วารสารวิชาการข้าว

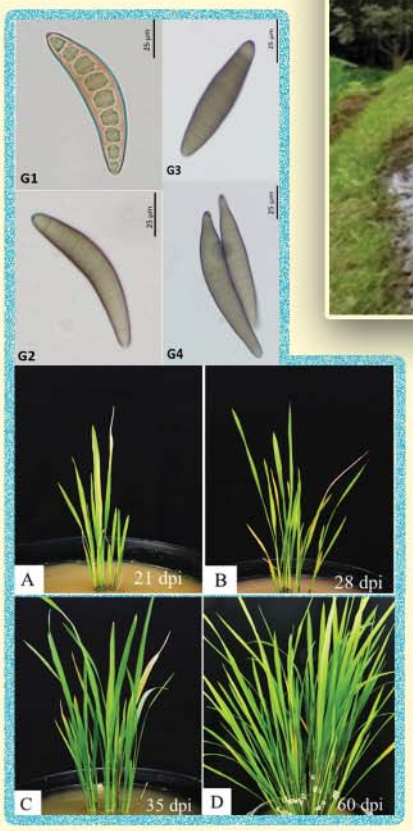
Thai Rice Research Journal

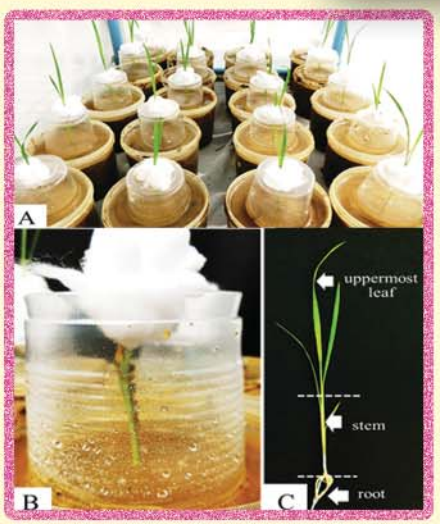
ISSN 1906 - 0246

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2564 (Vol. 12 No. 2, July - December 2021)





“...ที่ท่านทั้งหลายได้มีโอกาสได้เข้าร่วมในพิธีพืชมงคลจรดพระนังคัลแรกนาขวัญในวันนี้ ซึ่งถ้าคิด ก็เป็นสิ่งที่น่าอัศจรรย์ เพราะว่าทั่วโลกนี้ ดูเหมือนจะมีแต่เมืองไทยที่มีพิธีของส่วนกลาง เพื่อเป็นสิริมงคลแก่เกษตรกร...”

“...ชาวเกษตรกรทั้งหลายย่อมทราบดีว่า ความเป็นมงคลนี้สำคัญยิ่งในการปฏิบัติงานของการเกษตร เพราะว่าเกษตรกรย่อมต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้การเพาะปลูกและกิจกรรมของตน มีความผาสุกก้าวหน้าได้ การที่ทำอะไรที่เป็นมงคลนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เกิดกำลังใจ เพราะว่าคนเรา ถ้าร่วมจิต ร่วมใจกัน ก็เกิดเป็นพลังอย่างสูง...”

พระราชดำรัสของ
พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (รัชกาลที่ 9)
พระราชทานแก่ ผู้นำสหกรณ์การเกษตร สหกรณ์นิคม และสหกรณ์ประมงทั่วประเทศ
ที่เข้าเฝ้าฯ ในวันพืชมงคล
เมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2524

Working Editorial Committee of Thai Rice Research Journal

Year 2021-2022

Producer : Division of Rice Research and Development, Rice Department
Office : Division of Rice Research and Development, Rice Department,
2117 Phaholyothin, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Tel. 0-2579-7892, Fax 0-2579-7892
Objective : To disseminate the rice knowledge and research undertaken by individuals and/or organizations in Thailand

Advisors

Director General
Deputy Director General
Director of Bureau of Rice Policy and Strategy
Director of Division of Rice Product Development
Director of Bureau of Rice Production Extension
Director of Division of Rice Seed
Director of Bureau of Central Administration
Director of Center of Information and Communication Technology
Director of Division of Rice Product Inspection and Certification

Working Committee

Chairman

Director of Division of Rice Research and Development

Editor

Suwat Ruay-aree

Assistant Editors

Pinai Thongsawatwong, Wantana Sriratanasak

Editorial Board

Rice Seed Technology and Seed Variety Standard Expert
Rice Breeding Expert, Rice Genetic Germplasm Expert
Biotechnology Expert, Rice Production Technology Expert
Rice Protection Expert, Seed Quality Control Expert
Seed Production Expert, Rice Product Development Expert
Farmer Development Expert, Rice Inspection and Certification Expert
Rice Policy and Strategy Expert, Rice Production Extension Expert
Director of Rice Protection Research Group
Director of Rice Germplasm Conservation and Breeding Research Group
Director of Rice Production Technology Research Group
Director of Research Project Administration Group

Wanporn Khemmuk
Ithipong Assaranurak
Ilada Choomsang
Payorm Cobelli
Duangporn Angsumalee
Suphalaksana Sonkhongnok
Piyarat Ponyared
Jintana Chaiwong
Monthakan Boonpermpol
Naritsara Sanguankumthorn
Arisa Jittikornkul
Rungsinee Jaikawin
Ploypilin Thanikkul

Manager

Payorm Cobelli

Assistant Managers

Jintana Chaiwong, Ploypilin Thanikkul, Monthakan Boonpermpol

วารสารวิชาการข้าว

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2564 ISSN 1906 - 0246

สารบัญ

■ **สารจากรองอธิบดีกรมการข้าว**. 3

ผลงานวิจัย

■ **ข้าวเจ้าพันธุ์ กข91** 5

สุภาพร จันทร์บัวทอง, วัลภา ทองรักษ์, กนกอร เยาว์ดำ, วัชรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล, ธารารัตน์ มณีน่วม, อดุลย์ กฤษวะดี, กนกอร วุฒิวงศ์, บังอร ธรรมสามิสรณ์, กิตติมา รักโสภา, ประจักษ์ เหล็งบำรุง, ชวนชม ดีรัศมี, ดวงกมล บุญช่วย, ชัยรัตน์ จันทร์หนู, เบญจวรรณ พลโคตร, เกษศิณี พรโสภณ, กัลยฐิตา สวงโท, ภัทรมน คงสมยุติ

■ **ข้าวนาที่สูง พันธุ์ขาหนี่ 117**.....20

สุมาลี มีปัญญา, นิพนธ์ บุญมี, ศิลาวัน จันทรบุตร, สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย, อาทิตยา ยอดใจ, ไพโรจน์ โชตินิสากรณ์, พิชชาทร เรืองเดช, ขนิษฐา คำวงศ์, อัญชลี ตาคำ, นงนุช ประดิษฐ์, ผกากานต์ ทองสมบูรณ์, ศิริลักษณ์ ใจบุญทา, กรสิริ ศรีนิล, กัลยา บุญสง่า, อุรัสยาน์ ขวัญเรือน, สุทธกานต์ ใจกาวิล, กาญจนา พิบูลย์, พันนิภา ยาใจ, กุลชนา ดาร์เวล, ศิวะพงศ์ นฤบาล, เปรมฤดี ปินทยา, วัชรี สุขวิวัฒน์

■ **ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20** 43

ดลตภร โพธิ์ศิริ, เสรี พลายด้วง, สมบูรณ์ สุวรรณโณ, ชนสิริน กลิ่นมณี, โอรักษ์ ทองเด็จ, เพชรี เซ่งซิ้ม, เอกราช แก้วนางโอ, สิทธ์ ใจสงฆ์, พัชราภรณ์ รักชุม, พีรพล รัตนะ, บุษยรัตน์ หมอกมัว, กฤษณะ ศิริรัตน์, วัชรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล, ธารารัตน์ มณีน่วม

■ **การสูญเสียคุณภาพและความหอมของข้าวหอมมะลิในห่วงโซ่การผลิต**.....62

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, กฤษณา สุดทะสาร, รานี เมตตาจิตร, ศิริลักษณ์ ใจบุญทา, ปราณี มณีนิล, วัชรี สุขวิวัฒน์

■ **เทคนิค RT-PCR เพื่อการตรวจไวรัสโรคเขียวเตี้ยและโรคใบหงิกในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการติดตามการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในข้าวเป็นโรค**.....78

คนึงนิจ ศรีวิลัย, วิชชุดา รัตนากาญจน์

■ **ความหลากหลายของลักษณะสัณฐานวิทยาและความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในประเทศไทย** 92

อริษา จิตรติกรกุล, พยอม โคเบลลี่, สมใจ สาลีโท, รุจิรัตน์ วงศ์จันทร์แดง, ธนาภา สมใจ, ดวงกมล บุญช่วย, ชนสิริน กลิ่นมณี, อัญชลี ตาคำ, ศุภลักษณา สนคงนอก, มาสุฑล สัญพึ่ง, พุธชาติ ศรีพนม, ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี

■ **การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตข้าว และสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี** 107

ดารารัตน์ มณีจันทร์, รัตนวรรณ จันทรศศิธร, ผกามาศ วงค์เตย์, รัตติกาล อินทมา, ภัทรศยา สายยืด, นฤมล เสือแดง, วรัญสิตา ใบเด, จุฬารักษ์ ศรีศักดา, ศุภนัฐ นีชัง, ณุภาวี สะกัญญา

สันปก

วารสารวิชาการข้าว

Thai Rice Research Journal

ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2564 ISSN 1906 - 0246

(Vol. 12 No. 2, June-December 2021)

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการด้านข้าว

ระเบียบการ

1. การส่งต้นฉบับเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร ให้ส่งจำนวน 1 ชุด ที่ผู้จัดการหรือผู้ช่วยผู้จัดการ ทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โดยเขียนตามแบบฟอร์มและคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์วารสารวิชาการข้าว (http://thairiceresearchjournal.ricethailand.go.th/)
2. การพิจารณารับเรื่องที่จะตีพิมพ์เป็นสิทธิ์ของกองบรรณาธิการ และกองบรรณาธิการจะไม่รับผิดชอบในเนื้อหาหรือความถูกต้องของเรื่องที่ส่งมาตีพิมพ์ทุกเรื่อง
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่ส่งมาตีพิมพ์ และอาจจะขอข้อมูลเพิ่ม หรือส่งเรื่องคืนให้ผู้เขียน เพื่อแก้ไขเพิ่มเติม หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่ แล้วแต่กรณี
4. การพิจารณาผลงานวิจัยที่จะลงตีพิมพ์ มีผู้พิจารณา (peer review) 2 ท่าน ต่อ 1 เรื่อง เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิชาการ

อักษรย่อภาษาอังกฤษในวารสารวิชาการข้าวฉบับนี้

1. **อักษรย่อภาษาอังกฤษ ชื่อพันธุ์ข้าว และศูนย์วิจัยข้าว** ใช้ตามที่กรมการข้าวกำหนด (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. 2560. การเขียนชื่อพันธุ์ข้าวภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และการเขียนชื่อสายพันธุ์ข้าว. พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 27 หน้า.)

   ยกตัวอย่าง: PSL-RRC = Phitsanulok Rice Research Center (ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก)

   PSL2 = Phitsanulok 2 (พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2)
2. **อักษรย่อภาษาอังกฤษ ชื่อจังหวัด** ใช้ตามที่ราชบัณฑิตยสภากำหนด

   ยกตัวอย่าง: PLK = Phitsanulok province (จังหวัดพิษณุโลก)

คณะทำงานจัดทำวารสารวิชาการข้าว

พ.ศ. 2564-2565

เจ้าของ : กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว
สำนักงาน : กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว 2177 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0-2579-7892 โทรสาร 0-2579-7892
วัตถุประสงค์ : เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความวิชาการด้านข้าว

ที่ปรึกษา

อธิบดีกรมการข้าว
รองอธิบดีกรมการข้าว
ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว ผู้อำนวยการกองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว
ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมการผลิตข้าว ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง
ผู้อำนวยการกองเมล็ดพันธุ์ข้าว ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ผู้อำนวยการกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานข้าวและผลิตภัณฑ์

คณะทำงาน

ประธาน

ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว

บรรณาธิการ

สุวัฒน์ รวยอารีย์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์ วันทนา ศรีรัตนศักดิ์

กองบรรณาธิการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการเมล็ดพันธุ์และมาตรฐานพันธุ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุกรรมข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการอารักขาข้าว ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาชาวนา ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการรับรองข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว ผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมการผลิตข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการอารักขาข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการเทคโนโลยีการผลิตข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย

วันพร เข็มมุกด์	ดวงพร อังสุมาลี	นริศรา สงวนคัมธรณ์
อิทธิพงศ์ อัศรานุรักษ์	ศุภลักษณา สนคงนอก	อริษา จิตรติกรกุล
ไอลดา ชุมแสง	ปิยรัตน์ พลยะเรศ	รังสินี ใจกาวิล
พยอม โคเบลลี่	จินตนา ไชยวงค์	พลอยไพลิน ธนิกกุล
	มณฑกาญจน์ บุญเพิ่มผล	

ผู้จัดการ

พยอม โคเบลลี่

ผู้ช่วยผู้จัดการ

จินตนา ไชยวงค์ พลอยไพลิน ธนิกกุล มณฑกาญจน์ บุญเพิ่มผล

สารจากรองอธิบดีกรมการข้าว

กรมการข้าว เป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่มีภารกิจเกี่ยวกับข้าว โดยครอบคลุมถึงการปรับปรุงพัฒนาการปลูกข้าวให้มีผลผลิตต่อพื้นที่และคุณภาพสูงขึ้น การพัฒนาพันธุ์ การอนุรักษ์ และคุ้มครองพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ การตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน การส่งเสริม สนับสนุน และเผยแพร่องค์ความรู้ด้านข้าวเพื่อพัฒนาคุณภาพ ชีวิตชาวนา การแปรรูป และการจัดการอื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าว รวมทั้งการตลาดและการส่งเสริมวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับข้าว

การขับเคลื่อนงานของกรมการข้าว ภายใต้วิกฤติโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นไปตามนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเน้นกลยุทธ์และยุทธศาสตร์บริหารการพัฒนาที่ชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง เพื่อมุ่งมั่นที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรกรรมตลอดห่วงโซ่อุปทานสู่มิติใหม่ภายใต้เป้าหมายใหม่ ตามแนวทางการพัฒนาภาคเกษตรกรรม 5 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ (1) ยุทธศาสตร์การตลาดนำการผลิต (2) ยุทธศาสตร์เทคโนโลยีเกษตร 4.0 (3) ยุทธศาสตร์ “3’s” (safety-security-sustainability - เกษตรปลอดภัย เกษตรมั่นคง และเกษตรยั่งยืน) (4) ยุทธศาสตร์การบริหารเชิงรุกแบบบูรณาการกับทุกภาคส่วนโดยเฉพาะโมเดล “เกษตร-พาณิชย์ทันสมัย” และ (5) ยุทธศาสตร์เกษตรกรรมยั่งยืนตามแนวทางศาสตร์พระราชา เพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารสู่เป้าหมายดังกล่าว และ 15 นโยบายหลัก ที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนการพัฒนาภาคการเกษตรอย่างเป็นระบบ

อนึ่ง นโยบายดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของกรมการข้าว ได้แก่ นโยบาย “การตลาดนำการผลิต” โดยเพิ่มช่องทางตลาดให้หลากหลายทั้งออฟไลน์และออนไลน์ การส่งเสริมเกษตรพันธสัญญา (contract farming) การพัฒนาศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรม (AIC) การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมและเกษตรแปลงใหญ่ การส่งเสริมเกษตรกรรมยั่งยืน เพื่อเป็นภูมิคุ้มกัน และสร้างความมั่นคงแก่เกษตรกร การยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขัน การวิจัยและพัฒนา เพื่อตอบสนองการพัฒนาภาคเกษตรของประเทศไทย บนพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม การพัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศ big data โดยศูนย์ข้อมูลเกษตรแห่งชาติ และการประกันรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นแนวทางการพัฒนาและปฏิรูปภาคการเกษตรไทยเพื่อสร้างความมั่นคงให้เกษตรและนำไปสู่การขจัดความยากจนให้เกษตรกรอย่างยั่งยืนต่อไป

สำหรับนโยบายด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อตอบสนองการพัฒนาภาคเกษตรของประเทศไทยบนพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เป็นนโยบายหลักที่สอดคล้องกับภารกิจหลักของ

กรมการข้าว ซึ่งมีงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมด้านพันธุ์ข้าว เทคโนโลยีการผลิตข้าว การอารักขาข้าว วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูป และมาตรฐานพันธุ์ข้าว โดยมีผลงานที่เป็นเชิงประจักษ์ และได้เผยแพร่ให้กับผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาช่วยเหลือเกษตรกร ทั้งนี้กรมการข้าวได้มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยในหลายช่องทาง

"วารสารวิชาการข้าว" เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ของกรมการข้าว ที่ตีพิมพ์เผยแพร่องค์ความรู้ด้านข้าว ซึ่งเป็นผลงานวิจัยค้นพบใหม่ที่ประสบผลสำเร็จ มีหลากหลายด้าน เป็นต้นว่า การปรับปรุงพันธุ์ข้าว การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมข้าว เทคโนโลยีการผลิตข้าว การอารักขาข้าว เทคโนโลยีชีวภาพ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูป วิทยาการเมล็ดพันธุ์และมาตรฐานพันธุ์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ใช้ในการทำนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตข้าว ฯลฯ รวมทั้งมีบทความวิชาการเชิงวิเคราะห์ เป็นองค์ความรู้จากการวิจัยและความก้าวหน้าของการวิจัยใหม่ ซึ่งเป็นฐานความรู้ในการวิจัยต่อยอดของนักวิจัยข้าว ให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป

ดังนั้น วารสารวิชาการข้าว จึงเป็นผลงานเชิงประจักษ์ของกรมการข้าว อันจะนำไปสู่ความสำเร็จตามวิสัยทัศน์ของกรมการข้าวที่ว่า "ข้าวไทยก้าวไกลด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม การตลาดนำการผลิต ชีวิตชาวนาเข้มแข็ง" เพื่อเป้าหมายช่วยให้เกษตรกรไทยมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นต่อไป

ในนามของผู้บริหารกรมการข้าว หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารวิชาการข้าวฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ผู้ที่สนใจทั่วไปในเรื่องข้าว นักวิจัยรุ่นใหม่ นักวิจัยด้านข้าว รวมทั้งสถาบันการศึกษาด้านการเกษตร เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาข้าวไทย ขอขอบคุณคณะทำงานจัดทำวารสารวิชาการข้าวทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาและตั้งใจในการจัดทำวารสารวิชาการข้าว ขอขอบคุณทีมกองบรรณาธิการ ขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่เสนอผลงานเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการข้าวฉบับนี้

(นายณัฏฐกิตติ์ ของทิพย์)
รองอธิบดีกรมการข้าว

ข้าวเจ้าพันธุ์ กข91

RD91, a Non-glutinous Rice Variety

สุภาพร จันทร์บัวทอง[1] วัลภา ทองรักษ์[1] กนกอร เยาว์ดำ[1] วัชรี สุขวิวัฒน์[1] ปราณี มณีนิล[1] ธารารัตน์ มณีน่วม[1]
อดุลย์ กฤษวะดี[1] กนกอร วุฒิวงศ์[1] บังอร ธรรมสามิสรณ์[2] กิตติมา รักโสภา[3] ประจักษ์ เหล็งบำรุง[3]
ชวนชม ดีรัศมี[4] ดวงกมล บุญช่วย[4] ชัยรัตน์ จันทร์หนู[4] เบญจวรรณ พลโคตร[5] เกษศิณี พรโสภณ[5]
กัลย์ฐิตา สวงโท[6] ภัทรมน คงสมยุติ[6]

Supaporn Junbuathong[1] Wanlapa Thongrak[1] Kanokon Yaodam[1] Watcharee Sukviwat[1] Pranee Maneenil[1]
Thararat Maneenuam[1] Adul Kriswadi[1] Kanokon Wutiwong[1] Bang-On Thamasamisorn[2] Kittima Ruksopa[3]
Prachak Lengbumrung[3] Chuanchom Deerusamee[4] Duangkamon Boonchuay[4] Chairat Channoo[4]
Benjawan Phonkhod [5] Kedsinee Pornsopon[5] Kalthita Suangtho[6] Phattharamon Khongsomyut[6]

Abstract

Export markets of Thai rice in many countries have yet demanded a medium grain rice due to severe and long-term drought in new rice producing countries. In Thailand there is only one medium grain rice variety, RD81, which still lacks of some characteristics to satisfy diverse market needs. Therefore, research was conducted to obtain a variety with medium grain (as demanded by export market), high yield, early maturity and photoperiod-insensitive for cultivation in irrigated paddy fields in order to increase opportunity and expand Thai rice markets. Seeds of rice restorer line (R line), IR101870-60-1, were introduced from the International Rice Research Institute and grown for pure line selection from F_5 to F_7 to obtain a medium grain line, IR101870-60-1-PTT-5-3-27. Research have been carried out during 2015 to 2021 through the following crop improvement steps, i.e., varietal observation, yield trials, evaluation on rice disease and insect pests, response to N fertilizer application, analyses for grain physical and chemical quality, milling quality, cooking and eating quality, and evaluation of farmers' acceptance. The promising line was subsequently approved by the Varietal Releasing Committee of the Rice Department to be a certified variety, "RD91". It is a photoperiod-insensitive, non-glutinous rice with 107 days to harvest (transplanting), 107 cm height, erect plant type, green leaf color, moderately well-exserted panicle, 30.7 cm leaf length, mostly compact panicle, 200 fertile seeds per panicle, low panicle shattering and easy panicle threshability. RD91 has straw-colored husk, medium grain size with a paddy grain size of 8.25 mm length, 3.10 mm width, 2.06 mm thickness, and white dehulled

[1] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110 Tel. 0-2577-1688
[2] สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 0-3555-5340
Thailand Rice Science Institute, Mueang, Suphan Buri 72000 Tel. 0-3555-5340
[3] ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทรศัพท์ 0-3273-2285
Ratchaburi Rice Research Center, Mueang, Ratchaburi 70000 Tel. 0-3273-2285
[4] ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทรศัพท์ 0-5641-1733
Chai Nat Rice Research Center, Mueang, Chai Nat 17000 Tel. 0-5641-1733
[5] ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทรศัพท์ 0-5531-1184
Phitsanulok Rice Research Center, Wang Thong, Phitsanulok 65130 Tel. 0-5531-1184
[6] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2579-7892
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2579-7892

grain with 5.73 mm length, 2.63 mm width, and 1.86 mm thickness. It has medium grain shape, moderately large chalkiness (1.60), good milling quality (62.2 percent whole kernel and head rice), low gelatinization temperature, soft gel consistency, normal elongation ratio (1.67), and soft, slightly sticky and non-aromatic cooked rice. Remarkable features of RD91 are medium grain size, non-glutinous, photoperiod-insensitive, low amylose content (18.49 percent), leaf blast resistance, high yield (763 kg/rai) with yield potential of 1,100 kg/rai in farmers' fields. It is recommended for irrigated paddy areas in central and lower northern regions, especially where there are demands of entrepreneurs for buying and processing paddy rice yields to milled rice. Caution should be taken as this variety is moderately susceptible or susceptible to brown planthopper and susceptible to bacterial leaf blight.

Keywords: RD91, non-glutinous rice, medium grain, photoperiod-insensitive, varietal improvement, yield, leaf blast, irrigated paddy field, central region, lower northern region

บทคัดย่อ

ตลาดส่งออกข้าวไทยยังมีความต้องการข้าวเมล็ดขนาดปานกลางในหลายประเทศ เนื่องจากเกิดภาวะแห้งแล้งรุนแรงต่อเนื่องยาวนานในประเทศผู้ผลิตรายใหม่ ประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวเมล็ดปานกลางเพียงพันธุ์เดียว คือ กข81 ข้าวพันธุ์นี้ยังขาดลักษณะบางประการที่สนองความต้องการของตลาดที่มีความหลากหลาย จึงได้วิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดขนาดปานกลางตามความต้องการของตลาดส่งออก ผลผลิตสูง อายุเก็บเกี่ยวสั้น ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ในเขตชลประทาน เพื่อเพิ่มโอกาสและขยายตลาดสินค้าข้าวไทย โดยการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (R line) สายพันธุ์ IR101870-60-1 จากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) นำมาปลูกคัดเลือกแบบสืบประวัติ (pedigree selection) ตั้งแต่ประชากรชั่วที่ 5-7 และคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดปานกลาง คือ IR101870-60-1-PTT-5-3-27 โดยวิจัยปรับปรุงพันธุ์เป็นขั้นตอน คือ การศึกษาพันธุ์ การเปรียบเทียบผลผลิต ทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน และประเมินการยอมรับของเกษตรกร ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2564 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองชื่อ "กข91" เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 107 วัน (ปลูกโดยวิธีปักดำ) ความสูง 107 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว คอรวงสั้น รวงยาว 30.7 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น ระแง้ถี่ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 200 เมล็ด เมล็ดร่วงน้อย นวดง่าย เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง มีขนาดเมล็ดปานกลาง มีความยาว 8.25 มิลลิเมตร กว้าง 3.10 มิลลิเมตร หนา 2.06 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว ความยาว 5.73 มิลลิเมตร กว้าง 2.63 มิลลิเมตร หนา 1.86 มิลลิเมตร รูปร่างเมล็ดปานกลาง ท้องไข่ค่อนข้างมาก (1.60) คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 62.2 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ความคงตัวแป้งสุกอ่อน การยืดตัวของข้าวสุกปกติ (1.67 เท่า) ข้าวสุกนุ่ม ค่อนข้างเหนียว และไม่มีกลิ่นหอม ลักษณะเด่น คือ เป็นข้าวเจ้าขนาดเมล็ดปานกลาง ไม่ไวต่อช่วงแสง มีปริมาณอมิโลสต่ำ (ร้อยละ 18.49) ต้านทานถึงต้านทานสูงต่อโรคไหม้ ให้ผลผลิตสูง (763 กิโลกรัมต่อไร่) มีศักยภาพการให้ผลผลิตในแปลงนาเกษตรกรถึง 1,100 กิโลกรัมต่อไร่ แนะนำให้ปลูกในพื้นที่นาชลประทานภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความต้องการของผู้ประกอบการที่สามารถเชื่อมโยงผลผลิตไปสู่การแปรสภาพเป็นข้าวสาร และรับซื้อข้าวเปลือกแน่นอน ข้อควรระวัง คือ ค่อนข้างอ่อนแอถึงอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง

คำสำคัญ: กข91 ข้าวเจ้า เมล็ดขนาดปานกลาง ไม่ไวต่อช่วงแสง การปรับปรุงพันธุ์ ผลผลิต โรคไหม้ นาชลประทาน ภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่าง

คำนำ

ประเทศไทยส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก แต่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มที่ลดลงจาก 10 ล้านตันต่อปี เหลือ 5.7 ล้านตันต่อปี ในปี พ.ศ. 2563 ไทยส่งออกข้าวปริมาณ 5.72 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 3,727 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (ประมาณ 115,915 ล้านบาท) โดยปริมาณและมูลค่าส่งออกลดลงจากปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 24.54 (กรมการค้าต่างประเทศ, 2564) ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณการส่งออกข้าวไทยลดลงมีหลายประการ เป็นต้นว่า เงินบาทแข็งค่า ทำให้ราคาสูงกว่าคู่แข่งสำคัญ โดยเฉพาะอินเดีย และเวียดนาม และหลายประเทศได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด19 ทำให้กำลังซื้อลดลง รวมทั้งความหลากหลายทางคุณภาพของพันธุ์ข้าวไทยยังมีน้อย ไม่เพียงพอกับการเปลี่ยนแปลงของตลาดผู้บริโภค

การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพหลากหลายตามความต้องการตลาด จะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในการส่งออกทั้งในด้านราคา และคุณภาพ ซึ่งข้าวที่มีเมล็ดขนาดปานกลาง โดยมีขนาดความยาวเมล็ดข้าวกล้อง 5.5-6.6 มิลลิเมตร และอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ด 2.0-3.0 เท่า (งามชื่น, 2545) เป็นกลุ่มข้าวที่มีรูปร่างและคุณภาพเฉพาะที่มีตลาดผู้บริโภคกระจายในหลายประเทศ โดยเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกกลาง แอฟริกาตอนเหนือ และลาตินอเมริกา ประมาณว่าตลาดข้าวขนาดเมล็ดปานกลาง อยู่ที่ 3 ล้านตันต่อปี (Ag Fax, 2020)

อย่างไรก็ตาม โอกาสของข้าวเมล็ดขนาดปานกลางในตลาดการส่งออกของไทยยังมีความต้องการในหลายประเทศ เช่น ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้าวขนาดเมล็ดปานกลางของไทยมีโอกาสส่งออกมากขึ้น คือ เกิดภาวะแห้งแล้งที่ออสเตรเลีย ซึ่งเป็นแหล่งปลูกและส่งออกข้าวเมล็ดขนาดปานกลางที่สำคัญ โดยเฉพาะที่ประเทศออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา และมีความรุนแรงขึ้นต่อเนื่องยาวนาน ผู้ประกอบการค้าข้าวออสเตรเลียจำเป็นต้องหาแหล่งผลิตข้าวชนิดนี้ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานของประเทศไทย ประกอบกับปัจจุบันการเติบโตของตลาดข้าวเมล็ดขนาดปานกลาง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งในตลาดออสเตรเลีย หมู่เกาะแปซิฟิค อเมริกา และเอเชีย

ปัจจุบันข้าวเมล็ดขนาดปานกลางของไทย คือ พันธุ์ กข81 เป็นพันธุ์ข้าวพันธุ์เดียวที่มีการส่งออก ประมาณ 15,000 ตันต่อปี แต่ข้าวพันธุ์ กข81 ยังขาดลักษณะบางประการเพื่อสนองความต้องการของตลาดที่มีความหลากหลาย ทำให้ไม่สามารถขยายปริมาณการส่งออกตามเป้าหมาย (100,000 ตันต่อปี) จำเป็นต้องเร่งรัดพัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีขนาดเมล็ดปานกลางให้มีคุณสมบัติหลากหลายตามความต้องการของตลาด ซึ่งลักษณะที่สำคัญ คือ เมล็ดมีรูปร่างป้อม ปริมาณอมิโลส อยู่ระหว่าง 17-22 เปอร์เซ็นต์ ค่าการกลับคืนตัวของแป้งต่ำ (low set back) หรือติดลบ ให้ผลผลิตต่อไร่สูง อายุเก็บเกี่ยวสั้น และไม่ไวต่อช่วงแสง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดขนาดปานกลางให้มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดข้าว ผลผลิตสูง ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวสั้น ปลูกได้ในเขตนาชลประทาน เพิ่มโอกาส และขยายตลาดสินค้าข้าวของไทยสู่ประเทศที่บริโภคข้าวชนิดนี้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ผสม ปลูกคัดเลือกพันธุ์ และศึกษาพันธุ์

ปี พ.ศ. 2558 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีได้นำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (R line) สายพันธุ์ IR101870-60-1 ในประชากรชั่วที่ 4 ของโครงการความร่วมมือพัฒนาข้าวลูกผสม (Hybrid Rice Development Consortium : HRDC) ที่สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) ซึ่ง สายพันธุ์ IR101870-60-1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Ming Hui 63 และ IR08N103 นำมาปลูกคัดเลือกแบบสืบประวัติ (pedigree selection) ตั้งแต่ประชากรชั่วที่ 5-7 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

ฤดูนาปรัง 2559 และ 2560 ปลูกคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดปานกลาง คือ สายพันธุ์ IR101870-60-1-PTT-5-3-27 (กข91)

ฤดูนาปี 2560 ปลูกศึกษาพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

2. การเปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

2.1 การเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ปลูกข้าว

พันธุ์ กข91 เปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ กข31 และ กข63 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูนาปรังและฤดูนาปี 2561

2.2 การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี ปลูกข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบผลผลิต กับพันธุ์ กข63 และ กข81 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ชัยนาท พิษณุโลก และสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ในฤดูนาปีและฤดูนาปรัง 2562

2.3 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรในนาราษฎร์ ปลูกข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูง อายุเก็บเกี่ยว และจำนวนรวงต่อกอ กับพันธุ์ กข63 และ กข81 ในแปลงเกษตรกร อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูนาปี 2563 และฤดูนาปรัง 2564

3. การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ให้คะแนนอาการตาม Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

3.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

3.1.1 โรคไหม้ (blast desease, *Pyricularia oryzae* Cavara) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ กข91 ต่อโรคไหม้ระยะกล้า (leaf blast) โดยวิธี upland short row เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 โดยมีพันธุ์หางยี 71 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และขาวตาแห้ง 17 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ชัยนาท พิษณุโลก และราชบุรี ในปี พ.ศ. 2563 และ 2564

3.1.2 โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama, 1922; Swing *et al.,* 1990) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ กข91 ต่อโรคขอบใบแห้ง เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 โดยมีพันธุ์ กข7 IRBB5 และ IRBB21 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข9 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ปลูกเชื้อสาเหตุ (inoculation) โดยวิธีตัดใบข้าว (clipping method) ดำเนินการในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี พ.ศ. 2563 และ 2564

3.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

3.2.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 โดยมีพันธุ์ Rathu Heenati และ PTB33 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 (TN1) และ กข7 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ โดยวิธี seedbox screening ของ Heinrichs และคณะ (1985) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลอง ทดสอบกับประชากรแมลงจากจังหวัดปทุมธานี ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ประชากรแมลงจากจังหวัดชัยนาท ที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 และประชากรแมลงจากจังหวัดราชบุรี ที่ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ในปี พ.ศ. 2563

4. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูนาปี 2563 ซึ่งเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (2.60 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (44.89 ppm) โพแทสเซียมที่สกัดได้สูง (177 ppm) ดินเป็นกรดจัด (pH 5.06) จัดว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

ทดสอบการตอบสนองของข้าวพันธุ์ กข91 ต่อปุ๋ยไนโตรเจน 6 อัตรา คือ 0 6 12 18 24 และ 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ รองพื้นด้วยปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 6 กิโลกรัม K_2O

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

5.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2564

5.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2564

6. การยอมรับของเกษตรกร

ฤดูนาปี 2563 ประเมินการยอมรับของเกษตรกรที่มี

ต่อข้าวพันธุ์ กข91 ในนาเกษตรกร ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข63 และ กข81 จำนวน 2 แปลง ที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี เจ้าของแปลง คือ นายเรวัฒน์ รื่นสุข โดยมีเกษตรกรเพื่อนบ้านร่วมสังเกตการณ์ 5 ราย คือ นางสาวพรรณวิภา หลีสิน นายสุนทร ภาษา นายวินัย สดใสญาติ นางสาวขวัญเรือน ม่วงสอน และนายยะห์ยา วันหมัด และอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ เจ้าของแปลง คือ นายใส ดีอ่ำ โดยมีเกษตรกรเพื่อนบ้านร่วมสังเกตการณ์ 3 ราย คือ นายไพบูลย์ ชูโฉม นายอภิวัฒน์ ปั้นซอ และนางวิมล ถนอมพืช

ฤดูนาปรัง 2564 ประเมินการยอมรับของเกษตรกรที่มีต่อข้าวพันธุ์ กข91 เปรียบเทียบกับพันธุ์ กข81 จำนวน 1 แปลง ที่อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท เจ้าของแปลง คือ นางเสาวนีย์ จันทร์ที โดยมีเกษตรกรเพื่อนบ้านร่วมสังเกตการณ์ 4 ราย คือ นางจำรวี ให้ฉ่ำ นางสาวกนกวรรณ ภู่องค์ นายอนุภา ปัญญาดิลก และนายกำธร เทพเพียร

โดยให้เกษตรกรให้ความเห็นต่อข้าวพันธุ์ กข91 และเหตุผลที่ชอบ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้าวพันธุ์ กข91 ได้จากการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (R line) สายพันธุ์ IR101870-60-1 ในประชากรชั่วที่ 4 ของโครงการความร่วมมือพัฒนาข้าวลูกผสม ที่สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ ซึ่งข้าวสายพันธุ์นี้ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Ming Hui 63 และ IR08N103 นำมาปลูกคัดเลือกแบบสืบประวัติ ตั้งแต่ประชากรชั่วที่ 5-7 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ได้สายพันธุ์ IR101870-60-1-PTT-5-3-27 โดยได้ศึกษาวิจัยการปรับปรุงพันธุ์เป็นขั้นตอน คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ให้ชื่อพันธุ์ว่า “กข91” เมื่อวันที่ 17 กันยายน 2564

1. ลักษณะประจำพันธุ์

“กข91” เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุเก็บเกี่ยว 107 วัน (ปลูกโดยวิธีปักดำ) ความสูง 107 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ลำต้นแข็งมาก ใบและกาบใบสีเขียว มุมปลายใบตั้งตรง ความยาวใบ 48.2 เซนติเมตร กว้าง 1.48 เซนติเมตร มุมใบธงตั้งตรง ความยาวใบธง 44.2 เซนติเมตร กว้าง 1.42 เซนติเมตร คอรวงสั้น รวงยาว 30.7 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น ระแง้ถี่ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 200 เมล็ด การติดเมล็ด 82.4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดร่วงน้อย นวดง่าย ระยะพักตัวเมล็ด 8 สัปดาห์ (Fig. 1-4)

Fig. 1 Plant type of RD91 at tillering stage

Fig. 2 RD91 at maturity stage

Fig. 3 RD91 at ripening stage

Fig. 4 Panicle length of RD91

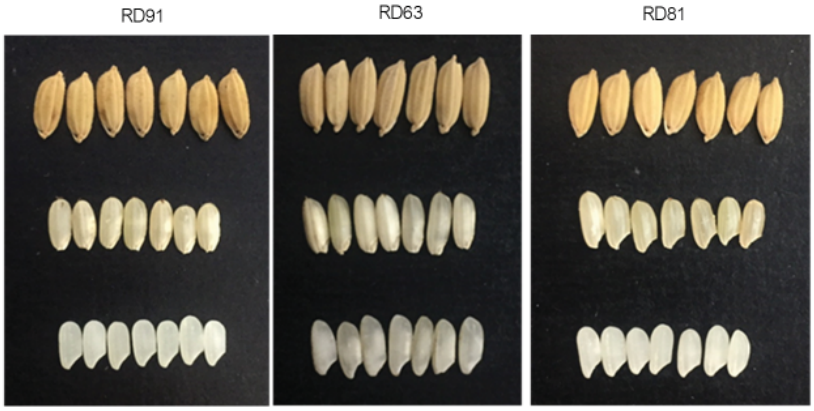


Fig. 5 Paddy rice (top), brown rice (middle) and milled rice (bottom) of RD91, RD63 and RD81

2. ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร

2.1 การเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูนาปรัง 2561 พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 707 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข31 (665 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข63 (680 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร้อยละ 8 และ 4 ตามลำดับ และฤดูนาปี 2561 พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 750 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข31 (674 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร้อยละ 11 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (726 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 1)

2.2 การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ชัยนาท พิษณุโลก และสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2562 ฤดูนาปรัง 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 658 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (670 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข81 (629 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 672 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (738 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข81 (717 กิโลกรัมต่อไร่) ที่สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 835 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (754 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข81(758 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 871 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (909 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (629 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฉลี่ยทั้ง 4 สถานที่ปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต

Table 1 Yields (kg/rai) of RD91 compared with RD31 and RD63 in intra-station yield trials at Pathum Thani Rice Research Center in dry season and wet season, 2018

Variety	Dry season	Index (%)		Wet season	Index (%)	
RD91	707 a	108	104	750 a	111	103
RD31	655 b	100	-	674 b	100	-
RD63	680 b	-	100	726 a	-	100
CV (%)	11.52			9.01		

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

Table 2 Yields (kg/rai) of RD91 compared with RD63 and RD81 in inter-station yield trials in dry season and wet season, 2019

Variety	Dry season					Wet season				Avg	Index (%)	
	PTT	CNT	TRSI	PSL	Avg	PTT	CNT	TRSI	Avg			
RD91	658	672 b	835 a	871 a	759	647 a	706 b	684 b	679	719	96	108
RD63	670	738 a	754 b	909 a	768	699 a	808 a	705 a	737	753	100	-
RD81	629	717 a	758 b	629 b	683	520 b	749 b	688 b	652	668	-	100
CV (%)	7.77	8.01	10.63	6.46		5.53	7.22	11.88				

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

Rice Research Centers : PTT = Pathum Thani , CNT = Chai Nat, PSL = Phitsanulok

TRSI = Thailand Rice Science Institute, Suphan Buri

เฉลี่ย 759 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (768 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (683 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 2)

ฤดูนาปี 2562 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 647 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (699 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (520 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 706 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (808 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่ต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข81 (749 กิโลกรัมต่อไร่) และที่สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 684 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (705 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่ต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข81 (688 กิโลกรัมต่อไร่)

เฉลี่ยทั้ง 4 สถานที่ปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 679 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (737 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (652 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 2)

เฉลี่ยรวม 2 ฤดูปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 719 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ กข63 (753 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 4 แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (668 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 8 (Table 2)

2.3 การเปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎร์ ดำเนินการในแปลงนาเกษตรกร อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูนาปี 2563 และฤดูนาปรัง 2564

ฤดูนาปี 2563 ที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 736 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (768 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ต่ำกว่าพันธุ์ กข81 (870 กิโลกรัมต่อไร่) ที่อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 862 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (745 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข81 (840 กิโลกรัมต่อไร่) ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 774 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (750 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กข81 (693 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฉลี่ยทั้ง 3 สถานที่ปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 791 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (754 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ต่ำกว่าพันธุ์ กข81 (801 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 3)

ฤดูนาปรัง 2564 ที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 722 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (646 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข81 (750 กิโลกรัมต่อไร่) ที่อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 814 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข 63 (848 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข81 (882 กิโลกรัมต่อไร่) ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต เฉลี่ย 666 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กข63 (587 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ต่ำกว่าพันธุ์ กข81 (706 กิโลกรัมต่อไร่)

เฉลี่ยทั้ง 3 สถานที่ปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต

Table 3 Yields (kg/rai) of RD91 compared with RD63 and RD81 in on-farm yield trials in wet season, 2020 and dry season, 2021

Variety	Wet season, 2020				Dry season, 2021				Avg	Index (%)	
	PTE	KPT	SPB	Avg	PTE	KPT	SPB	Avg			
RD91	736 b	862 a	774 a	791	722 a	814	666 b	734	763	105	97
RD63	768 b	745 b	750 a	754	646 b	848	587 b	694	724	100	-
RD81	870 a	840 a	693 b	801	750 a	882	706 a	779	790	-	100
CV (%)	4.20	4.70	9.00		8.00	4.05	6.07				

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

Locations : PTE = Lam Luk Ka, Pathum Thani, KPT = Lan Krabue, Kamphaeng Phet, SPB = Mueang, Suphan Buri

Table 4 Agricultural characteristics of RD91 compared with RD63 and RD81 in on-farm yield trials in wet season, 2020 and dry season, 2021

Variety	Harvesting age (day)			Height (cm)			No. of panicles/hill		
	WS	DS	Avg	WS	DS	Avg	WS	DS	Avg
RD91	108	106	107	112	101	107	8	9	9
RD63	120	117	119	96	90	93	10	11	11
RD81	101	105	103	120	110	115	9	9	9

Rice cutivated by transplanting, Data averaged from 3 locations

WS = wet season, DS = dry season

Table 5 Reaction of RD91 to leaf blast disease by upland short row tests compared with RD63 and RD81 conducted at 4 Rice Research Centers in wet season, 2020 and dry season, 2021

Crop year	Variety	Reaction[1)]			
		PTT	CNT	PSL	RBR
WS, 2020	RD91	HR	R	HR	-
	RD63	HR	MS	HS	-
	RD81	HR	MS	MR	-
	Hahng Yi 71 (resist. ck.)	HR	MR	R	-
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS	HS	-
	Khao Tah Haeng 17 (suscept. ck.)	-	MS	-	-
DS, 2021	RD91	HR	-	-	R
	RD63	HR	-	-	HS
	RD81	HR	-	-	R
	Hahng Yi 71 (resist. ck.)	HR	-	-	R
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	-	-	HS

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Rice Research Centers : PTT = Pathum Thani , CNT = Chai Nat, PSL = Phitsanulok, RBR = Ratchaburi

WS = wet season, DS = dry season, - = not conducted

เฉลี่ย 734 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (694 กิโลกรัมต่อไร่) และต่ำกว่าพันธุ์ กข81 (779 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 3)

เฉลี่ยรวม 2 ฤดูปลูก ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 763 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข63 (724 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 5 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ กข81 (790 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 3 (Table 3)

สำหรับลักษณะทางการเกษตรรวม 2 ฤดูปลูก พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 มีอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 107 วัน ความสูง 107 เซนติเมตร และจำนวนรวงต่อกอ 9 รวง (Table 4)

3. ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

3.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

3.1.1 โรคไหม้ (rice desease) ทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคไหม้ระยะกล้าที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ชัยนาท พิษณุโลก และราชบุรี ในฤดูนาปี 2563 และฤดูนาปรัง 2564 พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 มีปฏิกิริยาต้านทานถึงต้านทานสูงต่อโรคไหม้ (Table 5)

3.1.2 โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight disease) ทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคขอบใบแห้งในสภาพแปลงทดลอง ที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท พ.ศ. 2563 และ 2564 พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 มีปฏิกิริยาอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง (Table 6)

3.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

3.2.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown plant-hopper) ทดสอบปฏิกิริยาต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพโรงเรือนที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ชัยนาท และราชบุรี ปี พ.ศ. 2563 และ 2564 พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 มีปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอถึงอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Table 7)

4. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในฤดูนาปี 2563 ซึ่งเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างน้อย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา12 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 787 กิโลกรัมต่อไร่ มีรูปแบบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนเป็นเส้นโค้ง (Fig. 6) สามารถให้ผลผลิตสูงสุด 795 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อัตรา 12.33 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การใส่ปุ๋ยที่อัตรา 6 และ 12 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อใส่ปุ๋ยที่อัตรา 18 และ 24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตจะลดลง และลดลงมากเมื่อใส่ปุ๋ยที่อัตรา 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 8)

Table 6 Reaction of RD91 to bacterial leaf blight disease compared with RD63 and RD81 conducted in experimental fields at Chai Nat Rice Research Center in 2020 and 2021

Variety	Reaction[1)]	
	2020	2021
RD91	S	S
RD63	S	S
RD81	S	HS
RD7 (resist. ck.)	S	S
IRBB5 (resist. ck.)	R	MR
IRBB21 (resist. ck.)	R	MR
Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS
RD9 (suscept. ck.)	S	S

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Table 7 Reaction of RD91 to brown planthopper compared with RD63 and RD81 in greenhouses at 3 Rice Research Centers in 2020 and 2021

Variety	Reaction[1)]		
	PTT	CNT	RBR
2020			
RD91	MS	MS	-
RD63	MS	MS	-
RD81	MS	MS	-
Rathu Heenati (resist. ck.)	R	R	-
PTB33 (resist. ck.)	MR	R	-
TN1 (suscept. ck.)	HS	HS	-
RD7 (suscept. ck.)	HS	-	-
2021			
RD91	MS	S	S
RD63	MS	S	S
RD81	MS	S	S
Rathu Heenati (resist. ck.)	R	R	MR
PTB33 (resist. ck.)	MR	MR	MR
TN1 (suscept. ck.)	HS	HS	HS
RD7 (suscept. ck.)	-	HS	HS

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Rice Research Centers : PTT = Pathum Thani, CNT = Chai Nat,

RBR = Ratchaburi

- = not conducted

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

5.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี ข้าวพันธุ์ กข91 เป็นข้าวเจ้า เปลือกเมล็ดสีฟาง ข้าวเปลือกมีความยาว 8.25 มิลลิเมตร กว้าง 3.10 มิลลิเมตร หนา 2.06 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว ความยาว 5.73 มิลลิเมตร กว้าง 2.63 มิลลิเมตร หนา 1.86 มิลลิเมตร รูปร่างเมล็ดปานกลาง (อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 2.20) ความยาวข้าวสาร 5.56 มิลลิเมตร กว้าง 2.56 มิลลิเมตร หนา 1.82 มิลลิเมตร ท้องไข่ค่อนข้างมาก (1.60) น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 24.2 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือก 11.46 กิโลกรัมต่อถัง คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 62.2 (Table 9) (Fig. 5)

5.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ข้าวพันธุ์ กข91 เป็นข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (ร้อยละ 18.49) อุณหภูมิแป้งสุกต่ำโดยการคาดคะเนจากค่าการสลายเมล็ดในด่าง 7.0 ความคงตัวแป้งสุกอ่อน การยืดตัวของข้าวสุกปกติ (1.67 เท่า) ข้าวสุกนุ่ม ค่อนข้างเหนียว และไม่มีกลิ่นหอม (Table 10)

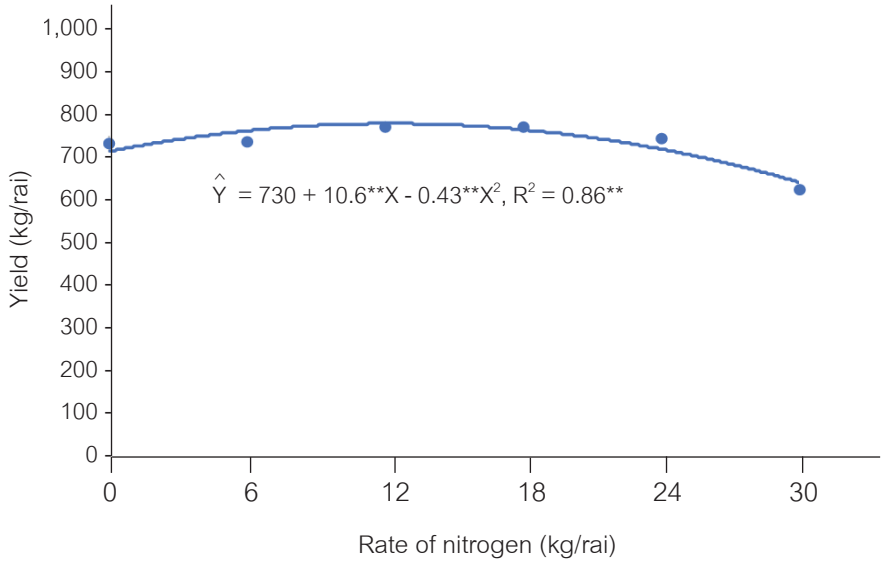


Fig. 6 Nitrogen response of RD91 at Pathum Thani Rice Research Center in wet season, 2020

Table 8 Average yields of RD91 at different rates of nitrogen application at Pathum Thani Rice Research Center in wet season, 2020

Rate of fertilizer (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	Yield (kg/rai)[1)]
0-6-6	460 ab
6-6-6	752 a
12-6-6	787 a
18-6-6	785 a
24-6-6	761 a
30-6-6	640 b
CV (%)	7.66

[1)]Means in column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

6. การยอมรับของเกษตรกร

การประเมินการยอมรับของเกษตรกรต่อข้าวพันธุ์ กข91 ดำเนินการปลูกข้าวในนาเกษตรกรโดยวิธีปักดำ ในฤดูนาปี 2563 จำนวน 2 แปลง ที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต 989 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ กข63 และ กข81 ให้ผลผลิต 961 และ 957 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และแปลงเกษตรกร อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต 1,100 กิโลกรัมต่อไร่ ฤดูนาปรัง 2564 จำนวน 1 แปลง ที่อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท พบว่า ข้าวพันธุ์ กข91 ให้ผลผลิต 970 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์เปรียบเทียบ กข81 ให้ผลผลิต 962 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อข้าวพันธุ์ กข91 เกษตรกรส่วนใหญ่ชอบข้าวพันธุ์นี้ โดยให้ความเห็นว่า ต้นแข็งไม่ล้ม รวงใหญ่ เมล็ดต่อรวงมาก ผลผลิตสูง ระแง้ถี่ ต้านทานต่อโรคไหม้ และเป็นข้าวอายุเบา

Table 9 Grain physical characteristics and milling quality of RD91 compared with RD63 and RD81 conducted at Pathum Thani Rice Research Center in 2021

Characteristic/quality	RD91	RD63	RD81
Seed color :			
Paddy rice	straw	straw	straw
Brown rice	white	white	white
Seed size (mm)			
Paddy rice, length	8.25±0.28	8.73±0.21	8.30±0.27
width	3.10±0.10	2.76±0.09	3.00±0.11
thickness	2.06±0.07	2.02±0.05	2.05±0.08
Brown rice, length	5.73±0.16	6.26±0.18	5.70±0.18
width	2.63±0.09	2.36±0.07	2.60±0.06
thickness	1.86±0.06	1.77±0.05	1.86±0.06
length/width	2.20±0.15	2.65±0.12	2.19±0.09
shape	medium	medium	medium
Milled rice, length	5.56±0.16	6.03±0.16	5.66±0.15
width	2.56±0.07	2.32±0.06	2.52±0.07
thickness	1.82±0.06	1.72±0.05	1.85±0.06
Chalkiness	1.60	2.15	1.05
Paddy weight (g/1,000 seeds)	24.20	23.70	24.00
(kg/20 litres)	11.46	11.28	10.62
Milling quality (%)			
Whole kernel and head rice	62.2	52.3	51.1
Husk	21.4	22.8	21.7
Bran	7.9	10.3	8.2
Broken rice	8.5	14.6	19.0

Average of 10 samples ± SD

Shape (length/width) : > 3.0 = slender, 2.1-3.0 = medium, 1.1-2.0 = bold, < 1.0 = round

Chalkiness : < 1.0 = small, 1.0-1.5 = medium, 1.6-2.0 moderately high, > 2.0 = high

Whole kernel and head rice (%) : < 31 = poor, 31-40 = medium, 41-50 = good, > 50 = very good

Table 10 Grain chemical quality and cooking and eating quality of RD91 compared with RD63 and RD81 conducted at Pathum Thani Rice Research Center in 2021

Quality	RD91	RD63	RD81
Chemical quality			
Amylose content (%)	18.49±0.00	19.63±0.04	15.28±0.04
Gelatinization temp.	low	low	low
Alkali spreading (1.7% KOH)	7.0	7.0	7.0
Gel consistency (mm)	80	75	80
Elongation ratio	1.67± 0.02	1.59±0.08	1.69±0.02
Quality of cooked rice			
Cooking (milled rice : water by weight)	1:1.7	1:1.7	1:1.7
Aroma	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
Whiteness	7.00±0.45	7.00±0.43	7.00±0.45
Glossiness	7.00±0.51	7.00±0.49	7.00±0.51
Cohesiveness	6.90±0.00	6.90±0.00	6.90±0.00
Softness	6.60±0.00	6.60±0.00	6.60±0.00

Average of 10 samples ± SD

Amylose content (%) : < 20 = low, 20-25 = intermediate, > 25 = high

Alkali spreading (1.7% KOH) : 1-3 = high, 4-5 = intermediate, 6-7 = low

Gel consistency (mm) : < 40 = hard, 40-60 = intermediate, > 60 = soft

Elongation ratio : < 1.9 = normal, > 1.9 = high

* = texture analyzer

Aroma : 1 = none, 5 = intermediate, 9 = high

Whiteness : 1 = dull, 5 = light yellow, 7 = creamy white, 9 = very white

Glossiness : 1 = none, 5 = slightly shiny, 9 = very shiny

Cohesiveness : 1 = well separate, 5 = slightly sticky, 9 = very sticky

Softness : 1 = hard, 5 = moderate, 7 = soft, 9 = very soft

สรุปผลการทดลอง

ข้าวพันธุ์ กข91 ได้จากการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน สายพันธุ์ IR101870-60-1 ในประชากรชั่วที่ 4 ของโครงการความร่วมมือพัฒนาข้าวลูกผสม ที่สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ ซึ่งข้าวสายพันธุ์นี้ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Ming Hui 63 และ IR08N103 นำมาปลูกคัดเลือกแบบสืบประวัติ ตั้งแต่ประชากรชั่วที่ 5-7 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จนได้สายพันธุ์ IR101870-60-1-PTT-5-3-27 โดยมีการวิจัยปรับปรุงพันธุ์เป็นขั้นตอน คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ชื่อพันธุ์ว่า “กข91”

กข91 เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุเก็บเกี่ยว 107 วัน (ปลูกโดยวิธีปักดำ) ความสูง 107 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียว มุมปลายใบตั้งตรง มุมใบธงตั้งตรง คอรวงสั้น รวงยาว 30.7 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น ระแง้ถี่ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 200 เมล็ด เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง มีขนาดเมล็ดปานกลาง ความยาว 8.25 มิลลิเมตร กว้าง 3.10 มิลลิเมตร หนา 2.06 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว ความยาว 5.73 มิลลิเมตร กว้าง 2.63 มิลลิเมตร หนา 1.86 มิลลิเมตร รูปร่างเมล็ดปานกลาง ท้องไข่ค่อนข้างมาก

(1.60) น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด 24.2 กรัม คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 62.2 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำโดยการคาดคะเนจากค่าการสลายเมล็ดในด่าง 7.0 ความคงตัวแป้งสุกอ่อน การยืดตัวของข้าวสุกปกติ (1.67 เท่า) ข้าวสุกนุ่ม ค่อนข้างเหนียว และไม่มีกลิ่นหอม

ลักษณะเด่น คือ เป็นข้าวเจ้าขนาดเมล็ดปานกลาง ไม่ไวต่อช่วงแสง มีปริมาณอมิโลสต่ำ (ร้อยละ 18.49) ต้านทานถึงต้านทานสูงต่อโรคไหม้ ให้ผลผลิตในนาเกษตรกรเฉลี่ย 763 กิโลกรัมต่อไร่ มีศักยภาพการให้ผลผลิตในแปลงนาเกษตรกร 1,100 กิโลกรัมต่อไร่ (อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์) แนะนำให้ปลูกในพื้นที่นาชลประทานภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความต้องการของผู้ประกอบการที่สามารถเชื่อมโยงผลผลิตไปสู่การแปรสภาพเป็นข้าวสาร และรับซื้อข้าวเปลือกแน่นอน เช่น ในรูปแบบเกษตรพันธสัญญา หรือการจับคู่ธุรกิจ ข้อควรระวัง คือ ค่อนข้างอ่อนแอถึงอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ และผู้บังคับบัญชาทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาสนับสนุน ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยให้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านที่ปรึกษา นางสาวสุชาวดี นาคะทัต นางสาวงามชื่น คงเสรี และนายสุนิยม ตาปราบ ที่ให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขจนสมบูรณ์ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ พนักงานราชการ ลูกจ้างทุกท่านที่ช่วยปฏิบัติงานด้วยดีจนประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2564. สถานการณ์ข้าวโลกและข้าวไทย ประจำเดือนพฤษภาคม 2564. สืบค้นจาก: https://www.dft.go.th/th-th/dft-service-dataproductgrou. (12 กรกฎาคม 2564)

กรมพัฒนาที่ดิน. 2559. ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคกลาง. สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. สืบค้นจาก: https://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/central/Rs.htm. (17 มิถุนายน 2559)

งามชื่น คงเสรี. 2545. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. หน้า 12. *ใน*: คุณภาพข้าวสวย. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Ag Fax. 2020. Global Markets : Rice-Medium- and Short-Grain Trade Overview. สืบค้นจาก: https://agfax.com และ https://usda.library.cornell.edu. (23 กรกฎาคม 2564)

Heinrichs, E.A., F.G. Medrano and H.R. Rupasas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Los Banõs, Manila, Philippines. 352 p.

IRRI. 2014. Standard Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute, Los Banõs, Philippines. 57 p.

Ishiyama, S. 1922. Studies of bacterial leaf blight of rice. Rep. Imp. Agric. Stn. Kanosu. 45: 233-261.

Swings, J., M.V.D. Mooter, L. Vauterin, B. Hoste, M. Gillis, T.W. Mew and K. Kersters. 1990. Reclassification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40(3): 309-311.

ข้าวนาที่สูง พันธุ์ขาหนี่ 117

Khah Ni 117, a Highland Rice Variety

สุมาลี มีปัญญา[1] นิพนธ์ บุญมี[2] ศิลาวัน จันทรบุตร[1] สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย[1] อาทิตยา ยอดใจ[2] ไพโรจน์ โชตินิสากรณ์[2]
พิชชาทร เรืองเดช[2] ขนิษฐา คำวงศ์[2] อัญชลี ตาคำ[2] นงนุช ประดิษฐ์[3] ผกากานต์ ทองสมบูรณ์[3] ศิริลักษณ์ ใจบุญทา[4]
กรสิริ ศรีนิล[4] กัลยา บุญสง่า[4] อุรัสยาน์ ขวัญเรือน[4] สุทธกานต์ ใจกาวิล[5] กาญจนา พิบูลย์[5] พันนิภา ยาใจ[5]
กุลชนา ดาร์เวล[6] ศิวะพงศ์ นฤบาล[3] เปรมฤดี ปินทยา[1] วัชรี สุขวิวัฒน์[6]
Sumalee Meepanya[1] Nipon Boonmee[2] Silawan Chantharabutt[1] Sippawit Punyatuy[1] Atitaya Yodjai[2]
Pairoj Chotinisakorn[2] Pichatorn Rueangdej[2] Kanitha Kamwong[2] Anchalee Takham[2] Nongnuch Pradit[3]
Phakakarn Tongsomboon[3] Sirilak Chaiboontha[4] Kornsiri Srinil[4] Kunlayaa Boonsa-nga[4] Urassaya Kuanruen[4]
Suttakarn Jaikawin[5] Kanjana Piboon[5] Pannipa Yajai[5] Kulchana Darwell[6] Sivapong Naruebal[3]
Premruedee Pintaya[1] Watcharee Sukviwat[6]

Abstract

Thailand topography consists of about 53 percent (67.2 M rai) highlands with elevation above 500 m mean sea level located in 20 provinces in northern and central regions. Most of the areas are inhabited by ethnic group populations who rely mainly on agriculture and rice cultivated for consumption. There is always problem of inadequate amount of rice for consumption because of low yield due to seed impurities of various traditional rice varieties. Therefore, a varietal improvement project was conducted to develop a pure line with high yield and suitability for terrace cultivation. Samples of Khah Ni rice cultivars were collected from farmers' fields in Phrao district, Chiang Mai province and grown for pure line selection. Research have been carried out during 2004 to 2020 through the following crop improvement steps, i.e., varietal observation, yield trials, evaluation on rice disease and insect pests, response to N fertilizer application, analyses for grain physical and chemical quality, milling quality and cooking and eating quality, analysis of nutritional value and farmers' acceptance evaluation. The promising line was subsequently approved by the Varietal Releasing Committee of the Rice Department to be a certified variety, "Khah Ni 117". It is a highland, non-glutinous and photoperiod-sensitive rice with flowering date (50% flowering) about 4th to 24th October and harvesting date around 10th to 24th November. It has erect plant type, intermediate culm strength, 143.0 cm height, green colored blade with purple leaf tip, slow leaf senescence, 53.9 cm leaf length, 1.7 cm leaf width, 32.4 cm flag leaf length,

[1] ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ 50250 โทรศัพท์ 0-5337-8094
Samoeng Rice Research Center, Samoeng, Chiang Mai 50250 Tel. 0-5337-8094
[2] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120 โทรศัพท์ 0-5331-1334
Chiang Mai Rice Research Center, San Pa Tong, Chiang Mai 50120 Tel. 0-5331-1334
[3] ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน 58150 โทรศัพท์ 0-5361-7144
Mae Hong Son Rice Research Center, Pang Mapha, Mae Hong Son 58150 Tel. 0-5361-7144
[4] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย อ.พาน จ.เชียงราย 57120 โทรศัพท์ 0-5372-1578
Chiang Rai Rice Research Center, Phan, Chiang Rai 57120 Tel. 0-5372-1578
[5] ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อ.เมือง จ.แพร่ 54000 โทรศัพท์ 0-5464-6033-5
Phrae Rice Research Center, Mueang, Phrae 54000 Tel. 0-5464-6033-5
[6] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110 Tel. 0-2577-1688

26.7 cm panicle length, well-exserted panicle and high seed fertility with 148 fertile seeds per panicle. The average farmer field yield was 517 kg/rai. It has straw with brown stripe colored paddy and white dehulled grain, large chalkiness, low amylose content (15.10 percent), non-aromatic cooked rice, 10.2 percent protein content in brown rice, good milling quality and no response to N fertilizer application. Remarkable features of Khah Ni 117 are high yield potential (783 kg/rai) in a paddy field at 700-1,000 m above mean sea level, high nutritional value, prebiotic activity and moderate resistance to leaf blast. It is recommended for terrace cultivation. Caution should be taken as this variety is susceptible to white-backed planthopper and gall midge.
Keywords: non-glutinous rice, Khah Ni 117, photoperiod-sensitive, highland paddy field, terrace paddy field, 700-1,000 m above mean sea level, varietal improvement, yield, nutritional value, prebiotics, leaf blast

บทคัดย่อ

ภูมิประเทศของประเทศไทยเป็นพื้นที่สูงเหนือระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไป มีประมาณร้อยละ 53 (67.2 ล้านไร่) ของพื้นที่ทั้งประเทศ อยู่ในภาคเหนือและภาคกลาง รวม 20 จังหวัด ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยของประชากรกลุ่มชาติพันธุ์ซึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรมและปลูกข้าวเพื่อบริโภคเป็นหลัก แต่มักมีปัญหาข้าวไม่พอบริโภค เนื่องจากผลผลิตต่ำ สาเหตุจากความไม่บริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีความหลากหลายพันธุ์ จึงได้วิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มชาติพันธุ์ให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ ให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับปลูกในสภาพนาขั้นบันได ดำเนินการโดยเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาหนี่จากแปลงเกษตรกร อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ นำมาขยายพันธุ์ คัดเลือกรวง คัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์แบบรวงต่อแถว คัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และเป็นที่ยอมรับของกลุ่มชาติพันธุ์ โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ คือ การศึกษาพันธุ์ การเปรียบเทียบผลผลิต การทดสอบความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน วิเคราะห์เมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน คุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของเกษตรกร ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2563 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ขาหนี่ 117” เป็นข้าวเจ้านาที่สูง ไวต่อช่วงแสง ออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) ประมาณวันที่ 4-24 ตุลาคม สุกแก่ช่วง 10-24 พฤศจิกายน ทรงกอตั้ง ลำต้นแข็งปานกลาง ความสูง 143.0 เซนติเมตร แผ่นใบมีสีเขียว ปลายใบสีม่วง แก่ช้า ความยาวใบ 53.9 เซนติเมตร กว้าง 1.7 เซนติเมตร ใบธงยาว 32.4 เซนติเมตร รวงยาว 26.7 เซนติเมตร คอรวงยาว การติดเมล็ดดี จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 148 เมล็ด ให้ผลผลิตในแปลงนาเกษตรกรเฉลี่ย 517 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวเปลือกสีฟางแถบน้ำตาล ข้าวกล้องสีขาว ท้องไข่มาก เป็นข้าวอมิโลสต่ำ (15.10 เปอร์เซ็นต์) ข้าวหุงสุกไม่หอม ข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีน 10.2 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพการสีดีมาก และไม่ตอบสนองปุ๋ยไนโตรเจน ลักษณะเด่น คือ มีศักยภาพให้ผลผลิตสูง (783 กิโลกรัมต่อไร่) ในสภาพนาที่ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700-1,000 เมตร มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีฤทธิ์ทางชีวภาพพรีไบโอติก ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ แนะนำให้ปลูกนาแบบขั้นบันได ข้อควรระวัง คือ อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว และแมลงบั่ว

คำสำคัญ: ข้าวเจ้า ขาหนี่ 117 ไวต่อช่วงแสง นาที่สูง นาขั้นบันได ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700-1,000 เมตร การปรับปรุงพันธุ์ ผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการ สารพรีไบโอติก โรคไหม้

คำนำ

ประเทศไทยมีภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูงประมาณ 67.2 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือและภาคกลาง ใน 20 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลำปาง ตาก เพชรบูรณ์ พิษณุโลก เลย สุโขทัย กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุทัยธานี สุพรรณบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี ซึ่งลักษณะทั่วไปของพื้นที่สูง (ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 500 เมตร ขึ้นไป) มีสภาพพื้นที่เป็นหุบเขา หรือพื้นที่ตามเชิงเขาที่มีความลาดชันค่อนข้างสูงมาก พื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของกลุ่มชาติพันธุ์มากกว่า 15 กลุ่ม จำนวน 851,282 คน หรือร้อยละ 88.2 ของประชากรกลุ่มชาติพันธุ์ทั้งประเทศ ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในภาคเหนือ 13 จังหวัด และมักเป็นท้องถิ่นทุรกันดารห่างไกลจากตัวเมือง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2561) เกษตรกรประกอบอาชีพเกษตรกรรมและปลูกข้าวเพื่อบริโภคเป็นหลัก ทั้งในสภาพไร่บนพื้นที่ลาดชัน 5-60 เปอร์เซ็นต์ และสภาพนาขั้นบันไดในหุบเขาและไหล่เขา (สิปปวิชญ์ และคณะ, 2561) ซึ่งการปลูกข้าวสภาพนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูงจะมีการทำคันนากักเก็บน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติสำหรับเพาะปลูก กระบวนการทำนามีการเตรียมดิน ไถ คราด ทำเทือก ตกกล้า และปักดำเหมือนกับการทำนาพื้นราบทั่วไป ซึ่งเป็นระบบการทำนาที่ยั่งยืนและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกข้าวสภาพไร่ถึง 3-4 เท่า

พื้นที่การปลูกข้าวนาขั้นบันไดในภาคเหนือตอนบนมีจำนวน 94,725 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.3 ของการปลูกข้าวบนพื้นที่สูง ร้อยละ 89.7 เป็นพื้นที่ปลูกข้าวไร่ (373,200 ไร่) และพื้นที่พักดินไร่หมุนเวียน (447,800 ไร่) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงในแต่ละแห่งมีสภาพแวดล้อมที่มีความเฉพาะและแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ บางพื้นที่มีสภาพอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี อุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 15 องศาเซลเซียส ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่าง 150-400 มิลลิเมตรต่อเดือน สูงสุดในเดือนสิงหาคม และปริมาณน้ำฝนสะสมต่อปีมากกว่า 1,200 มิลลิเมตร

พันธุ์ข้าวที่ปลูกในที่สูงส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมืองไวต่อช่วงแสง ความยาวของวันจึงมีผลต่อการออกดอกของข้าว ซึ่งปกติจะออกดอกเมื่อความยาวของวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง (ประมาณเดือนตุลาคม) และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนพฤศจิกายน นอกจากนี้ ความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ก็มีความแตกต่างกัน จากสภาพแวดล้อมที่มีความเฉพาะและแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว กลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงจึงมีพันธุ์ข้าวพื้นเมืองประจำถิ่นที่หลากหลายและปลูกสืบทอดกันมาเป็นเวลานาน เช่น น้ำรู ขะสอ บือโปะโละ บือพะโด่ ละอูบ เบล้เลียะ บือต่าคี ขาหนี่ เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหาเมล็ดพันธุ์ไม่บริสุทธิ์ มีหลายลักษณะปะปนกัน ส่งผลให้ผลผลิตต่ำและคุณภาพการหุงต้มไม่ดี แต่การปลูกข้าวบนพื้นที่สูงมีการพึ่งพาปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารป้องกันศัตรูข้าวในปริมาณน้อย ดังนั้น การเลือกใช้พันธุ์ข้าวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการปลูกข้าวบนพื้นที่สูง นอกจากนั้น วัฒนธรรมและวัตถุประสงค์ในการบริโภคข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ เช่น ขนาดเมล็ดข้าวสาร เนื้อสัมผัส กลิ่นข้าวสุก เป็นต้น เป็นปัจจัยของการยอมรับพันธุ์ข้าวของเกษตรกร

ปัจจุบัน พันธุ์ข้าวนาที่สูงที่ผ่านการรับรองพันธุ์และแนะนำให้เกษตรกรปลูกที่ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 1,000 เมตร มีเพียง 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง ซึ่งเป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศหนาวเย็น ให้ผลผลิตเฉลี่ย 582 กิโลกรัมต่อไร่ (กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน, 2553) แต่ยังไม่สามารถนำไปปลูกในสภาพนาพื้นที่สูงได้ทุกพื้นที่

อย่างไรก็ตาม ข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง และเป็นแหล่งอาหารสุขภาพ (functional food) หรือโภชนเภสัชภัณฑ์ (nutraceuticals) ที่มีคุณสมบัติทางการแพทย์ คือ นอกจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่แล้ว ยังอาจมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactives) ที่ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคได้ เช่น โรคมะเร็ง ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด การพัฒนาการผิดปกติ ความเสื่อมถอยของร่างกายเนื่องจากวัยชรา เป็นต้น (ศนิ, 2561)

สุรพล และคณะ (2560) ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและทางชีวภาพของข้าวบนพื้นที่สูง 500 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง จำนวน 200 สายพันธุ์/พันธุ์ เพื่อ

คัดเลือกพันธุ์ข้าวที่สูงด้านคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ โดยศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ 1) ด้านการเป็นพรีไบโอติก (prebiotic) หรืออาหารจุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สุขภาพหรือโพรไบโอติก (probiotic) กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) ในระบบย่อยอาหาร และ 2)ความสามารถป้องกันความเสียหายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชัน (DNA oxidative stress) พบว่า ข้าวที่สูงบางสายพันธุ์/พันธุ์มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง โดยภาวะเครียดออกซิเดชัน คือ ความไม่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระกับระบบต้านออกซิเดชันในร่างกาย ส่งผลให้ดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมัน ถูกทำลายโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นส่วนหนึ่งของการเสื่อมสภาพ การแก่ชรา การเกิดโรคมะเร็ง และโรคเรื้อรังอื่นๆ (กนกวรรณ และคณะ, 2557)

ดังนั้น หากมีพันธุ์ข้าวนาที่สูงที่สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ มีคุณลักษณะและคุณภาพการหุงต้มเป็นที่ยอมรับของกลุ่มชาติพันธุ์ รวมทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จะส่งผลให้กลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และลดปัญหาด้านความมั่นคงทางอาหารและสุขภาพ ควบคู่กันได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวนาที่สูงพื้นเมืองพันธุ์ขาหนี่ให้มีความบริสุทธิ์ ผลผลิตสูง สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะสภาพนาขั้นบันได ที่ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700-1,000 เมตร และมีคุณลักษณะและคุณภาพการหุงต้มเป็นที่ยอมรับของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง รวมทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การรวบรวมพันธุ์ ปลูกขยายพันธุ์ คัดเลือกรวง และคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์

ฤดูนาปี 2547 นายนิพนธ์ บุญมี ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวขาหนี่จากแปลงนาเกษตรกร บ้านขอนม่วง หมู่ที่ 3 ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ให้รหัสรวบรวมเป็น ขาหนี่ SPTC04005

ฤดูนาปี 2548-2552 ปลูกขยายพันธุ์และแนะนำให้เกษตรกรปลูก ที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยม่อนล้าน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ฤดูนาปี 2553 คัดเลือกรวงจากแปลงนาเกษตรกร บ้านขอนม่วง หมู่ที่ 3 ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ฤดูนาปี 2554 คัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) แบบรวงต่อแถว จำนวน 187 รวง

ดำเนินการที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยม่อนล้าน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

2. การปลูกศึกษาพันธุ์

ฤดูนาปี 2555 ปลูกศึกษาพันธุ์ขั้นสูง จำนวน 42 สายพันธุ์ ดำเนินการที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยม่อนล้าน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

3. การเปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

3.1 การเปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรภายในสถานี ปลูกข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอ กับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น โดยปลูกข้าวทดลองด้วยวิธีปักดำในนาขั้นบันได ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร ดำเนินการที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยม่อนล้าน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูนาปี 2556

3.2 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรระหว่างสถานี ปลูกข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอ กับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น และข้าวหลวงสันป่าตอง โดยปลูกข้าวทดลองด้วยวิธีปักดำในนาขั้นบันได ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร และศึกษาลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอ ดำเนินการที่อำเภออมก๋อย อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ฤดูนาปี 2558 และดำเนินการที่อำเภออมก๋อย อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ฤดูนาปี 2563

3.3 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรในนาราษฎร์ ปลูกข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น บือต่าคี และข้าวหลวง

สันป่าตอง โดยปลูกข้าวทดลองด้วยวิธีปักดำในนาขั้นบันได ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร และศึกษาลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ วันออกดอก ความสูง และจำนวนรวงต่อกอ ดำเนินการที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ฤดูนาปี 2558 และดำเนินการที่อำเภออมก๋อย อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ฤดูนาปี 2563

4. การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ให้คะแนนอาการตาม Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

4.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

4.1.1 โรคไหม้ (blast disease, *Pyricularia oryzae* Cavara) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ต่อโรคไหม้ระยะกล้า (leaf blast) ในแปลงทดสอบสภาพไร่ โดยวิธี upland short row เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น บือต่าคี และข้าวหลวงสันป่าตอง โดยมีพันธุ์หางยี 71 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน เชียงราย และเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2558-2562

4.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

4.2.1 เพลี้ยกระโดดหลังขาว (whitebacked planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera* (Horváth)) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น โดยมีพันธุ์ PTB33 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข7 และพันธุ์ไทซุงเนทีฟ 1 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ โดยวิธี seedbox screening ของ Heinrichs และคณะ (1985) ดำเนินการในสภาพโรงเรือน ที่ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ปี พ.ศ. 2562

4.2.2 แมลงบั่ว (rice gall midge (RGM), *Orseolia oryzae* (Wood-Mason)) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ต่อแมลงบั่ว เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น บือต่าคี และข้าวหลวงสันป่าตอง โดยมีพันธุ์ กข4 กข22 กข53 และเหมยนอง 62 เอ็ม เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข1 และ กข6 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ โดยวิธี seedbox screening ของ Heinrichs และคณะ (1985) ดำเนินการในสภาพโรงเรือนที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ปี พ.ศ. 2558-2562

5. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน และเชียงราย ฤดูนาปี 2559 สมบัติดินนาในแปลงทดลองเป็นดังนี้

<u>โครงการศูนย์บริการและพัฒนาลุ่มน้ำปายตามพระราชดำริบ้านท่าโป่งแดง</u> อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 500 เมตร) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (2.87 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง (19 ppm) โพแทสเซียมที่สกัดได้สูงมาก (142 ppm) เป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.13) จัดว่าเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง

<u>ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย</u> (ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 410 เมตร) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (3.09 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (29 ppm) โพแทสเซียมที่สกัดได้สูงมาก (155 ppm) เป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.59) จัดว่าเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง

ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา คือ 0 4 8 12 และ 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ รองพื้นด้วยปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

6. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

6.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี พ.ศ. 2563

6.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมีและคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และแพร่ ปี พ.ศ. 2563

7. คุณค่าทางโภชนาการ

ดำเนินการวิจัยภายใต้โครงการ การคัดเลือกและการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่สูงที่มีคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ

สูง โดย สุรพล และคณะ (2560) ได้รวบรวมและคัดเลือกข้าวที่สูงที่มีคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ จำนวน 200 สายพันธุ์/พันธุ์ มาศึกษาความเสถียรภาพของฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ ฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติก และฤทธิ์ในการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชัน

7.1 ฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติกของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 นำสารสกัดของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 บือขอแผ่ ข้าวแดง และเฟืองคำ มาทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส กลุ่มแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria) จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophiles, Lactobacillus casei* และ *Lactobacillus fermentum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ (minimal medium) เปรียบเทียบกับเชื้อโพรไบโอติกที่มีสารอินนูลิน (inulin) (พรีไบโอติกทางการค้า: ชุดควบคุม) บันทึกจำนวนโคโลนีของเชื้อโพรไบโอติกในแต่ละตัวอย่าง

7.2 ฤทธิ์การป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชัน นำสารสกัดของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์/พันธุ์ คือ พันธุ์ขาหนี่ 117 บือขอแผ่ ข้าวแดง และเฟืองคำ มาทดสอบด้วยวิธีเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ (*in vitro* DNA protection assay) แล้ววิเคราะห์แถบดีเอ็นเอ

7.3 ปัจจัยควบคุมที่มีผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 นำตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ที่ปลูก 3 สถานที่ คือ บ้านอาโจ้ ตำบลนาปู่ป้อม อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน บ้านยางเปา ตำบลอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง มาศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

8. การยอมรับของเกษตรกร

ประเมินการยอมรับของเกษตรกรต่อข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เปรียบเทียบกับพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น ดำเนินการที่บ้านป่าหญ้าไทร ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูนาปี 2561 โดยให้เกษตรกรจำนวน 20 ราย ประเมินลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ลำต้น ความสูง การออกรวง และการสุกแก่ ลักษณะของเมล็ดทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก และประเมินคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

Fig. 1 Plant type of Khah Ni 117

Fig. 2 Plant type of Khah Ni 117 at tillering stage in farmer 's field (663 metres above mean sea level)

Fig. 3 Panicle length of Khah Ni 117

Fig. 4 Paddy rice (top), brown rice (middle) and milled rice (bottom) of Khah Ni 117

Table 1 Yields and agricultural characteristics of Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local var.) in intra-station yield trials at Doi Mon Lan Royal Project, Phrao district, Chiang Mai province in wet season 2009

Variety	Yield (kg/rai)	Index (%)	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date
Khah Ni 117	750	104	143	5	15 Oct.
Khah Ni (local)	722	100	147	6	15 Oct.
CV (%)	16.9		15.0	11.9	

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เป็นข้าวเจ้าพื้นที่สูง ได้จากการรวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวขาหนี่จากแปลงนาเกษตรกรกลุ่มชาติพันธุ์ลาหู่ บ้านขอนม่วง หมู่ที่ 3 ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ นำมาปลูกขยายพันธุ์ และคัดเลือกรวง ในพื้นที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริม่อนล้าน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700 เมตร และคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์แบบรวงต่อแถว คัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ และตรงกับความต้องการของกลุ่มชาติพันธุ์ คือ ลำต้นแข็งไม่ล้มง่าย ทรงกอตั้ง ความสูงและออกดอกสม่ำเสมอ ได้สายพันธุ์ขาหนี่ SPTC04005-117 โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์กรมการข้าวได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ขาหนี่ 117” เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2564

1. ลักษณะประจำพันธุ์

“ขาหนี่ 117” เป็นข้าวเจ้านาที่สูง ไวต่อช่วงแสง ออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) ช่วงวันที่ 4-24 ตุลาคม เก็บเกี่ยวช่วงวันที่ 10-24 พฤศจิกายน ทรงกอตั้ง ลำต้นแข็งปานกลาง ความสูง 143.0 เซนติเมตร ปล้องสีเขียว แผ่นใบมีสีเขียว ปลายใบสีม่วง ความยาวใบ 53.9 เซนติเมตร กว้าง 1.7 เซนติเมตร (Fig. 1-2) รวงแน่นปานกลาง ระแง้ถี่ปานกลาง รวงยาว 26.7 เซนติเมตร (Fig. 3) จำนวนรวงต่อกอ 8-9 จำนวนรวงต่อตารางเมตร 112 รวง (ปลูกโดยวิธีปักดำ) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 148 เมล็ด การติดเมล็ดร้อยละ 84 ระยะพักตัวของเมล็ด 4 สัปดาห์

Table 2 Yields of Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local) and Khao' Luang San-pah-tawng in inter-station yield trials in wet season 2015 and 2020

Variety	2015						2020					
	Yield (kg/rai)[1)]				Index (%)		Yield (kg/rai)[1)]				Index (%)	
	YPO	PLR	LLW	Average	Khah Ni 117 (local)	Khao' Luang San-pah-tawng	MLB	SMN	MHS	Average	Khah Ni 117 (local)	Khao' Luang San-pah-tawng
Khah Ni 117	630	466 a	684 a	593	117	120	632	742 b	783 a	719	106	97
Khah Ni (local)	599	328 b	590 b	506	100		607	759 b	665 b	677	100	
Khao' Luang San-pah-tawng	562	392 ab	527 c	494		100	582	978 a	675 b	745		100
CV (%)	7.7	13.9	11.5				6.9	11.0	7.6			

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

Locations: YPO = Ban Yang Pao, Omkoi district, Chiang Mai (860 meters above mean sea level)

PLR = Ban Pong Lom Rang, Mae Wang district, Chiang Mai (1,103 meters above mean sea level)

LLW = Ban Lao Liew, Mae Fah Luang district, Chiang Rai (645 meters above mean sea level)

MLB = Ban Mae Loft, Omkoi district, Chiang Mai (860 meters above mean sea level)

SMN = Ban Sai Moon, Samoeng district, Chiang Mai (752 meters above mean sea level)

MHS = Mae Hong Son Rice Research Center, Pang Mapha district, Mae Hong Son (560 meters above mean sea level)

Table 3 Agricultural characteristics of Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local) and Khao' Luang San-pah-tawng in inter-station yield trials in wet season 2015 and 2020

Variety	2015												2020											
	Flowering date				Height (cm)				No. of panicles/hill				Flowering date				Height (cm)				No. of panicles/hill			
YPO	PLR	LLW	Range		YPO	PLR	LLW	Avg.	YPO	PLR	LLW	Avg.	MLB	SMN	MHS	Range	MLB	SMN	MHS	Avg.	MLB	SMN	MHS	Avg.
Khah Ni 117	5 Oct.	22 Oct.	14 Oct.	5-22 Oct.	132	119	146	132	7	6	8	7	4 Oct.	17Oct.	22 Oct.	4-22 Oct.	147	175	134	152	7	9	10	9
Khah Ni (local)	3 Oct.	22 Oct.	12 Oct.	3-22 Oct.	133	114	151	133	7	6	7	7	7 Oct.	18 Oct.	22 Oct.	7-22 Oct.	146	171	136	151	7	8	10	8
Khao' Luang San-pah-tawng	3 Oct.	20 Oct.	17 Oct.	3-20 Oct.	139	117	148	135	9	6	6	7	2 Oct.	3 Oct.	13 Oct.	2-13 Oct.	149	181	131	153	8	10	11	10

Locations: YPO = Ban Yang Pao, Omkoi district, Chiang Mai (860 meters above mean sea level)

PLR = Ban Pong Lom Rang, Mae Wang district, Chiang Mai (1,103 meters above mean sea level)

LLW = Ban Lao Liew, Mae Fah Luang district, Chiang Rai (645 meters above mean sea level)

MLB = Ban Mae Loft, Omkoi district, Chiang Mai (880 meters above mean sea level)

SMN = Ban Sai Moon, Samoeng district, Chiang Mai (752 meters above mean sea level)

MHS = Mae Hong Son Rice Research Center, Pang Mapha district, Mae Hong Son (560 meters above mean sea level)

Table 4 Yields of Khah Ni 117 compared with Khah Ni 117 (local), Beu Ta Kee and Khao' Luang San-pah-tong in on-farm yield trials in wet season 2015 and 2020

Variety	2015							2020						
	Yields (kg/rai)[1)]				Index (%)			Yields (kg/rai)[1)]				Index (%)		
	SKG	HYS	NRP	Average	Khah Ni 117 (local)	BeuTa Kee (local)	Khao' Luang San-pah-tawng	MLB	PYS	PYM	Average	Khah Ni 117 (local)	BeuTa Kee (local)	Khao' Luang San-pah-tawng
Khah Ni 117	400	374	505a	426	122	116	107	473	692	658 b	608	98	102	106
Khah Ni (local)	382	379	288c	350	100			456	644	752 a	617	100		
Beu Ta Kee (local)	367	400	339b	369		100		502	638	646 b	595		100	
Khao' Luang San-pah-tawng	396	419	375b	397			100	472	662	584 c	573			100
CV (%)	17.6	16.3	21.1					10.2	6.0	9.9				

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

Locations: SKG = Ban Sop Khong, Omkoi district, Chiang Mai (1,008 meters above mean sea level)

HYS = Ban Huay Ya Sai, Mae Suai district, Chiang Rai (1,076 meters above mean sea level)

NRP = Ban Nam Ree Pattana, Chaloem Phra Kiat district, Nan (966 meters above mean sea level)

MLB = Ban Mae Loft, Omkoi district, Chiang Mai (880 meters above mean sea level)

PYS = Ban Pah Ya Sai, Phrao district, Chiang Mai (663 meters above mean sea level)

PYM = Ban Poong Yamh, Pang Mapha district, Mae Hong Son (946 meters above mean sea level)

Table 5 Agricultural characteristics of Khah Ni 117 compared with Khah Ni 117 (local), Beu Ta Kee (local) and Khao' Luang San-pah-tawng in on-farm yield trials in wet season 2015 and 2020

Variety	2015										2020									
	Flowering date				Height (cm)			No. of panicles/hill			Flowering date			Height (cm)			No. of panicles/hill			
	SKG	HYS	NRP	Range	SKG	HYS	NRP	Avg.	SKG	HYS	NRP	Avg.	MLB	PYS	PYM	Range	MLB	PYS	PYM	Avg.	MLB	PYS	PYM	Avg.
Khah Ni 117	24 Oct.	22 Oct.	21 Oct.	21-24 Oct.	97	120	127	114	11	8	8	9	4 Oct.	14 Oct.	23 Oct.	4-23 Oct.	145	158	134	145	7	8	8	8
Khah Ni (local)	23 Oct.	22 Oct.	24 Oct.	22-24 Oct.	101	120	118	113	11	8	8	9	7 Oct.	14 Oct.	22 Oct.	7-22 Oct.	144	148	135	142	6	8	10	8
Beu Ta Kee (local)	17 Oct.	16 Oct.	12 Oct.	12-17 Oct.	101	127	122	117	13	10	7	10	1 Oct.	3 Oct.	9 Oct.	1-9 Oct.	143	165	134	147	7	7	13	9
Khao' Luang San-pah-tawng	22 Oct.	21 Oct.	15 Oct.	15-22 Oct.	99	122	121	114	12	7	8	9	2 Oct.	15 Oct.	13 Oct.	2-13 Oct.	143	161	137	147	6	9	14	10

Locations: SKG = Ban Sop Khong, Omkoi district, Chiang Mai (1,008 meters above mean sea level)

HYS = Ban Huay Ya Sai, Mae Suai district, Chiang Rai (1,076 meters above mean sea level)

NRP = Ban Nam Ree Pattana, Chaloem Phra Kiat district, Nan (966 meters above mean sea level)

MLB = Ban Mae Loft, Omkoi district, Chiang Mai (880 meters above mean sea level)

PYS = Ban Pah Ya Sai, Phrao district, Chiang Mai (663 meters above mean sea level)

PYM = Ban Poong Yamh, Pang Mapha district, Mae Hong Son (946 meters above mean sea level)

2. ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร

2.1 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรภายในสถานี ดำเนินการที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยม่อนล้าน ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูนาปี 2556 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 750 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (722 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 4 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

สำหรับลักษณะทางการเกษตร พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) วันที่ 15 ตุลาคม ความสูงของต้นข้าว 143 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอ 5 รวง (Table 1)

2.2 การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี

ฤดูนาปี 2558 ดำเนินการ 3 แห่ง (แปลงทดลอง) คือ บ้านยางเปา ตำบลอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ บ้านโป่งลมแรง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านเลาลิ่ว ตำบลแม่สลองใน อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย พบว่า ที่บ้านยางเปา ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 630 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (599 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (562 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่บ้านโป่งลมแรง ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 466 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (328 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (392 กิโลกรัมต่อไร่) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่บ้านเลาลิ่ว ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 684 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (590 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (527กิโลกรัมต่อไร่) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

โดยสรุป ทั้ง 3 สถานที่ พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 593 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (506 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (494 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 17 และ 20 ตามลำดับ (Table 2)

ฤดูนาปี 2563 ดำเนินการใน 3 แห่ง (แปลงทดลอง) คือ บ้านแม่ลอบ ตำบลนาเกียน อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ บ้านทรายมูล ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน พบว่า ที่บ้านแม่ลอบ ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 632 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (607 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (582 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่บ้านทรายมูล ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 742 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (978 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (759 กิโลกรัมต่อไร่) และที่ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 783 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (665 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (675 กิโลกรัมต่อไร่) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

โดยสรุป เฉลี่ยทั้ง 3 แปลงทดลอง พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 719 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (677 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (745 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 3 (Table 2)

สำหรับลักษณะทางการเกษตร จากการทดลอง 2 ปี ในฤดูนาปี 2558 และ 2563 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีความสูงเฉลี่ย 142 เซนติเมตร วันออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) 4-22 ตุลาคม และมีจำนวนรวงต่อกอ 8 รวง (Table 3)

2.3 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรในนาราษฎร์

ฤดูนาปี 2558 ดำเนินการในนาเกษตรกร 3 แห่ง (แปลงทดลอง) คือ บ้านสบโขง ตำบลสบโขง อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ บ้านห้วยหญ้าไซ ตำบลป่าแดด อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย และบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน พบว่า ที่บ้านสบโขง ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 400 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (396 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (382 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (367 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) ที่บ้านห้วยหญ้าไซ ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 374 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (379 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (400 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (419 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และที่บ้านน้ำรีพัฒนา ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 505 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (288 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (339 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง

Table 6 Reaction of Khah Ni 117 to leaf blast disease by upland short row tests compared with Khah Ni (local), Beu Ta Kee (local) and Khao' Luang San-pah-tawng conducted in experimental fields at 3 Rice Research Centers in wet season 2015 2016 and 2019

Year	Variety	Reaction[1)]		
		MHS	PRE	CMI
2015	Khah Ni 117	MS	MR	-
	Khah Ni (local)	MS	MS	-
	Beu Ta Kee (local)	MR	MR	-
	Khao' Luang San-pah-tawng	MS	MS	-
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	MR	MS	-
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS	-
2016	Khah Ni 117	MS	R	MS
	Khah Ni (local)	MS	MS	MS
	Beu Ta Kee (local)	MS	-	-
	Khao' Luang San-pah-tawng	HS	MS	MS
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	MR	R	MR
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS	HS
2019	Khah Ni 117	MR	-	MR
	Khah Ni (local)	MR	-	MR
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	MS	-	MS
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	-	HS

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Rice Research Centers : MHS = Mae Hong Son, PRE = Phrae, CMI = Chiang Mai

Table 7 Reaction of Khah Ni 117 to whitebacked planthopper compared with Khah Ni (local) conducted in greenhouse of Chiang Rai Rice Research Center in 2019

Variety	Reaction[1)]
Khah Ni 117	HS
Khah Ni (local)	HS
PTB33 (resist. ck.)	MS
Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	S
RD7 (suscept. ck.)	S
Taichung Native 1 (suscept. ck.)	HS

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

(375 กิโลกรัมต่อไร่) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

โดยสรุป ผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 3 แปลง พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 426 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์พันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (350 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (369 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (397 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 22 16 และ 7 ตามลำดับ (Table 4)

ฤดูนาปี 2563 ดำเนินการในนาเกษตรกร 3 แห่ง (แปลงทดลอง) คือ บ้านแม่ลอบ ตำบลนาเกียน อำเภอมก่อย จังหวัดเชียงใหม่ บ้านป่าหญ้าไทร ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านปุงยาม ตำบลนาปู่ป้อม อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ที่บ้านแม่ลอบ ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 473 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (456 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (472 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ต่ำกว่าพันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (502 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ผลผลิตทุกพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และที่บ้านป่าหญ้าไทร ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 692 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (644 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (638 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (662 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ผลผลิตทุกพันธุ์ไม่แตกต่างทางสถิติ และที่บ้านปุงยาม ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 658 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (584 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (646 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ต่ำกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (752 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

โดยสรุป ผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 3 แปลง พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 608 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์บือต่าคีท้องถิ่น (595 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (573 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 2 และ 6 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าพันธุ์ขาหนี่ (ท้องถิ่น (617 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 2 (Table 4)

ลักษณะทางการเกษตร จากการทดลอง 2 ปี (พ.ศ. 2558 และ 2563) พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีความสูงเฉลี่ย 129.5 เซนติเมตร วันออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) 4-24 ตุลาคม และมีจำนวนรวงต่อกอ 8-9 รวง (Table 5)

3. ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

3.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

3.1.1 โรคไหม้ (blast disease) ดำเนินการในสภาพแปลงนา ที่ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน แพร่ และเชียงใหม่ ฤดูนาปี 2558 2559 และ 2562 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 แสดงปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอถึงต้านทานต่อโรคใบไหม้เช่นเดียวกับพันธุ์หางยี 71 (ต้านทานเปรียบเทียบ) สำหรับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (อ่อนแอเปรียบเทียบ) แสดงปฏิกิริยาอ่อนแอมาก (Table 6)

3.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

3.2.1 เพลี้ยกระโดดหลังขาว (whitebacked planthopper, WBPH) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ปี พ.ศ. 2562 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 แสดงปฏิกิริยาอ่อนแอมากต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว เช่นเดียวกับพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 (อ่อนแอเปรียบเทียบ) สำหรับพันธุ์ PTB33 (ต้านทานเปรียบเทียบ) แสดงปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอ (Table 7)

3.2.2 แมลงบั่ว (rice gall midge, RGM) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองและสภาพแปลงนา ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ปี พ.ศ. 2558 2559 และ 2562 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 แสดงปฏิกิริยาอ่อนแอถึงอ่อนแอมากต่อแมลงบั่ว เช่นเดียวกับพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ กข1 และ กข6 สำหรับพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ เหมยนอง 62 เอ็ม และ กข4 แสดงปฏิกิริยาต้านทานสูง ถึงค่อนข้างอ่อนแอ (Table 8)

4. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการในฤดูนาปี 2559 ที่โครงการศูนย์บริการและพัฒนาลุ่มน้ำปายตามพระราชดำริบ้านท่าโป่งแดง ตำบลผาบ่อง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 500 เมตร) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง และศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย (ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 410 เมตร) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ทดสอบกับปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา คือ 0 4 8 12 และ 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

โครงการศูนย์บริการและพัฒนาลุ่มน้ำปายตามพระราชดำริบ้านท่าโป่งแดง พบว่า ทุกกรรมวิธีผลผลิตข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตระหว่าง 313-415 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 376 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่มี

Table 8 Reaction of Khah Ni 117 to rice gall midge compared with Khah Ni (local), Beu Ta Kee (local) and Khao' Luang San-pah-tawng conducted in greenhouse and experimental field of Phrae Rice Research Center in 2015 2016 and 2019

Year	Variety	Reaction[1)]	
		Greenhouse	Experimental field
2015	Khah Ni 117	S	-
	Khah Ni (local)	S	-
	Beu Ta Kee (local)	S	-
	Khao' Luang San-pah-tawng	S	-
	RD53 (resist. ck.)	MR	-
	RD4 (resist. ck.)	MR	-
	Muey Nawng 62M (resist. ck.)	R	-
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	S	-
	RD1 (suscept. ck.)	S	-
	RD6 (suscept. ck.)	S	-
2016	Khah Ni 117	HS	-
	Khah Ni (local)	HS	-
	Beu Ta Kee (local)	HS	-
	Khao' Luang San-pah-tawng	MS	-
	RD4 (resist. ck.)	MS	-
	Muey Nawng 62M (resist. ck.)	R	-
	RD1 (suscept. ck.)	HS	-
	RD6 (suscept. ck.)	HS	-
2019	Khah Ni 117	S	S
	Khah Ni (local)	HS	HS
	RD22 (resist. ck.)	MS	-
	RD53 (resist. ck.)	MR	-
	Muey Nawng 62M (resist. ck.)	R	HR
	RD4 (resist. ck.)	-	MR
	Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	-
	RD1 (suscept. ck.)	HS	HS
	RD6 (suscept. ck.)	S	S

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,

MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

- = not conducted

Table 9 Average yields of Khah Ni 117 at different rates of nitrogen application at Mae Hong Son province and Chiang Rai Rice Research Center in wet season, 2016

Rate of fertilizer ($N-P_2O_5-K_2O$ kg/rai)	Yield (kg/rai)[1)]	
	MHS[2)]	CRI[3)]
0-6-6	376	226 b
4-6-6	393	328 a
8-6-6	415	219 b
12-6-6	385	325 a
16-6-6	313	304 a
CV (%)	27.1	28.8

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

[2)] Ban Tah Pong Daeng Royal Project, Mueang, Mae Hong Son province (500 meters above mean sea level)

[3)] Chiang Rai Rice Research Center, Phan district, Chiang Rai province (410 meters above mean sea level)

รูปแบบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ชัดเจน โดยให้ผลผลิตสูงสุด 415 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อัตราปุ๋ย 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (Table 9)

ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ที่อัตรา 4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 328 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีรูปแบบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ชัดเจน (Table 9)

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

5.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี พ.ศ. 2563 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ข้าวเปลือกสีฟางแถบน้ำตาล ความยาวเฉลี่ย 9.96 มิลลิเมตร กว้าง 3.69 มิลลิเมตร หนา 2.33 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว ความยาวเฉลี่ย 7.03 มิลลิเมตร กว้าง 3.10 มิลลิเมตร หนา 2.07 มิลลิเมตร รูปร่างเมล็ดปานกลาง (อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 2.27) ท้องไข่มาก (2.40) คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ร้อยละ 65.3 ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด หนัก 38.4 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือก 10.9 กิโลกรัมต่อถัง (Table 10, Fig. 4)

5.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ปี พ.ศ. 2563 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีปริมาณอมิโลสต่ำ (15.10 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ความคงตัวของแป้งสุกอ่อน การยืดตัวของข้าวสุกปกติ (1.66 เท่า) เมื่อหุงสุกเป็นข้าวสวย มีลักษณะข้าวสุกนุ่มค่อนข้างเหนียว ไม่มีกลิ่นหอม (Table 11)

6. คุณค่าทางโภชนาการ

ดำเนินการที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง พบว่า

6.1 ฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติก พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อโพรไบโอติกกลุ่มแล็กติกแอซิดแบคทีเรียได้ดี (เปรียบเทียบกับชุดควบคุม) โดยมีจำนวนโคโลนีของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* (ร้อยละ 34.90), *Lactobacillus casei* (ร้อยละ 31.20), และ *Lactobacillus fermentum* (ร้อยละ 7.20) มากกว่าพันธุ์บือขอแผ่ ข้าวแดง และเฟืองคำ

จำนวนโคโลนีของเชื้อ *Streptococcus thermophiles* บนสารสกัดข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 (ร้อยละ 2.33) (เปรียบเทียบกับชุดควบคุม) มีจำนวนโคโลนีน้อยกว่าพันธุ์บือขอแผ่

Table 10 Grain physical characteristics and milling quality of Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local) conducted at Pathum Thani Rice Research Center in 2020

Characteristic/quality	Khah Ni 117	Khah Ni (local)
Seed color :		
Paddy rice	straw with brown stripe	straw with brown stripe
Brown rice	white	white and red (50/50)
Seed size (mm)		
Paddy rice, length	9.96±0.30	9.89±0.29
width	3.69±0.12	3.66±0.14
thickness	2.33±0.09	2.35±0.08
Brown rice, length	7.03±0.19	7.00±0.22
width	3.10±0.09	3.13±0.12
thickness	2.07±0.06	2.07±0.08
length/width	2.27±0.10	2.24±0.10
shape	medium	medium
Milled rice, length	6.68±0.24	6.53±0.19
width	3.01±0.09	3.00±0.10
thickness	2.00±0.08	2.01±0.10
Chalkiness	2.40	2.44
Paddy weight (g/1,000 seeds)	38.4	38.1
(kg/20 litres)	10.9	11.3
Milling quality (%)		
Whole kernel and head rice	65.3	58.6
Husk	21.7	21.1
Bran	8.50	8.20
Broken seed	4.50	12.1

Average of 100 samples ± SD

Shape (length/width) : > 3.0 = slender, 2.1-3.0 = medium, 1.1-2.0 = bold, < 1.0 = round

Chalkiness : < 1.0 = small, 1.0-1.5 = medium, 1.6-2.0 moderately high, > 2.0 = high

Whole kernel and head rice (%) : < 31 = poor, 31-40 = medium, 41-50 = good, > 50 = very good

Table 11 Grain chemical quality and cooking and eating quality of Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local) conducted at Pathum Thani Rice Research Center in 2020

Quality[1)]	Khah Ni 117	Khah Ni (local)
Chemical quality		
Amylose content (%)	15.10±0.13	15.20±0.12
Protein in brown rice (%)	10.20±0.03	10.50±0.02
Gel consistency (mm)	soft	soft
Alkali spreading (1.7% KOH)	7.0	7.0
Gelatinization temp	low	low
Elongation ratio	1.66±0.01	1.69±0.04
Quality of cooked rice		
Cooking (milled rice : water by weight)	1:1.6	1:1.6
Aroma	1.00±0.00	1.00±0.00
Whiteness	6.82±0.40	6.82±0.40
Glossiness	7.00±0.00	7.00±0.00
Cohesiveness	7.00±0.00	7.00±0.00
Softness	6.18±0.40	6.18±0.40

[1)] Average ± SD

Amylose content (%) : < 20 = low, 20-25 = intermediate, > 25 = high

Gel consistency (mm) : < 40 = hard, 40-60 = intermediate, > 60 = soft

Alkali spreading (1.7% KOH) : 1-3 = high, 4-5 = intermediate, 6-7 = low

Elongation ratio : < 1.9 = normal, > 1.9 = high

Aroma : 1 = none, 5 = intermediate, 9 = high

Whiteness : 1 = dull, 5 = light yellow, 7 = creamy white, 9 = very white

Glossiness : 1 = none, 5 = slightly shiny, 9 = very shiny

Cohesiveness : 1 = well separate, 5 = slightly sticky, 9 = very sticky

Softness : 1 = hard, 5 = moderate, 7 = soft, 9 = very soft

Table 12 Prebiotic activity promoting probiotics growth and antigenotoxic activity protecting DNA damage from oxidative stress, extracts evaluation from Khah Ni 117 and 3 highland rice varieties cultivated in 2016

Variety	Probiotic colony increment* (%)				DNA damage protection from oxidative stress (%)
	Lactobacillus bulgaricus	*Streptococcus thermophiles*	*Lactobacillus casei*	*Lactobacillus fermentum*	
Khah Ni 117	34.90	2.33	31.20	7.20	79.4
Beu Khaw Pae	1.32	7.44	-0.36	0.05	78.0
Khao' Daeng	-35.80	10.10	1.29	0.16	65.1
Feuang Kam	-0.68	6.78	24.50	-1.00	61.5

*Percentage of probiotic colony increment calculated from comparing probiotic CFU values in highland rice extracts treatments and control treatment, which contained inulin. Antigenotoxic activity was calculated from rice extracts ability to protect human DNA damage from oxidative stress (Fenton reaction) compared with control (water treatment). Both experiments used the rice extract concentration at 0.25 mg/mL

Source : สุรพล และคณะ (2560)

Table 13 Nutritional value of Khah Ni 117 planting at Ban Yang Pao, Omkoi district, Chiang Mai province in wet season 2016 (analysed by Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang)

Composition	Khah Ni 117
Protein (%)	10.40
Fat (%)	2.19
Fiber (%)	3.82
Ash (%)	1.43
Carbohydrate (%)	70.90
Vitamin E	
g-T3 (mg/kg)	14.0
a-T3 (mg/kg)	2.31
g-T (mg/kg)	5.10
a-T (mg/kg)	5.14
Oryzanol (mg/kg)	280
Protocatechuic acid (PCA) (mg/kg)	4.67
Vanilic acid (mg/kg)	4.25
p-Coumaric acid (mg/kg)	32.80
Sinapinic acid (mg/kg)	6.06
Ferulic acid (mg/kg)	165
Cathechin (mg/kg)	ND
Epicathechin (mg/kg)	9.32
Rutin (mg/kg)	9.67
Quercetin (mg/kg)	ND
Appigenin (mg/kg)	13.40
Total anthocyanin (mg/kg)	ND
% Resistant starch	3.01
% Soluble starch	71.30
Total phenolic (mgGAE/gDW)	2.18
Total flavonoid (mgQE/gDW)	4.93
Antioxidant activity DPPH (TE/gDW)	117
Antioxidant activity ABTS (TE/gDW)	20.40
Prebiotic score	4.04
DNA protection activity (%)	79.40
Antigenotoxic activity (%)	57.20

ND = not detected

Source : สุรพล และคณะ (2560)

(ร้อยละ 7.44) ข้าวแดง (ร้อยละ 10.10) และเฟืองคำ (ร้อยละ 6.78) (Table 12) ซึ่งการที่ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติกได้ดี อาจเป็นเพราะมีกลุ่มเส้นใยสูง และมีแป้งต้านทานการย่อยสูง (มาโนช และคณะ, 2562) โดยมีปริมาณเส้นใยอาหาร 3.82 เปอร์เซ็นต์ และมีแป้งต้านทานการย่อย 3.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 13)

6.2 ฤทธิ์การป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชัน พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีฤทธิ์ในการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชัน (ร้อยละ 79.4) สูงกว่าพันธุ์บือขอแผ่ (ร้อยละ 78.0) ข้าวแดง (ร้อยละ 65.1) และเฟืองคำ (ร้อยละ 61.5) (Table 12) ซึ่งการที่ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีฤทธิ์ในการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากภาวะเครียดออกซิเดชันสูง อาจเป็นเพราะมีปริมาณกรดไฟติกหรือกลุ่มฟีนอลในปริมาณสูง (มาโนช และคณะ, 2562) โดยข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มีปริมาณฟีนอลิกรวม 2.18 มิลลิกรัมสมมูลแคทีชิลต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม (Table 13)

6.3 ปัจจัยควบคุมที่มีผลต่อการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ

6.3.1 ฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติก ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อโพรไบโอติก (*Lactobacillus plantarum* 1465) (Table 14) พบจำนวนโคโลนีของเชื้อโพรไบโอติกบนสารสกัดข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 ปลูกที่บ้านอาโจ้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ($1.52x10^6$/กรัม) บ้านยางเปา อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ($1.43x10^6$/กรัม) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

Table 14 Prebiotic activity promoting *Lactobacillus plantarum* 1465 growth and the antigenotoxic activity, protecting DNA damage oxidative stress, evaluation of extracts from Khah Ni 117 cultivated at 3 different locations in 2017

Location	Probiotic CFU (10^6/g)	DNA damage protection from oxidative stress (%)
Ban Ajo, Pang Mapha, Mae Hong Son	1.52	100
Ban Yang Pao, Omkoi, Chiang Mai	1.43	99.6
Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang	1.66	100
CV (%)	17.9	6.45

*Antigenotoxic activity calculated from comparing rice extracts ability to protect human DNA damage from oxidative stress (Fenton reaction) with control (water treatment). The rice extract concentration at 0.25 mg/mL was used in the experiment.

Source : สุรพล และคณะ (2560)

Table 15 Farmers' acceptance to Khah Ni 117 compared with Khah Ni (local) conducted at Ban Pa Ya Sai, Phrao district, Chiang Mai province in wet season 2018

Variety	Agricultural characteristic[1)]		Grain physical characteristic[2)]				Cooking and eating quality[2)]	
			Paddy rice		Milled rice			
	Prefer	Non-prefer	Prefer	Non-prefer	Prefer	Non-prefer	Prefer	Non-prefer
Khah Ni 117	12	8	15	6	16	5	19	2
Khah Ni (local)	1	19	17	4	16	5	13	8
Chi-square	13.8**		0.53^{ns}		0.00^{ns}		4.73*	

ns = not significant from 1, * = significant at 5% level, ** = significant at 1% level

Evaluation from : [1)] 20 farmers, [2)] 21 farmers

ล้านนา ลำปาง จังหวัดลำปาง ($1.66x10^6$/กรัม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งฤทธิ์การเป็นพรีไบโอติกของข้าว จะถูกควบคุมด้วยอิทธิพลภายในของข้าวแต่ละพันธุ์ (gene-gene interaction) และสิ่งแวดล้อมภายนอก (gene-environment interaction) มีผลต่อการแสดงออกของการมีฤทธิ์เป็นพรีไบโอติก

6.3.2 ฤทธิ์การต้านทานการถูกทำลายของดีเอ็นเอ (antigenotoxicity) พบว่า ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 สามารถยับยั้งความเสียหายของดีเอ็นเอจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดข้าวนาที่ปลูกที่บ้านอาโจ้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน (100 เปอร์เซ็นต์) บ้านยางเปา ตำบลอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ (99.6 เปอร์เซ็นต์) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง จังหวัดลำปาง (100 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14)

7. การยอมรับของเกษตรกร

ดำเนินการที่บ้านป่าหญ้าไทร ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูนาปี 2561 พบว่า เกษตรกรจำนวน 12 ราย จาก 20 ราย ยอมรับลักษณะทางการเกษตรของข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มากกว่าข้าวพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยให้เหตุผลว่า ลำต้นแข็งไม่ล้มง่าย ความสูงของต้นพอดี ออกรวงสม่ำเสมอ สุกแก่ใกล้เคียงกัน เมล็ดไม่ลีบ

สำหรับคุณภาพข้าวหุงสุก เกษตรกรจำนวน 19 ราย จาก 21 ราย ยอมรับข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 มากกว่าข้าวพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้เหตุผลว่า ข้าวสุกนุ่มและเหนียว (Table 15)

สรุปผลการทดลอง

ข้าวพันธุ์ “ขาหนี่ 117” ได้จากการรวบรวมพันธุ์ข้าวขาหนี่จากแปลงนาเกษตรกร บ้านขอนม่วง หมู่ที่ 3 ตำบลป่าไหน่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ นำมาปลูกขยายพันธุ์และคัดเลือกรวง คัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์แบบรวงต่อแถว และดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ขาหนี่ 117” เป็นข้าวเจ้านาที่สูง ไวต่อช่วงแสง ออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) ประมาณวันที่ 4-24 ตุลาคม เก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 10-24 พฤศจิกายน (ปลูกโดยวิธีปักดำ) ทรงกอตั้ง ลำต้นแข็งปานกลาง ความสูง 143.0 เซนติเมตร แผ่นใบมีสีเขียว ปลายใบสีม่วง ความยาวใบ 53.9 เซนติเมตร กว้าง 1.7 เซนติเมตร รวงแน่นปานกลาง ระแง้ถี่ปานกลาง รวงยาว 26.7 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอ 8-9 จำนวนรวงต่อตารางเมตร 112 รวง (ปลูกโดยวิธีปักดำ) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 148 เมล็ด การติดเมล็ดร้อยละ 84 เมล็ดร่วงปานกลาง

ข้าวพันธุ์ขาหนี่ 117 เป็นข้าวเจ้านาที่สูง ให้ผลผลิตเฉลี่ยในแปลงนาเกษตรกร 517 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ขาหนี่ท้องถิ่น (483.5 กิโลกรัมต่อไร่) ข้าวเปลือกสีฟางแถบน้ำตาล ความยาวเฉลี่ย 9.96 มิลลิเมตร กว้าง 3.69 มิลลิเมตร หนา 2.33 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว รูปร่างเมล็ดปานกลาง ความยาว 7.03 มิลลิเมตร กว้าง 3.10 มิลลิเมตร ท้องไข่มาก คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ร้อยละ 65.3 เป็นข้าวอมิโลสต่ำ (15.10 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ความคงตัวแป้งสุกอ่อน ข้าวเมื่อหุงสุกเป็นข้าวสวย มีลักษณะนุ่ม ไม่มีกลิ่นหอม

ลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตดี มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง (783 กิโลกรัมต่อไร่) ในสภาพนาที่ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700-1,000 เมตร คุณภาพการสีดีมาก ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ และไม่ตอบสนองปุ๋ยไนโตรเจน เหมาะสำหรับปลูกในสภาพนาพื้นที่สูง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นพรีไบโอติก และสามารถป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอจากสภาวะเครียดออกซิเดชัน แนะนำปลูกในสภาพนาขั้นบันไดที่ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง 700-1,000 เมตร ข้อควรระวัง คือ อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว และแมลงบั่ว

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบพระคุณ นายสุรเดช ปาละวิสุทธิ์ นายบุญดิษฐ์ วรินทร์รักษ์ และนายสุนิยม ตาปราบ ผู้ทรงคุณวุฒิ กองวิจัยและพัฒนาข้าว ที่ให้คำปรึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการเสนอรับรองพันธุ์ข้าว

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยภายใต้โครงการ “การคัดเลือกและการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่สูงที่มีคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการสูง” และคณะนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวกลุ่มศูนย์ภาคเหนือตอนบน และคณะกรรมการวิจัยของกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน ตลอดจนนักวิชาการ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวและเกษตรกร ที่มีส่วนสนับสนุน และให้ความร่วมมือจนทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ จารุกำจร, วิลัดดา สินทร และชรินญา พิมพ์สอน. 2557. ความสัมพันธ์ของภาวะเครียดออกซิเดชั่นและภาวะไขมันในเลือดสูง. วารสารพิษวิทยาไทย 29(1-2): 57-69.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. รายงานการจัดการดินกลุ่มชุดดินที่ 62. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ. 42 หน้า.

กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน. 2553. เทคโนโลยีการทำนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูง. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. กรุงเทพมหานคร. 78 หน้า.

มาโนช คุ้มพนาลัยสถิต, กัญญณัช ศิริธัญญา, นิพนธ์ บุญมี และสุรพล ใจวงศ์ษา. 2562. ขาหนี่ (SPTC04005): ข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพและคุณค่าทางโภชนาการสูง. หน้า 106-117. *ใน*: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ประจำปี 2562. วันที่ 5-7 มีนาคม 2562. โรงแรมเมืองทองธานี รีสอร์ท โคราช อำเภอโนนสูง, จังหวัดนครราชสีมา.

ศนิ จิระสถิตย์. 2561. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 23(3): 1617-1637.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2561. ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS). (ระบบออนไลน์). สืบค้นจาก: http://gis.hrdi.or.th/. (2 พฤษภาคม 2561)

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย, สุมาลี มีปัญญา, ศิลาวัน จันทรบุตร, จารุวี อันเซตา, วิสุทธิ์ กีปทอง, อาทิตยา ยอดใจ, ศิริลักษณ์ ใจบุญทา, นงนุช ประดิษฐ์, ผกากานต์ ทองสมบุญ, สุทธกานต์ ใจกาวิล และพิชญ์นันท์ กังแฮ. 2561. การสำรวจความมั่นคงทางอาหารในครัวเรือนของกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และน่าน. หน้า 222 – 235. *ใน*: สัมมนาวิชาการข้าวกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่างประจำปี 2561. กองวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว.

สุรพล ใจวงศ์ษา, กัญญณัช ศิริธัญญา, ชณิชา จินาการ, ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ, เนตรนภา อินสลุด, นิพนธ์ บุญมี, ศิวะพงศ์ นฤบาล, ทองมา มานะกุล และสกุล มูลคำ. 2560. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การพัฒนาการผลิตและการใช้ประโยชน์พันธุ์ข้าวพื้นที่สูง” ภายใต้แผนงานวิจัยมุ่งเป้าตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศโดยเร่งด่วน : เรื่องข้าว ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560. 175 หน้า.

Heinrichs, E.A., F.G. Medrano and H.R. Rupasas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Los Banõs, Manila, Philippines. 352 p.

IRRI. 2014. Standard Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute, Los Banõs, Philippines. 57 p.

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20

Dam Das 20, a Glutinous Rice Variety

ดลตภร โพธิ์ศิริ[1] เสรี พลายด้วง[1] สมบูรณ์ สุวรรณโณ[1] ชนสิริน กลิ่นมณี[2] โอรักษ์ ทองเด็จ[2] เพชรี เซ่งซิ้ม[2]
เอกราช แก้วนางโอ[2] สิทธ์ ใจสงฆ์[2] พัชราภรณ์ รักชุม[2] พีรพล รัตนะ[2] บุษยรัตน์ หมอกมัว[3] กฤษณะ ศิริรัตน์[3]
วัชรี สุขวิวัฒน์[4] ปราณี มณีนิล[4] ธารารัตน์ มณีน่วม[4]
Dontaporn Posiri[1] Saree Plaiduang[1] Somboon Suwanno[1] Chanasirin Klinmanee[2] Orak Tongdej[2]
Petcharee Sengsim[2] Ekkarat Kaewnango[2] Sith Jaisong[2] Patcharaporn Rakchum[2] Peerapon Rattana[2]
Bussayarat Mokmoor[3] Krissana Sirirat[3] Watcharee Sukviwat[4] Pranee Maneenil[4] Thararat Maneenuam[4]

Abstract

Dam Das, a traditional glutinous rice variety, is mostly grown in Thung Song, Bang Khan and Thung Yai district, Nakhon Si Thammarat province. It has high yield, good grain physical quality, good milling quality and rather sticky texture of cooked rice. Currently, the farmer groups increase preferences on growing this variety and save their own seeds for further planting. This brings about uncertain varietal characteristics as well as low milling quality. Nakhon Si Thammarat Rice Research Center, therefore, conducted a Dam Das varietal improvement research to develop a pure line with good cooking and eating quality to be used for intercropping with young para rubber and oil palm plantation. Dam Das rice samples were collected from the original growing areas and grown for pure line selection to obtain a line, NSRC14012-20. Research have been carried out during 2014 to 2021 through the following crop improvement steps, i.e., pure line selection, varietal observation, yield and agronomic character evaluation, evaluation on rice disease and insect pests, response to N fertilizer application, analyses for grain physical and chemical quality, milling quality, cooking and eating quality, analysis of nutritional value and farmers' acceptance evaluation. The promising line was subsequently approved by the Varietal Releasing Committee of the Rice Department to be a certified variety, "Dam Das 20". It is a photoperiod-sensitive glutinous rice with flowering date (50% flowering) around September 14th to October 4th (dry seed dibbling) and harvesting date at late October to early November. It has erect plant type, moderately strong culm, 155 cm height, 56.0 cm leaf length, 2.0 cm leaf width, 30.6 cm panicle length, mostly compact panicle, good seed setting (193 fertile seeds per panicle). The average field yields when intercropping with young oil palm and para rubber were 398 and 407 kg/rai, respectively. It has black tip and straw-colored seed hull, purple dehulled grain, slender grain shape, 8.82 percent protein content in brown rice, non-aromatic and moderately soft texture of cooked rice. Remarkable features of Dam Das 20 are high yield, good milling quality, good grain physical quality, high nutritional value and high

[1] ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80330 โทรศัพท์ 0-7539-9012
Nakhon Si Thammarat Rice Research Center, Mueang, Nakhon Si Thammarat 80330 Tel. 0-7539-9012
[2] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000 โทรศัพท์ 0-7404-0111
Phatthalung Rice Research Center, Mueang, Phatthalung 93000 Tel. 0-7404-0111
[3] ศูนย์วิจัยข้าวปัตตานี อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี 94120 โทรศัพท์ 0-7341-5989
Pattani Rice Research Center, Khok Pho, Pattani 94120 Tel. 0-7341-5989
[4] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110 Tel. 0-2577-1688

anthocyanin content. It is recommended to be grown as an intercrop in young oil palm and para rubber plantation in Nakhon Si Thammarat and nearby provinces. Caution should be taken as this variety is moderately susceptible to blast at seedling stage and bacterial leaf blight diseases, and highly susceptible to brown planthopper.

Keywords: glutinous rice, Dam Das 20, photoperiod-sensitive, varietal improvement, yield, grain physical quality, milling quality, nutritional value, an intercrop in young oil palm/para rubber plantation, Nakhon Si Thammarat province

บทคัดย่อ

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมือง มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอทุ่งสง บางขัน และทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นข้าวที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสีดี ข้าวหุงสุกค่อนข้างเหนียว ปัจจุบันมีกลุ่มเกษตรกรนิยมปลูกมากขึ้น โดยเกษตรกรจะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ปลูกเอง ทำให้ลักษณะประจำพันธุ์ไม่แน่นอน และคุณภาพการสีต่ำ ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราชจึงได้วิจัยปรับปรุงพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี สำหรับปลูกแซมยางพาราและปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ โดยเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษจากแหล่งปลูกเดิม มาปลูกคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ที่มีลักษณะดีตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ ได้สายพันธุ์ NSRC14012-20 และได้ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ตามขั้นตอน คือ การคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ การศึกษาพันธุ์ การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน คุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของเกษตรกร ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2564 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ดำดาษ 20” เป็นข้าวเหนียว ไวต่อช่วงแสง ออกดอกช่วงวันที่ 14 กันยายน - 4 ตุลาคม (ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม) เก็บเกี่ยวปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ทรงกอตั้ง ความสูง 155.0 เซนติเมตร ลำต้นแข็ง ใบและกาบสีเขียว ความยาวใบ 56.0 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ความยาวรวง 30.6 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น การติดเมล็ดดี จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 193 เมล็ด การปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมัน/ยางพาราปลูกใหม่ของเกษตรกร ให้ผลผลิตเฉลี่ย 398 และ 407 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ข้าวเปลือกสีฟาง ก้นจุด ข้าวกล้องสีดำ รูปร่างเรียว ปริมาณโปรตีนในเมล็ด 8.82 เปอร์เซ็นต์ ข้าวหุงสุกไม่มีกลิ่นหอม ค่อนข้างเหนียว นุ่ม ลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง คุณภาพการสีดีมาก คุณภาพเมล็ดทางกายภาพดี คุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารแอนโทไซยานินสูง แนะนำให้ปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมัน/ยางพาราปลูกใหม่ ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดใกล้เคียง ข้อควรระวัง คือ ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้ระยะกล้าและโรคขอบใบแห้ง และอ่อนแอมากต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว ดำดาษ 20 ไวต่อช่วงแสง การปรับปรุงพันธุ์ ผลผลิต คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณค่าทางโภชนาการ พืชแซมปาล์มน้ำมัน/ยางพาราปลูกใหม่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

คำนำ

จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการปลูกยางพาราและปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก แต่พืชทั้ง 2 ชนิดต้องใช้ระยะเวลา 5-7 ปี จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือน เกษตรกรจึงใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในช่วงก่อนที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยเฉพาะในช่วง 3 ปีแรกของการปลูกพืชหลัก ด้วยการปลูกพืชแซมสำหรับบริโภค หรือจำหน่ายสร้างรายได้ ข้าวไร่เป็นพืชที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นพืชแซมในระหว่างแถวยางพารา และปาล์มน้ำมัน ประกอบกับมีนโยบายการส่งเสริมการปลูกพืชแซมในสวนยางพาราของการยางแห่งประเทศไทย โดยมีการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ให้เกษตรกร 15 กิโลกรัมต่อครัวเรือน (การยางแห่งประเทศไทย, 2560) ทำให้เกษตรกรมีการปลูกข้าวไร่เพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ปลูกข้าวไร่เป็นพืชแซมในระหว่างแถวยางพารา และปาล์มน้ำมันที่ปลูกใหม่ประมาณ 15,000 ไร่ ข้าวไร่จึงเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางด้านอาหาร และมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก ส่วนที่เหลือจากการบริโภคก็จำหน่ายในชุมชน และมีความสำคัญทั้งในระบบเศรษฐกิจ สังคม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมในพื้นที่

ปัจจุบัน เกษตรกรนิยมปลูกข้าวไร่ตามความเหมาะสมของภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพของดินในแต่ละพื้นที่ และรสนิยมการบริโภค พันธุ์ข้าวไร่ที่เกษตรกรปลูกได้แก่ เม็ดฝ้าย ดอกพะยอม ดอกข่า หัวบอน เหนียวดำดาษ เหนียวดำหมอ และข้าวเหนียวแดง ประชากรภาคใต้บริโภคข้าวเจ้าเป็นหลัก และบริโภคข้าวเหนียวเป็นของว่าง หรืออาหารว่าง โดยแปรรูปเป็นขนมหวาน และขนมตามประเพณีทำบุญในเทศกาลต่างๆ ข้าวเหนียวที่เกษตรกรนิยมปลูกและนำมาใช้บริโภคในภาคใต้ ส่วนใหญ่เป็นข้าวเหนียวมีสี ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวแดง เป็นที่นิยมบริโภค เนื่องจากมีรสชาติดีสีสัน น่ารับประทาน และจำหน่ายได้ราคาสูง ซึ่งบางพันธุ์มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยพบว่ามีสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีสารประกอบฟีนอลิกซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดมะเร็ง ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ร่างกาย ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง ช่วยดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก นอกจากนี้ ยังมีกลุ่มสารแอนโทไซยานินเป็นสารสีแดง สีม่วง ที่ทำให้เมล็ดมีสีนั้นเป็นสารแอนโทไซยานินในกลุ่มฟลาโวนอยด์อยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด และคัพภะของข้าว มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน (กรมการข้าว, 2555) และสารอาหารกลุ่มวิตามินบี เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ช่วยในการเผาผลาญ และใช้พลังงานในร่างกายของมนุษย์ เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ในร่างกายให้อยู่ในรูปน้ำตาลกลูโคส ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ จึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ในอำเภอทุ่งสง บางขัน และทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างจากข้าวเหนียวดำพันธุ์อื่น คือ มีเปลือกเมล็ดสีฟาง ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ส่วนใหญ่มีเปลือกเมล็ดสีดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม เกษตรกรเล่าว่า ในระยะที่ข้าวสุกแก่ในแปลงข้าวมีสีฟางทั้งแปลง เหมือนสีของถุงกระดาษที่ใช้กันในอดีต จึงเรียกว่าข้าวเหนียวพันธุ์นี้ว่า “ดำดาษ” เป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และการสีดี ข้าวหุงสุกนุ่ม ค่อนข้างเหนียว ปัจจุบันมีกลุ่มเกษตรกรในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลิตข้าวไร่จำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของข้าวกล้อง และข้าวซ้อมมือมากขึ้น

เนื่องจากการเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองของเกษตรกรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ มีลักษณะประจำพันธุ์ที่ไม่แน่นอน ทั้งทรงต้น ความสูง อายุวันออกดอก และลักษณะรวง รวมทั้งมีคุณภาพการสีต่ำ ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช จึงได้เก็บรวบรวมพันธุ์จากแหล่งปลูกในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มาปลูกคัดเลือก และทดสอบตามขั้นตอนต่างๆ ของการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์บริสุทธิ์ ที่มีความสม่ำเสมอของลักษณะประจำพันธุ์ คุณภาพเมล็ด และคุณภาพการสีดี สำหรับรักษาพันธุ์บริสุทธิ์ และขยายพันธุ์ เพื่อแนะนำให้เกษตรกรปลูกต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้เป็นพันธุ์บริสุทธิ์ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี เหมาะสำหรับปลูกแซมยางพารา และปาล์มน้ำมันที่ปลูกใหม่

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การรวบรวมพันธุ์ การคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์และการศึกษาพันธุ์

ปี พ.ศ. 2557 ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราชได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษจากแหล่งปลูกในพื้นที่ หมู่ที่ 1 บ้านทุ่งควาย ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช นำมาปลูกจำนวน 14 พันธุ์/สายพันธุ์ ข้าวเหนียวดำดาษ เป็นสายพันธุ์ที่ 12 จึงให้ชื่อสายพันธุ์ว่า “ดำดาษ NSRC14012” และปลูกคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช คัดเลือกรวงจากต้นที่มีความสูงใกล้เคียงกัน ออกดอกสม่ำเสมอ ทรงกอตั้ง ลักษณะรวงค่อนข้างแน่น การแตกระแง้ปานกลาง คอรวงยาว ข้าวเปลือกสีฟางก้นจุด และมีลักษณะเมล็ดสม่ำเสมอทั้งรวง

ในปี พ.ศ. 2558 ปลูกคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) แบบรวงต่อแถว จำนวน 195 รวง ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และคัดเลือกแถวที่ 20 ให้ชื่อสายพันธุ์ว่า “ดำดาษ NSRC14012-20” มีลักษณะทางการเกษตรดี ตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

ปี พ.ศ. 2559 ปลูกศึกษาพันธุ์ขั้นต้น (2-row observation) ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ปี พ.ศ. 2560 ปลูกศึกษาพันธุ์ขั้นสูง (4-row observation) ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลวังหิน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การเปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

2.1 การเปรียบเทียบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรภายในสถานี ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 โดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม (ระยะระหว่างหลุม และระหว่างแถว 25x25 เซนติเมตร) ปลูกระหว่างแถวปาล์มน้ำมันที่มีระยะปลูก ระหว่างต้น 9 เมตร และระหว่างแถว 8 เมตร ปลูกข้าวห่างจากต้นปาล์มน้ำมันด้านละ 1.5 เมตร เปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษท้องถิ่น และพันธุ์ดอกพะยอม และศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูง วันออกดอก และจำนวนรวงต่อกอ ดำเนินการในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2561

2.2 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรในนาราษฎร์

2.2.1 การปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 โดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม ในระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน ที่มีระยะปลูกปาล์มน้ำมัน ระหว่างต้น 9 เมตร และระหว่างแถว 8 เมตร ปลูกข้าวห่างจากต้นปาล์มน้ำมันด้านละ 1.5 เมตร เปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษท้องถิ่น และพันธุ์ดอกพะยอม และศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูง วันออกดอก และจำนวนรวงต่อกอ ดำเนินการในนาราษฎร์ ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2562 และ 2563

2.2.2 การปลูกในสภาพไร่แซมยางพาราปลูกใหม่ ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 โดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม ในระหว่างแถวยางพารา ที่มีระยะปลูกยางพาราระหว่างต้น 3 เมตร และระหว่างแถว 7 เมตร ปลูกข้าวห่างจากต้นยางพาราด้านละ 1 เมตร เปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ข้าวเหนียวดำดาษท้องถิ่น และพันธุ์ดอกพะยอม และศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความสูง วันออกดอก และจำนวนรวงต่อกอ ดำเนินการในนาราษฎร์ ในสภาพไร่แซมยางพาราปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2562 และ 2563

3. การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ให้คะแนนอาการตาม Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)

3.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

3.1.1 โรคไหม้ (blast disease, *Pyricularia oryzae* Cavara) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ต่อโรคไหม้ระยะกล้า (leaf blast) โดยวิธี upland short row โดยมีพันธุ์ Tetep และหางยี 71 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบ

เทียบ และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และขาวตาแห้ง 17 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง 2 ฤดูปลูก และศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช 3 ฤดูปลูก ปี พ.ศ. 2562 และ 2563

3.1.2 โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight disease, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama, 1922; Swings *et al*., 1990)) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ต่อโรคขอบใบแห้ง โดยวิธีตัดใบข้าว (clipping method) โดยมีพันธุ์น้ำสะกุย 19 และ กข23 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 และขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ปี พ.ศ. 2563

3.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

3.2.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown plant-hopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)) ทดสอบปฏิกิริยาของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ประชากรแมลงจากจังหวัดสงขลา โดยมีพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ทดสอบในสภาพโรงเรือนทดลอง โดยวิธี seedbox screening ของ Heinrichs และคณะ (1985) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ปี พ.ศ. 2564

4. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการในแปลงเกษตรกร บ้านวังไทร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นดินชุดท่าแซะ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) เป็นดินลึกมาก ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีสีน้ำตาล ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาล การอุ้มน้ำของดินปานกลาง ดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัดในดินบน แล้วลดลงตามความลึก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2557) จากการวิเคราะห์ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 พบว่า ดินเป็นกรดจัด (pH = 4.70) ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ (1.27 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียมที่สกัดได้ปานกลาง (42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ปลูกข้าวทดสอบในสภาพไร่แซมยางพารา โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา คือ 0 3 6 9 และ 12 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ รองพื้นด้วยปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน และคุณค่าทางโภชนาการ

5.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและคุณภาพการสีของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี พ.ศ. 2564

5.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมีและคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2564

5.3 คุณภาพทางโภชนาการ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ดำเนินการโดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

6. การยอมรับของเกษตรกร

ประเมินการยอมรับข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ของเกษตรกร ต่อลักษณะทางการเกษตร ในปี พ.ศ. 2563 และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ปี พ.ศ. 2564 โดยให้ตัวแทนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 จากตำบลเขาโร และนาไม้ไผ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 20 คน เป็นผู้ลงคะแนนว่าชอบหรือไม่ชอบข้าวพันธุ์นี้ และเหตุผลที่ชอบหรือไม่ชอบ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง “ดำดาษ” ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งปลูก หมู่ที่ 1 บ้านทุ่งควาย ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช นำมาคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) และปลูกคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) แบบรวงต่อแถว คัดเลือกแถวที่ 20 ได้สายพันธุ์ NSRC14012-20 ซึ่งมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ คือ ทรงกอตั้ง การออกดอกสม่ำเสมอ ความสูงสม่ำเสมอ จำนวนรวงต่อกอมาก การติดเมล็ดดี คอรวงยาว รวงยาว ระแง้ค่อนข้างถี่ และได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว

Fig. 1 Culms of Dam Das 20 at tillering stage

Fig. 2 Culms of Dam Das 20 at heading stage

Fig. 3 Culms of Dam Das 20 at ripening stage

Fig. 4 Dam Das 20 cultivated in upland rice under intercropping with new oil palm trees plantation

Fig. 5 Dam Das 20 cultivated in upland rice under intercropping with new rubber trees plantation

Fig. 6 Panicle length of Dam Das 20

Table 1 Yields and agricultural characteristics of Dam Das 20 compared with Dam Das (local) and Dawk Pa-yawm grown under intercropping with oil palm trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2018

Variety	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)	Yield[1)] (kg/rai)	Index (%)	
Dam Das 20	155	11	13 Sept.	380 a	115	174
Dam Das (local) (ck.)	157	10	13 Sept.	330 a	100	-
Dawk Pa-yawm (ck.)	146	10	8 Sept.	218 b		100
CV (%)				19.6		

[1)] Means in column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ดำดาษ 20” เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2564

1. ลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง อายุวันออกดอก (50 เปอร์เซ็นต์) อยู่ระหว่างวันที่ 14 กันยายน - 4 ตุลาคม (ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม) เก็บเกี่ยวปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ทรงกอตั้ง ความสูงเฉลี่ย 155.0 เซนติเมตร ลำต้นแข็ง ปล้องสีม่วง ใบและกาบใบสีเขียว มีขนบนแผ่นใบ ความยาวใบ 56.0 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ใบธงยาว 41.5 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ความยาวรวง 30.6 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น การแตกระแง้ปานกลาง การติดเมล็ดดี (มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 193 เมล็ด เมล็ดร่วงง่ายมาก การนวดปานกลาง ระยะพักตัวของเมล็ด 2 สัปดาห์ (Fig. 1-6)

2. ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร

2.1 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรภายในสถานี ดำเนินการในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ของเกษตรกร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2561 เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 กับ ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น และดอกพะยอม พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ให้ผลผลิต 380 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าดอกพะยอม (218 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 74 โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น (330 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 1)

2.2 การเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรในนาราษฎร์

2.2.1 การปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ในนาราษฎร์ ดำเนินการในแปลงเกษตรกรที่ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2562 และ 2563 เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 กับข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น และดอกพะยอม พบว่า โดยเฉลี่ย 2 ปี ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 398 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น (365 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 9 แต่ใกล้เคียงกับพันธุ์ดอกพะยอม (396 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 2)

ส่วนลักษณะทางการเกษตร พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 มีความสูงเฉลี่ย 157 เซนติเมตร วันออกดอกอยู่ในช่วง 14 กันยายน - 4ตุลาคม จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 11 รวง (Table 3)

2.2.2 การปลูกในสภาพไร่แซมยางพาราปลูกใหม่ในนาราษฎร์ ดำเนินการในแปลงเกษตรกร ที่ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2562 และ 2563 เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 กับข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น และดอกพะยอม พบว่า โดยเฉลี่ย 2 ปี ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 407 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ดำดาษท้องถิ่น (387 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ดอกพะยอม (391 กิโลกรัมต่อไร่)

Table 2 Yields of Dam Das 20 compared with Dam Das (local) and Dawk Pa-yawm in on-farm yield trials grown under intercropping with oil palm trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2019 and 2020

Variety	Yield (kg/rai)[1)]			Index	
	2019	2020	Average	(%)	
Dam Das 20	344 a	451 a	398	109	101
Dam Das (local) (ck.)	313 b	416 b	365	100	-
Dawk Pa-yawm (ck.)	284 b	507 a	396		100
CV (%)	14.5	11.2			

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

Table 3 Agricultural characteristics of Dam Das 20 compared with Dam Das (local) and Dawk Pa-yawm in on-farm yield trials grown under intercropping with oil palm trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2019 and 2020

Variety	2019[1)]			2020[2)]			Average		
	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)
Dam Das 20	151	11	14 Sept.	163	10	4 Oct.	157	11	14 Sept.-4 Oct.
Dam Das (local) (ck.)	157	11	16 Sept.	167	10	7 Oct.	162	11	16 Sept.-7 Oct.
Dawk Pa-yawm (ck.)	149	11	10 Sept.	150	11	25 Sept.	150	11	10-25 Sept.

[1)] Planting date: 17 May 2019

[2)] Planting date: 4 June 2020

Table 4 Yields of Dam Das 20 compared with Dam Das (local) and Dawk Pa-yawm in on-farm yield trials grown under intercropping with rubber trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2019 and 2020

Variety	Yield (kg/rai)[1)]			Index	
	2019	2020	Average	(%)	
Dam Das 20	365 a	448 a	407	105	104
Dam Das (local) (ck.)	364 a	409 b	387	100	-
Dawk Pa-yawm (ck.)	335 b	446 a	391		100
CV (%)	12.0	16.8			

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

ร้อยละ 5 และ 4 ตามลำดับ (Table 4)

ส่วนลักษณะทางการเกษตร พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 มีความสูงเฉลี่ย 152 เซนติเมตร วันออกดอกอยู่ในช่วง 15-18 กันยายน จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 11 รวง (Table 5)

3. ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

3.1 ความต้านทานต่อโรคข้าว

3.1.1 โรคไหม้ระยะกล้า (leaf blast) ดำเนินการที่ที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง 2 ฤดูปลูก และศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช 3 ฤดูปลูก พบว่า ที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้ในฤดูนาปี 2561/2562 และอ่อนแอในฤดูนาปี 2562/2563 ส่วนที่ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ ในฤดูนาปี 2561/2562 ค่อนข้างอ่อนแอในฤดูนาปี 2562/2563 และค่อนข้างต้านทาน ในฤดูนาปี 2563/2564 (Table 6)

3.1.2 โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ปี พ.ศ. 2563 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง (Table 7)

3.2 ความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าว

3.2.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown plant-hopper) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ปี พ.ศ. 2564 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 อ่อนแอมากต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลประชากรแมลงจากจังหวัดสงขลา (Table 8)

4. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน

ดำเนินการในแปลงเกษตรกร บ้านวังไทร ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นดินชุดท่าแซะ ดินเป็นกรด ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่อัตรา 3 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่อัตรา 6 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ข้าวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้ดี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 407 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม ไม่มีรูปแบบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ชัดเจน (Table 9)

จากการที่พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนต่ำ จึงเหมาะสำหรับปลูกในระบบเกษตรกรรมยั่งยืน หรือเกษตรอินทรีย์ ซึ่งมีปัจจัยการผลิตต่ำ

5. คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คุณภาพการสี คุณภาพเมล็ดทางเคมี คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน และคุณค่าทางโภชนาการ

5.1 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ และคุณภาพการสี

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 เปลือกเมล็ดสีฟาง ก้นจุด ความยาวเมล็ดเฉลี่ย 10.47 มิลลิเมตร กว้าง 3.04 มิลลิเมตร หนา 2.05 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีดำ ความยาว

Table 5 Agricultural characteristics of Dam Das 20 compared with Dam Das (local) and Dawk Pa-yawm in on-farm yield trials grown under intercropping with rubber trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2019 and 2020

Variety	2019[1)]			2020[2)]			Average		
	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)	Height (cm)	No. of panicles/hill	Flowering date (50%)
Dam Das 20	138	11	18 Sept.	165	10	15 Sept.	152	11	15 - 18 Sept.
Dam Das (local) (ck.)	143	10	20 Sept.	165	9	17 Sept.	154	10	17 - 20 Sept.
Dawk Pa-yawm (ck.)	142	9	12 Sept.	153	10	8 Sept.	148	10	8 - 12 Sept.

[1)] Planting date: 24 May 2019

[2)] Planting date: 21 June 2020

Table 6 Reaction of Dam Das 20 to leaf blast disease by upland short row tests at Phattalung and Nakhon Si Thammarat Rice Research Centers in wet season 2018/2019, 2019/2020 and 2020/2021

Crop year	Variety	Reaction[1)]	
		PTL	NSR
WS 2018/2019	Dam Das 20	MS	MR
	Tetep (resist ck.)	R	R
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	R	R
	Khaw Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS
	Khao Tah Haeng 17 (suscept. ck.)	S	S
WS 2019/2020	Dam Das 20	S	MS
	Tetep (resist ck.)	R	R
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	R	R
	Khaw Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	HS	HS
	Khao Tah Haeng 17 (suscept. ck.)	HS	HS
WS 2020/2021	Dam Das 20	-	MR
	Tetep (resist ck.)	-	R
	Hahng Yi 71 (resist ck.)	-	R
	Khaw Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	-	HS
	Khao Tah Haeng 17 (suscept. ck.)	-	S

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)
HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,
MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible
Rice Research Centers : PTL = Phattalung, NSR = Nakhon Si Thammarat
WS = wet season, - = not conducted

Table 7 Reaction of Dam Das 20 to bacterial leaf blight by clipping method tests at Phattalung Rice Research Center in 2020

Variety	Reaction[1)]
Dam Das 20	MS
Nam Sa-gui 19 (resist ck.)	MR
RD23 (resist ck.)	MR
Taichung Native 1 (suscept. ck.)	HS
Khao Dawk Mali 105 (suscept. ck.)	S

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)
HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,
MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Table 8 Reaction of Dam Das 20 to brown planthopper, population from Songkhla province conducted in greenhouse at Phattalung Rice Research Center in 2020

Variety	Reaction[1)]
Dam Das 20	HS
Chai Nat 1 (resist. ck.)	MR
Taichung Native 1 (suscept. ck.)	HS

[1)] Scored by Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 2014)
HR = highly resistant, R = resistant, MR = moderately resistant,
MS = moderately susceptible, S = susceptible, HS = highly susceptible

Table 9 Average yields of Dam Das 20 at different rates of nitrogen application in Tha Sae soil series grown under intercropping with rubber trees at Thung Song, Nakhon Si Thammarat in 2020

Rate of fertilizer ($N-P_2O_5-K_2O$ kg/rai)	Yield (kg/rai)
0-6-4	270 b
3-6-4	334 ab
6-6-4	407 a
9-6-4	379 a
12-6-4	356 ab
CV (%)	13.7

[1)] Means in column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

เฉลี่ย 7.44 มิลลิเมตร กว้าง 2.44 มิลลิเมตร หนา 1.80 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว (Fig. 7) คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ร้อยละ 60.7 น้ำหนักข้าวเปลือก 28.4 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด หรือ 10.4 กิโลกรัมต่อถัง (Table 10)

5.2 คุณภาพเมล็ดทางเคมี และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 มีปริมาณโปรตีน 8.82 เปอร์เซ็นต์ ค่าการสลายเมล็ดในด่างต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ลักษณะข้าวสุกไม่มีกลิ่นหอม ผิวเมล็ดค่อนข้างมัน ค่อนข้างเหนียวและนุ่ม (Table 11, Fig. 8)

5.3. คุณค่าทางโภชนาการ การวิเคราะห์สารที่มีคุณค่าทางโภชนาการในข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 พบว่ามีสารกลุ่มวิตามินบี ได้แก่ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี 3 ปริมาณ 0.045 0.009 และ 0.340 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มีแคลเซียม 14.60 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ธาตุเหล็ก 0.79 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรวม (total antioxidant) 242.87 มิลลิกรัม TE ต่อ 100 กรัม anthocyanin พบสาร Kuromanin (cyanidin-3-glucoside) ปริมาณ 905.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ polyphenolic compound 294.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารที่พบ ได้แก่ catechin, tannic acid, rutin และ isoquercetin ปริมาณ 162.70, 49.81, 3.77 และ 10.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 12)

Table 10 Grain physical characteristics and milling quality of Dam Das 20 conducted at Pathum Thani Rice Research Center in 2021

Characteristic/quality	Dam Das 20
Seed color :	
Paddy rice	straw with brown spot
Brown rice	black
Seed size (mm)	
Paddy rice, length	10.47±0.34
width	3.04±0.11
thickness	2.05±0.06
Brown rice, length	7.44±0.24
width	2.44±0.09
thickness	1.80±0.05
length/width	3.05±0.13
shape	slender
Milled rice, length	6.99±0.22
width	2.30±0.09
thickness	1.71±0.05
Chalkiness	-
Paddy weight (g/1,000 seeds)	28.4
(kg/20 litres)	10.4
Milling quality (%)	
Whole kernel and head rice	60.7
Husk	25.0
Bran	7.6
Broken seed	6.7

Shape (length/width) : > 3.0 = slender, 2.1-3.0 = medium, 1.1-2.0 = bold, < 1.0 = round

Chalkiness : < 1.0 = small, 1.0-1.5 = medium, 1.6-2.0 moderately high, > 2.0 = high

Whole kernel and head rice (%) : < 31 = poor, 31-40 = medium, 41-50 = good, > 50 = very good

Fig. 7 Paddy rice (top), brown rice (middle) and milled rice (bottom) of Dam Das 20

Fig. 8 Cooked brown rice of Dam Das 20

Table 11 Grain chemical quality and cooking and eating quality of Dam Das 20 conducted at Pathum Thani Rice Research Center and Nakhon Si Thammarat Rice Research Center in 2021

Quality	Dam Das 20
Chemical quality	
Amylose content (%)	5.87±0.01
Protein content (%).	8.82±0.04
Alkali spreading (1.7% KOH)	7.0
Gelatinization temp	low
Quality of cooked rice	
Cooking (milled rice : water by weight)	1 : 1
Aroma	1.60
Glossiness	7.16
Cohesiveness	7.49
Softness	7.76

Amylose content (%) : < 20 = low, 20-25 = intermediate, > 25 = high

Alkali spreading (1.7% KOH) : 1-3 = high, 4-5 = intermediate, 6-7 = low

Aroma : 1 = none, 5 = intermediate, 9 = high

Glossiness : 1 = none, 5 = slightly shiny, 9 = very shiny

Cohesiveness : 1 = well separate, 5= slightly sticky, 9 = very sticky

Softness : 1 = hard, 5 = moderate, 7 = soft, 9 = very soft

Table 12 Nutritional value of Dam Das 20 analysed by the Cetral Laboratory (Thailand) Company Limited

Composition	Dam Das 20
Vitamin B	
- Vitamin B1 (mg/100g)	0.045
- Vitamin B2 (mg/100g)	0.009
- Vitamin B3 (Niacin) (mg/100g)	0.340
Calcium (Ca) (mg/100g)	14.60
Iron (Fe) (mg/100g)	0.79
Total Antioxidant (trolox) (mgTE/100g)	242.87
Anthocyanin	
- Kuromanin (Cyanidin-3-Glucoside) (mg/kg)	905.48
- Polyphenolic compound (mg/kg)	294.43
- Catechin(mg/kg)	162.70
- Tannic acid (mg/kg)	49.81
- Rutin (mg/kg)	3.77
- Isoquercetin (mg/kg)	10.34

6. การยอมรับของเกษตรกร

การประเมินการยอมรับข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ของเกษตรกร ต่อลักษณะทางการเกษตร ในปี พ.ศ. 2563 และคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน ปี พ.ศ. 2564 จากเกษตรกร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าเกษตรกรชอบลักษณะทางการเกษตรของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ร้อยละ 75 (15 คน จาก 20 คน) โดยให้เหตุผลว่า การเจริญเติบโตสม่ำเสมอทั้งแปลง ทรงกอตั้ง ต้นแข็ง การแตกกอดี รวงยาว รวงค่อนข้างแน่น การติดเมล็ดดี

ส่วนคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน พบว่าเกษตรกร ชอบข้าวหุงสุกของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ร้อยละ 90 (18 คน จาก 20 คน) โดยให้เหตุผลว่า ข้าวหุงสุกมีสีดำ ไม่มีกลิ่นหอม ผิวค่อนข้างมัน ค่อนข้างเหนียว เนื้อสัมผัสมีความนุ่ม

สรุปผลการทดลอง

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวพื้นเมือง “ดำดาษ” ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งปลูกอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช นำมาคัดเลือกแบบหมู่ ในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ และปลูกคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์แบบรวงต่อแถว คัดเลือกแถวที่ 20 ได้สายพันธุ์ NSRC14012-20 ซึ่งมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามหลักการปรับปรุงพันธุ์ และได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่าพันธุ์ “ดำดาษ 20”

ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ออกดอกช่วงวันที่ 14 กันยายน - 4 ตุลาคม (ปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดข้าวแห้งเป็นหลุม) เก็บเกี่ยวปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ทรงกอตั้ง ความสูง 155.0 เซนติเมตร ลำต้นแข็ง ใบและกาบสีเขียว ความยาวใบ 56.0 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ใบธงยาว 41.5 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ความยาวรวง 30.6 เซนติเมตร รวงค่อนข้างแน่น การแตกระแง้ปานกลาง การติดเมล็ดดี จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 193 เมล็ด การปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมันปลูกใหม่ และการปลูกในสภาพไร่แซมยางพาราปลูกใหม่ในแปลงเกษตรกร ข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 398 และ 407 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ข้าวเปลือกของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 มีสีฟางก้นจุด ความยาวเมล็ด 10.47 มิลลิเมตร กว้าง 3.04 มิลลิเมตร หนา 2.05 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีดำ ความยาวเฉลี่ย 7.44 มิลลิเมตร กว้าง 2.44 มิลลิเมตร หนา 1.80 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ร้อยละ 60.7 น้ำหนักข้าวเปลือก 28.4 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด ปริมาณโปรตีนในเมล็ด 8.82 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวหุงสุกไม่มีกลิ่นหอม ค่อนข้างเหนียวนุ่ม คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีสารแอนโทไซยานินสูงถึง 905.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ลักษณะเด่นของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ 20 คือ ให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในสภาพไร่แซมยางพารา (407 กิโลกรัมต่อไร่) คุณภาพการสีดีมาก เยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นอาหารว่าง และแปรรูปเป็นขนมในงานประเพณีต่างๆ

ข้าวพันธุ์นี้เหมาะสำหรับปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมัน และยางพาราปลูกใหม่ แนะนำให้ปลูกในสภาพไร่แซมปาล์มน้ำมัน และยางพาราปลูกใหม่ อายุ 1-3 ปี ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดใกล้เคียง ข้อควรระวัง คือ ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้ระยะกล้า และโรคขอบใบแห้ง และอ่อนแอมากต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการวิจัยและพัฒนา กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคใต้ คณะกรรมการกลั่นกรองข้อมูลพันธุ์ข้าว และคณะกรรมการพิจารณารับรองพันธุ์ กรมการข้าว ที่ให้คำแนะนำในการพิจารณาข้อมูลรับรองพันธุ์ ขอขอบคุณ นายอังศุธรย์ วสุสัณห์ (อดีตข้าราชการกรมการข้าว) ที่ให้ข้อมูลสารอาหารทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองคล้าสามัคคี ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่อนุเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ ของข้าวเหนียวพันธุ์ดำดาษ และอำนวยความสะดวกในการเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2555. ข้าวลืมผัว...มรดกของแผ่นดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2557. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาค

ใต้ และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. สืบค้นจาก: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/south/te.htm. (8 มีนาคม 2564)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. แผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุกออนไลน์ (Agri-Map Online). สืบค้นจาก: URL: http//agri-map-online.moac.go.th (8 มีนาคม 2564)

การยางแห่งประเทศไทย. 2560 สรุปผลการอนุมัติแยกยางพารา ไม้ยืนต้น ปาล์มน้ำมัน และเกษตรผสมผสาน. จังหวัดนครศรีธรรมราช. สืบค้นจาก: http://app5120.orraf.co.th:7778/discoverer. (21 กรกฎาคม 2560)

Heinrichs, E.A., F.G. Medrano and H.R. Rupasas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Los Banõs, Manila, Philippines. 352 p.

IRRI. 2014. Standard Evalulation System for Rice (SES). International Rice Research Institute, Los Baños, Philipines. 57 p.

Ishiyama, S. 1922. Studies of bacterial leaf blight of rice. Rep. Imp. Agric. Stn. Kanosu. 45: 233-261.

Swings, J., M.V.D. Mooter, L. Vauterin, B. Hoste, M. Gillis, T.W. Mew and K. Kersters. 1990. Reclassification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40(3): 309-311.

การสูญเสียคุณภาพและความหอมของข้าวหอมมะลิในห่วงโซ่การผลิต

Losses in Qualities and Aromatic Contents of Hom Mali Rice in Production Chain

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์[1] สุนันทา วงศ์ปิยชน[2] กฤษณา สุดทะสาร[3] รานี เมตตาจิตร[3]
ศิริลักษณ์ ใจบุญทา[4] ปราณี มณีนิล[2] วัชรี สุขวิวัฒน์[2]
Anchalee Prasertsak[1] Sunantha Wongpiyachon[2] Grissana Sudtasarn[3] Ranee Mettajit[3]
Siriluk Jaiboonta[4] Pranee Maneenil[2] Watcharee Sukviwat[2]

Abstract

As a result of a feedback reflecting from the entrepreneurs and consumers about a reduction in the aroma of Thai Hom Mali rice, this study, thus, monitored and evaluated the losses in quality and aroma throughout the production chain of Thai Hom Mali rice via 25 production routes from Ubon Ratchathani, Roi Et, Amnat Charoen, Chiang Rai and Phayao. The experiments were conducted during 2017-2018 with collecting the rice samples in all production step begining from harvesting, drying process operated by mills, transforming with milling and polishing processes, processing process, and packaging. The physical and chemical qualities of rice grains were analyzed. The results showed that the amount of an aromatic 2AP dividing by types of rice including the good quality Hom Mali, the general Hom Mali, the organic Hom Mali for export, and the general organic jasmine rice ranged from 3.34-4.76, 2.54-5.05, 2.51-5.27 and 3.44-4.18 ppm, respectively. The levels of physical and chemical qualities of RD15 and KDML105 samples in all routes of production chain were in the standard criteria of Thai Hom Mali rice which consisted as follows: the grain length is not less than 7 mm, the ratio of length to width are not less than 3.2:1, the amylose contents range from 13.0-18.0%, the alkali test values are between 6 to 7. Whilst, the the aroma of the good quality Hom Mali, the general Hom Mali, the organic Hom Mali for export, and the general organic jasmine rice decreased by average of 37.0, 55.8, 39.4 and 42.5%, respectively. Decreases in 2AP contents of rice grains were found in all steps of production chain with high reduction after drying process (17-28%), whereas a decrease in 2AP contents of rice grains from the milling process ranged from 15-24%. Moreover, pile of the rice grains with different rice qualities, temperature for moisture reduction and transforming process also contribute for the reduction in aroma of rice. Therefore, reduction the moisture content in the grains of organic rice by using sun drying method and milling as the requirements of the cutomers which were commonly used by the farmers minimized the loss of aroma in rice because of fewer steps than those of the process operated by mills.

Keywords: rice, Hom Mali rice, aroma 2AP quality, loss, production chain

---

[1] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2561-4628
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2561-4628

[2] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688-9
Pathum Thani Rice Research Center, Thanya Buri, Pathum Thani, 12110 Tel. 0-2577-1688-9

[3] ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4534-4103-4
Ubon Ratchathani Rice Research Center, Mueang, Ubon Ratchathani 34000 Tel. 0-4534-4103-4

[4] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย อ.พาน จ.เชียงราย 57120 โทรศัพท์ 0-5372-1578
Chiang Rai Rice Research Center, Phan, Chiang Rai 57120 Tel. 0-5372-1578

บทคัดย่อ

ปัญหาเสียงสะท้อนจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคว่า ความหอมของข้าวหอมมะลิลดลง จึงได้วิจัยเพื่อติดตามและประเมินการสูญเสียคุณภาพและความหอมทุกขั้นตอนการผลิตข้าวหอมมะลิ จากแปลงนาเกษตรกรจนถึงการแปรสภาพเป็นข้าวสาร จำนวน 25 เส้นทาง ของจังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด อำนาจเจริญ เชียงราย และพะเยา ดำเนินการในปี พ.ศ. 2560-2561 โดยเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวหอมมะลิในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การลดความชื้น ของโรงสี การแปรสภาพโดยการกะเทาะ ขัดขาว ขัดมัน การปรับปรุงสภาพ และการบรรจุถุงจำหน่าย และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP พบปริมาณสารหอมในตัวอย่างข้าวแยกตามประเภทข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวอินทรีย์ส่งออก และข้าวอินทรีย์ทั่วไป อยู่ในช่วง 3.34-4.76 2.54-5.05 2.51-5.27 และ 3.44-4.18 ppm ตามลำดับ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างข้าวพันธุ์ กข15 และขาวดอกมะลิ 105 ในทุกเส้นทางการผลิต อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย คือ ความยาวเมล็ดไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดไม่ต่ำกว่า 3.2:1 ปริมาณอมิโลสร้อยละ 13.0-18.0 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่างอยู่ในระดับ 6-7 ส่วนปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวอินทรีย์ส่งออก และข้าวอินทรีย์ทั่วไป พบว่า ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 37.0 55.8 39.4 และ 42.5 ตามลำดับ โดยสารหอม 2AP ในข้าวลดลงในทุกขั้นตอนการผลิต และลดลงมาก (ร้อยละ 17-28) เมื่อผ่านการอบลดความชื้น สำหรับการแปรสภาพทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ลดลง ร้อยละ 15-24 นอกจากนี้ การกองรวมของข้าวคุณภาพต่างกัน อุณหภูมิในการลดความชื้น และการแปรสภาพ มีส่วนทำให้ความหอมในข้าวลดลง ในข้าวอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรลดความชื้นโดยการตากแดด และแปรสภาพตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีขั้นตอนน้อยกว่าโรงสี จึงมีการสูญเสียสารหอมน้อยกว่า

คำสำคัญ: ข้าว ข้าวหอมมะลิ ความหอม 2AP คุณภาพ ความสูญเสีย ห่วงโซ่การผลิต

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีประมาณ 60 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15) ประมาณ 23.5 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.2 ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฤดูนาปี ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่นาน้ำฝน โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน เป็นผลผลิตข้าวหอมมะลิ 7.46 ล้านตันข้าวเปลือก คิดเป็นร้อยละ 29.63 ของผลผลิตข้าวทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยส่งออกข้าวรวมทั้งสิ้น ประมาณ 11.23 ล้านตัน มูลค่า 182,082 ล้านบาท เป็นข้าวหอมมะลิ 1.66 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 45,188 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 24.82 (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2562)

ข้าวหอมมะลิไทย (Thai Hom Mali Rice) หมายถึง ข้าวกล้อง และข้าวขาวที่แปรรูปมาจากข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ข้าวหอมที่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งผลิตในประเทศไทยในฤดูนาปี โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศรับรองว่าเป็นพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 ซึ่งมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นข้าวใหม่หรือข้าวเก่า เมื่อหุงเป็นข้าวสวยแล้ว เมล็ดข้าวสวยจะอ่อนนุ่ม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560)

สินค้ามาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย ต้องมีข้าวหอมมะลิไทยไม่น้อยกว่าร้อยละ 92.0 โดยปริมาณ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14.0 ลักษณะโดยทั่วไปเป็นข้าวเมล็ดยาว ขนาดเมล็ดมีความยาวเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความกว้างเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 3.2:1 มีปริมาณอมิโลสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 13.0 และไม่เกินร้อยละ 18.0 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14.0 มีค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่างระดับ 6-7 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560)

ความหอมของข้าวหอมมะลิไทยเป็นคุณสมบัติเด่นที่สำคัญที่ทำให้สินค้าข้าวหอมมะลิไทยมีชื่อเสียงและราคาสูงกว่าประเทศคู่แข่ง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีเสียงสะท้อนจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับความหอมและคุณภาพของข้าวหอมมะลิ ที่คุณภาพไม่เหมือนข้าวหอมมะลิดั้งเดิม คือ มีความหอมลดลง สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหอมของข้าวหอม

มะลิ รณชัย และคณะ (2559) พบว่า การขาดน้ำหลังออกดอก 7 วัน มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวสูงสุด ทั้งในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก ในสภาพดินร่วนปนทรายทำให้การขาดน้ำเกิดขึ้นเร็วกว่าดินเหนียว จะพบปริมาณสารหอม 2AP สูงกว่าปกติ นอกจากนี้ ยังพบว่าการเก็บเกี่ยวที่ 35 วันหลังออกดอก และลดความชื้นโดยการตากแดดส่งผลให้ปริมาณสารหอม 2AP สูงสุด

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการสูญเสียคุณภาพและความหอมของข้าวหอมมะลิในห่วงโซ่การผลิตมีความจำเป็นเร่งด่วน เพื่อให้ได้ข้อมูลขั้นตอนวิกฤติที่เป็นสาเหตุหลักทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพและความหอมของข้าวหอมมะลิ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการและแก้ปัญหาการผลิตข้าวหอมมะลิให้มีคุณภาพดีได้มาตรฐาน และมีความหอมเป็นที่ยอมรับต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้ คือ

1. เพื่อสำรวจ ติดตาม และประเมินคุณภาพและการสูญเสียความหอมของข้าวหอมมะลิในทุกขั้นตอนการผลิต
2. เพื่อศึกษาการสูญเสียคุณภาพและความหอมในการผลิตข้าวหอมมะลิในระดับอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การติดตามและประเมินคุณภาพ และการสูญเสียความหอมของข้าวหอมมะลิในทุกขั้นตอนการผลิต

1.1 การติดตามและเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวหอมมะลิในทุกขั้นตอนการผลิต จำนวน 25 เส้นทาง ดำเนินการในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 13 เส้นทาง และปี พ.ศ. 2561 จำนวน 12 เส้นทาง ตั้งแต่เก็บเกี่ยวจากแปลงเกษตรกร ขนย้ายสู่กระบวนการลดความชื้นของโรงสี กระบวนการแปรสภาพในขั้นตอนกะเทาะ ขัดขาว ขัดมัน ปรับปรุงสภาพและการเก็บรักษา จนถึงบรรจุถุงพร้อมจำหน่าย แบ่งเป็นเส้นทางการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี 8 เส้นทาง ข้าวหอมมะลิทั่วไป 6 เส้นทาง ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ส่งออก 6 เส้นทาง และข้าวหอมมะลิอินทรีย์ทั่วไป 5 เส้นทาง พื้นที่ดำเนินการ ได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี ร้อยเอ็ด อำนาจเจริญ เชียงราย และพะเยา โดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และสิ้นสุดเดือนพฤศจิกายน-กันยายน ขึ้นอยู่กับแต่ละเส้นทาง

1.2 ตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐานข้าวหอมมะลิ ได้แก่ ปริมาณอมิโลส ค่าการสลายเมล็ดในด่าง ตรวจสอบข้าวปนโดยวิธีต้มและย้อมสี ตรวจสอบความหอมโดยวิธีดมกลิ่น และวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย 2AP ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

2. การสูญเสียคุณภาพและความหอมในการผลิตข้าวหอมมะลิในระดับอุตสาหกรรม

2.1 คุณภาพและความหอมในกระบวนการลดความชื้นของโรงสี

(1) เก็บตัวอย่างข้าวเปลือกหอมมะลิจากโรงสีขนาดใหญ่และขนาดกลาง จำนวน 8 โรง (8 การทดลอง) ในเขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ อุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และเชียงราย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งก่อนและหลังลดความชื้น วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 10 ซ้ำ (กอง กองละ 10 จุด) มี 2 กรรมวิธี คือ ก่อนและหลังลดความชื้น พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์)

(2) นำตัวอย่างข้าวเปลือกก่อนลดความชื้นไปลดความชื้นโดยวิธีตากแดด จนความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการเป่าลมอัตราเร็ว 40 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีต่อปริมาตรข้าวเปลือก 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

(3) นำตัวอย่างข้าวที่สุ่มเก็บมาจากทั้ง 2 กรรมวิธี ไปวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและทางเคมี ประเมินความหอมด้วยวิธีดมกลิ่น และวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

2.2 คุณภาพและความหอมในระหว่างการแปรสภาพในระดับอุตสาหกรรม

(1) สุ่มตัวอย่างข้าวก่อนและหลังการแปรสภาพเป็นข้าวขัดขาว และ/หรือข้าวขัดมันจากโรงสีและผู้ประกอบการระดับอุตสาหกรรม จำนวนอย่างละ 10 โรง (ขัดขาว 10 โรง และขัดมัน 10 โรง) พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) ระหว่างขั้นตอนการแปรสภาพข้าว

2) นำตัวอย่างข้าวที่สุ่มเก็บมาวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและทางเคมี ประเมินระดับความหอมด้วยวิธีดมกลิ่น และวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสูญเสียคุณภาพ และความหอมของข้าวหอมมะลิในทุกขั้นตอนการผลิต

การสำรวจติดตามคุณภาพและความหอมในเส้นทางการผลิตข้าวหอมมะลิจากแปลงนาเกษตรกรจนถึงการแปรสภาพเป็นข้าวสารพร้อมจำหน่าย ในปี พ.ศ. 2560-2561 จำนวน 25 เส้นทาง พบว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างข้าวพันธุ์ กข15 และขาวดอกมะลิ 105 ในทุกเส้นทาง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย คือ ความยาวเมล็ดไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดไม่ต่ำกว่า 3.2:1 มีปริมาณอมิโลสร้อยละ 13.0-18.0 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่างอยู่ในระดับ 6-7 ส่วนปริมาณสารหอม 2AP ในตัวอย่างข้าวแตกต่างกันตามกระบวนการผลิต แยกตามประเภทข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวอินทรีย์ส่งออก และข้าวอินทรีย์ทั่วไป (Fig. 1-5) พบว่า ปริมาณความหอมอยู่ในช่วง 3.34-4.76 2.54-5.05 2.51-5.27 และ 3.44-4.18 ppm ตามลำดับ (Fig. 1-4) โดยปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวหอมมะลิจากแปลงนาเกษตรกรจนถึงการแปรสภาพเป็นข้าวสารของข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ส่งออก และข้าวหอมมะลิอินทรีย์ทั่วไป ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 37.0 55.8 39.4 และ 42.5 ตามลำดับ (Fig. 5-8)

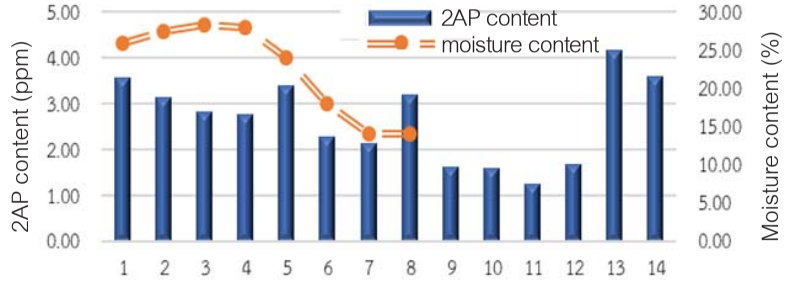
อย่างไรก็ตาม พบว่า สารหอม 2AP ในข้าวลดลงในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ข้าวเปลือกออกจากแปลงนา การขนย้ายจากแปลงนาถึงโรงสี สูญเสียสารหอมร้อยละ 5-12 โดยการกองรวมของข้าวเปลือกที่ท่าข้าว/โรงสี สูญเสียสารหอมร้อยละ 3-5 และสารหอมจะลดลงมากถึง ร้อยละ 22-28 เมื่อผ่านกระบวนการอบลดความชื้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการรวมข้าวเปลือกจากแหล่งอื่นซึ่งมีความชื้นต่างกัน และคุณภาพของข้าวที่แตกต่างกันก่อนเข้าสู่กระบวนการอบ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากลมร้อนในการอบ สำหรับการแปรสภาพมีผลทำให้ปริมาณสารหอมลดลง ร้อยละ 15-24 (Fig. 5 และ 6) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขัดสี ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และการรวมกันของข้าวเปลือกซึ่งมีคุณภาพต่างกันก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการสูญเสียคุณภาพและความหอมในกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกของโรงสีและระหว่างการแปรสภาพในระดับอุตสาหกรรม

ส่วนการสูญเสียสารหอม 2AP ที่พบน้อยที่สุด คือ เส้นทางข้าวคุณภาพดี ที่เริ่มจากการรวมข้าวคุณภาพดีจากเกษตรกร 10 ราย (ผลผลิตรวมประมาณ 33 ตัน) โดยสารหอมตลอดเส้นทางลดลงร้อยละ 23 เริ่มจากการรวมกองที่ท่าข้าว สูญเสียสารหอมเพียงร้อยละ 4 ส่วนกระบวนการลดความชื้น มีผลทำให้สูญเสียสารหอมถึงร้อยละ 33 การแปรสภาพ และปรับปรุงสภาพ สูญเสียสารหอมร้อยละ 4 และ 2 ตามลำดับ (Fig. 1B) แสดงว่า การผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี โดยมีการรวมกองข้าวที่ดีและมีการควบคุมการจัดการข้าวคุณภาพดี จะช่วยลดการสูญเสียสารหอม และสามารถรักษาความหอมของข้าวได้

สำหรับข้าวอินทรีย์ส่งออกและอินทรีย์ทั่วไปส่วนใหญ่ หลังจากเก็บเกี่ยวเกษตรกรจะลดความชื้นโดยการตากแดด พบว่า สารหอมสูญเสียประมาณร้อยละ 24-29 (Fig. 7-8) และเมื่อเก็บรักษาเพื่อรอการแปรสภาพตามความต้องการของลูกค้า สารหอมจะสูญเสียประมาณร้อยละ 10 ส่วนการแปรสภาพซึ่งมักเป็นโรงสีชุมชน ไม่มีการขัดสีหลายขั้นตอน สูญเสียสารหอมเพียงประมาณร้อยละ 6 (Fig. 7-8) อย่างไรก็ตาม การผลิตข้าวอินทรีย์ซึ่งมีขั้นตอนน้อยกว่าเส้นทางสู่โรงสีปกติ จึงมีการสูญเสียสารหอมน้อยกว่า

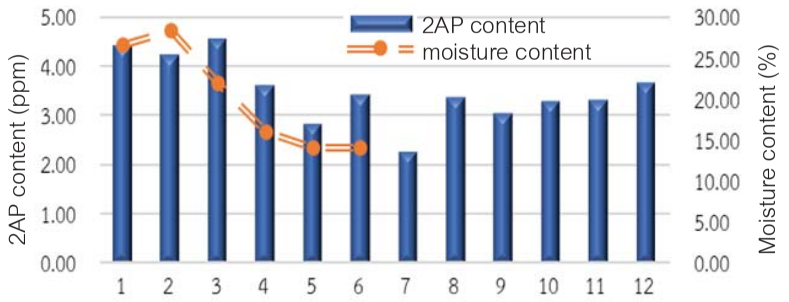
2. การสูญเสียคุณภาพและความหอมในการผลิตข้าวหอมมะลิในระดับอุตสาหกรรม

2.1 คุณภาพและความหอมในกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกของโรงสี การสูญเสียคุณภาพและความหอมในกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกของโรงสี พบว่า การลดความชื้นข้าวเปลือกสด มักใช้วิธีการอบด้วยลมร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียสารหอม 2AP ร้อยละ 17-20 ซึ่งแต่ละโรงสี อุณหภูมิ และสารหอม ก่อนและหลังอบลดความชื้นของข้าวพันธุ์กข15 และขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างกัน (Fig. 9) พบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ลดลงหลังผ่านการอบลดความชื้นในทุกโรงสี ร้อยละ 5-63 โดยมี 2 โรงสีที่ปริมาณสารหอมลดลงมากกว่าร้อยละ 40 ซึ่งเป็นกรณีศึกษาต่อไป สำหรับอุณหภูมิเมล็ดหลังลดความชื้น พบว่า อยู่ในช่วง 27.2-39.2 องศาเซลเซียส (Fig. 9)



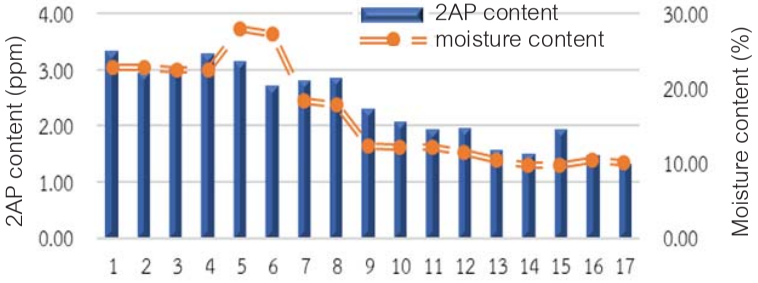
1. harvested fields
2. paddy market
3. transporting (truck)
4. before drying
5. 1st drying (tank 1-4)
6. 1st drying (tank 5-10)
7. 2nd drying (tank 1-10)
8. before milling
9. milling (brown rice)
10. milling (after milling)
11. milling (after polishing)
12. sorting (milled rice)
13. before refining
14. after refining/packaging

(a) RD15 (Ubon Ratchathani)



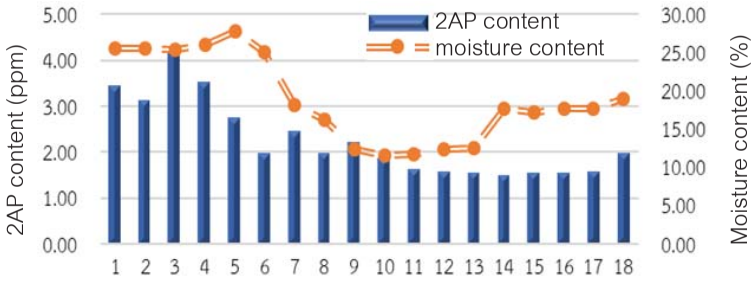
1. paddy market
2. before drying
3. 1st drying (tank 1-4)
4. 1st drying (tank 5-10)
5. 2nd drying step (tank 1-7)/ waiting for milling
6. before milling (paddy)
7. milling (brown rice)
8. milling (milled rice)
9. polishing (milled rice)
10. sorting (milled rice)
11. before refining
12. after refining

(b) KDML105 (Roi Et)



1. harvested fields
2. transporting (truck)
3. paddy market collecting
4. paddy rice bulk at miller
5. transporting to drying
6. before 1st drying (paddy rice bulk)
7. 1st drying (bulk)
8. before 2nd drying
9. 2nd drying (bulk)
10. waiting for milling (bulk)
11. waiting for milling
12. waiting for milling in jute bag (1 month)
13. waiting for milling (2 months)
14. waiting for milling (3 months)
15. waiting for milling (4 months)
16. waiting for milling (7 months)
17. waiting for milling (9 months)

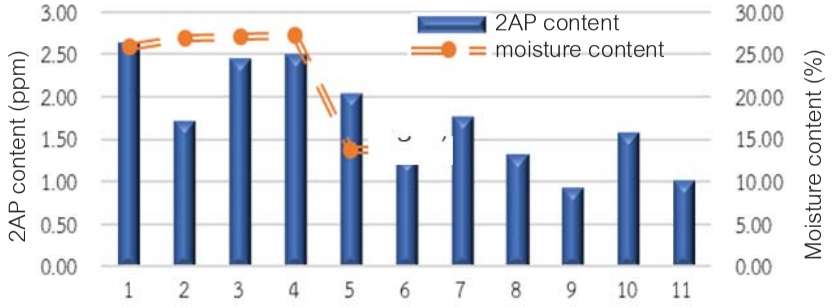
(c) RD15 (GAP, Chiang Rai)



1. harvested fields
2. transporting to paddy market
3. paddy rice bulk at paddy market
4. transporting to miller (bulk)
5. paddy rice bulk
6. before drying (bulk)
7. after 1st drying (bulk)
8. before 2nd drying (bulk)
9. after 2nd drying (bulk)
10. before storage in silo
11. storage in silo (1 month)
12. storage in silo (2 months)
13. before milling
14. milling (brown rice)
15. 1st milling
16. 2nd milling
17. polishing
18. before packaging

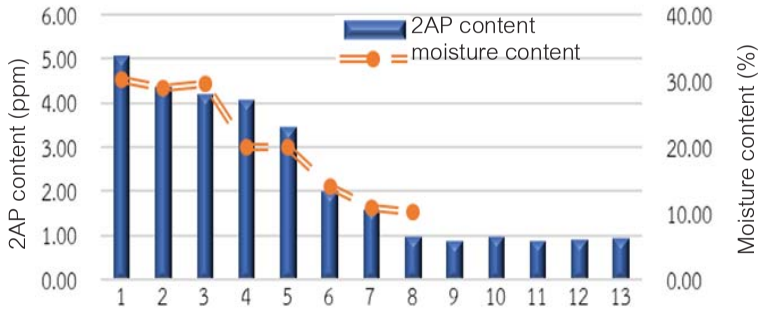
(d) KDML105 (GAP, Chiang Rai)

Fig. 1 Contents of 2AP and moisture contents of paddy samples collected from 4 good quality Hom Mali rice production routes in 2018



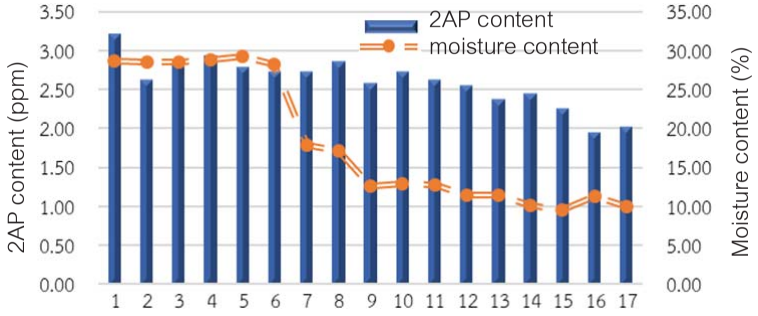
1. harvested fields
2. paddy market
3. transporting to miller
4. before drying s
5. drying
6. before milling
7. milling (milled)
8. milling (polished)
9. milling (sorting)
10. before refining
11. after refining/packaging

(a) RD15 (Ubon Ratchathani)



1. harvested fields
2. at miller
3. before drying (bulk)
4. 1st drying step in cold silo (8 ovens)
5. 1st drying in cold silo (6 ovens)
6. 2nd drying (paddy rice)
7. storage paddy rice (6 months)
8. before milling rice) (paddy rice)
9. milling (brown rice)
10. milling (milled)
11. milling (polished for 2 times)
12. milling by sorting
13. after refining (packaging)

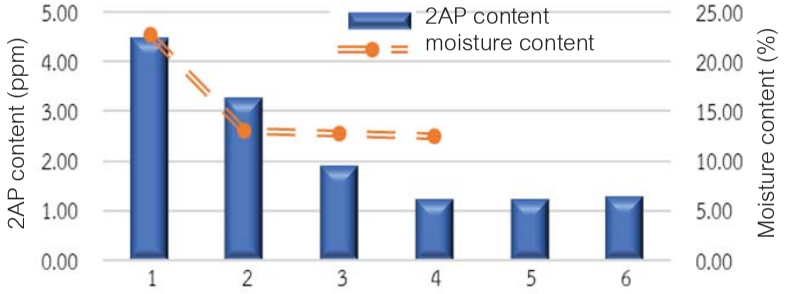
(b) KDML105 (Roi Et)



1. harvested fields
2. transporting by truck
3. at miller
4. paddy rice bulk at storage
5. before transporting to drying
6. before 1st drying (bulk)
7. 1st drying step (bulk)
8. before 2nd drying (bulk)
9. 2nd drying step (bulk)
10. before packaging/waiting for milling
11. waiting for milling
12. after packaging (1 month)
13. after packaging (2 months)
14. after packaging (3 months)
15. after packaging (4 months)
16. after packaging (7 months)
17. after packaging (9 months)

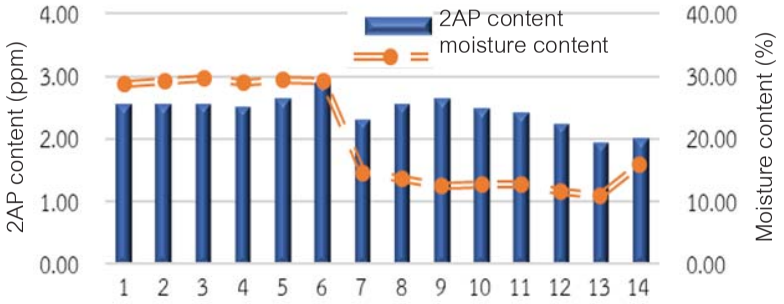
(c) RD15 (GAP, Chiang Rai)

Fig. 2 Contents of 2AP and moisture contents of paddy samples collected from 3 general Hom Mali rice production routes in 2018



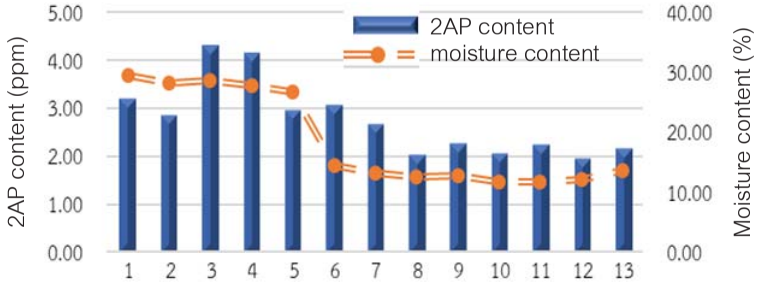
1. harvested fields
2. transporting
3. storage for 6 months (big bag)
4. before milling (paddy rice)
5. after milling (milled rice)
6. refining

(a) KDML105 (Amnat Charoen)



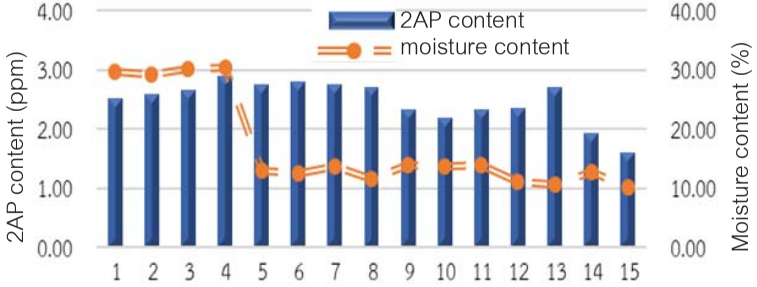
1. harvested fields
2. paddy market (before bulk)
3. paddy market (at bulk)
4. paddy market (before transporting)
5. bulk at miller
6. before drying (bulk)
7. after drying (bulk)
8. waiting for milling (1 month)
9. waiting for milling (2 months)
10. waiting for milling (3 months)
11. waiting for milling (4 months)
12. waiting for milling (5 months)
13. before milling
14. milling (brown rice)

(b) RD15 (Chiang Rai)



1. harvested fields
2. transporting to paddy market
3. before bulking
4. bulking at paddy market
5. transporting to miller
6. drying (bulk after drying)
7. waiting for milling (1 month)
8. waiting for milling (2 months)
9. waiting for milling (3 months)
10. waiting for milling (4 months)
11. waiting for milling (5 months)
12. before milling (bulk)
13. milling (brown rice)

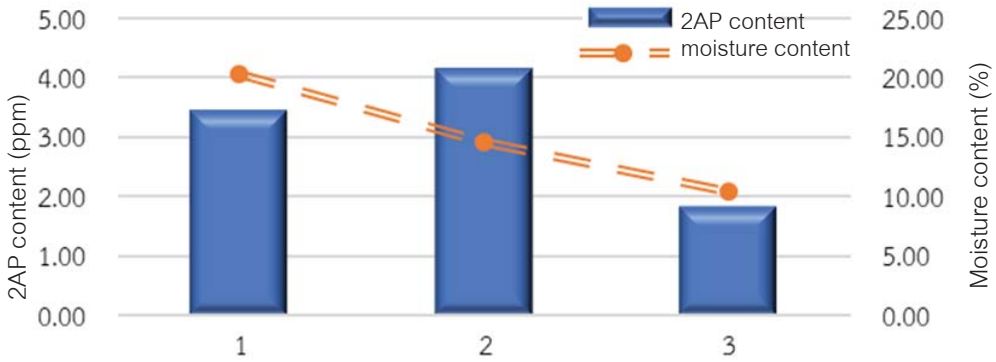
(c) KDML105 (Chiang Rai)



1. harvested fields
2. before transporting
3. transport to resting floor
4. before sun drying
5. sun drying
6. after sun drying
7. storage in jute bag
8. storage before milling
9. waiting for milling (1 month)
10. waiting for milling (2 months)
11. waiting for milling (3 months)
12. waiting for milling (4 months)
13. waiting for milling (5 months)
14. waiting for milling (8 months)
15. waiting for milling (10 months)

(d) RD15 (Chiang Rai)

Fig. 3 Contents of 2AP and moisture contents of paddy samples collected from 4 organic Hom Mali rice production for export in 2018



1. harvested at farmer fields 2. after drying before transporting to the storage
3. storage (big bag)

Fig. 4 Contents of 2AP and moisture contents of paddy samples (KDML105, Chiang Rai) collected from 1 general organic Hom Mali rice production route in 2018

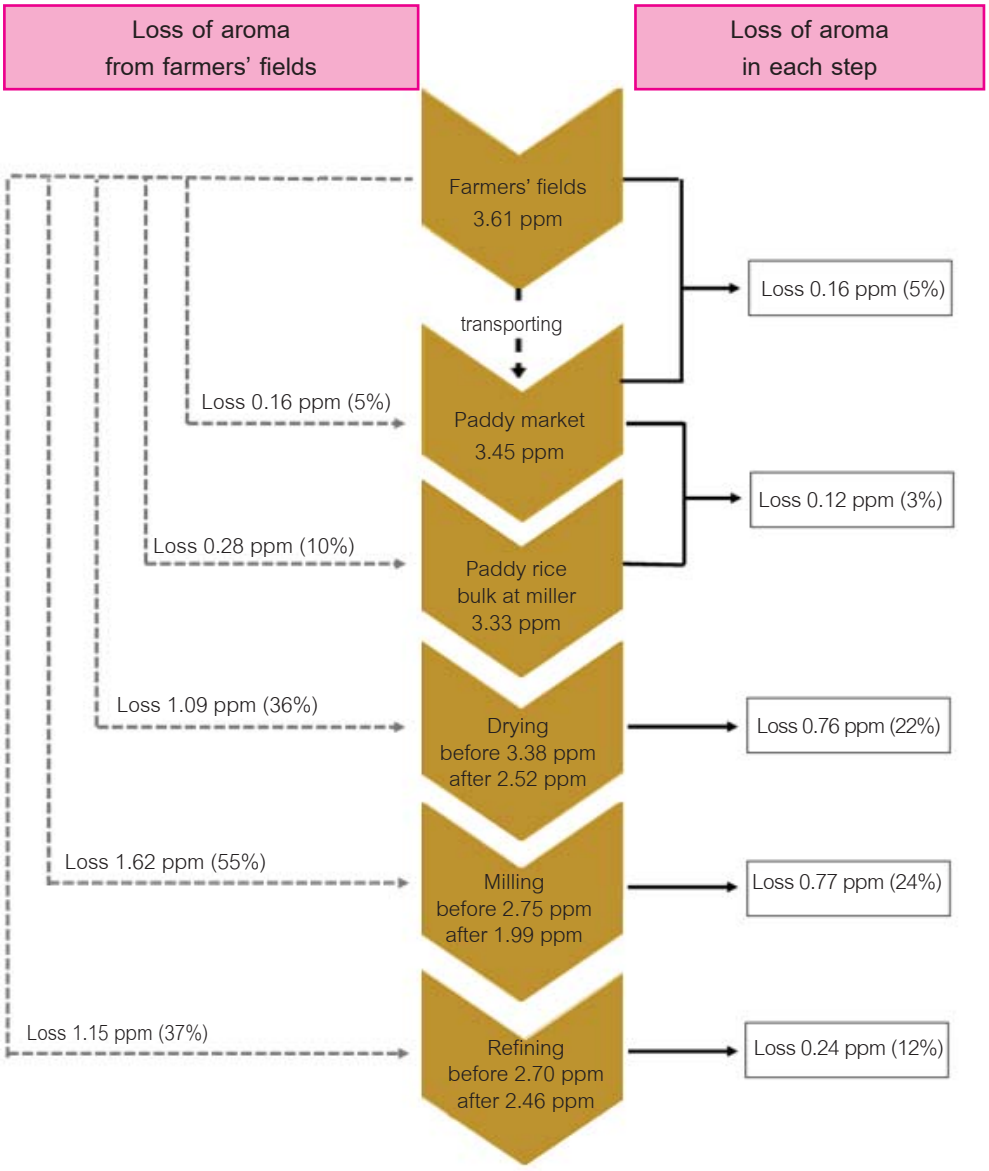


Fig. 5 Loss of 2AP content in good quality Hom Mali rice production route, investigated during 2017-2018

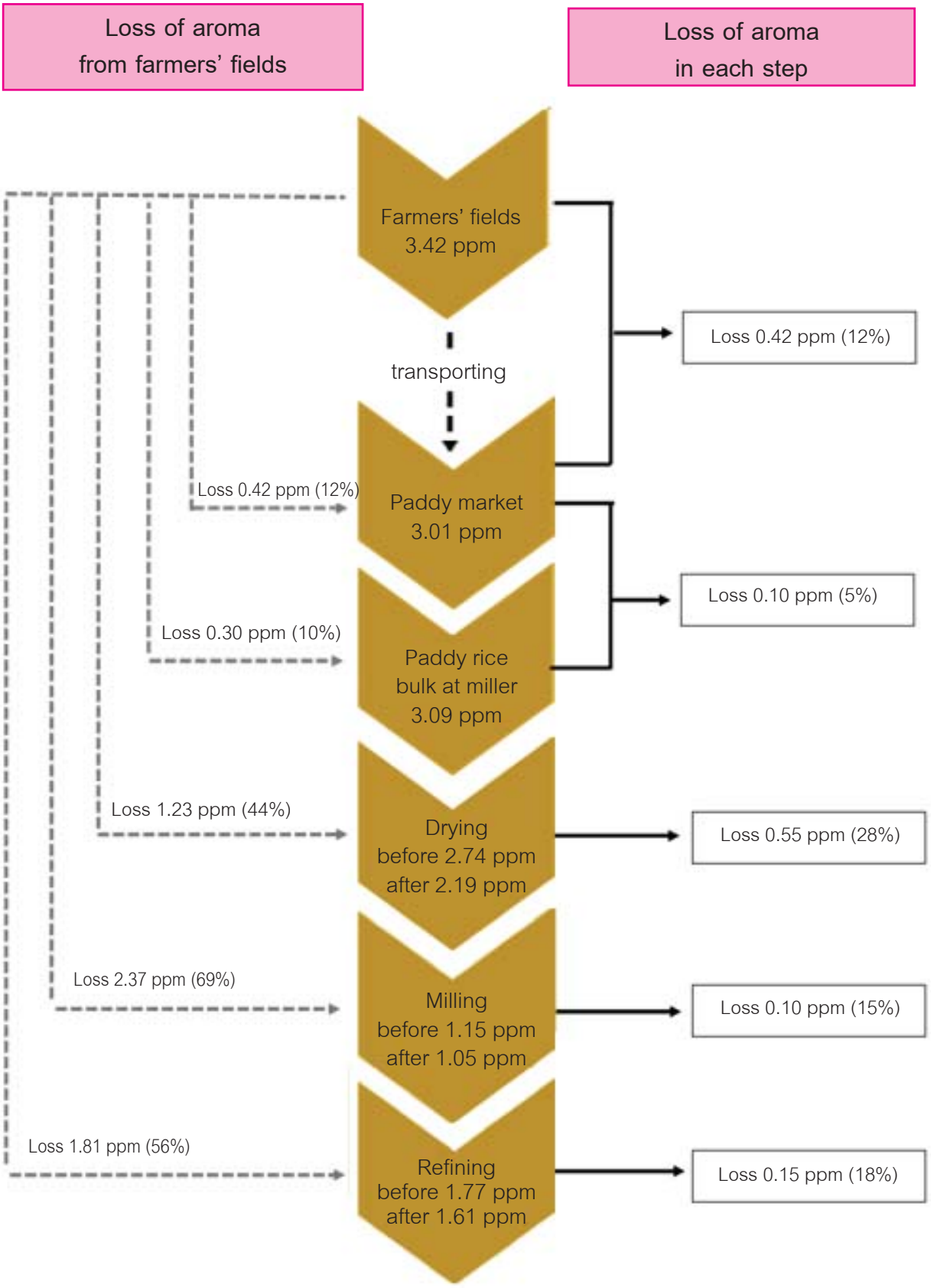


Fig. 6 Loss of 2AP content in general Hom Mali rice production route, investigated during 2017-2018

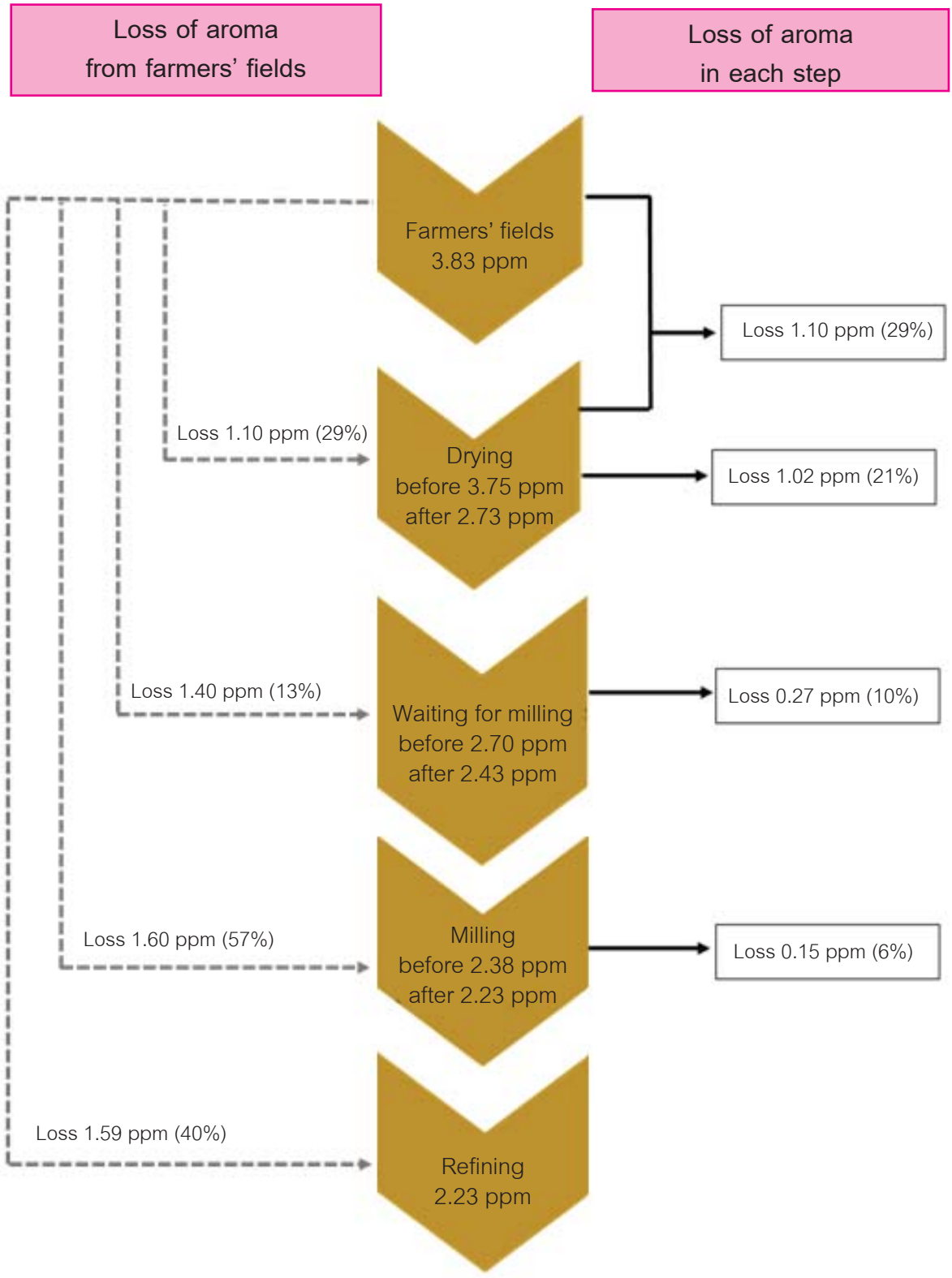


Fig. 7 Loss of 2AP content in organic Hom Mali rice production for export route, investigated during 2017-2018

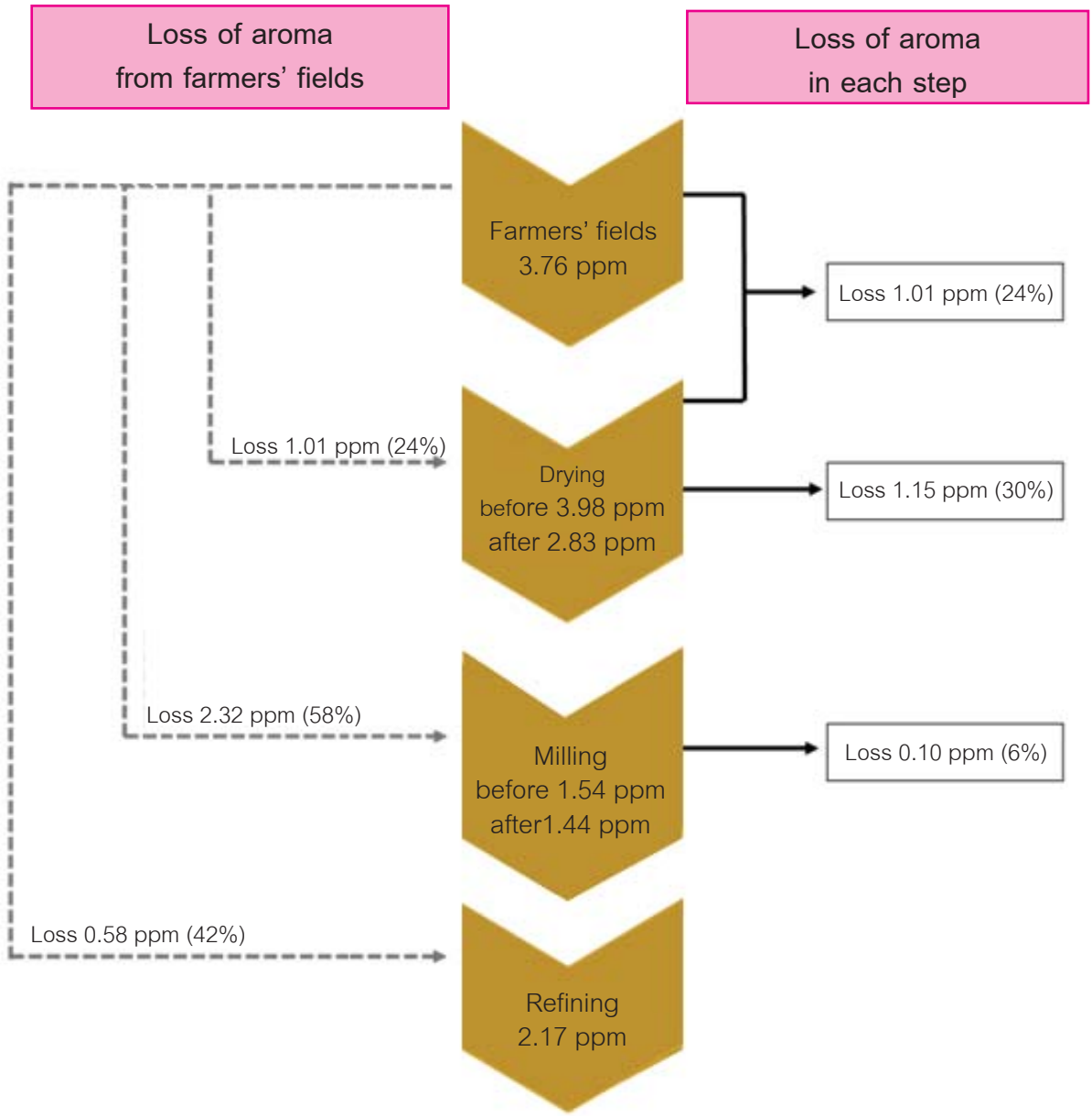
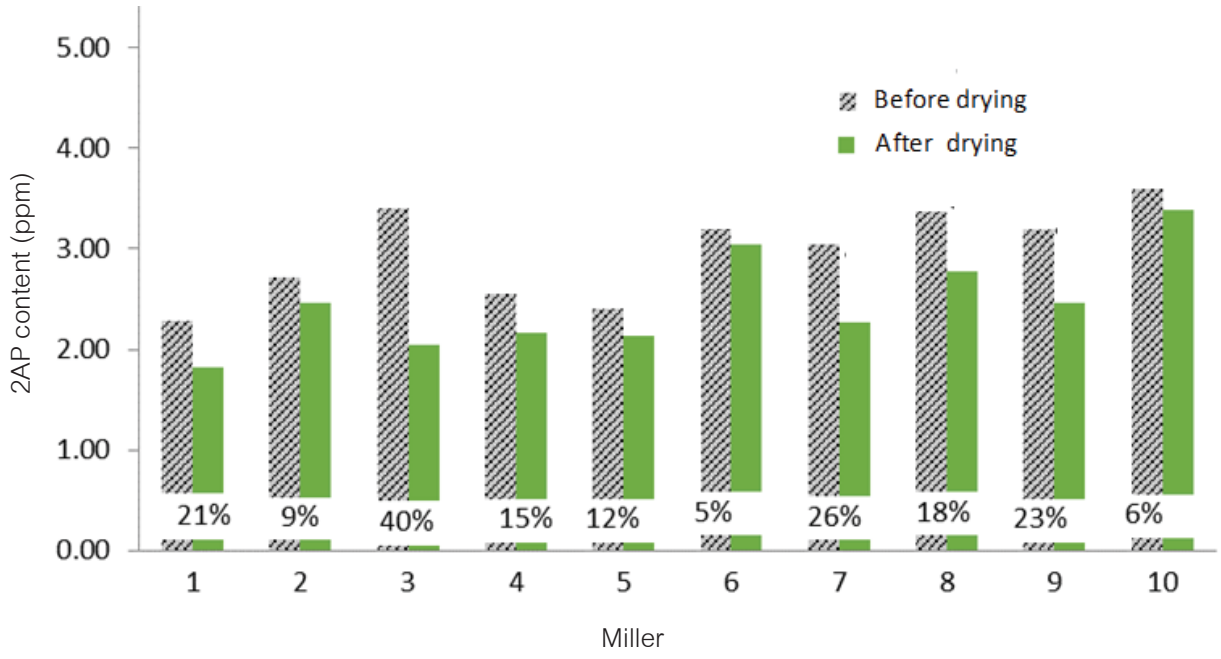
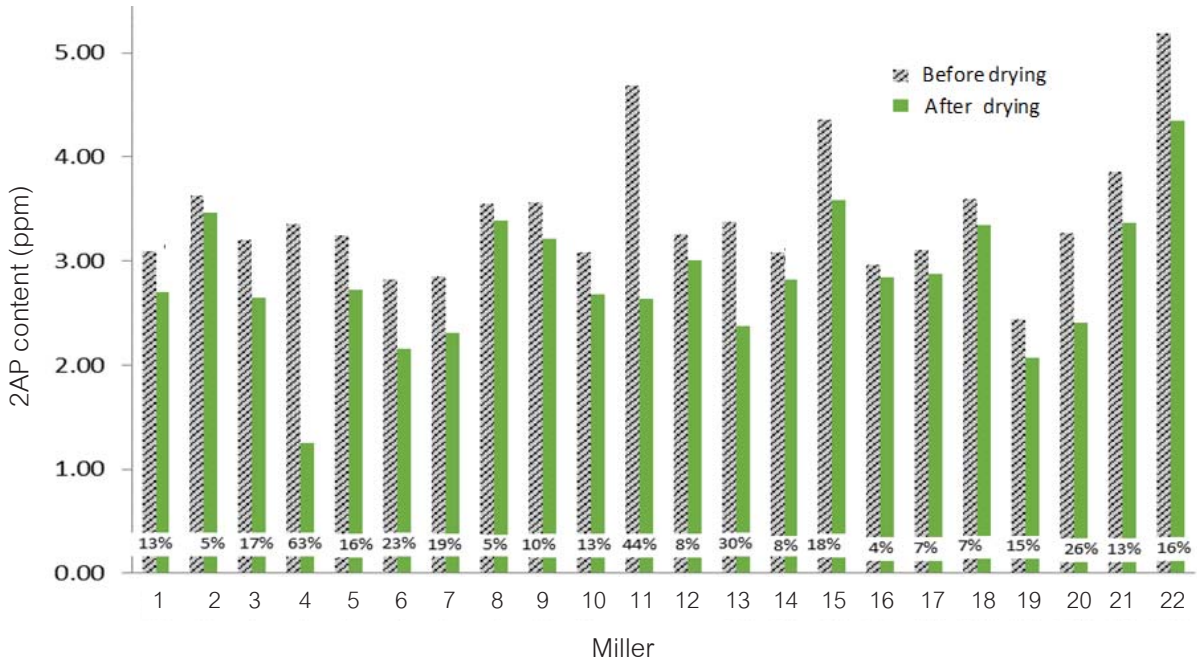


Fig. 8 Loss of 2AP content in general organic Hom Mali rice production route, investigated during 2017-2018



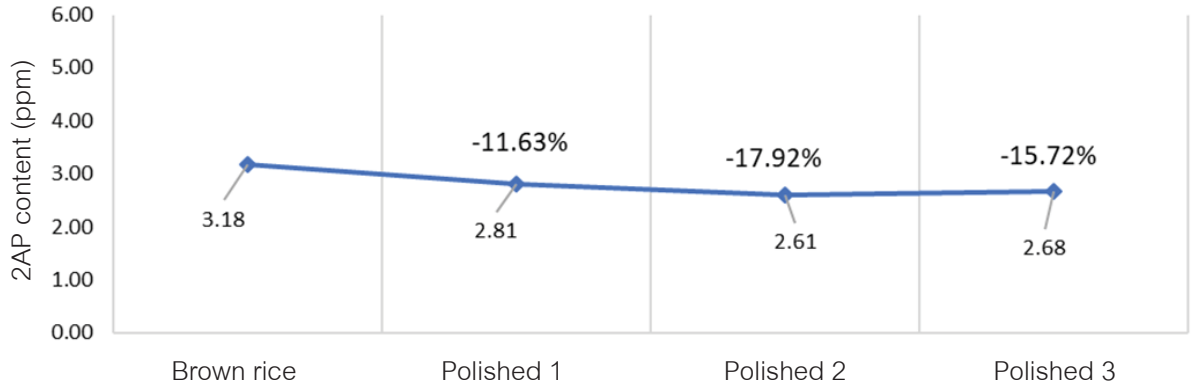
(a) RD15



(b) KDML105

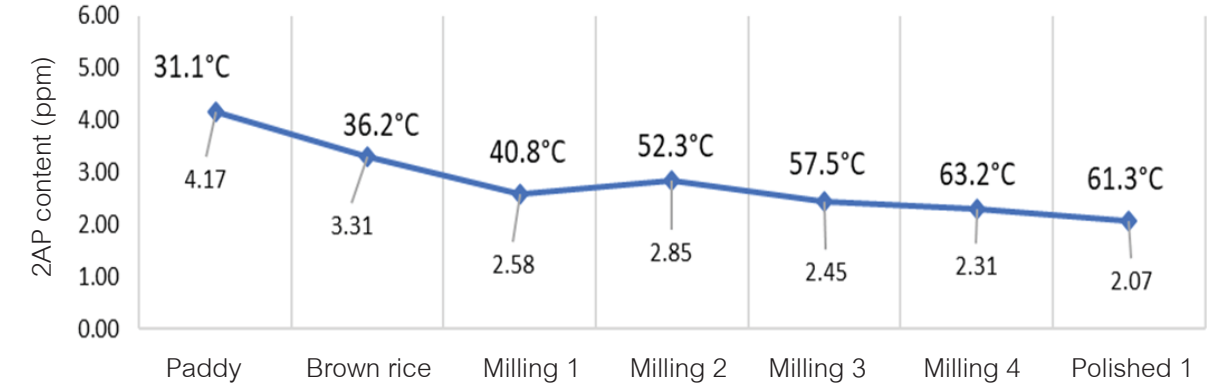
Fig. 9 Average of 2AP content and grain temperature before and after drying process of (a) RD15 and (b) KDML105 of each miller in 2018

(a) Paddy - milling

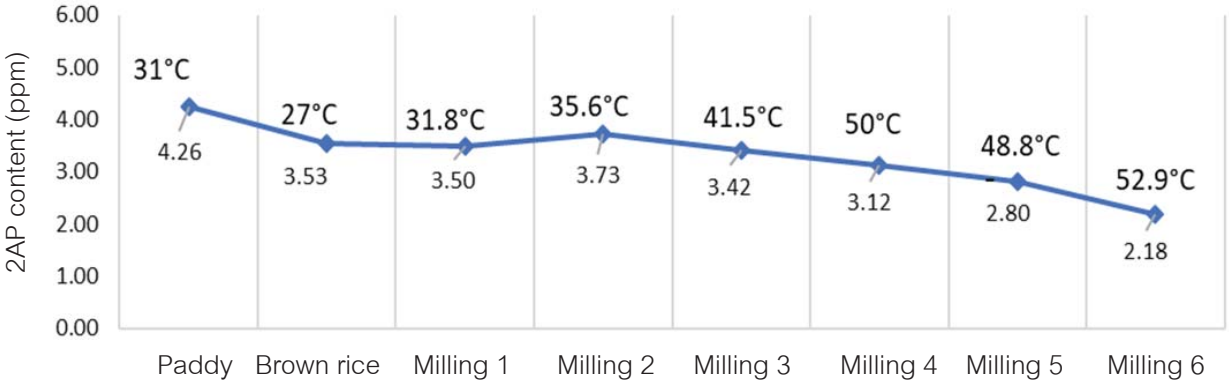


(b) Brown rice - polished

Fig. 10 Average of 2AP content and loss of Hom Mali rice in milling process (a) milling and (b) polishing in 2018



(a) Miller no. 1



(b) Miller no. 11

Fig. 11 Loss of 2AP content in milling process of millers (>40%) (a) miller no.1 (loss 50.4%) and (b) miller no.11 (loss 48.9%) in 2018

2.2 คุณภาพและความหอมในระหว่างการแปรสภาพในระดับอุตสาหกรรม การสูญเสียคุณภาพและความหอมในระหว่างการแปรสภาพในระดับอุตสาหกรรม โดยเฉลี่ยจาก 14 โรงสี พบว่า กระบวนการแปรสภาพของโรงสีทำให้สูญเสียสารหอม 2AP ร้อยละ 20-23 โดยโรงสีส่วนใหญ่มีการขัดขาว 3 ครั้ง มีเพียง 1 โรง ที่ขัดขาว 6 ครั้ง และส่วนใหญ่ขัดมัน 2 ครั้ง มีเพียง 1 โรงที่ขัดมัน 3 ครั้ง ซึ่งการขัดแต่ละครั้งทำให้สารหอมลดลงร้อยละ 8.36-37.18 (Fig. 10) อนึ่ง การขัดสีมากขึ้น การสูญเสียสารหอมก็จะมากขึ้นด้วย โดยโรงสีที่มีการขัดขาว 6 รอบ ทำให้สูญเสียสารหอมถึงร้อยละ 37 (Fig. 10A) ทั้งนี้การขัดขาวแต่ละครั้งสารหอมจะสูญเสียร้อยละ 2-8 โดยทั่วไปการขัดมันมีผลให้สารหอมลดลงร้อยละ 11.63-17.92 เมื่อเทียบกับข้าวกล้อง การขัดมันแต่ละครั้งจะสูญเสียสารหอมร้อยละ 5-7 (Fig. 10B)

อย่างไรก็ตาม ในแต่ละขั้นตอนของการแปรสภาพแยกแต่ละโรงสี ทั้งพันธุ์กข15 และขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ลดลงจากข้าวเปลือกถึงการแปรสภาพครั้งสุดท้ายอยู่ในช่วงร้อยละ 9-50 โดยมี 2 โรงสีที่พบปริมาณสารหอมลดลงมากกว่าร้อยละ 40 (ร้อยละ 50.4 และ 48.9) (Fig. 11) ส่วนอุณหภูมิเมล็ดหลังขัดครั้งสุดท้ายสูงถึง 52.9-61.3 องศาเซลเซียส สูงขึ้นจากขั้นตอนแรกถึง 21-30 องศาเซลเซียส (Fig. 11) และสูงกว่าโรงสีอื่น ซึ่งจะเป็นกรณีศึกษาต่อไป เพื่อพัฒนาขบวนการขัดสีที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ ไม่ให้มีการสูญเสียปริมาณสารหอมมากในขั้นตอนการขัดสี

สรุปได้ว่า สารหอม 2AP ในข้าวเริ่มลดลงตั้งแต่ข้าวออกจากแปลงนา นำมากองรวมกันที่ท่าข้าวหรือโรงสีและ

ลดลงมากเมื่อผ่านการอบลดความชื้น (ร้อยละ 17-28) อาจเนื่องจากการรวมข้าวกับแหล่งอื่นซึ่งความชื้นต่างกัน และคุณภาพแตกต่างกันก่อนเข้าสู่กระบวนการอบ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นในการอบ และการแปรสภาพทำให้ปริมาณสารหอมลดลง ร้อยละ 15-24 อาจเนื่องจากผลของการขัดสี อุณหภูมิที่สูงขึ้นจากกระบวนการขัดสี และการรวมกันของข้าวซึ่งมีคุณภาพต่างกันก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรสภาพ

ขั้นตอนการผลิตที่มีผลต่อการสูญเสียสารหอมในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่

(1) ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ และการจัดการในนา

(2) ขบวนการขนย้ายจากแปลงนาถึงท่าข้าวหรือโรงสี ทำให้สารหอมลดลงร้อยละ 5-12

(3) การกองรวมข้าวของข้าวคุณภาพต่างกันที่ท่าข้าว หรือโรงสี และการขนย้ายข้าวเปลือก โดยข้าวที่มาจากแหล่งต่างๆ มีความชื้นต่างกันและคุณภาพต่างกัน ทำให้ความหอมโดยรวมของกองข้าวลดลง ขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวที่นำมากองรวม สารหอมอาจเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกับข้าวคุณภาพดีกว่า โดยงานวิจัยนี้พบว่าสารหอมลดลง ร้อยละ 3-5

(4) กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกทำให้สารหอมลดลง ร้อยละ 22-28 โดยโรงสีส่วนใหญ่ใช้เครื่องอบลดความชื้นซึ่งใช้ระบบลมร้อน สอดคล้องกับงานวิจัยการสูญเสียคุณภาพและความหอมในกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกของโรงสี ที่พบว่า ทำให้เกิดการสูญเสียสารหอม 2AP ร้อยละ 17-20

(5) กระบวนการแปรสภาพของโรงสี (การสี การขัดขาว และขัดมัน) ทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ลดลงร้อยละ 15-24 สอดคล้องกับงานวิจัยในแผนงานวิจัยเดียวกันนี้ในกิจกรรมการสูญเสียคุณภาพและความหอมในกระบวนการแปรสภาพของโรงสีที่พบว่าทำให้สูญเสียสารหอม 2AP ร้อยละ 20-23

ผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีการลดความชื้นข้าวเปลือกและกระบวนการขัดสีเพื่อรักษาคุณภาพความหอมของข้าวหอมมะลิต่อไป

สรุปผลการทดลอง

1. ปริมาณสารหอมในตัวอย่างที่เก็บเกี่ยวจากแปลงนาของข้าวแยกตามประเภทข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวหอมมะลิอินทรีย์ส่งออก และข้าวหอมมะลิอินทรีย์ทั่วไป พบว่า อยู่ในช่วง 3.34-4.76 2.54-5.05 2.51-5.27 และ 3.44-4.18 ppm ตามลำดับ

2. คุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างข้าวพันธุ์ กข15 และขาวดอกมะลิ 105 ในทุกเส้นทาง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย คือ ความยาวเมล็ดไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเมล็ดไม่ต่ำกว่า 3.2:1 มีปริมาณอมิโลสร้อยละ 13.0-18.0 ค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่างอยู่ในระดับ 6-7

3. ปริมาณสารหอม 2AP ของผลผลิตข้าวหอมมะลิจากแปลงนาเกษตรกรจนถึงการแปรสภาพเป็นข้าวสารของข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ข้าวหอมมะลิทั่วไป ข้าวอินทรีย์ส่งออก และข้าวอินทรีย์ทั่วไป ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 37.0 55.8 39.4 และ 42.5 ตามลำดับ

4. กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือก ทำให้สารหอมลดลง ร้อยละ 17-28 ส่วนกระบวนการแปรสภาพของโรงสี (การสี การขัดขาว และขัดมัน) ทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 15-24

5. อุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นและแปรสภาพมีผลทำให้ปริมาณสารหอมในข้าวลดลง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ประกอบการโรงสี ผู้ส่งออก และผู้ช่วยวิจัยทุกท่านที่ช่วยให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

รณชัย ช่างศรี, กฤษณา สุดทะสาร, ปริชาติ คงสุวรรณ, พัชราภรณ์ รักชุม, ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์, ธานี ชื่นบาน และวราภรณ์ วงศ์บุญ. 2559. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวหอมมะลิไทย. วารสารวิชาการข้าว 7(1): 20-44.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2562. รายงานสถานการณ์ส่งออกข้าว แนวโน้มและทิศทางการส่งออกข้าวไทย ปี 2562. สืบค้นจาก: http://www.thairiceexporters.or.th/Press%20release/2019/TREA%20Press%20Release%20Thai%20Rice%20Situation%20&%20Trend%20Year%202019-30012019.pdf. (15 พฤศจิกายน 2562)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560.

ข้าวหอมมะลิไทย: มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4000-2560. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 134 ตอนพิเศษ 221 ง วันที่ 8 กันยายน 2560. 39 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2562. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/38_commodity2562. (15 พฤศจิกายน 2562)

เทคนิค RT-PCR เพื่อการตรวจไวรัสโรคเขียวเตี้ยและโรคใบหงิก ในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการติดตามการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในข้าวเป็นโรค

RT-PCR Technique for Detection of *Rice Grassy Stunt Virus* and *Rice Ragged Stunt Virus* in Brown Planthopper and Virus Distribution in Infected Rice

คนึงนิจ ศรีวิลัย[1)2)] วิชชุดา รัตนากาญจน์[3)]

Kanuengnij Srivirai[1)2)] Witchuda Rattanakarn[3)]

Abstract

The application of PCR (polymerase chain reaction) has been widely used to detect the presence of virus using primers. The advantage of this technique, a specific primer can be directly designed for a target DNA with more accurate than antiserum method. This study aims to optimize RT-PCR technique with primers for detecting rice viruses, *Rice grassy stunt virus* (RGSV) and *Rice ragged stunt virus* (RRSV) in brown planthoppers (*Nilaparvata lugens* (Stål)) to estimate the proportion of viruliferous insects and monitor the virus distribution in the diseased plants. The target is to provide appropriate suggestion on sampling and selection of inoculum sources. The research was carried out at Department of Pathology, Faculty of Agriculture and the Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom province during July 2019 to October 2020. The results showed that brown planthoppers after 8 days of exposure to the virus were 80% infected by detecting RGSV and RRSV with pc5 and S8 genes, respectively. After insect transmission, RGSV spread from the stem infection site to the uppermost leaf and root within ten-days post-inoculation (dpi). At 10-21 dpi, the pc1 gene was detected in the tillers (93.8%) and uppermost leaf (100%) more than the pc5 gene detection. At 14-21 dpi, RGSV was detected in new tillers and uppermost leaf, 64.3-75.0%. At 28-60 dpi when plants showed excessive tillering with yellowing, the virus detection rate increased to 85.7-100%. RRSV spread from the stem infection site to the uppermost leaf and root within ten-days post-inoculation (dpi). At 10-28 dpi, S4 gene was detected in stem (87.5%) and leaf (93.8%), more than S8 gene detection. The RRSV accumulation in ragged top leaves were detected by 100% at 14-60 dpi, while asymptomatic top leaves were detected by 100% at 35-60 dpi. The results suggested that the applied RT-PCR technique was effective in detecting the virus precisely in rice with the excessive tillering or ragged leaf symptoms. 35-60 days after exposure to the virus and appropriate for use as a source of virus for transmission by insect vectors.

Keywords: RT-PCR technique, rice virus disease, *rice grassy stunt virus* (RGSV), *rice ragged stunt virus* (RRSV), insect virus transmission, brown planthopper, viruliferous insects, inoculum source

---

[1)] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โทรศัพท์ 0-3435-1890
Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus Tel. 0-3435-1890

[2)] ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0-4271-1471
Sakon Nakhon Rice Research Center, Mueang, Sakon Nakhon 47000 Tel. 0-4271-1471

[3)] ข้าราชการบำนาญ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Retired Government Official, Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

เทคนิคพีซีอาร์ (polymerase chain reaction, PCR) นิยมใช้ตรวจไวรัสอย่างแพร่หลายโดยใช้ไพรเมอร์ ข้อดีคือ สามารถออกแบบไพรเมอร์ให้มีความจำเพาะต่อดีเอ็นเอเป้าหมายโดยตรง และมีความแม่นยำกว่าการใช้แอนติซีรัม งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคนิค RT-PCR ด้วยไพรเมอร์ที่เหมาะสมตรวจไวรัสเขียวเตี้ย (RGSV) และไวรัสใบหงิก (RRSV) ในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) เพื่อประเมินสัดส่วนแมลงอมโรค และติดตามการแพร่กระจายของไวรัสในต้นข้าวเป็นโรค เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการสุ่มตรวจโรค และเลือกต้นข้าวที่เป็นแหล่งของโรค (inoculum source) ดำเนินการที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2562 ถึงตุลาคม 2563 พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับไวรัสแล้ว 8 วัน จะเป็นแมลงอมโรค 80 เปอร์เซ็นต์ โดยการตรวจเชื้อ RGSV และ RRSV ด้วยยีน pc5 และ S8 ตามลำดับ ต้นข้าวหลังได้รับการถ่ายทอดเชื้อ RGSV ไวรัสจะแพร่กระจายจากต้นไปยังยอดและราก ภายใน 10 วัน ช่วง 10-21 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน pc1 ที่ลำต้น (93.8 เปอร์เซ็นต์) และใบยอด (100 เปอร์เซ็นต์) โดยตรวจพบมากกว่ายีน pc5 ช่วง 14-21 วัน พบไวรัสสะสมที่กอข้าวใหม่และใบยอด 64.3-75.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วง 28-60 วัน เมื่อข้าวแตกกอชัดเจนร่วมกับใบเหลือง ตรวจพบไวรัส 85.7-100 เปอร์เซ็นต์ ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดเชื้อ RRSV ไวรัสแพร่กระจายจากต้นไปใบยอด และราก ภายใน 10 วัน ช่วง 10-28 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน S4 ที่ลำต้น (87.5 เปอร์เซ็นต์) และใบยอด (93.8 เปอร์เซ็นต์) โดยตรวจพบมากกว่ายีน S8 ในช่วง 14-60 วัน ตรวจพบเชื้อ RRSV ในใบยอดที่แสดงอาการ 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วง 35-60 วัน ตรวจพบไวรัสในใบยอดที่ไม่แสดงอาการ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองนี้พบว่า เทคนิค RT-PCR มีประสิทธิภาพในการตรวจหาไวรัสโรคเขียวเตี้ยในต้นข้าวที่แสดงอาการแตกกอร่วมกับใบเหลือง และโรคใบหงิกที่แสดงอาการใบยอดหงิกได้แม่นยำ ต้นข้าวที่ติดเชื้อ 35-60 วัน เหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งของไวรัสเพื่อใช้ถ่ายทอดโรคด้วยแมลงพาหะ

คำสำคัญ: เทคนิค RT-PCR ไวรัสโรคข้าว ไวรัสโรคเขียวเตี้ย ไวรัสโรคใบหงิก การถ่ายทอดไวรัสโดยแมลง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงอมโรค แหล่งของโรค

คำนำ

ไวรัสสาเหตุโรคข้าวในประเทศไทยที่มีความสำคัญมี 2 ชนิด ได้แก่ ไวรัสโรคเขียวเตี้ย (*Rice grassy stunt virus* (RGSV)) และไวรัสโรคใบหงิก (*Rice ragged stunt virus* (RRSV)) ไวรัสทั้งสองมีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) เป็นแมลงพาหะนำโรค สามารถถ่ายทอดเชื้อไวรัสได้ตลอดชีวิตจากการดูดต้นข้าวที่เป็นโรคเพียงครั้งเดียว (Hibino, 1996) โรคข้าวดังกล่าวมักพบภายหลังการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวในแถบเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Ling, 1977) รวมทั้งประเทศไทย (Chettanachit *et al*., 1978) ต้นข้าวที่ได้รับเชื้อ RRSV จะแสดงอาการ ประมาณ 14 วัน (Hibino and Kimura, 1982) ส่วนต้นข้าวที่ได้รับเชื้อ RGSV จะแสดงอาการประมาณ 7-14 วัน (วิชชุดา และคณะ, 2557)

เชื้อ RGSV สาเหตุโรคเขียวเตี้ย จัดอยู่ในสกุล *Tenuivirus* วงศ์ *Phenuiviridae* พบในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2509 (Wathanakul and Weerapat, 1969) ลักษณะอาการที่พบ ได้แก่ ต้นเตี้ย แตกกอใหม่มากกว่าปกติ ใบข้าวตั้งตรง ใบแคบและสั้น บางครั้งมีสีเหลืองซีด สีเขียวอ่อน หรือเหลืองส้ม ใบแก่มีจุดสีเหลืองหรือน้ำตาลเล็กๆ คล้ายสนิมกระจายทั่วใบ (Chen and Chiu, 1982; Hibino *et al*., 1985b; Ling, 1972; Shikata *et al*., 1980) ต้นข้าวที่อายุ 7-14 วัน หากได้รับเชื้อ RGSV จะแสดงอาการรุนแรงมาก และข้าวอาจตายภายใน 3-4 สัปดาห์ แต่ถ้าต้นข้าวรอดจากได้รับเชื้อ 28 วัน ข้าวจะแตกกอมากกว่าปกติ การแตกกอเพิ่มขึ้นสูงสุดและมีอาการรุนแรงหลังจาก 60 วันที่ได้รับเชื้อไวรัส (Satoh *et al*., 2013) ส่งผลให้ข้าวตั้งท้องแต่ไม่ออกรวง หรือออกรวงแต่เมล็ดลีบ ทำให้สูญเสียผลผลิตถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ข้าวที่ได้รับไวรัสเขียวเตี้ยเมื่ออายุ 30-45 วัน ผลผลิตสูญเสีย 70-100 เปอร์เซ็นต์ (Helina *et al.,* 2020; Palomar and Ling, 1968)

เชื้อ RRSV สาเหตุโรคใบหงิกข้าว จัดอยู่ในสกุล *Oryzavirus* วงศ์ *Reoviridae* พบในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2520 (Chettanachit *et al*., 1978) ลักษณะอาการที่พบได้แก่ ต้นเตี้ย ใบสั้น ใบและต้นสีเขียวเข้ม ปลายใบบิดเป็นเกลียว ขอบใบขาดแหว่ง หยักเป็นริ้วคล้ายฟันเลื่อย เส้นกลางใบและกาบใบบวมโป่งเป็นแนวยาว ใบธงสั้นผิดรูป (Hibino, 1989) แทงช่อดอกช้า รวงโผล่ไม่พ้นใบธง เมล็ดไม่เต็มเมล็ด หรือเมล็ดลีบ ผลผลิตของต้นที่เป็นโรคลดลง 34-83 เปอร์เซ็นต์ (ดารา และคณะ, 2533; Huang *et al*., 2015; Palmer *et al*., 1978)

การตรวจไวรัสด้วยวิธีทางเซรัมวิทยา เช่น เทคนิค dot immune binding assay (DIBA) และเทคนิค enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) เป็นวิธีที่สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้จำนวนมาก ต้นทุนต่ำ แต่มีข้อจำกัดด้านความจำเพาะเจาะจง แอนติซีรัมบางตัวไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างไวรัสภายในสกุลเดียวกันได้ หรือเกิดปฏิกิริยาร่วม (cross reaction) แอนติซีรัมต่อไวรัสใบหงิก ถูกผลิตขึ้นนานมาแล้ว (วิชชุดา และคณะ, 2549) และไม่พบแอนติซีรัมต่อไวรัสทั้งสองชนิดจำหน่ายเป็นการค้า จึงเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน

ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรส (polymerase chain reaction (PCR)) หรือเทคนิคพีซีอาร์ นิยมใช้ตรวจไวรัสกันอย่างแพร่หลายโดยใช้ไพรเมอร์ ข้อดีคือสามารถออกแบบไพรเมอร์ให้มีความจำเพาะต่อดีเอ็นเอเป้าหมายได้โดยตรง มีความแม่นยำมากกว่าการใช้แอนติซีรัม (Ichiki *et al*., 2013) ทวัช (2544) ใช้เทคนิค one step RT-PCR ตรวจยีน S4 ของเชื้อ RRSV ในลำต้น ใบ กาบใบ และรากข้าว และในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ ไม่มีสต็อก cDNA สำหรับใช้เพิ่มปริมาณในอนาคต Suprihanto และคณะ (2015) ใช้เทคนิค two step RT-PCR ในการตรวจสอบยีน pc5 ของเชื้อ RGSV และยีน S8 ของเชื้อ RRSV ข้อดีของวิธีนี้ คือ มีความไวสูง อาจมีประสิทธิภาพมากกว่าเทคนิค one step RT-PCR และสามารถเก็บ cDNA ไว้เพื่อใช้เพิ่มปริมาณในอนาคตได้ Zheng และคณะ (2014) พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับเชื้อ RGSV แล้ว 8-12 วัน ตรวจพบไวรัส 8-26 เปอร์เซ็นต์ ฐานัฏ และคณะ (2560) พบว่า สามารถตรวจพบไวรัสใบหงิกในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย 1-5 หลังจากรับเชื้อไปแล้ว 3 วัน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถถ่ายทอดไวรัสใบหงิกต้องได้รับไวรัส อย่างน้อย 5 วัน (Huang *et al*., 2015)

ในกระบวนการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานไวรัสโดยกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ 1) ระยะเวลาที่แมลงดูดรับไวรัสจากต้นข้าวเป็นโรค (acquisition period) 2) ระยะแฝงและระยะฟักตัวของไวรัสในแมลง (latent period and incubation period) และ 3) ระยะเวลาการถ่ายทอดไวรัส (incubation period) ซึ่งสัดส่วนของแมลงอมโรค ระยะเวลาฟักตัวของไวรัสในแมลง ที่มีผลต่อประสิทธิผลของการถ่ายทอดไวรัสในแต่ละครั้ง (Huang *et al.,* 2015; IRRI, 1968; Zhang *et al*., 2013)

ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสเขียวเตี้ยจะแสดงอาการภายใน 7-14 วัน (วิชชุดา และคณะ, 2557; Hibino *et al*., 1985a) และต้นข้าวที่ได้รับไวรัสใบหงิก แสดงอาการภายใน 14 วัน (Hibino and Kimura, 1982) ซึ่งช่วงเวลานี้ต้นข้าวที่ยังไม่แสดงอาการ หรือแสดงอาการไม่ชัดเจน สามารถเป็นแหล่งของไวรัสได้แต่ไม่เหมาะสม สำหรับเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอมโรค การคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานไวรัส วิธีการถ่ายทอดไวรัสที่มีประสิทธิภาพสูง ตัวแปรที่สำคัญ คือ สัดส่วนของแมลงอมโรคที่ปล่อยถ่ายทอดโรค และปริมาณไวรัส (virus filter) ในต้นข้าวเป็นโรค จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายทอดไวรัสได้ (Li *et al*., 2014)

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการตรวจไวรัสเขียวเตี้ยและไวรัสใบหงิกในแมลงพาหะเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และต้นข้าวที่เป็นโรค ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ที่มีความแม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรค เพื่อใช้คัดเลือกต้นข้าวเป็นโรค และใช้เป็นแหล่งของไวรัสในการถ่ายทอดโรคข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์ข้าวและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ใช้ทดลอง

ใช้ข้าวพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 (TN1) ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อไวรัสโรคเขียวเตี้ย (RGSV) และไวรัสโรคใบหงิก (RRSV) เตรียมต้นกล้า TN1 โดยปลูกในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55-75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาความสว่าง 12 ชั่วโมง มืด 12 ชั่วโมง

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ใช้ทดลอง ได้รับความอนุเคราะห์จากกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เป็น

ประชากรแมลงจากจังหวัดปทุมธานี โดยเก็บรวบรวมในเดือนสิงหาคม 2560 และนำมาเลี้ยงในกรงเลี้ยงแมลง ในสภาพโรงเรือน ที่อุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส เลี้ยงขยายพันธุ์อย่างน้อย 2-3 รุ่น เพื่อให้ได้ประชากรแมลงที่ปลอดไวรัส (virus free insect)

2. สายพันธุ์ไวรัสและการเตรียมต้นข้าวที่เป็นแหล่งของไวรัส

ต้นข้าวที่เป็นโรคเขียวเตี้ย เก็บรวบรวมมาจากจังหวัดปราจีนบุรี เมื่อ พ.ศ. 2560 ต้นข้าวที่เป็นโรคใบหงิก เก็บรวบรวมมาจากจังหวัดลพบุรี เมื่อ พ.ศ. 2560 โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก กลุ่มงานโรคข้าว กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ปลูกเพิ่มขยายต้นข้าวเป็นโรคทั้งสองชนิดไว้บนข้าว TN1 จากนั้นตรวจยืนยันชนิดเชื้อ RGSV ด้วยเทคนิค RT-PCR โดยไพรเมอร์ RGSV-P1/P2 ที่จำเพาะต่อยีน pc5 ที่แปลรหัสเป็นโปรตีนนิวคลีโอแคปซิด (nucleocapsid protein: NCP) (Toriyama *et al*., 1997) และตรวจยืนยันชนิดเชื้อ RRSV โดยไพรเมอร์ S8U1374/S8E ที่จำเพาะต่อยีน S8 แปลรหัสเป็นโปรตีนเมเจอร์แคปซิด (major outer-capsid protein: CP) (Pattayawat *et al.,* 2004) ส่งผลผลิตดีเอ็นเอไปอ่านลำดับเบสที่บริษัท Macrogen Inc. (โซล เกาหลีใต้) นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับลำดับเบสแต่ละตำแหน่งกับจีโนมอ้างอิงด้วยวิธี ClustalW หาเปอร์เซ็นต์ความเหมือนลำดับเบส ด้วยโปรแกรม BLASTn (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi)

ต้นข้าว TN1 ที่ตรวจพบไวรัส นำมาใช้เป็นแหล่งไวรัส (inoculum source) ในการเพิ่มปริมาณต้นข้าวเป็นโรค โดยปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล วัย 2-3 ที่ปลอดโรค ไม่น้อยกว่า 100 ตัว ให้ดูดกินต้นข้าวเป็นโรค เป็นเวลา 12 วัน (acquisition period) เพื่อเตรียมแมลงอมโรค (viruliferous insect) จากนั้นนำไปปล่อยบนต้นกล้าข้าว TN1 ที่มีใบจริง 2 ใบ เป็นเวลา 2 วัน เพื่อถ่ายทอดโรค และเก็บต้นข้าวไว้ในกรงปลอดแมลง เพื่อดูอาการ 30 วัน แยกต้นเป็นโรคไปปลูกในกระถาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว และเก็บต้นเป็นโรคให้พัฒนาอาการจนถึง 60 วัน ตรวจสอบไวรัสในต้นข้าวเป็นโรค ด้วยวิธี RT-PCR ก่อนนำใช้ในการทดลองต่อไป

3. การตรวจไวรัสในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ด้วยเทคนิค RT-PCR

ปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย 2-3 ที่ปลอดโรค ประมาณ 500 ตัว บนต้นข้าวเป็นโรคหลังจากได้รับการถ่ายทอดเชื้อมาแล้ว 60 วัน เป็นเวลา 8 วัน เพื่อให้แมลงดูดกินน้ำเลี้ยงและได้รับเชื้อไวรัส จากนั้นสุ่มแมลงจำนวน 5 ตัว นำมาสกัดอาร์เอ็นเอ แยกสกัดทีละตัว ด้วยน้ำยา Trizol (Invitrogen, USA) ตามวิธีการในคู่มือจากบริษัท วัดความเข้มข้นของอาร์เอ็นเอ และความบริสุทธิ์ของอาร์เอ็นเอด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จากนั้นสังเคราะห์ cDNA โดยใช้เอนไซม์ ReverTra Ace qPCR RT Master Mix ผสมกับ gDNA Remover Kit (ToYoBo, Japan) ตามวิธีการในคู่มือจากบริษัท และปรับความเข้มข้นเป็น 1 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร เพื่อใช้เป็นดีเอ็นเอต้นแบบสำหรับตรวจไวรัส RGSV

การศึกษาครั้งนี้ การตรวจไวรัสเขียวเตี้ยโดยใช้ไพรเมอร์ RGSV-p5-F/R ที่จำเพาะต่อยีน p5 ไพรเมอร์ RGSV-pc1-F/R ที่จำเพาะต่อยีน pc1 และไพรเมอร์ RGSV-NCP-F1/R ที่จำเพาะต่อยีน pc5 (Suprihanto *et al*., 2015) การตรวจไวรัสใบหงิกโดยไพรเมอร์ S8U1374/S8E3 (Pattayawat *et al*., 2004) ที่จำเพาะต่อยีน S8 ไพรเมอร์ RRSV-S3_F/R (Hoang *et al.,* 2011) ที่จำเพาะต่อยีน S3 และไพรเมอร์ RRSV-S9_F/R (Hoang *et al*., 2011) ที่จำเพาะต่อยีน S9 ใช้ไพรเมอร์ 18S rRNA-F/R ที่จำเพาะต่อยีน 18S rRNA (Huang *et al*., 2015) ใช้เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Table 1)

เตรียมส่วนผสมปฏิกิริยาพีซีอาร์ ด้วย PCR SuperMix (Invitrogen, USA) ตามคู่มือของบริษัท เตรียมปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรสที่มีสภาวะ pre-denaturation (94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 1 รอบ) denaturation (94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 วินาที จำนวน 35 รอบ) annealing (55-59 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 วินาที จำนวน 35 รอบ) extension (72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45-60 วินาที จำนวน 35 รอบ) และ final extension (72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 1 รอบ) เมื่อได้ผลผลิตดีเอ็นเอจากการทำพีซีอาร์ ตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยอะกาโรสเจล 1.5 เปอร์เซ็นต์ ในบัฟเฟอร์ 0.5x TBE ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 100 โวลต์ เป็นเวลา 45 นาที และย้อมเจลด้วยเอธิเดียม

โบรไมด์ เป็นเวลา 5 นาที บันทึกภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพ (Gens Flash, Syngene bioimaging)

4. การติดตามการแพร่กระจายของไวรัสในต้นข้าวที่เป็นโรค

4.1 การถ่ายทอดไวรัสให้ต้นข้าว เตรียมข้าว TN1 ที่มีใบจริง 2 ใบ จำนวน 25 ต้นต่อชนิดไวรัส ปลูกในแก้วพลาสติก จากนั้นนำแก้วพลาสติกขนาดเล็กที่ตัดก้นแก้วออกมาครอบต้นข้าวทดสอบ โดยให้ใบข้าวโผล่พ้นแก้วพลาสติกที่ครอบ ใช้สำลีอุดไว้เพื่อกันระหว่างต้นข้าวกับใบข้าว (Fig. 1) ในขณะเดียวกันเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอมโรคเพื่อถ่ายทอดไวรัสให้กับต้นข้าว ตามวิธีการข้างต้น โดยปล่อยแมลงปลอดโรค ตัวอ่อนวัย 2-3 ให้ดูดกินต้นข้าวเป็นโรค เป็นเวลา 12 วัน นำแมลงอมโรคมาปล่อยบริเวณลำต้นข้าวที่มีใบจริง 2 ใบ เฉลี่ย 10 ตัวต่อต้น เป็นเวลา 2 วัน แล้วกำจัดแมลง

4.2 ตัวอย่างข้าวสำหรับตรวจไวรัส สุ่มเก็บต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสเขียวเตี้ยที่ระยะ 10 14 18 และ 21 วัน ส่วนต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสใบหงิก สุ่มที่ระยะ 10 14 21 และ 28 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส โดยสุ่มช่วงเวลาละ 4 ต้น พร้อมกับเก็บตัวอย่างต้นข้าวที่ไม่ได้ถ่ายทอดไวรัส หรือต้นข้าวปกติ ช่วงเวลาละ 1 ต้น นำต้นข้าวมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด แยกออกเป็นส่วนต้น ราก และใบยอด เพื่อสกัดอาร์เอ็นเอด้วยน้ำยา Trizol (Invitrogen, USA) ตามวิธีการในคู่มือจากบริษัท วัดความบริสุทธิ์ของอาร์เอ็นเอด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และปรับความเข้มข้นของอาร์เอ็นเอสำหรับใช้งานให้ได้ 0.5 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร จากนั้นสังเคราะห์ cDNA โดยใช้เอนไซม์ ReverTra Ace qPCR RT Master Mix ผสมกับ gDNA Remover Kit (ToYoBo, Japan) ทำตามวิธีการในคู่มือจากบริษัท

4.3 การตรวจไวรัสในต้นข้าวด้วยเทคนิค RT-PCR ตรวจไวรัสเขียวเตี้ย โดยใช้ไพรเมอร์ RGSV-pc1-F/R ที่จำเพาะต่อยีน pc1 และไพรเมอร์ RGSV-P1/P2 จำเพาะต่อยีน pc5 ส่วนการตรวจไวรัสใบหงิก ใช้ไพรเมอร์ RRSV-S4F/R (Wijarat, 2001) ที่จำเพาะต่อยีน S4 และไพรเมอร์ S8U1374/S8E3 ที่จำเพาะต่อยีน S8 (major outer protein) (Pattayawat *et al*., 2004) ใช้ไพรเมอร์ Actin-F/R (Yang *et al.,* 2017) สำหรับเพิ่มปริมาณยีน actin ซึ่งใช้เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Table 1) เตรียมส่วนผสมปฏิกิริยาพีซีอาร์ และตรวจสอบขนาดของผลผลิตดีเอ็นเอด้วยอะกาโรสเจล ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น

5. การศึกษาการสะสมไวรัสในต้นข้าวเพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค

เตรียมต้นกล้าข้าว TN1 ที่มีใบจริง 2 ใบ ใช้ต้นข้าวจำนวน 40 ต้นต่อชนิดไวรัส ในขณะเดียวกันเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอมโรคแต่ละชนิด และทำการถ่ายทอดไวรัส เมื่อต้นข้าวที่ได้รับเชื้อไวรัสเริ่มแตกกอ ที่ 14 21 28 35 และ 60 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส สุ่มเก็บตัวอย่างข้าว

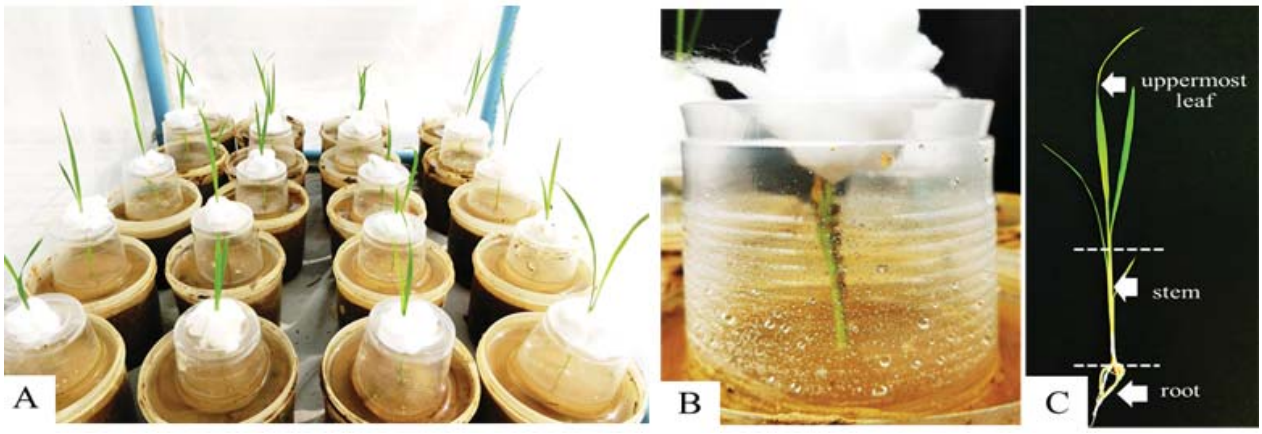


Fig. 1 Virus transmission of rice plant by feeding viruliferous *N. lugens* on rice stem. (A) Two leaves stage of rice seedlings grown in plastic glasses, (B) feeding of 10 viruliferous *N. lugens* on stem for 2 days. (C) Plant parts including uppermost leaf, stem and root were used for monitoring virus distribution in rice plants by RT-PCR technique

Table 1 List of primer pairs used to amplify viral genes in this study

Name of primer	Sequence (5´ -->3´)	Gene	Fragment (bp)	Tm (ºC)	Reference
Actin-F/R	F: ATCACACCTTCTACAACGAGCT	actin	558	57	Yang *et al.* (2017)
	R: CCGCAGCTTCCATTCCTATG				
18S rRNA-F/R	F: CGCTACTACCGATTG AA	18S rRNA	150	55	Huang *et al.* (2015)
	R: GGAAACCTTGTTACGACTT				
RRSV-S3-F/R	F: GTAACTGGTTCTGCCCCGCC	S3	825	59	Hoang *et al.* (2011)
	R: TCGCATTAAAGAATTGCCCTC				
RRSV-S4-F/R	F: ATGCCTAGCGTTCGAGCCTC	S4	970	59	Wijarat (2001)
	R: CGGCGATGAATTGTTGATTG				
S8U1374/S8E3	F: AGTGGCCCGCCGTATCTAAC	S8	540	59	Pattayawat *et al.* (2004)
	R: GCACCCATTCTATCTCTGCC				
RRSV-S9-F/R	F: GCCTTTGCCAGAGATCCTTTTACA	S9	1,110	59	Hoang *et al.* (2011)
	R: GCACCATGGTCTCGCAGTTTTC				
RGSV-P1/P2	P1: ACTAGTCGACACACAAAGTC	pc5	1,100	59	Toriyama *et al.* (1997)
	P2: CTGAACAGCCTAACTGGCGC				
RGSV-NCP-F1/R	F: GGCTTATGATAGTCTGTGATTTG	pc5	450	53	Suprihanto *et al.* (2015)
	R: GTGTAAGATGGGTAAAGTGCA				
RGSV-pc1-F/R	F: TGGAAAGTAGGCACTATGAAGC	pc1	295	55	this study
	R: GCTACCTCTTGCTGCCTAGAA				
RGSV-p5-F/R	F: GCTCAACACCATGCTTCAAA	p5	379	55	this study
	R: ACTGAGTCCGCGAAGTGTTT				

เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณไวรัส โดยสุ่มเก็บกอใหม่ และใบบนสุดของข้าว ในช่วง 14 และ 21 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส เมื่อข้าวเริ่มแตกกอใหม่ สัปดาห์ละ 1-2 หน่อ และที่ 28-35 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ระยะแตกหน่อ 3-5 หน่อ สุ่มเก็บช่วงเวลาละ 5-6 ต้น จำนวน 15 ตัวอย่าง สำหรับต้นข้าวที่ระยะ 60 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ซึ่งข้าวแตกกอมากกว่า 20 กอต่อต้น สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งกอเก่า กอใหม่ กระจายทั้งกอ รวม 5 ต้น นำตัวอย่างที่เก็บรวบรวมไว้มาสกัดอาร์เอ็นเอ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในปฏิกิริยา RT-PCR และติดตามการแพร่กระจายของไวรัสเขียวเตี้ยในต้นข้าวที่เป็นโรคจากการเพิ่มปริมาณยีน pc5 โดยใช้ไพรเมอร์ RGSV-P1/P2 และตรวจหาไวรัสใบหงิกจากการเพิ่มปริมาณยีน S8 โดยใช้ไพรเมอร์ RRSV-S8U1374/S8E3 ตรวจสอบขนาดของผลผลิตดีเอ็นเอด้วยอะกาโรสเจล ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น

ดำเนินการที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน และศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2562 ถึงตุลาคม 2563

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สายพันธุ์ไวรัสและต้นข้าวที่เป็นแหล่งของไวรัส

ผลการทำปฏิกิริยา RT-PCR สามารถตรวจพบยีน pc1 ขนาด 295 คู่เบส และ ยีน pc5 ขนาด 1,100 คู่เบส (Fig. 2) ข้อมูลลำดับเบสที่ผ่านการ alignment เปรียบเทียบความเหมือนกับยีน pc1 (256 เบส) ด้วยโปรแกรม BLASTn กับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีลำดับเบสคล้ายคลึงของกับเชื้อไวรัสเขียวเตี้ย ไอโซเลท FZ0403 จากประเทศจีน (MF947494) ที่ระดับ 98.83 เปอร์เซ็นต์ ยีน pc5 (856 เบส) มีลำดับเบสคล้ายคลึงกับเชื้อ RGSV ไอโซเลท PT010 ของประเทศไทย (KF438757) ที่ 99.53 เปอร์เซ็นต์

ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคใบหงิก ให้ชื่อไอโซเลท LRI ตรวจพบยีน S4 ขนาด 970 คู่เบส และ ยีน S8 ขนาด 540 คู่เบส (Fig. 3) ลำดับเบสที่ผ่านการ alignment และนำไปเปรียบเทียบความเหมือนกับ ยีน S4 (915 เบส) ด้วยโปรแกรม BLASTn กับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีลำดับเบสคล้ายคลึง

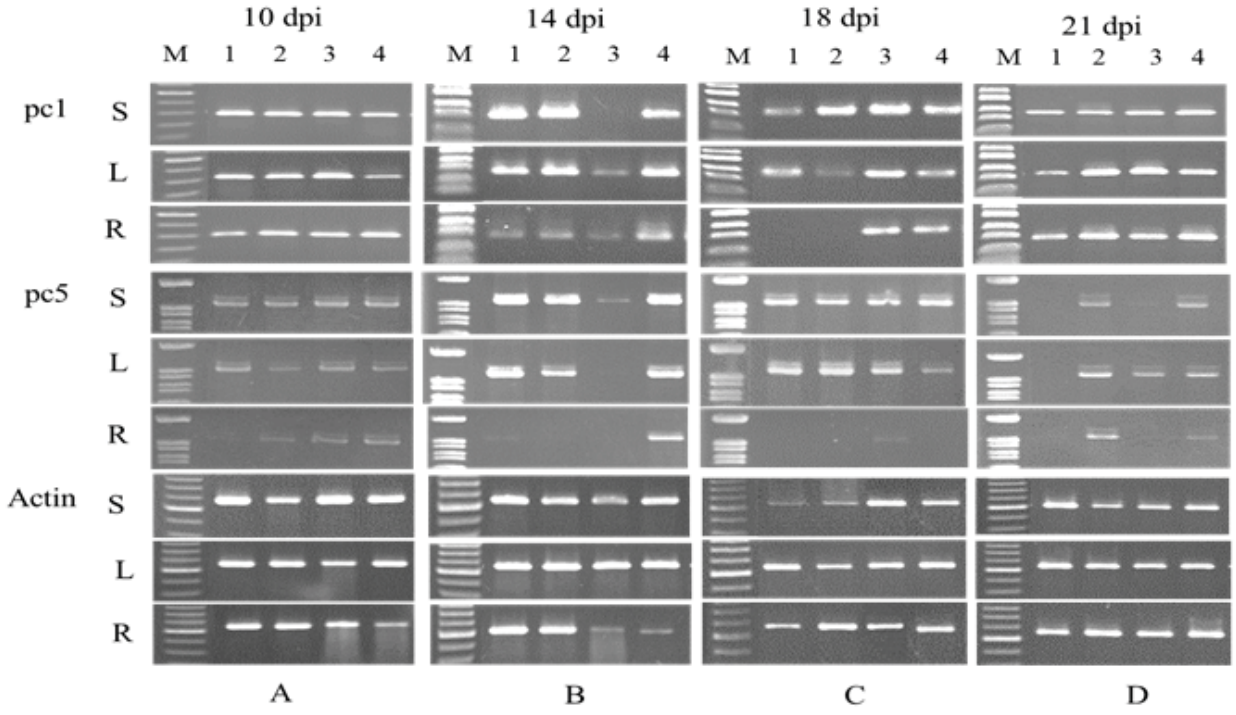


Fig. 2 Electrophoresis of 1.5% agarose gel of RT-PCR products obtained from RNAs of RGSV-infected rice plants (1-4) to detect viral pc1 and pc5 genes in stem (S), leaf (L) and root (R) of rice plants after insect inoculation. (A)10 dpi, (B)14 dpi, (C) 18 dpi and (D) 21 dpi. The actin gene was used as internal control of the extracted RNA quality validation. M= 100 bp DNA Ladder H3 RTU standard markers

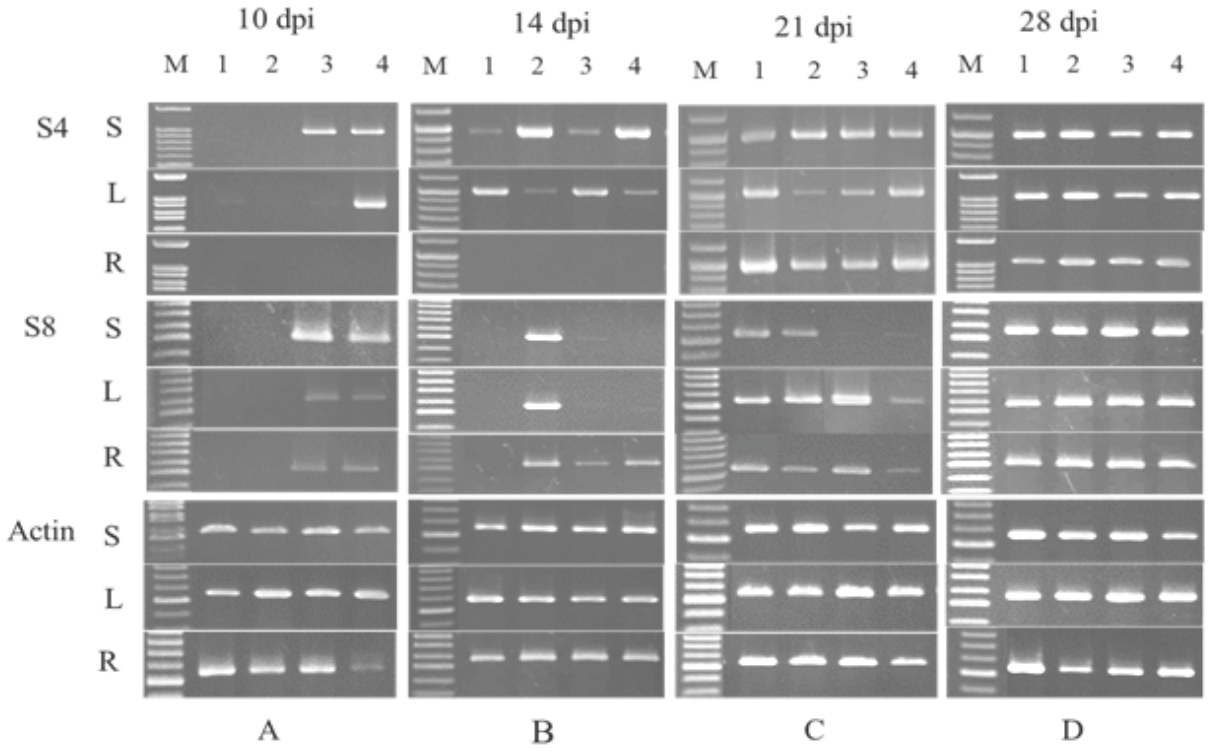


Fig. 3 Electrophoresis of 1.5% agarose gel of RT-PCR products obtained from RNAs of RRSV-infected rice plants (1-4) to detect viral S4 and S8 genes in stem (S), leaf (L) and root (R) of rice plants after insect inoculation. (A)10 dpi, (B)14 dpi, (C) 21 dpi and (D) 28 dpi. The actin gene was used as internal control of the extracted RNA quality validation. M= 100 bp DNA Ladder H3 RTU standard markers

กับเชื้อไวรัสโรคใบหงิกไอโซเลทจากประเทศไทย (Thai isolate) (U66714) ที่ระดับ 98.8 เปอร์เซ็นต์ ยีน S8 (411 เบส) มีความคล้ายคลึงกับเชื้อ RRSV ไอโซเลท Thailand ที่ระดับ 93.49 เปอร์เซ็นต์ (L46682)

2. การตรวจไวรัสในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ด้วยเทคนิค RT-PCR

2.1 การตรวจไวรัสเขียวเตี้ย ใช้ไพรเมอร์ RGSV-P1/P2 ไม่สามารถเพิ่มปริมาณยีน pc5 ขนาด 1,100 คู่เบสได้ เมื่อเปลี่ยนใช้ไพรเมอร์ RGSV-NCP-F1/R สามารถเพิ่มปริมาณยีน pc5 ขนาด 450 คู่เบส จากแมลง 4 ใน 5 ตัว คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ จึงควรเลือกใช้ไพรเมอร์ RGSV-NCP-F1/R (Fig. 4A) นอกจากนี้ ไพรเมอร์ RGSV-p5-F/R สามารถเพิ่มปริมาณยีน p5 ขนาด 379 คู่เบส ได้เป็น 60 เปอร์เซ็นต์ จึงแนะนำให้ใช้ไพรเมอร์ RGSV-NCP-F1/R

ผลการปรียบเทียบความเหมือนของยีน ด้วยโปรแกรม BLASTn กับฐานข้อมูล NCBI พบว่า ยีน pc5 (319 เบส) และ p5 (358 เบส) มีความความคล้ายคลึงกับไอโซเลท PT010 จากปทุมธานี ที่ระดับ 99.37 และ 99.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่าการตรวจไวรัสในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ใช้ยีน pc5 มีความถี่ในการตรวจพบมากกว่ายีน p5 สอดคล้องกับรายงานของ Chomchan และคณะ (2002) ที่ตรวจพบโปรตีน N (pc5) และ p5 ปริมาณมากในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในขณะที่พบโปรตีน p2 และ p6 ปริมาณเล็กน้อยและไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับโปรตีน N และ p5

2.2 การตรวจเชื้อไวรัสใบหงิก ใช้ไพรเมอร์ RRSV-S8-F/R พบยีน S8 ขนาด 541 คู่เบส จากแมลง 4 ใน 5 ตัว คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ แมลงที่ตรวจพบยีน S8 (3 ใน 4) ตรวจพบยีน S3 โดยไพรเมอร์ RRSV-S3-F/R และ ยีน S9 โดยไพรเมอร์ RSV-S9-F/R ด้วยเช่นกัน (60 เปอร์เซ็นต์) ได้ดีเอ็นเอขนาด 825 คู่เบส และ 1,110 คู่เบส ตามลำดับ (Fig. 4B) มีแมลง 1 ตัว ที่ตรวจไม่พบทั้งสามยีน

ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของยีน ด้วยโปรแกรม BLASTn กับฐานข้อมูล NCBI พบว่า ยีน S8

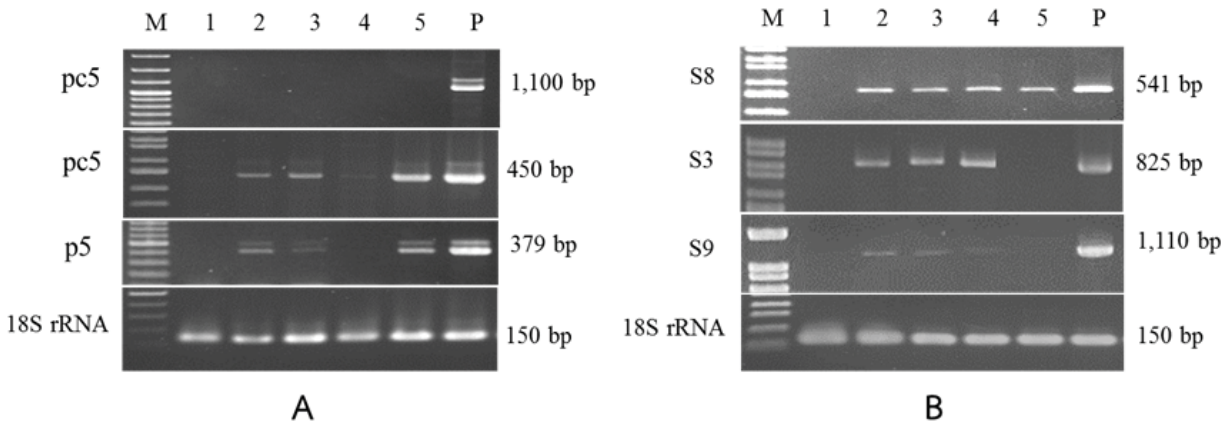


Fig. 4 Electrophoresis of 1.5% agarose gel of RT-PCR products obtained from RNA of viruliferous insects (1-5) at eight days after acquisition feeding on infected rice plant (P). (A) RGSV feeding. (B) RRSV feeding. Viral genes under investigation included pc5 (RGSV-P1/P2), pc5 (RGSV-NCP-F1/R), p5 (RGSV-p5-F/R), S8 (S8U1374/S8E3), S9 (RSV-S9-F/R) and S3 (RRSV-S3-F/R). The 18S rRNA gene was used for positive control of RNA quantity validation. M= 100 bp DNA ladder H3 RTU standard DNA markers

(386 เบส) S3 (1,041 เบส) และ S9 (775 เบส) มีความความคล้ายคลึงกับไอโซเลท Thailand จากประเทศไทย ที่ระดับ 94.4 99.48 และ 99.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการสังเกต พบว่า ยีน S8 และ S3 มีความเข้มของแถบดีเอ็นเอสม่ำเสมอกว่ายีน S9 ส่วนยีน S3 มีความถี่ในการตรวจพบในแมลงได้น้อยกว่ายีน S8 การตรวจเชื้อ RRSV ในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยไพรเมอร์ของยีน S8 จึงมีประสิทธิภาพในการตรวจพบไวรัสสูงกว่ายีนอื่น สอดคล้องกับ Zhang และคณะ (2013) ที่พบว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่รับเชื้อและพักตัวนาน 9 วัน สามารถตรวจพบยีน S8 ในตัวอ่อน (68.2 เปอร์เซ็นต์) และตัวเต็มวัย (75 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีประสิทธิภาพถ่ายทอดไวรัส เท่ากับ 50 และ 32.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Li และคณะ (2014) พบว่า แมลงที่ดูดต้นข้าวเป็นโรคใบหงิก มีระยะฟักตัวนาน 9 วัน ตรวจพบยีน S8 26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแมลงพักตัวนาน 20 วัน ตรวจพบยีน S8 ได้มากขึ้น 87 เปอร์เซ็นต์ ฐานัฏ และคณะ (2560) พบว่า เชื้อ RRSV มีระยะแฝง (latent period) ในตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลน้อยที่สุด คือ 3 วัน ตรวจพบไวรัสได้ต่อเนื่องนาน 16 วัน ในระยะตัวเต็มวัย

3. การแพร่กระจายของไวรัสในต้นข้าวที่เป็นโรค

3.1 ไวรัสโรคเขียวเตี้ย ปริมาณไวรัสที่พบในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวโดยพิจารณาจากความเข้มมากน้อยของแถบดีเอ็นเอผลผลิตดีเอ็นเอจากการทำพีซีอาร์ที่ระยะเวลา 10 วันหลังต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัส RGSV ตรวจพบยีน pc1 ที่บริเวณลำต้น (S) 100 เปอร์เซ็นต์ ใบยอด (L) 100 เปอร์เซ็นต์ และราก (R) 100 เปอร์เซ็นต์ (Fig. 2A) ช่วงระยะ 10 และ 21 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน pc1 ในส่วนลำต้น ใบยอด และราก ในระดับค่อนข้างคงที่กว่ายีน pc5 (Fig. 2A, 2D) โดยมีความผันแปรในราก ในช่วงระยะ 14 และ 18 วัน (Fig. 2B, 2C) ในขณะที่ช่วงระยะ 14 18 และ 21 วัน ตรวจพบยีน pc1 ที่ลำต้น เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในส่วนใบยอดและราก มีความผันแปรในทุกช่วงระยะเวลาที่ทำการตรวจสอบ (Fig. 3B, 3C) ช่วงระยะ 10 14 และ 21 วัน ตรวจพบยีน pc1 ในราก 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะ 10 และ 18 วัน ตรวจพบยีน pc5 ในลำต้นและใบยอด 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะ 14 และ 21 วัน ตรวจพบยีน pc5 ในลำต้น ใบยอด และราก 50-100 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะเวลา 10-21 วัน ความถี่ของการตรวจพบยีน pc1 ที่ลำต้น (93.8 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (100 เปอร์เซ็นต์) และราก (87.5 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ย 93.8 เปอร์เซ็นต์ (พบ 45 จาก 48 ตัวอย่าง) ตรวจพบยีน pc5 ที่ลำต้น (93.8 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (87.5 เปอร์เซ็นต์) และราก (56.2 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ย 79.2 เปอร์เซ็นต์ (พบ 38 จาก 48 ตัวอย่าง) แสดงว่ายีน pc1 มีโอกาสที่จะตรวจพบมากกว่ายีน pc5

จากผลการศึกษานี้ แสดงว่าระยะเวลาการแพร่

กระจายของไวรัสทั้งสองชนิดในต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสจากแมลงพาหะ กล่าวคือ เชื้อ RGSV มีการเพิ่มปริมาณในช่วง 10 วันหลังจากเข้าสู่ลำต้น สอดคล้องกับรายงานของ Ling และคณะ (1972) และ Hibino และคณะ (1985a) โดยไวรัสเคลื่อนย้ายจากบริเวณลำต้นที่เป็นจุดรับไวรัสสู่ส่วนรากและใบยอด ภายในเวลา 10 วัน สามารถสังเกตพบไวรัสที่ใบยอด และราก อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ ไม่สามารถระบุช่วงเวลาที่แน่นอนว่าไวรัสเคลื่อนไปที่ใบยอด หรือรากก่อน

3.2 ไวรัสโรคใบหงิก ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัส RRSV ปริมาณไวรัสที่พบในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวพิจารณาจากความเข้มของแถบดีเอ็นเอ ผลผลิตดีเอ็นเอจากการทำพีซีอาร์ ที่ 10 วันหลังได้รับการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน S8 ในลำต้น (50 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (50 เปอร์เซ็นต์) และราก (50 เปอร์เซ็นต์) ตรวจพบ S4 ในลำต้น (50 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (75 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่พบในราก (Fig. 3A) ช่วงระยะ 14 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส พบความไม่สม่ำเสมอของการตรวจยีน S8 ในลำต้น และใบยอด (Fig. 3B) แต่ตรวจพบยีน S4 ในลำต้นและยอด มีความสม่ำเสมอ 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะ 21-28 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน S4 และ S8 ที่ลำต้น ใบยอด และราก 100 เปอร์เซ็นต์ (Fig. 3C, 3D) ช่วงระยะ 10-14 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส การสุ่มตรวจไวรัสมีความผันแปรมากกว่าช่วงระยะ 21-28 วัน สามารถตรวจยีนตลอดระยะเวลา 10-28 วัน ตรวจพบยีน S4 ที่ลำต้น (87.5 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (93.8 เปอร์เซ็นต์) และราก (50 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ย 77.1 เปอร์เซ็นต์ (พบ 37 จาก 48 ตัวอย่าง) ตรวจพบยีน S8 ที่ลำต้น (75 เปอร์เซ็นต์) ใบยอด (75 เปอร์เซ็นต์) และราก (81.3 เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ย 77.1 เปอร์เซ็นต์ (พบ 37 จาก 48 ตัวอย่าง) แสดงว่ายีน S4 มีโอกาสตรวจพบที่ลำต้นและใบยอดมากกว่ายีน S8

ต้นข้าวที่ได้รับเชื้อ RRSV พบไวรัสสะสมในต้นข้าวหลังได้รับการถ่ายทอดไวรัสอย่างน้อย 10 วัน แม้ต้นข้าวที่ไม่แสดงอาการก็สามารถตรวจพบไวรัสได้โดยไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีน S4 และ S8 สอดคล้องกับรายงานของ ฐานัฏ และคณะ (2561) ที่พบว่า ที่ 10 วันหลังได้รับเชื้อ เป็นระยะเวลาแฝงตัวที่น้อยที่สุดของไวรัสที่สามารถตรวจสอบได้ก่อน โดยที่ต้นข้าวที่ยังไม่แสดงอาการ ซึ่งโอกาสที่จะตรวจพบมีน้อยกว่าในต้นที่แสดงอาการ ที่ระยะ 21-28 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส สอดคล้องกับรายงานของ ทวัช (2544) ที่ตรวจพบยีน S4 ของเชื้อ RRSV ในลำต้น ใบ กาบใบ และรากข้าว

4. การสะสมของไวรัสในต้นข้าวและการตรวจวินิจฉัยโรค

4.1 ไวรัสโรคเขียวเตี้ย ต้นข้าวได้รับการถ่ายทอดเชื้อ RGSV เป็นเวลา 14 วัน สามารถตรวจพบยีน pc5 ที่บริเวณลำต้น 75 เปอร์เซ็นต์ และใบยอด 75 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในช่วง 21 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ข้าวเริ่มแตกกอใหม่ ตรวจพบยีน pc5 ในกอใหม่และใบยอด 64.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะ 28-60 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบไวรัสในกอใหม่ 100 เปอร์เซ็นต์ และที่ใบยอด 85.7-100 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ส่วนต้นข้าวที่รับการถ่ายทอดไวรัส 60 วัน แตกกอเฉลี่ย 28 กอต่อต้น ร่วมกับมีอาการใบเหลืองปลายใบสีส้ม ใบแคบ สั้น และตั้งตรง (Fig. 5D) ตรวจพบไวรัสสม่ำเสมอกระจายทั่วต้นทั้งกอเก่า กอใหม่ และใบยอด

การตรวจวินิจฉัยด้วยเทคนิค RT-PCR จึงสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับรายงานของ Okuda และคณะ (2019) ที่พบว่า ไวรัส *Rice stripe virus* (type species of *Tenuivirus*) ปริมาณการสะสมไวรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาร์เอ็นเอของยีน coat protein การสะสมไวรัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ใบยอด กาบใบ และลำต้น หลังจากได้รับเชื้อ 7-28 วัน

4.2 ไวรัสโรคใบหงิก ต้นข้าวได้รับการถ่ายทอดเชื้อ RRSV ในช่วง 14 21 และ 28 วัน ตรวจพบยีน S8 ในใบยอดแสดงอาการใบบิดหรือใบแหว่ง 100 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Detection percentage of pc5 gene of *Rice grassy stunt virus* (RGSV) in the new tillers and the uppermost leaves of rice plants at 14-60 days post-inoculation (dpi)

Day post inoculation	RGSV-pc5 gene detection (%)	
	New tiller	Uppermost leaf
14	75.0 (9/12)	75.0 (9/12)
21	64.3 (9/14)	64.3 (9/14)
28	100 (14/14)	100 (14/14)
35	100 (14/14)	85.7 (12/14)
60	100 (30/30)	95.5 (43/45)

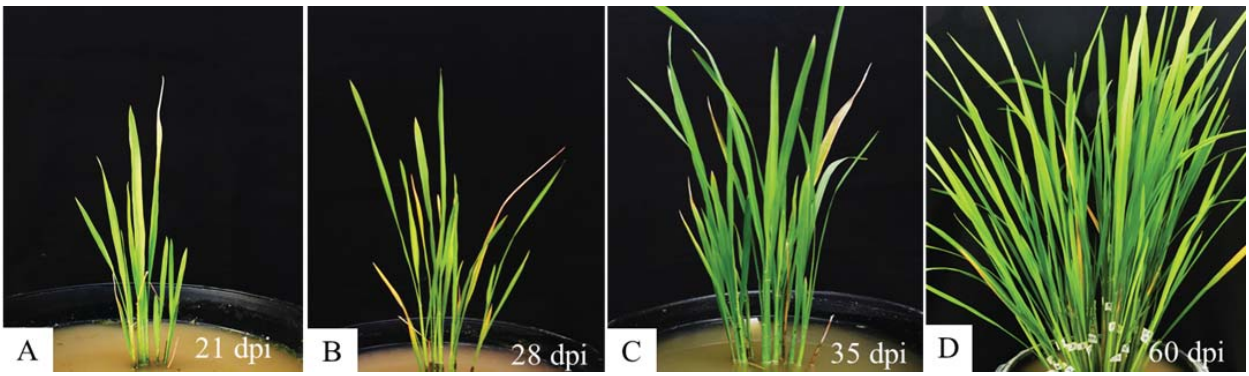


Fig. 5 Disease development and symptoms of RGSV-infected rice plants at 21-60 days after inoculation (dpi). (A-B) Pale green to yellow or orange and shortened narrow leaves, (C-D) profuse tillering to excessive tillering

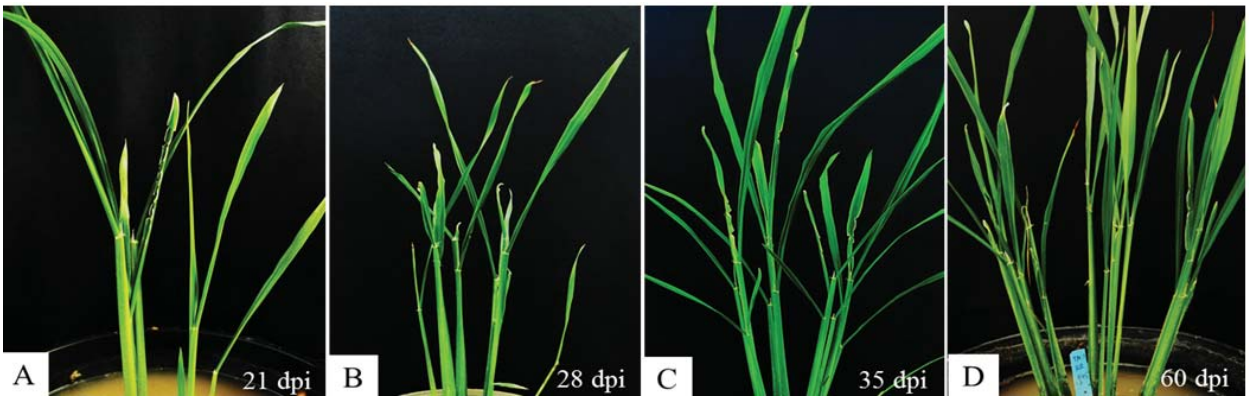


Fig. 6 Disease development and symptoms of RRSV-infected rice plants at 21-60 days after inoculation (dpi). (A-B) shorted and serrated edges leaves. (C-D) ragged and twisted leaves

(Fig. 6) ส่วนใบยอดที่ไม่แสดงอาการ การตรวจพบยีน S8 ไม่สม่ำเสมอ 73.3-85.7 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาที่ระยะ 35-60 วันหลังการถ่ายทอดไวรัส ตรวจพบยีน S8 ในใบยอดที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ชี้ให้เห็นว่าต้นข้าวที่เป็นโรคใบหงิกและได้รับเชื้อ 35 วันขึ้นไป แม้ในใบยอดที่ไม่แสดงอาการ แต่ปริมาณเชื้อ RRSV อยู่ในระดับที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยเทคนิค RT-PCR สอดคล้องกับรายงานของ Li และคณะ (2014) ที่พบว่าข้าวที่แสดงอาการต้นเตี้ย ปลายใบบิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไวรัสในต้นข้าว และทวัช (2544) ใช้เทคนิค one step RT-PCR ตรวจไวรัสในลำต้น ใบ กาบใบ และรากข้าว โดยปริมาณไวรัสที่ตรวจพบแปรผกผันกับความสูงของต้นเป็นโรค กล่าวคือ ข้าวต้นเตี้ยพบไวรัสมีปริมาณมาก

Table 3 Detection percentage of S8 gene of *Rice ragged stunt virus* (RRSV) in the uppermost leaves of rice plants at 14-60 days post inoculation (dpi)

Day post inoculation	RGSV-S8 gene detection (%)	
	Asymptomatic leaf	Symptomatic leaf
14	73.3 (11/15)	100 (10/10)
21	80.0 (12/15)	100 (15/15)
28	85.7 (12/14)	100 (14/14)
35	100 (15/15)	100 (15/15)
60	100 (15/15)	100 (15/15)

สรุปผลการทดลอง

1. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับไวรัสอย่างน้อย 8 วัน ทำให้เป็นแมลงอมโรค 80 เปอร์เซ็นต์ การตรวจไวรัสโรคเขียวเตี้ยในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แนะนำให้ใช้ไพรเมอร์ RGSV-NCP-F1/R

2. การตรวจไวรัสในต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสโรคเขียวเตี้ย แม้ข้าวยังไม่แสดงอาการ สามารถตรวจพบไวรัสได้ที่ลำต้น ใบยอด และราก ในต้นที่รับไวรัสมาแล้ว 10 วัน โดยแนะนำให้ตรวจยีน pc1 เพราะสามารถตรวจพบได้มากกว่าตรวจยีน pc5

3. ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสโรคเขียวเตี้ย ที่แตกหน่อใหม่ร่วมกับมีอาการใบเหลือง สามารถตรวจพบไวรัสสูงกว่าต้นข้าวที่ไม่แสดงอาการ การเลือกต้นข้าวสำหรับใช้เป็นแหล่งของไวรัสในการถ่ายทอดโรค แนะนำให้เลือกใช้ต้นข้าวเป็นโรคหลังจากได้รับการถ่ายทอดไวรัส 35-60 วัน

4. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับไวรัสโรคใบหงิกเป็นเวลา 8 วัน ทำให้เป็นแมลงอมโรค 80 เปอร์เซ็นต์ การตรวจไวรัสในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แนะนำให้ใช้ไพรเมอร์ S8U1374/S8E3 ตรวจยีน S8

5. ต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสโรคใบหงิก สามารถตรวจพบเชื้อได้ภายใน 10 วัน แนะนำให้ตรวจยีน S4 หรือ S8 หรือตรวจเมื่อต้นข้าวเริ่มแสดงอาการต้นเตี้ยร่วมกับใบหงิก จะเพิ่มความแม่นยำในการตรวจมากขึ้น

6. การเลือกต้นข้าวเพื่อใช้เป็นแหล่งของไวรัส แนะนำให้เลือกต้นข้าวที่ได้รับเชื้อมาแล้ว 35-60 วัน

ดังนั้น การตรวจไวรัส จึงแนะนำให้ตรวจหลังจากพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระบาดในแปลงนา เป็นเวลา 10-14 วัน และหากไม่พบอาการ ควรมีการตรวจซ้ำในกอเดิมอีกภายในระยะ 1 สัปดาห์ โดยการสุ่มตรวจไวรัสในต้นข้าวที่ยังไม่แสดงอาการควรทำซ้ำ ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ หรือควรสุ่มตรวจไวรัสหลังจากต้นข้าวได้รับไวรัสอย่างน้อย 10-14 วัน โดยสุ่มบริเวณลำต้น หรือใบยอด

ข้อสังเกต ต้นข้าวหลังได้รับการถ่ายทอดไวรัสโรคเขียวเตี้ยแล้ว 60 วัน มีการแตกกอมากกว่าต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัส 35 วัน เช่นเดียวกันต้นข้าวที่ได้รับการถ่ายทอดไวรัสโรคใบหงิกแล้ว 60 วัน มีจำนวนใบที่แสดงอาการโรคมาก และมีไวรัสสะสมในต้นข้าวในปริมาณที่เหมาะสมที่ใช้เป็นแหล่งของไวรัสในการถ่ายทอดโรค

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาเอก ที่ผู้วิจัยได้รับทุนจากโครงการทุนปริญญาเอกเฉลิมพระเกียรติทรงครองราชย์ 70 ปี ประจำปี 2560 ทุนในประเทศ เลขที่ รท24/2561 สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิสสวรรณ เจียมสมบัติ ที่สนับสนุนการเขียนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฐานัฏ ณ พัทลุง, วิชชุดา รัตนากาญจน์ และวิภา ตังคนานนท์. 2561. ประสิทธิภาพของเทคนิค Indirect NCM-ELISA สำหรับการประเมินการรอดชีวิตเพื่อการก่อโรค และการถ่ายทอดไวรัสใบหงิกข้าวจากตัวอย่างเนื้อเยื่อต้นข้าวในสภาพการแช่เยือกแข็งโดยแมลงพาหะเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stål). หน้า 88-95. *ใน*: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2561. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฐานัฏ ณ พัทลุง, วิภา ตังคนานนท์ และวิชชุดา รัตนากาญจน์. 2560. ประสิทธิภาพของวิธีการตรวจสอบไวรัสใบหงิกข้าวในเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วยเทคนิค Dot-Immunobinding Assay. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6(3): 236-246.

ดารา เจตนะจิตร, เมธี ปุตตะ, อมรา สนิมทอง, วิชชุดา รัตนากาญจน์, จรรยา อารยพันธ์ และสมคิด ดิสถาพร. 2533. โรคจู๋ของข้าวและแนวทางแก้ปัญหา. หน้า 25-30. *ใน*: รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการการแก้ปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคจู๋. 28 มิถุนายน 2533. กรมวิชาการเกษตร, บางเขน, กรุงเทพฯ.

ทวัช วิจารัตน์. 2544. การตรวจหาเชื้อไวรัสโรคใบหงิกข้าวระดับโมเลกุลในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 หน้า.

วิชชุดา รัตนากาญจน์, ดารา เจตนะจิตร และเยาวภา ตันติวานิช. 2549. การผลิตแอนติเซรัมสำหรับตรวจสอบไวรัสโรคใบหงิกของข้าว. หน้า 95-99. *ใน*: เรื่องย่อการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร.

วิชชุดา รัตนากาญจน์, รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์, พยอม โคเบลลี่,

วันพร เข็มมุกด์, คนึงนิจ ศรีวิไลย, สิทธ์ ใจสงฆ์ และ กิตติพงษ์ ศรีม่วง. 2557. คู่มือสำรวจโรคในนาข้าว. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. 97 หน้า.

Chen, C.C. and R.J. Chiu. 1982. Three symptomatic types of rice virus diseases related to grassy stunt in Taiwan. Plant Disease 66: 15-18.

Chettanachit, D., M. Putta and S. Disthaporn. 1978. Rice ragged stunt in Thailand. IRRN 3(4): 15-16.

Chomchan, P., G.J., Miranda and Y. Shirako. 2002. Detection of rice grassy stunt tenuivirus nonstructural proteins p2, p5 and p6 from infected rice plants and from viruliferous brown planthoppers. Archives of Virology 147(12): 2291-2300.

Helina, S., S. Sulandari, A. Trisyono and S. Hartono. 2020. Assessments of yield losses due to double infection of *Rice ragged stunt virus* and *Rice grassy stunt virus* at different severity in the field. Yogyakarta, Indonesia. Pakistan Journal of Phytopathology 32(2): 129-136.

Hibino, H. 1989. Insect-borne viruses of rice. Advances in Disease Vector Research. 6: 210-241.

_____. 1996. Biology and epidemiology of rice viruses. Annual Review of Phytopathology 34: 249-274.

Hibino, H. and I. Kimura. 1982. Detection of *Rice ragged stunt virus* in insect vectors by enzyme-linked immunosorbent assay. Phytopathology 72(6): 656-659.

Hibino H., P.Q. Cabauatan, T. Omura and T. Tsuchizaki. 1985a. *Rice grassy stunt virus* strain causing tungro-like symptoms in the Philippines. Plant Disease 69(6): 538-541.

Hibino, H., T. Usugi, T. Omura, T. Tsuchizaki, K. Shohara and M. Iwasaki.1985b. *Rice grassy stunt virus:* a planthopper-borne circular filament. Phytopathology 75(8): 894-899.

Hoang, A.T., H.M. Zhang, J. Yang, J.P. Chen, E. Hébrard, G.H. Zhou, V.N. Vinh and J. A. Cheng. 2011. Identification, characterization, and distribution of Southern rice black-streaked dwarf virus in Vietnam. Plant Disease 95:1063-1069.

Huang, H.J., Y.Y. Bao, S.H. Lao, X.H. Huang, Y.Z. Ye, J.X. Wu, H.J. Xu, X.P. Zhou and C.X. Zhang. 2015. *Rice ragged stunt virus*-induced apoptosis affects virus transmission from its insect vector, the brown planthopper to the rice plant. Scientific Reports 5(1): 1-14.

Ichiki, T.U., T. Shiba, K. Matsukura, T. Ueno, M. Hirae and T. Sasaya. 2013. Detection and diagnosis of rice-infecting viruses. Frontiers in Microbiology 4, 289.

IRRI. 1968. Annual Report 1967. Retrieved from Los Baños, Manila, Philippines.

Li, S., H. Wang and G. Zhou. 2014. Synergism between southern *Rice black-streaked dwarf virus* and *Rice ragged stunt virus* enhances their insect vector acquisition. Phytopathology. 104: 794-799.

Ling, K.C. 1972. Rice Virus Diseases. International Rice Research Institute, Los Baños, Manila, Phillippines. 142 p.

_____. 1977. Transmission of rice grassy stunt by the brown planthopper. The rice brown planthopper. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taipei, Taiwan. pp. 73-82.

Okuda, M., T. Shiba, M. Hirae, A. Masunaka and M. Takeshita. 2019. Analysis of symptom development in relation to quantity of *Rice stripe virus* in rice (*Oryza sativa*) to simplify evaluation of resistance. Phytopathology 109(4): 701-707.

Palmer, L.T., Y. Soepriaman and O. Mochida. 1978. The distribution of ragged stunt disease and its resulting rice yield reduction in Indonesia. International Rice Research Newsletter 3(3): 15-16.

Palomar, M.K. and K.C. Ling. 1968. Yield losses due to rice grassy stunt infection. Philippine Phytopathol. 4: 14.

Pattayawat, S., B. Nathwong, D. Chettanachit, W. Ratanakarn, P. Burns, S. Pinsupa, C. Pitaksutheepong, N. Warin and S. Attathom. 2004. Diversity Study of Nucleotide Sequence of Genomic Segment 5 and 8 of *Rice Ragged Stunt*

Virus Isolates in Thailand. pp. 28-32, *In*: Proceedings of the 42nd Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, Thailand, 3-6 February 2004, Kasetsart University.

Satoh, K., K. Yoneyama, H. Kondoh, T. Shimizu, T. Sasaya, I.R. Choi, K. Yoneyama, T. Omura and S. Kikuchi. 2013. Relationship between gene responses and symptoms induced by *Rice grassy stunt virus*. Frontiers in Microbiology 4: 313.

Shikata, E., T. Senboku and T. Ishimizu. 1980. The causal agent of rice grassy stunt disease. Proceedings of the Japan Academy. Series B, 56(2): 89-94.

Suprihanto, S.S., S, Hartono and Y. Trisyono. 2015. Identification and molecular diversity of *Rice ragged stunt virus* and *Rice grassy stunt virus* in Java. Indonesia. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research 24: 374-386.

Toriyama, S., T. Kimishima and M. Takahashi. 1997. The proteins encoded by rice grassy stunt virus RNA5 and RNA6 are only distantly related to the corresponding proteins of other members of the genus Tenuivirus. Journal of General Virology 78(9): 2355-2363.

Wathanakul, L. and P. Weerapat. 1969. Virus diseases of rice in Thailand. pp. 78-85, *In*: The Virus diseases of rice in Thailand Proceedings of a Symposium at the International Rice Research Institute, April, 1967. Baltimore, Maryland, U.S.A. John Hopkins press.

Wijarat, T. 2001. Molecular Detection of *Rice ragged stunt virus* in Rice Varieties and Brown Planthopper in Thailand. Master of Science (Genetic Engineering). Major Field Genetic Engineering. Interdisciplinary Graduate Program. 75 p.

Yang, X., Lv, Kalun, M. Wang and G. Zhou. 2017. Investigation of viruses infecting rice in southern China using a multiplex RT-PCR assay. Crop Protection 91: 8-12.

Zhang, S.B., G.W. Song, L. Yang, Z.J. Wu and L.H. Xie. 2013. Determination of *Rice ragged stunt virus* and vector transmission characteristics. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition). 03.

Zheng, L., Q. Mao, L. Xie and T. Wei. 2014. Infection route of *Rice grassy stunt virus*, a tenuivirus, in the body of its brown planthopper vector, *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) after ingestion of virus. Virus Research 188: 170-173.

ความหลากหลายของลักษณะสัณฐานวิทยาและความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในประเทศไทย

Morphological and Pathological Diversity of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker Causing Brown Spot of Rice in Thailand

อริษา จิตรติกรกุล[1] พยอม โคเบลลี่[2] สมใจ สาลีโท[3] รุจิรัตน์ วงศ์จันทร์แดง[4] ธนาภา สมใจ[5] ดวงกมล บุญช่วย[6] ชนสิริน กลิ่นมณี[5] อัญชลี ตาคำ[7] ศุภลักษณา สนคงนอก[2] มาสุฑล สัญพึ่ง[8] พุธชาติ ศรีพนม[4] ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี[9]

Arisa Jittikornkul[1] Payorm Cobelli[2] Somjai Saleeto[3] Rujirat Wongchandaeng[4] Thanapa Somjai[5] Duangkamon Boonchuay[6] Chanasirin Klinmanee[5] Anchalee Takham[7] Suphalaksana Sonkhongnok[2] Marsuton Sanyapeung[8] Putchat Sripanom[4] Teerada Wangsomboondee[9]

Abstract

Brown spot of rice caused by the fungus *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker. Nowadays, it becomes a major disease of rice. The most effective method to control brown spot is the used of resistant varieties. However, morphological and pathological diversity information of the pathogen is the major key for a successful rice breeding program for brown spot resistance. The aim of this research was to examine the morphological and pathological diversity of *B. oryzae* in Thailand. Thus, this information is important for planning the brown spot resistance improvement of rice varieties. The experiments were conducted in Nong Khai Rice Research Center, Ubon Ratchathani Rice Research Center, Chai Nat Rice Research Center, Phatthalung Rice Research Center, Chiang Mai Rice Research Center, Thailand Rice Science Institute and Division of Rice Research and Development during 2018-2021. Survey and sampling of rice brown spot samples were conducted during November 2018 to July 2019 from total of 26 provinces in Thailand. One hundred eighty-eight isolates of *B. oryzae* were isolated from diseased leaf samples. Morphological diversity of the 77 isolates of *B. oryzae* were divided into 7 groups base on morphological characteristics at 10-day-

[1] ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทรศัพท์ 0-4534-4104
Ubon Ratchathani Rice Research Center, Mueang, Ubon Ratchathani 34000 Tel. 0-4534-4104

[2] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2579-7892
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2579-7892

[3] ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา อ.พิมาย จ.นครราชสีมา 30100 โทรศัพท์ 0-4447-1583
Nakhon Ratchasima Rice Research Center, Phimai, Nakhon Ratchasima, 30100 Tel. 0-4447-1583

[4] ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย อ.รัตนวาปี จ.หนองคาย 43120 โทรศัพท์ 0-8645-87310
Nong Khai Rice Research Center, Rattana Wapi, Nong Khai, 43120 Tel. 0-8645-87310

[5] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000 โทรศัพท์ 0-7484-0111
Phatthalung Rice Research Center, Mueang, Phatthalung 93000 Tel. 0-7484-0111

[6] ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทรศัพท์ 0-5601-9771
Chai Nat Rice Research Center, Mueang, Chai Nat 17000 Tel. 0-5601-9771

[7] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120 โทรศัพท์ 0-5321-1335
Chiang Mai Rice Research Center, San Pa Tong, Chiang Mai 50120 Tel. 0-5321-1335

[8] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688
Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110 Tel. 0-2577-1688

[9] ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-5485
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330 Tel. 0-2218-5485

old culture on PDA medium. Conidia morphology could differentiate the fungus into 4 groups. Fifty varieties of rice were tested for pathological diversity with 40 isolates of *B. oryzae* under greenhouse condition and 16 pathogenesis groups were observed. Group 1 comprised of 25 fungal isolates were severe pathogenesis on 50 varieties of rice. The results indicated that the pathogen isolates from Northeast and Central of Thailand had more morphological and pathological diversity.
Keywords: rice, brown spot disease, *Bipolaris oryzae*, diversity, pathogenicity

บทคัดย่อ

โรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวเกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker ปัจจุบันจัดเป็นโรคที่มีความสำคัญมากโรคหนึ่ง การใช้พันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม ความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความสามารถในการก่อโรคของประชากรเชื้อสาเหตุโรค เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของลักษณะสัณฐานวิทยาและความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *B. oryzae* ในประเทศไทย สำหรับการวางแผนปรับปรุงพันธุ์ข้าว ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย อุบลราชธานี ชัยนาท พัทลุง และเชียงใหม่ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ และกองวิจัยและพัฒนาข้าว ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2564 โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2561 ถึงกรกฎาคม 2562 รวม 26 จังหวัด แยกได้เชื้อรา จำนวน 188 ไอโซเลท และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ จำนวน 77 ไอโซเลท สามารถจัดกลุ่มความหลากหลายของลักษณะเส้นใยของเชื้อ เมื่ออายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ได้ 7 กลุ่ม ส่วนลักษณะโคนิเดีย จำแนกเป็น 4 กลุ่ม การทดสอบความสามารถในการก่อโรคบนข้าว 50 พันธุ์ ของเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 40 ไอโซเลท จำแนกได้ 16 กลุ่ม โดยในกลุ่มที่ 1 พบว่า เชื้อ 25 ไอโซเลท มีความสามารถในการก่อโรครุนแรง โดยข้าวทดสอบ จำนวน 50 พันธุ์ แสดงปฏิกิริยาอ่อนแอต่อเชื้อดังกล่าว และพบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและความสามารถในการก่อโรคของเชื้อมีความหลากหลาย โดยเฉพาะไอโซเลทที่แยกจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางของประเทศไทย
คำสำคัญ: ข้าว โรคใบจุดสีน้ำตาล *Bipolaris oryzae* ความหลากหลาย การก่อโรค

คำนำ

เชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker 1959 (synonym: *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan 1900, *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subram. & B.L. Jain 1966) ระยะ teleomorph คือ *Cochliobolus miyabeanus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur 1942 (Manamgoda *et al.*, 2012, 2014) เป็นเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล (brown spot disease) และโรคเมล็ดด่าง (dirty panicle disease) ของข้าว (*Oryza sativa* L.) พบรายงานครั้งแรกจากประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี ค.ศ. 1900 (พ.ศ. 2443) ต่อมาพบการระบาดในพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวทั่วโลก เช่น สหรัฐอเมริกา บราซิล เวเนซุเอลา เม็กซิโก ปานามา โคลอมเบีย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ฟิจิ อียิปต์ แอฟริกาใต้ บังคลาเทศ ภูฏาน อินเดีย เนปาล ปากีสถาน อิหร่าน จีน เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย เนการาบรูไนดารุสซาลาม มาเลเซีย เมียนมาร์ ไทย เป็นต้น (Farr and Rossman, 2013)

เชื้อรา *B. oryzae* ทำความเสียหายให้แก่ข้าวทางตะวันตกเฉียงใต้ของเบงกอล ส่วนหนึ่งของบริติชอินเดียในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (Mukherjee, 2015) ปัจจุบันคือรัฐเบงกอลตะวันตก ประเทศอินเดีย และประเทศบังกลาเทศ ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงร้อยละ 50-90 ในปี ค.ศ. 1942 (พ.ศ. 2485) และเป็นสาเหตุหนึ่งที่นำไปสู่ปัญหาความอดอยากในเหตุการณ์ “The Great Bengal Famine” ทำให้มีประชากร 2.1-3 ล้านคน เสียชีวิตจากการอดอาหารในปี ค.ศ. 1943-1944 (พ.ศ. 2486-2487) (Padmanabhan, 1973; Scheffer, 1997)

ในประเทศไทยพบรายงานการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลทั่วทุกภาคของประเทศ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบการระบาดของโรครุนแรงในจังหวัดอุบลราชธานี

เมื่อปี พ.ศ. 2520 ทำให้ผลผลิตข้าวเสียหาย 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ (สถาบันวิจัยข้าว, 2539) ส่วนในภาคกลางพบการระบาดเป็นประจำในจังหวัดนครนายก และปราจีนบุรี (สมคิด, 2532)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการระบาดของโรคข้าวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทราที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2554-2556 พบการทำลายของโรคใบจุดสีน้ำตาลในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 ทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าว ตั้งแต่ระยะกล้าจนออกรวง (วรรณพรรณ และคณะ, 2557) นอกจากเป็นสาเหตุโรคข้าวแล้ว เชื้อรา *B. oryzae* ยังมีพืชอาศัยอื่นที่หลากหลาย เช่น ข้าวป่า (*Oryza australiensis, O. latifolia*) ข้าวฟ่าง หางหมา (*Setaria italica*) ข้าวสาลี (common wheat; *Triticum aestivum*) หญ้ากินนี (*Panicum maximum*) หญ้าข้าวนก (*P. colonum*) หญ้าไซ (*Leersia hexandra*) หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) ข้าวป่ายักษ์ (*Zizania palustris*) หน่อไม้น้ำ (*Z. latifolia*) (Farr and Rossman, 2013) เป็นต้น

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *B. oryzae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อมีลักษณะที่หลากหลาย Kumar และคณะ (2016) ศึกษาความหลากหลายของเชื้อรา *B. oryzae* 116 ไอโซเลท ที่แยกจากใบและเมล็ดข้าวที่เป็นโรคใบจุดสีน้ำตาลในประเทศอินเดีย จัดกลุ่มด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยและรูปแบบการเจริญบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ได้ 8 กลุ่ม ได้แก่ 1) เส้นใยสีดำ เจริญได้จำกัด 2) เส้นใยสีดำ ฟูคล้ายสำลี (cottony) 3) เส้นใยสีดำ ฟูเป็นปุย (fluffy) 4) เส้นใยสีเทา เจริญได้จำกัด 5) เส้นใยสีเทา ฟูคล้ายสำลี 6) เส้นใยสีเทา ฟูเป็นปุย 7) เส้นใยสีเทาปนขาว ฟูคล้ายสำลี และ 8) เส้นใยสีขาว ฟูคล้ายสำลี Valarmathi และ Ladhalakshmi (2018) ศึกษาสัณฐานวิทยาเส้นใยของเชื้อรา *B. oryzae* ในประเทศอินเดีย บนอาหาร PDA สามารถจำแนกเชื้อ 17 ไอโซเลท ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) เส้นใยสีดำและฟูเป็นปุย 2) เส้นใยสีเทา ฟูเป็นปุย และมีจุดสีขาว 3) เส้นใยสีเทาและฟูเป็นปุย และ 4) เส้นใยสีเทา เจริญได้จำกัด

ในอดีตโรคใบจุดสีน้ำตาลเป็นโรคที่ไม่มีความสำคัญ แต่ปัจจุบันพบการระบาดที่รุนแรงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และประชากรเชื้อรา *B. oryzae* มีลักษณะผันแปรทางสรีรวิทยาบางประการจากการปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ จนเกิดเป็นกลุ่มพันธุ์ (race) ที่มีลักษณะจำเพาะ มีภาวะก่อโรคที่แตกต่างกัน และมีความเป็นไปได้ที่เชื้อรา *B. oryzae* มีการปรับตัวจนสามารถก่อให้เกิดอาการรุนแรงขึ้นในข้าวสายพันธุ์ต้านทานโรค เช่น กข6 กข8 กข13 หางยี 71 เหลืองใหญ่ 148 เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ โรคใบจุดสีน้ำตาลจึงเป็นโรคที่ต้องมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการระบาดรุนแรงที่อาจจะเกิดขึ้น (ศิริรัตน์, 2550) ความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายของประชากรเชื้อรา *B. oryzae* คือขั้นตอนสำคัญในการหากลยุทธ์ในการจัดการโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่มีประสิทธิภาพ (Sunder *et al*., 2014)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายของเชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความสามารถในการก่อโรค เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและแยกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล

สำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ ของประเทศไทย รวม 26 จังหวัด ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2561 ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 ตามระบบสถิติ (systematic survey) เก็บตัวอย่างใบข้าวที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาล นำมาแยกเชื้อราสาเหตุโรคให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ด้วยเทคนิค tissue transplanting ตามวิธีการของพยอม และคณะ (2562)

2. การจำแนกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* และการพิสูจน์โรคตามวิธี Koch's postulation

จำแนกชนิดเชื้อราที่แยกจากอาการโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวโดยใช้คู่มือการจำแนกชนิด (species) ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Manamgoda และคณะ (2014) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound microscope) ที่กำลังขยาย 400X (Nazari *et al*., 2015)

พิสูจน์การเป็นเชื้อสาเหตุโรคตามวิธีการของ Koch

(Koch's postulation) โดยตัวแทนเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ BO2018_030_DRRD ตัวแทนจากภาคกลาง (จังหวัดกาญจนบุรี) BO2019_002_CMIRRC ตัวแทนจากภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) BO2019_004_UBNRRC ตัวแทนจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดอุบลราชธานี) และ BO2018_003_DRRD ตัวแทนจากภาคใต้ (จังหวัดกระบี่) ปลูกเชื้อด้วยวิธีฉีดพ่นสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่มีความเข้มข้น $1.5x10^6$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ดัดแปลงจาก Nazari และคณะ (2015)) บนใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) อายุ 30 วัน จำนวน 3 กอ กอละ 1 ต้น ที่ปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว เปรียบเทียบกับต้นที่ฉีดพ่นด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อเป็นกรรมวิธีควบคุม สังเกตอาการโรคและแยกเชื้อ (re-isolation) หลังปลูกเชื้อ 7-21 วัน และปลูกเชื้อซ้ำ (re-inoculation) อีกครั้งบนข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สังเกตและบันทึกการเกิดโรคหลังจากปลูกเชื้อ 7-21 วัน

3. การศึกษาความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Bipolaris oryzae*

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 77 ไอโซเลท (Table 1) ที่เป็นตัวแทนเชื้อจากภาคกลาง เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้ และแยกได้จากข้าวหลากหลายพันธุ์ โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA บ่มเชื้อภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สลับกับบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 10-15 วัน บันทึกสีและการเจริญของเส้นใย

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโคนิเดียที่เลี้ยงบนอาหาร PDA หรือ rabbit food agar (RFA) ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สลับกับที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อครบ 5 วัน หากไม่มีการสร้างสปอร์ทำการกระตุ้นการสร้างสปอร์ตามวิธีการของพยอม และคณะ (2562) โดยขูดเส้นใยเชื้อที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมที่เผาจนร้อนแดงให้เป็นลายตารางละเอียด 4 ทิศทาง บ่มเชื้อเป็นเวลา 3-4 วัน หากไม่พบการสร้างสปอร์ภายหลังการขูดครั้งแรก ให้ขูดเชื้อซ้ำจนกว่าเชื้อจะสร้างสปอร์ ตรวจสอบลักษณะสี จำนวน pseudoseptum รูปทรงของโคนิเดียและก้านชูโคนิเดียภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วัดขนาดโคนิเดียไอโซเลทละ 30 โคนิเดีย ที่กำลังขยาย 400X (Nazari *et al*., 2015)

4. การทดสอบการเกิดโรคของข้าวต่อเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ในสภาพเรือนทดลอง

ปลูกเชื้อทดสอบปฏิกิริยาการเกิดโรคของข้าวไทยจำนวน 50 พันธุ์ โดยใช้เชื้อรา *B. oryzae* 40 ไอโซเลท เป็นตัวแทนเชื้อจากภาคกลาง เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้ และเป็นตัวแทนเชื้อที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยและโคนิเดียจากทุกกลุ่ม (Table 2) ใช้พันธุ์หางยี 71 (HY71) เหนียวสันป่าตอง (NSPT) และเหมยนอง 62 เอ็ม (Muey Nawng 62M) เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) กข15 (RD15) และกข6 (RD6) เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ปลูกเชื้อบนข้าวอายุ 30 วัน ตามกรรมวิธีในข้อ 2. พันธุ์ละ 3 กอ กอละ 1 ต้น (ดัดแปลงจาก Nazari และคณะ (2015)) บันทึกปฏิกิริยาการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อ 7-21 วัน ตามระบบของ The Standard Evaluation System (IRRI, 2014) และนำระดับคะแนนการเกิดโรคมาจัดกลุ่มลักษณะความต้านทาน/อ่อนแอ เมื่อระดับคะแนน 0-1 = ต้านทานมาก (HR; highly resistant) 2 = ต้านทาน (R; resistant) 3 = ค่อนข้างต้านทาน (MR; moderately resistant) 4-6 = ค่อนข้างอ่อนแอ (MS; moderately susceptible) 7 = อ่อนแอ (S; susceptible) และ 8-9 = อ่อนแอมาก (HS; highly susceptible)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจและแยกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล

การสำรวจโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว พบโรคตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการใบจุดสีน้ำตาลของข้าว สามารถจำแนกได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1) แผลสีน้ำตาล รี มีขอบแผลสีเหลืองชัดเจน กลุ่มที่ 2) แผลสีน้ำตาล รี ไม่มีขอบเขต กลุ่มที่ 3) แผลสีน้ำตาลกลมเล็กมีขอบแผลสีเหลืองชัดเจน และกลุ่มที่ 4) แผลสีน้ำตาลไม่มีขอบเขต กลางแผลสีเทา (Fig. 1)

การแยกเชื้อได้เชื้อราบริสุทธิ์จากใบข้าวที่แสดงอาการโรคใบจุดสีน้ำตาล รวม 188 ไอโซเลท จากแหล่ง

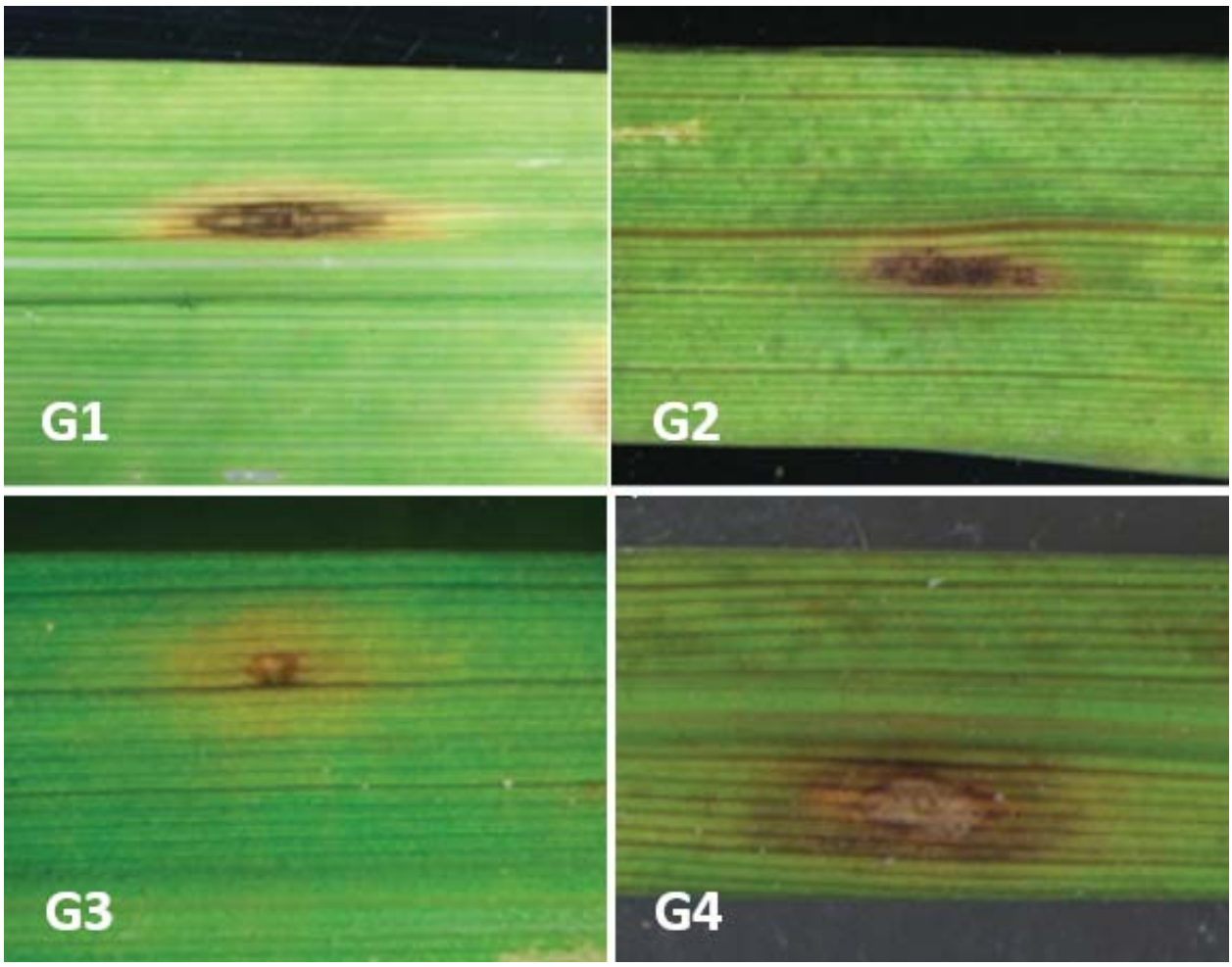


Fig. 1 Symptoms of brown spot on KDML105 rice leaves G1: oval brown lesions and surrounded by a yellow margin, G2: irregular brown lesion, G3: small, circular, brown lesions and surrounded by a yellow margin, and G4: irregular brown lesion that have a gray center

ปลูกข้าวในภาคกลางพบ 22 ไอโซเลท ในข้าวพันธุ์ กข31 กข41 กข49 กข57 กข61 สุพรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 BKN05044-29-5-3-1-1 และ SPR08080-20-11-6 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบ 149 ไอโซเลท ในข้าวพันธุ์ กข15 กข22 กข49 ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 สังข์หยดพัทลุง อีแดงเล้าแตก ลื้นก สันป่าตอง 1 หอมสกลนคร และพิษณุโลก ภาคเหนือพบ 10 ไอโซเลท ในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 สันป่าตอง 1 และ กข43 และภาคใต้พบ 7 ไอโซเลท ในข้าวพันธุ์ กข7 กข69 กข71 ขาวดอกมะลิ 105 พิษณุโลก 2 ชัยนาท 1 และเล็บนกปัตตานี

2. การจำแนกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* และการพิสูจน์โรคตามวิธี Koch's postulation

บนอาหาร PDA เชื้อรามีลักษณะเส้นใยสีขาวในระยะแรก ต่อมาเมื่อเชื้อราอายุ 5 วัน เส้นใยเริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาวปนเทาหรือสีขาวปนน้ำตาล ส่วนมากฟูคล้ายสำลี และเส้นใยเป็นสีเทาเข้ม สีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำเมื่ออายุ 10-15 วัน การศึกษาเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่า มีก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) สีน้ำตาล ชูขึ้นเป็นแบบก้านตรงและอยู่เดี่ยวๆ (arising singly and simple) มีผนังกั้นหลายผนัง (multi-septate) ก้านชูโคนิเดียคดไปคดมา (flexuous) บางครั้งพบด้านบนของก้านชูโคนิเดียจะงอคล้ายเข่า (geniculate) (Fig. 2A) โคนิเดียสีน้ำตาล รูปทรงคล้ายเรือ (navicular) หรือฐานกว้างปลายเรียว (obclavate) และโค้ง (Fig. 2B) เซลล์ปลายของโคนิเดียสามารถงอกได้ทั้งสองด้าน (bipolar germination) (Fig. 2C) โคนิเดียมีขนาดตั้งแต่ 16-30 x 63-164 ไมครอน มี 3-14 pseudoseptum และสามารถสังเกตเห็น hilum ได้ชัดเจนในโคนิเดียที่เจริญสมบูรณ์

Fig. 2 Morphology of *Bipolaris oryzae*; A: flexuous conidiophore and conidia of *B. oryzae,* B: a conidia of *B. oryzae* and C: germinating at both ends of a conidia

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยบนอาหาร ก้านชูโคนิเดีย และโคนิเดีย สอดคล้องกับลักษณะของเชื้อรา *B. oryzae* ตามรายงานของ Manamgoda และคณะ (2014) จึงจำแนกเชื้อราดังกล่าวเป็น เชื้อรา *B. oryzae* ขนาดโคนิเดียของเชื้อราใกล้เคียงกับรายงานของศิริรัตน์ (2550) ที่แยกเชื้อรา *B. oryzae* จากข้าวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งพบโคนิเดียขนาด 14-22 x 63-153 ไมครอน ในขณะที่ Manamgoda และคณะ (2014) รายงานว่า *B. oryzae* มีขนาดโคนิเดีย 10-22 x 50-155 ไมครอน และมี 6-12 pseudoseptum

การพิสูจน์การเป็นเชื้อสาเหตุโรคตามวิธี Koch's postulation พบว่า ตัวแทนเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 4 ไอโซเลท คือ BO2018_030_DRRD, BO2019_002_CMIRRC, BO2019_004_UBNRRC และ BO2018_003_DRRD ทำให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แสดงอาการแผลสีน้ำตาล รี มีขอบแผลสีเหลืองชัดเจน (Fig. 3A-B) เหมือนกับอาการโรคใบจุดสีน้ำตาลที่พบในสภาพแปลง (Fig. 3C) หลังปลูกเชื้อ 7-21 วัน ในขณะที่ข้าวที่พ่นด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อไม่แสดงอาการ เมื่อนำใบข้าวที่แสดงอาการใบจุดสีน้ำตาลมาแยกเชื้อบนอาหาร PDA พบว่า เชื้อรามีลักษณะเส้นใยและโคนิเดียเช่นเดียวกับที่แยกได้ครั้งแรก และเมื่อปลูกเชื้อซ้ำ พบว่า ใบข้าวแสดงอาการใบจุดสีน้ำตาลแหมือนครั้งแรกที่ปลูกเชื้อ จึงพิสูจน์ได้ว่าเชื้อรา 4 ไอโซเลท ดังกล่าวเป็นเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล

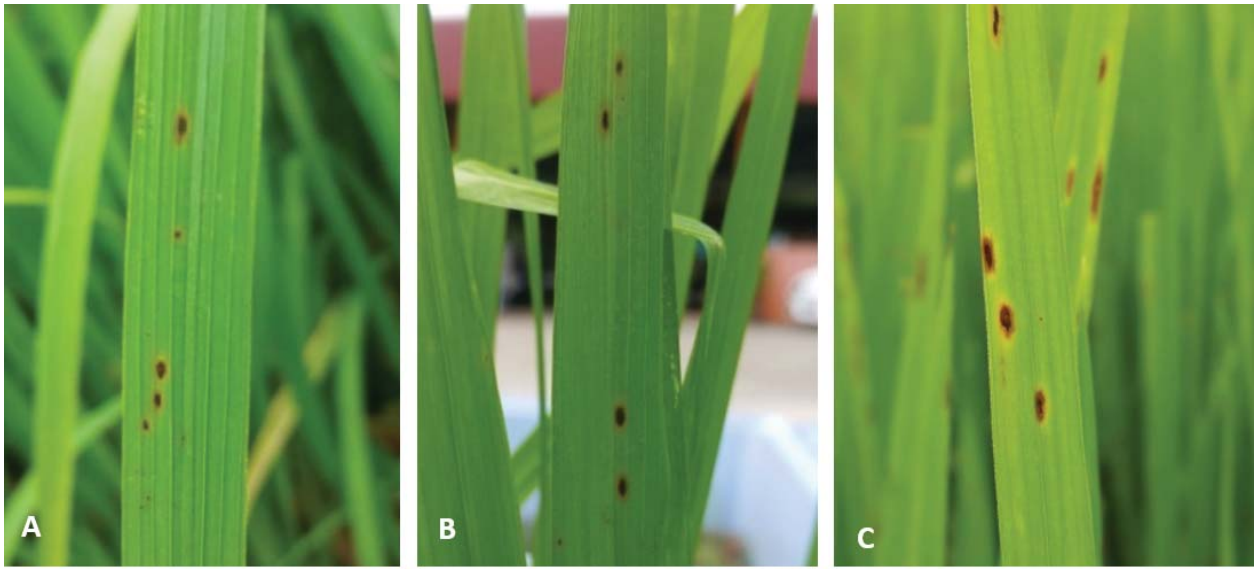


Fig. 3 Symptom of brown spot on rice leaves; A-B: oval brown lesions and surrounded by a yellow margin on KDML105, 14 days after inoculation, C: oval brown lesions and surrounded by a yellow margin on KDML105 in rice field

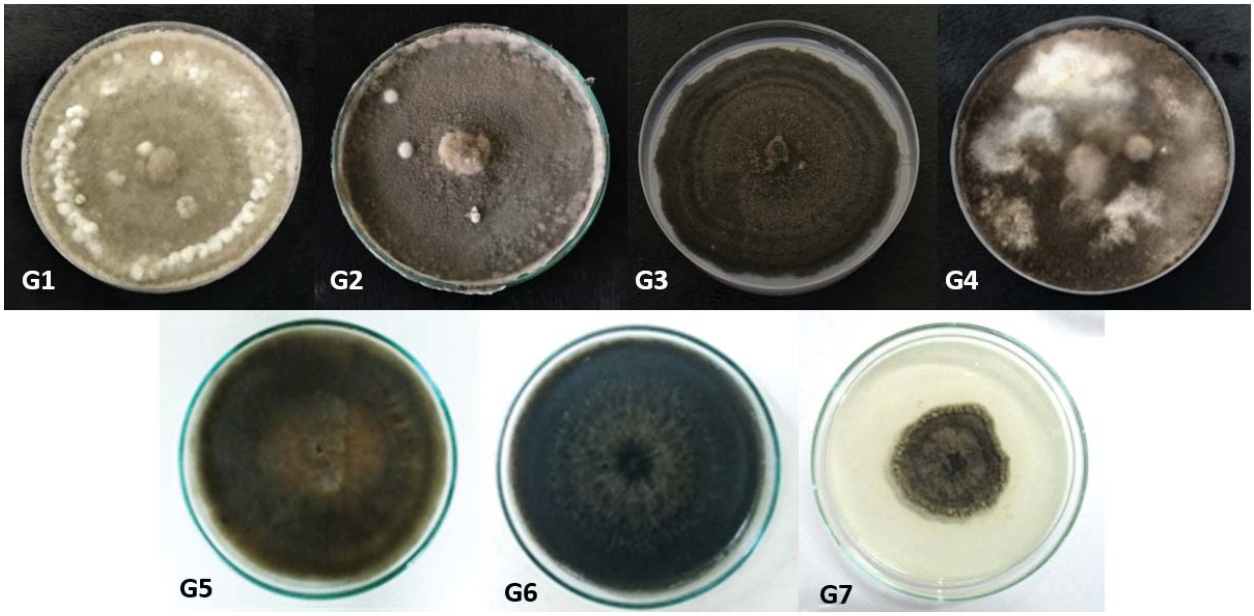


Fig. 4 Seven different groups of *Bipolaris oryzae* based on morphological characteristics at 10- day-old on PDA; G1: whitish grey mycelium, cottony, G2: greyish black mycelium, cottony, G3: brownish black mycelium, zonate colony, G4: brownish white mycelium, cottony, G5: brownish black mycelium, G6: dark brownish to black mycelium, and G7: brownish black mycelia, with suppressed growth

3. ความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Bipolaris oryzae*

เส้นใยเชื้อรา *B. oryzae* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA จำนวน 77 ไอโซเลท มีลักษณะแตกต่างกัน จำแนกเป็น 7 กลุ่ม (Fig. 4) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เส้นใยสีขาวปนเทา ฟูคล้ายสำลี (Fig. 4G1) พบ 18 ไอโซเลท จากจังหวัดกาญจนบุรี กรุงเทพมหานคร นครนายก สระบุรี พระนครศรีอยุธยา เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน อุบลราชธานี กระบี่ และพัทลุง

กลุ่มที่ 2 เส้นใยสีเทาปนดำ ฟูคล้ายสำลี (Fig. 4G2) พบ 10 ไอโซเลท จากจังหวัดยโสธร ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี และพัทลุง

กลุ่มที่ 3 เส้นใยสีน้ำตาลปนดำ สร้างเส้นใยเป็นวงรอบ (Fig. 4G3) พบ 7 ไอโซเลท จากจังหวัดสระบุรี อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด บึงกาฬ อุดรธานี และสกลนคร

กลุ่มที่ 4 เส้นใยสีน้ำตาลปนขาว ฟูคล้ายสำลี (Fig. 4G4) พบ 6 ไอโซเลท จากจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร นครศรีธรรมราช และพัทลุง

กลุ่มที่ 5 เส้นใยสีน้ำตาลปนดำ (Fig. 4G5) พบ 18 ไอโซเลท จากจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร และร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 6 เส้นใยสีน้ำตาลเข้มปนดำ (Fig. 4G6) พบ 8 ไอโซเลท จากจังหวัดกาญจนบุรี หนองคาย หนองบัวลำภู ชัยภูมิ มหาสารคาม ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี ยโสธร และร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 7 เส้นใยสีน้ำตาลปนดำ เจริญเติบโตช้า (Fig. 4G7) พบ 10 ไอโซเลท จากจังหวัดกาญจนบุรี หนองคาย หนองบัวลำภู มหาสารคาม ขอนแก่น ชัยภูมิ และเชียงใหม่

อย่างไรก็ตาม เชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่พบระบาดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความหลากหลายของลักษณะเส้นใยบนอาหาร จำแนกได้ 7 กลุ่ม โดยเฉพาะเชื้อไอโซเลทจากจังหวัดอุบลราชธานี พบความหลากหลายของลักษณะเส้นใยมากถึง 6 กลุ่ม ไอโซเลทจากจังหวัดยโสธรและร้อยเอ็ด พบจังหวัดละ 4 กลุ่ม ในขณะที่เชื้อจากภาคกลาง ภาคใต้ และภาคเหนือ จำแนกได้ 4 3 และ 2 กลุ่ม ตามลำดับ (Table 1) ลักษณะเส้นใยกลุ่มที่ 1 พบกระจายมากถึง 11 จังหวัด และกลุ่มที่ 7 พบใน 8 จังหวัด แต่ส่วนใหญ่พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาของโคนิเดีย สามารถจัดกลุ่มได้ 4 กลุ่ม (Fig. 5) ได้แก่

Fig. 5 Conidial morphology of *Bipolaris oryzae*; G1: pale brown conidium, navicular with 3-12 pseudoseptum, G2: dark brown conidium, navicular with 3-12 pseudoseptum, G3: dark brown conidium, cylindrical with 3-9 pseudoseptum, and G4: dark brown conidium, fusiform with 6-14 pseudoseptum

กลุ่มที่ 1 โคนิเดียสีน้ำตาล รูปทรงโค้ง คล้ายเรือ ขนาด 17-28 x 76-135 ไมครอน มี 3-12 pseudoseptum (Fig. 5G1) พบ 23 ไอโซเลท จากจังหวัดกาญจนบุรี กรุงเทพมหานคร นครนายก สระบุรี พระนครศรีอยุธยา เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ยโสธร ร้อยเอ็ด กระบี่ และพัทลุง

กลุ่มที่ 2 โคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม รูปทรงโค้ง คล้ายเรือ ขนาด 18-30 x 73-164 ไมครอน มี 3-12 pseudoseptum (Fig. 5G2) พบ 28 ไอโซเลท จากจังหวัดกาญจนบุรี สระบุรี อุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ชัยภูมิ มหาสารคาม ขอนแก่น อุดรธานี สกลนคร นครศรีธรรมราช และพัทลุง

กลุ่มที่ 3 โคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม ทรงกระบอก ขนาดสั้นกว่ากลุ่มอื่น คือ 16-20x63-88 ไมครอน มี 3-9 pseudoseptum (Fig. 5G3) พบ 19 ไอโซเลท จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด หนองคาย บึงกาฬ และหนองบัวลำภู

กลุ่มที่ 4 โคนิเดียสีน้ำตาลเข้ม ทรงกระสวย หัวท้ายค่อนข้างเรียวยาว ขนาดค่อนข้างยาว คือ 17-23 x 112-135 ไมครอน มี 6-14 pseudoseptum (Fig. 5G4) พบ 7 ไอโซเลท จากจังหวัดสระบุรี ยโสธร และร้อยเอ็ด

การจำแนกตามแหล่งที่มาของเชื้อ พบว่า เชื้อไอโซเลทจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีความหลากหลายทางลักษณะสัณฐานวิทยาของโคนิเดีย พบกระจายมากถึง 4 กลุ่ม โดยจังหวัดยโสธรและร้อยเอ็ดพบลักษณะโคนิเดียกระจายทั้ง 4 กลุ่ม รองลงมา คือ จังหวัดอุบลราชธานี และสระบุรี พบจังหวัดละ 3 กลุ่ม (Table 1) โคนิเดียกลุ่มที่ 1 พบกระจายมากถึง 13 จังหวัด ในขณะที่กลุ่มที่ 4 พบได้น้อยสุด คือ พบในจังหวัดสระบุรี ยโสธร และร้อยเอ็ด

อนึ่ง เชื้อรา *B. oryzae* ที่แยกจากโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในประเทศไทยมีความหลากหลายทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยบนอาหาร PDA และลักษณะของโคนิเดียด้านสี รูปทรง ขนาด และจำนวน pseudoseptum สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumar และคณะ (2016) ที่พบว่า เชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในประเทศอินเดีย มีลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยและรูปแบบการเจริญบนอาหาร PDA ที่หลากหลายมากถึง 8 กลุ่ม และสอดคล้องกับรายงานของ Subramanian และ Bhat (1978) ที่พบว่า ลักษณะโคนิเดียของเชื้อรา *B. oryzae* มีความแปรปรวนสูงภายในสปีชีส์ ซึ่งลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นใยและโคนิเดียของเชื้อรา *B. oryzae* ไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยลักษณะเส้นใยแต่ละกลุ่มสามารถพบโคนิเดียได้ 2-4 กลุ่ม (Table 1)

4. การเกิดโรคของข้าวต่อเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ในสภาพเรือนทดลอง

การทดสอบปฏิกิริยาของข้าว 50 พันธุ์ ต่อการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยตัวแทนเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 40 ไอโซเลท พบว่า ข้าวแสดงอาการโรคที่ระดับคะแนน 1-9 คือ ระดับต้านทานมาก ถึงระดับอ่อนแอมาก เมื่อจัดกลุ่มความหลากหลายของลักษณะความรุนแรงของโรค สามารถจำแนกได้ 16 กลุ่ม (Table 2) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ข้าว 50 พันธุ์ มีลักษณะค่อนข้างอ่อนแอจนถึงอ่อนแอมาก มี 25 ไอโซเลท (Table 1, 2) จากจังหวัด

Table 1 Seventy-seven isolates of *Bipolaris oryzae* that isolated from rice brown spot disease

No.	Isolate code	Location	GPS		Rice variety	Rice growth stage	Mycelium group	Conidial group	Severity group
1	BO2018_003_DRRD	Krabi	N:07.71412	E:099.07280	Khao Dawk Mali 105	Heading	group 1	group 1	group 14
2	BO2018_026_DRRD	Kanchanaburi	N:14.2115239	E:99.7694226	BKN05044-29-5-3-1-1	Harvesting	group 1	group 2	group 1
3	BO2018_027_DRRD	Kanchanaburi	N:14.2114940	E:99.7694602	SPR08080-20-11-6	Harvesting	group 1	group 2	group 1
4	BO2018_030_DRRD	Kanchanaburi	N:14.2114940	E:99.7694600	RD31	Harvesting	group 1	group 1	group 6
5	BO2018_031_DRRD	Kanchanaburi	N:14.2115645	E:99.7693227	RD31	Mature grain	group 7	group 2	group 1
6	BO2018_033_DRRD	Kanchanaburi	N:14.087821	E:99.708077	Supan Buri 1	Mature grain	group 1	group 1	group 13
7	BO2019_001_DRRD	Bangkok	N:13.824589	E:100.747063	Pathum Thani 1	Booting	group 1	group 1	group 1
8	BO2019_076_DRRD	Nakhon Nayok	N:14.185102	E:101.229998	Pathum Thani 1	Tillering	group 1	group 1	group 1
9	BO2019_081_DRRD	Nakhon Nayok	N:14.185001	E:101.230135	Pathum Thani 1	Tillering	group 1	group 1	group 1
10	BO2019_096_DRRD	Saraburi	N:14.396174	E:100.864061	RD49	Tillering	group 6	group 4	group 1
11	BO2019_101_DRRD	Saraburi	N:14.39241	E:100.863566	RD31	Tillering	group 3	group 1	group 1
12	BO2019_116_DRRD	Saraburi	N:14.381252	E:100.807196	RD57	Tillering	group 1	group 3	group 1
13	BO2019_122_DRRD	Phra Nakhon Si Ayutthaya	N:14.368345	E:100.785871	RD31	Tillering	group 1	group 1	group 1
14	BO2019_212_DRRD	Nakhon Si Thammarat	N:8.23468	E:100.050043	Phitsanulok 2	Heading	group 4	group 1	ND[1/]
15	BO2019_245_DRRD	Phatthalung	N:7.789166	E:100.051178	RD71	Heading	group 4	group 1	ND
16	BO2019_257_DRRD	Phatthalung	N:7.686518	E:100.117786	Chai Nat 1	Tillering	group 4	group 2	ND
17	BO2019_001_CMIRRC	Chiang Rai	N:19.478022	E:100.003123	Phitsanulok 2	Tillering	group 1	group 1	ND
18	BO2019_002_CMIRRC	Chiang Mai	N:18.825817	E:99.129809	San-pah-tawng 1	Tillering	group 1	group 1	ND
19	BO2019_003_CMIRRC	Chiang Mai	N:18.748660	E:99.173030	RD43	Tillering	group 7	group 1	ND
20	BO2019_004_CMIRRC	Chiang Mai	N:18.879991	E:99.056071	San-pah-tawng 1	Tillering	group 7	group 1	ND
21	BO2019_005_CMIRRC	Lamphun	N:18.463947	E:98.915890	San-pah-tawng 1	Heading	group 1	group 1	group 16
22	BO2019_006_CMIRRC	Lamphun	N:18.472356	E:98.928081	San-pah-tawng 1	Heading	group 1	group 1	ND
23	BO2019_007_CMIRRC	Lamphun	N:18.504470	E:98.948721	San-pah-tawng 1	Heading	group 1	group 1	group 15
24	BO2019_001_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 5	group 3	ND
25	BO2019_004_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 5	group 3	group 1
26	BO2019_005_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 1	group 3	group 1

Table 1 cont.

No.	Isolate code	Location	GPS		Rice variety	Rice growth stage	Mycelium group	Conidial group	Severity group
27	BO2019_009_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 6	group 2	ND
28	BO2019_013_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 5	group 2	ND
29	BO2019_014_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 5	group 2	ND
30	BO2019_017_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 5	group 2	ND
31	BO2019_019_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok[2/]	Tillering	group 5	group 2	ND
32	BO2019_021_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 5	group 2	ND
33	BO2019_023_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 5	group 2	ND
34	BO2019_025_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 4	group 2	ND
35	BO2019_026_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 3	group 1	group 1
36	BO2019_027_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 1	group 2	group 1
37	BO2019_029_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 5	group 2	ND
38	BO2019_030_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 5	group 2	group 1
39	BO2019_032_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 5	group 2	ND
40	BO2019_073_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 5	group 2	ND
41	BO2019_074_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 5	group 1	ND
42	BO2019_084_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 5	group 3	ND
43	BO2019_098_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 6	group 4	ND
44	BO2019_099_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 6	group 4	ND
45	BO2019_103_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 6	group 4	ND
46	BO2019_109_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 4	group 3	ND
47	BO2019_111_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 4	group 3	ND
48	BO2019_113_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 6	group 2	ND
49	BO2019_118_UBNRRC	Yasothon	N:15.53064	E:104.25668	RD15	Heading	group 2	group 2	ND
50	BO2019_149_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 6	group 1	group 1
51	BO2019_161_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 3	group 4	ND
52	BO2019_162_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 2	group 4	group 7

Table 1 cont.

No.	Isolate code	Location	GPS		Rice variety	Rice growth stage	Mycelium group	Conidial group	Severity group
53	BO2019_163_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 2	group 4	group 1
54	BO2019_166_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 5	group 3	ND
55	BO2019_167_UBNRRC	Roi Et	N:16.161214	E:103.775638	RD49	Heading	group 5	group 3	ND
56	BO2019_175_UBNRRC	Roi Et	N:16.02402	E:103.91318	RD49	Tillering	group 5	group 2	group 9
57	BO2019_177_UBNRRC	Roi Et	N:16.02402	E:103.91318	RD49	Tillering	group 2	group 2	ND
58	BO2019_183_UBNRRC	Roi Et	N:16.02402	E:103.91318	RD49	Tillering	group 6	group 2	group 8
59	BO2019_188_UBNRRC	Roi Et	N:16.02402	E:103.91318	RD49	Tillering	group 3	group 3	ND
60	BO2019_192_UBNRRC	Roi Et	N:16.02402	E:103.91318	RD49	Tillering	group 2	group 3	ND
61	BO2019_216_UBNRRC	Yasothon	N:15.52763	E:104.26194	Chai Nat 1	Tillering	group 5	group 3	ND
62	BO2019_217_UBNRRC	Yasothon	N:15.53064	E:104.25668	RD15	Heading	group 2	group 3	group 1
63	BO2019_219_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.393822	E:104.841371	Lee Nok	Tillering	group 2	group 3	group 10
64	BO2019_220_UBNRRC	Ubon Ratchathani	N:15.350224	E:104.684966	Khao Dawk Mali 105	Tillering	group 2	group 3	ND
65	BO2019_012_NKIRRC	Nong Khai	N:18.16336	E:103.16915	RD22	Tillering	group 7	group 3	group 4
66	BO2019_295_NKIRRC	Bueng Kan	N:18.08644	E:103.44278	Pathum Thani 1	Heading	group 3	group 3	group 5
67	BO2019_386_NKIRRC	Nong Bua Lam Phu	N:17.11471	E:102.219	Edanglaothak	Harvesting	group 7	group 3	group 11
68	BO2019_608_NKIRRC	Chaiyaphum	N:16.22204	E:101.58420	San-pah-tawng 1	Harvesting	group 7	group 2	group 1
69	BO2019_731_NKIRRC	Maha Sarakham	N:16.26223	E:103.01310	Edanglaothak	Harvesting	group 7	group 2	group 1
70	BO2019_858_NKIRRC	Khon Kaen	N:16.32431	E:102.32014	Phisanulok	Harvesting	group 7	group 3	group 1
71	BO2019_887_NKIRRC	Khon Kaen	N:16.35840	E:102.71095	RD22	Harvesting	group 7	group 2	group 1
72	BO2019_908_NKIRRC	Chaiyaphum	N:16.24291	E:102.14510	San-pah-tawng 1	Harvesting	group 7	group 2	group 3
73	BO2019_971_NKIRRC	Udon Thani	N:17.37132	E:102.5839	RD22	Harvesting	group 3	group 2	group 1
74	BO2019_1023_NKIRRC	Sakon Nakhon	N:17.36862	E:101.78771	RD49	Harvesting	group 3	group 2	group 2
75	BO2019_004_PTLRCC	Phatthalung	N:5.64742640	E:102.03922494	RD7	Heading	group 2	group 1	group 1
76	BO2019_007_PTLRCC	Phatthalung	N:5.70148226	E:101.93007126	Leb Nok Pattani	Tillering	group 2	group 1	group 1
77	BO2019_008_PTLRCC	Phatthalung	N:5.64671642	E:102.03851785	RD69	Harvesting	group 1	group 1	group 1

Remarks: [1/]ND = No detected, [2/] Local variety in Northeastern Thailand

Table 2 Pathogenicity reaction of *Bipolaris oryzae* 40 isolates (Central, North and Northeastern region of Thailand, 2018-2021) on 50 rice varieties

Severity score[1/] (21 days after inoculation)

Severity group	RD21	RD29	RD31	RD41	RD47	RD49	RD57	RD61	RD71	PTT1	CNT1	PSL2	PSL80	RD59	KTH17	RD12	RD18	RD20	RD22	2/SNK	RD10	SPR1	SPR2	SPR60	RD43
G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
G4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G6	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
G7	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
G8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
G9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
G10	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
G11	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
G12	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G14	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
G15	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
G16	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ms

Severity group	KJH-SPR	DOA1	DOA2	RD65	RD53	RD14	SPT1	SMJ	Phrae 1	RD33	N-UBN2	RD75	RD51	RD69	SY-PLG	C-PLG	RD55	KMR3	HKDN59	HY71	NSPT	MN	KDML105	RD15	RD6
G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
G3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G6	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
G7	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
G8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
G10	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
G11	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
G12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
G16	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1

Remarks: [1/]SES (IRRI, 2014) 0 = resistant, 1 = susceptible, ms = missing data

PTT1 = Pathum Thani 1, CNT1= Chai Nat 1, PSL2 = Phitsanulok 2, PSL80 = Phitsanulok 80, KTH17 = Khao Tah Haeng 17, SNK = Sakon Nakhon, SPR1 = Supan Buri 1

SPR2 = Supan Buri 2, SPR60 = Supan Buri 60, KJH-SPR = Khao' Jow Hawm Suphan Buri, SPT1 = San-pah-tawng 1, SMJ = Sew Mae Jan, N-UBN2 = Niaw Ubon 2,

SY-PLG= Sang Yod Phattalung, C-PLG = Chiang Phattalung, KMR3 = Khai Mod Rin 3, KHDN 59 = Hawm Kradang-ngah 59, HY71 = Hahng Yi 71, NSPT = Niaw San-pah-tawng,

MN= Muey Nawng 62M, KDML105 = Khao Dawk Mali 105

G1 = BO2018_026_DRRD, BO2018_027_DRRD, BO2018_031_DRRD, BO2019_001_DRRD, BO2019_076_DRRD, BO2019_081_DRRD, BO2019_096_DRRD, BO2019_101_DRRD, BO2019_116_DRRD, BO2019_122_DRRD, BO2019_004_UBNRRC, BO2019_005_UBNRRC, BO2019_026_UBNRRC, BO2019_027_UBNRRC, BO2019_030_UBNRRC, BO2019_149_UBNRRC, BO2019_217_UBNRRC, BO2019_608_NKIRRC, BO2019_731_NKIRRC, BO2019_858_NKIRRC, BO2019_887_NKIRRC, BO2019_971_NKIRRC, BO2019_004_PTLRCC, BO2019_007_PTLRCC and BO2019_008_PTLRCC,

G2 = BO2019_1023_NKIRRC, G3 = BO2019_908_NKIRRC, G4 = BO2019_012_NKIRRC, G5 = BO2019_295_NKIRRC, G6 = BO2018_030_DRRD, G7 = BO2019_162_UBNRRC, G8 = BO2019_183_UBNRRC, G9 = BO2019_175_UBNRRC, G10 = BO2019_163_UBNRRC, G11 = BO2019_219_UBNRRC, G12 = BO2019_386_NKIRRC, G13 = BO2018_033_DRRD, G14 = BO2018_003_DRRD, G15 = BO2019_007_CMIRRC, G16 = BO2019_005_CMIRRC

กาญจนบุรี กรุงเทพมหานคร (เขตคลองสามวา) นครนายก สระบุรี พระนครศรีอยุธยา อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด ยโสธร ชัยภูมิ มหาสารคาม ขอนแก่น อุดรธานี และพัทลุง

กลุ่มที่ 2 ข้าวพันธุ์ กข57 กข59 กข61กข71 ปทุมธานี 1 พิษณุโลก 2 และเหนียวอุบล 2 มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข21 กข31 และเหมยหนอง 62 เอ็ม มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_1023_NKIRRC จากจังหวัดสกลนคร

กลุ่มที่ 3 ข้าวพันธุ์ กข12 กข31 และสุพรรณบุรี 2 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_908_NKIRRC จากจังหวัดชัยภูมิ

กลุ่มที่ 4 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีลักษณะต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_012_NKIRRC จากจังหวัดหนองคาย

กลุ่มที่ 5 ข้าวพันธุ์เหนียวอุบล 2 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_295_NKIRRC จากจังหวัดบึงกาฬ

กลุ่มที่ 6 ข้าวพันธุ์ กข49 กข51 ชิวแม่จัน เหนียวสันป่าตอง และเหมยนอง 62 เอ็ม มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข6 กข14 กข15 กข18 กข20 กข33 กข41 กข53 กข55 กข59 พิษณุโลก 80 ขาวตาแห้ง 17 สกลนคร สุพรรณบุรี 2 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี แพร่ 1 เหนียวอุบล 2 เฉี้ยงพัทลุง ไข่มดริ้น 3 และหอมกระดังงา 59 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2018_030_DRRD จากจังหวัดกาญจนบุรี

กลุ่มที่ 7 ข้าวพันธุ์ กข33 กข55ขาวตาแห้ง 17 ก.วก.1 ก.วก.2 เฉี้ยงพัทลุง หางยี 71 มีลักษณะต้านทานมาก พันธุ์ กข20 กข57 กข69 มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข49 กข61 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_162_UBNRRC จากจังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 8 ข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข43 และ กข69 และปทุมธานี 1 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_183_UBNRRC จากจังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 9 ข้าวพันธุ์ กข12 มีลักษณะต้านทานมาก พันธุ์หางยี 71 มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข22 กข71 สกลนคร สุพรรณบุรี 2 และก.วก.2 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_175_UBNRRC จากจังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 10 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ก.วก.1 ก.วก.2 กข69 และหางยี 71 มีลักษณะต้านทานมาก พันธุ์ กข22 กข43 กข71 ปทุมธานี 1 และสันป่าตอง 1 มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข12 กข18 กข20 และกข61 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_163_UBNRRC จากจังหวัดร้อยเอ็ด

กลุ่มที่ 11 ข้าวพันธุ์ กข12 กข21 สุพรรณบุรี 60 ชิวแม่จัน แพร่ 1 เฉี้ยงพัทลุง และหางยี 71 มีลักษณะต้านทานมาก พันธุ์ ก.วก.2 มีลักษณะต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_219_UBNRRC จากจังหวัดอุบลราชธานี

กลุ่มที่ 12 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข41 กข47 และ กข57 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_386_NKIRRC จากจังหวัดหนองบัวลำภู

กลุ่มที่ 13 ข้าวพันธุ์เหนียวอุบล 2 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2018_033_DRRD จากจังหวัดกาญจนบุรี

กลุ่มที่ 14 ข้าวพันธุ์ กข20 กข41 และ กข43 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2018_003_DRRD จากจังหวัดกระบี่

กลุ่มที่ 15 ข้าวพันธุ์หางยี 71 เหนียวสันป่าตอง และเหมยนอง 62 เอ็ม มีลักษณะต้านทาน พันธุ์ กข12 กข14 กข18 กข 20 กข22 กข29 กข49 กข51 กข53 กข 59 กข65 กข75 ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 พิษณุโลก 80 สกลนคร สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 สุพรรณบุรี 60 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ก.วก.1 ก.วก.2 สันป่าตอง 1 แพร่ 1 และเหนียวอุบล 2 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_007_CMIRRC จากจังหวัดลำพูน

กลุ่มที่ 16 ข้าวพันธุ์ กข61 มีลักษณะต้านทานมาก พันธุ์ กข10 กข12 กข14 กข22 กข29 กข33 กข41 กข47 กข49 กข51 กข53 กข55 กข57 กข65 กข69 กข71 สกลนคร สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 2 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ชิวแม่จัน เหมยนอง 62 เอ็ม และขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะค่อนข้างต้านทาน มี 1 ไอโซเลท คือ BO2019_005_CMIRRC จากจังหวัดลำพูน

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อและความสามารถในการเกิดโรค พบว่า เชื้อส่วนใหญ่ที่มี

เส้นใยเป็นสีขาวปนเทา สีเทาปนดำ และสีน้ำตาลปนดำ และมีลักษณะโคนิเดียเป็นรูปทรงโค้ง หรือทรงกระบอก มีการเกิดโรครุนแรง โดยพบว่าข้าวจำนวน 50 พันธุ์ ทุกพันธุ์แสดงปฏิกิริยาค่อนข้างอ่อนแอถึงอ่อนแอมากต่อเชื้อดังกล่าว และพบว่าลักษณะอาการที่พบในแปลงกับความรุนแรงในการเกิดโรคกับข้าวพันธุ์ทดสอบ มีเชื้อ 25 ไอโซเลท ในกลุ่มความรุนแรงของโรคกลุ่มที่ 1 ที่ทำให้ข้าว 50 พันธุ์ แสดงความอ่อนแอนั้นมีหลากหลายอาการในสภาพธรรมชาติ มีรูปแบบอาการทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งจากการศึกษาของ Magar (2015) ในประเทศเนปาล ที่ประเมินความต้านทานของข้าว 14 พันธุ์ ต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลในสภาพแปลงนา พบว่า ไม่มีพันธุ์ข้าวที่ต้านทาน หรือต้านทานมากต่อโรคนี้ มีเพียงพันธุ์ HJ-G1 และ HJ-G2 ที่ค่อนข้างต้านทาน

อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกหาแหล่งของยีนต้านทานเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการโรคที่มีประสิทธิภาพในอนาคต แม้พันธุ์ข้าวทดสอบ 50 พันธุ์จะอ่อนแอ (MS-HS) ต่อเชื้อรา *B. oryzae* 25 ไอโซเลท แต่ยังมีข้าวบางพันธุ์ที่ยังต้านทานต่อเชื้อบางไอโซเลท ซึ่งมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ได้แก่ พันธุ์เฉี้ยงพัทลุง ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_162_UBNRRC, BO2019_219_UBNRRC และ BO2019_005_CMIRRC พันธุ์หางยี 71 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_162_UBNRRC, BO2019_163_UBNRRC และ BO2019_219_UBNRRC พันธุ์สุพรรณบุรี 60 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_163_UBNRRC และ BO2019_219_UBNRRC พันธุ์ ก.วก.1 และก.วก.2 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_162_UBNRRC และ 2019_163_UBNRRC พันธุ์ กข12 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_175_UBNRRC และ BO2019_219_UBNRRC พันธุ์แพร่ 1 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_219_UBNRRC และ BO2019_005_CMIRRC

นอกจากนี้ ยังมีพันธุ์ กข21 และซิวแม่จัน ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_219_UBNRRC พันธุ์ กข18 กข20 กข61 สันป่าตอง 1 เหนียวอุบล 2 และไข่มดริ้น 3 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_005_CMIRRC พันธุ์ กข69 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_163_UBNRRC พันธุ์ กข33 กข55 และขาวตาแห้ง 17 ต้านทานมากต่อเชื้อไอโซเลท BO2019_162_UBNRRC

สรุปผลการทดลอง

1. เชื้อรา *Bipolaris oryzae* มีความหลากหลายทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความสามารถในการเกิดโรคบนข้าวทดสอบจำนวน 50 พันธุ์ พบเส้นใยที่หลากหลายมากกว่าโคนิเดีย โดยสามารถจัดกลุ่มได้ 7 กลุ่ม ตามสี และลักษณะการเจริญของเส้นใย โดยไอโซเลทจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากหลายของเส้นใยมากกว่าภาคอื่น จำแนกได้ถึง 7 กลุ่ม โดยเฉพาะเชื้อไอโซเลทจากจังหวัดอุบลราชธานี จำแนกได้มากถึง 6 กลุ่ม

2. ลักษณะสัณฐานวิทยาของโคนิเดียตามสี รูปทรง ขนาด และจำนวน pseudoseptum จำแนกได้ 4 กลุ่ม เชื้อไอโซเลทจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีความหลากหลายทางลักษณะสัณฐานวิทยาของโคนิเดีย โดยเฉพาะจังหวัดยโสธรและร้อยเอ็ดพบลักษณะโคนิเดียทั้ง 4 กลุ่ม ส่วนจังหวัดอุบลราชธานีและสระบุรี พบ 3 กลุ่ม

3. ปฏิกิริยาของข้าว 50 พันธุ์ ต่อการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยตัวแทนเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 40 ไอโซเลท จำแนกความหลากหลายในการเกิดโรคบนข้าวได้ 16 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ข้าวทั้ง 50 พันธุ์ ค่อนข้างอ่อนแอ จนถึงอ่อนแอมาก พบมากถึง 25 ไอโซเลท

ข้อมูลความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความสามารถในการเกิดโรค ของประชากรเชื้อสาเหตุโรคจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีความสำคัญต่อการวางแผนการใช้ยีนต้านทาน ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความจำเพาะต่อประชากรเชื้อสาเหตุโรคที่พบระบาด เพื่อสร้างความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากเงินรายได้ จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าว ครั้งที่ 1 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ภายใต้โครงการ “แหล่งพันธุกรรมยีนต้านทาน ความหลากหลายทางลักษณะการทำให้เกิดโรค และพันธุกรรมของประชากรเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล และใบขีดโปร่งแสง เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว”

เอกสารอ้างอิง

พยอม โคเบลลี่, ศุภลักษณา หล่าจันทึก, ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี, เมธวดี เดชหาญ และพิชามญชุ์ พัฒรักษ์. 2562. เทคนิคอย่างง่ายเพื่อการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Bredda de Haan) Shoemaker สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว. หน้า 154-165. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 36 ประจำปี 2562. กองวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. 12-15 พฤษภาคม 2562. ณ โรงแรมแกรนด์ ฟอร์จูน, จังหวัดนครศรีธรรมราช.

วรรณพรรณ จันลาภา, ทัสดาว เกตุเนตร, อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ และสมหมาย ศรีวิสุทธิ. 2557. ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการระบาดของโรคข้าวในภาคตะวันออก. หน้า 73-83. *ใน:* การประชุมวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ตะวันออก และตะวันตก ประจำปี 2556. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว. 26-28 มีนาคม 2557. ณ โรงแรมเอกไพลิน ริเวอร์แคว, จังหวัดกาญจนบุรี.

ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล. 2550. รายงานวิจัยเรื่อง การศึกษาความหลากหลายของรา *Bipolaris oryzae* และความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลในพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรัง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 52 หน้า.

สถาบันวิจัยข้าว. 2539. ข้าว: ความรู้คู่ชาวนา. เอกสารวิชาการครบรอบ 80 ปี ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 191 หน้า.

สมคิด ดิสถาพร. 2532. ชาวนาปราบโรคข้าว. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. 116 หน้า.

Farr, D.F. and A.Y. Rossman. 2013. Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory. ARS, USDA. Available source: http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases. (January 8, 2020)

IRRI. 2014. Standard Evaluation System for Rice. 5th ed. International Rice Research Institute, DAPO Box 7777, Metro Manila 130, Philippines. 57 p.

Kumar, A., I.S. Solanki, J. Akthar and V. Gupta. 2016. Morpho-molecular diversity of *Bipolaris oryzae* causing brown spot of paddy. Indian J. Agri. Sci. 86(5): 55-60.

Magar, P.B. 2015. Screening of rice varieties against brown leaf spot disease at Jyotinagar, Chitwan, Nepal. Int. J. Appl. Sci. Biotechnol. 3(1): 56-60.

Manamgoda, D.S., A.Y. Rossman, L.A. Castlebury, P.W. Crous, H. Madrid, E. Chukeatirote and K.D. Hyde. 2014. The genus *Bipolaris*, Studies of Mycology 79: 221-288.

Manamgoda, D.S., L. Cai, E.H.C. McKenzie, P.W. Crous, H. Madrid, E. Chukeatirote, R.G. Shivas, Y.P.Tan and K.D. Hyde. 2012. A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris* - *Cochliobolus* - *Curvularia* Complex. Fungal Diversity 56: 131-144.

Mukherjee, J. 2015. Hungry Bengal: War, Famine and the End of Empire. New York, NY: Oxford University Press. 329 p.

Nazari, S., M. Javan-nikkhah, K.B. Fotouhifar, V. Khosravi and A. Alizadeh. 2015. *Bipolaris* species associated with rice plant: pathogenicity and genetic diversity of *Bipolaris oryzae* using rep-PCR in Mazandaran province of Iran. J. Crop Prot. 4(4): 497-508.

Padmanabhan, S.Y. 1973. The Great Bengal Famine. Ann. Rev. Phytopathology 11: 11-26.

Scheffer, R.P. 1997. The Nature of Disease in Plants. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 325 p.

Subramanian, C.V. and V.R. Bhat. 1978. Taxonomy of *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subramanian & Jain a reappraisal. pp. 136-148. *In*: Subramanian, C.V. (ed.), Taxonomy of Fungi. Proceeding of the International Symposium on Taxonomy of Fungi (1973). University of Madras.

Sunder, S., R. Singh and R. Agarwal. 2014. Brown spot of rice: an overview. Indian Phytopath 67(3): 201-215.

Valarmathi, P. and D. Ladhalakshmi. 2018. Morphological characterization of *Bipolaris oryzae* causing brown spot disease of rice. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 7(2): 161-170.

การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตข้าว และสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี

Analysis of Pesticide Residues in Rice Grains and Investigation of Farmers' Usage in Suphan Buri and Kanchanaburi Provinces

ดารารัตน์ มณีจันทร์[1)] รัตนวรรณ จันทรศิธร[1)] ผกามาศ วงค์เตย์[1)] รัตติกาล อินทมา[1)] ภัทรศยา สายยืด[1)] นฤมล เสือแดง[1)]
วรัญสิตา ใบเด[1)] จุฬารักษ์ ศรีศักดา[1)] ศุภนัฐ นีซัง[1)] ณุภาวี สะกัญญา[1)]
Dararat Maneejan[1)] Rattanawan Jansasithorn[1)] Pakamas Wongtay[1)] Rattikan Intama[1)] Pattarasaya Saiyued[1)]
Narumol Sueadang[1)] Waransita Baide[1)] Jularuck Srisakda[1)] Suppanat Neesung[1)] Nupawee Sakanya[1)]

Abstract

Recently, an increase of pesticide use can cause pesticide residue above standard limit which could affect on agricultural product export. This research aimed to analyze and monitor pesticide residues in rice production in Suphan Buri and Kanchanaburi Provinces. The experiment was conducted at Thailand Rice Science Institute, Suphan Buri province during 2020-2021 by collecting different rice varieties from 40 farmer's fields per province. These rice samples were extracted followed by AOAC method and analyzed pesticide residues by using validated methods of LC-MS/MS and GC-MS/MS. The limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) values of this validated methods were 0.005 and 0.01 mg/kg (ppm), respectively. The pesticide residues were detected in 18 rice samples (22.5%) from Suphan Buri province which were insecticide from organophosphate group (omethoate 2 samples) and carbamate group (carbofuran 1 sample) and fungicide which were cyproconazole (1 sample), propiconazole (7 samples), and tebuconazole (13 samples). No pesticide residue was detected in rice samples from Kanchanaburi province. In addition, the monitoring of pesticide residues in rice production in Suphan Buri and Kanchanaburi provinces was also surveyed. The results showed an invasion of thrips and brown planthopper in both provinces; however, most farmers decided to apply pesticides to control these problems especially at Suphan Buri province where farmers applied pesticide at all stages of rice development. The thiamethoxam and thiacloprid were mostly applied at seedling stage while abamectin was used at tillering and booting stages which accounted for over 70% of pesticide application at all three stages. A dirty panicle disease was a major disease found in Suphan Buri province while blast and brown spot were found in Kanchanaburi province. In this case, the difenoconazole+propiconazole were mostly applied especially at booting and heading stages at Suphan Buri province. In summary, the pesticide residues found in rice samples did not exceed the maximum residue limit of Thai regulation and Codex's MRLs. However, these pesticide residues exceeded the European Commission maximum residue levels (EU MRLs). The reduction and appropriate pesticide application should be promoted to decrease residue levels in rice products that could impact on rice export.

Keywords: rice, pesticide residue, pesticide, Suphan Buri, Kanchanaburi

[1)] สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 0-3555-5340
Thailand Rice Science Institute, Mueang, Suphan Buri 72000 Tel. 0-3555-5340

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเกษตรกรใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดพิษตกค้างของสารในผลผลิตทางการเกษตรเกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่งผลให้ไม่สามารถส่งออกได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในผลผลิตข้าวของจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี ดำเนินการที่สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ จังหวัดสุพรรณบุรี ปี พ.ศ. 2563-2564 โดยเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวพันธุ์ต่างๆ จากเกษตรกรจังหวัดละ 40 ตัวอย่าง นำมาสกัดตามวิธีของ AOAC และวิเคราะห์ด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (LC-MS/MS) และเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS) ซึ่งผ่านการทดสอบความใช้ได้ที่ขีดจำกัดของการตรวจพบ (LOD) 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการตรวจสอบ พบสารพิษตกค้างในตัวอย่างข้าวจากจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 18 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.5) เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง omethoate (2 ตัวอย่าง) และสาร carbofuran (1 ตัวอย่าง) สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชพบ cyproconazole (1 ตัวอย่าง) สาร propiconazole (7 ตัวอย่าง) และสาร tebuconazole (13 ตัวอย่าง) แต่ไม่พบพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูข้าวจากจังหวัดกาญจนบุรี จากการสำรวจพบการทำลายของเพลี้ยไฟและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว เกษตรกรแก้ปัญหาด้วยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงทุกระยะของการปลูก โดยใช้สาร thiamethoxam และ thiacloprid ในระยะกล้า ส่วนระยะแตกกอและระยะข้าวตั้งท้อง ใช้สาร abamectin รวมทั้งสามระยะมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงมากถึงร้อยละ 70 สำหรับโรคข้าวพบโรคเมล็ดด่างในจังหวัดสุพรรณบุรี และโรคใบไหม้และใบจุดสีน้ำตาลในจังหวัดกาญจนบุรี เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีใช้สารเคมีป้องกันจำกัดโรค difenoconazole+propiconazole ในระยะข้าวตั้งท้องและระยะเริ่มออกรวง ตามข้อกำหนดของกฎหมายไทยและ Codex's MRLs พบว่า สารพิษตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างข้าวจำนวน 18 ตัวอย่าง มีปริมาณไม่เกินค่าที่กำหนด แต่เมื่อพิจารณาข้อกำหนดของสหภาพยุโรป ปริมาณสารตกค้างดังกล่าวเกินค่ากำหนด จึงควรมีการรณรงค์ลดใช้สารเคมี รวมทั้งการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวอย่างถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของทางราชการ เพื่อลดพิษตกค้างของสารในผลผลิตข้าวที่อาจส่งผลต่อการส่งออกข้าวไทย

คำสำคัญ: ข้าว สารพิษตกค้าง สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สุพรรณบุรี กาญจนบุรี

คำนำ

ปัจจุบันการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2555 มีการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชปริมาณ 134.5 พันตัน และปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 171.0 พันตัน โดยพื้นที่การเพาะปลูกยังคงมีอยู่เท่าเดิม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในทางการเกษตรสามารถแบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการควบคุมและกำจัด คือ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดเชื้อรา สารกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ และสารกำจัดหอยและปู โดยสารเคมีเหล่านี้มีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน

สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมต (carbamate) มีสูตรโครงสร้าง คุณสมบัติ กลไกการออกฤทธิ์ และความเป็นพิษที่คล้ายกัน โดยออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ยับยั้งการทำงาน (inhibitor) ของเอนไซม์อะเซทิลโคลินเอสเทอเรส ความเป็นพิษของสารแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสารพิษและการได้รับสารพิษ เช่น สาร parathion มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (LD_{50} น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สาร malathion (LD_{50} มากกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) aldicarb (LD_{50} น้อยกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สาร isoprocarb (LD_{50} มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เป็นต้น

สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) มีคุณสมบัติละลายในไขมันได้ดีมาก และสลายตัวช้า จึงพบสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและมีความเสี่ยงสูงในการปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหาร กลไกการออกฤทธิ์มีหลากหลาย ได้แก่ การรบกวน sodium channel การยับยั้งการทำงานของ GABA และการขัดขวางการทำงานของ GABA

receptor ที่ chloride channel ความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้แบ่งเป็นกลุ่มพิษรุนแรง เช่น aldrin, dieldrin, endosulfan, endrin เป็นต้น กลุ่มที่มีความเป็นพิษปานกลาง เช่น chlordane, DDT, heptachlor, lindane, mirex เป็นต้น และกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (pyrethroid) มีกลไกการเกิดพิษที่เกี่ยวกับการทำงานของ sodium channel แต่เมื่อสัมผัสกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย จึงไม่มีความเป็นพิษ และไม่พบพิษตกค้างของสารนี้ในสิ่งแวดล้อม (Gupta, 2012)

ส่วนสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช ที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นสารกำจัดเชื้อราในกลุ่ม triazole เช่น cyproconazole, propiconazole, tebuconazole, tetraconazole, tricyclazole เป็นต้น เป็นสารประเภทดูดซึม ออกฤทธิ์ในการบำบัดรักษาและป้องกันโรคพืช ใช้กับโรคที่เกิดกับใบพืชโดยเฉพาะ มีพิษเฉียบพลันทางปาก 1,517 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง มากกว่า 4,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบในหนู ทำให้เกิดอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง ดวงตา และระบบทางเดินหายใจ

อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น ไม่ถูกต้องตามกำหนดเวลา และใช้ไม่ถูกวิธี ส่งผลให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรรวมทั้งสิ่งแวดล้อมได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2553) จากการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในแปลงปลูกข้าวที่ไม่ได้ร่วมโครงการเกษตรดีที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดชัยนาท พบสารพิษ chlorpyrifos ตกค้างในดิน จำนวน 20 ตัวอย่าง มีปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐาน 2 ตัวอย่าง และพบสารพิษตกค้าง isoprocarb ในข้าวเปลือก 11 ตัวอย่าง โดยพบเกินค่ามาตรฐาน 1 ตัวอย่าง (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2557)

เช่นเดียวกับ ชลธิชา และคณะ (2561) ได้ประเมินผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในนาข้าวและสิ่งแวดล้อมในจังหวัดนครปฐม พบการตกค้างของสาร difenoconazole และ propiconazole ในดินนา และต้นข้าว รวมทั้งตรวจพบ propiconazole ในน้ำที่เก็บจากพื้นที่ปลูกข้าวแปลงทั่วไป และยังพบสารเคมีตกค้างในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ซึ่งการพบสารเคมีตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จะไม่สามารถส่งออกผลผลิตได้ และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคโดยตรง

ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตเกษตร และสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรไม่ถูกหลักวิชาการเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อมทั้งในดินพื้นที่ทำการเกษตร แม่น้ำที่เป็นแหล่งการอุปโภค บริโภค และเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำและพืชน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และสัตว์อื่นๆ

อย่างไรก็ตาม สินค้าข้าวของไทยยังมีความเสี่ยงที่จะพบสารพิษตกค้าง แม้จะมีโครงการการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (good agricultural practices, GAP) รวมถึงการผลิตข้าวอินทรีย์ โดยปัจจุบันสหภาพยุโรป (EU) มีการปรับปริมาณสารตกค้างสูงสุด (maximum residue limits, MRLs) ของสารในกลุ่มที่เป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (endocrine disruptors) ที่พบมีการแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว เช่น สารป้องกันกำจัดแมลง malathion สารป้องกันกำจัดโรคพืช carbendazim, mancozeb, prochloraz, propiconazole tebuconuzole และ thiophanate-methyl เป็นต้น โดยปรับให้ค่า MRLs ของสารในกลุ่มดังกล่าวเหลือเพียง 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm) (พยอม และธีรดา, 2562) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าข้าวของไทยได้ หากการปฏิบัติของเกษตรกรในการใช้สารเคมียังไม่ถูกต้องตามคำแนะนำ ย่อมมีโอกาสที่จะตรวจพบปริมาณสารตกค้างดังกล่าวเกินกว่า 0.01 ppm ได้

อนึ่ง จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรในพื้นที่ที่มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่า จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท พิษณุโลก และอ่างทอง เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารที่ไม่แนะนำ โดยเกษตรกรนิยมใช้สาร abamectin มากที่สุด ซึ่งเป็นสารที่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำ และไม่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รองลงมา คือ cypermethrin เป็นสารที่ชักนำให้เกิดการระบาดเพิ่มขึ้นของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (จินตนา และคณะ, 2556)

อนึ่ง การป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล กรมการข้าวแนะนำให้สาร dinotefuran ในระยะข้าวตั้งท้องถึงระยะออกรวง สาร carbosulfan และ isoprocarb ในระยะข้าวแตกกอเต็มที่ หรือเมื่อพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 10 ตัวต่อกอ ดังนั้น การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ไม่

แนะนำในนาข้าว นอกจากส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ยังอาจส่งผลกระทบต่อการระบาดศัตรูข้าวเพิ่มขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์การทดลองนี้ เพื่อติดตามพิษตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตข้าว และสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี เพื่อเป็นข้อมูลนำไปสู่การปฏิบัติที่มีความปลอดภัยของสินค้าข้าวโดยมีสารพิษตกค้างไม่เกินมาตรฐานสากล

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้เป็น สารมาตรฐานแบบรวม iDQuant™ Standards Kit for Pesticide จาก บริษัท Sigma-Aldrich, A.R. grade; acetonitrile, HPLC grade; methanol, HPLC grade; น้ำกลั่น, A.R. grade ammonium formate, Dispersive SPE ชนิดที่ 1 AOAC Agilent Part Number: 5982-5755 ($MgSO_4$ 6 กรัม + Sodium Acetate 1.5 กรัม) ชนิดที่ 2 Universal Agilent Part Number: 5982.0028CH ($MgSO_4$ 150 มิลลิกรัม + PSA 50 มิลลิกรัม + C18EC 50 มิลลิกรัม)

เครื่องชั่งเป็นชนิด 2 ตำแหน่ง สำหรับชั่งตัวอย่าง และ 5 ตำแหน่ง สำหรับชั่งสารมาตรฐาน เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องบดตัวอย่างข้าว เครื่องลดปริมาตรด้วยไนโตรเจน (nitrogen evaporator) เครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ หัวตรวจชนิด Triple Quadrupole Mass Spectrometer (LC-MS/MS) ยี่ห้อ SciEx 4500 QTRAP LC-MS/MS และเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ หัวตรวจชนิด Triple Quadrupole Mass Spectrometer (GC-MS/MS) ยี่ห้อ Agilent 7000D Triple Quadrupole GC/MS

2. พื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างข้าวจากแปลงนาจังหวัดสุพรรณบุรี 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี บางปลาม้า เดิมบางนางบวช ดอนเจดีย์ ศรีประจันต์ สามชุก สองพี่น้อง หนองหญ้าไซ และอู่ทอง ประกอบด้วยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 15 ตัวอย่าง ปทุมธานี 1 10 ตัวอย่าง จัสมิน 5 ตัวอย่าง กข41 6 ตัวอย่าง กข43 กข41 กข47 และพิษณุโลก 2 พันธุ์ละ 1 ตัวอย่าง รวม 40 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงนาจังหวัดกาญจนบุรี 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเลาขวัญ ห้วยกระเจา พนมทวน และทองผาภูมิ จำนวน 40 ตัวอย่าง

3. ตัวอย่างข้าวและการเตรียมตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจากแปลงนาจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี อายุข้าวที่เก็บตัวอย่างไม่เกิน 3 วันหลังการเก็บเกี่ยว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากหลายๆ จุดทั่วแปลง (แบบตัว S หรือ X) จากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วน สุ่มแยก 1 ใน 4 (ประมาณ 2 กิโลกรัม ข้าวเปลือก) ใส่ถุงพร้อมติดฉลาก ปิดผนึกและบันทึกข้อมูลตัวอย่าง นำมาลดความชื้นข้าวเปลือกให้ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปขัดขาว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส

4. วิธีการทดลอง

4.1 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ดำเนินการตามวิธีมาตรฐาน ดังนี้ ช่วงความเข้มข้นที่ต้องการใช้งาน/ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (range/linearity) การตรวจสอบซ้ำ (repeatability) ขีดจำกัดของการตรวจพบ (limit of detection, LOD) ขีดกำจัดของการตรวจเชิงปริมาณ (limit of quantitation, LOQ) และการทดสอบซ้ำภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (intermediate precision)

4.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว ตามวิธีที่พัฒนา

4.2.1 สกัดตัวอย่างข้าวด้วยเทคนิค QuEChERS ตามวิธีของ AOAC (2007) ใช้ตัวอย่างข้าวบดละเอียด 10 กรัม เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร และ acetonitrile (ACN) + 1% acetic acid 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที แล้วเติม magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$) 6 กรัม และ sodium acetate 1.5 กรัม เขย่า 1 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,800 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ดูดสารสกัดส่วนใส 2 มิลลิลิตร มาทำให้บริสุทธิ์ด้วย $MgSO_4$ 150 มิลลิกรัม + primary secondary amine (PSA) 50 มิลลิกรัม + C18EC 50 มิลลิกรัม bulk carbograph 7.5 มิลลิกรัม เขย่า 1 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที การวิเคราะห์ด้วย GC-MS/MS แบ่งสารสกัดปริมาตร 1

มิลลิลิตร นำไปกรองผ่าน nylon filter 0.22 ไมโครเมตร ก่อนวิเคราะห์ ส่วนการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS จะแบ่งสารสกัด 1 มิลลิลิตร ก่อนนำไประเหยแห้งแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย methanol 50% และกรองผ่าน nylon filter 0.22 ไมโครเมตร ก่อนนำไปวิเคราะห์

4.2.2 สภาวะในการวิเคราะห์

- เครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (LC-MS/MS)

- คอลัมน์ : Biphynyl 100 x 2.1 mm 2.6 µm

- อุณหภูมิคอลัมน์ : 40 องศาเซลเซียส

- เฟสเคลื่อนที่

A : 5 mM Ammonium formate + MeOH : H_2O (10:90)

B : 5 mM Ammonium formate + MeOH : H_2O (90:10)

สภาวะการวิเคราะห์

เวลา (นาที)	% Mobile	
	Phase A	Phase B
0	100	0
1.0	100	0
18.0	0	100
18.5	100	0
20.0	100	0

- อัตราการเคลื่อนที่: 0.4 มิลลิลิตรต่อนาที

- ปริมาตรที่ฉีด: 5 ไมโครลิตร

วิเคราะห์สารเคมีตกค้าง รวม 22 ชนิด ดังนี้ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและอนุพันธ์ 5 ชนิด ได้แก่ acephate, dicrotophos, dimethoate, monocrotophos และ omethoate กลุ่มคาร์บาเมตและอนุพันธ์ 12 ชนิด ได้แก่ 3-hydroxy carbofuran, aldicarb, aldicarb sulfone, aldicarb sulfoxide, bendiocarb, carbaryl, carbofuran, fenobucarb, isoprocarb, oxamyl, pirimicarb และ propoxur และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช 5 ชนิด ได้แก่ cyproconazole, propiconazole, tebuconazole, tetraconazole และ tricyclazole

เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS)

- คอลัมน์ HP-5MS UI (15 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร x 0.25 มิลลิเมตร)

- อุณหภูมิส่วนฉีดตัวอย่าง : 280 องศาเซลเซียส ระบบ splitless mode

- โปรแกรมอุณหภูมิตู้อบ : 60 องศาเซลเซียส (1 นาที) → 40 องศาเซลเซียสต่อนาที 170 องศาเซลเซียส → 10 องศาเซลเซียสต่อนาที 310 องศาเซลเซียส (3 นาที)

- อุณหภูมิ Transfer line: 250 องศาเซลเซียส

- อุณหภูมิ Ion source: 300 องศาเซลเซียส

- อัตราการไหลของแก๊สฮีเลียม: 1 มิลลิลิตรต่อนาที

ตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างจำนวน 47 ชนิด ดังนี้ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เป็นกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟตและอนุพันธ์ จำนวน 18 ชนิด ได้แก่ azinphos-ethyl, diazinon, dichlorvos, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methidathion, mevinphos, mirex, parathion, parathion-methyl, phosalone, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, prothiofos และ triazophos กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 8 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cyhalothrin (Lambda), cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, flucythrinate และ permethrin กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและอนุพันธ์ 21 ชนิด ได้แก่ aldrin, BHC-alpha, BHC-beta, BHC-delta, chlordane-cis, chlordane-trans, dichlorodiphenyl-dichloroethane (DDD-o,p'), DDD-p,p', dichloro-diphenyl-dichloroethylene (DDE-o,p)', DDE-p,p', dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT-o,p'), DDT-p,p', dieldrin, endosulfan sulfate, endosulfan-alpha, endosulfan-beta, endrin, endrin ketone, heptachlor, heptachlor exo-epoxide และ hexachlorobenzene

4.3 การสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี และกาญจนบุรี คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane ที่ระดับช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อประมาณค่าสัดส่วนหลักของประชากร (เพ็ญแข, 2541) ตามอัตราส่วนประชากรของแต่ละจังหวัดที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรในการทำนากับกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2562 รวม 80 ราย ข้อมูลที่จัดเก็บ เช่น ปัญหาศัตรูพืช การจัดการ

สารเคมีที่ใช้ควบคุมศัตรูข้าว ชนิด/ชื่อการค้าของสาร ระยะที่พ่นสาร เป็นต้น

ดำเนินการที่สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ จังหวัดสุพรรณบุรี ปี พ.ศ. 2563-2564

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในผลผลิตข้าว

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวทั้ง 4 กลุ่ม และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าว จำนวน 69 ชนิด ในตัวอย่างข้าวขัดขาว อ้างอิงวิธีมาตรฐานโดยเทคนิค QuEChERS ตามวิธีของ AOAC2007.01 เพื่อยืนยันคุณภาพผลการวิเคราะห์ จึงต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ ตามข้อกำหนดต่างๆ ดังนี้

1) ศึกษาช่วงความเข้มข้นที่ต้องใช้งาน หรือช่วงความเข้มข้นที่สามารถทดสอบได้ และความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (range/linearity) ของสารเคมีทางการเกษตรในตัวอย่างข้าว พบว่า เป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.005-0.160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยให้ค่า $r^2 > 0.995$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้

2) ตรวจสอบซ้ำ (repeatability) ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ (ต่ำ กลาง และสูง) คือ 0.01 0.04 และ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับละ 10 ซ้ำ พบว่า การวิเคราะห์สารเคมี 69 ชนิดในตัวอย่างข้าว ให้ค่าความถูกต้อง (accuracy) จากค่า %recovery และค่าความแม่นยำ (precision) จากค่า %RSD (relative standard deviation) อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดของ AOAC ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 60-115 และที่ความเข้มข้น 0.1–10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 80-110 และการประเมินค่าความแม่นยำจาก %RSD ที่ร้อยละ 8-14 แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์นี้มีความถูกต้องแม่นยำ

3) ขีดจำกัดการตรวจวัดของวิธีการสกัด (LOD) ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ ที่ความเข้มข้น 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) ได้ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4) การทดสอบซ้ำภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (intermediate precision) ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.01 0.04 และ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับละ 10 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นละ 2 ซ้ำต่อวัน พบว่า %recovery ของสารทั้ง 69 ชนิด อยู่ในช่วงร้อยละ 60-115 ตามเกณฑ์มาตรฐาน และ %RSD อยู่ในช่วงร้อยละ 7-14 แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์นี้มีความแม่นยำเที่ยงตรงผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนด

จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีทางการเกษตร 69 ชนิด ได้ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ทำให้มั่นใจได้ว่าผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องและเชื่อถือได้

2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าวเปลือกจากจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 40 ตัวอย่าง และจังหวัดกาญจนบุรี 40 ตัวอย่าง รวม 80 ตัวอย่าง เป็นพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ร้อยละ 69.0 พันธุ์ปทุมธานี 1 ร้อยละ 12.5 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง 62 ตัวอย่าง (ร้อยละ 77.5) และตรวจพบสารพิษตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในตัวอย่างข้าวจากจังหวัด

Table 1 Pesticides concentration found in rice samples

Pesticide	Sample no.	Concentration (mg/kg)
omethoate	S29, S35	0.02- 0.14
carbofuran	S35	0.01
cyproconazole	S9	0.01
propiconazole	S2, 3, 8, 12, 18, 20, 22	0.01-0.03
tebuconazole	S1, 2, 8, 10, 13, 16, 18-20, 22-25	0.02-0.06

สุพรรณบุรี 18 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.5) โดยพบพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ สาร omethoate 2 ตัวอย่าง และสารกลุ่มคาร์บาเมต carbofuran 1 ตัวอย่าง ไม่พบพิษตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ ส่วนสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช พบการตกค้างของสาร cyproconazole 1 ตัวอย่าง สาร propiconazole 7 ตัวอย่าง และ tebuconazole 13 ตัวอย่าง (Table 1)

เนื่องจากข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่กำหนดมาตรฐานโดยต้องตรวจไม่พบสารพิษตกค้างจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ในกรณีที่ตรวจพบสารพิษตกค้าง ต้องไม่เกินปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (maximum residue limit; MRLs) จากผลการสำรวจครั้งนี้ พบว่า สารพิษตกค้างตามเกณฑ์กำหนดของกฎหมายไทยและ Codex's MRLs จำนวน 2 ชนิด คือ carbofuran และ tebuconazole แต่ปริมาณสารตกค้างไม่เกินค่ากำหนดที่ 0.1 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบสารที่ไม่มีค่ากำหนด 3 ชนิด คือ omethoate, cyproconazole และ propiconazole

อย่างไรก็ตาม จากมาตรฐานของ MRLs สหภาพยุโรป พบว่า สารพิษตกค้างเกินค่ากำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 3 ชนิด คือ carbofuran, omethoate และ propiconazole ที่กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยเฉพาะสาร carbofuran ซึ่งเป็นสารในกลุ่มที่เป็นวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่อยู่ในบัญชีเฝ้าระวัง (watch list) เนื่องจากมีพิษเฉียบพลันทางปากสูง ซึ่งกลุ่มสหภาพยุโรป อเมริกา และบางประเทศในเอเชียได้ยกเลิกการใช้ไปแล้ว รวมทั้งสาร propiconazole ที่กำลังสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้ในสหภาพยุโรป เนื่องจากอาจมีผลกระทบต่อเด็กในครรภ์ซึ่งจากมาตรการดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าข้าวของไทยรวมทั้งประเทศสมาชิกอื่นในอาเซียนด้วย

3. สถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี 40 ราย และจังหวัดกาญจนบุรี 40 ราย โดยเป็นกลุ่มเดียวกับที่เก็บตัวอย่างข้าวมาวิเคราะห์สารเคมีตกค้าง พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ในจังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี แก้ปัญหาแมลงศัตรูข้าว โดยใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว คิดเป็นร้อยละ 86.67 และ 73.47 ตามลำดับ

ปัญหาแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในทั้งสองจังหวัด พบ

Table 2 Incidence percentage of insect pests found in Suphan Buri and Kanchanaburi provinces in 2020

Rice insect pest	Suphan Buri	Kanchanaburi
Thrips	26.88	30.86
Brown planthopper	26.88	23.46
Rice leaffolder	13.98	16.05
Stem borers	25.81	13.59
Others		
Rice black bug	2.15	-
Rice gall midge	2.15	1.23
Rice bug	2.16	-
Caterpillar	-	2.47
Whitebacked planthopper	-	1.23
Rice mealybug	-	1.23
Stink bug	-	1.23
None	1.08	7.41

Table 3 Percentage of insecticide application at each development stage of rice in Suphan Buri and Kanchanaburi provinces in 2020

Development stage of rice	Planting area	Insecticide application (%)	Insecticide
Seedling	Suphan Buri	75.0	thiamethoxam and thiacloprid
	Kanchanaburi	2.5	abamectin* and dinotefuran
Tillering	Suphan Buri	72.5	flubendiamide+thiacloprid
	Kanchanaburi	40.0	abamectin and dichlorvos*
Booting	Suphan Buri	70.0	abamectin*
	Kanchanaburi	15.0	abamectin*
Heading	Suphan Buri	47.5	dinotefuran, abamectin*, ethiprole and chlorantraniliprole
	Kanchanaburi	5.0	abamectin*
Maturation	Suphan Buri	20.0	emamectin benzoate
	Kanchanaburi	0.0	-

* = Not recommended in paddy field

Table 4 Percentage of rice diseases found in Suphan Buri and Kanchanaburi provinces in 2020

Rice disease	Suphan Buri	Kanchanaburi
Blast (tillering stage)	14.93	18.97
Brown spot	22.93	18.97
Dirty panicle	34.33	5.17
Bacterial leaf blight	7.46	12.07
Blast (heading stage)	4.48	12.07
Others		
Yellow orange leaf	2.99	-
Root rot	-	1.72
Bacterial leaf streak	-	1.72
None	13.43	29.31

การทำลายของเพลี้ยไฟและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงที่สุด รองลงมา คือ หนอนกอ และหนอนห่อใบข้าว (Table 2) โดยเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงทุกระยะของการปลูก โดยใช้สาร thiamethoxam และ thiacloprid มากในระยะกล้า ส่วนระยะแตกกอและระยะตั้งท้อง นิยมใช้สาร abamectin ซึ่งทั้งสามระยะนี้มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงมากกว่าร้อยละ 70 ในส่วนข้าวระยะแทงรวงและระยะพลับพลึง เกษตรกรใช้สารเคมีร้อยละ 47.5 และ 20 ตามลำดับ โดยใช้สาร dinotefuran, ethiprole และ emamectin benzoate ส่วนเกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงน้อยกว่าเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้สารมากที่สุดในระยะข้าวแตกกอ คิดเป็นร้อยละ 40 สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ abamectin และไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดในระยะ

Table 5 Percentage of fungicide application at each development stage of rice in Suphan Buri and Kanchanaburi provinces in 2020

Development stage of rice	Planting area	Fungicide application (%)	Fungicide
Seedling	Suphan Buri	2.5	propineb
	Kanchanaburi	0.0	-
Tillering	Suphan Buri	25.0	tricyclazole and difenoconazole+azoxystrobin
	Kanchanaburi	7.5	difenoconazole+propiconazole
Booting	Suphan Buri	77.5	difenoconazole+propiconazole and carbendazim
	Kanchanaburi	2.5	difenoconazole+propiconazole
Heading	Suphan Buri	65.0	difenoconazole+propiconazole and tebuconazole+trifloxystrobin
	Kanchanaburi	0.0	-
Maturation	Suphan Buri	20.0	difenoconazole+propiconazole
	Kanchanaburi	0.0	-

พลับพลึง (Table 3)

สำหรับปัญหาโรคข้าว พบโรคเมล็ดด่างมากที่สุดในจังหวัดสุพรรณบุรี และพบโรคใบไหม้และโรคใบจุดสีน้ำตาลในจังหวัดกาญจนบุรี (Table 4) เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี มีการใช้สารเคมีกำจัดโรคข้าว ตั้งแต่ระยะข้าวตั้งท้องและระยะแทงรวงมากถึงร้อยละ 77.5 และ 65.0 ตามลำดับ และระยะพลับพลึง เกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดโรคข้าว ร้อยละ 20 ส่วนเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าวตั้งแต่ระยะแทงรวงถึงระยะพลับพลึง แต่มีการใช้สารในระยะข้าวแตกกอ ร้อยละ 7.5 โดยใช้สาร difenoconazole+propiconazole (Table 5)

สรุปผลการทดลอง

การตรวจวิเคราะห์พิษตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว จำนวน 69 ชนิด ในตัวอย่างข้าวขัดขาว เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 21 ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 24 ชนิด กลุ่มคาร์บาเมต 12 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 7 ชนิด และสารเคมีป้องกันโรคข้าว 5 ชนิด ด้วยวิธีมาตรฐานของ AOAC2007.01 เทคนิค QuEChERS ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมใช้งานและผ่านเกณฑ์การยอมรับ โดยได้ทดสอบความถูกต้อง เชื่อถือได้ ในผลผลิตข้าวที่เก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี ปี พ.ศ. 2563 จากผลผลิตข้าว 80 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 18 ตัวอย่าง (ร้อยละ 22.5) จากแปลงนาจังหวัดสุพรรณบุรีทั้งหมด เนื่องจากเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี มีการใช้สารเคมีดังกล่าวในทุกระยะการปลูกในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวและโรคข้าว ส่งผลให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิต โดยตรวจพบสาร omethoate carbofuran, cyproconazole, propiconazole และ tebuconazole ปริมาณที่พบไม่เกินค่ากำหนดของกฎหมายไทยและ Codex's MRLs แต่ตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป พบว่า ปริมาณสารพิษที่ตกค้างดังกล่าวเกินค่ากำหนด อย่างไรก็ตาม คำแนะนำการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ไม่มีการแนะนำให้ใช้สาร carbosulfan และ emamectin เนื่องจากทำให้มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยสาร emamectin มีพิษร้ายแรงต่อศัตรูธรรมชาติ สัตว์น้ำ และก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อมในแปลงนา ในขณะที่การให้ข้อมูลของเกษตรกร ไม่พบการใช้ omethoate และ carbufuran แต่พบการตกค้างในผลผลิตข้าว อาจเป็นเพราะเกษตรกรไม่ให้ความสำคัญกับการบันทึกข้อมูลการใช้สารเคมีในการผลิตข้าว

จากข้อมูลผลการทดลองนี้ จึงควรมีการรณรงค์ให้

เกษตรกรตระหนักถึงภัยจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าข้าว โดยแนะนำให้เกษตรกรใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวอย่างถูกต้องเหมาะสม ตามคำแนะนำของทางราชการ รวมทั้งให้ความสำคัญกับการบันทึกข้อมูลการใช้สารเคมีในการผลิตข้าว สนับสนุนการตรวจสอบย้อนกลับในอนาคตและลดผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าไทย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณอดีตผู้เชี่ยวชาญด้านอารักขาข้าว นางวิชชุดา รัตนากาญจน์ นางพยอม โคเบลลี่ ทีมงานวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัย สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ในการดำเนินงานและอำนวยความสะดวกในงานวิจัยนี้ และขอบคุณนักวิจัยจากกรมวิชาการเกษตรที่ให้คำแนะนำต่างๆ ในการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

จินตนา ไชยวงค์, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, สุกัญญา อรัญมิตร และอุรัสยาน์ บูลย์ประมุข. 2556. พฤติกรรมการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรที่เป็นพื้นที่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคกลาง. หน้า 248-264. *ใน*: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ประจำปี 2555. วันที่ 21-25 มีนาคม 2556. ณ โรงแรม หินสวย-น้ำใส รีสอร์ท, ระยอง.

ชลธิชา วรรณวิมลรักษ์, รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์ และสมพนธ์ วรรณวิมลรักษ์. 2561. การประเมินผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในนาข้าวและสิ่งแวดล้อมในจังหวัดนครปฐม ประเทศไทย. หน้า 220-225. *ใน*: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติครั้งที่ 19. วันที่ 26-27 เมษายน 2561. ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติจุฬาภรณ์, คณะสัตวแพทย์ศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประจวบคีรีขันธ์.

พยอม โคเบลลี่ และธีรดา หวังสมบูรณ์ดี. 2562. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ : ผลกระทบต่อผู้ส่งออกข้าวไทย. วารสารวิชาการข้าว 10(1): 108-119.

เพ็ญแข แสงแก้ว. 2541. การวิจัยทางสังคมศาสตร์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 274 หน้า.

มณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์, กัญญารัตน์ เต็มปิยพล และจิราภา เมืองคล้าย. 2557. ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกในเขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 : ข้าว. หน้า 233-239. *ใน*: รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2556 โครงการ : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว, น้ำเย็น ศิริพัฒน์ และประภัสสรา พิมพ์พันธุ์. 2553. การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง cyproconazole, hexaconazole, propiconazole, tebuconazole และ tetraconazole ในผัก. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร 2553(1): 270-282.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2551-2561. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH-TH. (17 มิถุนายน 2561)

AOAC. 2007. Pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate. Available source: https://nucleus.iaea.org/sites/fcris/Shared%20Documents/SOP/AOAC_2007_01.pdf. (June 17, 2018)

Gupta, R.C. 2012. Amitraz. pp. 599-603. *In*: Gupta, R.C, (ed.), Veterinary Toxicology Basic and Principle. 2nd ed. Academic Press, San Diego.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

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

เรื่องที่จะลงพิมพ์ มี 2 ประเภท คือ

1. ผลงานวิจัย (technical or research paper) เป็นเอกสารรายงานผลงานวิจัยฉบับเต็ม

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

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

ส่งต้นฉบับที่ payorm.c@rice.mail.go.th

หรือส่งที่ คุณพยอม โคเบลลี่ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว 2177 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 0-2561-3062 โทรสาร 0-2579-7892 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: เช่นเดียวกับภาษาไทย

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)

คำนำ

กล่าวถึง หลักการ เหตุผล ความสำคัญ ปัญหา ประเด็นปัญหาที่ควรศึกษาวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อมูลที่สำคัญจากการตรวจเอกสาร

อุปกรณ์และวิธีการ

อธิบายขั้นตอนการทดลอง การวางแผนการทดลอง ขนาดแปลงทดลอง รายละเอียดของวิธีการทดลอง การบันทึกข้อมูลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ระยะเวลา และสถานที่ที่ดำเนินการทดลอง โดยให้รายละเอียดเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน กระชับ ไม่เยิ่นเย้อ

ผลการทดลองและวิจารณ์

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

สรุปผลการทดลอง

สรุปสาระสำคัญของผลการทดลอง การนำไปใช้ประโยชน์ และข้อเสนอแนะในการวิจัยเรื่องนั้นๆ ในอนาคต (ถ้ามี)

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

กล่าวถึงบุคคลและหน่วยงานที่ช่วยเหลือในงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

วิธีการเขียนเอกสารอ้างอิง ดูคำแนะนำการเขียนเอกสารอ้างอิงในท้ายฉบับ

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

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและประเมินผลงานวิจัยและบทความวิชาการ
เพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการข้าว ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2564)

ดร. สมทรง โชติชื่น	อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุกรรมข้าว กรมการข้าว
ดร.จารุวรรณ บางแวก	อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร
ดร. สงกรานต์ จิตรากร	ผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
ดร. ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กรมวิชาการเกษตร
ดร. ศุมาพร เกษมสำราญ	นักวิจัยระดับเชี่ยวชาญ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
รศ.ดร. จินตนา อันอาตม์งาม	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
รศ.ดร. พงศ์ธาริน โล่ตระกูล	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. อมรา อภิลักษณ์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร. ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร. สุวิตา แสไพศาล	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Thai Rice Research Journal

Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

Vol. 12 No. 2, July - December 2021 ISSN 1906 - 0246

CONTENTS

■ Message from Deputy Director of Rice Department 3

RESEARCH PAPERS

■ RD91, a Non-glutinous Rice Variety 5

Supaporn Junbuathong, Wanlapa Thongrak, Kanokon Yaodam, Watcharee Sukviwat, Pranee Maneenil, Thararat Maneenuam, Adul Kriswadi, Kanokon Wutiwong, Bang-On Thamasamisorn, Kittima Ruksopa, Prachak Lengbumrung, Chuanchom Deerusamee, Duangkamon Boonchuay, Chairat Channoo, Benjawan Phonkhod, Kedsinee Pornsopon, Kalthita Suangtho, Phattharamon Khongsomyut

■ Khah Ni 117, a Highland Rice Variety 20

Sumalee Meepanya, Nipon Boonmee, Silawan Chantharabutt, Sippawit Punyatuy, Atitaya Yodjai, Pairoj Chotinisakorn, Pichatorn Rueangdej, Kanitha Kamwong, Anchalee Takham, Nongnuch Pradit, Phakakarn Tongsomboon, Sirilak Chaiboontha, Kornsiri Srinil, Kunlayaa Boonsa-nga, Urassaya Kuanruen, Suttakarn Jaikawin, Kanjana Piboon, Pannipa Yajai, Kulchana Darwell, Sivapong Naruebal, Premruedee Pintaya, Watcharee Sukviwat

■ Dam Das 20, a Glutinous Rice Variety 43

Dontaporn Posiri, Saree Plaiduang, Somboon Suwanno, Chanasirin Klinmanee, Orak Tongdej, Petcharee Sengsim, Ekkarat Kaewnango, Sith Jaisong, Patcharaporn Rakchum, Peerapon Rattana, Bussayarat Mokmoor, Krissana Sirirat, Watcharee Sukviwat, Pranee Maneenil, Thararat Maneenuam

■ Losses in Qualities and Aromatic Contents of Hom Mali Rice in Production Chain. 62

Anchalee Prasertsak, Sunantha Wongpiyachon, Grissana Sudtasarn, Ranee Mettajit, Siriluk Jaiboonta, Pranee Maneenil, Watcharee Sukviwat

■ RT-PCR Technique for Detection of *Rice Grassy Stunt Virus* and *Rice Ragged Stunt Virus* in Brown Planthopper and Virus Distribution in Infected Rice 78

Kanuengnij Srivirai, Witchuda Rattanakarn

■ Morphological and Pathological Diversity of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker Causing Brown Spot of Rice in Thailand. 92

Arisa Jittikornkul, Payorm Cobelli, Somjai Saleeto, Rujirat Wongchandaeng, Thanapa Somjai, Duangkamon Boonchuay, Chanasirin Klinmanee, Anchalee Takham, Suphalaksana Sonkhongnok, Marsuton Sanyapeung, Putchat Sripanom, Teerada Wangsomboondee

■ Analysis of Pesticide Residues in Rice Grains and Investigation of Farmers' Usage in Suphan Buri and Kanchanaburi Provinces.....107

Dararat Maneejan, Rattanawan Jansasithorn, Pakamas Wongtay, Rattikan Intama, Pattarasaya Saiyued, Narumol Sueadang, Waransita Baide, Jularuck Srisakda, Suppanat Neesung, Nupawee Sakanya