	28.0	390
4	24.5	41.0	37	27.8	385
5	17.0	22.6	43	27.8	320
6	28.8	81.2	26	26.7	155
7	2.1	102.5	20	5.4 (150 seeds)[1]	6
8	5.3	128.4	4	4.2 (78 seeds)[1]	4
9	20.4	57.5	26	27.1	390
10	56.1	63.8	47	27.5	221
Total 10 m^2	290.6	673.6	334	2151	2,231
Ave.	29.06	67	33	26.875	223.1
Estimated grain yield (kg/rai*)					356.96
Normal grain yield (kg/rai*)					774
Yield loss(%)					54

Note: 1 No of seeds in sample 7 and 8 were inadequate and excluded

* 1 ha = 6.25 rai

Bureau of Rice Research and Development

ทุกระดับความลึก ระยะการเติบโตที่แตกต่างกันของหน่อในกอเดียวกัน ความอ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำในระยะออกรวง เป็นต้น

อากาศหนาวเย็นในฤดูนาปรังและผลผลิตข้าวในภาคเหนือตอนล่าง

กรณีศึกษา ภาคเหนือตอนล่างเริ่มประสบอากาศหนาวจัดผิดปกติในฤดูนาปรังปี 2542 และ 2546 แต่ผลกระทบของอากาศหนาวที่ทำให้ข้าวเป็นหมันเห็นได้อย่างชัดเจนในฤดูนาปรังปี 2550 ผู้เขียนสนใจในความผิดปกตินี้ และได้เก็บข้อมูลผลผลิตข้าวเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้น จากนาหว่านข้าวสุพรรณบุรี 3 (ดอนเจดีย์) ในแปลงพันธุ์หลักศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (ตั้งอยู่บริเวณเส้นรุ้งที่ 16° 50' เหนือ เส้นแวงที่ 100° 50' ตะวันออก) หว่านเมื่อ 26 ตุลาคม 2549 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ (Table 1)

- สุ่มเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวน 10 จุด วันเก็บเกี่ยว 26 กุมภาพันธ์ 2550 (123 วัน อายุปกติประมาณ 110 วัน) แต่ละจุดสุ่ม 10 รวง นำมานับเมล็ดดี เมล็ดลีบ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

- ชั่ง น้ำหนักเมล็ดดี รวม 10 รวง น้ำหนักเมล็ดดีของรวงที่เหลือ และ น้ำหนักเมล็ดดีทั้งหมดในแต่ละจุดเป็นกรัม ชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นกรัม คำนวณประเมินผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่

การประเมินผลผลิต

- จำนวนเมล็ดต่อรวง พบตั้งแต่ 2.1 - 58.3 เมล็ด เฉลี่ย 29.06 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบตั้งแต่ 4 - 49% เฉลี่ย 33% การเป็นหมัน เฉลี่ย 67%

- น้ำหนัก เมล็ดดีเฉลี่ย 1,000 เมล็ด พบตั้งแต่ 22.8 - 28.0 กรัม เฉลี่ย 26.875 กรัม

- ผลผลิตเฉลี่ย 223.1 กรัม/ตร.ม. หรือคิดเป็น 356.96 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตปกติเฉลี่ย 774 กก./ไร่ คิดเป็นผลผลิตที่เสียหาย 54%

ในฤดูนาปรังปี 2550 ที่จังหวัดพิษณุโลกอากาศหนาวจัดกว่าปกติ ตลอดฤดูปลูกของข้าวสุพรรณบุรี 3 อากาศเย็นในตอนกลางคืนถึงรุ่งเช้า อุณหภูมิทุก 3 ชั่วโมงของสถานีอุตุนิยมวิทยาพิษณุโลก อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันส่วนใหญ่จะเป็นเวลา 07.00 น. เริ่มตั้งแต่ช่วงปลูก (26 ตุลาคม 2549) เป็นต้นไป คือ 25 °ซ. หรือต่ำกว่า และค่อยๆ ลดลงถึง 1-2 °ซ. ในเดือนพฤศจิกายน และอากาศเย็นจัดมากอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ประมาณกลางเดือนธันวาคม-สัปดาห์แรกของเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนใหญ่อุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 20 °ซ. อุณหภูมิต่ำสุดระหว่างการเจริญเติบโตอยู่ที่ 12.5 °ซ. เวลา 07.00 น. ของวันที่ 22 ธันวาคม 2549

อุณหภูมิในช่วงต่างๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 3 (Table 2) ปกติข้าวพันธุ์นี้มีอายุประมาณ 110 วัน ดังนั้น ข้าวที่หว่าน 26 ตุลาคม 2549 ควรจะเริ่มสร้างรวงอ่อนเมื่ออายุ 50 วัน (15 ธันวาคม 2549) และจะออกรวงเมื่ออายุได้ 80 วัน (14 มกราคม 2550) โดยคาดว่าช่วง young microspore จะอยู่ที่ประมาณ 8.5 -10 วันก่อนออกรวง หรืออายุ 70 - 72 วัน

Table 2 Maximum, minimum and average temperature (°C) at different growth stage of rice var. Suphanburi 3 sown at Phitsanulok Rice Research Center during 2006-2007, dry season

Temperature (°C)	Growth stage of rice/ Days after sowing(DAS)/ Date			
	Broadcasting-Panicle initiation (0 DAS) 26 Oct.-14Dec. 2006	Panicle initiation-Young microspore (50 DAS) 15 Dec. 2006-3 Jan. 2007	Young microspore (70-72 DAS) 4-6 Jan. 2007	Flowering - harvesting (80 DAS) 14 Jan. - 25 Feb. 2007
Max.	30.8-34.5	26.0-31.6	30.8-31.6	26.2-36.0
Min.	20.6-25.5	12.5-21.6	16.3-21.3	13.5-25.6
Ave.	27.7	25.6	24.3	25.6

Harvesting date : 26 Feb. 2007 (123 DAS)

Bureau of Rice Research and Development

(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)

Bureau of Rice Research and Development

Fig. 2 Cold injury and grain yield evaluation in rice var. Suphanburi 3 sown during 2007 dry season at Phitsanulok Rice Research Center (a) Discoloration at tillering stage (b) Overview at grain filling stage (c) Sterile panicle tip at early grain filling stage (d) Sterile spikelets at late grain filling stage (e) Maturity stage and (f) Yield samplings at maturity stage

(4-6 มกราคม 2550) ซึ่งเป็นระยะที่อ่อนแอมากที่สุดต่ออุณหภูมิต่ำ 15-20 °ซ. และอุณหภูมิต่ำสุดที่วัดได้ในระยะการเจริญเติบโตช่วงนี้ เมื่อเวลา 07.00 น. คือ 16.3 - 21.3 °ซ. ส่วนอุณหภูมิสูงสุดเมื่อเวลา 16.00 น. อยู่ระหว่าง 30.8-31.6 °ซ. ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละวัน อยู่ระหว่าง 22.7-26.0 °ซ. และอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนแตกต่างกันระหว่าง 9.9-15.3 °ซ. นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำสุดในตอนกลางคืนหลังจากออกรวงแล้ว ยังคงเย็นจัดอย่างต่อเนื่องและส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่า 20°ซ. ตั้งแต่ 15 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ 2550 เป็นเวลาถึง 28 วัน ยกเว้น 4 วันในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนมกราคม 2550 เท่านั้นที่อุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่า 20 °ซ. เล็กน้อย แต่ก็อยู่ในช่วง 21-24 °ซ.

ข้อมูลนี้ สนับสนุนผลงานวิจัยข้างต้นโดยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อุณหภูมิต่ำในตอนกลางคืนถึงเช้า ในระยะวิกฤติ (young microspore) และในระยะสะสมแป้ง ทำให้ข้าวสุพรรณบุรี 3 แสดงอาการเหลืองในระยะแตกกอ เมล็ดในรวงเป็นหมันเฉลี่ย 67% บางรวงมีปลายรวงฝ่อ อายุการเก็บเกี่ยวยืดออกไปอีก 13 วัน และผลผลิตลดลงสูงถึง 54% (Fig. 2 a-f) ดูเหมือนว่า ข้าวสุพรรณบุรี 3 จะอ่อนแอต่ออุณหภูมิต่ำ มากกว่าพันธุ์ข้าว japonica และ indica และช่วงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ค่อนข้างกว้าง เนื่องจากอุณหภูมิในตอนกลางวันเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 30-33 °ซ. (สูงกว่า 30 หรือ 21 °ซ. ที่นิยมใช้ทดสอบ) เพราะประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน และไม่ว่าจะเป็นข้าวหรือพืชอื่นๆก็ตาม เมื่อปลูกที่ใดก็ย่อมต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพอุณหภูมิและสิ่งแวดล้อมในที่นั้น เมื่อสภาพอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปแม้แต่เล็กน้อย ก็จะมีผลกระทบที่เห็นได้ชัดเจน

อย่างไรก็ดี การมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมให้มากยิ่งขึ้น ทั้งข้าวพันธุ์นี้และพันธุ์อื่นๆ ที่นิยมปลูกในพื้นที่ เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมินความเสียหายและเพื่อหาทางลดหรือหลีกเลี่ยงความเสียหายด้วยวิธีการต่างๆ ต่อไป นอกเหนือจากการเน้นการให้ความรู้แก่ชาวนาในการจัดเวลาปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากอากาศหนาวจัด การวางแผนปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยให้ต้านทานหรือทนทานต่อสภาพอุณหภูมิที่ต่ำมากและ/สูงมากใน Phytotron พร้อมทั้งการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการระบาดของศัตรูข้าว ซึ่งจะเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อความพร้อมในการเผชิญกับสภาพฟ้าอากาศแปรปรวนอย่างรุนแรง ที่อาจพบบ่อยครั้งขึ้นในอนาคต

บทสรุป

อากาศหนาวเย็นมีผลกระทบต่อข้าว 8 ประการ คือ ข้าวไม่งอก เติบโตช้า แคระแกร็น เหลือง ปลายรวงไม่พัฒนา อายุยืดออกไป เป็นหมัน และสุกแก่ไม่พร้อมกัน แต่ผลกระทบที่พบทั่วไป คือ เป็นหมันสูง ออกรวงช้า และสุกแก่ไม่พร้อมกัน โดยอุณหภูมิต่ำระยะ meiotic ข้าวที่ไม่ได้รับการผสมเกสรจะเป็นหมันสูงมาก เหตุหลักเกิดจากความผิดปกติของเกสรตัวผู้ และระยะข้าวที่อ่อนแอต่ออากาศเย็นจัด คือ ระยะ young microspore ช่วงวิกฤติที่ข้าวกระทบอุณหภูมิต่ำและเป็นหมันสูง ประเมินว่าเป็นช่วง 8.5-10 วัน ก่อนออกรวง สำหรับระดับอุณหภูมิต่ำที่เป็นจุดวิกฤตทำให้ข้าวเป็นหมัน พบว่า ในข้าวพันธุ์ที่ทนต่ออากาศหนาวเย็น ช่วงอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ข้าวเป็นหมันอยู่ระหว่าง 15-17 °ซ. ส่วนข้าวพันธุ์อ่อนแอต่ออากาศหนาวเย็น จะอยู่ระหว่าง 17-19 °ซ. โดยข้าวที่เป็นหมันจะรุนแรงมากเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าช่วงวิกฤต คือ 15-20 °ซ. และอุณหภูมิต่ำ อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำยังมีผลกระทบทำให้การสังเคราะห์แสงของข้าวลดลงอย่างมาก หากอุณหภูมิของรากและอากาศต่างกัน 5-7 °ซ. ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำตาลในใบข้าวด้วย และพันธุ์ข้าวอ่อนแอเมื่อกระทบต่ออุณหภูมิต่ำ ปริมาณ โปรตีนในอับเรณูของข้าวจะเปลี่ยนแปลงไปมากกว่า 2 เท่า

กรณีศึกษาผลกระทบของอากาศเย็นต่อผลผลิตข้าวในภาคเหนือตอนล่าง ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ในฤดูนาปรัง ปี 2549/2550 โดยศึกษากับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ช่วงที่ทำการศึกษาอากาศหนาวเย็นจัดกว่าปกติ อากาศเย็นในตอนกลางคืนจนถึงรุ่งเช้า ส่วนใหญ่อุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 20 °ซ. ช่วง young microspore ซึ่งเป็นระยะที่อ่อนแอมากที่สุดต่ออุณหภูมิต่ำ 15-20 °ซ. ในช่วงนั้นอุณหภูมิที่วัดได้ คือ 16.3-21.3 °ซ. และอุณหภูมิต่ำสุดในตอนกลางคืนหลังจากข้าวออกรวงแล้ว ยังคงเย็นจัดต่อเนื่อง ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 20 °ซ. เป็นเวลาถึง 28 วัน ข้าวสุพรรณบุรี 3 แสดงอาการเหลืองในระยะแตกกอ เมล็ดเป็นหมัน 67% บางรวงมีปลายรวงฝ่อ อายุการเก็บ

Bureau of Rice Research and Development

เกี่ยวยืดออกไป 13 วัน และผลผลิตลดลงถึง 54% อย่างไรก็ดี ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม รวมทั้งในข้าวพันธุ์อื่น ๆ ที่ชาวนานิยมปลูก เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมินความเสียหายของข้าวเนื่องจากผลกระทบจากสภาพอากาศหนาวเย็น

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้การดำเนินงานลุล่วงไปได้ด้วยดี ดังรายนามต่อไปนี้

ดร. มณฑล ปุญญฤทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานภัยธรรมชาติ สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลความเสียหายของพื้นที่ปลูกข้าวจากอากาศหนาว คุณสมบูรณ์ ทองเสน งานผลิตเมล็ดพันธุ์หลักที่อนุญาตให้เก็บตัวอย่างพร้อมทั้งสนับสนุนแรงงานเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าว คุณอนันต์ โต๊ะทับทิม หัวหน้าสถานีอุตุนิยมวิทยาพิษณุโลก พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่ 2 ท่าน คือคุณนาฏอนงค์ ผึ้งสีใส และคุณโชติกา ยศปัญญา ที่ส่งข้อมูลอุตุนิยมวิทยามาให้อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร. 2550. แบบสรุปข้อมูลภัยพิบัติทางธรรมชาติ พืชกระทบหนาว ช่วงเกิดภัย 12 ธันวาคม 2549 -10 กุมภาพันธ์ 2550. เอกสารประกอบการประชุม ก.ช.ภ. จ. กำแพงเพชร ครั้งที่ 3/2550. 26 เมษายน 2550. 20 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดพิจิตร. 2550. พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังที่ประสบภัยหนาว ปี 2549/50 ของจังหวัดพิจิตร. งานภัยธรรมชาติ. 1 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก. 2550. รายงานพื้นที่การเกษตรประสบภัยธรรมชาติ (ภัยอากาศหนาวจัด) ปี 2550 (ด้านพืช) จังหวัดพิษณุโลก ช่วงการเกิดภัย 1 - 18 กุมภาพันธ์ 2550. งานภัยธรรมชาติ. 1 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดสุโขทัย. 2550. พื้นที่การเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากภัยหนาว/โรคพืช จังหวัดสุโขทัย. งานภัยธรรมชาติ. 4 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2548. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 414. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 121 หน้า.

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว. 2551. สถานการณ์ข้าวรายสัปดาห์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 25/2551. 3 หน้า.

วรวิทย์ พาณิชพัฒน์. 2546. การปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์ข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 613 หน้า.

Akemine, M. and Y. Hoshika, 1939. The intervarietal difference and the effect of environmental factors in respect to sterility in paddy rice (in Japanese). Farm Special Research, Faculty of Agriculture, Hokkaido University 7 : 1-151.

Hayase, H., T. Satake, I. Nishiyama and N. Ito. 1969. Male sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage in rice plants. II. The most sensitive stage to cooling and the fertilizing ability of pistils. Proceedings of Crop Science Society, Japan 38 : 706-711.

Huang, L.K., S.C. Wong, I. Terashima, X. Zhang, D.X. Lin and C.B. Osmond. 1989. Chilling injury in mature leaves of rice. I Varietal differences in the effects of chilling on canopy photosynthesis under simulated 'dry cold dew wind' conditions experienced in South-east China. Australian Journal of Plant Physiology 16(4) : 321-337.

Imin, M., K. Tursun, J.J. Weinman and B.G. Rolfe. 2006. Low temperature treatment at the young microspore Stage induces protein changes in rice anthers. Molecular & Cellular Proteomics 5 : 274-292.

Kakizaki, Y. and M. Kido. 1938. The sensitive stage to sterile injuries by low temperature during panicle development in paddy rice plants (in Japanese). Agriculture and Horticulture 13 : 59-62.

Kaneda, C. 1972. Terminal Report on Studies on the Breeding for Cold Resistance. International Rice research Institute, Los Banos, Phillipines. 80 p.

Kondo, Y. 1952. Physiological studies on cool-weather resistance of rice varieties (in Japanese with English summary). Bulletin. National Institute of Agricultural Science 3 : 114-228.

Matsushima, S., K. Tsunoda and T. Manaka. 1958. Effects of air temperature, light intensity, difference between day and night temperature, at different stages of growth on ripening in rice plants (in Japanese). Agriculture and Horticulture 33 : 877-883.

Bureau of Rice Research and Development

Nishiyama, I. 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. VII Electron microscopical observations on tapetal cells dilated by the cooling treatment. Proceedings of Crop Science Society, Japan 39 : 480-486.

Nishiyama, I., N. Ito, H. Hayase and T. Satake. 1969. Protecting effect of temperature and depth of irrigation water from sterile injury caused by cooling treatment at the meiotic stage of rice plants (in Japanese). Proceedings of Crop Science Society, Japan 38 : 554-555.

Owen, P.C. 1971. The effects of temperature on the growth and development of rice. (Review). Field Crop Abstract 24 : 1-8.

Satake, T. 1976. Sterile-type cool injury in paddy rice plants, pp. 281-300. *In*: Proceedings of the Symposium on Climate & Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Satake, T. and H. Hayase. 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. V Estimations of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. Proceedings of Crop Science Society, Japan 39 : 468-473.

Sato, S. 1967. Rice crop yield in Kyushu in relation to cool weather (in Japanese). Journal of Agricultural Meteorology 22 : 121-126.

Sawada, S. and S. Saka. 1971. The number of pollen grains in rice plants. Research Bulletin. Obihiro Zootechnical University Service 1(7) : 357-363.

Shimazaki, Y., Y. Doi and N. Ito. 1960. Studies on cool weather injuries of rice plants in Northern part of Japan. I Drift of growth and fertility of rice plants influenced by low temperature in several growth stages. (in Japanese with English summary). Research Bulletin. Hokkaido National Agriculture Experimental Station 75 : 7-15.

Shimazaki,Y. T. satake, N. Ito, Y. Doi and K. Watanabe. 1964. Studies on cool weather injuries of rice plants in Northern part of Japan. III Sterile spikelets in rice plants during booting stage (in Japanese with English summary). Research Bulletin. Hokkaido National Agriculture Experimental Station 83 : 1-9.

Shimono, H., T. Hasegawa, M. Moriyama, S. Fujimura and T. Nagata. 2005. Modeling spikelet sterility induced by low temperature in rice. Agronomy Journal 97 : 1524-1536.

Tereo, H., Y. Otani, M. Siraki and M. Yamasaki. 1940. Physiological studies on the rice plant with special reference to the cause of failure caused by the occurrence of unseasonable low temperature (II) Panicles affected by low temperature at different stage of their development (in Japanese with English summary). Proceedings of the Crop Science Society, Japan 12 : 177-195.

Togari, Y. and Y. Kashiwakura. 1958. Studies on the sterility in rice plant induced by superabundant nitrogen supply and insufficient light intensity (in Japanese with English summary). Proceedings of the Crop Science Society, Japan 27 : 3-5.

Bureau of Rice Research and Development

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

"วารสารวิชาการข้าว" เป็นวารสารของกรมการข้าว มีวัตถุประสงค์ในการจัดพิมพ์ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการด้านข้าว นักวิชาการด้านข้าวสามารถส่งเรื่องตีพิมพ์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นสมาชิกหรือสังกัดกรมการข้าว เรื่องที่จะลงพิมพ์ควรเป็นผลงานวิจัย / บทความที่ทันสมัย น่าสนใจ หรือค้นพบข้อมูลใหม่อันเป็นสาระประโยชน์แก่แวดวงวิชาการข้าว และจะต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือรอการตีพิมพ์ในวารสาร /เอกสารวิชาการฉบับอื่นๆ

เรื่องที่จะลงพิมพ์ มี 2 ประเภท คือ

1. ผลงานวิจัย (technical or research paper) เป็นเอกสารรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม

2. บทความปริทัศน์ (review article) เป็นเอกสารวิชาการที่รวบรวม (ตรวจเอกสาร) ข้อมูลวิชาการที่เกี่ยวข้อง นำมาเรียบเรียง และแสดงความคิดเห็น / ประสบการณ์ของผู้เขียนที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

ต้นฉบับ : พิมพ์บรรทัดห่าง พิมพ์หน้าเดียว กระดาษพิมพ์ขนาด A4 ความยาวไม่เกิน 15 หน้า (รวมเนื้อหา ตาราง และภาพ)

ส่งต้นฉบับที่ wantana@ricethailand.go.th

หรือส่งที่ คุณวันทนา ศรีรัตนศักดิ์ สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร 0-2579 -3693 โทรสาร 0-2579-7559 ส่งต้นฉบับ 3 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

รูปแบบการเขียนผลงานวิจัยฉบับเต็ม

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)
ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)

ชื่อ - สกุล[1)] (ผู้แต่งคนที่ 1) ชื่อ - สกุล[2)] (ผู้แต่งคนที่ 2) (ภาษาไทย)
ชื่อ - สกุล[1)] (ผู้แต่งคนที่ 1) ชื่อ - สกุล[2)] (ผู้แต่งคนที่ 2) (ภาษาอังกฤษ)

Abstract

ย่อทุกส่วนของเรื่อง คำนำ วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง ผลการทดลอง และสรุป เป็นภาษาอังกฤษ เขียนให้รายละเอียดชัดเจน รัดกุม ความยาว 150 - 250 คำ

Keywords :

บทคัดย่อ

มีเนื้อหาเช่นเดียวกับบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ควรอยู่หน้าเดียวกับ Abstract ถ้าเป็นไปได้

คำสำคัญ : ควรครอบคลุมสาระสำคัญของเรื่อง ซึ่งประกอบด้วยชื่อพืช/สัตว์/ผลิตภัณฑ์ (commodity) สาขาวิชา (subject) กิจกรรม (activity) ผลการวิจัย (result) สถานที่ (location)

---

1) ที่อยู่ของหน่วยงานและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้แต่งคนที่ 1 (ภาษาไทย)
ที่อยู่ของหน่วยงานและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้แต่งคนที่ 1 (ภาษาอังกฤษ)

2) ที่อยู่ของหน่วยงานและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้แต่งคนที่ 2 (ภาษาไทย)
ที่อยู่ของหน่วยงานและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้แต่งคนที่ 2 (ภาษาอังกฤษ)

Bureau of Rice Research and Development

คำนำ

กล่าวถึง หลักการ เหตุผล ความสำคัญ ปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อมูล สนับสนุน / โต้แย้ง จากการตรวจเอกสาร

อุปกรณ์และวิธีการ

อธิบายขั้นตอนการทดลอง การวางแผนการทดลอง ขนาดแปลงทดลอง รายละเอียดของวิธีการทดลอง การบันทึกข้อมูลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ระยะเวลา และสถานที่ที่ดำเนินการทดลอง โดยให้รายละเอียดเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน กระชับ ไม่เยิ่นเย้อ

ผลการทดลองและวิจารณ์

อธิบายผลการทดลองที่สำคัญ อ้างถึงตาราง กราฟ หรือภาพประกอบ แสดงเหตุผลสนับสนุนผลการทดลอง และวิจารณ์เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านผลการทดลอง โดยอ้างถึงผลการทดลองของผู้อื่น (จากการตรวจเอกสาร) ประกอบการสนับสนุน / คัดค้านผลการทดลองนั้น

สรุปผลการทดลอง

สรุปสาระสำคัญของผลการทดลอง การนำไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะในการวิจัยเรื่องนั้นๆ ในอนาคต (ถ้ามี)

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

กล่าวถึงบุคคลและหน่วยงานที่ช่วยเหลือในงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

วิธีการเขียนเอกสารอ้างอิง ดูคำแนะนำการเขียนเอกสารอ้างอิงในวารสารวิชาการข้าว ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (กันยายน - ธันวาคม 2550)

ตาราง

ชื่อตารางและข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมด โดยเรียงลำดับตาราง 1, 2, 3... ให้สอดคล้องกับลำดับก่อน - หลัง ของเนื้อเรื่อง

ภาพประกอบ

อาจเป็นภาพ 4 สี ภาพขาวดำ ภาพลายเส้น (กราฟ) กราฟควรเป็นกราฟเส้น หรือกราฟแท่ง ไม่ควรใช้กราฟ 3 มิติ ภาพต้องชัดเจน สวยงาม สะอาด พร้อมคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ การเรียงลำดับภาพใช้หลักการเดียวกับตาราง

Bureau of Rice Research and Development

Editorial Comittees of Thai Rice Research Journal

Year 2007-2008

Production : Rice Department
Office : Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Objective : To disseminate the rice knowledge and researches undertaken by individuals and/or organizations in Thailand

Advisors

Director General
Deputy Director Generals
Advisors
Senior Experts
Director of Bureau of Rice Research and Development
Director of Bureau of Rice Seed
Director of Bureau of Rice Policy and Strategy
Director of Bureau of Rice Product Development
Director of Bureau of Rice Production Extension
Director of Bureau of Central Administration

Editor

Suwat Ruay-aree

Assistant Editors

Kannika Promphunjai Wantana Sriratanasak
Somsong Chotechuen Pinai Thongsawatwong

Editorial Board

Orapin Wattnesk
Witchuda Rattanakarn
Kingkaw Kunket
Winailuk Sukprakarn
Suniyom Taprap
Varapong Chamarerk
Anchalee Prasertsak
Ladda Viriyangkura
Kajorn Raoprasert
Rasamee Dhitikiattipong
Lamaimaat Youngsuk
Nivat Nabheerong
Thasana Larpruai

Manager

Witchuda Rattanakarn

Assistant Managers

Orathai Techalit Kanjanaporn Phoonbankaek

Bureau of Rice Research and Development

Thai Rice Research Journal

Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

Vol. 2 No. 1, January - April 2008 ISSN 1906 - 0246

CONTENTS

- **Message from Director General**. 3
  Prasert Gosalvitra
- **Editorial**. 4
  Suwat Ruay - aree

RESEARCH PAPERS

- **A Physical Map Encompassing a Major Root QTL and Candidate Gene for Root Penetration Ability on Rice Chromosome 4**. 5
  Varapong Chamarerk
- **Risk Analysis of Rainfed Rice Production Using GIS and Crop Growth Simulation Model**. 13
  Surajit Phuphak, Bas Bouman
- **Paddy Soil Fertility Improvement for Rice Production through the Utilization of Chemical Fertilizer and Filter Cake**. 26
  Wiwat Ingkapradit, Jaturong Pipatpiriyanont, Wilyu Wong U-bol
- **Rice Straw Management in the Area of Continuous Rice Planting**. 35
  Nittaya Ruensuk, Pranom Mongkonbunjong, Chalermchai Puchikam, Wassana Inthaleang
- **Using Leaf Color Chart for N Fertilizer Management in Broadcast Wet-Seeded Rice, SPR1**. 47
  Surapol Chatuporn, Amornrat Intrman, Waleiporn Sanvong, Nittaya Ruensuk
- **Non - glutinous Rice Variety Phitsanulok 80** 59
  Apichart Noenplab, Somdet Immark, Suradet Palawisut, Suree Srivantaneeyakul, Acharaporn Na Lampang Noenplab, Pethathai Patirupanusara, Tawat Patirupanusara, Nalinee Chiengwattana, Supatra Suwanthada, Sa-ang Chairinte, Doungorn Ariyapruek, Chumnat Warinasai, Wilai Palawisut, Pongsa Sukserm, Chana Srisompan, Porntip Nualsiri, Sombun Thongsen, Sumalee Shuttayot, Jittichai Anawong, Phamorn Pattawatang, Phitsanu Hintang, Jet Kocharoek, Pornsuree Kanjana, Sahaporn Karnjanaphun, Somphong Choeyphan, Sanae Kotcharat, Pitai Ruenthawin, Jaturong Pipatpiriyanont, Sumaree Suwannaten, Parkpian Arunyanart, Jintana Tayatham, Nipa Jansrisommei, Dara Chettanachit, Nongrat Nilpanit, Witchuda Rattanakarn, Wanchai Rojanahusadin, Thanluk Arayapan

ARTICLES

- **International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture**. 71
  Songkran Chitrakon
- **Utilization of Rice for Commercial Products**. 75
  Laddawan Kunnoot
- **Climate Change : Impact of Cool Weather on Rice Yield in the Lower North Thailand**. 82
  Acharaporn Na Lampang Noenplab

Bureau of Rice Research and Development

การทำนาในอดีต

การทำนาในปัจจุบัน

Bureau of Rice Research and Development

วารสารวิชาการข้าว

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2551 ISSN 1906 - 0246

สารบัญ

■ **สารจากอธิบดีกรมการข้าว.** 3

ประเสริฐ โกศัลวิตร

■ **บทบรรณาธิการ.** 4

สุวัฒน์ รวยอารีย์

ผลงานวิจัย

■ **แผนที่กายภาพพันธุกรรมที่ควบคุมขนาดของรากและการค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถชอนไชของรากข้าวบนโครโมโซมที่ 4.** 5

วราพงษ์ ชมาฤกษ์

■ **การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการปลูกข้าวนาน้ำฝนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช..** 13

สุรจิต ภูภักดิ์, บาส เบาว์แมนน์

■ **การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการผลิตข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีและวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย** 26

วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์, วิญญู วงศ์อบ[illegible]

■ **การจัดการฟางข้าวในพื้นที่ทำนาอย่างต่อเนื่อง.** 35

นิตยา รื่นสุข, ประนอม มงคลบรรจง, เฉลิมชาติ ฤาไชยศาส[illegible] วาสนา อินแถลง

■ **การใช้แผ่นเทียบสีใบข้าวจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวสุพรรณบุรี 1 ปลูกแบบหว่านน้ำตม.** 47

สุรพล จัตุพร, อมรรัตน์ อินทร์มั่น, วลัยพร [illegible], นิตยา รื่นสุข

■ **ข้าวเจ้าพันธุ์ พิษณุโลก 80.** 59

อภิชาติ เนินพลับ, สมเดช อิ่มมาก, [illegible] ปาละวิสุทธิ์, สุรีย์ ศรีวันทนียกุล, อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ, เพชรหทัย ปฏิรูปานุสร, ธวัช ปฏิรูปานุสร, นลินี เจียงวรรธนะ, สุพัตรา สุวรรณธาดา, สอาง ไชยรินทร์, ดวงอร อริยพฤกษ์, ชุติวัฒน์ [illegible]รรณสาย, วิไล ปาละวิสุทธิ์, พงศา สุขเสริม, ชนะ ศรีสมภาร, พรทิพย์ นวลศิริ, สมบูรณ์ ทองเสน, สุมาลี [illegible]ทธายศ, จิตติชัย อนาวงษ์, ภมร ปัตตาวะตัง, พิษณุ หินตั้ง, เจตน์ คชฤกษ์, พรสุรี กาญจนา, สถ[illegible]พร กาญจนพันธุ์, สมพงษ์ เฉยพันธ์, เสน่ห์ คชรัตน์, ภิไธย รื่นถวิล, จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์, มาลีวรรณ สุวรรณเทน, พากเพียร อรัญนารถ, จินตนา ทยาธรรม, นิภา จันท์เรืองหมาย, ดารา เจตนะจิตร, นงรัตน์ นิลพานิชย์, วิชชุดา รัตนากาญจน์, วันชัย [illegible]จหัสดิน, ธัญลักษณ์ อารยพันธ์

บทความ

■ **สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร.** 71

สงกรานต์ จิตรากร

■ **การใช้ประโยชน์จากข้าวเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ข้าวในเชิงพาณิชย์.** 75

ลัดดาวัลย์ กรรณนุช

■ **สภาพฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลง : ผลกระทบของอากาศหนาวเย็นต่อผลผลิตของข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง.** 82

อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ

Bureau of Rice Research and Development