วารสารวิชาการข้าว

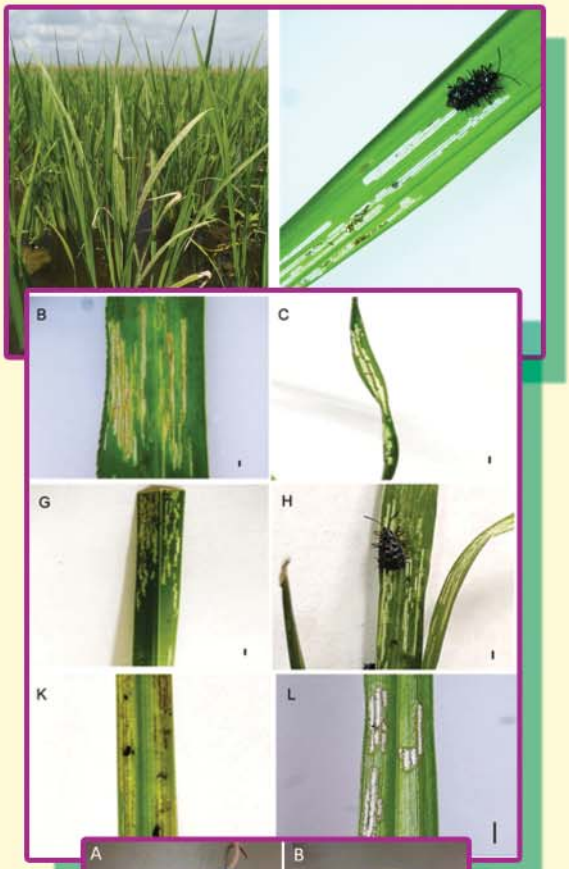
Thai Rice Research Journal

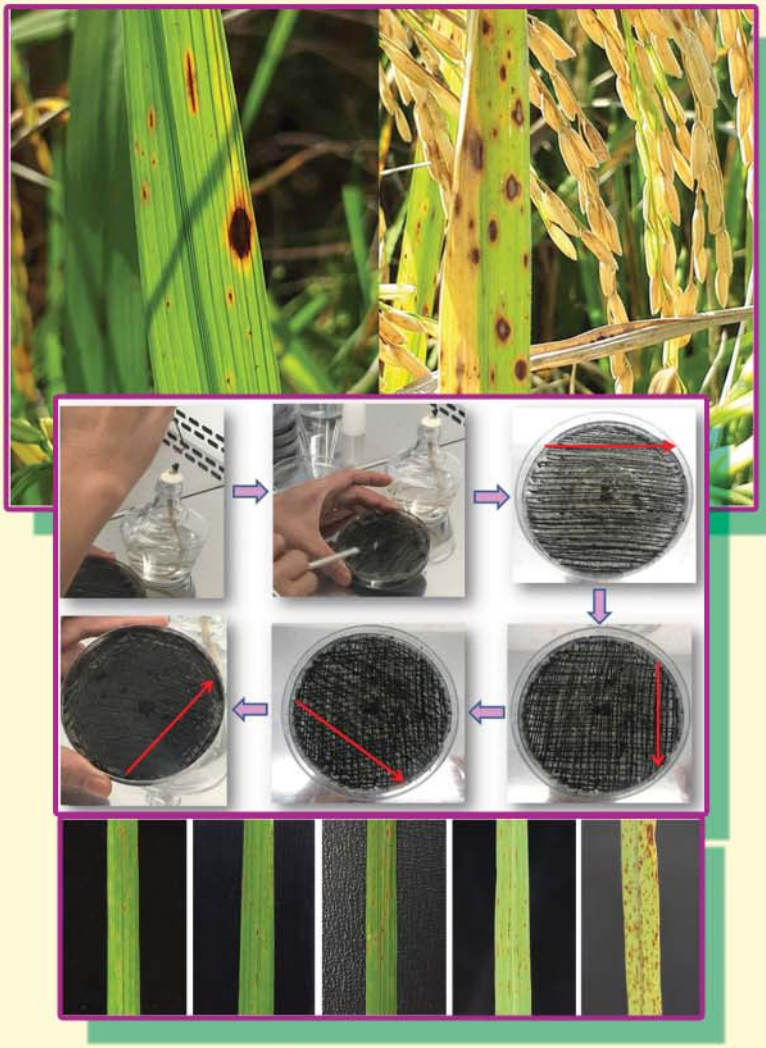
ISSN 1906 - 0246

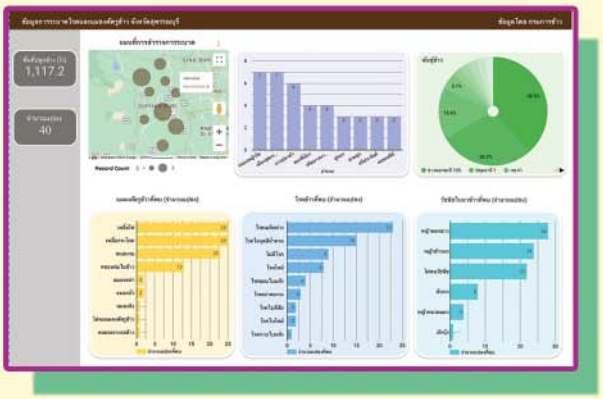
กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566 (Vol. 14 No. 1, January - June 2023)







ศูนย์วิจัยข้าวแพร่

ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ หมู่ที่ 5 บ้านหนองห้า ตำบลแม่คำมี อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000, https://pre-rrc.ricethailand.go.th/main.php เป็นหน่วยงานในสังกัดกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

บทบาทและภารกิจหลัก

ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ รับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนาข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวหอม ข้าวจาปอนิกา และข้าวสาลี ในเขตภาคเหนือตอนบน โดยรับผิดชอบพื้นที่จังหวัดแพร่และน่าน

1. งานวิจัยและพัฒนาข้าวและข้าวสาลีในด้านต่างๆ ได้แก่

- การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวหอม ข้าวจาปอนิกา และข้าวสาลี ให้มีผลผลิตสูง คุณภาพดี ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน รวมถึงการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือก
- การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรพันธุกรรมข้าว รวมถึงการประเมินความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว และความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- งานวิจัยด้านโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ได้แก่ โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง แมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว
- วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คุณภาพข้าวและธัญพืชเมืองหนาว การแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว
- เทคโนโลยีการผลิตข้าว การผลิตเมล็ดพันธุ์ และการผลิตข้าวอินทรีย์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกร

2. งานผลิตเมล็ดพันธุ์

- การผลิตเมล็ดพันธุ์ ตรวจสอบมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ การรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์คัด พันธุ์หลัก เพื่อให้ได้เมล็ดตรงตามพันธุ์และมีคุณภาพตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์

3. งานโครงการนโยบาย งานถ่ายทอดเทคโนโลยี

4. งานโครงการพระราชดำริ/โครงการหลวง/คลินิกเกษตร

5. งานบูรณาการร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่

6. งานบริการสังคม เป็นสถานที่ศึกษา ดูงาน และฝึกอบรม

7. ดำเนินงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ผลงาน

- พัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีการรับรองพันธุ์แล้ว จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ แพร่ 1 กข14 และ กข53
- พัฒนาพันธุ์ข้าวสาลีที่มีการรับรองพันธุ์แล้ว จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ แพร่ 60
- ศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าให้มีผลผลิตสูง คุณภาพดี ต้านทานต่อแมลงบั่วและโรคไหม้
- ศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อแมลงบั่วและโรคไหม้ ด้วยการเพาะเลี้ยงอับเรณู
- ศึกษาความหลากหลายของเชื้อราและการจำแนก mating type ของเชื้อราสาเหตุโรคข้าวในเขตภาคเหนือตอนบน
- ศึกษาวิจัยเพื่อลดการสูญเสียด้านปริมาณและคุณภาพข้าว จนได้องค์ความรู้ในการจัดการเพื่อรักษาคุณภาพข้าวพันธุ์ กข6
- ศึกษาน้ำสกัดข้าวป่า *Oryza officinalis* เพื่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
- ศึกษา วิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตข้าว เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวบนพื้นที่สูงเพื่อความมั่นคงทางด้านอาหาร รวมถึงการผลิตเมล็ดพันธุ์ การผลิตข้าวอินทรีย์ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์
- ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวชั้นพันธุ์คัดและหลัก จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กข6 กข10 กข14 และสันป่าตอง 1

Thai Rice Research Journal

Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives

Vol. 14 No. 1, January - June 2023 ISSN 1906 - 0246

CONTENTS

■ Message from the Director of Division of Rice Research and Development 4

RESEARCH PAPERS

■ Evaluation of Rice Genetic Resources for Rice Breeding Utilization 6

Kulchana Darwell, Jittra Suwan, Peerapon Moung-ngam, Watcharee Sukviwat, Pranee Maneenil, Thararat Maneenuam, Kanokon Wutiwong, Kittima Ruksopa, Prachak Lengbumrung, Charoen Thongraya, Kedsinee Pornsopon, Duangkamon Boonchuay, Kakanang Punyalue, Pannipa Yajai, Piyawan Yaidee, Anchalee Takham, Kornsiri Srinil, Nootjarin Jungkhun Gomes de Farias, Chanasirin Klinmanee, Kanuengnij Srivirai, Angkana Kantajun, Yuppadee Rattanapan, Nantipa Kamkajorn, Jintana Chaiwong, Wanporn Khemmuk

■ Diversity of Agronomic Traits, Morphological Characters and Grain Quality of Traditional Rice Cultivars of Southern Thailand.....25

Kanthanawit Jaisong

■ Feeding Rate, Longevity and Fecundity of Adults Rice Hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier) on Rice and Alternative Host Plants under Laboratory Condition 39

Ploypilin Thanikkul, Jintana Chaiwong, Pakorn Paoteerasarn, Tanadol Khairak, Teerapong Suwannakorn, Witchayut Preecha, Narin Bamrungkit

■ Morphological and Molecular Characterization of an Antagonistic Fungus *Trichoderma asperelloides* TDOAE002 51

Arisa Jittikornkul, Payorm Cobelli, Ilada Choomsang, Sunisa Pewrumpai, Teerada Wangsomboondee

■ Effects of Mali Nil Surin (Mali Dam 2) Rice Bran Hydrolysate on Diabetic Rats 66

Ratthipha Thanaruksa, Tunvaraporn Proongkhong, Jiraprapa Ponglong, Kampeebhorn Boonloh, Patchareewan Pannangpetch

■ A Simple Technique for Inducing Sporulation of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker Caused Brown Spot of Rice 78

Payorm Cobelli, Suphalaksana Sonkhongnok, Teerada Wangsomboondee, Methawadee Dejhan, Phichamon Pattarak

■ The Study on Rice Seed Quality Control System of Thai Farmer.....89

Orasa Khatsakan, Metta Kochsamrong

■ Development of Pesticide Residue Database System in Rice Production from the Four Pilot Provinces 102

Piyarat Ponyared, Dararat Maneejan, Rattanawan Jansasithorn, Pakamas Wongtay, Kritkamol Paothong, Chairat Channoo, Nupawee Sakanya, Napee Khengwa, Payorm Cobelli

วารสารวิชาการข้าว

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566 ISSN 1906 - 0246

สารบัญ

■ **สารจากผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว** 4

ผลงานวิจัย

■ **การประเมินทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านปรับปรุงพันธุ์** 6

กุลชนา ดาร์เวล, จิตรา สุวรรณ์, พีรพล ม่วงงาม, วัชรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล, ธารารัตน์ มณีน่วม, กนกอร วุฒิวงศ์, กิตติมา รักโสภา, ประจักษ์ เหล็งบำรุง, เจริญ ทองระย้า, เกษศิณี พรโสภณ, ดวงกมล บุญช่วย, คคนางค์ ปัญญาลือ, พันนิภา ยาใจ, ปิยะวรรณ ใยดี, อัญชลี ตาคำ, กรสิริ ศรีนิล, นุจรินทร์ จังขันธ์ โกเมส เด ฟาเรียส, ชนสิริน กลิ่นมณี, คนึงนิจ ศรีวิลัย, อังคณา กันทาจันทร์, ยุพดี รัตนพันธ์, นันทิภา คำขจร, จินตนา ไชยวงค์, วันพร เข็มมุกด์

■ **ความหลากหลายของลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณภาพเมล็ดของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้** 25

กันต์ธณวิชญ์ ใจสงฆ์

■ **อัตราการกิน อายุขัย และการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม** (*Dicladispa armigera* (Olivier)) **บนข้าวและพืชอาศัยอื่นในสภาพห้องปฏิบัติการ** 39

พลอยไพลิน ธนิกกุล, จินตนา ไชยวงค์, ปกรณ์ เผ่าธีระศานต์, ธนดล ไกรรักษ์, ธีรพงษ์ สุวรรณนาคร, วิชยุชม์ ปรีชา, นรินทร์ บำรุงกิจ

■ **ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุลของเชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช** *Trichoderma asperelloides* TDOAE002 51

อริษา จิตรติกรกุล, พยอม โคเบลลี่, ไอลดา ชุมแสง, สุณิสา ผิวรำไพ, ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี

■ **ฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ (มะลิดำ 2) ไฮโดรไลเสต ต่อหนูแรทที่มีภาวะโรคเบาหวาน** 66

รัฐธิภา ธนารักษ์, ธัญวราภรณ์ ปรุงฆ้อง, จิระประภา ป้องหลง, คัมภีร์พร บุญหล่อ, พัชรีวัลย์ ปั้นเหน่งเพ็ชร

■ **เทคนิคอย่างง่ายเพื่อกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา** *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker **สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว** 78

พยอม โคเบลลี่, ศุภลักษณา สนคงนอก, ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี, เมธวดี เดชหาญ, พิชามญชุ์ พัฒรักษ์

■ **การศึกษาระบบควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของเกษตรกรไทย** 89

อรสา ขัตสากาญจน์, เมตตา คชสำโรง

■ **การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าวพื้นที่นำร่อง 4 จังหวัด** 102

ปิยรัตน์ พลยะเรศ, ดารารัตน์ มณีจันทร์, รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร, ผกามาศ วงค์เตย์, กฤษกมล เปาทอง, ชัยรัตน์ จันทร์หนู, ณุภาวี สะกัญญา, นพีร์ เข่งวา, พยอม โคเบลลี่

สันปก

ฉบับที่ 14 ประจำปี 1

ข่าวสารองค์การบริหารส่วนตำบล

มกราคม - มีนาคม 2566

วารสารวิชาการข้าว

Thai Rice Research Journal

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566 ISSN 1906 - 0246

(Vol. 14 No. 1, January - June 2023)

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.)

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

   PSL2 = Phitsanulok 2 (พันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2)

2. **อักษรย่อภาษาอังกฤษ ชื่อจังหวัด** ใช้ตามที่ราชบัณฑิตยสภากำหนด

   ยกตัวอย่าง: PLK = Phitsanulok province (จังหวัดพิษณุโลก)

คณะทำงานจัดทำวารสารวิชาการข้าว

พ.ศ. 2565-2566

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 ตำแหน่งเลขที่ 2
รองอธิบดีกรมการข้าว ตำแหน่งเลขที่ 3
ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว
ผู้อำนวยการกองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว
ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมการผลิตข้าว
ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง
ผู้อำนวยการกองเมล็ดพันธุ์ข้าว
ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ผู้อำนวยการกองตรวจสอบรับรองมาตรฐานข้าวและผลิตภัณฑ์

คณะทำงาน

ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว *ประธาน*

ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการอารักขาข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มวิทยาการเทคโนโลยีการผลิตข้าว
ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย
นางสาววันพร เข็มมุกด์
นางสาวดวงพร อังสุมาลี
นางนริศรา สงวนคัมธรณ์
นายอิทธิพงศ์ อัศรานุรักษ์
นางศุภลักษณา สนคงนอก
นางสาวปิยรัตน์ พลยะเรศ

นางสาวไอลดา ชุมแสง *เลขานุการ*
นางสาวรังสินี ใจกาวิล *เลขานุการ*

กองบรรณาธิการ

ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว *ที่ปรึกษา*
นายสุวัฒน์ รวยอารีย์ *บรรณาธิการ*
รศ.พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์ นางวันทนา ศรีรัตนศักดิ์ *ผู้ช่วยบรรณาธิการ*

กรมการข้าว

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการเมล็ดพันธุ์และมาตรฐานพันธุ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุกรรมข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพ
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการอารักขาข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาชาวนา
ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการรับรองข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมการผลิตข้าว
ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว

สถาบันการศึกษา

ศ.ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร.อนันต์ พลธานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.ปัทมา วิตยากร แรมโบ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.วิชัย โฆสิตรัตน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.สุจินต์ ภัทรภูวดล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.เกียรติคุณ ดร.ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ชัชวาล จันทราสุริยารัตน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.อรรถชัย จินตะเวช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.สุกัญญา มหาธีรานนท์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.ศิรปัฐช์ บุญครอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รศ.ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รศ.ดร.ธรา อั่งสกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศ.ดร.พงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.ดร.สุรีพร เกตุงาม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.ดร.แสงทอง พงษ์เจริญกิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.วราภรณ์ แสงทอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.ศรีกาญจนา คล้ายเรือง มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้จัดการ

นางพยอม โคเบลลี่

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางสาวจินตนา ไชยวงค์ นางสาวพลอยไพลิน ธนิกกุล
นางสาวอริษา จิตรติกรกุล นางสาวมณฑกาญจน์ บุญเพิ่มผล

สารจากผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว

สถานการณ์โลกปัจจุบัน มีสิ่งที่นักวิจัยต้องเรียนรู้และพัฒนาให้สามารถก้าวทันต่อสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศหลายพื้นที่ประสบภัยพิบัติอย่างหนัก เช่น อุทกภัย วาตภัย ภัยแล้ง ฝุ่นมลพิษ PM2.5 (Particulate Matters 2.5) เป็นต้น ประชาชนได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติเหล่านั้น รวมถึงเกษตรกรด้วย

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นองค์กรภาครัฐที่มีภารกิจในการให้ความช่วยเหลือเกษตรกรในมิติต่างๆ เช่น ให้องค์ความรู้ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ให้ความช่วยเหลือในการสนับสนุนเงินลงทุน ให้ค่าชดเชยหากเกิดความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ รวมทั้งนโยบายของรัฐบาลในยุคสมัยนั้นๆ ประกอบกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับ

กรมการข้าว เป็นหน่วยงานหนึ่งในสังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเป็นกลุ่มภารกิจด้านพัฒนาการผลิต ซึ่งช่วยสนับสนุนการดำเนินงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ด้านการส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกร ตลอดจนกระบวนการผลิตและสินค้าเกษตรกรรม เพื่อให้เกษตรกรสามารถดำรงชีพอยู่ได้อย่างมั่นคงและพัฒนาให้เกิดการพึ่งตนเองได้

งานวิจัยและพัฒนาข้าว ที่กรมการข้าวดำเนินการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิต และสร้างความเข้มแข็งให้ชาวนาอย่างยั่งยืน อีกทั้งสนับสนุนนโยบายของรัฐบาล อาทิ ส่งเสริมการวิจัยข้าวไทยให้มีหลากหลายพันธุ์และมีเอกลักษณ์เฉพาะให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยพัฒนางานวิจัยพันธุ์ข้าวไทยพื้นเมือง และพันธุ์ข้าวไร่ต่างๆ ให้มีคุณลักษณะทนแล้งหรือใช้น้ำน้อยหรือทนน้ำท่วม พัฒนาระบบการประกันภัยธรรมชาติเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่มีความเสี่ยง งานวิจัยที่สนับสนุนข้อมูลข่าวสารให้กับเกษตรกรในการวางแผน และตัดสินใจเฉพาะหน้า หรือตัดสินใจในระยะยาวในการเพาะปลูก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว หรือ BCG Model ตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง ตามวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

งานวิจัยที่ได้ดำเนินการโดยกรมการข้าวและหน่วยงานที่ทำงานวิจัยด้านข้าว ได้รับการเผยแพร่ผลงานวิชาการในวารสารวิชาการข้าวของกรมการข้าว เพื่อให้นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และเกษตรกรได้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยทั้งในเชิงสาธารณะ เชิงนโยบาย และในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ในนามของผู้บริหารกรมการข้าว ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่เสนอผลงานเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการข้าวฉบับนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารวิชาการข้าวฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ผู้สนใจ นักวิจัยรุ่นใหม่ และนักวิจัยด้านข้าว รวมทั้งสถาบันการศึกษาด้านการเกษตร เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ คณะทำงานจัดทำ และทีมกองบรรณาธิการวารสารวิชาการข้าว ทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาและตั้งใจในการจัดทำวารสารวิชาการข้าวให้มีคุณภาพและมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

นางสาวกุลศิริ กลั่นนุรักษ์
ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาข้าว

การประเมินทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านปรับปรุงพันธุ์

Evaluation of Rice Genetic Resources for Rice Breeding Utilization

กุลชนา ดาร์เวล[1] จิตรา สุวรรณ์[1] พีรพล ม่วงงาม[1] วัชรี สุขวิวัฒน์[1] ปราณี มณีนิล[1] ธารารัตน์ มณีน่วม[1] กนกอร วุฒิวงศ์[1] กิตติมา รักโสภา[2] ประจักษ์ เหล็งบำรุง[2] เจริญ ทองระย้า[2] เกษศิณี พรโสภณ[3] ดวงกมล บุญช่วย[4] คคนางค์ ปัญญาลือ[5] พันนิภา ยาใจ[5] ปิยะวรรณ ใยดี[5] อัญชลี ตาคำ[6] กรสิริ ศรีนิล[7] นุจรินทร์ จังขันธ์ โกเมส เด ฟาเรียส[7] ชนสิริน กลิ่นมณี[8] คนึงนิจ ศรีวิลัย[9] อังคณา กันทาจันทร์[9] ยุพดี รัตนพันธ์[9] นันทิภา คำขจร[10] จินตนา ไชยวงค์[11] วันพร เข็มมุกด์[11]

Kulchana Darwell[1] Jittra Suwan[1] Peerapon Moung-ngam[1] Watcharee Sukviwat[1] Pranee Maneenil[1] Thararat Maneenuam[1] Kanokon Wutiwong[1] Kittima Ruksopa[2] Prachak Lengbumrung[2] Charoen Thongraya[2] Kedsinee Pornsopon[3] Duangkamon Boonchuay[4] Kakanang Punyalue[5] Pannipa Yajai[5] Piyawan Yaidee[5] Anchalee Takham[6] Kornsiri Srinil[7] Nootjarin Jungkhun Gomes de Farias[7] Chanasirin Klinmanee[8] Kanuengnij Srivirai[9] Angkana Kantajun[9] Yuppadee Rattanapan[9] Nantipa Kamkajorn[10] Jintana Chaiwong[11] Wanporn Khemmuk[11]

Abstract

The National Rice Seed Storage Laboratory for Genetic Resources (NRSSL) was established to collect all known traditional varieties and wild species existing in Thailand. As we rice breeders need a wide range of genetic materials to broaden the genetic base for rice variety improvement. Characterization and germplasm evaluation are essential for utilization of rice genetic diversity. This research used information from 15,524 rice accessions evaluated over the last ten years. Some rice accessions showed particular traits that might be useful for ongoing research and utilization. For example, 65 accessions display early-flowering insensitive rice, 792 accessions have short stature (< 100 cm), 1,172 accessions have large panicle size

Received: August 30, 2022/ Revised: October 25, 2022/ Accepted: October 28, 2022

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

[2] ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร. 0-3273-2285
Ratchaburi Rice Research Center, Mueang, Ratchaburi 70000 Tel. 0-3273-2285

[3] ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-1184
Phitsanulok Rice Research Center, Wang Thong, Phitsanulok 65130 Tel. 0-5531-1184

[4] ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5641-1733
Chai Nat Rice Research Center, Mueang, Chai Nat 17000 Tel. 0-5641-1733

[5] ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อ.เมือง จ.แพร่ 54000 โทร. 0-5464-6033
Phrae Rice Research Center, Mueang, Phrae 54000 Tel. 0-5464-6033

[6] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120 โทร. 0-5331-1334
Chiang Mai Rice Research Center, San Pa Tong, Chiang Mai 50120 Tel. 0-5331-1334

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

[8] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000 โทร. 0-7404-0111
Patthalung Rice Research center, Mueang, Patthalung 93000 Tel. 0-7404-0111

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

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

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

(> 30 cm), 20 accessions have high panicle number (> 25 panicles/hill), and 69 accessions have long leaf length (> 80 cm). Some grain physical characteristics were evaluated such as grain size and results show that paddy grain size ranges from 0.84-6.39 mm width, with 3.09-12.0 mm length, and 100 seed weight range of 1.19-5.67 g. The major grain chemical qualities such as amylose content was evaluated and revealed that 598 and 987 accessions have low (11-20 percent) and intermediate (21-25 percent) amylose contents, respectively. We also found 176 accessions of aromatic rice. Evaluation of 100 rice accessions against disease and insect resistance were conducted and found there were 19, 49, 1, 34 and 8 accessions resistant to bacterial blight, grassy stunt, ragged stunt, leaf blast and panicle blast diseases, respectively. For insect resistance, the results showed 7, 2, 11 and 42 accessions resistant to brown planthopper, whitebacked planthopper, rice gall midge and stem borer, respectively.

Keywords: rice, genetic resource, utilization, breeding, agricutural charactreistics, seed physical characteristics, seed chemical characteristics, rice resistant to diseases and insects, National Rice Seed Storage Laboratory for Genetic Resources (NRSSL)

บทคัดย่อ

ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศขช.) ก่อตั้งขึ้นเพื่อเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมข้าวทั้งพันธุ์ข้าวปลูก ข้าวพื้นเมืองและข้าวป่าหายากของประเทศไทย ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะสนับสนุนแหล่งพันธุกรรมให้กับนักปรับปรุงพันธุ์ การจำแนกและประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวจึงมีความจำเป็นเพื่อนำความหลากหลายทางพันธุกรรมไปใช้ โดยงานวิจัยนี้ได้รวบรวมผลการประเมินลักษณะที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จากตัวอย่างข้าว 15,524 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะทางการเกษตรที่มีศักยภาพดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น วันออกดอกเร็วของข้าวไวต่อช่วงแสง มีจำนวน 65 ตัวอย่าง ต้นเตี้ย (ต่ำกว่า 100 เซนติเมตร) 792 ตัวอย่าง รวงยาว (มากกว่า 30 เซนติเมตร) 1,172 ตัวอย่าง จำนวนรวงต่อกอ (มากกว่า 25 รวง) จำนวน 20 ตัวอย่าง ใบยาว (มากกว่า 80 เซนติเมตร) จำนวน 69 ตัวอย่าง ประเมินลักษณะเมล็ดทางกายภาพ พบว่า มีขนาดความกว้างเมล็ดตั้งแต่ 0.84-6.39 มิลลิเมตร ความยาวเมล็ดตั้งแต่ 3.09-12.0 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 1.19-5.67 กรัม ลักษณะเมล็ดทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์อมิโลส พบว่า มีค่าอมิโลสต่ำ (11-20 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 598 ตัวอย่าง อมิโลสปานกลาง (21-25 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 987 ตัวอย่าง มีความหอม จำนวน 176 ตัวอย่าง ผลการประเมินความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ จำนวน 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ พบว่า มีเชื้อพันธุ์ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก โรคเขียวเตี้ย โรคไหม้ และโรคไหม้คอรวง จำนวน 19 49 1 34 และ 8 ตัวอย่าง ตามลำดับ ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว แมลงบั่ว และหนอนกอ จำนวน 7 2 11 และ 42 ตัวอย่าง ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าว แหล่งพันธุกรรม การใช้ประโยชน์ ปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะทางการเกษตร ลักษณะเมล็ดทางกายภาพ ลักษณะเมล็ดทางเคมี ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ

คำนำ

เชื้อพันธุกรรมข้าวที่อนุรักษ์ไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศขช.) เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย โดยเฉพาะด้านการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ ซึ่งการประเมินคุณค่าพันธุกรรมข้าว เป็นงานสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการกับทรัพยากรเชื้อพันธุ์ข้าว โดยเฉพาะลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา ความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว ลักษณะคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีพันธุกรรมที่เหมาะสม สำหรับนำไปใช้เป็นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์ (Chotechuen *et al*., 2009; Wattanesk *et al*., 2001) โดยได้รวบรวมผลการประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมข้าว ที่ดำเนินการในระหว่างปี พ.ศ. 2552-2562 ตามมาตรฐานการประเมินของ IRRI and IBPGR (1980) และฉบับปรับปรุงของ Wattanesk (2007) จำนวน 15,524 ตัวอย่าง จาก 24,852 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 62 ของเชื้อพันธุกรรมข้าวที่เก็บรักษาไว้ และคัดเลือกเชื้อพันธุ์ที่มีลักษณะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต ตามลักษณะข้าวทรงต้นรูปลักษณ์ใหม่ (new plant type breeding) (Peng *et al*., 2008) เช่น ความสูงประมาณ 100 เซนติเมตร จำนวนรวงมาก รวงใหญ่ น้ำหนักเมล็ดมาก ใบยาว และ super hybrid rice ของ Yuan (2017) ซึ่งกล่าวถึงลักษณะใบบน 3 ใบ ที่ควรมีใบยาวและใหญ่ ใบธงตั้งเพื่อเพิ่มความสามารถในการสังเคราะห์แสง รวงอยู่ต่ำกว่าใบเพื่อสร้างสมดุลไม่ให้ต้นข้าวหักล้ม รวงใหญ่ น้ำหนักเมล็ดมาก ประมาณ 7 กรัมต่อรวง และมีรวงประมาณ 250 รวงต่อตารางเมตร นอกจากนี้ยังมีลักษณะเฉพาะอื่นๆ ที่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรและผู้บริโภค เช่น มีกลิ่นหอม ขนาดเมล็ดยาว ปริมาณอมิโลสต่ำ-ปานกลาง ข้าวไวต่อช่วงแสงอายุการเก็บเกี่ยวสั้น มีการออกดอกเร็วเพื่อหลบหลีกสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่างๆ รวมทั้งผลการทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ซึ่งได้ดำเนินการภายใต้โครงการการประเมินความต้านทานต่อโรคแมลง และความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมของทรัพยากรพันธุกรรมข้าว ในปี พ.ศ. 2564-2565 อีกจำนวน 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เพื่อเผยแพร่ผลการวิจัยให้กับผู้สนใจนำตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพไปใช้ประโยชน์

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2552-2562 ดังนี้

1. การประเมินลักษณะเชื้อพันธุ์ข้าวตามวิธีการของ Wattanesk (2007)

ดำเนินการปลูกข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำ โดยการปักดำกอละ 1 ต้น พันธุ์ละ 4-10 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 25.00x33.33 เซนติเมตร ข้าวไร่ พันธุ์ละ 10 แถว แถวยาว 5 เมตร หยอดหลุมละ 5 เมล็ด แล้วถอนให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยอัตรา 3-6-6 กิโลกรัมต่อไร่ (N-P_2O_5-K_2O) ก่อนปักดำหรือหยอดเมล็ด และอัตรา 3-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 20 วัน ตรวจตัดข้าวปนโดยเฉพาะก่อนข้าวออกดอก เมื่อข้าวตั้งท้อง ดูแลป้องกันกำจัดศัตรูข้าว บันทึกข้อมูล ในระยะกล้า แตกกอเต็มที่ ออกรวง และเก็บเกี่ยวตามแบบบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ข้าวของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวสุกแก่เต็มที่

2. การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี

นำข้าวเปลือกจากข้อ 1 มากะเทาะเป็นข้าวกล้องและขัดสีเป็นข้าวขาว ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ดข้าวเปลือก ความยาวและความกว้างของเมล็ดข้าวเปลือก (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2012) ชนิดของข้าวสาร รูปร่างข้าวกล้อง (Adair, 1952) และการเป็นท้องไข่ (Juliano, 1985) และวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางเคมี ได้แก่ ชนิดของแป้ง และกลิ่นหอม ตามวิธีการของ Khongsaree (1993) และตรวจวัดปริมาณอมิโลส (Juliano, 1979)

3. การทดสอบความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญ

ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2564-2565 ตามวิธีการของ Jennings *et al*. (1979)

3.1 โรคใบไหม้ (leaf blast disease (Bl), *Pyricularia oryzae* Cavara) ทำแปลงทดสอบข้าวในระยะกล้าบนที่ดอน (upland short row) ปลูกข้าวพันธุ์อ่อนแอรอบแปลงเพื่อดักเชื้อสาเหตุโรคไหม้ข้าว จากนั้นปลูกข้าวทดสอบ

ด้านในแบบ systematic arrangement พันธุ์ละ 15 กรัม โรยเป็นแถว แถวละ 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 10 เซนติเมตร ทุก 2 แถวของข้าวทดสอบปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์อ่อนแอ (ขาวดอกมะลิ 105) และทุก 10 สายพันธุ์ข้าวทดสอบ ปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์ต้านทาน เปรียบเทียบ (หางยี 71) 1 แถว และพันธุ์อ่อนแอ เปรียบเทียบ 2 แถว (ขาวตาแห้ง 17 และขาวดอกมะลิ 105) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อกล้าอายุได้ 15 วัน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ อีกครั้ง รดน้ำวันละ 3-4 ครั้ง เพื่อเพิ่มความชื้นในแปลง ตรวจผลการทดลองเมื่อข้าวอายุ 30-45 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

3.2 โรคไหม้คอรวง (panicle blast disease (PB)) ทดสอบปฏิกิริยาโรคไหม้คอรวงด้วยวิธี artificial inoculation โดยการเลี้ยงเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ บนอาหาร rice polish agar (RPA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน กระตุ้นการสร้างสปอร์ โดยใช้แท่งแก้วตัวแอลลูบเส้นใยให้เรียบ ใช้พลาสติกหุ้มอาหารห่อปิดแทนฝาจานอาหาร เจาะรูระบายอากาศ 2 รู วางภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับแสงแบล็คไลท์ ให้แสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 7 วัน ตรวจดูการเกิดสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และตรวจนับสปอร์ด้วยเครื่องนับสปอร์ (hemacytometer) ให้ได้ความเข้มข้น 1×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อ โดยฉีดเข้าไปในกาบหุ้มรวงข้าวในระยะที่กำลังจะโผล่พ้นรวง ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อรวง สายพันธุ์ละ 10 รวง ทำการติดป้าย เพื่อใช้การตรวจสอบการเกิดโรคไหม้ หลังการปลูกเชื้อ 14 วัน ประเมินการเกิดโรคตามมาตรฐานของ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

3.3 โรคขอบใบแห้ง (bacterial blight disease (BB), *Xanthomanas oryzae* pv. *oryzae* (ex Ishiyama, 1922) Swing *et al*., 1990) ปักดำข้าวพันธุ์ทดสอบพันธุ์ละ 2 แถว แถวละ 11 กอ กอละ 1 ต้น ระยะปลูก 25.00x33.33 เซนติเมตร ทุกๆ 10 สายพันธุ์ทดสอบ ปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์ กข7 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ และ กข9 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ปลูกเชื้อแบคทีเรียหลังจากปักดำ 45 วัน โดยวิธีตัดใบข้าว (clipping method) จุ่มกรรไกรในเซลล์แขวนลอยแบคทีเรียที่มีความเข้มข้นประมาณ 10^8-10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตัดปลายใบออกประมาณ 1.5 เซนติเมตร แถวละ 3 กอ กอละ 5-10 ใบ ตรวจผลการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 14 และ 21 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

3.4 โรคใบหงิก (rice ragged stunt disease (RRSV)) ทำการเพาะข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ ในถ้วยอลูมิเนียม พันธุ์ละ 35 เมล็ด และข้าวพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ เมื่อข้าวอายุ 7-10 วัน นำข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ มาวางเรียงโดยสุ่มในกรงเลี้ยงแมลง แล้วปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)) ที่มีเชื้อไวรัสโรคใบหงิก ให้ดูดกินต้นข้าวจำนวน 3 ตัวต่อต้น เป็นเวลา 1 วัน ข้าวที่ได้รับการปลูกเชื้อแล้วนำมาปักดำในกระบะไม้ เพื่อรอดูอาการของโรค ตรวจผลการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 30 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

3.5 โรคเขียวเตี้ย (rice grassy stunt 2 disease (RGSV2)) ทำการเพาะข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ ในถ้วยอลูมิเนียมพันธุ์ละ 35 เมล็ด และข้าวพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ เมื่อข้าวอายุ 7-10 วัน นำข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ มาวางเรียงโดยสุ่มในกรงเลี้ยงแมลง แล้วปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)) ที่มีเชื้อไวรัสโรคเขียวเตี้ยให้ดูดกินต้นข้าวจำนวน 3 ตัวต่อต้น เป็นเวลา 1 วัน ข้าวที่ได้รับการปลูกเชื้อแล้วนำมาปักดำในกระบะไม้ เพื่อรอดูอาการของโรคตรวจผลการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 30 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

4. การทดสอบความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

ทดสอบตามวิธีการของ Jennings *et al.* (1979)

4.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)) ทดสอบแบบ seedling bulk screening โดยปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ และ PTB33 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ปลูกข้าวทดสอบในกระบะไม้โดยปลูกเป็น

แถว แถวละ 20-25 ต้นต่อพันธุ์ เมื่อข้าวมีใบ 2-3 ใบ ปล่อยตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัยที่ 2-3 ลงบนต้นข้าวประมาณ 5-8 ตัวต่อต้น ตรวจผลการทดลองเมื่อพันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 แห้งตายหมด โดยพิจารณาอาการของต้นข้าวตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

4.2 เพลี้ยกระโดดหลังขาว (whitebacked planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera* (Horváth)) ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพิ่มพันธุ์ กข31 และสุพรรณบุรี 1 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

4.3 เพลี้ยจักจั่นสีเขียว (green leafhopper (GLH), *Nephotettix virescens* (Distant)) ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพิ่มพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร

4.4 เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก (zigzag leafhopper (ZLH), *Recelia dorsalis* (Motsuchulsky)) ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร

4.5 แมลงบั่ว (rice gall midge (RGM), *Oseolia oryzae* (Wood-Mason)) ทดสอบแบบ seedling bulk screening เตรียมดินปลูกใส่กระบะปลูกข้าว ทำแผนผังการปลูก สุ่มและจัดลำดับการปลูกตามแผนผัง กระบะขนาด 50x60x7 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 แถว แต่ละแถวยาว 8 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 3 เซนติเมตร ทุกกลุ่มของพันธุ์ทดสอบจะมีพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ได้แก่ เหมยนอง 62 เอ็ม และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ได้แก่ กข1 กข4 กข6 และขาวดอกมะลิ 105 โดยการปลูกสลับทุกพันธุ์ทดสอบ 5 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกข้าวโดยใช้ข้าวที่เริ่มงอกแล้ว 1 วัน แถวละประมาณ 25-30 ต้น แล้วครอบด้วยกรงตาข่ายถี่ ให้ข้าวได้รับแสงแดดเพียงพอ ถอนต้นข้าวให้เหลือแถวละ 25 ต้น ย้ายกระบะเข้าไปในกรงฟักไข่ในที่ร่ม พ่นละอองน้ำให้ชุ่ม แล้วปล่อยแมลงบั่วในอัตราเฉลี่ยเพศเมียต่อเพศผู้ 30:15 ตัว ต่อ 1 กระบะ เก็บไว้ในกรงฟักไข่ประมาณ 3-5 วัน แล้วย้ายออกมากลางแจ้ง จนต้นข้าวเกิดหลอดบั่ว และรอให้แมลงบั่วออกจากหลอดแล้วประมาณร้อยละ 80 ของหลอดที่เกิดขึ้นทั้งหมด จึงตรวจนับการทำลายที่เกิดขึ้น ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

4.6 หนอนกอ (stem borers (SB)) ปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์ IR8 พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ และพันธุ์ TKM6 เป็นพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ปลูกข้าวทดสอบในแปลงทดลองโดยวิธีปักดำ ระยะปักดำ 25x25 เซนติเมตร แถวละ 20 กอ กอละ 1 ต้น สายพันธุ์ละ 1 แถว ทุก 10 แถวของพันธุ์ทดสอบ ปลูกคั่นด้วยพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบและพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ ตรวจผลการทดลองในระยะข้าวแตกกอตั้งท้อง และออกรวง ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมข้าว

จากการรวบรวมผลการศึกษาและประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรมข้าวที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ จำนวน 5 ลักษณะ ได้แก่ วันออกดอกของข้าวไวต่อช่วงแสง ความสูง ความยาวรวง จำนวนรวงต่อกอ และความยาวใบ จากตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวจำนวน 15,524 ตัวอย่าง เชื้อพันธุ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2562 ได้ผลดังนี้

1.1 วันออกดอกของข้าวไวต่อช่วงแสง พบว่า ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวมีวันออกดอกอยู่ในช่วงวันที่ 3 กรกฎาคม ถึงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ เชื้อพันธุ์ข้าวที่ออกดอกเร็วที่สุด คือ พันธุ์ดอโรงบ่ม (G.S. No. 13807) และเชื้อพันธุ์ข้าวที่ออกดอกช้าที่สุดคือ พันธุ์ข้าวเหลือง (G.S. No. 4650) ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่จัดว่าออกดอกเร็ว คือ ออกดอกก่อนวันที่ 15 กันยายน มีทั้งหมด 65 เชื้อพันธุ์ (Table 1) ซึ่งเชื้อพันธุ์ข้าวเหล่านี้สามารถพิจารณานำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงอายุสั้นได้

1.2 ความสูงของลำต้น พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวที่ทำการประเมิน มีความสูงลำต้นตั้งแต่ 46.5 เซนติเมตร (พันธุ์ข้าวแม้ว G.S. No. 23255) ไปจนถึง 247.4 เซนติเมตร (พันธุ์มะลิทอง G.S. No. 3729) โดย Khush *et al.* (2001) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของข้าวที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงไว้ ได้แก่ ต้นแข็งแรง ไม่หักล้ม และต้นสูง 90-100 เซนติเมตร ซึ่งจากงานวิจัยนี้มีข้าวต้นเตี้ยสูงไม่เกิน 100 เซนติเมตร ทั้งสิ้น 792 เชื้อพันธุ์ โดยแสดงรายชื่อเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีต้นเตี้ยที่สุด 50 ลำดับแรก (Table 1) ทั้งนี้การนำลักษณะต้นเตี้ย

ของเชื้อพันธุ์ข้าวไปใช้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ จำเป็นต้องพิจารณาถึงชนิดและนิเวศของตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวด้วย ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่ประเมิน พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวจำนวนหนึ่งเป็นข้าวไร่ ต้นเตี้ย การนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์อาจได้ลักษณะที่ไม่เป็นที่ต้องการอื่นๆ ไปด้วย

1.3 ความยาวรวง พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวที่ประเมินมีความยาวรวงตั้งแต่ 14 เซนติเมตร (พันธุ์เหลืองทุเรียน G.S. No. 20565) ถึง 46 เซนติเมตร (พันธุ์ข้าวดอ G.S. No. 21582) ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความยาวรวงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร มีจำนวนทั้งสิ้น 1,172 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ โดยเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความยาวรวงมากที่สุด 50 ลำดับแรก ได้แสดงใน Table 1

1.4 จำนวนรวงต่อกอ พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวมีจำนวนรวงต่อกอตั้งแต่ 1 รวงถึงมากที่สุด 48 รวงต่อกอ คือ พันธุ์เหนียวแม้ว G.S. No. 21529 เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีจำนวนรวงต่อกอมากกว่า 25 รวง มีทั้งสิ้น 20 เชื้อพันธุ์ (Table 1)

1.5 ความยาวใบ เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความยาวใบยาวที่สุด ได้แก่ พันธุ์ขาวประกวด (G.S. No. 18195) 105 เซนติเมตร เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีใบยาวมากกว่า 80 เซนติเมตร มีทั้งสิ้น 69 เชื้อพันธุ์ โดยเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความยาวใบมากที่สุด 50 ลำดับแรก ได้แสดงใน Table 1

2. การประเมินคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมีของเชื้อพันธุกรรมข้าว

ผลการประเมินลักษณะคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมีของเชื้อพันธุกรรมข้าวที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ จำนวน 6 ลักษณะ ได้แก่ ความหอม ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ข้าวเจ้าอมิโลสต่ำ ข้าวเจ้าอมิโลสปานกลาง และน้ำหนัก 100 เมล็ด จากตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าว จำนวน 15,524 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

2.1 ความกว้างเมล็ด พบว่า ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวมีขนาดความกว้างเมล็ดตั้งแต่ 2.00 มิลลิเมตร (พันธุ์ปิ่นแก้ว G.S. No. 1574) จนถึง 2.56 มิลลิเมตร (พันธุ์หลงมา G.S. No. 21676) โดยตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีขนาดเมล็ดกว้างที่สุด จำนวน 50 ลำดับแรก ได้แสดงใน Table 2

2.2 ความยาวเมล็ด พบว่า ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวมีความยาวเมล็ดตั้งแต่ 3.09 มิลลิเมตร (พันธุ์ตีนเต่า G.S. No. 19959) จนถึงยาวที่สุด 12.00 มิลลิเมตร (พันธุ์พวงทอง GS. No. 18442) พันธุ์ข้าวเมล็ดยาวเป็นที่ต้องการในการใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวคุณภาพดีเพื่อการค้าและการบริโภค ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่แสดงใน Table 2 จึงอาจนำไปใช้ประโยชน์เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว

2.3 น้ำหนักข้าว 100 เมล็ด พบว่า ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวมีน้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยที่สุดคือพันธุ์ดอ 16 (G.S. No. 21919) (1.19 กรัม) พันธุ์ที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ พันธุ์ชิวอ้าว (G.S. No. 22824) (5.67 กรัม) เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด จำนวน 50 ลำดับแรก จากพันธุ์ข้าวเจ้าและพันธุ์ข้าวเหนียว แสดงใน Table 2 ผลจากการประเมินน้ำหนัก 100 เมล็ดของตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวแต่ละเชื้อพันธุ์ เป็นข้อมูลสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ในการวางแผนใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ได้ผลผลิตสูงตามคำแนะนำของ Khush (1999) ที่กล่าวถึงการที่จะพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เดิมมากกว่าร้อยละ 10 ควรมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 25 กรัม

2.4 ข้าวเจ้าอมิโลสต่ำ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะนุ่ม มีปริมาณอมิโลส 11-20 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 598 เชื้อพันธุ์ ตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์อมิโลสต่ำที่สุด ได้แก่ พันธุ์จะนอหยี (G.S. No. 21476) เป็นข้าวเจ้าเมล็ดค่อนข้างป้อม โดยตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวเจ้านุ่มเปอร์เซ็นต์อมิโลสต่ำ เมล็ดเรียว ท้องไข่น้อย จำนวน 50 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ได้แสดงใน Table 2 เชื้อพันธุ์ข้าวเหล่านี้เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวคุณภาพดี มีความนุ่ม เมล็ดเรียวสวย มีท้องไข่น้อย เพื่อผลิตเป็นข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ราคาสูงได้

2.5 ข้าวเจ้าอมิโลสปานกลาง พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะค่อนข้างแข็ง มีปริมาณอมิโลสระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 987 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ คัดเลือกตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวอมิโลสปานกลาง เมล็ดเรียว ท้องไข่น้อยมีทั้งสิ้น 159 เชื้อพันธุ์ โดยเชื้อพันธุ์ข้าวจำนวน 50 เชื้อพันธุ์ แสดงใน Table 2 ทั้งนี้ข้าวเจ้าอมิโลสปานกลางเหมาะสำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเส้น แป้ง และการทำข้าวนึ่งเพื่อการส่งออก การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีปริมาณอมิโลสที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพแป้งตามที่ต้องการ จำเป็นต้องมีแหล่งพันธุกรรมที่มีความหลากหลาย

Table 1 Samples of rice accessions showing morphological characters deemed useful for rice breeding programs

Morphological character	Accession (G.S. No.)
Early-flowering insensitive rice	DAW RONG BOM (13807), DAW TAY WEE (22476), HAH RUANG (5339), AHZASEMA (21456), TAH PET (5368), PAW DAENG (21455), SAENG MUZER (21450), LAH SAW (21454), SAHM LERN (23573), NO NAME (1830), NO NAME (1833), SEW AEW (22824), BLE MOO ZER (23144), BAHN WAENG (23146), BEU KO KI (23724-1), KHAO' FEE (23571), DAW KHAO (23691), PRAE DAW (23696), KHAO ' GAM (4421), GASET NOI (23592), BLE WANG SUA (23143), NO NAME (1836), MAH MUI (1818), KHAO RUANG (4420), LAH SAW (21525), KHAO' MUM (21448), DAWK PUD (23693), NO NAME (21558), E-BUD DAM (21651), BLE JAI MUA (3116), NIAW PEUAK (23550), PRAE GLANG (23745), PRAE DAW (23750), LEUANG LISAW (23671), KHAO PAEM BOK (23685), DAWK DOO (2872), KHAO' HAO (4419), KHAO' MAI (22243), PLAH SEW DAENG (22822), BEU KHAH CHOO (23538), KHAO' HAO (23547), KHAO' HAO (23551), HAO KHAO (23574), YA FOO TAW (23673), MEU GI (23679), KHAO' SEW (23683), BEU SO WA (23684), KHAO' SEW (23699), NAM ROO (23725), DAW PRAE (13790), MA HING 269-7-22-1 (4451), KHAO' JAO (20879), TE MEE JA (21477), NIAW MALED YAI (21532), NO NAME (22247), KAENG LAO (23546), LAI LUANG (23746), KHAO' KASET (23747), MALI DAW (24348), BEU GWA (23134), BLE JE DAO (23139), BEU MEU (23160), HAHNG YAO (23675), BLE JAI (23734), BLE BLAO LA (23736)
Height (<100 cm)	BEU JIWA (21502), FAO 5773 (270), CETAH (2608), KHAO' GERD (4313), BEU SU DEE (23017), FEUANG KAM (21465), BEU PU TAWNG (21843), KHAO' MEE (22899), AW MAEMA (21514), DAYASISIA (21464), BEU DAENG LAI (23015), NO NAME (21501), BEU BAWNG TONG (21802), NO NAME (21488), YAHNG GERLER (21485), SEW GLIANG (22720), BEU BAW PAW (23598), MOOZER (21461), PURPLE RICE (3004), BEU BAWNG AUE (21842), LEUANG TAWNG (22892), AHZASEMA (21456), E-NOI (21483), TAW BAE (23668), BEU GASET (21496), DAYA HANU (21484), SEW LAMPAHNG 264-22-16 (1665), JA NAW NAI (21475), SAO LEUM YAHNG (21588), IR4427-72-3 (2762), PLAH SEW (21589), HAHNG YI (20201), E-BUD DAM (21685), NIAW KHIAW NGOO (5646), KHAO HAWM (22528), PI E-JAW WA (23631), PLAH SEW YAI (22745), PLAWNG AEW (20212), KHAO' TIA (14027), NO NAME (21470), NIAW DAENG (21462), PAWNG AEW (21591), PAN TAM (21492), DAW TOM (7712), DAW MA KHEUA (22793), SAENG MUZER (21450), LAH SAW (21454), SAN-PAH-TAWNG DAW (22290), DANU SUE SUE (23587), DAWK PAYAWM (23856)
Panicle length (>30 cm)	ARUN (15757), E-DAENG (22847), KHAO SURAHD (9621), CHAW LAMAI (9942), CHAHNG OUM (9987), PAO (10061), GAM LAHNG (12744), YEE TAE SA MING (15789), KHAO' NAK (12765), RA YAW PAW NAWNG (15774), MAE MAI (9947), MA KHEUA (9922), KHAO MED LEK (15654), GOO NING (9981), RUANG YAHN (12666), CHAW LUNG (9956),

Table 1 (cont.)

Morphological character	Accession (G.S. No.)
	PIN GAEW (15673), JAO DOI (21528), MALI (9845), NAHNG JAN (10001), LOOK SAI (10050), CHAW (12749), YAH RANG (12801), KHAO' PERNG (14025), CHAW KHAI PED (15585), KHAO' DAW (21582), NIAW MALI (23192), BIAW GOO (21542), NIAW LOOK GAH (9966), NIAW DAM GAH KHIAW (19476), LEB NOK (3979), GAEN TAWNG (23112), JA NONA (21526), E-NUAN (21699), NIAW TUA (10065), KHAO' NIAW (19836), NIAW DAM GULAH (23828), HAWM PAMAH (6724), HAWM (12817), NIAW LAHNG NUENG (10076), BLE LAGOOGO (21549), NIAW DAM NAH (23838), NIAW DAM (22342), KHAO PLAH LAI (7257), NIAW SAN-PAH-TAWNG (63), NIAW TAH POOM (3488), NIAW TANSAMAI (2729), NIAW KHIAW NGOO (12247), NIAW DAM GAHB AOI (23827), BLE JAHNG (21547)
High panicle number (>25)	NIAW MAEW (21529), DAW LEUANG (13796) PLEUAK BAHNG (21412), LEUANG (22091), BASMATI 1 (17892), PAYAH CHOM (3673), LEUANG KWAI LAH (5551), MALED SI CHOMPOO (4622), LEUANG MED TUA (22108), KHAO RUANG DIAW (22115), CHAW SA BAI (9856), FEUANG KAM (15173), KHAO' NOK (4478), LEUANG TIA (6198), E-NAWN (22813), NO NAME (2352), RAHK HAENG (11170), PHKAR KHNGAR (24345), MASURI (2233), BIAW (22425)
Leaf length (>80 cm)	KHAO PRAGUAD (18195), TIN TAO (3397), NIAW TUA (10065), SENG (1804), HAWM (12817), SEW NOI (7330), NAHNG PA-YAH (6888), KHAO PRAJUAB (6900), LOOK SAI (10050), KHAO GAEW (21385), KHAO LONG MALED YAO (22110), BLE LAGOOGO (21549), YAI MAWN (21377), CHAW MUD KHAO (9641), SAO LEUM WAHNG (21254), KHAO TAH PAE (21393), RAHK PAI (21605), BUK MUAY (21610), PAEN TOW RU (12803), KAMIN (10052), LOOK DAENG (12740), LOOK PLAH (12788), KHAO GAW (21269), RAHK HAHNG (21391), CHAWNG (12654), NAH KHAWAN (19323), LUANG PRATAHN (14492), MED LEK (21384), KHAO PRAJIN (21402), DAWK TIW (21608), JAO HAWM (21552), BEU SO (23738), PAYAH SAI (4109), LEUANG PET (6228), LEUANG PRATAHN (21015), LEUANG HAWM (9698), PAWN (9986), KHAO KASET BOW (21223), SOI KHING (21227), GAW TRACRAI (21318),KHAO PRAJUAB (21319), NAHNG MON (21363), HAWM DONG (22169), LEUANG AWN (21016), LOOK LIN (12769), LEUANG YAI (584), KHAO' KLAH (10274), KHITOM KHAO 31-16-1 (152), LEUANG GOO (5549), KASET BOW (9563)

Table 2 Samples of rice accessions showing useful grain physical characteristics, grain chemical quality, and cooking quality

Grain character	Accession (G.S. No.)
Grain width (>3.8 mm)	LONG MAH (21676), GRA POW (3519), JA TE (21512-2), PI AI CHOO (23599), JA TE (21512-1), E-LEUANG LAOTAEK (21634), NO NAME (1836), BEU BAW PAW (23598), MAHK FAI (22816), SEW DAM (22821), NIAW LAI LAENG (23529), BLE WANG SUA (23143), DAW KHAO (23691), DAW POOTAN (1408), MA NIANG (6617), SAENG LOI (23560), MA NAM (6596), MAHK PO (11847), JA NAW SI (23572), MON LUANG (23639), KHAO HAWM (22528), GAEN DAENG YAI (22743),TON LEK (3143), LEUAD WUA (1434), GOW PI (5180), E-KHAO (13930), BLE JUA (23138), LOOK WAI 36-31-45 (116), NIAW MALED YAI (21532), MALI YAI 33-18-46 (112), SEW AEW (22824), BLE PLOW LA (23140), BLE LAGOOGO (21549), SAH GOO FOO (23660), PAH MEUD 27-5-5 (136), PAH LEUAD KWAI (137), GOO MEUANG (5017), CHIANG SAEN (6594), LAI HEN (22829), KHAO' KHIAW (23661), MON KONG (23667), DAW MA KHEUA (22793), BEU SAW MI (23595), BEU KHA ZOO (23600), NO NAME (21501), MAEW (22491), KHAO' KHAO (23032), MUM (19067), E-NUAN (21699), LEUM NAH (22808)
Grain length (>11 mm)	PUANG TAWNG (18442), BAI SI (3548), BAI SI (2981), BAI SI (5311), KHAO MALED YAO (3552), PAMAH HAEK KOOK (19319), NAHNG NUAN (21354), GLUAY NGAO (8350), SAENG TAI (16052), SEW AEW (22824), BLE GWO CHEU (23128), BEU SIB (21720), HAWM JAN (22404), WAD JAN (3517), TAWNG BAI SI (21206), JAO DAENG 63-6-19 (698), KHIAW BAI SI (18358), E-LONG MAH (12511), SAWK GAM MAH (14234), KHAO GAWD 1(2897), LUANG SAWUEY (219), LEUANG NOI 31-1-39 (588), KHAO GON JUD (6220), GON JUD (14301), LEUANG YAI (19042), KHAO KAD (15986), LEUANG GRABIN (19966), DAENG NAH (22850), JAO NOI (7948), SI NUAN (15977), KHAO' GLAM (22970), BUA NOI (1990), GLUAY NGAO DAW (8355), PI E-YASI (21888), GA RIANG (6197), KHAO KAD NAK (15951), PAMAH HAEK KOOK (21349), NGAH CHAHNG (22418), DAWK MALI (1992), GON JUD (21389), HAWM MALI (8995), LUANG PRATAHN (12911), PAWNG SAENG (4493), KHAO NAM GLING (15943), DAENG NOI (21741), SAENG HAI (23526), SI NUAN (9164), BAI SI (12505), JAO HAWM (21552), LEE SAW (22399)
100 grain weight (>3.90 g)	BIAW PAE (21541), JA TE (21512-1), JAO HAWM (21552), KHITOM KHAO 222-42-5 (598), JA LI (21538), SI NUAN (9164), NO NAME (21520), DAW DAENG (1476), JA KHAW MAH HAH (23042), LEUANG NGAO (9005), SI NUAN (22467), TON DIB (19821), KHAO YAI (5817), GAHB MAHK (21683), MEUANG GRUNG (9022), LEUAD WUA (1434),

Table 2 (cont.)

Grain character	Accession (G.S. No.)
	HUA KAN-NAH (3515), JAO KHAO (4481), BEU GASET (21496), DAW DAWK PRAO (22403), KHAO' PIG (20878), BEU MEU WA GRAW (23628), BEU JI WAW (22531), PI LAO (22442), BIAW PAE (21541), SEW AEW (22824), BLE GWO CHEU (23128), BLE JAHNG (21547), GLUAY NGAO (8350), KHAO HAWM (22528), NIAW KHAO (22343), CHIANG SAEN (8281), KWAI HAI (20870), PAN LAK (3386), KHIAW HAHNG NAHK (12510), E-MUEY (21658), TAMADAH (7611), CHIANG SAEN (20893), IN PAENG (13981), DAW KHAO (23691), GAHB SAHNG (1470), PRA IN (13967), HAHNG NAHK (13364), LAI MEUANG FAHNG (21467), LAI MEUANG FAHNG (21549), DAW DAM (19557), NAH ROK (3896), MA NAM (6596), LEUANG GAEW (13906), SEW AEW (22824)
Low amylose content (13-20%)	MAEW (9159), HAWM MALI (19379), KHAO MALI (14229), KHAO' HAWM (4814), DAW KHAO (13236), KHAO'HAWM PHITSANULOK (23409), JAO NAI PON (21742), KHAO MALI (5525), HAWM MALI (19395), HAWM MALI MALED YAI (22902), KHAO' HAWM (4829), KHAO' HAWM (4869), KHAO' HAWM (4870), KHAO' HAWM (4841), GRA BAWK (22383), KHAO' HAWM (4818), KHAO' HAWM (4816), KHAO' HAWM (4817), RD15 (19326), RD21 (4791), KHAO' HAWM (4834), KHAO DAWK MALI 105 (6723), LEUANG GLUAY (5770), KHAO' HAWM (4831), PAMAHS 16 (2113), HAWM MALI (19401), WP 252 (2810), PUANG GRAKAW (8981), KHAO' HAWM (4832), WAHN RAI (22842), LEUANG (3722), WP 38 (2796), KHAO MALI (21338), KHAO' JAO HAWM KLONG LUANG 1 (23061), KHAO TAMADAH (13308), CHAHNG LAHK (19839), RD21 (10484), KHAO HAWM (21773), HAWM MALI 105 (10660), TA POW GAEW (22054), KHAO' HAWM (4821), BEU JAE (21878), BEU TONTIA BAWNG (21801), KHAO' PAMAH 2 (22245), JAO HAWM (21552), TAWNG RAYAH (22094), HAWM MALI (19410), HAWM JAN (22856), HAWM TAWNG (6823), KHAO MALI (21185)
Intermediate amylose content (21-25%)	KHAO LUANG (5534), BEUA NAM (22101), KHAO AH-GAHD (6204), HUA NAH (7405), GA RIANG (6197), GAW PLAM (23502), DAWK MUD (23845), GAI LIANG (23499), MAE LI (12819), LEUANG SAHM PRAHN (12238), SAHM PRAHN (12236), KHAO BOW (19552), DAWK DON (22089), DAWK PAYAWM RAI (23816), HAWM BOW RAI (23804), KHAO PAHK MAW (12235), TAH JEUA (5545), NAHNG TAH KUI (21758), NAHNG MON S-4 (95), KHAO' KHAO (23823), JAO DAENG (18003), LEUANG TAWNG (22107), KHAO TIA (10926), RD 7 (18060), AEW MOD DAENG (9954),

Table 2 (cont.)

Grain character	Accession (G.S. No.)
	KHI TAO (21438), KHAO TAH KLEUB (6213), LUANG JAEK (9395), KHAO PRAGUAD (18194), KHAO YAI LIANG (20569), KHAO TAH HAENG (21336), MEUANG PAHN (220), LEUANG BOW (22060), LEUANG TABAEK (21774), KHAO NAHNG NUAN (14498), KHAO PUANG (22083), YI SIB HAH RUANG (19516), E-POK (5773), LEUANG HAWM (19046), LI TI (14355), KHAO KO RACH (22093), LUANG PRATAHN (7989), GON JUD (14301), LEUANG KASET (10880), JAO KHAO (3330), KHAO YAI WAENG (9512), DAENG NOI (6207), KHAI MOD RIN (7015), KHAO DAWK MALI (10872), DAENG MALED YAO (15668)
Aroma	DAWK MALI 109-2-189 (29), DAWK MALI 109-1-160 (567), LAM PUENG (3400), NAHNG MON (3638), HAWM MALED LEK (3725), PAH PAEN (4614), KHAO' HAWM (4832), JAO KHAO (5572), LEUANG HAWM (6192), GAEN MA GLEUA (6214), MAWNG KA MAI (6470), KHAO DAWK MALI 105 (6723), NAHNG MUI (6997), LOOK DAM (7002), SAO NGAHM (7006), KHAO (7008), KHOM (7017), NAHNG KHAO (7030), HAWM DAWK MALI (7654), BUENG WO (8106), MAEW (8994), HIN SAWN (9620), LOOK DAM (9918), KHAO' KLAH (10274), NAM GAENG (11052), KHAO KONG (21753), TAY HAW (21767), KHAO HAWM (21773), LEUANG PIMAI (21786), LUANG PRATAHN BOW (21851), JAO MAENG ME (22811), KHAO'JAO DAM (23186), KHAO'HAWM PHITSANULOK (23409), DAWK PAYAWM (23843), HAWM PAMAH (3210), HAWM NAHNG NUAN (3270), KHITOM LUANG (3371), DAW DAM (5647), CHAW PAYAWM (6916), GAM (13729), LEUANG GAEW (13949), HAWM NAHNG NUAN (14518), DAW GAEW (19566), NIAW DAM (21626), NIAW DAM (21629), KHAO' GLAM (21935), MAHK BID (22830), BLE JAI MUA (23116), BLE PLOW LIA (23119), BLE GWO CHEU (23128)

เพื่อการใช้ประโยชน์ที่จำเพาะ ข้อมูลจากการประเมินลักษณะในการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ได้โดยตรง

2.6 ความหอม พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวมีความหอมตั้งแต่หอมเล็กน้อย ถึงหอมมาก จำนวน 176 เชื้อพันธุ์ เป็นชนิดข้าวเจ้า 135 เชื้อพันธุ์ และชนิดข้าวเหนียว 41 เชื้อพันธุ์ โดยรายชื่อเชื้อพันธุ์ที่มีความหอมถึงหอมมาก แสดงใน Table 2 เชื้อพันธุ์ข้าวเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอม เพื่อเป็นพันธุ์ข้าวทางเลือกใหม่ที่มีความหอม นอกเหนือไปจากข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข6

3. ความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญ

ดำเนินการทดสอบตัวอย่างเชื้อพันธุกรรมข้าวในปี พ.ศ. 2564-2565 จำนวน 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ต่อความต้านทานโรคข้าวที่สำคัญ ได้แก่ โรคใบไหม้ โรคไหม้คอรวง โรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก และโรคเขียวเตี้ย ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

3.1 โรคใบไหม้ (leaf blast disease (BI)) ของเชื้อพันธุกรรมข้าว ดำเนินการใน 8 ศูนย์วิจัยข้าว ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี สกลนคร พัทลุง แพร่ พิษณุโลก ปทุมธานี ราชบุรี และชัยนาท พบว่า ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีปฏิกิริยาต้านทานโรคไหม้ระดับต้านทานถึงต้านทานสูง เชื้อสาเหตุโรคที่ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จำนวน 10 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร 2 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ 11 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก 10 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 3 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี 20 เชื้อพันธุ์ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท 49 เชื้อพันธุ์ ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานถึงต้านทานสูงในสถานที่ทดสอบตั้งแต่ 2 สถานที่มีทั้งสิ้นจำนวน 25 เชื้อพันธุ์ (Table 3) และเชื้อพันธุ์มีความต้านทานถึงต้านทานสูงในสถานที่ทดสอบตั้งแต่ 3 สถานที่มีทั้งสิ้นจำนวน 10 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดอปูตั๋น (G.S. No. 1408) แผ่ (G.S. No. 1636) ดอมานะ (G.S. No. 3101) KALAJOHA (G.S. No. 4807) เชียงแสน (G.S. No. 6594) แหลมทอง (G.S. No. 6672) แพร่ (G.S. No. 10692) ดอหมอก (G.S. No. 19710) BATHKIRIEL (G.S. No. 20063) และดอกติ้ว (G.S. No. 21597)

3.2 โรคไหม้คอรวง (panicle blast disease (PB)) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่แสดงปฏิกิริยาต้านทาน จำนวน 8 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ได้แก่ หอมนางดำ 32-21-55 (G.S. No. 145) FI 6272 (G.S. No. 382) ขี้ตมดำ (G.S. No. 3909) มันเป็ด (G.S. No. 4504) KALAJOHA (G.S. No. 4807) เชียงแสน (G.S. No. 6594) แหลมทอง (G.S. No. 6672) และ กข29 (ชัยนาท 80) (G.S. No. 24534)

3.3 โรคขอบใบแห้ง (bacterial blight disease (BB)) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าว 3 แห่ง ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ชัยนาท และสกลนคร พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีปฏิกิริยาต้านทานโรคขอบใบแห้งระดับต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท จำนวน 19 เชื้อพันธุ์ (Table 3) และไม่พบตัวอย่างเชื้อพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร และศูนย์วิจัยข้าวแพร่

3.4 โรคใบหงิก (rice ragged stunt disease (RRSV)) ดำเนินการทดสอบในสภาพโรงเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และกองวิจัยและพัฒนาข้าว พบเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีปฏิกิริยาต้านทานถึงต้านทานสูงต่อโรคใบหงิก จำนวน 37 เชื้อพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และจำนวน 4 เชื้อพันธุ์ที่กองวิจัยและพัฒนาข้าว (Table 3)

3.5 โรคเขียวเตี้ย (rice grassy stunt 2 disease (RGSV2)) ดำเนินการทดสอบในสภาพเรือนทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาข้าว พบว่า มีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทาน จำนวน 1 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ FH 108-3 (G.S. No. 295) ต้านทานปานกลาง จำนวน 8 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ เหมยนอง (G.S. No. 342) ดอปูตั๋น (G.S. No. 1408) ขาวชาวไร่ (G.S. No. 5772) ขาวน้ำผึ้ง (G.S. No. 5802) แหลมทอง (G.S. No. 6672) หอมมะยม (G.S. No. 6741) มะลิเบา (G.S. No. 7941) และไม่ทราบชื่อ (G.S. No. 22944) (Table 3)

4. การทดสอบความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ

ดำเนินการทดสอบตัวอย่างเชื้อพันธุกรรมข้าวในปี พ.ศ. 2564-2565 จำนวน 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ต่อความต้านทานแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก แมลงบั่ว และหนอนกอ ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

4.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper (BPH)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าว

Table 3 One hundred accessions evaluated for major disease and insect resistance during 2021-2022

No	G.S. No.	Accession	Disease and insect resistance										
			BB	RRSV	RGSV2	BI	PB	BPH	WBPH	GLH	ZLH	RGM	SB
1	26	MAN PED 36-32-3	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-
2	57	MAHK YOM 66-11-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
3	109	GAEN MA GAWK 62-8-82	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
4	121	PAMAH YAI 36-22-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	140	PAD HIN 39-12-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R
6	145	HAWM NAHNG DAM 32-21-55	-	R	-	-	R	-	-	-	-	-	R
7	208	GOW RUANG 21-1-3	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	228	JAO GLUAY 31-22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
9	294	FH 108-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	295	FH 108-3	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
11	342	MUEY NAWNG	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	382	FI 6272	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
13	544	KHAO HAWM 12-7-70	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	617	MAN PED 32-12-17	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	R
15	671	MALI LEK 33-16-93	R	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1408	DAW POOTAN	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
17	1410	NAHNG GAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1416	DAW PRALAHD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
19	1589	PUANG 57-127-82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
20	1625	KHAO DAWK MALI 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1636	PAN PAE	-	-	-	R	-	R	-	-	-	-	R
22	3101	DAW MANA	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	R
23	3241	PLAH KHAENG	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	3292	DAM DAHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
25	3293	DAWK JAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	3335	GA JAO	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	3359	NIAW DAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
28	3366	KHAO SETTI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
29	3434	SAMER	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3471	LEUANG DONG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	3483	NAM KAHNG	-	R	-	R	-	R	-	-	-	-	R
32	3596	LEB CHAHNG	R	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
33	3601	KHAO' TAWD	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
34	3867	YAI FAK	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
35	3893	PAWNG AEW I	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	R

Table 3 (cont.)

No	G.S. No.	Accession	Disease and insect resistance										
			BB	RRSV	RGSV2	BI	PB	BPH	WBPH	GLH	ZLH	RGM	SB
36	3909	KHITOM DAM	R	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
37	4164	BOW U-DEN	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-
38	4481	JAO KHAO	R	-	-	R	-	-	R	-	-	-	-
39	4485	KHITOM NAHK	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	R
40	4487	JAO MALI	-	-	-	R	-	R	-	-	-	R	R
41	4504	MAN PED	-	-	-	R	R	-	-	-	-	-	-
42	4807	KALAJOHA	-	R	-	R	R	-	-	-	-	R	R
43	4850	KHAO' HAWM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	4851	KHAO' HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	4852	KHAO' HAWM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
46	4853	KHAO' HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	R	R
47	4865	KHAO' HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-
48	4866	KHAO' HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
49	4869	KHAO' HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	4908	TA NOD	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
51	4915	NIAW HAWM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	5598	DAWK JAN	-	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-
53	5599	E-LUB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
54	5669	IN PAENG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	5767	HAWM JAN	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	5768	KHAO NOI	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	5770	LEUANG GLUAY	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	5772	KHAO CHAO RAI	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
59	5777	KHAO NOI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	5802	KHAO NAM PUENG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	5829	KHANAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	6020	KHAO HIN	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	6454	KHAO DAWK MALI	-	R	-	-	-	-	-	-	-	R	-
64	6594	CHIANG SAEN	R	R	-	R	R	-	-	-	-	-	R
65	6609	LEB CHAHNG	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
66	6668	TAM BONG	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
67	6672	LAEM TAWNG	-	R	-	R	R	-	-	-	-	-	-
68	6735	HAWM IN TOK	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	R
69	6741	HAWM MAYOM	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
70	7939	JAO JIN	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R

Table 3 (cont.)

No	G.S. No.	Accession	Disease and insect resistance										
			BB	RRSV	RGSV2	BI	PB	BPH	WBPH	GLH	ZLH	RGM	SB
71	7941	MALI BOW	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
72	7953	DAENG NOI	-	R	-	-	-	-	R	-	-	-	R
73	9299	MAN PED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	9415	KHAO NAHNG LONG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	10373	NAHNG AEK	R	R	-	-	-	-	-	-	-	R	R
76	10664	GAHB YAHNG	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	10671	SOM SAMAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	10675	GAHB YAHNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	10677	PRA IN	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
80	10680	SUAN LUANG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
81	10692	PRAE	R	-	-	R	-	-	-	-	-	-	R
82	11058	HAWM MALED YAI	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-
83	12351	KHAO TAH YUAN	R	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
84	12595	MAHK HAI	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
85	13744	KHAO DAWK MALI 105	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	18063	SPRLR77110-PSL-45-4-2	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
87	19360	HAWM MALI	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	R
88	19710	DAW MAWK	R	-	-	R	-	-	-	-	-	R	R
89	20063	BATHKIRIEL	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	R
90	21006	KHAO MALI	-	R	-	-	-	R	-	-	-	-	R
91	21597	DAWK TIW	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	R
92	21602	E-DAW DOK	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93	21612	DAW NAHNG SUAN	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
94	21684	LAI DAWK MAI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	21694	DAW MAN POW	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	21724	E-DAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	21727	MA KHAHM	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	21731	GRA DOOK NGOO	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-	-
99	22944	NO NAME	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	24534	RD29 (CNT 80)	-	-	-	-	R	-	-	-	-	R	R

Rice disease and insect name:

BB = bacterial blight disease, RRSV = rice ragged stunt disease, RGSV2 = rice grassy stunt 2 disease, BI = leaf blast disease, PB = panicle blast disease, BPH = brown planthopper, WBPH = whitebacked planthopper, GLH = green leafhopper, ZLH = zigzag leafhopper, RGM = rice gall midge, SB = stem borer

ปทุมธานี สกลนคร และกองวิจัยและพัฒนาข้าว พบตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวที่ทดสอบที่กองวิจัยและพัฒนาข้าว มีปฏิกิริยาต้านทานสูงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวน 3 เชื้อพันธุ์ (Table 3) ได้แก่ เจ้ามะลิ (G.S. No. 4487) หมากไฮ (G.S. No. 12595) และขาวมะลิ (G.S. No. 21006) ปฏิกิริยาต้านทาน ได้แก่ พันธุ์แผ่ (G.S. No. 1636) น้ำค้าง (G.S. No. 3483) เล็บช้าง (G.S. No. 3596) และยายฟัก (G.S. No. 3867) และไม่พบตัวอย่างเชื้อพันธุ์ที่มีความต้านทาน ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และสกลนคร

4.2 เพลี้ยกระโดดหลังขาว (whitebacked planthopper (WBPH)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบว่า การทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี มีเชื้อพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว จำนวน 2 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ได้แก่ เจ้าขาว (G.S. No. 4481) และ แดงน้อย (G.S. No. 7953) และแสดงปฏิกิริยาค่อนข้างต้านทาน จำนวน 23 เชื้อพันธุ์ แต่ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนครไม่พบว่ามีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว

4.3 เพลี้ยจักจั่นสีเขียว (green leafhopper (GLH)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบว่า ไม่มีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียว

4.4 เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก (zigzag leafhopper (ZLH)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบว่า ไม่มีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทานต่อเพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก

4.5 แมลงบั่ว (rice gall midge (RGM)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร พบว่า ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร มีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทาน จำนวน 8 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ ปัดหิน 39-12-7 (G.S. No. 140) เบาอุเด็น (G.S. No. 4164) เจ้ามะลิ (G.S. No. 4487) KALAJOHA (G.S. No. 4807) ขาวดอกมะลิ (G.S. No. 6454) นางเอก (G.S. No. 10373) ดอหมอก (G.S. No. 19710) และ กข29 (ชัยนาท 80) (G.S. No. 24534) ผลการทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า มีเชื้อพันธุ์ข้าวที่แสดงปฏิกิริยาต้านทาน จำนวน 3 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอม (G.S. No. 4853) ข้าวหอม (G.S. No. 4865) และดอกจัน (G.S. No. 5598)

4.6 หนอนกอ (stem borers (SB)) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร และแพร่ พบว่า ที่ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร มีเชื้อพันธุ์ข้าวแสดงปฏิกิริยาต้านทานถึงต้านทานสูง จำนวน 40 เชื้อพันธุ์ (Table 3) ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า มีเชื้อพันธุ์ข้าวที่แสดงปฏิกิริยาต้านทานถึงต้านทานสูง จำนวน 2 เชื้อพันธุ์ ได้แก่ ดอมานะ (G.S. No. 3101) และดำด้าน (G.S. No. 3292)

จากการประเมินลักษณะทรัพยากรพันธุกรรมข้าวที่เก็บรักษาไว้ที่ศูนย์ปฏิบัติการ และเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา ความต้านทานต่อโรค และแมลงศัตรูข้าวหลากหลายแตกต่างกันไป โดยหลายตัวอย่างเชื้อพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา ที่เชื่อมโยงกับลักษณะทางการเกษตร ซึ่งเป็นที่ต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์ (Table 4) นอกจากนี้ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวหลายตัวอย่างเชื้อพันธุ์มีความต้านทานต่อโรค และแมลงศัตรูข้าวที่หลากหลาย (multiple resistance) เช่น น้ำค้าง (G.S. No. 3483) ต้านทานโรคเขียวเตี้ย โรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และหนอนกอ เจ้ามะลิ (G.S. No. 4487) ต้านทานโรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงบั่ว และหนอนกอ KALAJOHA (G.S. No. 4807) ต้านทานโรคเขียวเตี้ย โรคไหม้ โรคไหม้คอรวง แมลงบั่ว และหนอนกอ เชียงแสน (G.S. No. 6594) ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคเขียวเตี้ย โรคไหม้ โรคไหม้คอรวง และหนอนกอ นางเอก (G.S. No. 10373) ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคเขียวเตี้ย แมลงบั่ว และหนอนกอ (Table 3) คุณสมบัติเหล่านี้เหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมต้านทานศัตรูข้าวในการพัฒนาพันธุ์ข้าว ตามความต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์ รวมทั้งเกษตรกร และผู้สนใจอื่นๆ ต่อไป

สรุปผลการทดลอง

ผลการประเมินและศึกษาเชื้อพันธุกรรมข้าว จำนวน 15,524 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ พบว่า เชื้อพันธุกรรมข้าวที่มีลักษณะบางประการที่มีประโยชน์ ได้แก่ ลักษณะทางการเกษตรและสัณฐานวิทยา (วันออกดอกของข้าวไวต่อช่วงแสง ความสูง ความยาวรวง จำนวนรวงต่อกอ และความยาวใบ) คุณภาพเมล็ด (ขนาดความกว้างและยาวของเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด ปริมาณอมิโลส และความหอม)

Table 4 Twenty accessions showing multiple useful characteristics for breeding programs

G.S. No.	Accession	Flowering date (50%)	Height (cm)	Leaf length (cm)	Flag leaf	Panicle	Panicle length (mm)	100 grain weight (g)	Grain length (mm)	Grain width (mm)	Amylose (%)	Aroma
95	NAHNG MON S-4	-	-	65.6	-	compact	32.2	3.69	10.77	2.98	22.53	aroma
2270	EPJ 1-13-B-55	-	57.0	-	erect	compact	-	-	10.10	3.29	-	aroma
7009	HAWM JAN	-	-	75.4	erect	compact	31.0	-	9.18	2.59	24.99	-
15679	KHAO' MOD	-	-	61.7	erect	compact	31.5	-	9.95	2.77	24.97	aroma
16057	KHITOM HAHNG NAHK	-	-	62.0	erect	compact	31.0	4.22	10.58	3.60	-	-
21515	MAHIN FON	-	96.0	-	erect	compact	-	3.83	9.32	3.56	14.49	-
21545	BLE LAI	-	-	72.6	-	compact	32.0	3.80	10.07	3.44	16.08	-
22849	DAENG RAI	-	93.6	-	erect	compact	34.6	-	10.06	2.55	23.58	-
22901	KHAO' KHAO	-	78.4	-	-	compact	-	3.75	10.62	3.37	15.59	aroma
23062	KHAO' JAO HAWM SUPANBURI	-	100.0	-	erect	compact	-	-	10.76	2.70	17.62	aroma
23736	BLE BLAO LA	15 Sep.	-	60.8	erect	compact	-	3.90	9.73	3.96	-	-
23816	DAWK PAYAWM RAI	-	100.0	-	-	compact	30.6	-	10.64	2.54	21.57	aroma
12767	KHI PED	-	-	75.4	-	compact	31.0	-	9.66	2.72	22.73	aroma
23724-1	BEU KO KI	5 Sep.	-	-	erect	compact	-	-	9.94	2.88	21.95	-
21456	AHZASEMA	1 Sep.	71.6	-	-	compact	-	-	9.05	3.27	17.91	-
24348	MALI DAW	15 Sep.	-	-	-	compact	-	-	10.55	2.48	15.43	aroma
5339	HAH RUANG	1 Sep.	-	62.0	-	compact	-	-	10.02	2.60	20.57	-
23750	PRAE DAW	13 Sep.	-	-	erect	-	-	3.51	9.08	3.68	16.46	-
23553	KHAO' MAHN	-	93.0	63.1	erect	-	30.5	3.61	10.30	2.94	-	-
15943	KHAO NAM GLING	-	-	65.0	-	compact	35.0	3.51	11.24	2.83	-	aroma

ความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ (โรคใบไหม้ โรคไหม้คอรวง โรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก โรคเขียวเตี้ย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว แมลงบั่ว และหนอนกอ) พบว่า เชื้อพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะทางการเกษตรที่มีศักยภาพดีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น วันออกดอกเร็วของข้าวไวต่อช่วงแสง มีจำนวน 65 ตัวอย่าง ต้นเตี้ย (ต่ำกว่า 100 เซนติเมตร) 792 ตัวอย่าง รวงยาว (มากกว่า 30 เซนติเมตร) 1,172 ตัวอย่าง จำนวนรวงต่อกอ (มากกว่า 25 รวง) จำนวน 20 ตัวอย่าง ใบยาว (มากกว่า 80 เซนติเมตร) จำนวน 69 ตัวอย่าง ลักษณะเมล็ดทางกายภาพ พบว่า มีขนาดความกว้างเมล็ดตั้งแต่ 0.84-6.39 มิลลิเมตร ความยาวเมล็ดตั้งแต่ 3.09-12.00 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 1.19-5.67 กรัม ลักษณะเมล็ดทางเคมี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์อมิโลส พบว่า มีค่าอมิโลสต่ำ (11-20 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 598 ตัวอย่าง อมิโลสปานกลาง (21-25 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 987 ตัวอย่าง มีความหอม จำนวน 176 ตัวอย่าง ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ จำนวน 100 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ พบว่า มีความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก โรคเขียวเตี้ย โรคใบไหม้ และโรคไหม้คอรวง จำนวน 19 49 1 34 และ 8 เชื้อพันธุ์ ตามลำดับ ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว แมลงบั่ว และหนอนกอ จำนวน 7 2 11 และ 42 เชื้อพันธุ์ ตามลำดับ

ลักษณะต่างๆ ที่ทำการประเมินเหล่านี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป หรือใช้เพื่อการศึกษาวิจัยข้าวด้านอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในอนาคตควรมีการนำเทคโนโลยีด้านอณูพันธุศาสตร์มาใช้ในการศึกษาสำรวจทรัพยากรพันธุกรรมข้าว การค้นหายีน การจัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Adair, C.R. 1952. The Mcgill miller method for determining the milling quality of small samples of rice. Rice Journal 55(2): 21-22.

Chotechuen, S., A. Lawanprasert, V. Phanpheng, K. Soontrajarn, K. Phomphunjai, K. Cheaupun, S. Wongpiyachon, W. Sukviwat, S. Meunpol, O. Worawat, B. Thamsamisarn, K. Sripongphankul, S. Srivisut, U. Prommanat, C. Petcharanuwat and O. Wattanesk. 2009. Evaluation of rice genetic resources in the central, eastern and western regions in 2008. *In*: Proceedings of Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference 2009. June 9-11, 2009. Sea Breeze Jomtien Resort, Chonburi province. (in Thai)

IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice. 4th ed. International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philippines. 54 p.

IRRI and IBPGR. 1980. Descriptors for rice *Oryza sativa* L. IRRI., P.O. Box 933, Manila, Philippines. 21 p.

Jennings, P.R., W.R. Coffman and H.E. Kauffman. 1979. Rice Improvement. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines. 186 p.

Juliano, B.O. 1979. The chemical basis of grain quality. pp. 69-90. *In*: Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines.

Juliano, B.O. 1985. Criteria and test for rice grain qualities, pp. 443-524. *In*: Juliano, B.O. (ed.), Rice: Chemistry and Technology, 2nd ed. The American Association of Cercal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota.

Khongsaree, K. 1993. Chemical seed quality. pp. 54-70. *In*: Documents for Post-Harvest Training. September 20-23, 1993. Phatthalung Rice Research Center, Phatthalung province. (in Thai)

Khush, G.S. 1999. Breaking the yield frontier of rice. GeoJournal 35: 329-332.

Khush, G.S., P.S. Virk, A. Evangelista, B. Romena, A. Pamplona, V. Lopena, N. Dela Cruz, S. Peng, C.V. Cruz and M. Cohen. 2001. Germplasm with high yield potential. pp. 4-5. *In*: 2001 Annual Report. Plant Breeding, Genetics and Biochemistry Division, International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2012. Thai agricultural standard TAS

4000-2012: Rice. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 34 p. (in Thai)

Peng, S., G.S. Khush, P. Virk, Q. Tang and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. Field Crops Research 108(1): 32-38.

Wattanesk, O. 2007. Recording of rice cultivar characteristics according to the standard record form of the International Rice Research Institute. *In*: Documents for Training on Classification and Evaluation of Rice Germplasm Characteristics. September 17-19, 2007. Rice Research and Development, Rice Department, Bangkok. (in Thai)

Wattanesk, O., A. Asawasophonkul, P. Phusuwan, C. Wutthiyano and S. Chitrakorn. 2001. Evaluation of Native Rice Varieties at Pathum Thani Rice Research Center and Bangkhen Rice Experiment Station in wet season 1999. pp. 91- 106. *In*: Annual Rice Research Conference 2001. Pathum Thani Rice Research center. July 3-4, 2001. Rice Research Institute, Department of Agriculture. (in Thai)

Yuan, L. 2017. Progress in super- hybrid rice breeding. The Crop Journal 5: 100-102.

ความหลากหลายของลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณภาพเมล็ดของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้

Diversity of Agronomic Traits, Morphological Characters and Grain Quality of Traditional Rice Cultivars of Southern Thailand

กันต์ธณวิชญ์ ใจสงฆ์[1)]
Kanthanawit Jaisong[1)]

Abstract

Traditional rice varieties cultivated and conserved by farmers are likely sources of germplasm for breeding new rice varieties. They possess traits potentially adaptable to a wide range of abiotic and biotic stresses. Characterization of these varieties is essential in rice breeding and provides valued information on developing new rice cultivars. This study was to characterize 135 of southern traditional rice varieties recorded agronomic traits, morphologic characters, and grain qualities composed of 24 qualitative characters and 10 quantitative characters. Using the standardized Shannon-Wiener diversity index (*H'*), phenotypic diversity of qualitative traits indices, and gelatinization temperature (intermediate state) were invariant character (*H'* = 0). Low diversity (*H'* = 0.01-0.44) presents 15 characters, which six characters have dominant one state (> 80%) such as panicle exsertion (99%, well exserted), ligule feature (97%, 2 clefts). Moreover, five characters show more than one dominant states such as spikelet sterility, culm strength, leaf hair pubescence, shattering, and brown grain shape. However, quantitative characters had low diversity (*H'* = 0.01-0.09). Pearson's correlation analysis revealed low level of correlation coefficient (*r* = -0.35-0.26). Principal component analyses showed similarity of quantitative traits in southern traditional rice varieties and non-dissimilarity in 95% confidence ellipses around their locations. Multiple correspondence analysis of medium – high *H'* qualitative traits showed associated traits among the varieties. White and strew colored sterile lemma associated with soft to medium soft gel consistency, green leaf sheath and white, which these associated traits were commonly found in southern traditional rice varieties. Moreover, other associated traits were found. Medium gel consistency associated with green with purple line leaf sheath, brown stigma, and brown sterile lemma. Hard gel consistency associated with dark purple sterile lemma and purple apiculus.

Keywords: traditional rice variety, phenotypic diversity, southern Thailand

บทคัดย่อ

ข้าวพื้นเมืองปลูกและอนุรักษ์ไว้โดยชาวนาเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ เพราะพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเหล่านี้มีศักยภาพในการปรับตัวกับสภาพที่ไม่เหมาะสมทางกายภาพและชีวภาพในพื้นที่เป็นอย่างดี การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ความหลากหลาย และความสัมพันธ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้พันธุ์ต่างๆ สำคัญต่อการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่ๆ เพื่อให้มีลักษณะที่ต้องการ ในการศึกษานี้วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 135 พันธุ์ วิเคราะห์หาความหลากหลายของลักษณะต่างๆ 34 ลักษณะ แบ่งเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ 24 ลักษณะ และลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ การประเมินความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-วีเนอร์ (*H'*) พบว่า สำหรับลักษณะเชิงคุณภาพ อุณหภูมิแป้งสุก ไม่มีความหลากหลาย (*H'* = 0) ซึ่งทุกพันธุ์มีอุณหภูมิแป้งสุกที่ระดับปานกลาง และมี 15 ลักษณะที่มีความหลากหลายต่ำ (*H'* = 0.01-0.44) มีความถี่ของ

Received: April 4, 2022/ Revised: October 24, 2022/ Accepted: October 26, 2022

[1)] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อ.เมือง จ.พัทลุง 93000 โทร. 0-7404-0111
Phatthalung Rice Research Center, Mueang, Phatthalung 93000 Tel. 0-7404-0111

ลักษณะเด่นสูงกว่า ร้อยละ 80 เช่น การยืดคอรวง (ร้อยละ 99 ที่คอรวงยาว) รูปร่างลิ้นใบ (ร้อยละ 97 มี 2 ยอด) เป็นต้น และมี 5 ลักษณะ ที่มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 ลักษณะ เช่น การติดเมล็ด ความแข็งลำต้น ขนบนแผ่นใบ การร่วงของเมล็ด และรูปร่างข้าวกล้อง ขณะที่ลักษณะเชิงปริมาณมีความหลากหลายต่ำ (H' = 0.01-0.09) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าในระดับต่ำ (r = -0.35-0.26) จากการวิเคราะห์ principal component analysis แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความคล้ายคลึงกัน แม้แต่พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่รวบรวมจากจังหวัดที่แตกต่างกันก็พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ multiple correspondence analysis ของลักษณะเชิงคุณภาพที่มีค่าดัชนีความหลากหลายปานกลางถึงสูง แสดงให้เห็นว่า ลักษณะของข้าวที่มีคุณสมบัติร่วมกัน สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง มักพบร่วมกันกับความคงตัวของแป้งสุกแบบนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะร่วมที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ และยังมีลักษณะร่วมอื่นๆ อีก ดังนี้ พันธุ์ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกปานกลางมักพบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล ลักษณะความคงตัวของแป้งสุกแข็งพบร่วมกับกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม และสียอดดอกสีม่วง
คำสำคัญ: ข้าวพื้นเมือง ความหลากหลาย ฟีโนไทป์ ภาคใต้ ประเทศไทย

คำนำ

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางด้านพันธุกรรม ซึ่งมีลักษณะดีบางอย่าง เช่น ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช คุณภาพเมล็ด ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม อีกทั้งคุณสมบัติทางโภชนาการและเภสัช (Chittrakorn *et al*., 1986; Saetan *et al*., 2007) พันธุ์พืชหรือเชื้อพันธุ์พืชเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ พันธุ์ข้าวที่มีลักษณะที่ดีมีประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะที่ต้องการ เช่น เพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงขึ้น เพิ่มความต้านทานโรค แมลง เป็นต้น (Yoshida, 1981) ข้าวพื้นเมืองจึงเป็นฐานพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ได้พันธุ์ดีในอนาคต (Bellon *et al*., 1997) ถ้าพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพดี หรือทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีได้สูญพันธุ์ไปก็จะไม่สามารถสร้างพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีตรงตามความต้องการของเกษตรกรและตลาดต่อไปได้

การรวบรวมและบันทึกลักษณะของข้าวพื้นเมืองมีมาอย่างต่อเนื่อง Wutyano (2000) แยกเป็นพันธุ์พื้นเมือง 17,093 พันธุ์ เก็บรวบรวมไว้จาก 76 จังหวัด โดยจำแนกชื่อในเบื้องต้นที่ไม่ซ้ำกันได้ทั้งหมด 5,928 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ และยังมีอีกหลายตัวอย่างที่ยังไม่ได้ทราบชื่อ และยังไม่ได้ประเมินลักษณะประจำพันธุ์ สำหรับข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ 2493 จำนวน 285 พันธุ์ ซึ่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ถึง 2510 มีการรวบรวมตัวอย่างข้าวจากท้องถิ่นต่างๆ ในภาคใต้ได้ จำนวน 667 ตัวอย่าง และต่อมาปี พ.ศ. 2525 ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ได้ทั้งหมด 1,997 พันธุ์ นำพันธุ์เหล่านี้เก็บรักษาไว้ที่ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และปลูกรักษาพันธุ์ไว้ในศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง Saetan *et al.* (2007; 2010) ได้ประเมินคุณค่าและลักษณะประจำพันธุ์และเผยแพร่ ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ จำนวน 162 พันธุ์

การศึกษาลักษณะ (characterization) ของพันธุ์ข้าวส่งเสริมการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การแสดงออกของลักษณะทางการเกษตรของข้าว (agro-morphological traits) ถูกใช้เป็นลักษณะที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ Caldo *et al.* (1996) ได้ใช้ข้อมูลความหลากหลายของลักษณะของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง เป็นฐานของการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของประเทศ Yawen *et al.* (2003) ศึกษาข้าวพื้นเมืองในมลฑลยูนาน ประเทศจีน และ Bajracharya *et al.* (2006) ศึกษาความหลากหลายของข้าวพื้นเมืองในประเทศเนปาล เพื่อพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ข้าว อีกทั้งยังใช้ความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ข้าวเพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นหรือต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว ซึ่งการศึกษาความหลากหลายของแหล่งพันธุกรรมข้าวจะช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะของความหลากหลายในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ต่างๆ ของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง

ภาคใต้ เช่น ลักษณะทางสรีรวิทยา ลักษณะทางการเกษตร และคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่เก็บรวบรวม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพื่อการใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของภาคใต้และประเทศไทยในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลลักษณะพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้

รวบรวมข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ที่วิเคราะห์จาก Saetan *et al.* (2007; 2010) จำนวน 162 พันธุ์ โดยนำลักษณะต่างๆ ของข้าวใน 3 ประเภท เช่น ลักษณะทางการเกษตร (agronomic traits) 11 ลักษณะ ข้อมูลทางสัณฐานวิทยา (morphological traits) 18 ลักษณะ และคุณภาพของเมล็ด (grain qualities) 7 ลักษณะ (Table 1) รวมทั้งชื่อ G.S. No. แหล่งที่รวบรวม และนำลักษณะต่างๆ ที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ แทนค่ารหัสของข้อมูล ตามหลักเกณฑ์การเก็บข้อมูลพันธุ์ข้าว (Watanesk, 2012) วิเคราะห์ลักษณะที่ข้อมูลขาดไปไม่เกินร้อยละ 10

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพรรณนาที่ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ คำนวณโดยใช้โปรแกรม R v.4.1.2 (R Core Team, 2022) การหาดัชนีความหลากหลายของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ โดย Shannon-Wiener diversity index (*H'*) ด้วย R package “vegan” (Oksanen *et al*., 2018) ค่าที่ได้ทำ standardization แล้วจัดเป็นระดับต่างๆ ตาม Jamago and Cortes (2012)

การศึกษาความแตกต่างของลักษณะต่างๆ ที่แปรปรวนในข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เพื่อค้นหาลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติการหุงต้ม ที่ส่งผลต่อความหลากหลายในข้าวพื้นเมืองภาคใต้ วิเคราะห์ด้วยวิธี principal component analysis (PCA) สำหรับตัวแปรหรือลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ข้อมูลลักษณะในแต่ละพันธุ์ นำมาทำ standardized ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และ distance matrix ด้วย variance-covariance coefficients การวิเคราะห์ด้วย R package “FactoMineR” (Le *et al*., 2008) และ R packages “factoextra” (Kassambara and Mundt, 2020) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงปริมาณโดยการใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s product moment correlation coefficient) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วย R package “corrplot” (Wei and Simko, 2021) และแปลผลตาม (Taylor, 1990) และวิธี multiple correspondence analysis (MCA) สำหรับลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) ด้วย R package “FactoMineR”

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความหลากหลายของลักษณะของข้าวพื้นเมืองภาคใต้

1.1 ความหลากหลายในลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ จำนวน 162 พันธุ์ จาก Saetan *et al.* (2007; 2010) ซึ่งบันทึกลักษณะเชิงคุณภาพ จำนวน 26 ลักษณะ และเชิงปริมาณ จำนวน 10 ลักษณะ (Table 1) แต่ก้านรวง ทั้งรวง (axis) และสีเปลือกเมล็ด (lemma and palea color) ไม่ได้นำมาศึกษา เนื่องจากข้อมูลขาดไป ร้อยละ 50.6 และ 16.7 ตามลำดับ ทำให้ข้อมูลขาดหายไปเกินกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนพันธุ์ทั้งหมด ดังนั้น จึงมีลักษณะเชิงคุณภาพ จำนวน 24 ลักษณะ และมีพันธุ์ข้าว 135 พันธุ์ ที่มีข้อมูลครบทั้ง 24 ลักษณะ ที่นำมาศึกษาความหลากหลายจากดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index (*H'*) จัดกลุ่ม ได้ 4 ระดับความหลากหลาย (*H'*) จาก Table 2 พบว่า อุณหภูมิแป้งสุก ที่เป็นลักษณะเชิงคุณภาพเพียงลักษณะเดียวที่อยู่ในระดับที่ไม่มีความหลากหลาย (invariant) ซึ่งสถานะที่พบได้มาก (predominant state) คือ ปานกลาง ส่วนดัชนีความหลากหลายระดับต่ำนั้น มี 6 ลักษณะ ที่มีคุณลักษณะเด่น ที่พบมากกว่าร้อยละ 80 แต่มี 5 ลักษณะที่มีคุณลักษณะเด่นมากกว่า 1 คุณลักษณะ เช่น การติดเมล็ด (ติดเมล็ดปานกลาง ร้อยละ 37 ติดเมล็ดร้อยละ 35) ความแข็งลำต้น (ค่อนข้างแข็ง ร้อยละ 54 แข็งมาก ร้อยละ 23) ขนบนแผ่นใบ (มีขน ร้อยละ 53 มีขนบ้าง ร้อยละ 43) การร่วงของเมล็ด (ร่วงง่ายมาก ร้อยละ 49 ร่วงง่ายปานกลาง ร้อยละ 32 ร่วงน้อย ร้อยละ 27) และรูปร่างข้าวกล้อง (ยาว ร้อยละ 50 ปานกลาง ร้อยละ 34 สั้น ร้อยละ 15) ลักษณะที่มีดัชนีความหลากหลายระดับ

Table 1 List of agronomic traits, morphological characters and grain qualities evaluated for traditional cultivars

Descriptor	Classification/Unit
Agronomic traits	
- Leaf blade angle	1 = erect, 3 = intermediate, 5 = horizontal, 7 = descending
- Panicle exsertion	1 = well exserted, 3 = moderately well exserted, 5 = just exserted, 7 = partly exserted, 9 = enclosed
- Panicle length	cm
- Panicle axis	1 = straight, 2 = droopy
- Secondary branching	1 = absent, 2 = light, 3 = heavy, 4 = clustering
- Awn presence	0 = absent, 1 = short and partly awned, 5 = short and fully awned, 7 = long and partly awned, 9 = long and fully awned
- Spikelet sterility	1 = highly fertile (> 90%), 3 = fertile (75-90%), 5 = partly sterile (50-74%), 7 = highly sterile (< 50%), 9 = completely sterile (0%)
- Culm length	cm
- Culm strength	1 = strong (no lodging), 3 = moderately strong (most plants leaning), 5 = intermediate (most plants lodged), 7 = weak (most plants flat), 9 = very weak (all plants flat)
- Culm diameter	cm
- 100 grain weight	gram
Morphological characters	
- Leaf blade presence	1 = glabrous, 2 = intermediate, 3 = pubescent
- Leaf blade color	1 = pale green, 2 = green, 3 = dark green, 4 = purple tips, 5 = purple margins, 6 = purple blotch, 7 = purple
- Leaf blade length	cm
- Leaf blade width	cm
- Leaf sheath color	1 = green, 2 = green with purple lines, 3 = light purple, 4 = purple
- Ligule color	1 = white, 2 = purple lines, 3 = purple
- Ligule length	mm
- Ligule shape	1 = acute, 2 = 2-cleft, 3 = truncate
- Auricle color	1 = pale green, 2 = purple lines, 3 = purple

Table 1 (cont.)

Descriptor	Classification/Unit
- Collar color	1 = pale green, 2 = green, 3 = purple
- Internode color	1 = green, 2 = light gold, 3 = purple lines, 4 = purple
- Stigma color	1 = white, 2 = light green, 3 = yellow, 4 = light purple, 5 = purple
- Apiculus color	1 = white, 2 = straw, 3 = brown (tawny), 4 = red, 5 = red apex, 6 = purple, 7 = purple apex
- Sterile lemma color	1 = straw, 2 = gold, 3 = red, 4 = purple-black, 5 = brown
- Shattering	1 = very low (less than 1%), 3 = low (1-5%), 5 = moderate (6-25%), 7 = moderately high (26-50%), 9 = high (more than 50%)
- Lamma and palea pubescence	1 = glabrous, 2 = hairs on lemma keel, 3 = hairs on upper portion, 4 = short hairs, 5 = long hairs (velvety)
- Lamma and palea color	0 = straw, 1 =straw yellow, 2 = straw with brown spot, 3 = straw with brown lines, 4 = brown, 5 = light purple, 6 = straw with purple spots, 7 = straw with black lines, 8 = purple, 9 = black
- sterile lemma length	1 = short (< 1.5 mm), 2 = medium (1.6-2.5 mm), 3 = long (> 2.5 mm)
Grain quality	
- Dehulled grain shape	1 = bold (2.0:1 and less), 2 = medium (2.1:1 to 3.0:1), 3 = long (3.1:1 and more)
- Chalkiness	0 = non-chalky, 1 = small chalky (less than 10% of sample), 5 = medium chalky (10-20% of sample), 9 = large chalky (more than 20% of sample)
- Gelatinization temperature	1 = low, 2 = intermediate, 3 = high
- Gel consistency	1 = hard (< 36 mm), 3 = medium-hard (36-40 mm), 5 = medium (41-60 mm), 7 = soft-medium (61-80 mm), 9 = soft (> 80 mm)
- Elongation ratio	-
- Grain length	mm
- Amylose content	%

Table 2 Qualitative traits showing the predominant state observed, distribution (%) and the calculated Shannon-Wiener diversity indices (*H'*) for each descriptor scored

Variable	Predominant state	%	states observed	*H'* Index
Invariant				
- Gelatinization temperature	medium	100	135	0.00
Low diversity				
- Panicle exsertion	well exserted	99	134	0.01
- Spikelet sterility	fertility	50	68	0.03
- Secondary branching	heavy	83	112	0.03
- Ligule shape	2-clefts	97	131	0.05
- Collar color	light green	95	128	0.07
- Lemma and palea pubescence	short	94	127	0.08
- Culm strength	moderately strong	55	74	0.09
- Leaf pubescence	pubescent	53	72	0.10
- Leaf blade color	green	68	92	0.12
- Ligule color	white	96	129	0.15
- Seed shattering	high	40	54	0.26
- Sterile lemma length	short	53	71	0.27
- Duhulled grain shape	long	50	68	0.36
- Chalkiness	small	67	90	0.39
- Internode color	light yellow	77	104	0.44
Moderate diversity				
- Awn presence	absent	87	117	0.48
- Leaf blade angle	erect	51	69	0.53
- Auricle color	green	59	80	0.57
- Gel consistency	soft	78	105	0.61
- Apiculus color	brown	30	40	0.68
High diversity				
- Stigma color	white	70	94	0.76
- Leaf sheath color	green	70	95	0.80
- Sterile lemma color	straw	73	98	1.00

ปานกลาง (moderate diversity) มี 5 ลักษณะ ได้แก่ หางข้าว สียอดดอก ความคงตัวของแป้งสุก ลักษณะใบธง และสีของหูใบ อย่างไรก็ตาม สียอดดอก มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 ลักษณะ เช่น สีน้ำตาล ร้อยละ 30 สีขาว ร้อยละ 26 และสีฟาง ร้อยละ 22 ส่วนลักษณะที่มีดัชนีความหลากหลายสูง (high diversity) มี 3 ลักษณะ ได้แก่ สียอดเกสรตัวเมีย สีกาบใบ และสีกลีบรองดอก

1.2 ความหลากหลายของลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index (*H′*) ของลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวลำต้น ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวรวง ความยาวเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด ความยาวลิ้นใบ ปริมาณอมิโลส และอัตราการยืดตัวของข้าวสุก พบว่า ดัชนีความหลากหลายอยู่ในระดับไม่หลากหลาย (invariant, *H′* = 0.01-0.09) จาก Table 3 สรุปลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมือง แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย อีกทั้งแสดงพันธุ์ที่มีลักษณะนั้นๆ เช่น ความยาวเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เฉลี่ย 8.60 มิลลิเมตร พันธุ์ข้าวหยี (G.S. No. 09936) สั้นที่สุด 5.82 มิลลิเมตร และพันธุ์พวงทอง (G.S. No. 10403) ยาวที่สุด 10.23 มิลลิเมตร เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ พบว่า มีหลายลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 (Table 4) แสดงลักษณะที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ค่า correlation coefficient (*r*) อยู่ระหว่าง -0.336 ถึง 0.294 โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ด กับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เป็นความสัมพันธ์เชิงลบ (*r* = -0.336) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ด กับความยาวลำต้นเป็นความสัมพันธ์เชิงบวก (*r* = 0.294) ความยาวลำต้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของลิ้นใบ (*r* = 0.190) ความยาวของแผ่นใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของลิ้นใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความยาวของลำต้น (*r* = 0.252 0.193 และ 0.252 ตามลำดับ) ความยาวของรวงสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวของใบ (*r* = 0.241) อัตราการยืดตัวของแป้งสุกสัมพันธ์เชิงบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และปริมาณอมิโลส (*r* = 0.189 และ 0.212 ตามลำดับ) แม้ว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะของข้าวพื้นเมืองภาคใต้นี้ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ แต่ก็ชี้ว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่มีความยาวของรวงมาก มักจะมีใบยาว เช่น แมะแยง เบา ขม เป็นต้น หรือพันธุ์ข้าวที่ลำต้นใหญ่มีเมล็ดข้าวที่อัตราการยืดตัวของข้าวสุกสูง เช่น ข้าวนก มะจานู สารสวย เป็นต้น

Principal component analysis (PCA) แสดงผลการวิเคราะห์ได้ independent principal component (PC) จำนวน 10 PC ซึ่งรวม explain variance ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 5) โดยที่ PC1 และ PC2 อธิบายความแปรปรวนได้ 20.45 และ 16.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ของตัวแปร ใน PC1 แสดงให้เห็นว่า อัตราการยืดตัวของข้าวสุกมีค่า 0.34 สูงที่สุด PC2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวของลิ้นใบ ความยาวของใบ ความกว้างของใบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.56 0.45 0.40 และ 0.33 ตามลำดับ และ PC3 น้ำหนัก 100 เมล็ด มีค่า 0.46 (Table 6) และเมื่อศึกษา PCA plot (Fig. 1) ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ ด้วยตัวแปรเชิงปริมาณและ supplement qualitative เป็นจังหวัดของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองสำรวจ (location) พบว่า พันธุ์ข้าวกระจายไม่เป็นกลุ่มบนกราฟ และไม่พบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของภาคใต้ในแต่ละจังหวัดมีความแตกต่าง (ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสอดคล้องกับดัชนีความหลากหลาย *H′* ของลักษณะเชิงปริมาณที่อยู่ในระดับต่ำของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ เพราะว่าลักษณะเชิงปริมาณในแต่ละพันธุ์ใกล้เคียงกัน

MCA เป็นวิธีการทางสถิติหลายตัวแปรที่คล้ายกับ PCA แต่เหมาะสำหรับข้อมูลตามหมวดหมู่ (categories) หรือข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงปริมาณที่มีความหลากหลายระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งมี 5 ลักษณะ ดังนี้ ความคงตัวแป้งสุก สียอดดอก สียอดเกสรตัวเมีย สีกาบใบ และสีกลีบรองดอก โดยตำแหน่งของคุณลักษณะบนกราฟ บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์หรือลักษณะที่พบร่วมกัน (association) ตำแหน่งยิ่งอยู่ใกล้คุณลักษณะยิ่งสัมพันธ์กัน จากกราฟ (Fig. 2) สังเกตว่า ลักษณะสีกลีบ

Table 3 Quantitative traits and calculated Shannon - Wiener index (*H'*) of evaluated rice varieties

Descriptor	*H'*	Min. trait value	Variety	G.S. No.	Max. trait value	Variety	G.S. No.	Mean (±SD)
Elongation ratio	0.01	1.37	Niaw Gahb Node	10002	2.10	Nuai Kheua	10251	1.8 (0.2)
Culm length (cm)	0.02	103.70	Look Krahd	07455	195.00	Niaw Yah Nom	10085	149.8 (16.7)
Panicle length (cm)	0.02	23.60	Chaw jampah	10213	37.80	Rong Rian	09988	30.7 (3.1)
Amylose content (%)	0.02	5.66	Niaw Lan Tan	09831	28.70	Ja Mah Kaw	10018	24.4 (2.7)
Leaf blade width (cm)	0.02	1.00	Chaw Jampah	10213	1.70	Niaw Nom Wua	04149	1.3 (0.2)
			Nai Suan	04283		Bue Lom	09843	
			Chawng Nahng	07418		Nahn Hak	10284	
Grain length (mm)	0.03	5.82	Khao' Yi	09936	10.23	Puang Tawng	10403	8.6 (0.8)
Leaf blade length (cm)	0.04	5.70	Lah Boo	09963	77.20	Niaw Puang Ma Prao	09739	63.5 (9.4)
Culm diameter (mm)	0.05	4.00	Chaw Jampah	10213	9.00	Mae Yaeng	10045	5.7 (1.0)
			Hoi Sang Grai	10334		Chaw Nimit	10354	
			Chaw Lung	09956				
			Pah Di Ha Yi	09973				
			Khao Chin	04160				
			Adun	09971				
			Nahng Hong	07408				
			Chaw Lamud	10402				
			Mae Yaeng	10062				
			Khao' Rak	09978				
Ligule length (mm)	0.07	10.20	Tahng Wai	09722	31.60	Bi Ring	10288	26.5 (4.4)
100 grain weight (g)	0.09	1.50	Khao' Nok	09898	4.60	Nahng Chin	09933	2.9 (0.7)

Table 4 Pearson's correlation matrix displaying correlations between the qualitative traits

Variables	Ligule length	Culm diameter	Culm length	Leaf blade length	Leaf blade width	Panicle length	100 grain weight	Grain length	Amylose content
Culm diameter	0.101								
Culm length	0.190*	-0.048							
Leaf blade length	0.252**	0.193*	0.252**						
Leaf blade width	0.059	0.018	-0.018	0.052					
Panicle length	0.062	-0.029	0.126	0.241**	-0.027				
100 grain weight	-0.027	-0.336**	0.294**	0.001	-0.125	0.141			
Grain length	-0.032	-0.121	0.054	0.060	-0.120	0.133	0.201*		
Amylose content	-0.112	0.049	0.031	0.027	0.009	0.100	0.123	0.012	
Elongation ratio	0.032	0.189*	-0.148	-0.049	0.102	-0.036	-0.009	-0.147	0.212*

*p < 0.05, ** p < 0.01

Table 5 Computed eigenvalues of the different principal components with corresponding proportion and cumulative explained variance

Component	Explained variance		Eigenvalue
	Percent	Cumulative	
PC1	20.45	20.45	2.0453
PC2	16.79	37.25	1.6792
PC3	12.72	49.97	1.2721
PC4	9.87	59.84	0.9871
PC5	8.92	68.75	0.8917
PC6	8.19	76.95	0.8194
PC7	6.96	83.91	0.6959
PC8	6.71	90.62	0.6710
PC9	4.82	95.44	0.4821
PC10	4.56	100.00	0.4562

Table 6 Factor loadings (eigenvectors) for the different quantitative traits for the principal components retained

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Ligule length (mm)	-0.26	0.45	-0.09	0.36	-0.28	0.22	-0.22	0.55	-0.31	-0.13
Culm diameter (mm)	0.09	0.56	0.05	-0.06	0.12	-0.45	-0.20	-0.40	-0.25	-0.40
Culm length (mm)	-0.45	0.01	0.22	-0.33	-0.37	0.14	0.15	-0.34	-0.47	0.29
Leaf blade length (mm)	-0.42	0.40	0.31	0.08	-0.17	-0.18	0.06	-0.07	0.71	0.22
Leaf blade width (mm)	0.06	0.33	0.18	-0.71	0.34	0.18	-0.01	0.42	0.05	0.06
Panicle length (mm)	-0.35	0.08	0.14	0.34	0.65	0.24	0.45	-0.10	-0.11	-0.12
100 grain weight (g)	-0.32	-0.35	0.46	-0.09	-0.03	0.14	-0.38	-0.01	0.18	-0.58
Seed length (mm)	-0.40	-0.19	-0.23	-0.01	0.41	-0.31	-0.54	0.05	-0.13	0.38
Amylose content (%)	0.12	-0.12	0.64	0.19	-0.02	-0.53	0.17	0.35	-0.18	0.18
Elongation ratio	0.34	0.18	0.41	0.25	0.10	0.42	-0.43	0.27	0.01	0.37

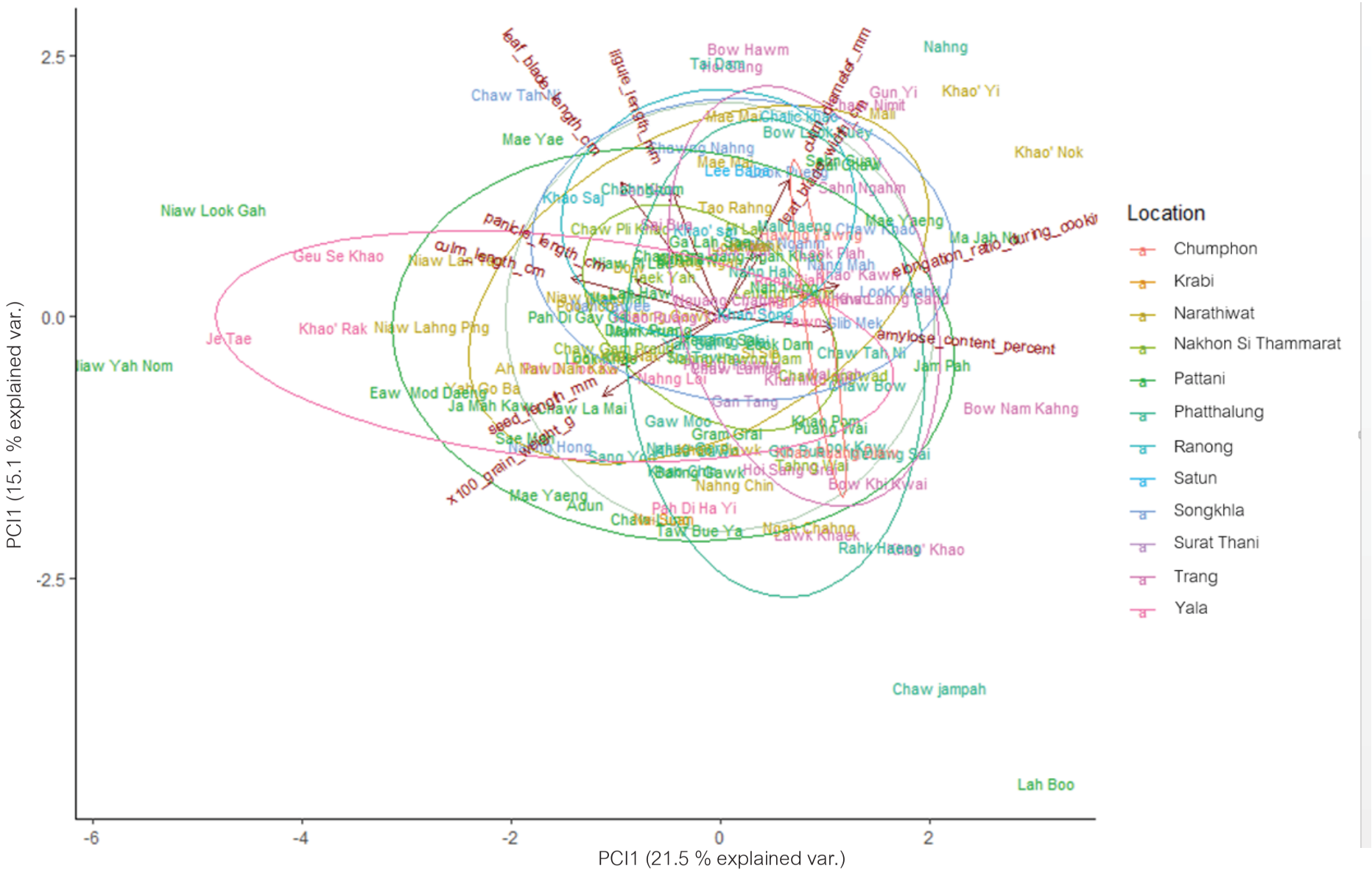


Fig. 1 Principal component analysis (PCA) score plot with 95% confidence ellipse of locations where traditional rice cultivars collected

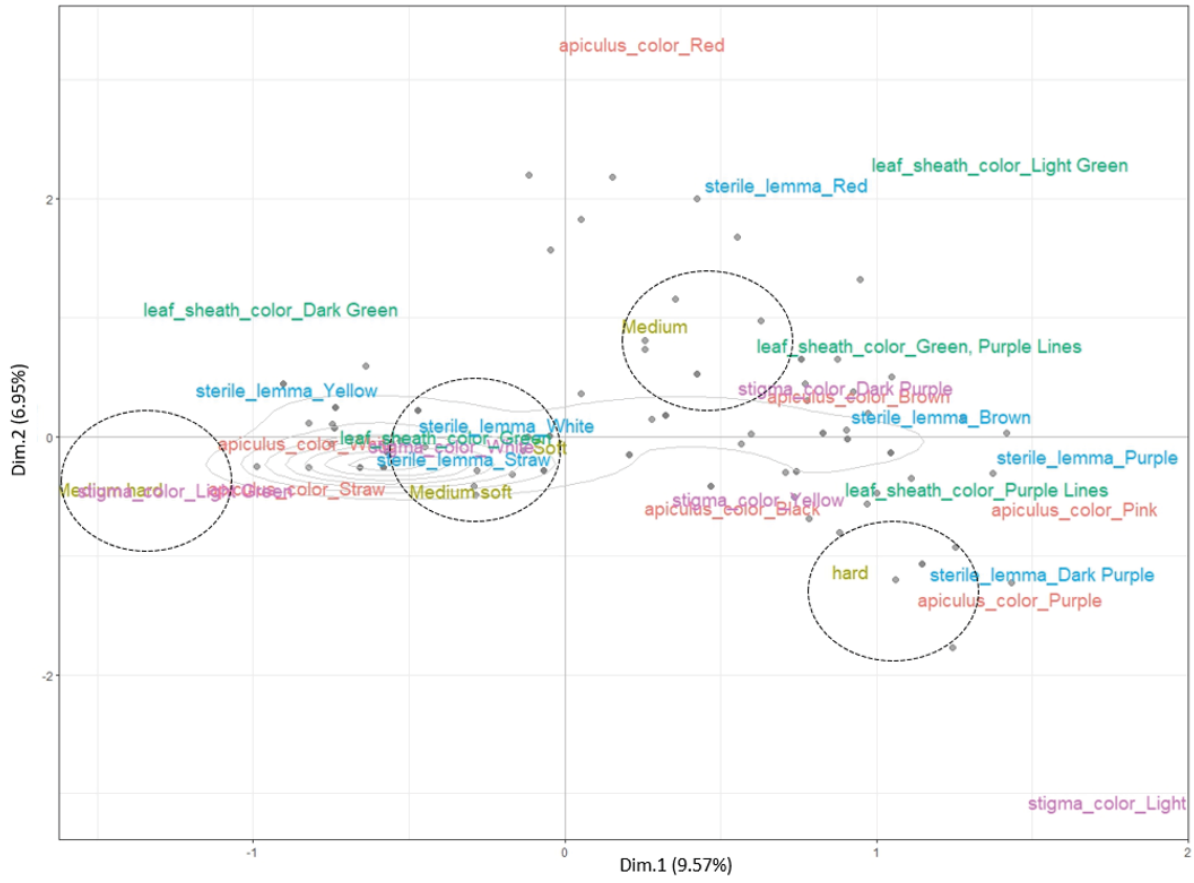


Fig. 2 Multiple correspondence analysis with density plot showing cloud of individual with categories of five qualitative traits (gel consistency, apiculus color, stigma color, leaf sheath color and sterile lemma color)

รองดอกที่มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดนั้น กระจายไปตามกราฟ และพบว่า สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง มักพบร่วมกับพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติความคงตัวของแป้งสุกแบบนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้จากความหนาแน่นของจุดบน contour plot เช่น พันธุ์โรงเรียน (G.S. No. 09988) แมะแย (G.S. No. 07441) ช่อสีขาว (G.S. No. 07407) ขม (G.S. No. 09802) เป็นต้น พันธุ์ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกปานกลางมักพบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล สียอดดอกสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล เช่น พันธุ์ชลิกขาว (G.S. No. 09623) ลูกหวาย (G.S. No. 10378) ลิติ้ (G.S. No. 10400) มะลิแดง (G.S. No. 10292) เป็นต้น ส่วนข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็งนั้น มีความสัมพันธ์ใกล้กับลักษณะกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม สียอดดอกสีม่วง เช่น พันธุ์ยาไทร (G.S. No. 10255) บางกอก (G.S. No. 09804) ช่อลางสาด (G.S. No. 10341) เบาอุเดน (G.S. No. 10268) เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

ข้าวพื้นเมืองภาคใต้มีความหลากหลาย จากการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ทั้งลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพเมล็ดของข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 135 พันธุ์ 34 ลักษณะ แบ่งเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ 24 ลักษณะ และลักษณะเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ พบว่า อุณหภูมิแป้งสุก ไม่มีความหลากหลาย ซึ่งทุกพันธุ์มีอุณหภูมิแป้งสุกที่ระดับปานกลาง และมี 15 ลักษณะที่มีความหลากหลายต่ำ โดยมี 5 ลักษณะที่มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 คุณลักษณะ เช่น การติดเมล็ด ความแข็งลำต้น ขนบนแผ่นใบ การร่วงของเมล็ด และรูปร่างข้าวกล้อง ขณะที่ลักษณะเชิงปริมาณมีความหลากหลายต่ำ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ พบว่า มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระดับต่ำ แต่พบว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่มีความยาวของรวงมาก มักจะมีใบที่ยาว หรือลำต้นใหญ่ มักจะมีการยืดตัวของแป้งสุกสูง

จากการวิเคราะห์ principal component analysis แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความคล้ายคลึงกัน แม้แต่พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่รวบรวมจากจังหวัดที่แตกต่างกัน ก็พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ multiple correspondence analysis พบลักษณะของข้าวที่มีลักษณะร่วมกัน โดยที่สีกลีบรองดอกสีขาว หรือสีฟาง พบร่วมกันกับลักษณะความคงตัวของแป้งสุกนิ่มหรือนิ่มปานกลาง กาบใบสีเขียว และยอดเกสรตัวเมียสีขาว ซึ่งเป็นลักษณะร่วมที่พบมากในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ อีกทั้งยังพบมีลักษณะร่วมอื่นๆ เช่น ความคงตัวของแป้งสุกปานกลาง พบร่วมกับลักษณะกาบใบสีเขียวขีดม่วง ยอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาล สียอดดอกสีน้ำตาล และกลีบรองดอกสีน้ำตาล หรือลักษณะความคงตัวของแป้งสุกแข็ง พบร่วมกันกับลักษณะกลีบรองดอกสีม่วงเข้ม และสียอดดอกสีม่วง

ลักษณะประจำพันธุ์ที่มีความหลากหลายสูง เป็นแหล่งพันธุกรรมที่สามารถค้นหาได้จากข้าวพันธุ์พื้นเมือง เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้ที่นำมาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งจากการรวบรวม ซึ่งอาจจะยังมีข้าวพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ประเมินและรวบรวม รวมถึงข้อมูลของข้าวบางพันธุ์ยังไม่ครบถ้วน ดังนั้น การศึกษาข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และการอนุรักษ์ข้าวพันธุ์พื้นเมือง ยังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและรักษาความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

Bajracharya, J., K.A. Steele, D.I. Jarvis, B.R. Sthapit and J.R. Witcombe. 2006. Rice landrace diversity in Nepal: variability of agro-morphological traits and SSR markers in landraces from a high-altitude site. Field Crops Research 95(2-3): 327-335.

Bellon, M.R., J.L. Pham and M.T. Jackson. 1997. Genetic conservation: a role for rice farmers. pp. 263-289. *In*: N. Maxted, B. Ford-Lloyd and J. Hawkes, (eds.), Plant Genetic Conservation: The in situ Approach. Chapman and Hall, London, UK.

Caldo, R.A., L.S. Sebastian and J.E. Hernandez.1996. Morphology-based genetic diversity analysis of ancestral lines of Philippine rice cultivars. Philippine. Journal of Crop Science 21(3): 86-92.

Chittrakorn, S., C. Vutiyano and B. Nichaartana. 1986. Collection and conservation of Thai rice varieties. Thai Agricultural Research Journal 4: 158-163. (in Thai)

Jamago, J.M. and R.V. Cortes. 2012. Seed diversity and utilization of the upland rice landraces and traditional varieties from selected areas in Bukidnon, Philippines. IAMURE International Journal of Ecology Conservation 4(1): 112-130.

Kassambara, A. and F. Mundt. 2020. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.5. Available source: https://CRAN.R project.org/package=factoextra. (April 3, 2022)

Le, S., J. Josse and F. Husson. 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. Journal of Statistical Software 25(1): 1-18.

Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs and H. Wagner. 2018. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-2. Available source: https://www.bco-dmo.org/related-resource/789167. (April 3, 2022)

R Core Team. 2022. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available source: https://www.R-project.org/. (April 3, 2022)

Saetan, S., R. Precha, K. Kotchapakdee, A. Wawsak, P. Sritongkaew, A. Kamprasert and N. Nunong. 2007. Southern Traditional Rice Varieties Vol 1. Patthalung Rice Research Center. 175 p. (in Thai)

Saetan, S., R. Precha, K. Kotchapakdee, A. Wawsak, P. Sritongkaew, A. Kamprasert and N. Nunong. 2010. Southern Traditional Rice Varieties Vol 2. Patthalung Rice Research Center, Patthalung province. 180 p. (in Thai)

Taylor, R. 1990. Interpretation of the correlation coefficient: a basic review. Journal of Diagnostic Medical Sonography 6: 35-39.

Watanesk, O. 2012. Characteristics of rice varieties. *In*: Document for Rice Characteristics Course. March 28-29, 2012. Phitsanulok Rice Research Center, Phitsanulok province. 33 p. (in Thai)

Wei, T. and V. Simko. 2021. R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix. (Version 0.92). Available source: https://github.com/taiyun/corrplot. (April 3, 2022)

Wutyano, C. 2000. Thai traditional rice varieties. Plant Varieties Protection Division. Pathum Thani Rice Research Center, Department of Agriculture. 215 p. (in Thai)

Yawen, Z., S. Shiquan, L. Zichao, Y. Zhongyi, W. Xiangkun, Z. Hongliang and W. Guosong. 2003. Ecogeographic and genetic diversity based on morphological characters of indigenous rice (*Oryza sativa* L.) in Yunnan, China. Genetic Resources and Crop Evolution 50: 567-577.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banõs, the Philippines. 269 p.

อัตราการกิน อายุขัย และการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม (*Dicladispa armigera* (Olivier)) บนข้าวและพืชอาศัยอื่นในสภาพห้องปฏิบัติการ

Feeding Rate, Longevity and Fecundity of Adults Rice Hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier) on Rice and Alternative Host Plants under Laboratory Condition

พลอยไพลิน ธนิกกุล[1)] จินตนา ไชยวงศ์[1)] ปกรณ์ เผ่าธีระศานต์[1)] ธนดล ไกรรักษ์[1)]
ธีรพงษ์ สุวรรณนาคร[1)] วิชยุชม์ ปรีชา[1)] นรินทร์ บำรุงกิจ[1)]
Ploypilin Thanikkul[1)] Jintana Chaiwong[1)] Pakorn Paoteerasarn[1)] Tanadol Khairak[1)]
Teerapong Suwannakorn[1)] Witchayut Preecha[1)] Narin Bamrungkit[1)]

Abstract

Rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) is a minor pest of rice, that leads to frequent severe outbreaks in central regions that are continually cultivated rice areas. If the rice hispa's issues occur regularly, it might negatively affect rice yields. Hence, this research aimed to study the feeding rate of the adult rice hispa on rice leaves under laboratory conditions. We also aimed to study the survival ability of rice hispa fed by some different alternate host plants that can provide valuable data in rice field management to effectively control this pest. The assessment of the damaged leaf area of Pathum Thani 1 rice variety at tillering stage (30-45 days after transplanting) showed that female adults could destroy more significantly different rice leaf areas than male adults throughout their life span. The percentage of damaged areas on leaves caused by female and male adults were 6.12% and 3.63% per one adult, respectively. The trend in feeding rate gradually decreased when those adults become older. Moreover, comparing the feeding of rice hispa adults on rice and other 12 alternate host plants revealed that species of the alternate host plants affected the longevity and the fecundity of rice hispa. The adults fed on rice leaves had longer life spans significantly different than those fed on other plant species; i.e., maize and bermudagrass, respectively. We observed that the adults had the shortest life span when they were fed on coat button leaves. Moreover, the female adults specifically chose to lay their eggs on leaves of 4 plant species which were rice, maize, bermudagrass, and small flower umbrella sedge, only. Therefore, we should immediately prevent rice hispa adults when their population higher than an economic threshold. Also, alternative host plants as weeds should be eliminated to control rice hispa's pest population in the off-season.

Keywords: rice, rice hispa, adult, feeding rate, alternative host plant, longevity, fecundity, laboratory

บทคัดย่อ

แมลงดำหนาม (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่ปัจจุบันพบการระบาดบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้นในพื้นที่ภาคกลาง ที่มีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง แต่ข้อมูลความเสียหายและนิเวศวิทยาของแมลงชนิดนี้ในประเทศยังมีไม่มากพอ หากมีการระบาดของแมลงชนิดนี้เป็นประจำ อาจส่งผลต่อผลผลิตข้าวได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการกิน อายุขัย และการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามบนใบข้าว และพืชอาศัยอื่น ในสภาพห้องปฏิบัติการ สำหรับเป็นข้อมูลในการควบคุมแมลงชนิดนี้ ให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตข้าว โดยผลการประเมินอัตราการกินบนใบข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 อายุ 30-45 วันหลังปักดำ พบว่า ตลอดอายุขัยของแมลงดำหนาม เพศเมียมีอัตราการกินบนใบข้าวมากกว่าเพศผู้ คิดเป็นความเสียหายบนใบ

Received: January 17, 2023/ Revised: March 11, 2023/ Accepted: March 15, 2023

[1)] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 02-579-7892
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 02-579-7892

ข้าว ร้อยละ 6.12 และ 3.63 ต่อตัว ตามลำดับ โดยอัตราการกินมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุของตัวเต็มวัยมากขึ้น นอกจากนี้ การเลี้ยงแมลงดำหนามตัวเต็มวัยด้วยพืชอาศัยอื่น จำนวน 12 ชนิด พบว่า ชนิดพืชส่งผลต่ออายุขัยและการวางไข่ของแมลงดำหนาม โดยแมลงดำหนามมีอายุขัยยาวนานที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดำรงชีวิตด้วยการกินใบข้าว รองลงมาคือ ข้าวโพด และหญ้าแพรก และมีอายุขัยสั้นที่สุดเมื่อกินใบของต้นตีนตุ๊กแกเป็นอาหาร อีกทั้งเพศเมียเลือกวางไข่บนใบพืชเพียง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด หญ้าแพรก และกกขนากเท่านั้น ดังนั้น หากพบการทำลายใบข้าวของแมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัย ควรกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนามดังกล่าวข้างต้น เพื่อควบคุมประชากรแมลงดำหนามไม่ให้ก่อให้เกิดการระบาดรุนแรงในข้าวได้

คำสำคัญ: ข้าว แมลงดำหนาม ตัวเต็มวัย อัตราการกิน พืชอาศัยอื่น อายุขัย การวางไข่ ห้องปฏิบัติการ

คำนำ

แมลงดำหนาม (rice hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวชนิดหนึ่ง (Dale, 1994) วงจรชีวิตมี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ระยะไข่ถึงระยะตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 1-2 เดือน (Division of Rice Research and Development, 2019) ตัวเต็มวัยเพศผู้อายุเฉลี่ย 83.20 วัน และเพศเมียอายุเฉลี่ย 90.40 วัน (Dutta and Hazarika, 1995a) เป็นแมลงที่มีการฟักออกเป็นตัวได้ตลอดปี (multivoltine species) มีอัตราการขยายพันธุ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากสามารถวางไข่ได้จำนวนมาก มี 4-6 ชั่วอายุในหนึ่งปี ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ (Karim, 1986; Pathak and Khan, 1994; Sen and Chakravorty, 1970)

แมลงดำหนามสามารถเข้าทำลายข้าวได้ทั้งระยะหนอนและตัวเต็มวัย โดยตัวหนอนจะกัดกินเนื้อเยื่อสีเขียวของใบและหลบซ่อนตัวอยู่ระหว่างชั้นผิวใบข้าว จนเห็นเส้นทางการทำลายเป็นรอยสีขาวบนใบ (Plantwise, 2019) ส่วนตัวเต็มวัยจะกัดกินส่วนเนื้อเยื่อและผิวใบ (Deka and Hazarika, 1997) และสามารถบินอพยพสู่แหล่งอาหารใหม่

จากการศึกษาพฤติกรรมการกิน พบว่า ตัวเต็มวัยแมลงดำหนามใช้เวลาโดยรวมในการกินใบข้าวประมาณ 6 ชั่วโมงต่อวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 08.00-11.00 นาฬิกา จะใช้เวลากินอาหารนาน 45-52 นาที พื้นที่ใบที่ถูกทำลายโดยการกินของตัวเต็มวัยเพศเมียมีมากกว่าเพศผู้ และมักจะเลือกกินใบอ่อนของพืชมากกว่าใบแก่ (Deka and Hazarika, 1997) ซึ่งเนื้อเยื่อใบที่ถูกทำลายส่วนใหญ่ในบริเวณนั้นประกอบไปด้วยเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma cells) ซึ่งบางเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์ (chloroplast) สามารถทำหน้าที่สังเคราะห์อาหารและบางเซลล์ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวกแป้งภายในใบพืช (San-oun, 2020) ทำให้ส่งผลเสียต่อการสังเคราะห์แสงของใบข้าว (Acharya, 1967; Dale, 1994; Plantwise, 2019) ข้าวในระยะ อายุ 20-35 วันหลังหว่าน ที่ถูกแมลงดำหนามเข้าทำลาย จะมีจำนวนกอ รวง เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดลดลงกว่าการเข้าทำลายในข้าวที่อายุมากกว่า (Haque, 2020; Sharma and Srivastava, 2018)

การแพร่กระจายของแมลงดำหนามพบได้ในหลายประเทศแถบเอเชีย (Dale, 1994) ในประเทศไทยมีการระบาดเป็นครั้งคราว เช่น พบการระบาดในปี พ.ศ. 2475 (Wangsilabat, 2002) ทำลายในจังหวัดชัยนาท (Ruay-aree and Surakarn, 1999) ปี พ.ศ. 2561 พบการแพร่ระบาดของแมลงดำหนามทุกฤดูปลูกในนาข้าวเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี สิงห์บุรี และชัยนาท (Chaiwong *et al*., 2019b) ปี พ.ศ. 2563 พบการระบาดในข้าวระยะแตกกอถึงออกรวงในแปลงนาทดลองของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และล่าสุดในปี พ.ศ. 2565 พบการระบาดอย่างรุนแรงในนาเกษตรกรอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

Chaiwong *et al.* (2019b) ได้ติดตามการระบาดของแมลงดำหนามตั้งแต่เดือนกันยายน 2561 - มีนาคม 2562 รวม 2 ฤดูปลูก ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งมีประวัติการระบาด พบแมลงดำหนามแพร่กระจายและเข้าทำลายข้าวระยะแตกกอถึงระยะออกรวง โดยมีประชากรตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเกินระดับเศรษฐกิจ หรือมากกว่า 2 ตัวต่อกอ (1 กอ เท่ากับ ข้าวประมาณ 10 ต้นชิดติดกัน) ซึ่งการเข้าทำลายดังกล่าวทำให้ผลผลิตข้าวในแปลงที่เกิดการทำลายอย่างรุนแรง

ลดลงร้อยละ 25.92 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ถูกทำลาย

แมลงดำหนามเป็นแมลงที่มีพืชอาศัยหลายชนิด (polyphagous insect) เมื่อไม่มีพืชอาศัยหลัก (host plant) คือ ข้าว ประชากรของแมลงดำหนามจะเคลื่อนย้ายสู่พืชอาศัยอื่น (alternative host plant) เพื่อการอยู่รอด (Shakir and Ahmed, 2015) แมลงดำหนามสามารถแพร่พันธุ์ลูกหลานได้ 6 รุ่นต่อปี โดยจำนวน 5 รุ่น จะอาศัยอยู่บนข้าว และอีก 1 รุ่น จะอยู่บนพืชอาศัยอื่น (Sen and Chakravorty, 1970) พืชอาศัยที่เหมาะสมต่อแมลงดำหนาม สามารถพิจารณาจากความชอบในการรวมกลุ่มการกิน การวางไข่ การฟักของไข่ และการพัฒนาของตัวหนอน (Dutta and Hazarika, 1995b)

ฐานข้อมูลของ Plantwise Knowledge Bank รายงานชนิดของพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนาม (Plantwise, 2019) ในวงศ์ต่างๆ ดังนี้

1. วงศ์หญ้า (Poaceae) เช่น ข้าวป่า (*Oryza rufipogon* Griff.) หญ้าปล้อง (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) หญ้าพองลม (*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees) หญ้าชันกาด *(Panicum repens* L.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) หญ้านกสีชมพู (*E. colona* (L.) Link) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum* sp.) หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นต้น

2. วงศ์กก (Cyperaceae) เช่น แห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) พรงกลมใหญ่ (*Scirpus juncoides* Roxb.) เป็นต้น

3. วงศ์ผักปลาบ (Commelinaceae) เช่น ผักปลาบ (*Commelina benghalensis* L.) เป็นต้น (Dutta and Hazarika, 1995b; IRRN, 1979)

นอกจากนี้ Sharma and Verma (2011) รายงานเกี่ยวกับพืชอาศัยทางเลือกชนิดใหม่ในวงศ์หญ้า คือ fall panicgrass (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) และ *Brachiaria ramosa* (L.) อีกทั้งมีรายงานว่าแมลงดำหนามสามารถเข้าทำลายอ้อยได้ด้วย (David and Ananthakrishnan, 2004; Pathak and Khan, 1994; Shakir and Ahmed, 2015)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ และความสามารถในการอยู่รอดและการวางไข่ของแมลงดำหนามเมื่อต้องดำรงชีวิตด้วยพืชอาศัยอื่น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบคำแนะนำในการจัดการแปลงนาและการป้องกันกำจัดควบคุมประชากรของแมลงชนิดนี้ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการระบาดรุนแรง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงดำหนามในแปลงนาพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีและพระนครศรีอยุธยา

1.1 ดำเนินการสำรวจและเก็บประชากรระยะหนอนดักแด้ และตัวเต็มวัยของแมลงดำหนาม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2563 ในแปลงนาเกษตรกร ตำบลวังหว้า อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (พิกัดทางภูมิศาสตร์: 14°37’9.4” N 100°3’46.3” E) และในแปลงนาของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (พิกัดทางภูมิศาสตร์: 14°21’51.9” N 100°36’26.5” E)

1.2 นำประชากรแมลงดำหนามที่เก็บได้จากแปลงนามาเลี้ยงขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยงแมลงด้วยต้นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระยะแตกกอ (ข้าวอายุ 30-45 วันหลังปักดำ) ในสภาพเรือนทดลอง เปลี่ยนกระถางต้นข้าวใหม่ให้แมลงทุก 2-3 วัน สำหรับเป็นอาหารและแหล่งวางไข่ให้ตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม ต้นข้าวที่แมลงวางไข่แล้วนำออกจากกรงเลี้ยงแมลง ซึ่งไข่จะฟักเป็นหนอนและกัดกินอยู่ภายในใบข้าว เปลี่ยนกระถางต้นข้าวใหม่ให้หนอนเพื่อเป็นอาหารทุก 2-3 วัน โดยวางกระถางต้นข้าวใหม่ชิดกับกระถางเดิมที่หนอนทำลาย หนอนจะเคลื่อนย้ายมากินใบข้าวบนกระถางใหม่ได้เอง จนเจริญเติบโตเป็นดักแด้ภายในใบข้าว ก่อนฟักเป็นตัวเต็มวัยรุ่นต่อไป นำตัวเต็มวัยแมลงดำหนามรุ่นที่ 2-5 (มีปริมาณมากพอ) มาใช้ศึกษาปริมาณการกินใบข้าว ความสามารถในการอยู่รอด และการวางไข่บนพืชอาศัยอื่น

2. การศึกษาปริมาณการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.1 ตัดใบข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระยะแตกกอ (ข้าวอายุ 30-45 วันหลังปักดำ) จำนวน 1 ใบ ให้มีความยาว

ประมาณ 7 เซนติเมตร หุ้มโคนใบด้วยสำลีชุบน้ำเพื่อให้ความชื้นกับใบข้าว ใส่ไว้ในหลอดทดลองขนาด 2x18 เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยแมลงดำหนามลงบนใบข้าว จำนวน 1 ตัวต่อหลอด แบ่งเป็นเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 30 หลอด (30 ซ้ำ) เปลี่ยนใบข้าวใหม่ให้แมลงทุกวัน

ถ่ายภาพใบข้าวที่ถูกทำลายในแต่ละวัน ด้วยกล้องดิจิทัล และวางไม้บรรทัดไว้ข้างใบข้าวที่ต้องการถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงขนาด บันทึกภาพใบข้าวที่ถูกทำลายตั้งแต่ตัวเต็มวัยที่ฟักออกจากดักแด้ภายใน 24 ชั่วโมง จนกระทั่งแมลงตาย

2.2 ประเมินหาพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย (leaf area damaged) ตามวิธีการของ Piyapongkul (2018) โดยนำภาพใบข้าวที่บันทึกได้ในข้อ 2.1 มาวิเคราะห์ภาพดิจิทัลด้วยโปรแกรม ImageJ (https://imagej.nih.gov/ij/) ดำเนินการเทียบอัตราส่วนของภาพ ปรับรายละเอียดสีของภาพเพื่อให้สีพื้นของใบบริเวณที่ไม่ถูกทำลาย ตัดกับบริเวณที่ถูกทำลาย โดยโปรแกรมจะประเมินพื้นที่ใบทั้งหมดและพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย

วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวจากการกินของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเพศผู้และเพศเมีย ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0 และคำนวณหาร้อยละความเสียหายที่เกิดขึ้นบนใบข้าว

3. การศึกษาชนิดพืชต่อความสามารถในการอยู่รอดและการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.1 คัดเลือกชนิดพืชจากการตรวจค้นเอกสาร หรือพบตามคันนาและรอบแปลงนาที่พบการระบาดของแมลงดำหนาม จำนวน 3 วงศ์ 12 ชนิด ประกอบด้วย 1) พืชวงศ์หญ้า (Poaceae) ได้แก่ ข้าวโพด (*Z. mays*) อ้อย (*S. officinarum*) หญ้าแพรก (*C. dactylon*) หญ้าชันกาด (*P. repens*) หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris*) หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) และหญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides*) 2) พืชวงศ์กก (Cyperaceae) ได้แก่ กกขนาก (*Cyperus difformis*) และแห้วหมู (*C. rotundus*) และ 3) พืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) ได้แก่ ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens*)

เก็บตัวอย่างใบพืชดังกล่าวข้างต้นมาทดสอบการอยู่รอดและการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม เปรียบเทียบกับข้าว (*Oryza sativa*) ซึ่งเป็นพืชอาศัยหลัก (positive control) และความสามารถในการอดอาหาร (negative control)

3.2 การทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก (non-choice test) นำตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามที่ฟักออกจากดักแด้ จำนวน 1 คู่ (เพศผู้และเพศเมีย อย่างละ 1 ตัว) มาเลี้ยงด้วยใบพืชทดสอบแต่ละชนิด โดยตัดใบพืชทดสอบ จำนวน 1 ใบ หุ้มโคนใบด้วยสำลีชุบน้ำเพื่อให้ความชื้นกับใบพืช ใส่ในหลอดทดลองขนาด 4.2x18.5 เซนติเมตร (1 หลอดต่อแมลง 1 คู่) เปลี่ยนใบพืชทดสอบให้แมลงทุกวัน โดยใช้แมลงทดสอบ จำนวน 50 คู่ต่อชนิดพืชทดสอบ (50 ซ้ำ)

3.3 บันทึกอายุขัย การรอดชีวิต และการวางไข่ของแมลงทุกวัน เปรียบเทียบข้อมูลความแตกต่างระหว่างพืชทดสอบแต่ละชนิด ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0

สถานที่วิจัย: แปลงนาเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี แปลงนาศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาและอนุกรมวิธานแมลง และโรงเรือนเลี้ยงแมลง กองวิจัยและพัฒนาข้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. พฤติกรรมและอัตราการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม

แมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัยมีพฤติกรรมการกิน คือ กัดกินเนื้อเยื่อสีเขียวระหว่างเส้นใบบนใบข้าว ทิ้งรอยยาวสีขาวขนานกับทางใบ (Fig. 1) ทำให้ส่วนสีเขียวของใบข้าวที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์หายไป จากการประเมินพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวจากการกินของแมลงดำหนามตลอดระยะตัวเต็มวัย พบว่า อัตราการกินใบข้าวของเพศเมียและเพศผู้ คิดเป็นพื้นที่ความเสียหายเฉลี่ย 0.26±0.02 และ 0.16±0.01 ตารางเซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตลอดอายุขัยเพศเมียกินใบข้าวมากกว่าเพศผู้ อย่างมีนัยสำคัญ เป็นพื้นที่ความเสียหายเฉลี่ย 8.85±0.90 และ 5.62±0.58 ตารางเซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ คิดเป็นความเสียหายบนใบข้าวจากเพศเมียและเพศผู้ ร้อยละ 6.12 และ 3.63 ต่อตัว ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับ Deka and Hazarika (1997) ซึ่งรายงานว่าแต่ละวันเพศเมียสามารถ

Fig. 1 Characteristic pattern of white, parallel streaks along the main axis of the rice leaf causing by the feeding injury of rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults

Table 1 Feeding rate and percentage of damaged area on rice leaves caused by rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults under laboratory conditions (temperature = 26±3 °C, relative humidity = 80-90%)

Adult	Avg (mean±SE)		Damaged area on leaves (%)
	Feeding rate per day (cm^2/day)	Feeding rate throughout life span (cm^2/adult)	
Female	0.26±0.02 a[1)]	8.85±0.90 a	6.12
Male	0.16±0.01 b	5.62±0.58 b	3.63

Numbers of sample (n) = 30 adults in each tested

[1)] Means in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$) by Tukey HSD

กินใบข้าวได้มากกว่าเพศผู้ เพราะอิทธิพลจากลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ทำให้อวัยวะกราม (mandible) ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าและยาวกว่าเพศผู้ ส่งผลให้ปริมาณการกิน (พื้นที่ใบที่ถูกทำลาย) ระหว่างเพศเมียและเพศผู้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม อัตราการกินจะลดลงเมื่ออายุของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามมากขึ้น โดยกราฟเส้นตรงของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบข้าวที่ถูกทำลายจากตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม แสดงแนวโน้มลดลงตามอายุของแมลงที่เพิ่มขึ้น (Fig. 2) ดังนั้น การควบคุมการระบาดของแมลงดำหนามในสภาพแปลงนา ควรปฏิบัติตั้งแต่เริ่มพบประชากรตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในแปลงนา เกินระดับเศรษฐกิจ หรือในช่วงแรกหลังตัวเต็มวัยฟักจากดักแด้ เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดกับใบข้าว

นอกจากนี้ ตามรายงานการศึกษารูปแบบการระบาดของแมลงดำหนามในนาข้าวของ Chaiwong *et al.*

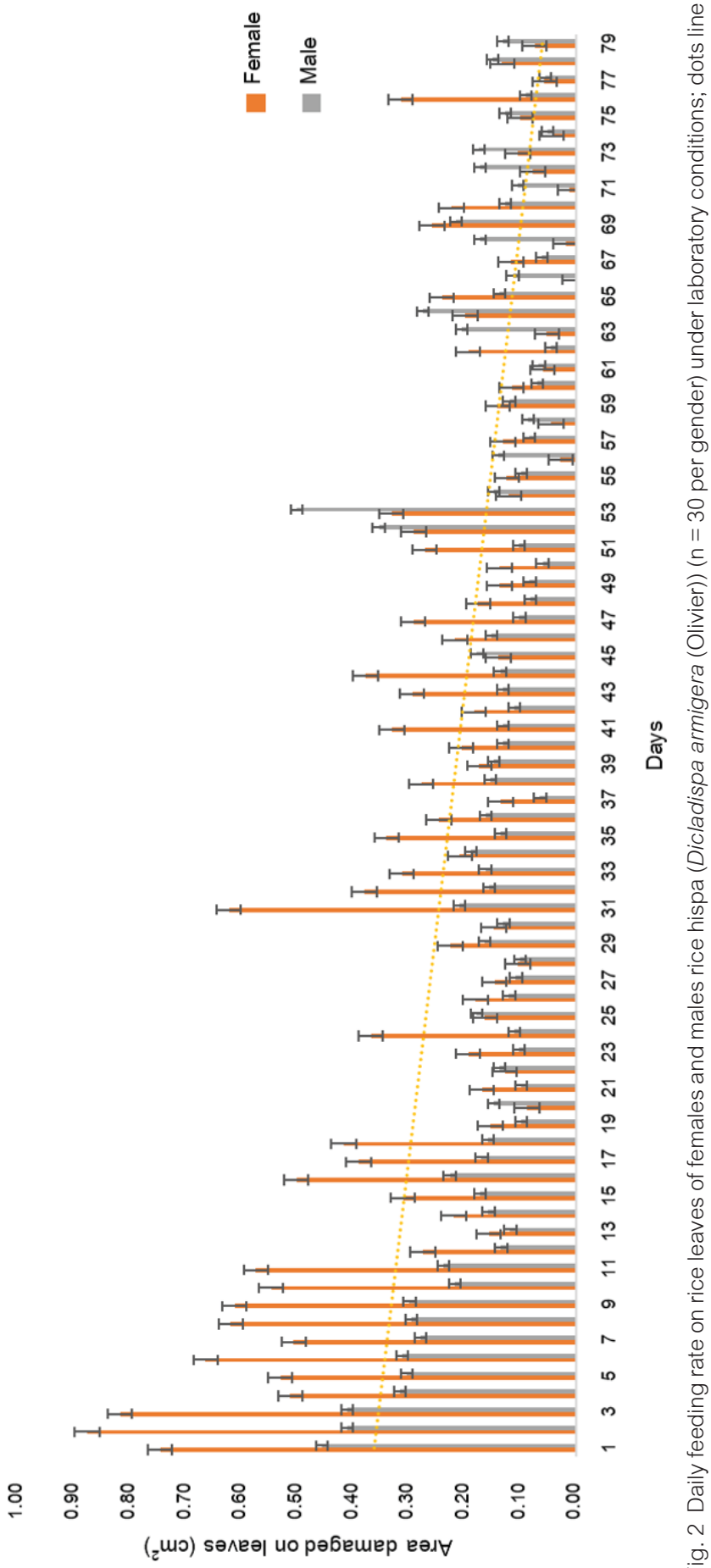


Fig. 2 Daily feeding rate on rice leaves of females and males rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (n = 30 per gender) under laboratory conditions; dots line indicates trend line of feeding areas by those insects from the first day after emerged to the end of life spans

(2019a; 2019b) ด้วยการสุ่มนับด้วยตาเปล่า (visual count) พบจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามประมาณ 2-3 ตัวต่อกอ (1 กอ เท่ากับ ข้าวประมาณ 10 ต้นชิดติดกัน) ในข้าวระยะแตกกอถึงแตกกอเต็มที่ในสภาพที่มีการระบาดรุนแรง ซึ่งเมื่อนำจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในพื้นที่การระบาดมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ความเสียหายของใบข้าวจากตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ เพื่อคาดการณ์ความเสียหายของพื้นที่ใบในสภาพแปลงนา พบว่า มีความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับใบข้าวประมาณ 11.24-26.55 ตารางเซนติเมตรต่อกอ หรือประเมินเป็นพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวของต้นข้าว 1 กอ คิดเป็นร้อยละ 7.26-18.36 ซึ่งความสูญเสียดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของใบข้าว และความแข็งแรงของต้นข้าวได้

2. ชนิดพืชอาศัยต่ออายุขัย และความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม

2.1 ผลของชนิดพืชอาศัยต่ออายุขัยของแมลงดำหนาม ผลของพืชอาศัยหลัก (ข้าว) และพืชอาศัยอื่นในวงศ์หญ้า กก และทานตะวัน จำนวนทั้งสิ้น 13 ชนิด ต่อการดำรงชีวิตของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า แมลงดำหนามที่ดำรงชีวิตด้วยการกินใบข้าว มีอายุขัยยาวนานกว่ากินพืชชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพศผู้และเพศเมียมีอายุขัยเฉลี่ย 40.28±2.64 และ 38.60±2.42 วัน ตามลำดับ รองลงมาคือ ใบข้าวโพด (เพศผู้: 12.24±1.23 วัน และเพศเมีย: 17.24±1.56 วัน) และหญ้าแพรก (เพศผู้: 11.96±0.96 วัน และเพศเมีย: 12.02±1.12 วัน) ส่วนการกินพืชอาหารชนิดอื่นๆ ได้แก่ หญ้าขันกาด (เพศผู้: 9.88±0.70 วัน และเพศเมีย: 10.42±0.95 วัน) หญ้าตีนนก (เพศผู้: 9.28±0.70 วัน และ

Table 2 Longevity and the fecundity of rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults fed on the different plant species under laboratory conditions (temperature = 26±3 °C, relative humidity = 80-90%)

Plant species	Adult (mean±SE)		
	Longevity (days)		Fecundity
	Male	Female	(eggs per female)
Oryza sativa (positive control)	40.28±2.64 a[1)]	38.60±2.42 a	183.62±13.39 a
Zea mays	12.24±1.23 b	17.24±1.56 b	4.38±1.58 b
Cynodon dactylon	11.96±0.96 b	12.02±1.12 bc	0.04±0.03 b
Panicum repens	9.88±0.70 bc	10.42±0.95 c	0 b
Digitaria ciliaris	9.28±0.70 bcd	11.62±1.01 c	0 b
Dactyloctenium aegyptium	9.28±1.15 bcd	9.28±0.92 cde	0 b
Chloris barbata	8.22±0.57 bcde	9.50±0.52 cde	0 b
Cyperus rotundus	7.86±0.82 bcdef	10.88±1.03 cd	0 b
Brachiaria mutica	7.22±0.59 bcdef	11.70±0.77 bc	0 b
Cyperus difformis	5.62±0.31 cdef	6.90±0.46 cdef	0.04±0.03 b
Saccharum officinarum	5.08±0.29 cdef	5.38±0.29 def	0 b
Chrysopogon zizanioides	4.02±0.17 def	4.78±0.19 ef	0 b
Tridax procumbens	2.72±0.09 f	2.40±0.11 f	0 b
Starvation (negative control)	3.00±0.04 ef	2.88±0.05 f	0 b

Numbers of sample (n) = 50 adults in each tested

[1)] Means in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$) by Tukey HSD

เพศเมีย: 11.62±1.01 วัน) หญ้าปากควาย (เพศผู้: 9.28±1.15 วัน และเพศเมีย: 9.28±0.92 วัน) หญ้ารังนก (เพศผู้: 8.22±0.57 วัน และเพศเมีย: 9.50±0.52 วัน) หญ้าขน (เพศผู้: 7.22±0.59 และเพศเมีย: 11.70±0.77 วัน) กกขนาก (เพศผู้: 5.62±0.31 วัน และเพศเมีย: 6.90±0.46 วัน) แห้วหมู (เพศผู้: 7.86±0.82 วัน และเพศเมีย: 10.88±1.03 วัน) ใบอ้อย (เพศผู้: 5.08±0.29 วัน และเพศเมีย: 5.38±0.29 วัน) และหญ้าแฝก (เพศผู้: 4.02±0.17 วัน และเพศเมีย: 4.78±0.19 วัน) พบว่า แมลงดำหนามมีอายุขัยไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตาม แมลงดำหนามที่อดอาหาร (เพศผู้: 3.00±0.04 วัน และเพศเมีย: 2.88±0.05 วัน) มีอายุขัยมากกว่าแมลงดำหนามที่กินใบของต้นตีนตุ๊กแกเป็นอาหาร (เพศผู้: 2.72±0.09 วัน และเพศเมีย: 2.40±0.11 วัน) (Table 2)

ผลจากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามทั้งเพศผู้และเพศเมียที่กินพืชและวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์หญ้าและกก มีอายุยาวนานกว่าการกินวัชพืชใบเลี้ยงคู่ในวงศ์ทานตะวัน สอดคล้องกับ Dutta and Hazarika (1995b) ได้รายงานผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการกิน (feeding preference) ของแมลงดำหนามต่อพืชชนิดต่างๆ ว่า แมลงดำหนามกินหรือทำความเสียหายแก่ใบพืชในวงศ์หญ้าได้มากกว่าพืชในวงศ์กก และวงศ์ผักปลาบ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าอายุขัยของแมลงดำหนามอาจแปรผันตามปริมาณการกิน รวมถึงคุณภาพของชนิดพืชที่เป็นอาหาร ซึ่ง Murphy (2005) รายงานว่าอายุของข้าวและชนิดของพืชอาศัย ส่งผลต่อปริมาณการกินใบข้าวของระยะตัวเต็มวัย และอัตราการรอดชีวิตของแมลงดำหนามในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่าแมลงดำหนามจะเป็นแมลงที่กินพืชได้หลากหลายชนิด แต่แมลงเหล่านี้จะเลือกกินพืชอาศัยเฉพาะแห่ง หรือเลือกจากองค์ประกอบทางชีวภาพที่เฉพาะเจาะจงของพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับพืชอาศัยหลัก (Dutta and Hazarika, 1995b)

ลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวใบของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้สามารถส่งผลกระทบต่อการกินของแมลงศัตรูพืช เช่น ขนใบ (trichomes) ซึ่งช่วยเพิ่มความต้านทานของพืช ต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช โดยจะทำหน้าที่เสมือนสิ่งกีดขวางที่คอยขัดขวางการกินของแมลงขนาดเล็ก นอกจากนี้ ความเหนียวของใบ หรือความแข็งแรงของผนังเซลล์พืช จะช่วยเพิ่มความต้านทานของพืชจากการทำลายจากแมลงจำพวกกัดกินใบและเจาะดูดน้ำเลี้ยง (Schoonhoven *et al*., 2005) ซึ่งลักษณะเหล่านี้พบได้ในพืชทดสอบของการทดลองนี้ ได้แก่ หญ้าขน และตีนตุ๊กแก ที่มีขนใบปกคลุมทั่วใบ หญ้าแฝกที่บริเวณขอบใบจะมีหนามละเอียดคล้ายฟันเลื่อยโดยเฉพาะที่โคนใบ เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมาก (Chantarasa and Phatanapanitpong, 2018) และอ้อยที่มีเซลล์ผิวใบ (epidermis cells) ช่วยปกป้องเนื้อเยื่อใบจากการถูกทำลายและการสูญเสียน้ำ รวมทั้งเส้นใยต่างๆ ที่ช่วยคงรูปร่างและเพิ่มความแข็งแรงให้ใบ (Sandhu *et al*., 2019) จึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการเข้าทำลายของแมลงดำหนาม ทำให้พืชเหล่านี้พบร่องรอยการกินของแมลงดำหนามน้อยกว่าพืชทดสอบชนิดอื่นๆ ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้อาจทำให้แมลงดำหนามกินได้น้อยและเป็นผลให้อายุขัยสั้นลง (Fig. 3)

นอกจากนี้ สารประกอบทุติยภูมิที่สังเคราะห์ได้จากพืช (secondary plant substances) เช่น สารประกอบกลุ่มแอลคาลอยด์ (alkaloids) สารประกอบกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) เป็นต้น จะทำให้พืชมีรสชาติขมและ/หรือสร้างสารพิษในพืช (Schoonhoven *et al*., 2005) ตามการรวบรวมข้อมูลของ Schoonhoven *et al.* (2005) ได้รายงานว่า พบสารประกอบทั้งสองกลุ่มนี้ในพืชชั้นสูงหรือพืชดอก โดยเฉพาะพืชในวงศ์ทานตะวัน ที่จะพบสารในกลุ่มเซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ที่มีกลิ่นหอม แต่บางชนิดมีรสชาติขมและเป็นพิษต่อแมลง สารประกอบต่างๆ เหล่านี้จึงอาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ขัดขวางการดำรงชีวิต และทำให้แมลงดำหนามมีอายุขัยสั้นที่สุดในพืชตีนตุ๊กแก

2.2 ผลกระทบของชนิดพืชต่อการวางไข่ของแมลงดำหนามเพศเมีย ตลอดอายุขัยของแมลงดำหนามเพศเมียที่เลี้ยงด้วยพืชทดสอบทั้ง 13 ชนิดตลอดอายุขัย พบว่า เพศเมียเลือกวางไข่บนใบพืชเพียง 4 ชนิด โดยพบจำนวนไข่บนใบข้าว (183.62±13.39 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) มากกว่าพืชทดสอบทุกชนิด อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือ ใบข้าวโพด (4.38±1.58 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) หญ้าแพรก (0.04±0.03 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) และกกขนาก (0.04±0.03 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) ตามลำดับ (Table 2) เช่นเดียวกัน Razzaque and Karim (1989) พบว่า แมลงดำหนาม

Fig. 3 Damages by adults rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) on the main host plant (A: *Oryza sativa*) and alternate host plants leaves (B: *Zea mays*; C: *Cynodon dactylon*; D: *Saccharum officinarum*; E: *Panicum repens*; F: *Brachiaria mutica*; G: *Chrysopogon zizanioides*; H: *Dactyloctenium aegyptium*; I: *Chloris barbata*; J: *Digitaria ciliaris*; K: *Cyperus difformis*; L: *Cyperus rotundus*; M: *Tridax procumbens*) under laboratory conditions (scale bar = 1 mm)

เพศเมียวางไข่บนใบข้าวจำนวนมาก แต่พบจำนวนน้อยบน หญ้าข้าวนก หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู แห้วหมู เป็นต้น นอกจากนี้ Murphy (2005) รายงานว่า จำนวนไข่และอัตราการฟักของหนอน พบมากที่สุดในข้าว รองลงมา คือ หญ้าถอดปล้อง (*Hymenachne acutigluma*) และหญ้าตีนนก ตามลำดับ

การเลือกวางไข่ของแมลงเพศเมีย คือ ช่วงเวลาสำคัญในการตัดสินใจว่าจะเลือกวางไข่บนพืชที่ลูกหลานมีโอกาสที่จะอยู่รอดต่อไปได้ ซึ่งพฤติกรรมการเลือกดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งทางกายภาพและชีวภาพที่รายรอบตัวแมลง โดยอาศัยระบบรับความรู้สึกของแมลง (sensory system) เช่น การมองเห็น การได้กลิ่น การสัมผัส เป็นต้น (Schoonhoven *et al*., 2005) อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการเลือกพืชเพื่อการวางไข่ของแมลงเพศเมีย มีหลายส่วนที่แตกต่างไปจากพฤติกรรมการเลือกพืชเพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อนในรุ่นถัดไป ทำให้จำนวนชนิดของพืชที่ตัวอ่อนเลือกกินและดำรงชีวิตได้มีมากกว่าจำนวนชนิดของพืชที่แมลงเพศเมียยอมรับและพอใจที่จะวางไข่ ถึงอย่างนั้น ลูกหลานในรุ่นต่อไปก็ยังเติบโตได้ดีบนพืชที่ถูกเลือกโดยแม่ (Schoonhoven *et al*., 2005)

ดังนั้น พืชอาศัยอื่นทั้งในกลุ่มพืชไร่และวัชพืช อาจเป็นเพียงแหล่งอาหารทางเลือก (alternative food source) ให้กับแมลงดำหนามในระยะตัวเต็มวัย เพื่อให้อยู่รอดในช่วงที่ไม่มีพืชอาศัยหลัก และสามารถอยู่ข้ามฤดูได้ อีกทั้งตัวเต็มวัยสามารถอพยพเคลื่อนย้ายประชากรได้ อาจทำให้การระบาดเกิดอย่างรวดเร็วและมีพื้นที่นาเสียหายเป็นวงกว้าง จึงต้องเฝ้าระวังและกำจัดตัวเต็มวัยก่อนการผสมพันธุ์และวางไข่ นอกจากนี้ ระยะหนอนของแมลงดำหนามสามารถทำความเสียหายบนใบพืชได้เช่นเดียวกับระยะตัวเต็มวัย และเข้าสู่ระยะดักแด้อยู่ภายในใบพืช ดังนั้น ควรมีการศึกษาพฤติกรรมการกินและการอยู่รอดของแมลงดำหนามบนพืชอาศัยอื่นให้ครบทั้งวงจรชีวิต รวมทั้งควรมีการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงดำหนามในข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ทำนาเขตชลประทาน เพื่อเป็นคำแนะนำให้แก่เกษตรกรในการเลือกปลูกพันธุ์ข้าว ที่สามารถลดความรุนแรงในการระบาดของแมลงชนิดนี้ต่อไป

สรุปผลการทดลอง

แมลงดำหนามมีพืชอาศัยหลัก คือ ข้าว แต่สามารถดำรงชีวิตได้ด้วยการกินพืชชนิดอื่นเป็นอาหาร จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า แมลงดำหนามเพศเมียสามารถทำความเสียหายต่อใบข้าวได้มากกว่าเพศผู้ และอัตราการกินมีแนวโน้มลดลงเมื่อตัวเต็มวัยมีอายุมากขึ้น นอกจากนี้ชนิดของพืชอาหารสามารถส่งผลต่ออายุขัยของแมลงดำหนามและความสามารถในการวางไข่ของแมลงดำหนามเพศเมีย โดยแมลงดำหนามทั้งเพศผู้และเพศเมียที่กินใบข้าวเป็นอาหาร จะมีอายุขัยยาวนานที่สุด และเพศเมียสามารถวางไข่ได้มากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวโพด และหญ้าแพรก ส่วนพืชในวงศ์กก และทานตะวัน สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือกให้แมลงดำหนามได้ แต่มีคุณภาพด้อยกว่าพืชในวงศ์เดียวกันกับพืชอาศัยหลัก ดังนั้น พืชอาศัยอื่นทั้งในกลุ่มพืชไร่และวัชพืช อาจเป็นเพียงแหล่งอาหารทางเลือก ให้กับแมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัย เพื่อการอยู่รอดในช่วงที่ไม่มีพืชอาศัยหลัก และสามารถอยู่ข้ามฤดูได้ ดังนั้น หากเริ่มพบตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามระบาดในแปลงนา ควรรีบทำการป้องกันกำจัดโดยเร็ว เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับต้นข้าว รวมทั้งควรกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนาม เพื่อป้องกันการอยู่ข้ามฤดูในช่วงพักนา

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณางบประมาณจากเงินรายได้ จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าว ครั้งที่ 2 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 และครั้งที่ 1 ปีงบประมาณ 2565 ภายใต้โครงการ การศึกษาชีววิทยา นิเวศวิทยา และการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูข้าวชนิดใหม่ ที่มีแนวโน้มทำความเสียหายต่อผลผลิตข้าว ที่กรุณาช่วยสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้บริหาร และนักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกระหว่างการเก็บตัวอย่างแมลงดำหนาม

เอกสารอ้างอิง

Acharya, L.P. 1967. Life history, bionomics and morphology of the rice hispa, *Hispa armigera*

Olivier. M.Sc. (Ag.) thesis. University of Agriculture and Technology, Bhubaneswar, India.

Chaiwong, J., P. Thanikkul, P. Paoteerasarn and T. Khairak. 2019a. The study of partial life lable and outbreak pattern of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae). pp. 90-105. *In*: Proceedings of the 36th Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference, 2019. May 12-15, 2019. Grand Fortune Hotel Nakhon Si Thammarat, Nakhon Si Thammarat province. (in Thai)

Chaiwong, J., P. Thanikkul, P. Paoteerasarn and T. Khairak. 2019b. Outbreak survillance of rice hispa and a tendency of causing rice crop losses. pp. 551-560. *In:* Proceedings of the 14th National Plant Protection Conference "Precision Agriculture Approaches to Thai Farming". November 12-14, 2019. Dusit Thani Hua Hin Hotel, Phetchaburi province. (in Thai)

Chantarasa, R. and P. Phatanapanitpong. 2018. One hundred benefits of vetiver grass: soil and water for product development. 3rd ed. Research Knowledge Management for Utilization Project, 2018. National Research Council Office in collaboration with Rajabhat Suan Sunandha University. Diwit Publishing, Bangkok. 91 p. (in Thai)

Dale, D. 1994. Insect pests of the rice plant-their biology and ecology. pp. 363-485. *In*: E.A. Heinrichs, (ed.), Biology and Management of Rice Insects. Wiley Eastern Limited, New Delhi, India. 779 p.

David, B.V. and T.N. Ananthakrishnan. 2004. General and Applied Entomology. Tata McGraw-Hill Education. 1184 p.

Deka, N. and L.K. Hazarika. 1997. Feeding behaviour and mouth parts of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Annals of Agri Bio Research 2(1): 7-14.

Division of Rice Research and Development. 2019. Rice Pests and Control. 1st ed. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Art Qualify Company Limited, Bangkok. 220 p. (in Thai)

Dutta, B.C. and L.K. Hazarika. 1995a. Development of *Dicladispa armigera* (Olivier) on different host plants. Plant Health 1: 21-25.

Dutta, B.C. and L.K. Hazarika. 1995b. Feeding and oviposition preference of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver) (Coleoptera: Chrysomelidae) on some host plants. Journal of the Agricultural Science Society of North East India 8(1): 14-19.

Haque, S.S. 2020. Relationship between rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver), damage and grain yield. M.Sc. (Ento.) thesis. Bangabandhu Shaikh Mujibur Rahman Agricultural University, Bangladesh. 56 p.

International Rice Research Newsletter (IRRN). 1979. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 4(2). 24 p.

Karim, A.N.M.R. 1986. The hispa episode. pp. 125-160. *In*: Bangladesh Rice Research Institute (ed.), Proceedings of the Workshop on Experiences with Modern Rice Cultivation in Bangladesh. April 5-7,1986. Bangladesh Rice Research Institute, Department of Agricultural Extension, Dhaka-1000, Bangladesh.

Murphy. S.T. 2005. Ecology and management of rice hispa (*Dicladispa armigera*) in Bangladesh. Crop Protection Programme, Final Technical Report No. 7891 (ZA 0445). Department for International Development, UK. 143 p.

Pathak, M.D. and Z.R. Khan. 1994. Insect Pests of Rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 89 p.

Piyapongkul, J. 2018. Assessment of leaf area or leaf area damaged by pests using digital image analysis with ImageJ software. pp. 60-80. *In*: Proceedings of Workshop on Rice Insect Pest Management Personnel, 2018. August 19-21, 2018. Muaklek Paradise Resort, Saraburi province. (in Thai)

Plantwise Knowledge Bank. 2019. Rice hispa (*Dicladispa armigera*). Available source: https://www.

plantwise.org/knowledgebank/datasheet.aspx?dsid=27270. (April 9, 2019)

Razzaque, Q.M.A. and A.N.M.R. Karim. 1989. Weed host of rice hispa *Dicladispa armigera* (Olivier) (Coleoptera: Hispidae). International Rice Research Newsletter 14(2): 36-37.

Ruay-aree, S. and R. Surakarn. 1999. Rice hispa, a rice pest found after heavy rains. Kasikorn 72(1): 17-21. (in Thai)

Sandhu, H.S., M.P. Singh, R.A. Gilbert and D.C. Odero. 2019. Sugarcane botany: a brief view. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida. SS-AGR-234. 5 p.

San-oun, U. 2020. Structure and functions of flowering plants. Biology 3. Available source: http://sites.google.com/site/webkruyeayeajung/chiwwithya-3/hnwy-thi-1. (December 26, 2020) (in Thai)

Schoonhoven, L.M., J.J.A. van Loon and M. Dicke. 2005. Insect-Plant Biology. Oxford University Press, New York. 421 p.

Sen, P. and S. Chakravorty. 1970. Biology of hispa (*Dicladispa armigera*) (Coleoptera: Chrysomelidae). Indian Journal of Entomology 32: 123-126.

Shakir, M.M. and S. Ahmed. 2015. Incidence of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Chrysomelidae: Coleoptera) on sugarcane crop and its chemical control. Journal of Agricultural Research 53(1): 49-61.

Sharma, P.K. and K.S. Verma. 2011. Record of new alternative hosts of rice hispa, *Dicladispa armigera* Oliver, from Himachal Pradesh (India). Pest science and management. International Rice Research Notes (0117-4185): 1-2.

Sharma, U. and A. Srivastava. 2018. Estimated of losses caused in paddy due to rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver) (Coleoptera: Chrysomelidae). Current Science 115(8): 1556-1562.

Wangsilabat, P. 2002. Ecology of Brown Planthopper and Population Control. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Publishing, Bangkok. 117 p. (in Thai)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุลของเชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช *Trichoderma asperelloide*s TDOAE002

Morphological and Molecular Characterization of an Antagonistic Fungus *Trichoderma asperelloides* TDOAE002

อริษา จิตรติกรกุล[1] พยอม โคเบลลี่[2] ไอลดา ชุมแสง[2] สุณิสา ผิวรำไพ[3] ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี[4]

Arisa Jittikornkul[1] Payorm Cobelli[2] Ilada Choomsang[2] Sunisa Pewrumpai[3]

Teerada Wangsomboondee[4]

Abstract

Trichoderma spp. are potential fungal biocontrol agents for plant disease control and plant growth promotion. An antagonistic fungus *Trichoderma* sp. TDOAE002 isolate has been promoted to control several plant diseases in Thailand, including rice diseases by the Department of Agricultural Extension (DOAE). Nevertheless, *Trichoderma* sp. TDOAE002 has not been classified into the current taxonomy of *Trichoderma* spp. This study contributed to the taxonomy of *Trichoderma* sp. TDOAE002 based on morphological characteristics and molecular analysis. The fungus grew rapidly on potato dextrose agar (PDA) at 25±2 °C, with white, fluffy mycelia, and pale green to dark green conidial masses forming within 48 hours. Conidiophores branched, central axis from which secondary branches arose, the branches terminating in a single ampulliform phialide or a whorl of 2-4 divergent phialides. Conidia were subglobose, 1.74-3.11 x 2.20-3.84 µm in size, with irregular warts on the conidial surface, and pale green in masses. Chlamydospores were globose to subglobose, surface smooth, and solitary. In addition, to confirm the species identification of *Trichoderma* sp. TDOAE002, the molecular analysis was conducted on Multilocus Identification System for *Trichoderma* (MIST) program based on the internal transcribed spacer (ITS) regions of the rDNA cluster (ITS1 and ITS2), partial sequences of the translation elongation factor 1 alpha (*tef-1*α), and the RNA polymerase II subunit (*rpb2*) nucleotide sequences. The phylogenetic tree from the combined three loci revealed the *Trichoderma* sp. TDOAE002 was grouped into the *T. asperelloides* group. Consequently, we identified the antagonistic fungus TDOAE002 isolate as *T. asperelloides*.

Keywords: *Trichoderma asperelloides*, antagonistic fungus, morphological characteristic, molecular, phylogenetic analysis

---

Received: January 20, 2023/ Revised: February 21, 2023/ Accepted: February 25, 2023

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

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

[3] กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2940-6190
Plant Protection Promotion and Soil-Fertilizer Management Division, Department of Agricultural Extension, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2940-6190

[4] ภาควิชาพฤษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0-2218-5476
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330 Tel. 0-2218-5476

บทคัดย่อ

Trichoderma spp. เป็นเชื้อราที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมโรคและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำให้ใช้ควบคุมโรคพืชในประเทศไทย รวมทั้งโรคข้าว อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการจำแนกชนิดเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ตามหลักอนุกรมวิธานในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงได้จำแนกชนิดเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยา และชีวโมเลกุล พบว่า เชื้อราไอโซเลท TDOAE002 เจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยเชื้อรามีลักษณะเส้นใยสีขาว ฟูเป็นปุย พบกลุ่มของโคนิเดียสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้มภายใน 48 ชั่วโมง ก้านชูโคนิเดียแตกกิ่งก้านออกด้านข้าง ส่วนปลายของแต่ละก้านจะมี phialide รูปร่างทรง ampulliform แบบเดี่ยวหรือแตกแขนงออกจากจุดเดียวกัน จำนวน 2-4 phialides โคนิเดียรูปทรงค่อนข้างกลม ขนาด 1.74-3.11 x 2.20-3.84 ไมครอน ผิวขรุขระ มีตุ่มนูนรูปทรงไม่แน่นอน และโคนิเดียสีเขียวอ่อนเกิดเป็นกระจุก chlamydospore ทรงกลมถึงค่อนข้างกลม ผิวเรียบ แบบเดี่ยว การจำแนกชนิดของ *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ด้วยวิธีทางชีวโมเลกุลของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS บางส่วนของยีน *tef-1*α และ *rpb2* ด้วยโปรแกรม MIST และสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการจากลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้ง 3 ตำแหน่ง พบว่า *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 อยู่ในกลุ่มของ *T. asperelloides* ดังนั้น จึงจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์โรคพืชไอโซเลท TDOAE002 เป็น *T. asperelloides*

คำสำคัญ: *Trichoderma asperelloides* เชื้อราปฏิปักษ์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีวโมเลกุล การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ

คำนำ

เชื้อราสกุล *Trichoderma* (Hypocreales; Ascomycota) เป็นระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของเชื้อราสกุล *Hypocrea* (Druzhinina and Kubicek, 2005) พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ โดยเฉพาะในดินและบนเศษซากพืชที่กำลังเน่าเปื่อยผุพัง บางครั้งพบบนเชื้อราในกลุ่มเห็ด รวมทั้งเป็นราเอนโดไฟต์ (endophytic fungi) นอกจากนี้ยังพบได้ในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น ปะการัง กัลปังหา ฟองน้ำ ตะกอนทราย เป็นต้น (Chamswarng, 2017; Wongcharoen, 2014) มีการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. มาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร และสิ่งแวดล้อม โดยด้านการเกษตรนั้นเนื่องจาก *Trichoderma* spp. มีความสามารถสูงในการแข่งขันกับจุลินทรีย์ต่างๆ ตามธรรมชาติ ทั้งเชื้อราแบคทีเรีย รวมถึงไส้เดือนฝอยศัตรูพืช จึงมีการศึกษาวิจัยและพัฒนา *Trichoderma* spp. เป็นชีวภัณฑ์สำหรับใช้ควบคุมโรคพืชอย่างกว้างขวาง (Chamswarng, 2020; Kumar, 2013; Zheng *et al*., 2021) ซึ่งปัจจุบันชีวภัณฑ์กำจัดโรคพืช (bio-fungicide) ที่ใช้ทั่วโลกมากกว่าร้อยละ 60 เป็นสารที่ได้มาจากเชื้อรา *Trichoderma* spp. (Abbey *et al*., 2019)

ประเทศไทย มีงานวิจัยจำนวนมากที่ใช้เชื้อสดและชีวภัณฑ์เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ โรงเรือนทดลอง และสภาพแปลง ดังเช่น Chamswarng *et al.* (2012) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ *T. asperellum* 01-52 ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารแขวนลอยสปอร์ และใช้พ่นข้าวระยะออกรวง สามารถลดการเกิดโรคเมล็ดด่างได้ร้อยละ 3.42-25.97 สอดคล้องกับการศึกษาของ Charoenrak and Chamswarng (2015) พบว่าชีวภัณฑ์เชื้อสด *T. asperellum* ไอโซเลท 01-52 และ CB-Pin-01 ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตข้าว รวมทั้งลดการเกิดโรคเมล็ดด่าง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคใบขีดสีน้ำตาล นอกจากนี้ Karnpakdee *et al*. (2021) พบว่า *T. asperellum* MC2560 สามารถลดการเกิดโรคกาบใบแห้งของข้าวในโรงเรือนทดลองได้ร้อยละ 42.01 และ 37.31 หลังพ่น 14 และ 21 วัน ตามลำดับ สำหรับการใช้ *Trichoderma* spp. ในนาข้าวนั้น Chamswarng (2006) และ Department of Agricultural Extension (2020) แนะนำให้ใช้เชื้อสด *Trichoderma* spp. แบบผงผสมกับรำข้าวละเอียด และปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ หว่านในแปลงนาก่อนการหว่านเมล็ดข้าวหรือตกกล้าข้าว การคลุกหรือแช่เมล็ดพันธุ์ในเชื้อสด *Trichoderma* spp. ก่อนนำไปหว่าน ช่วยควบคุมเชื้อ

ราสาเหตุโรคไหม้คอรวงที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ และกระตุ้นให้ระบบรากข้าวแข็งแรง

สิ่งสำคัญที่ควรทราบเมื่อต้องใช้เชื้อราปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืช คือ ข้อมูลอนุกรมวิธานของเชื้อรานั้นๆ เพื่อใช้ตรวจสอบชนิด (species) เชื้อรา เนื่องจากหากมีการใช้เชื้อรา *Trichoderma* ไม่ถูกชนิด หรือไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เช่น เกิดการปนเปื้อน (contamination) หรือการผสมกัน (recombination) ของเชื้อราปฏิปักษ์มากกว่า 1 ชนิด อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช นอกจากนี้ ข้อมูลทางอนุกรมวิธานยังใช้ประโยชน์ในการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลาย และวิวัฒนาการของเชื้อ (Druzhinina *et al*., 2010) เชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำใช้เพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชในประเทศไทยมาเป็นระยะเวลานานนั้น ได้มีการจำแนกด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปบนอาหารหรือวัสดุเลี้ยงเชื้อด้วยตาเปล่าหรือตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาเบื้องต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Department of Agricultural Extension, 2020) ซึ่งยังไม่สามารถระบุชนิดที่แม่นยำได้ การจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในอดีตใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก แต่มีข้อจำกัด เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไม่แตกต่างกันมากนัก จึงยากที่จะใช้จำแนกชนิดของ *Trichoderma* ได้อย่างแม่นยำ (Kumar, 2013) ปัจจุบันการใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล ช่วยให้จำแนกชนิดของเชื้อรา *Trichoderma* ได้แม่นยำขึ้น (Dou *et al*., 2020)

งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมบริเวณ interrnal transcribed spacer (ITS) บางส่วนของยีน translation elongation 1 alpha (*tef-1*α) และ RNA polymerase β subunit II (*rpb2)* ซึ่งเป็นตำแหน่งยีนที่แปลรหัสเป็นโปรตีน translation elongation factor 1 α และเอนไซม์ RNA polymerase β subunit II ตามลำดับ (Cai and Druzhinina, 2021) เพื่อความถูกต้องตามหลักอนุกรมวิธานของเชื้อราสกุล *Trichoderma* ในปัจจุบัน โดยทำการเปรียบเทียบกับเชื้อรา *T. asperellum* CB-Pin-01 ไอโซเลทของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีงานวิจัยใช้ควบคุมโรคพืชเป็นจำนวนมาก Chamswarng (2020) จนพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ให้บริการแก่เกษตรกรสำหรับใช้ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีในประเทศไทย นอกเหนือจากไอโซเลท TDOAE002 ของกรมส่งเสริมการเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ที่เป็น stock culture จากห้องปฏิบัติการของกลุ่มส่งเสริมการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี กองส่งเสริมการอารักขาพืช และจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และเชื้อรา *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 จากงานบริการวิชาการของห้องปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่เป็นหัวเชื้อในรูปผงนำมาเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ดำเนินการตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ (compound microscope) ได้แก่ ลักษณะของเส้นใย (hypha) การแตกกิ่งของก้านชูโคนิเดีย (conidiophore) รูปร่างและการจัดเรียงตัวของ phialide รูปร่าง ขนาด และสีของโคนิเดีย (conidia) ลักษณะพิเศษเฉพาะอื่นๆ เช่น การสร้างกลิ่น สารสี (pigment) chlamydospore เป็นต้น และนำส่งวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของโคนิเดียอย่างละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิดฟิลด์อีมิสชันและอุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุ (Field Emission Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-ray Spectrometer: FESEM-EDS) ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกจากนี้ ดำเนินการตรวจสอบลักษณะการเจริญบนอาหาร PDA ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2. การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท TDOAE002

Table 1 Primers and PCR conditions used in this study

Loci	Primer name	Primer sequence (5'-3')	Product size (bp)	PCR cycling condition	Reference
ITS	ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCG G	710	3 min 94 °C, 35x (30 sec 94 °C,	White *et al.* (1990)
	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		45 sec 54 °C, 1 min 72 °C),	
				15 min 72 °C	
*tef-1*α	EF1-728F	CATCGAGAAGTTCGAGAAGG	1,300	5 min 95 °C, 30x (1 min 95 °C,	Carbone and Kohn (1999);
	TEF1LLErev	AACTTGCAGGCAATGTGG		2 min 55 °C, 2 min 72 °C),	Jaklitsch *et al.* (2005)
				10 min 72 °C	
rpb2	fRPB2-5F	GA(T/C)GA(T/C)(A/C)G(A/T)	903	5 min 95 °C, 30x (1 min 95 °C,	Liu *et al.* (1999)
		GATCA(T/C)TT(T/C)GG		2 min 53 °C, 2 min 72 °C),	
	fRPB2-7cR	CCCAT(A/T)GC(C/T)TGCTT		10 min 72 °C	
		(C/A)CCCAT			

Remark: Annealing temperature was developed in this study

Table 2 Nucleotide sequences in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) GenBank database

Species name	Strain	Isolation source/ Host	Location	Accession number		
				ITS	*tef-1*α	*rpb2*
T. asperelloides	GJS 04-116[P]	soil	Viet Nam	GU198301	GU248412	GU248411
	GJS 04-187	*Moniliophthora roreri*	Peru	JN133553	JN133571	JN133560
	GJS 99-6	wood	USA	DQ315464	GU198240	GU198271
	TDOAE002	-	Thailand	OQ909079*	This study	This study
T. asperellum	GJS 04-15	coffee seedling	USA	GU198311	GU198290	GU198276
	GJS 06-294	soil	Nigeria	GU198307	GU198235	GU198266
	T1 (CB-Pin-01)	soil and pineapple crop	Thailand	LC123601	LC155108	This study
T. atroviridis	CBS 119499	-	-	FJ860726	FJ860611	FJ860518
T. hamatum	DAOM 167057[E]		Canada	EU280124	EU279965	AF545548
T. harzianum	CBS 226.95[N]	-	-	AY605713	AF348101	AF545549
T. junci	CBS 120926[H]	dead standing stems of *Juncus effusus*	Denmark	FJ860761	FJ860641	FJ860540
T. kunmingense	YMF 1.02659[H]	soil	China	KJ742800.1	KJ742802	KJ742801
T. neokoningii	G.J.S. 04-216[H]	-	Peru	MH863076	KJ665620	KJ665318
T. neosinense	G.J.S. 94-11[H]	-	Taiwan	DQ315422	KJ665624	KC285777
T. ochroleucum	CBS 119502[R]	corticated log of *Betula pendula*	United Kingdom	FJ860793	FJ860659	FJ860556
T. pseudoasperelloides	YMF1.04629[H]	-	China	MH383059	MK775504	MK775509
T. samuelsii	S5[T]	-	Italy	JN715596	JN715651	JN715599
T. valdunense	CBS 120923[H]	-	Austria	FJ860863	FJ860717	FJ860605
T. viride	CBS 119325[E]	-	Czech	DQ677655	DQ672615	EU711362
T. yunnanense	CBS 121219[H]	soil	China	GU198302	GU198243	GU198274
Cladobotryum tenue	CBS 152.92[R]	*Cladobotryum tenu*	-	FN859420	HF911829	FN868674

Remark: E = epitype of species, H = holotype of species, N = neotype of species, R = reference material of species, P = paratype of species

* = this study

และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 นำมาศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม ดังนี้

2.1 การสกัดดีเอ็นเอของเชื้อรา Trichoderma spp. ดำเนินการโดยเลี้ยงเชื้อราในอาหารเหลว potato dextrose broth (PDB) ไอโซเลทละ 3 ซ้ำ เขย่าด้วยความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 วัน กรองเส้นใยด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 และบดเส้นใยเชื้อราประมาณ 0.5 กรัม ให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว นำมาสกัดดีเอ็นเอด้วย 1x CTAB (cetyl trimethylammonium bromide) ผสม β-mercaptoethanol ดัดแปลงจากวิธีการของ Safavi (2010) ตรวจสอบคุณภาพและความเข้มข้นของดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Nanodrop spectrophotometer และเก็บรักษาดีเอ็นเอที่อุณภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ ITS ยีน tef-1α และ rpb2 ดีเอ็นเอที่สกัดได้นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ ITS ยีน *tef-1α* และ *rpb2* (Carbone and Kohn, 1999; Jaklitsch *et al*., 2005; Liu *et al*.,1999; White *et al*., 1990) ในปฏิกิริยาพีซีอาร์ (polymerase chain reaction (PCR)) ที่ประกอบด้วย ดีเอ็นเอ 5 นาโนกรัม ไพรเมอร์ชนิดละ 1 ไมโครโมล และ 1x GoTaq® colorless master mix (Promega, USA) ในปริมาตรรวม 50 ไมโครลิตร เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในเครื่อง Thermal cycler (Biometra®, Germany) ของแต่ละปฏิกิริยา (Table 1) นำมาแยกขนาดดีเอ็นเอโดยวิธี electrophoresis ด้วย 1.5% agarose gel ใน 1x TBE buffer ตรวจสอบขนาดดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวีด้วยเครื่อง Bio-Print-Gel Documentation Imaging (Vilber, Korea) และนำส่งวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ ไอโซเลทละ 3 ซ้ำ ทั้งเส้น forward และ reverse ด้วยวิธี Sanger DNA sequencing

2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อรา Trichoderma spp. ด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST และ Multilocus Identification System for Trichoderma (MIST) วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 เปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีรายงานในฐานข้อมูล GenBank NCBI (National Center for Biotechnology Information; Madison, USA) ด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi) และฐานข้อมูล International Commission of *Trichoderma* Taxonomy (ICTT) ด้วยโปรแกรม MIST (http://mmit.china-cctc.org/) ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สำหรับโปรแกรม MIST นั้น กำหนดค่า identity ของบริเวณ ITS ที่ 76 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจำแนกเชื้อราระดับสกุล และกำหนดค่า identity ของยีน *tef-1α* และ *rpb2* ที่ 97 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เพื่อจำแนกเชื้อราระดับชนิด (species) (Cai and Druzhinina, 2021)

2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของเชื้อรา Trichoderma spp. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 ร่วมกับเชื้อรา *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 และ *Trichoderma* spp. ที่มีรายงานในฐานข้อมูล NCBI (Table 2) เลือกเชื้อรา *Cladobotryum tenue* เป็น outgroup โดยนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS บางส่วนของยีน *tef-1α* และ *rpb2* มาเชื่อมต่อกัน (concatenate) เปรียบเทียบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์หลายตำแหน่งหรือหลายยีนร่วมกัน (multilocus sequence analysis (MLSA)) แบบ multiple alignment ด้วยโปรแกรม ClastalW และสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) โดยวิธี neighbor-joining ด้วยโมเดล maximum composite likelihood ในโปรแกรม MEGA11 (Saitou and Nei, 1987; Tamura *et al*., 2021)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 มีลักษณะโคโลนีเหมือนกัน คือ เจริญได้ดีบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส สร้างเส้นใยสีขาว เจริญฟูจากผิวหน้าอาหาร บริเวณกลางโคโลนีพบกลุ่มของสปอร์หรือโคนิเดียอัดแน่นสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม ภายใน 48 ชั่วโมง เชื้อราเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่ออายุ 5 วัน (Fig. 1A, 2A) ไม่พบการสร้างกลิ่นและสารสีในอาหารเลี้ยงเชื้อ

การตรวจสอบลักษณะสัณฐานของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ พบว่า ทั้งเชื้อรา

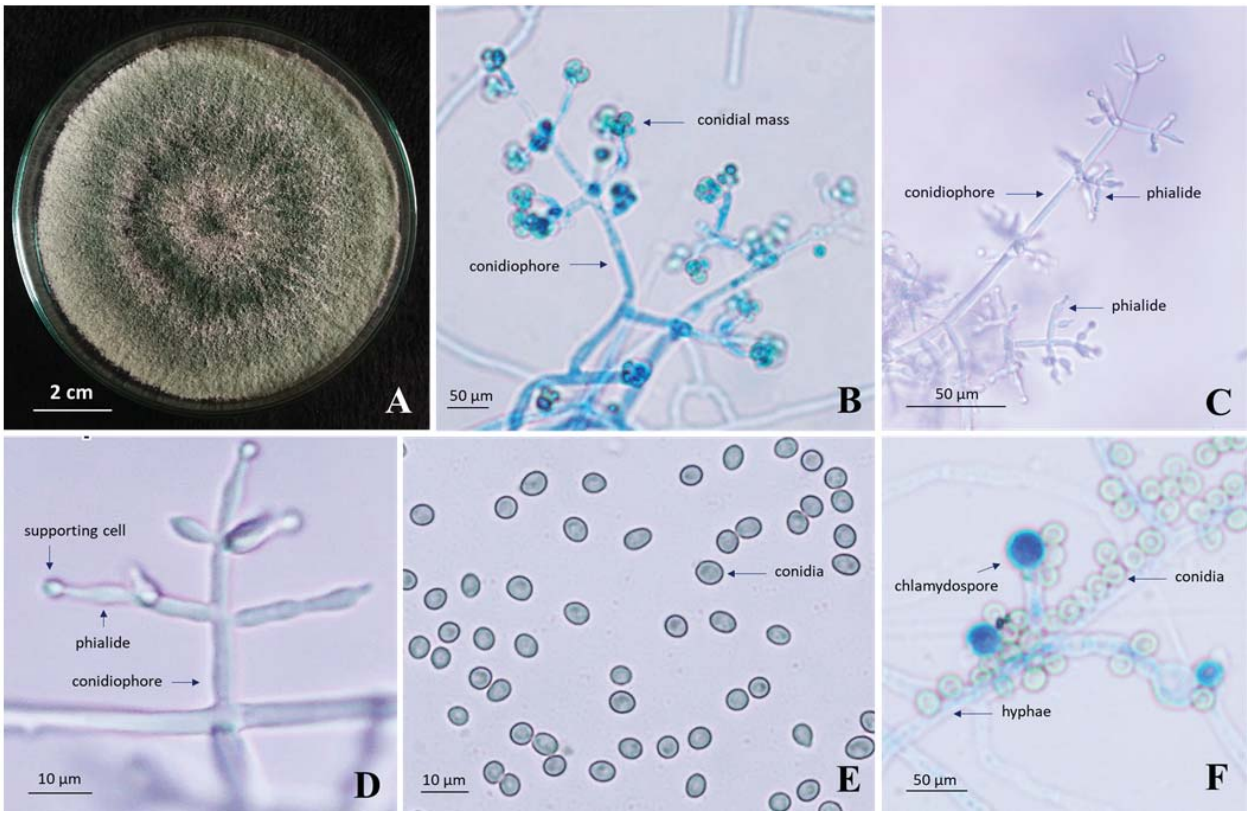


Fig. 1 Morphological characteristics of *Trichoderma asperelloides* TDOAE002, a colony on PDA under 25±2 °C at 5 days old (A), conidia grouped in bunches (B), conidiophores and phialides (C, D), pale green conidia (E), and chlamydospores (F), B and F stained with lactophenol cotton blue solution, B-F was observed under the compound microscope, scale bars 10-50 µm

Trichoderma sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 สร้างเส้นใยใส แบบมีผนังกั้น ก้านชูโคนิเดียหลัก (primary conidiophore) แตกกิ่งก้านออกด้านข้างของเส้นใย (somatic hyphae) และมีการแตกกิ่งก้านออกเป็นก้านชูโคนิเดียรอง (secondary conidiophore) แบบคู่ตรงข้ามกันจากบริเวณใต้ผนังกั้นของก้านชูโคนิเดียหลัก เชื้อราสร้าง phialide รูปทรง ampulliform คือ มีลักษณะฐานกว้างส่วนปลายเรียวคล้ายขวด เจริญออกมาจากปลายก้านชูโคนิเดีย แบบเดี่ยวหรือแตกแขนงแบบ verticillate ออกจากจุดเดียวกันจำนวน 2-4 phialides ส่วนปลายสุดของ phialide ขยายออกเป็นส่วนที่ให้กำเนิดโคนิเดีย มีลักษณะโป่ง (Fig. 1C-1D, 2C-2D) โคนิเดีย หรือที่เรียกว่า phialospore เกิดเป็นกระจุกที่ปลาย phialide (Fig. 1B, 2B) มีรูปทรงค่อนข้างกลม เซลล์เดียว สีเขียวอ่อน (Fig. 1E, 2E) พบการสร้าง chlamydospore รูปทรงกลมถึงค่อนข้างกลม (Fig. 1F, 2F) เชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท มีโคนิเดียขนาดใกล้เคียงกัน คือ โคนิเดียของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 กว้าง 1.74-3.11 ไมครอน ยาว 2.20-3.84 ไมครอน ในขณะที่โคนิเดียของเชื้อรา *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 กว้าง 1.95-2.98 ไมครอน ยาว 2.59-3.80 ไมครอน (Table 3) จากลักษณะสัณฐานวิทยาดังกล่าว พบว่า มีความคล้ายคลึงกับเชื้อรา *T. asperellum* species complex ซึ่งมี 5 ชนิด ได้แก่ *T. asperellum, T. yunnanense, T. asperelloides, T. kunmingnense* และ *T. pseudoasperelloides* (Samuels *et al*., 1999; Zheng *et al*., 2021)

เมื่อตรวจสอบลักษณะสัณฐานของเชื้อราอย่างละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า โคนิเดียของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 มีผิวโคนิเดียขรุขระ มีตุ่มนูนรูปทรงไม่แน่นอนกระจายอยู่ทั่ว (Fig. 3A-3B, 3D-3E) สอดคล้องกับลักษณะผิวโคนิเดียของเชื้อรา *T. asperellum* T1 (CB-Pin-01) ตามรายงานของ Unartngam *et al*. (2020) อย่างไรก็ตาม พบว่า บาง

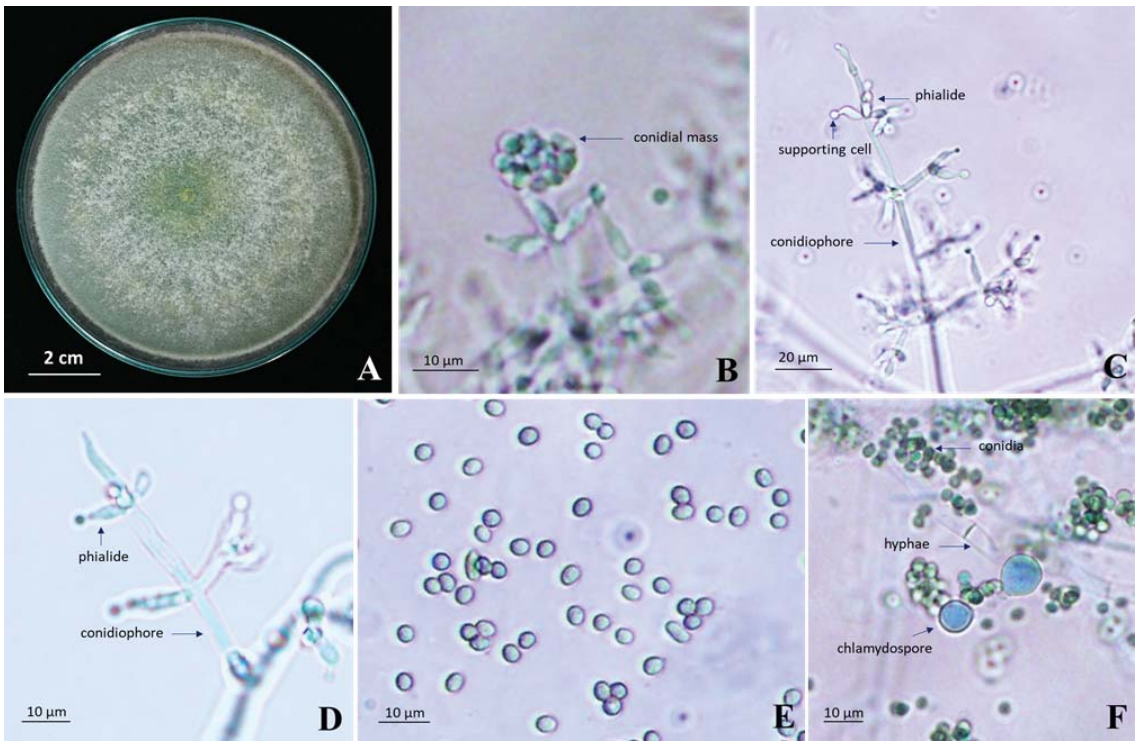


Fig. 2 Morphological characteristics of *Trichoderma asperellum* CB-Pin-01, a colony on PDA under 25±2 °C at 5 days old (A), conidia grouped in bunches (B), conidiophores and phialides (C, D), pale green conidia (E), and chlamydospores (F), B and F stained with lactophenol cotton blue solution, B-F observed under the compound microscope, scale bars 10-20 µm

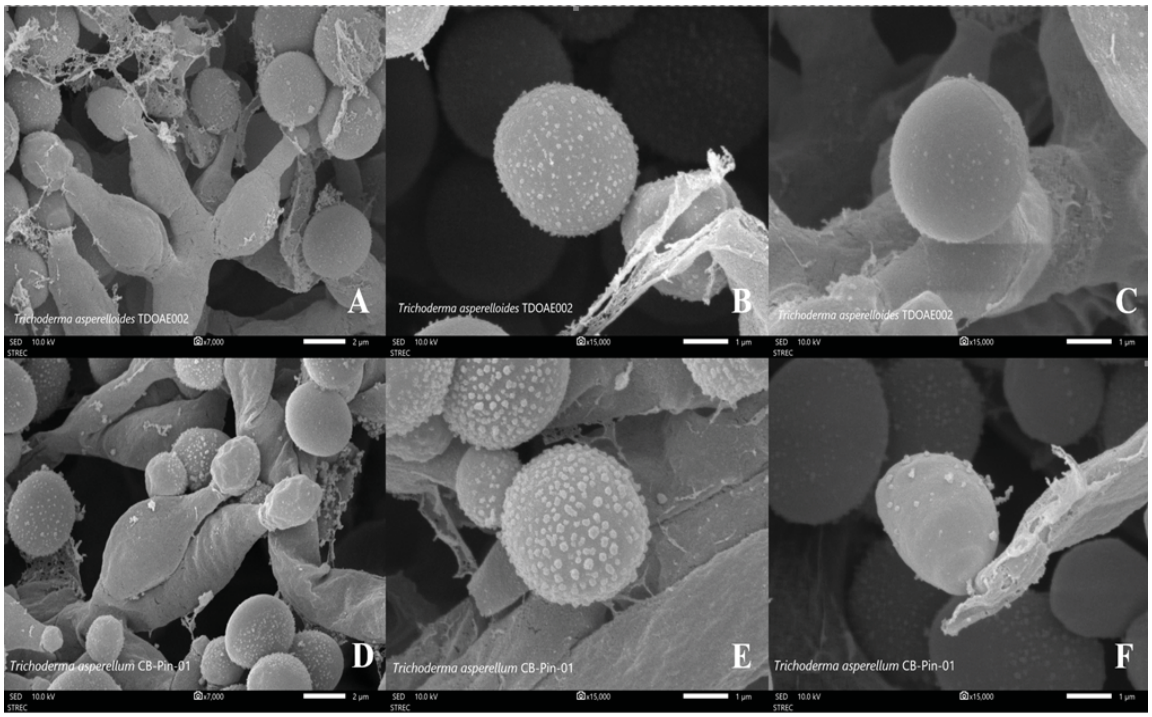


Fig. 3 Morphological characteristics of *Trichoderma asperelloides* TDOEA002 (A, B, C) and *Trichoderma asperellum* CB-Pin-01 (D, E, F) was observed in FESEM-EDS (IT-500HR), conidia and phialides (A, D), and conidial surface (B, C, E, F), scale bars 1-2 µm

Table 3 Morphological characteristics of *Trichoderma* spp.

Parameters	Fungi	
	T. asperelloides TDOAE002	*T. asperellum* CB-Pin-01
Conidia (N = 21)		
Length (µm)	2.20-3.84	2.59-3.80
Width (µm)	1.74-3.11	1.95-2.98
L/W	1.06-1.61	1.19-1.33
Phialides (N = 13)		
Length (µm)	3.97-6.68	4.09-8.08
Width point (µm)	1.56-2.63	1.42-2.67
Base (µm)	1.23-1.65	1.08-1.81
L/W	1.94-2.98	2.38-4.60
Supporting cell (µm)	1.34-2.37	1.17-2.11

โคนิเดียจะปรากฏตุ่มนูนเพียงบางส่วน ไม่กระจายทั่วทั้งโคนิเดีย อาจขึ้นอยู่กับอายุของโคนิเดีย (Fig. 3C, 3F) ซึ่งลักษณะที่โคนิเดียมีผิวขรุขระ และมีตุ่มนูนนี้ พบได้ทั้งในเชื้อรา *T. asperellum, T. asperelloides* และ *T. pseudoasperelloides* ในขณะที่โคนิเดียของเชื้อรา *T. yunnanense* และ *T. kunmingense* มีลักษณะผิวเรียบ (Qiao *et al*., 2018; Samuels *et al*., 2010; Zheng *et al.,* 2021)

2. การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

2.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อรา Trichoderma spp. ด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST และ Multilocus Identification System for Trichoderma (MIST) ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST ในฐานข้อมูล NCBI พบว่า *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และไอโซเลท CB-Pin-01 มีลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS บางส่วนของยีน *tef-1*α และ *rpb2* เหมือนเชื้อรา *Trichoderma* spp. ร้อยละ 91.12-100 การจำแนกด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST จึงไม่สามารถระบุชนิดของ *Trichoderma* ได้ชัดเจน แต่สามารถจำแนกได้เบื้องต้นว่าเชื้อราดังกล่าวเป็นเชื้อราในสกุล *Trichoderma* ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสัณฐานวิทยาที่พบ (Table 4)

การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม MIST ในฐานข้อมูล ICTT ด้วยบริเวณ ITS ให้ผลการจำแนกเชื้อราไอโซเลท TDOAE002 และ CB-Pin-01 อยู่ในสกุล *Trichoderma* สอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และผลวิเคราะห์จากโปรแกรม nucleotide BLAST จากนั้นจำแนกระดับชนิดด้วยยีน *tef-1*α และ *rpb2* ซึ่งให้ผลการจำแนกเชื้อที่สอดคล้องกัน คือ จำแนกเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และไอโซเลท CB-Pin-01 เป็น *T. asperelloides* (Table 4) จะเห็นได้ว่าการจำแนกเชื้อราสกุล *Trichoderma* เบื้องต้นด้วยโปรแกรม MIST ให้ผลการจำแนกที่ชัดเจนมากกว่าโปรแกรม nucleotide BLAST เนื่องจาก MIST เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัยที่ศึกษาเชื้อราในสกุล *Trichoderma* โดยเฉพาะ โดยการตรวจสอบและจัดจำแนกชนิดเชื้อรา *Trichoderma* spp. ใหม่ให้ถูกต้องตามอนุกรมวิธานของ *Trichoderma* ในปัจจุบัน (Dou *et al*., 2020) ซึ่งปัจจุบัน (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566) มีเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ได้รับการตรวจสอบและจัดจำแนกไว้ในฐานข้อมูล ICTT แล้ว จำนวน 460 ชนิด (ICTT, 2022)

2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของเชื้อรา Trichoderma spp. การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการแบบ multilocus sequence ด้วยบริเวณ ITS (571 คู่เบส) ยีน *tef-1*α (607 คู่เบส) และยีน *rpb2* (1,082 คู่เบส) (Fig. 4) พบว่า *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 จัดอยู่ในกลุ่มของ *T. asperelloides*

Table 4 Percent identities of *Trichoderma asperelloides* TDOAE002 and *T. asperellum* CB-Pin-01 are identical to the reference genome in nucleotide BLAST and MIST database

	nucleotide BLAST		MIST	
	% identity	Species	% identity cut-off	Species
T. asperelloides TDOAE002				
ITS	100	*T. asperellum, T. hamatum,*	76	*Trichoderma* spp.
(537 bp)		*T. yunnanense, T. viride,*		
		T. asperelloides, T. pubescens		
*tef-1*α	99.59-100	*T. pseudoasperelloides*	97	*T. asperelloides*
(1,631 bp)	99.58-100	*T. asperelloides*		
	94.95-100	*T. asperellum*		
	99.69	*T. orientale*		
rpb2	98.48-100	*T. asperelloides*	99	*T. asperelloides*
(1,128 bp)	96.94-99.91	*T. asperellum*		
	99.90	*T. pseudoasperelloides*		
	99.56	*T. gamsii*		
	98.47	*T. spirale*		
	98.29	*T. yunnanense*		
	97.51	*T. kunmingense*		
	95.16-95.68	*T. hamatum*		
T. asperellum CB-Pin-01				
ITS	99.63-100	*T. asperellum*	76	*Trichoderma* spp.
(535 bp)	99.81	*T. hamatum, T. yunnanense,*		
		T. viride, T. asperelloides,		
		T. pubescens		
*tef-1*α	95.50-100	*T. asperelloides*	97	*T. asperelloides*
(844 bp)	91.12-100	*T. asperellum*		
rpb2	99.90-100	*T. pseudoasperelloides*	99	*T. asperelloides*
(1,087 bp)	98.59-100	*T. asperelloides*		
	97.15-99.91	*T. asperellum*		
	99.56	*T. gamsii*		
	98.47	*T. spirale*		
	98.29	*T. yunnanense*		
	97.51	*T. kunmingense*		
	95.11-95.68	*T. hamatum*		

Table 5 Pairwise distance showing nucleotide sequence similarity between 11 isolates/strains of *Trichoderma* spp. and *Cladobotryum tenue*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. *T. asperelloides* TDOAE002											
2. *T. asperellum* T1 (CB-Pin-01)	0.0000										
3. *T. asperelloides* GJS 04-116P	0.0014	0.0014									
4. *T. asperelloides* GJS 04-187	0.0000	0.0000	0.0014								
5. *T. asperelloides* GJS 99-6	0.0019	0.0019	0.0033	0.0019							
6. *T. asperellum* GJS 04-15	0.0235	0.0239	0.0235	0.0240	0.0257						
7. *T. asperellum* GJS 06-294	0.0235	0.0239	0.0235	0.0240	0.0257	0.0000					
8. *T. kunmingense* YMF 1.02659^{H}	0.0389	0.0389	0.0388	0.0396	0.0395	0.0164	0.0164				
9. *T. pseudoasperelloides* YMF1.04629^{H}	0.0005	0.0005	0.0010	0.0005	0.0020	0.0229	0.0229	0.0390			
10. *T. yunnanense* CBS 121219^{H}	0.0208	0.0211	0.0208	0.0209	0.0229	0.0164	0.0164	0.0325	0.0202		
11. *C. tenue* CBS 152.92^{R}	0.3150	0.3215	0.3169	0.3170	0.3162	0.3134	0.3123	0.3358	0.3100	0.3120	

Remark: The number of base differences per site from between sequences is shown. There were a total of 2,255 positions in the final dataset. Evolutionary analyses were conducted in MEGA11 software.

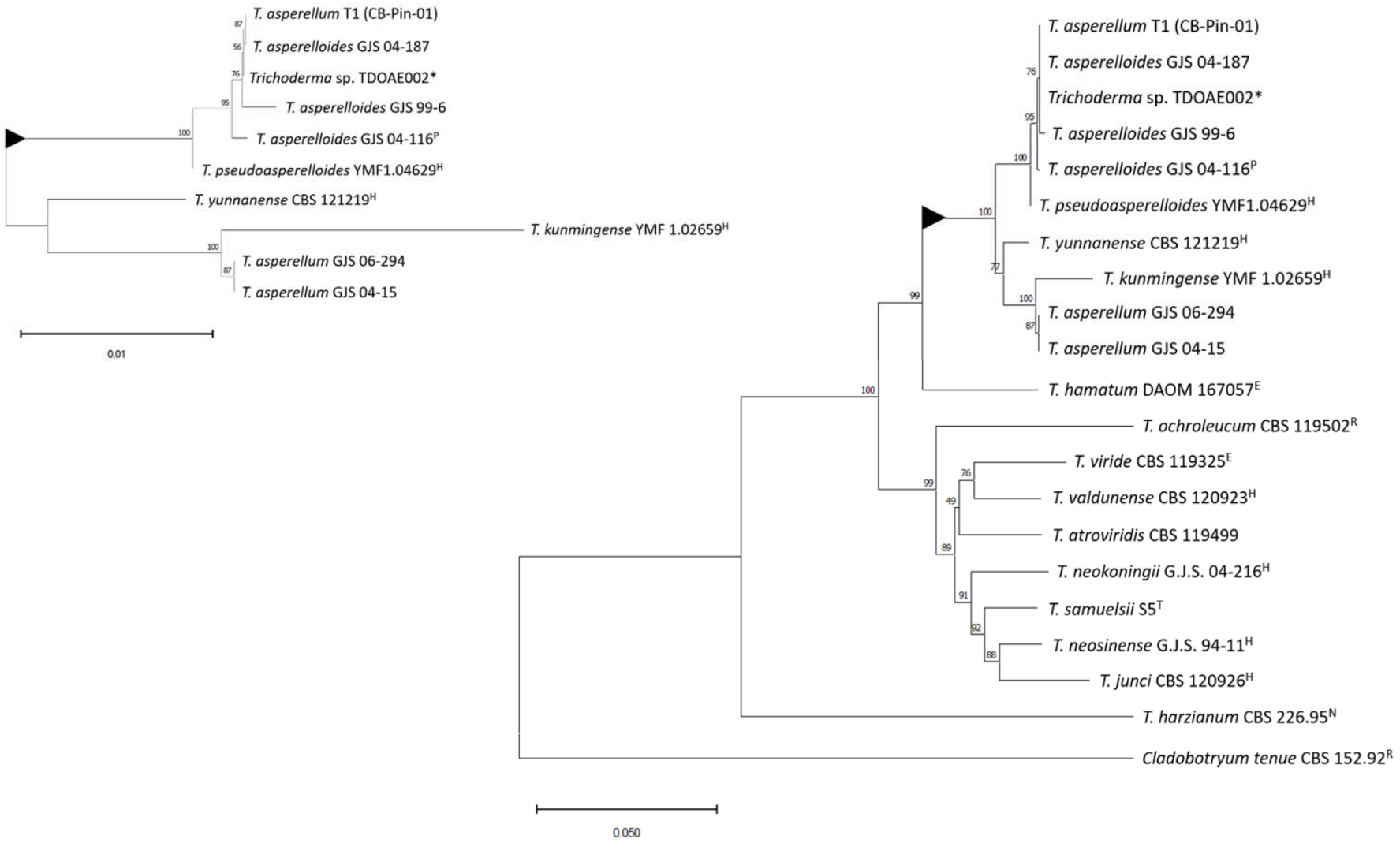


Fig. 4 Phylogenetic tree of *Trichoderma* spp. and *Cladobotryum tenue* (out-group) based on comparative analysis with multilocus sequences of the concatenated sequences of ITS, partial sequences of *tef-1*α, and *rpb2* (2,255 nucleotides) by the neighbor-joining method. The numbers above lines represent bootstrap values from 1,000 replicates with MEGA11 software. *Trichoderma* sp. TDOAE002 (*) and *T. asperellum* T1 (CB-Pin-01) were grouped into *T. asperelloides* group, they were close to *T. asperelloides* GJS 04-187 and GJS 99-6.

แยกออกจาก *T. yunanense, T. asperellum* และ *T. kunmingense* อย่างชัดเจน และแยกกลุ่มออกจาก *T. pseudoasperelloides* เล็กน้อย ด้วยค่า bootstrap 100 เปอร์เซ็นต์ซึ่ง *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 มีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนกับ *T. asperelloides* สายพันธุ์/ไอโซเลทอื่นๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ 98.12-100 เปอร์เซ็นต์ โดยเหมือนเชื้อรา *T. asperelloides* GJS 04-187 สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 5)

จากการจำแนกเชื้อราด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS บางส่วนของยีน *tef-1*α และ *rpb2* จึงจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช *Trichoderma* sp. TDOAE002 ไอโซเลทที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชในประเทศไทย เป็น *T. asperelloides* ซึ่งมีลักษณะการเจริญได้ดีบนอาหาร PDA เชื้อราไม่สร้างกลิ่น และสีบนอาหาร การแตกกิ่งของก้านชูโคนิเดียและ phialide สัณฐานของโคนิเดีย และการสร้าง chlamydospore สอดคล้องกับลักษณะของเชื้อรา *T. asperelloides* ตามการจัดจำแนกของ Samuels *et al.* (2010)

อย่างไรก็ตาม เชื้อราปฏิปักษ์โรคพืชไอโซเลท CB-Pin-01 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเดิมถูกจำแนกเป็น *T. harzianum* ต่อมาเมื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาโดยเฉพาะบริเวณผิวโคนิเดียร่วมกับการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS และบางส่วนของยีน *tef-1*α ได้มีการจำแนกใหม่เป็นเชื้อรา *T. asperellum* (Unartngam *et al*., 2020) นั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้เพิ่มการวิเคราะห์ยีน *rpb2* และวิเคราะห์แบบ mutilocus sequence พบว่าเชื้อราไอโซเลทดังกล่าว ถูกจัดจำแนกอยู่ในกลุ่มของ *T. asperelloides* โดยแยกกลุ่มออกจาก *T. asperellum* สายพันธุ์อื่นๆ อย่างชัดเจน

เชื้อรา *T. asperellum* species complex ในอดีตจำแนกเป็นชนิดเดียว คือ *T. asperellum* ปัจจุบันจำแนกเป็นเชื้อรา 5 ชนิด ได้แก่ *T. asperellum, T. yunanense, T. asperelloides, T. kunmingense* และ *T. pseudoasperelloides* โดยลักษณะสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันมาก แต่สามารถจำแนกความแตกต่างของแต่ละชนิดได้ด้วยวิธีการทางชีวโมเลกุล (Qiao *et al*., 2018; Samuels *et. al*., 2010; Yu *et al*., 2007) เชื้อรา *T. asperelloides* สามารถแยกได้จากดิน หรือเป็นราเอนโดไฟต์ ส่วนมากพบในเอเชีย แอฟริกา อเมริกา และอเมริกาใต้ แต่พบค่อนข้างน้อยในยุโรป เป็นเชื้อราที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมโรคพืช เช่น ราเอนโดไฟต์ *T. asperelloides* PSU-P1 ไอโซเลทจากประเทศไทย สามารถสร้างเอนไซม์ peroxidase polyphenol oxidase chitinase และ β-1,3-glucanase ยับยั้งเชื้อรา *Stagonosporopsis cucurbitacearum* สาเหตุโรคต้นแตกยางไหล (gummy stem blight) ของแคนตาลูป ในห้องปฏิบัติการ (Ruangwong *et al*., 2021) เชื้อรา *T. asperelloides* T-19 T4 และ T-109 ไอโซเลทของโคลัมเบีย นอกจากควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum Botrytis cinerea, Colletotrichum* sp., *Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii* ได้ในห้องปฏิบัติการแล้ว ยังทนทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช Captan (1,132.5 ppm) (Chaparro *et al.,* 2021) ดังนั้น นอกจากแนวทางในการใช้ *T. asperelloides* ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีแล้ว ยังอาจใช้ในแปลงเกษตรที่มีการใช้สารเคมีได้

อย่างไรก็ตาม การจำแนกชนิดเชื้อราโดยการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์หนึ่งในปัญหาที่อาจทำให้การค้นจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. เกิดความผิดพลาดได้ คือ การเลือกลำดับนิวคลีโอไทด์อ้างอิง ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรระมัดระวังอย่างยิ่ง เนื่องจากเมื่อมีการนำวิธีการศึกษาทางชีวโมเลกุลมาช่วยในการจัดจำแนกชนิดเชื้อรา ทำให้มีการพบเชื้อรา *Trichoderma* ชนิดใหม่เพิ่มขึ้นจำนวนมาก อีกทั้งเชื้อรา *Trichoderma* หลายสายพันธุ์/ไอโซเลทได้รับการจำแนกชนิดใหม่เพื่อให้ถูกต้อง และเป็นปัจจุบันตามหลักอนุกรมวิธาน แต่ *Trichoderma* บางสายพันธุ์/ไอโซเลทที่รายงานไว้ในฐานข้อมูล ยังไม่ได้รับการจำแนกชนิดใหม่ และยังใช้ชื่อเดิม (Samuels *et al*., 2010) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงพิจารณาเลือกเฉพาะสายพันธุ์อ้างอิงที่มีข้อมูลการจัดจำแนกที่น่าเชื่อถือและเป็นปัจจุบัน โดยเลือกสายพันธุ์ที่เป็น holotype neotype paratype epitype หรือ reference material ของแต่ละชนิด และสายพันธุ์ที่ได้รับการจำแนกจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันทั้ง *T. asperellum* และ *T. asperelloides* เพื่อหลีกเลี่ยงข้อมูลที่ผิดพลาด เนื่องจากเชื้อราทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะสัณฐานวิทยาที่เหมือนกัน และมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูง

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราปฏิปักษ์โรคพืช *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 พบว่า มีลักษณะเหมือนเชื้อรา *T. asperellum* ไอโซเลท CB-Pin-01 ทั้งลักษณะการเจริญบนอาหาร PDA ลักษณะของเส้นใย ก้านชูโคนิเดีย phialide และ chlamydospore ส่วนโคนิเดียมีขนาดใกล้เคียงกัน และมีผิวโคนิเดียขรุขระ สอดคล้องกับลักษณะของเชื้อรา *T. asperellum, T. asperelloides* และ *T. pseudoasperelloides* การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของบริเวณ ITS บางส่วนของยีน *tef-1*α และ *rpb2* ด้วยโปรแกรม nucleotide BLAST จำแนกเชื้อรา ไอโซเลท TDOAE002 และไอโซเลท CB-Pin-01 อยู่ในสกุล *Trichoderma* ในขณะที่โปรแกรม MIST จำแนกเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท เป็น *T. asperelloides* สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการแบบ multilocus sequence พบว่า *Trichoderma* sp. ไอโซเลท TDOAE002 และ ไอโซเลท CB-Pin-01 อยู่ในกลุ่มของเชื้อรา *T. asperelloides* แยกออกจากเชื้อราอื่นๆ ในกลุ่มของ *T. asperellum* species complex ดังนั้น จากผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับลักษณะทางพันธุกรรม จึงจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* ไอโซเลท TDOAE002 เป็น *T. asperelloides* ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ช่วยให้สามารถจัดจำแนกอนุกรมวิธานของเชื้อรา *T. asperelloides* ไอโซเลท TDOAE002 ได้ถูกต้องตามหลักการจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. และเป็นฐานข้อมูลเพื่อศึกษาความหลากหลาย วิวัฒนาการ และตรวจสอบความถูกต้องของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์/ไอโซเลทอื่นๆ ที่จะนำมาเป็นเชื้อปฏิปักษ์โรคพืชในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Abbey, J.A., D. Percival, L. Abbey, S.K. Asiedu, B. Prithiviraj and A. Schilder. 2019. Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*)-prospects and challenges. Biocontrol Science and Technology 29: 207-228.

Cai, F. and I.S. Druzhinina. 2021. In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. Fungal Diversity 107: 1-69.

Carbone, I. and L.M. Kohn. 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. Mycologia 91(3): 553-556.

Chamswarng, C. 2006. Biological Control of Plant Diseases. Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom province. 323 p. (in Thai)

Chamswarng, C. 2017. *Trichoderma,* the fugus play a roles in future crop production. pp. 14-17. *In*: Kasetapirom 4(9). Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom province. (in Thai)

Chamswarng, C. 2020. *Trichoderma:* Antagonistic Fungus for Plant Disease Control. Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom province. 566 p. (in Thai)

Chamswarng, C., W. Intanoo, R. Dhitikiattipong and P. Charoenrak. 2012. The use of *Trichoderma* powder formulation isolate 01-52 for reducing dirty panicle disease and increasing yield of rice in paddy fields. pp. 460-464. *In*: The 2nd National Conference on Rice "a new dimension of Thai rice research, ready to take action on climate changes and open Asian free markets". December 21-23, 2012. Swissotel Le Concorde, Bangkok. (in Thai)

Chaparro, A.P., L.H. Carvajal and S. Orduz. 2021. Fungicide tolerance of *Trichoderma asperelloides* and *T. harzianum* strains. Agricultural Sciences 2 (3): 301-307.

Charoenrak, P. and C. Chamswarng. 2015. Application of *Trichoderma asperellum* fresh culture bioproduct as potential biological control agent of fungal diseases to increase yield of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences 12(2): 67-85.

Department of Agricultural Extension. 2020. Application of Microorganisms (Bio-pesticides) for Plant Pest Control. 2nd ed. Bureau of Technology Transfer Development, Bangkok. 31 p. (in Thai)

Dou, K., Z. Lu, Q. Wu, M. Ni, C. Yu, M. Wang, Y. Li, X. Wang, H. Xie, J. Chen and C. Zhang. 2020. MIST: a Multilocus Identification System for *Trichoderma*.

Applied and Environmental Microbiology 86(18): 1-13.

Druzhinina, I.S. and C.P. Kubicek. 2005. Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters. Journal of Zhejiang University SCIENCE 6B(2): 100-112.

Druzhinina, I.S., C.P. Kubicek, M. Komoń-Zelazowska, T.B. Mulaw and J. Bissett. 2010. The *Trichoderma harzianum* demon: complex speciation history resulting in coexistence of hypothetical biological species, recent agamospecies and numerous relict lineages. BMC Evolutionary Biology 10: 1-14.

ICTT. 2022. Taxonomy 2022. Available source: https://trichoderma.info/trichoderma-taxonomy-2020/. (February 21, 2003)

Jaklitsch, W.M., M. Komon, C.P. Kubicek and I.S. Druzhinina. 2005. *Hypocrea voglmayrii* sp. nov. from the Austrian Alps represents a new phylogenetic clade in *Hypocrea/Trichoderma.* Mycologia 97: 1365-1378.

Karnpakdee, S., O. Piasai, W. Serewan, P. Karnpakdee and N. Khewkhom. 2021. The application of *Trichoderma asperellum* powder to control sheath blight disease of rice caused by *Rhizoctonia solani*. Khon Kaen Agriculture Journal 49(1): 155-166. (in Thai)

Kumar, S. 2013. *Trichoderma*: a biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary 1: 106-121.

Liu, Y.J., S. Whelen and B.D. Hall. 1999. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerse II subunit. Molecular Biology and Evolution 16(12): 1799-1808.

Qiao, M., X. Du, Z. Zhang, J.P. Xu and Z.F. Yu. 2018. Three new species of soil-inhabiting *Trichoderma* from southwest China. MycoKeys 44: 63-80.

Ruangwong, O., P. Wonglom, N. Phoka, N. Suwannarach, S. Lumyong, S. Ito and A. Sunpapao. 2021. Biological control activity of *Trichoderma asperelloides* PSU-P1 against gummy stem blight in muskmelon (*Cucumis melo*). Physiological and Molecular Plant Pathology 115: 101663.

Safavi, S.A. 2010. Isolation, identification and pathogenicity assessment of a new isolate of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* in Iran. Journal of Plant Protection Research 50(2): 157-163.

Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4: 406-425.

Samuels, G.J., A. Ismaiel, M.C. Bonn, R. De Respinis and O. Petrini. 2010. *Trichoderma asperellum* sensu lato consists of two cryptic species. Mycologia 102(4): 944-966.

Samuels, G.J., E. Lieckfeldt and H.I. Nirenberg. 1999. *Trichoderma asperellum*, a new species with warted conidia, and redescription of *T. viride*. Sydowia 51: 71-88.

Tamura, K., G. Stecher and S. Kumar. 2021. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. Molecular Biology and Evolution 38(7): 3022-3027.

Unartngam, J., B. Srithongkum, W. Intanoo, P. Charoenrak and C. Chamswarng. 2020. Morphological and molecular based identification of *Trichoderma* CB-Pin-01 biological control agent of plant pathogenic fungi in Thailand. International Journal of Agricultural Technology 16(1): 175-188.

White, T.J., T. Bruns, S. Lee and J. Talor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. pp. 315-322. *In*: Gelfand MAIDH, Sninsky, J.J. and White, T.J. (eds.) PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, New York.

Wongcharoen, A. 2014. Screening of endophytic fungi from rice (*Oryza sativa* L.) against rice pathogenic fungi. Khon Kaen Agriculture Journal 42(3): 385-396. (in Thai)

Yu, Z.F., M. Qiao, Y. Zhang and K.Q. Zhang. 2007. Two new species of *Trichoderma* from Yunnan, China. Antonie van Leeuwenhoek 92: 101-108.

Zheng, H., M. Qiao, Y. Lv, X. Du, K.Q. Zhang and Z. Yu. 2021. New Species of *Trichoderma* isolated as endophytes and saprobes from southwest China. Journal of Fungi 7: 467.

ฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ (มะลิดำ 2) ไฮโดรไลเสต ต่อหนูแรทที่มีภาวะโรคเบาหวาน

Effects of Mali Nil Surin (Mali Dam 2) Rice Bran Hydrolysate on Diabetic Rats

รัฐธิภา ธนารักษ์[1] ธัญวราภรณ์ ปรุงฆ้อง[2] จิระประภา ป้องหลง[3]
คัมภีร์พร บุญหล่อ[3] พัชรีวัลย์ ปั้นเหน่งเพ็ชร[3]
Ratthipha Thanaruksa[1] Tunvaraporn Proongkhong[2] Jiraprapa Ponglong[3]
Kampeebhorn Boonloh[3] Patchareewan Pannangpetch[3]

Abstract

Mali Nil Surin (Mali Dam 2) is a non-glutinous rice variety with a black pericarp which contains higher levels of phenol antioxidants to prevent free radicals and serve potentially as nature-derived treatment against many non-communicable diseases, such as type 2 diabetes (T2D). The research aims to study the effect of Mali Nil Surin rice bran hydrolysate (RBH) on blood glucose level and the insulin resistance. To investigate antidiabetic activity, the laboratory rats were made chronically hyperglycemia feeding high fat-high fructose diet (HFFD) in compared with distilled water (normal control) for 10 weeks. Then the diabetic rats were given distilled water (HFFD control), RBH (100 or 300 mg/kg body weight per day) and Pioglitazone (drug treatment of T2D) over a 6-week period. Body weight, fasting blood glucose (FBG), oral glucose tolerance test (OGTT), insulin resistance (HOMA-IR value) and hormone leptin were thoroughly evaluated. After six weeks, the diabetic rats (HFFD control) showed increasing in body weight, FBG, OGTT, insulin and leptin level, and HOMA-IR value comparing with the normal control. In addition, both doses of RBH could significantly lower the value of all these parameters compared to the HFFD-control, similar to that of Pioglitazone intake. However, the body weight gain in the RBH-fed as well as the Pioglitazone-fed were not different from HFFD-fed rats. In conclusion, the Mali Nil Surin rice RBH could be a useful nutraceutical to control the blood glucose levels. Hence, Mali Nil Surin rice should be accordingly considered to facilitate the prevention and treatment of type 2 diabetes.

Keywords: Mali Nil Surin, rice bran, *Rattus norvegicus,* protein hydrolysate, type 2 diabetes, insulin resistance

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์มะลินิลสุรินทร์ (มะลิดำ 2) เป็นข้าวเจ้าเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ มีสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มโพลีฟีนอลสูง ซึ่งช่วยกำจัดอนุมูลอิสระ และทำหน้าที่เป็นยาจากธรรมชาติในการรักษาโรคไม่ติดต่อหลายชนิด เช่น เบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes (T2D)) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ต่อระดับน้ำตาลในเลือด รวมถึงภาวะดื้ออินซูลิน ดำเนินการโดยเหนี่ยวนำให้หนูทดลองมีภาวะโรคเบาหวานจากการได้รับอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับน้ำกลั่น สารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ (ขนาด100 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) และยารักษาโรคเบาหวาน Pioglitazone แก่หนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ บันทึกและประเมินพารามิเตอร์เกี่ยวกับภาวะโรคเบาหวาน ได้แก่

Received: March 25, 2022/ Revised: March 3, 2023/ Accepted: March 7, 2023

[1] ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000 โทร. 0-4451-1394
Surin Rice Research Center, Mueang, Surin 32000 Tel. 0-4451-1394

[2] ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น 40130 โทร. 0-4331-1155
Chum Phae Rice Research Center, Chum Phae, Khon Kaen 40130 Tel. 0-4331-1155

[3] ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทร. 0-4334-8397
Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Mueang, Khon Kaen 40002 Tel. 0-4334-8397

น้ำหนักตัว ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ฤทธิ์ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดสูงเฉียบพลัน ปริมาณอินซูลิน ภาวะดื้อต่ออินซูลิน และปริมาณฮอร์โมนเลปทิน ผลการทดลอง พบว่า หนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน มีการเพิ่มขึ้นของทั้งน้ำหนักตัว ระดับน้ำตาลในเลือด ปริมาณอินซูลินและเลปทิน และมีความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นเฉียบพลันบกพร่อง ร่วมกับมีภาวะดื้อต่ออินซูลินและเลปทิน อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มหนูทดลองปกติที่ไม่มีภาวะโรคเบาหวาน ทั้งนี้ การป้อนสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ทั้ง 2 ขนาดแก่หนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน สามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้ความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นเฉียบพลันดีขึ้น ลดปริมาณอินซูลินและเลปทิน และลดภาวะดื้อต่ออินซูลินและเลปทิน ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับการได้รับยา Pioglitazone อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของร้อยละของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของหนูทดลองภาวะโรคเบาหวานทั้งที่ได้รับน้ำกลั่น สารสกัดรำข้าว และยา Pioglitazone สรุปได้ว่าสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในหนูทดลองภาวะโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้

คำสำคัญ: ข้าวมะลินิลสุรินทร์ รำข้าว หนูแรท สารสกัดรำข้าว ไฮโดรไลเสต โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ภาวะดื้อต่ออินซูลิน

คำนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus หรือ diabetes) หมายถึง โรคที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกินกว่าปกติอย่างต่อเนื่องและเรื้อรัง เกิดจากความผิดปกติของตับอ่อนทำให้เกิดการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินได้น้อยกว่าปกติหรือเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ที่ส่งผลให้ฮอร์โมนอินซูลินทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (Siriraj Piyamaharajkarun Hospital, 2021) โรคเบาหวานเป็นกลุ่มโรคเมแทบอลิซึมที่ระบบการเผาผลาญอาหารของร่างกายผิดปกติ โดยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes (T2D)) ซึ่งพบมากที่สุด มีสาเหตุหลักเกิดจากการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินจากเบต้าเซลล์ของตับอ่อนบกพร่อง และร่างกายมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน โรคเบาหวานเป็นหนึ่งในโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เป็นปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุขและมีสาเหตุหลักเกิดจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตไม่เหมาะสม จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มสูงถึง 590 ล้านคน ภายในปี ค.ศ. 2035 (Meek and Morton, 2016) ซึ่งผู้ป่วยระยะแรกสามารถรักษาได้ด้วยการรับประทานยาลดระดับน้ำตาลในเลือด

อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อน มีหน้าที่นำน้ำตาลกลูโคสในเลือดจากการย่อยอาหารเข้าไปยังเซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงาน ผู้ป่วยโรคเบาหวานไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้เป็นพลังงานได้เต็มที่เนื่องจากเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งส่งผลให้เซลล์ไม่ตอบสนองต่ออินซูลิน จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรัง แม้ว่าจะมีการสร้างอินซูลินจากตับอ่อนในปริมาณปกติก็ตาม ผู้ป่วยโรคเบาหวานส่วนใหญ่มักมีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานหรือภาวะอ้วน (Folk Doctor, 2006) ภาวะอ้วนถือเป็นปัจจัยชี้วัดเบื้องต้นที่บอกได้ว่าจะมีโอกาสกลายเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มากขึ้น (Diabetes Channel, 2020)

เลปทินสร้างจากเนื้อเยื่อไขมัน ทำหน้าที่เสมือนเป็นฮอร์โมนหยุดความหิว หากร่างกายมีฮอร์โมนชนิดนี้ต่ำ จะทำให้อยากอาหาร แต่หากมีระดับสูงเกินไป จะทำให้เกิดภาวะดื้อต่อเลปทิน มีผลทำให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานได้น้อยลง และก่อให้เกิดโรคอ้วนตามมา (Folk Doctor, 2006) เลปทินสัมพันธ์กับการเกิดโรคเมแทบอลิกอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถใช้เป็นตัวทำนาย (biomarker) การเกิดโรคเบาหวานในระยะแรกได้ (Katsiki *et al*., 2018)

โรคเบาหวานมักจะพบร่วมกับโรคไขมันในเลือดสูง และยังเป็นจุดเริ่มของภาวะแทรกซ้อน รวมถึงโรคร้ายแรงอื่น เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ ไตวาย ระบบประสาทตาเสื่อมหรือโรคติดเชื้อเป็นแผลหายยากจนต้องทำการตัดอวัยวะ เช่น แขนหรือขาทิ้ง งานวิจัยเกี่ยวกับโรคเบาหวานที่ผ่านมา ส่วนใหญ่จึงมุ่งไปที่การศึกษาเพื่อหายารักษาโรคเบาหวาน ซึ่งในยุคปัจจุบัน ยาหรืออาหารเสริมที่พัฒนามาจากสารสกัดธรรมชาติ เช่น โปรตีนไฮโดรไลเสต หรือเปปไทด์จากพืช กำลังได้รับความสนใจมากที่สุด เนื่องจากมีผลข้างเคียงต่ำ (Wu *et al*., 2020) และผู้บริโภคสามารถรับประทานเพื่อเป็นการป้องกันก่อนเกิดโรค เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคแล้ว การป้องกันโรคมีค่าใช้จ่ายน้อยและมีประสิทธิภาพมากกว่า

โปรตีนไฮโดรไลเสต เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโปรตีนจากพืชหรือสัตว์ด้วยความร้อน เอนไซม์หรือสารเคมี

ให้มีขนาดเล็ก โดยโปรตีนไฮโดรไลเสตประกอบด้วยเปปไทด์ (การเรียงตัวของกรดอะมิโนอิสระจำนวน 2-30 ตัว) สายสั้นๆ หลายสายรวมกัน ซึ่งรูปแบบ ความยาว และลำดับการเรียงตัวของกรดอะมิโนอิสระจะส่งผลถึงคุณสมบัติของเปปไทด์ที่แตกต่างไปจากโปรตีนเดิม

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย นอกจากเป็นแหล่งพลังงาน ปัจจุบันข้าวได้รับความสนใจในแง่อาหารฟังก์ชัน (functional food) ที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพด้านการป้องกัน หรือรักษาโรคนอกเหนือจากคุณค่าโภชนาการขั้นพื้นฐาน เช่น ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ลดความดันโลหิต เป็นต้น (Ishikawa *et al*., 2015; Kubota *et al*., 2020) คุณประโยชน์ดังกล่าวเกิดจากสารออกฤทธิ์ชีวภาพ (bioactive compound) ซึ่ง Komanasin *et al.* (2020) พบว่า สารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเสตมีประสิทธิภาพในการลดองค์ประกอบของเมแทบอลิกซินโดรมในส่วนที่เป็นความดันเลือด ต้านการอักเสบ ลดภาวะเครียดออกซิเดชัน และเพิ่มระดับสารต้านอนุมูลอิสระ อันจะส่งผลต่อการลดภาวะดื้ออินซูลิน

ข้าวสี (pigmented rice) พบการสะสมของสารพฤกษเคมีบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดจำพวกสารกลุ่มแอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก ส่งผลให้ข้าวสีมีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงกว่าข้าวขาว (Samyor *et al*., 2017) มีรายงานว่า สารสกัดโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าวทับทิมชุมแพซึ่งเป็นข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีฤทธิ์ต้านไขมัน (antidyslipidemic) ยับยั้งเบาหวาน (antidiabetic) และลดภาวะดื้ออินซูลิน (reduce insulin resistance) (Boonloh *et al*., 2022) ในขณะที่สารสกัดจากรำข้าวของข้าวเหนียวสีม่วงมีฤทธิ์ควบคุมการเจริญของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก (prostate cancer LNCaP) และมะเร็งตับ (hepatocellular carcinoma HepG2) (Kannan *et al*., 2010) การบริโภคข้าวกล้องหรือรำข้าวของข้าวที่มีสีจึงมีแนวโน้มให้ผลเชิงบวกต่อสุขภาพ รวมทั้งอาจใช้เป็นแนวทางการป้องกันรักษาโรคจากความผิดปกติของระบบเผาผลาญอาหารในร่างกาย นอกเหนือจากแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ควบคุมอาหารและการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน

ข้าวมะลินิลสุรินทร์ (มะลิดำ 2) ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมการข้าวในปี พ.ศ. 2560 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงดำ และมีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี Changsri *et al.* (2010) รายงานการพบปริมาณและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงในข้าวมะลินิลสุรินทร์ โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิก ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีที่ส่งผลเชิงบวกต่อฤทธิ์ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory activity) ทำให้พืชที่มีฟีนอลิกสูงมีแนวโน้มใช้เป็นยาป้องกันโรคเบาหวานได้ (Dias *et al*., 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากข้าวมะลินิลสุรินทร์มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่เพาะเลี้ยง (Chatthongpisut, 2013) ข้าวมะลินิลสุรินทร์จึงมีความน่าสนใจในฐานะพืชอาหารที่อาจใช้เพื่อการป้องกันรักษาโรคเบาหวานได้

งานวิจัยนี้ มีแนวคิดที่จะศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ที่มีต่อโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในสัตว์ทดลอง โดยใช้หนูแรทซึ่งเป็นสัตว์ทดลองที่นิยมนำมาศึกษาเกี่ยวกับโรคที่เกิดขึ้นในคน (human diseases) เนื่องจากหนูแรทเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนาดเล็ก วงจรชีวิตสั้น เลี้ยงง่าย และมีลำดับนิวคลีโอไทด์ในจีโนมตามรายงานของ Genome Sequencing Project Consortium บริเวณที่เป็นยีนก่อโรค ใกล้เคียงกับตำแหน่งของยีนก่อโรคในคน (Coughlin, 2018) ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ต่อหนูแรทปกติ และหนูแรทที่มีภาวะโรคเบาหวาน จึงให้ยารักษาโรคเบาหวาน Pioglitazone (Takeda Pharmaceutical, Japan) ละลายในน้ำกลั่นป้อนหนูแรทเพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุมเชิงบวก (positive control)

ผลงานวิจัยในสัตว์ทดลองนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อแนวทางการรักษาและป้องกันโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รวมถึงส่งผลให้การบริโภคข้าวมะลินิลสุรินทร์มีคุณค่าทั้งในแง่แหล่งพลังงาน และอาหารเสริม ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และผู้ประกอบการให้สามารถวิจัยและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อใช้ในการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สัตว์ทดลอง

หนูแรท (*Rattus norvegicus*) เพศผู้ น้ำหนักตัว 230-250 กรัม จากศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ (ศาลายา) มหาวิทยาลัยมหิดล นำมาเลี้ยงที่ศูนย์สัตว์ทดลองภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่มีระบบการควบคุมที่ได้มาตรฐาน HVAC system เป็นไปตามมาตรฐานจรรยาบรรณการใช้สัตว์ที่สำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติได้กำหนดไว้ และได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขอ้างอิง IACUC-KKU-8/62

2. การเหนี่ยวนำสัตว์ทดลองให้อยู่ในภาวะโรคเบาหวานชนิดที่ 2

หนูแรทถูกแบ่งอย่างสุ่มเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว โดยในช่วง 10 สัปดาห์แรก หนูแรทกลุ่มที่ 1 และ 2 ได้รับอาหารเลี้ยงหนูปกติ (CP Mice Feed, Samut Prakan Province, Thailand) ถือเป็นกลุ่มควบคุมและแสดงภาวะปกติ (Normal) ให้ชื่อว่า หนูแรทปกติ ในขณะที่หนูแรทกลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 ถูกเลี้ยงด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง (40% lard, 20% fructose) หรืออาหาร high fat-high fructose diet (HFFD) เพื่อเหนี่ยวนำให้หนูแรทมีภาวะโรคเบาหวาน ให้ชื่อว่า หนูแรทภาวะโรคเบาหวาน เมื่อครบกำหนด 10 สัปดาห์ เก็บเลือดจากหลอดเลือดดำที่หางของหนูแรทเพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (fasting blood glucose (FBG)) โดยใช้เครื่อง glucometer (Accu-Chek Performa, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) และตรวจวัดความทนต่อน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นอย่างเฉียบพลัน (oral glucose tolerance test (OGTT)) บันทึกข้อมูล จากนั้นเลี้ยงหนูแรทต่ออีก 6 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 11 ถึงสัปดาห์ที่ 16 หนูแต่ละกลุ่มได้รับอาหารและกรรมวิธีทดลองแตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หนูแรทปกติ (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารเลี้ยงหนูปกติ และการป้อนน้ำกลั่น ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (normal+DW)

กลุ่มที่ 2 หนูแรทปกติ ได้รับอาหารเลี้ยงหนูปกติ และได้รับการป้อนสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ (RBH) ขนาด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (normal+RBH300)

กลุ่มที่ 3 หนูแรทภาวะโรคเบาหวาน (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหาร HFFD และการป้อนน้ำกลั่นติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (HFFD+DW)

กลุ่มที่ 4 หนูแรทภาวะโรคเบาหวาน ที่ได้รับอาหาร HFFD และยารักษาเบาหวาน Pioglitazone (positive control) 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (HFFD+Pioglitazone)

กลุ่มที่ 5 หนูแรทภาวะโรคเบาหวาน ได้รับอาหาร HFFD และการป้อนสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (HFFD +RBH100)

กลุ่มที่ 6 หนูแรทภาวะโรคเบาหวาน ได้รับอาหาร HFFD และการป้อนสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ติดต่อกัน 6 สัปดาห์ (HFFD +RBH300)

เมื่อครบ 16 สัปดาห์ ตรวจวัดระดับน้ำตาลและพารามิเตอร์ต่างๆ ของหนูแรท จำนวน 5 กิจกรรม ประกอบด้วย 1) ฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อน้ำหนักตัวของหนูทดลอง เนื่องจากภาวะน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานสามารถใช้เป็นข้อบ่งชี้เบื้องต้นของภาวะโรคเบาหวาน 2) ฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารของหนูทดลอง 3) ฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อภาวะน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเฉียบพลันของหนูทดลอง เนื่องจากการได้รับอาหาร HFFD ปริมาณมากต่อเนื่องเป็นเวลานาน สามารถส่งผลให้เกิดความผิดปกติของระบบเผาผลาญอาหารในร่างกาย ซึ่งตรวจวัดได้จากการเพิ่มของระดับน้ำตาลในเลือด ความไม่สมดุลของระดับน้ำตาลในเลือด รวมไปถึงความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดบกพร่อง (impaired glucose tolerance) 4) การตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนอินซูลินของหนูทดลอง เพื่อคำนวณค่า HOMA-IR ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า HOMA-IR ถือเป็นข้อบ่งชี้ถึงภาวะดื้อต่ออินซูลินที่เพิ่มมากขึ้น และ 5) การตรวจวัดปริมาณของฮอร์โมนเลปทินในเลือดของหนูทดลอง ที่สื่อถึงความผิดปกติในเบื้องต้นของฮอร์โมนอินซูลินที่ส่งผลต่อภาวะโรคเบาหวานได้

3. การสกัดโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ (rice bran hydrolysate, RBH)

นำรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไปผ่านการบีบน้ำมันออกโดยวิธีบีบเย็นที่บริษัทเมดิฟู้ดส์ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ โดยนำรำข้าวไปร่อนและแช่น้ำด้วยอัตราส่วนกากรำต่อปริมาณน้ำ 1:5 และปรับ pH ให้เท่ากับ 9.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และนำตัวอย่างเข้าเครื่อง

นึ่งแรงดันไอน้ำที่สภาวะกึ่งวิกฤติ (subcritical alkaline water extraction, SAW) ที่อุณหภูมิ 127 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที จากนั้นนำไปย่อยด้วยเอนไซม์ protease G6 ตามด้วยเอนไซม์ protease GN และหยุดปฏิกิริยาการย่อยโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างไปแยกสารละลายใสโดยผ่านการปั่นเหวี่ยงหรือการกรอง จากนั้นนำสารละลายใสซึ่งมีโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าว มาปรับความเป็นกรดด่างให้เป็นกลาง และนำสารละลายที่ได้ไปทำแห้งด้วยวิธีแช่แข็งระเหิด (freeze drying) หรือการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ผงสารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเสต (Fig. 1) ในการทดลองจะใช้สารสกัดรำข้าวไฮโดรไลเสต (RBH) 2 ขนาด ได้แก่ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (RBH100) และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (RBH300)

4. การตรวจสอบฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ต่อระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารของหนูทดลอง

เมื่อหนูทดลองแต่ละกลุ่มได้รับอาหารและกรรมวิธีทดลองที่แตกต่างกันครบ 6 สัปดาห์ นำหนูทดลองมาอดอาหารเป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง และเก็บเลือดจากหลอดเลือดดำที่หาง ตรวจสอบระดับน้ำตาลในเลือด โดยใช้เครื่อง glucometer เปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารระหว่างหนูทดลองกลุ่มต่างๆ

การประเมินฤทธิ์ของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเฉียบพลัน เพื่อประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลินของหนูทดลอง

Fig. 1 Protein hydrolysate of Mali Nil Surin rice bran

หลังได้รับกรรมวิธีทดลองครบ 6 สัปดาห์ ให้หนูทดลองอดอาหาร 8-12 ชั่วโมง เก็บเลือดจากหลอดเลือดดำที่หาง นำมาวัดระดับน้ำตาลที่เวลาเริ่มต้น (T_0) จากนั้นป้อนน้ำตาลกลูโคส 2 กรัมต่อกิโลกรัม แล้วเจาะเก็บเลือดตรวจวัดระดับน้ำตาลอีกครั้ง ที่เวลา 30 60 และ 120 นาที หลังป้อนน้ำตาล ทำการเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดทั้งหมด ตั้งแต่เวลา T_0 จนถึง 120 นาที โดยการคำนวณพื้นที่ใต้เส้นกราฟ (area under curve) ซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำตาลในเลือดทั้งหมด

5. การตรวจวัดปริมาณของฮอร์โมนอินซูลินและคำนวณค่า HOMA-IR เพื่อประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลินของหนูทดลอง

นำเลือดหนูทดลองหลังอดอาหาร มาปั่นแยกส่วนของซีรัม (serum) มาตรวจวัดฮอร์โมนอินซูลินโดยวิธี enzyme-linked immunosorbent assay kit (ELISA Kit, Millipore, MA, USA) และคำนวณค่า HOMA-IR ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงภาวะดื้อต่ออินซูลิน ดังนี้

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{Fasting glucose (mmol/mL)} \times \text{Fasting insulin (uIU/L)}}{22.5}$$

6. การตรวจวัดปริมาณของฮอร์โมนเลปทินในเลือดของหนูทดลอง

นำเลือดของหนูทดลองหลังอดอาหารมาปั่นแยกส่วนของซีรัม และนำซีรัมมาตรวจวัดฮอร์โมนเลปทิน โดยวิธี enzyme-linked immunosorbent assay kit (ELISA Kit, Millipore,MA, USA) ฮอร์โมนเลปทินเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด และลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อน้ำหนักตัวของหนูทดลอง

หนูทดลองมีน้ำหนักตัวเริ่มต้น โดยเฉลี่ย 220-230 กรัม ผลการทดลองพบว่า การเลี้ยงหนูด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ทำให้หนูทดลองมีน้ำหนักตัว (20.02±0.79 เปอร์เซ็นต์) เพิ่มขึ้น (% increase of body weight) ในช่วง 6 สัปดาห์หลังอย่าง

Table 1 Body weight gain of rats during six weeks after treatment consumption according to the groups

Treatment group	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16	% increase of BW (from week 11 to 16)
Normal+DW	649.33±17.64	675.67±18.99	694.17±19.67	716.67±21.36	721.43±23.99	731.00±20.46	10.72±0.49
Normal+RBH300	652.25±10.60	681.75±10.63	694.25±12.53	702.25±13.33	692.25±8.55	704.75±13.07	8.16±0.77*
HFFD+DW	617.86±25.79	652.86±25.26	677.43±27.88	715.71±27.06	716.14±29.05	763.57±27.41	20.02±0.79**
HFFD+RBH100	518.25±12.70	537.00±8.47	583.88±15.97	617.25±16.45	628.50±20.29	653.00±17.46	20.24±0.51**
HFFD+RBH300	529.13±21.95	555.38±23.95	586.38±25.85	613.13±25.47	624.88±28.23	647.00±27.15	17.60±1.11**
HFFD+Pio 10 mg/kg	528.40±21.21	579.60±19.50	623.20±16.24	670.40±18.67	672.00±20.32	711.20±21.66	25.78±1.02**

*$p < 0.05$ significantly decrease as compared to normal controls (normal+DW);

**$p < 0.05$, significantly increase as compared to normal controls (normal+DW)

BW: body weight, DW: distilled water, RBH100: rice bran hydrolysate 100 mg/kg, RBH300: rice bran hydrolysate 300 mg/kg,

HFFD: high fat-high fructose diet,

Pio: Pioglitazone (positive control)

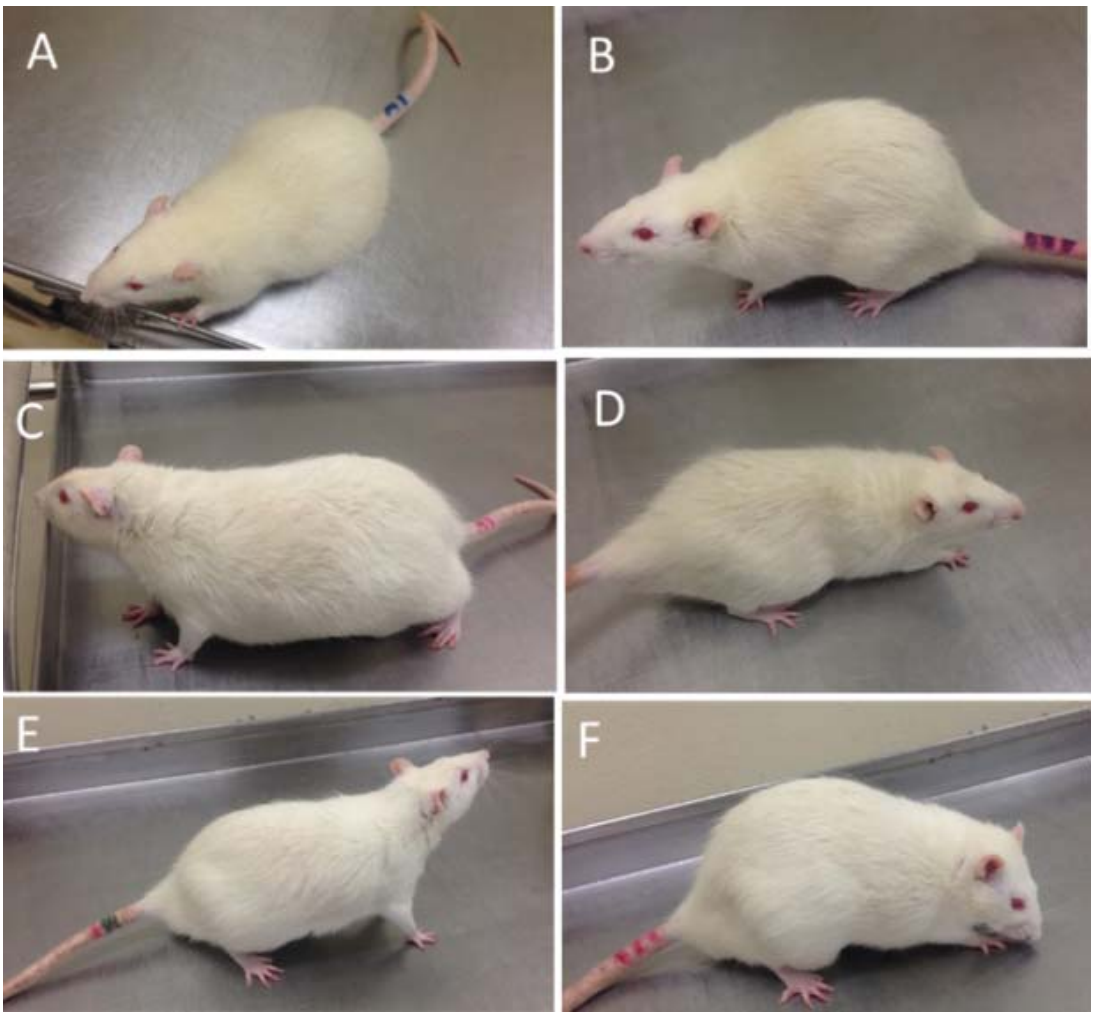


Fig. 2 Rats after 16-week consumption treatments: (A) Normal+DW, (B) Normal+RBH300, (C) HFFD+DW, (D) HFFD+RBH100, (E) HFFD+RBH300 and (F) HFFD+Pio 10 mg/kg

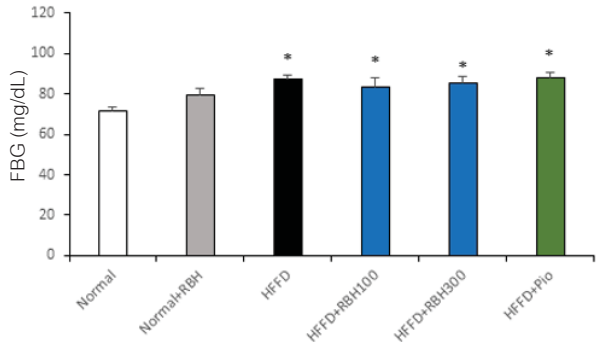
Table 2 Effects of Mali Nil Surin RBH on fasting blood glucose (FBG) in normal and HFFD-fed diabetic rats

Treatment	Fasting blood glucose (mg/dL)		
	Before treatment	After 4 weeks of treatment	After 6 weeks of treatment
Normal+DW	71.33±1.97	82.6±2.23	75.83±5.65
Normal+RBH 300	79.25±3.31	82±1.96	79.50±3.81
HFFD+DW	87.29±2.36*	99.5±4.74*	97.29±3.97*
HFFD+RBH100	83.75±4.30*	80.00±2.77**	78.33±2.26**
HFFD+RBH300	85.37±3.41*	84.17±2.26**	83.71±0.80**
HFFD+Pio 10 mg/kg	88.25±2.56*	87.75±2.10	79.2±3.81**

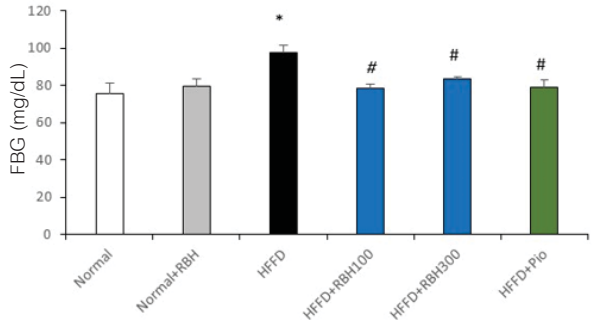
*$p < 0.05$, significantly increase as compared to normal controls;

**$p < 0.05$, significantly increase as compared to HFFD controls

DW: distilled water, RBH100: RBH 100 mg/kg, RBH300: RBH 300 mg/kg, HFFD: high fat-high fructose diet, Pio: Pioglitazone (positive control)

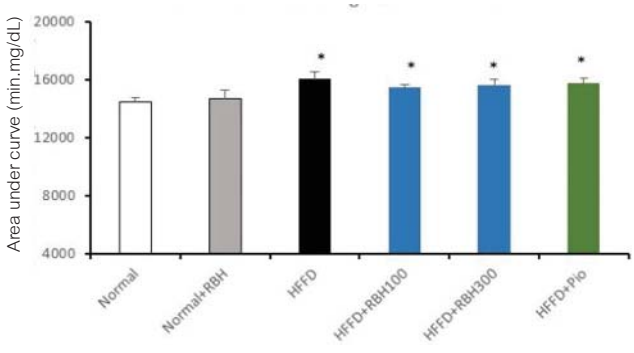


(a) Before treatment

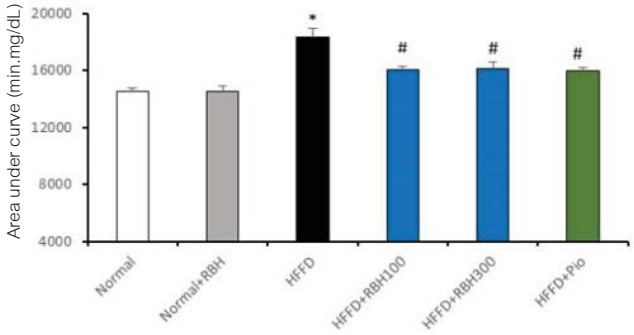


(b) After 6-week treatment

Fig. 3 Effects of Mali Nil Surin RBH on fasting blood glucose (FBG) in HFFD-fed diabetic rats before treatment and after 6-week treatment (*p < 0.05, significant increase as compared to normal controls; #p < 0.05, significant increase as compared to HFFD controls)



(a) Before treatment



(b) After 6-week treatment

Fig. 4 Effects of Mali Nil Surin RBH on oral glucose tolerance test (OGTT) in HFFD-fed diabetic rats before treatment and after 6-week treatment (*p < 0.05, significant increase as compared to normal controls; #p < 0.05, significant increase as compared to HFFD controls)

Table 3 Effects of Mali Nil Surin RBH on oral glucose tolerance test (OGTT) in normal rats and HFFD-fed diabetic rats

Treatment	Area under curve (min.mg/dL)		
	Before treatment	After 4 weeks of treatment	After 6 weeks of treatment
Normal+DW	14931±629	14578±268	14550±176
Normal+RBH 300	14704±682	15075±413	14509±374
HFFD+DW	16413±531*	17597±582*	18305±624*
HFFD+RBH100	15430±160*	15591±301**	16017±256**
HFFD+RBH300	15775±429*	15870±485**	16144±396**
HFFD+Pio 10 mg/kg	15727±384*	16624±207**	15986±222**

*p < 0.05, significant increase as compared to normal controls;

**p < 0.05, significant increase as compared to HFFD controls

DW: distilled water, RBH100: RBH 100 mg/kg, RBH300: RBH 300 mg/kg, HFFD: high fat-high fructose diet, Pio: Pioglitazone (positive control)

มีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ (10.72±0.49 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงเวลาเดียวกัน (Table 1, Fig. 2) หนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง ร่วมกับการได้รับสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตขนาด 100 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในช่วง 6 สัปดาห์หลัง พบว่า สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ไม่มีผลลดการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว (20.24±0.51 และ 17.60±1.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการได้รับยารักษาโรคเบาหวาน Pioglitazone 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (25.78±1.02 เปอร์เซ็นต์) (Table 1)

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสนใจว่า การให้สารสกัดจากรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตขนาด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ติดต่อกัน 6 สัปดาห์ แก่หนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ มีผลลดการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว (8.16±0.77 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูทดลองที่กินอาหารปกติกลุ่มควบคุม(10.72±0.49 เปอร์เซ็นต์) (Table 1) การบริโภคอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูงเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่นำไปสู่ปัญหาน้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน และภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งนำไปสู่ภาวะเบาหวานได้

2. ผลของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารของหนูทดลอง

การเลี้ยงหนูทดลองด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ มีผลให้หนูทดลองเริ่มมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน โดยดูจากค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FBG/FBS) ที่อยู่ในระดับก่อนภาวะโรคเบาหวาน (impaired fasting blood glucose) และมีความบกพร่องของความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นอย่างเฉียบพลัน (Table 2, Fig. 3a)

การให้สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตขนาด 100 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แก่หนูทดลองติดต่อกันในช่วงสัปดาห์ที่ 11 ถึง 16 ของการเลี้ยงด้วยอาหาร ไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง นั้น สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด (78.33±2.26 และ 83.71±0.80 mg/dL ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 2, Fig. 3b) เมื่อเปรียบเทียบกับหนูภาวะโรคเบาหวานจากการได้รับไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง ที่ได้รับน้ำกลั่น (97.29±3.97 mg/dL) นอกจากนี้ ยังพบว่า หนูทดลองที่ได้รับอาหารปกติร่วมกับสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ขนาด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ไม่มีผลเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด (79.50±3.81 mg/dL) (Table 2, Fig. 3b)

3. ผลของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อภาวะน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเฉียบพลันของหนูทดลอง

การเลี้ยงหนูทดลองด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง เป็นเวลานาน มีผลให้หนูทดลองเริ่มมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน โดยดูจากค่าความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นอย่างเฉียบพลัน (OGTT) ที่บกพร่องไป คือมีปริมาณน้ำตาลในเลือดตั้งแต่เวลาที่ T_0 ถึงเวลา 120 นาที หลังป้อนน้ำตาลให้แก่หนูทดลอง (18305±624 min.mg/dL) มีค่าสูงกว่าหนูทดลองที่ได้รับอาหารปกติ(14550±176 min.mg/dL) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 3, Fig. 4a) เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟ

การให้สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต RBH ขนาด 100 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แก่หนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน ช่วยให้ร่างกายของหนูจัดการกับปริมาณน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้น (16017±256 และ 16144±396 min.mg/dL ตามลำดับ) ได้ดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มหนูทดลองภาวะโรคเบาหวานที่ได้รับน้ำกลั่น (18305±624 min.mg/dL) อย่างมีนัยสำคัญ อาจกล่าวได้ว่าสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ช่วยให้การตอบสนองต่ออินซูลินดีขึ้น (Table 3, Fig. 4b)

4. ผลของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อการหลั่งอินซูลินของหนูทดลอง

หนูทดลองภาวะโรคเบาหวานที่ได้รับน้ำกลั่น มีระดับอินซูลินในเลือด (8.83±0.89 ng/mL) สูงขึ้นมากกว่าหนูปกติ (1.83±0.30 ng/mL) อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าหนูทดลองอยู่ในภาวะที่ร่างกายตอบสนองต่ออินซูลินลดลง ร่างกายจึงพยายามหลั่งอินซูลินให้มากขึ้น แต่ยังไม่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดยังคงสูง ดังนั้น เมื่อนำไปคำนวณค่า HOMA-IR หนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน (55.50±7.89) HFFD จึงมีค่าสูงกว่าหนูปกติ (7.04±1.14) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 4)

หนูทดลองภาวะโรคเบาหวานที่ได้รับสารสกัดรำข้าว

Table 4 Effects of Mali Nil Surin RBH on serum insulin and insulin resistance index (HOMA-IR value) in normal rats and HFFD-fed diabetic rats

Group	Serum Insulin (ng/mL)	HOMA-IR Value
Normal+DW	1.83±0.30	7.04±1.14
HFFD+DW	8.83±0.89*	55.50±7.89*
HFFD+RBH100	2.79±0.28**	13.40±1.33**
HFFD+RBH300	2.73±0.36**	14.07±2.15**
HFFD+Pio 10 mg/kg	1.57±0.14**	7.66±0.91**

*p < 0.05, significant increase as compared to normal controls;

**p < 0.05, significant increase as compared to HFFD controls

DW: distilled water, RBH100: RBH 100 mg/kg, RBH300: RBH 300 mg/kg, HFFD: high fat-high fructose diet, Pio: Pioglitazone (positive control)

มะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต RBH 100 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการหลั่งอินซูลินลดลงใกล้เคียงกับหนูทดลองปกติ เมื่อนำไปคำนวณค่า HOMA-IR พบว่า หนูทดลองภาวะโรคเบาหวานที่ได้รับสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต มีค่า HOMA-IR (13.40±1.33 และ 14.07±2.15 ตามลำดับ) ลดลงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับหนูทดลองปกติเช่นกัน (7.04±1.14) จึงอาจสรุปได้ว่า สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตมีฤทธิ์ช่วยเพิ่มการออกฤทธิ์ของอินซูลิน (ตับอ่อนของหนูทดลองจึงไม่ต้องหลั่งฮอร์โมนอินซูลินเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ) หรือช่วยให้เซลล์ตอบสนองต่ออินซูลินได้ดีขึ้น หรือสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตมีฤทธิ์รักษาภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 (Ha *et al.,* 2015)

5. ผลของสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตต่อการหลั่งฮอร์โมนเลปทินของหนูทดลอง

ในหนูทดลองปกติที่เซลล์ไขมันมีการตอบสนองต่อฮอร์โมนเลปทิน ฮอร์โมนเลปทินจะเร่งกระบวนการ

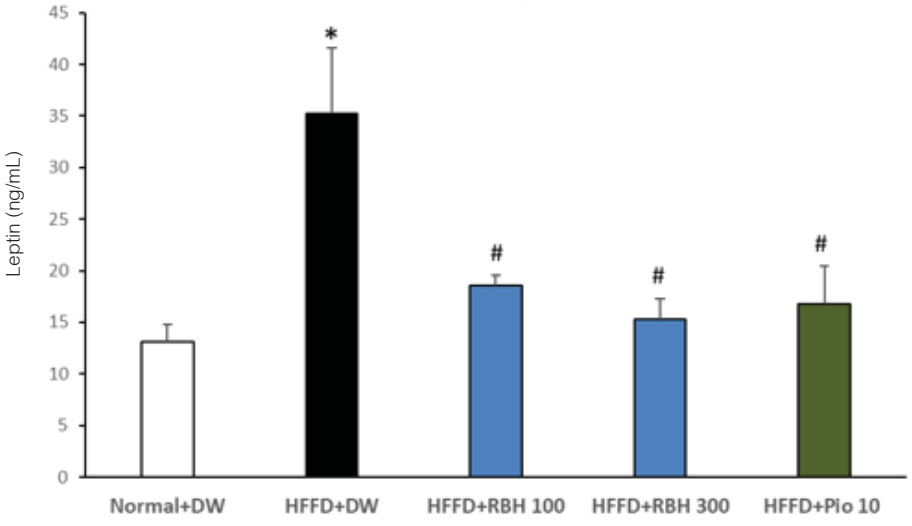


Fig. 5 Effects of Mali Nil Surin RBH on leptin secretion in HFFD-fed diabetic rats (*p < 0.05, significant increase as compared to normal controls; #p < 0.05, significant increase as compared to HFFD controls)

ออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ปริมาณไขมันที่เก็บสะสมไว้ภายในเซลล์ลดลง แต่ในหนูทดลองที่มีภาวะโรคอ้วน ระดับของฮอร์โมนเลปทินสูงขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการยับยั้งความอยากอาหาร เนื่องจากเกิดภาวะดื้อต่อฮอร์โมนเลปทิน ทำนองเดียวกันกับที่เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งภาวะดื้อต่อฮอร์โมนเลปทินเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้มีการเพิ่มการเก็บไขมันไว้ในเซลล์และลดกระบวนการออกซิเดชันของไขมัน ในการทดลองครั้งนี้ หนูทดลองกลุ่มภาวะโรคเบาหวาน มีระดับฮอร์โมนเลปทินสูงกว่าหนูทดลองปกติ แสดงว่า การได้รับอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูง ทำให้เกิดภาวะดื้อต่อฮอร์โมนเลปทิน และการให้สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ช่วยลดระดับฮอร์โมนเลปทิน อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจบ่งชี้ว่า สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสต ช่วยเพิ่มการตอบสนองของเซลล์ต่อฮอร์โมนเลปทิน หรือช่วยลดภาวะดื้อต่อฮอร์โมนเลปทิน (Fig.5) ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ Liu *et al.* (2018) ที่รายงานว่าการลดลงของฮอร์โมนเลปทิน เป็นตัวบ่งชี้ว่าภาวะดื้อต่อฮอร์โมนเลปทินและภาวะดื้อต่ออินซูลินดีขึ้น และช่วยลดอัตราการเกิดโรคเบาหวาน

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงหนูทดลองด้วยอาหารไขมันและน้ำตาลฟรุกโทสสูงเป็นระยะเวลานาน 10 สัปดาห์ ทำให้หนูทดลองมีภาวะโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งเป็นภาวะดื้อต่ออินซูลิน และการได้รับสารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตของหนูทดลองภาวะโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้ความทนต่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นเฉียบพลันดีขึ้น ลดภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน และฮอร์โมนเลปทิน ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการได้รับยารักษาโรคเบาหวาน Pioglitazone ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้ คาดว่า สารสกัดรำข้าวมะลินิลสุรินทร์ไฮโดรไลเสตอาจสามารถใช้เป็นทางเลือกในการรักษาภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 ได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าว ปี พ.ศ. 2561 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

Boonloh, K., R. Thanaruksa, T. Proongkhong, S. Thawornchinsombut and P. Pannangpetch. 2022. Nil-Surin rice bran hydrolysates improve lipid metabolism and hepatic steatosis by regulating secretion of adipokines and expression of lipid-metabolism genes. Journal of Medical Food 25(6): 597-606.

Changsri, R., P. Rakchum, P. Khangkhan, W. Laknongbu, M. Nakhonrieap, C. Krasaethep and W. Phansri. 2010. Mali Gomain Surin and Mali Nil Surin, the Esan's excellent aromatic non-glutinous different color rice varieties. p. 85. *In*: The 1st National Rice Research Conference. December 15-17, 2010. Kasetsart University. Bang Khen, Bangkok. (in Thai)

Chatthongpisut. R. 2013. Composition, stability and bioactivity of anthocyanins and phenolic compounds from Thai dark purple rice. Thesis. Doctoral Degree. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima province. 175 p. (in Thai)

Clare, D.A. and H.E. Swaisgood. 2000. Bioactive milk peptides: a prospectus. Journal of Dairy Science 83(6): 1187-1195.

Coughlin, K. 2018. The advantages of rat models. Available source: https://www.genetargeting.com/crispr/ the-advantages-of-rat-models. (October 25, 2022)

Diabetes Channel. 2020. Diabetes story. Available source: https://diabetes.in.th/ type-2-diabetes./. (January 5, 2020) (in Thai)

Dias, T.R., M.G. Alves, S. Casal, P.F. Oliveira and B. M. Silva. 2017. Promising potential of dietary (Poly) phenolic compounds in the prevention and treatment of diabetes mellitus. Current Medical Chemistry 24(4): 334-354.

Folk Doctor. 2006. Role of adiponectin in insulin sensitivity, type 2 diabetes. Available source: https://www.doctor.or.th /clinic/detail/8410. (January 5, 2020) (in Thai)

Ha, C.H., B. Swearingin and Y.K. Jeon. 2015. Relationship of visfatin level to pancreatic endocrine hormone level, HOMA-IR index, and HOMA β-cell index in overweight women who performed hydraulic resistance exercise. Journal of Physical Therapy Science 27(9): 2965-2969.

Ishikawa, Y., T. Hira, D. Inoue, Y. Harada, H. Hashimoto, M. Fujii, M. Kadowaki and H. Hara. 2015. Rice protein hydrolysates stimulate GLP-1 secretion, reduce GLP-1 degradation, and lower the glycemic response in rats. Food & Function 6(8): 2525-2534.

Kannan, A., N.S. Hettiarachchy, J.O. Lay and R. Liyanage. 2010. Human cancer cell proliferation inhibition by a pentapeptide isolated and characterized from rice bran. Peptides 31(9): 1629-1634.

Katsiki, N., D.P. Mikhailidis and M. Banach. 2018. Leptin, cardiovascular diseases and type 2 diabetes mellitus. Acta Pharmacologica Sinica 39(7): 1176-1188.

Komanasin, N., U. Kukongviriyapan, S. Thawornchinsombut, S. Thawornchinsombut, P. Intharapetch, W. Sangartit, A. Jongjareonrak and A. Sae-Eaw. 2020. Effect of rice bran hydrolysate from pilot scale production on metabolic syndrome subjects. Final Report. National Research Council of Thailand. 63 p. (in Thai)

Kubota, M., R. Watanabe, M. Hosojima, A. Saito, A. Sasou, T. Masumura, Y. Harada, H. Hashimoto, S. Fujimura and M. Kadowaki. 2020. Rice bran protein ameliorates diabetes, reduces fatty liver, and has renoprotective effects in Zucker Diabetic Fatty rats. Journal of Function Foods 70: 103981.

Liu, J., X. Yang, S. Yu and R. Zheng. 2018. The leptin resistance. Advances in Experimental Medicine and Biology 1090: 145-163.

Meek, T.H. and G.J. Morton. 2016. The role of leptin in diabetes: metabolic effects. Diabetologia 59(5): 928-932.

Samyor, D., A.B. Das and S.C. Deka. 2017. Pigmented rice a potential source of bioactive compounds: a review. International Journal of Food Science & Technology 52(5): 1073-1081.

Siriraj Piyamaharajkarun Hospital. 2021. Know diabetes to help prevent diabetes. Available source: https://www.siphospital.com/th/news/ article/share/diabates-2. (May 3, 2021) (in Thai)

Wu, W., W. Xie, Q. Tan, L. Wu, S. Zhu, H. Zhu and J. Qiu. 2020. Advance on anti-diabetic effects of protein hydrolysates and peptides derived from cereals and pseudocereals. E3S Web Conferences 189: 02030.

เทคนิคอย่างง่ายเพื่อกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว

A Simple Technique for Inducing Sporulation of *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker Caused Brown Spot of Rice

พยอม โคเบลลี่[1)] ศุภลักษณา สนคงนอก[1)] ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี[2)] เมธวดี เดชหาญ[1)] พิชามญชุ์ พัฒรักษ์[1)]

Payorm Cobelli[1)] Suphalaksana Sonkhongnok[1)] Teerada Wangsomboondee[2)]

Methawadee Dejhan[1)] Phichamon Pattarak[1)]

Abstract

Brown spot of rice caused by the fungus *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker used to be considered as a minor disease in Thailand. Nowadays, it becomes a major disease of rice, due to climate change and cultivation practices. Spore morphologies are a major character for fungal taxonomy and spore inoculation is the most effective method for screening of varietal resistance to brown leaf spot. However, several research articles have reported that *B. oryzae* failed to sporulation on artificial and natural media. The spore inducing method for *B. oryzae* needs selective media with complicated environments. Therefore, it is necessary to develop a new and simple method to induce sporulation of *B. oryzae.* The aim of this research was to develop a new and simple method for inducing sporulation of *B. oryzae* for further study of morphology and screening rice varieties for resistance to brown spot disease. Two media, commercial rabbit food agar (CRFA) and potato dextrose agar (PDA) with simple and optimum environmental conditions (room temperature) were tested for inducing sporulation of five isolates of *B. oryzae*. The result revealed that PDA induced spore production 6-12 times higher than CRFA. The simple and optimum environmental condition for spore induction was the cycle of 12 hours of fluorescent light at 25±1 °C followed by 12 hours of complete darkness at 28±1 °C for five days. Then first hot scraping treatment of the mycelium culture surface with red-hot bent needle in four directions to form a fine square grid pattern was performed following by incubation at the simple and optimum environmental condition for three to four days. If the spore were not inducing at first hot scraping, then another hot scraping needed to be repeated. We found that two times hot scraping could induce spore in all isolates.

Keywords: rice, brown spot disease, inducing sporulation, *Bipolaris oryzae*

บทคัดย่อ

โรคใบจุดสีน้ำตาลสาเหตุจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker ในอดีตจัดเป็นโรคข้าวที่ไม่มีความสำคัญในประเทศไทย ปัจจุบันจัดเป็นโรคข้าวที่สำคัญโรคหนึ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและวิธีการปลูกข้าว สัณฐานวิทยาของสปอร์เป็นลักษณะหลักที่ใช้ในการจัดจำแนกเชื้อรา และวิธีการปลูกเชื้อด้วยสปอร์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตาม มีหลายผลงานวิจัยรายงานว่าเชื้อรา *B. oryzae* ไม่สร้างสปอร์บนอาหารสังเคราะห์และอาหารธรรมชาติ วิธีการกระตุ้น การสร้างสปอร์ของเชื้อราชนิดนี้ ต้องใช้อาหารเฉพาะและสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ค่อนข้างยุ่งยาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา

Received: January 20, 2023/ Revised: April 21, 2023/ Accepted: April 25, 2023

[1)] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพ 10900 โทร. 0-2579-7892

Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2579-7892

[2)] ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0-2218-5476

Departments of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330 Tel. 0-2218-5476

วิธีการใหม่และง่ายเพื่อการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* สำหรับการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลโดยทดสอบบนอาหาร 2 สูตร คือ commercial rabbit food agar (CRFA) และ potato dextrose agar (PDA) ภายใต้สภาวะแวดล้อมในการบ่มเชื้อที่ง่ายและเหมาะสมในการทดสอบการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อ *B. oryzae* จำนวน 5 ไอโซเลท ผลการทดสอบพบว่า อาหารสูตร PDA กระตุ้นการสร้างสปอร์ได้มากกว่าสูตร CRFA 6-12 เท่า ส่วนสภาวะแวดล้อมที่ง่ายและเหมาะสมในการกระตุ้นการสร้างสปอร์คือการบ่มเชื้อต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำมาขูดเส้นใยที่เจริญเติบโตบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมที่เผาจนร้อนแดงให้เป็นลายตารางละเอียด 4 ทิศทาง จนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งในแต่ละทิศทางที่ทำการขูดเส้นใย ทำการเผาเข็มปลายแหลมให้ร้อนแดงทุกครั้ง และบ่มเชื้อภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ง่ายและเหมาะสมในการกระตุ้นการสร้างสปอร์เป็นเวลา 3-4 วัน และการขูดเชื้อจำนวน 2 ครั้ง พบว่า มีการสร้างสปอร์ในทุกไอโซเลท

คำสำคัญ: ข้าว โรคใบจุดสีน้ำตาล การกระตุ้นการสร้างสปอร์ เชื้อ *Bipolaris oryzae*

คำนำ

โรคใบจุดสีน้ำตาล เกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker (syns. *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan) หรือ *Cochliobolus miyabeanus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur ในระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เชื้อราเข้าทำลายข้าวได้ตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะออกรวง ในระยะกล้า พบแผลจุดกลมขนาดเล็กสีน้ำตาล ซึ่งอาจขึ้นรอบเยื่อหุ้มต้นอ่อน และเป็นสาเหตุทำให้ใบแรกและใบที่ 2 ของต้นกล้าข้าวบิดเบี้ยว และบางครั้งอาจพบว่าทำให้รากของต้นกล้ามีสีดำ ต้นกล้าแคระแกร็นและตายในที่สุด

ส่วนลักษณะอาการบนใบข้าวในระยะแตกกอถึงระยะออกรวงพบแผลที่ใบข้าวมีลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลกลมหรือรูปไข่ ขอบแผลมีสีเหลือง เชื้อราอาจเข้าทำลายเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวแสดงอาการเมล็ดด่าง เมล็ดข้าวมีจุดสีน้ำตาลปนดำ น้ำหนักเบาและเสื่อมคุณภาพ เมื่อนำไปสีเมล็ดข้าวสารจะหักง่าย

นอกจากนี้ ยังพบว่าเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลสามารถติดไปกับเมล็ด (seed borne pathogen) และสามารถถ่ายทอดเชื้อผ่านทางเมล็ด (seed transmission) ซึ่งจะทำลายต้นอ่อนหรือแพร่ไปยังต้นอื่น เชื้อเข้าทำลายผิวเมล็ดแล้วก่อให้เกิดอาการแผลไหม้ในเมล็ดข้าว (Ba and Sangchote, 2006)

ส่วนใหญ่พบการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลในพื้นที่นาที่ขาดน้ำและธาตุไนโตรเจน (Barnwal *et al*., 2013) จึงนิยมเรียกโรคใบจุดสีน้ำตาลว่า โรคคนจน หรือ “poor man’s disease”

พบรายงานการระบาดครั้งแรกของโรคใบจุดสีน้ำตาลที่ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี ค.ศ. 1900 หรือ ปี พ.ศ. 2443 ต่อมาพบรายงานการระบาดทั่วโลกพื้นที่ที่มีการปลูกข้าว เช่น ประเทศญี่ปุ่น จีน พม่า ศรีลังกา บังคลาเทศ อิหร่าน แอฟริกา อเมริกาใต้ รัสเซีย อเมริกาเหนือ ฟิลิปปินส์ ซาอุดิอาระเบีย ออสเตรเลีย มาเลเซีย ไทย อินเดีย เป็นต้น (Gangopadhyay, 1983; Khalili *et al*., 2012; Ou, 1985) ในประเทศอินเดียโรคใบจุดสีน้ำตาลทำให้ผลผลิตเสียหายสูงถึงร้อยละ 90

ส่วนในประเทศไทยพบรายงานการระบาดทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อปี พ.ศ. 2520 พบการระบาดของโรครุนแรงในจังหวัดอุบลราชธานี ทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ได้ ผลผลิตข้าวเสียหายเกือบร้อยละ 100 (Rice Research Institute, 1996) ในภาคกลางพบการระบาดเป็นประจำในจังหวัดนครนายกและปราจีนบุรี (Disthaporn, 1989) และจากการศึกษาของ Janlapha *et al*. (2014) พบการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทราที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2554-2556 พบการเข้าทำลายของโรคใบจุดสีน้ำตาลในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 ตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนกระทั่งออกรวง

ปัจจุบัน มีการปลูกข้าวพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล ประกอบกับสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อ

ราสาเหตุโรค ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลรุนแรงและมีพื้นที่ระบาดขยายเพิ่มขึ้น ทั้งในนิเวศนาน้ำฝน และนาชลประทานในเขตภาคกลาง จึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่ต้องหาวิธีการบริหารจัดการโรคใบจุดสีน้ำตาล ซึ่งการใช้พันธุ์ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล น่าจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งนอกจากจะลดมลภาวะเนื่องจากการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคแล้ว ยังเป็นวิธีที่ง่ายต่อการยอมรับของเกษตรกรที่จะนำพันธุ์ต้านทานไปปลูกอีกด้วย

มีรายงานว่า เชื้อรา *B. oryzae* ไม่สร้างสปอร์บนอาหารสังเคราะห์และอาหารธรรมชาติภายใต้สภาพแวดล้อมและสารอาหารที่แตกต่าง (Hau and Rush, 1980; Leach, 1961; Sunder *et al*., 2014) และเชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสปอร์ได้ดีบนอาหารเฉพาะ commercial rabbit food agar (CRFA) ภายใต้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมที่ค่อนข้างยุ่งยาก คือ การบ่มเชื้อต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างจากแสงแบล็กไลต์ (black light) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และเก็บไว้ที่มืด เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 15 วัน (Hau and Rush, 1980) นอกจากนี้มีรายงานว่า การขูดผิวเส้นใยเชื้อรา *Alternaria solani* ช่วยกระตุ้นการสร้างสปอร์ได้มากกว่าการไม่ขูด ถึง 3 เท่า โดยขนาดของสปอร์ยังคงใกล้เคียงกับวิธีการที่ไม่ขูดเส้นใย (Singh, 1967)

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการใหม่และง่ายในการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* โดยการใช้แสงและการขูดเส้นใย สำหรับการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลและเป็นแหล่งข้อมูลพันธุกรรมต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลข้าว ให้นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจ ประเมิน บันทึก และเก็บรวบรวมเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคจุดสีน้ำตาลของข้าว

สำรวจการแพร่ระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลในสภาพแปลงนาข้าว (systematic survey) จังหวัดกาญจนบุรี โดยบันทึกข้อมูลเกษตรกร พันธุ์ข้าว สถานที่สำรวจ (พร้อมทั้งบันทึก พิกัด GPS เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS)) วัน เดือน ปี ที่สำรวจ การระบาดของโรคต่อพื้นที่ (% disease incidence) หากตรวจพบการ

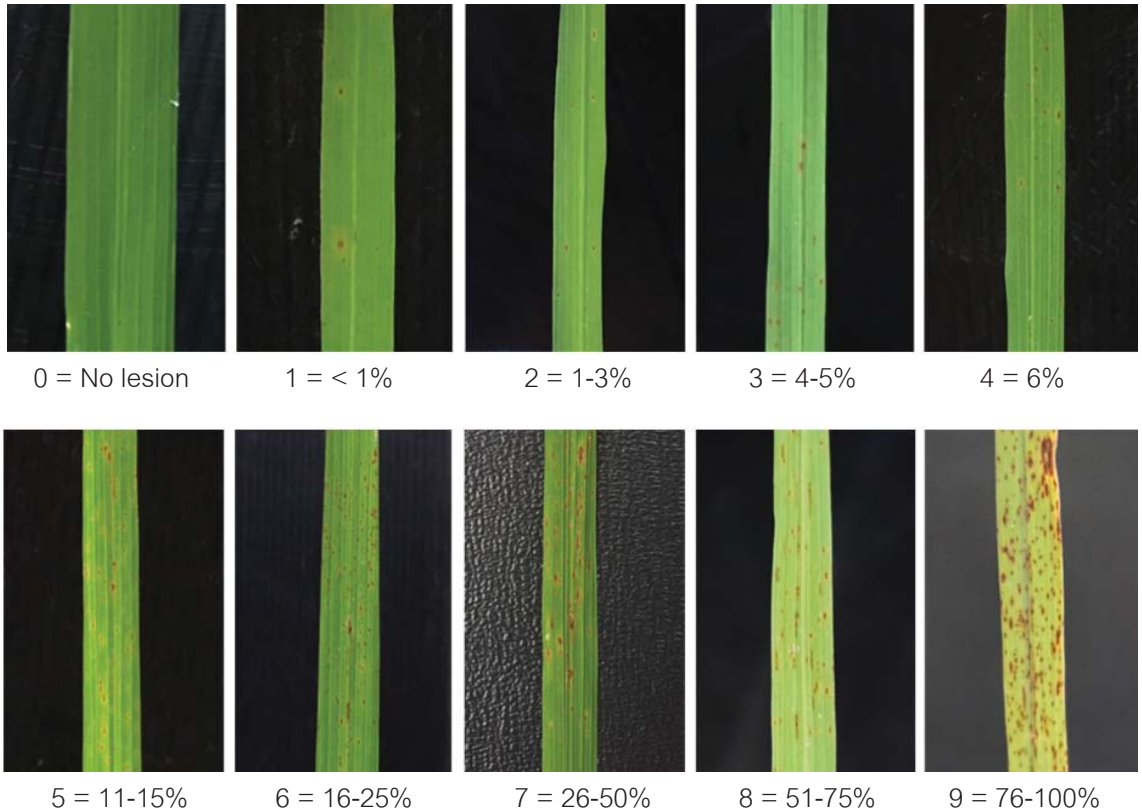


Fig. 1 Severity scale and percent of leaf area of brown spot disease

Table 1 Field key for visual assessment of brown spot severity (IRRI, 2014)

Severity scale	Description and % leaf area diseased
0	No lesion observed
1	Less than 1% leaf area diseased
2	1-3% leaf area diseased
3	4-5% leaf area diseased
4	6-10% leaf area diseased
5	11-15% leaf area diseased
6	16-25% leaf area diseased
7	26-50% leaf area diseased
8	51-75% leaf area diseased
9	76-100% leaf area diseased

ระบาดของโรคข้าว จำนวน 100 ต้นในพื้นที่สุ่มสำรวจ หมายถึง การระบาดของโรคในพื้นที่เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับความรุนแรงการเกิดโรค (severity scale: % leaf area diseased) แบ่งออกเป็น 10 ระดับ ตามระบบของ Standard Evaluation System for Rice (SES) (IRRI, 2014) (Fig. 1 และ Table 1) เก็บตัวอย่างใบข้าว เมล็ด และส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาล ตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะออกรวง และนำไปทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวให้ได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ในห้องปฏิบัติการ

2. การแยกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวเพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์

แยกเชื้อราจากตัวอย่างใบข้าว ที่เก็บรวบรวมจากจังหวัดกาญจนบุรี ด้วยเทคนิค tissue transplanting โดยเลือกใบข้าวที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาล ตัดชิ้นส่วนที่เป็นโรคให้เป็นชิ้นสามหรือสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ขนาด 3x3 มิลลิเมตร ตรงบริเวณคาบต่อระหว่างส่วนที่เป็นโรคกับส่วนที่ไม่เป็นโรค (1:3 ส่วน) ทำการฆ่าเชื้อด้วย 1% โซเดียมไฮโปคลอไรต์ เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 1-2 นาที ซับตัวอย่างใบข้าวให้แห้งด้วยกระดาษกรอง 2 ชั้นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว แล้วนำชิ้นส่วนใบข้าวดังกล่าวไปวางบนอาหาร water agar (WA) จำนวน 3-4 ชิ้นต่อจานเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 วัน เมื่อเส้นใยเจริญออกจากรอยแผลย้ายเชื้อบริเวณปลายเส้นใย (hyphae tip) ไปลงอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-10 วัน เมื่อเส้นใยเจริญจนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปทดสอบกระตุ้นการสร้างสปอร์ต่อไป

3. การทดสอบการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* บนอาหารสูตรต่าง ๆ

เชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล จากจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 5 ไอโซเลท คือ BO2018_KRI_7.1, BO2018_KRI_7.2, BO2018_KRI_7.5, BO2018_KRI_7.6 และ BO2018_KRI_7.8 ย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร จำนวน 2 สูตร คือ CRFA และ PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ในสภาวะแวดล้อมต่อเนื่อง ดังนี้ ให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซ็นต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 5 วัน และทำการตรวจนับการสร้างสปอร์ของเชื้อราบนอาหารที่แตกต่างด้วยเครื่องนับเม็ดเลือดหรือ hemacytometer

เมื่อพบว่าเชื้อราไม่มีการสร้างสปอร์ในวันที่ 5 ของการเจริญเติบโตทำการกระตุ้น การสร้างสปอร์ด้วยเทคนิคการขูดเส้นใย ดังนี้ (1) การขูดเส้นใยเชื้อให้ขาดราบติดอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยแท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมหรือแปรงสีฟันอ่อนๆ แล้วปิดจานเลี้ยงเชื้อด้วยพลาสติกเจาะรู

เพื่อให้อากาศถ่ายเท 4-6 รู (Mekwatanakarn and Mekwatanakarn, 2016) และ (2) การขูดเส้นใยเชื้อที่เจริญเติบโตบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมที่เผาจนร้อนแดงให้เป็นลายตารางละเอียด 4 ทิศทาง จนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งในแต่ละครั้งทิศทางที่ทำการขูดเส้นใย จำนวน 4 ครั้ง จะทำการเผาเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมให้ร้อนแดงทุกครั้ง และนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการกระตุ้นการสร้างสปอร์ด้วยเทคนิคการขูดเส้นใยทั้ง 2 วิธีการไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ในสภาวะแวดล้อมต่อเนื่องดังนี้ ให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3-4 วัน

บันทึกการสร้างสปอร์ และจำนวนสปอร์ของเชื้อราเปรียบเทียบกันทั้ง 2 วิธีการ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound microscope) หากไม่พบการสร้างสปอร์ภายหลังการขูดครั้งแรก ทำการขูดเชื้อซ้ำจนกว่าเชื้อจะสร้างสปอร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจ ประเมิน บันทึก และเก็บรวบรวมเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคจุดสีน้ำตาลของข้าว

ผลการสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว ในสภาพแปลงนาข้าว จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2563 พบเฉพาะส่วนใบข้าวที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาล และพบในระยะเก็บเกี่ยวเท่านั้น ภายใต้สภาพที่มีการระบาดในแปลงเกษตรกร อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี พบแผลที่ใบข้าวมีลักษณะเป็นจุดกลมหรือรูปไข่สีน้ำตาล ขอบแผลมีสีเหลือง (Fig. 2) ทั้ง 5 แปลง ที่พบการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาล พบการระบาดของโรคเต็มพื้นที่ปลูกข้าว คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และมีความรุนแรงในการทำลายของเชื้อที่ระดับ 5-7 (Table 2)

2. การแยกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวเพื่อให้ได้เชื้อราบริสุทธิ์

ผลจากการแยกเชื้อราบริสุทธิ์บนอาหาร WA และ PDA ได้จำนวน 5 ไอโซเลท และพบเชื้อราบริสุทธิ์ทั้ง 5 ไอโซเลท (Table 2) บนอาหาร PDA มีลักษณะเส้นใยสีขาวในระยะแรกเหมือนกัน เมื่อเชื้อราอายุ 5 วัน พบลักษณะเส้นใยสีขาวปนเทา ฟู คล้ายสำลี (Fig. 3A) และเส้นใยเป็นสีเทาเข้มถึงดำเมื่ออายุ 10 วัน (Fig. 3B) เมื่อนำเชื้อไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบเฉพาะ

Fig. 2 Leaf symptoms, circular or oval spots and lesions on leaves

Table 2 List of *Bipolaris oryzae* caused brown spot disease of rice at rice fields in Kanchanaburi province, Thailand, 2019

No.	Isolate no.	Location[1)]	GPS	Symptom	Identification	Variety	Rice growth stage	% Disease incidence	Scale of disease severity	Location date
1	BO2018_KRI_7.1	Farmer-Yield Trial Field 1	N: 14.2115239 E: 99.7694226	circular or oval brown spots with a yellow halo on leaves	*B. oryzae*	BKN05044-29-5-3-1-1	mature grain	100	7	28 Nov. 2019
2	BO2018_KRI_7.2	Farmer-Yield Trial Field 2	N: 14.2114940 E: 99.7694602	circular or oval brown spots with a yellow halo on leaves	*B. oryzae*	SPR08080-20-11-6	mature grain	100	7	28 Nov. 2019
3	BO2018_KRI_7.5	Farmer-Yield Trial Field 3	N: 14.2114940 E: 99.7694600	circular or oval brown spots	*B. oryzae*	RD31	mature grain	100	7	28 Nov. 2019
4	BO2018_KRI_7.6	Farmer Field 1	N: 14.2115645 E: 99.7693227	circular or oval brown spots with a yellow halo on leaves	*B. oryzae*	RD31	mature grain	100	5	28 Nov. 2019
5	BO2018_KRI_7.8	Farmer Field 2	N: 14.087821 E: 99.708077	circular or oval brown spots with a yellow halo on leaves	B. oryzae	Suphan Buri 1	mature grain	100	5	28 Nov. 2019

[1)] Rang Wai sub-district, Phanom Thuan district, Kanchanaburi province

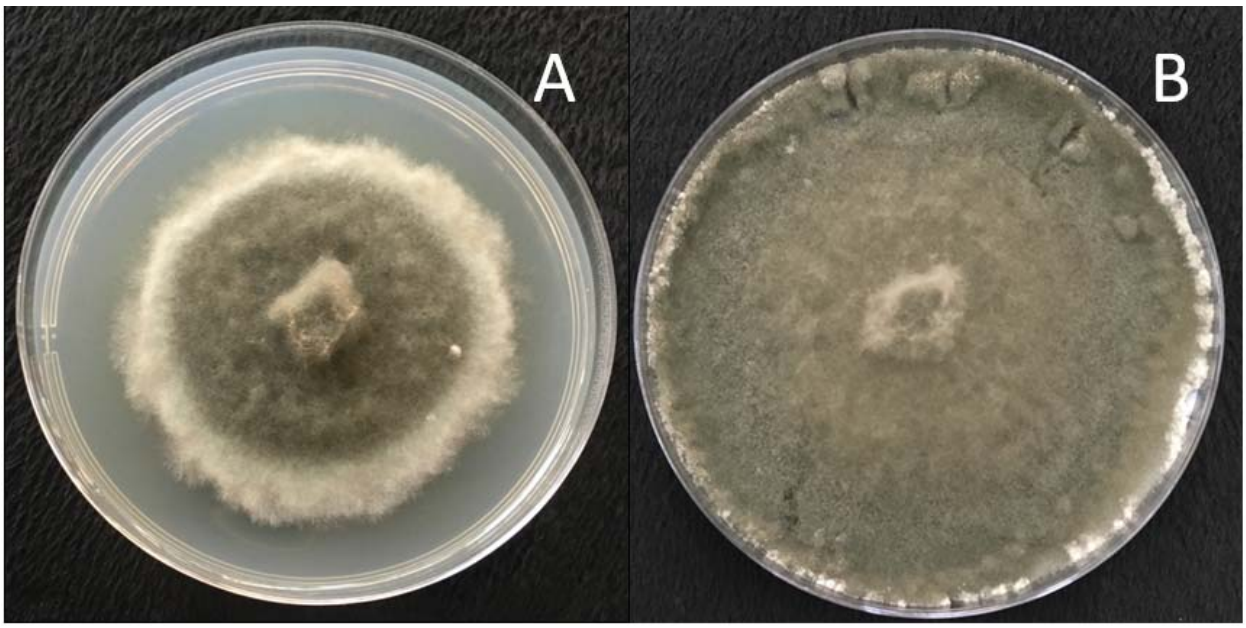


Fig. 3 Colony of *Bipolaris oryzae* on PDA at 5 days (A) and 10 days old (B)

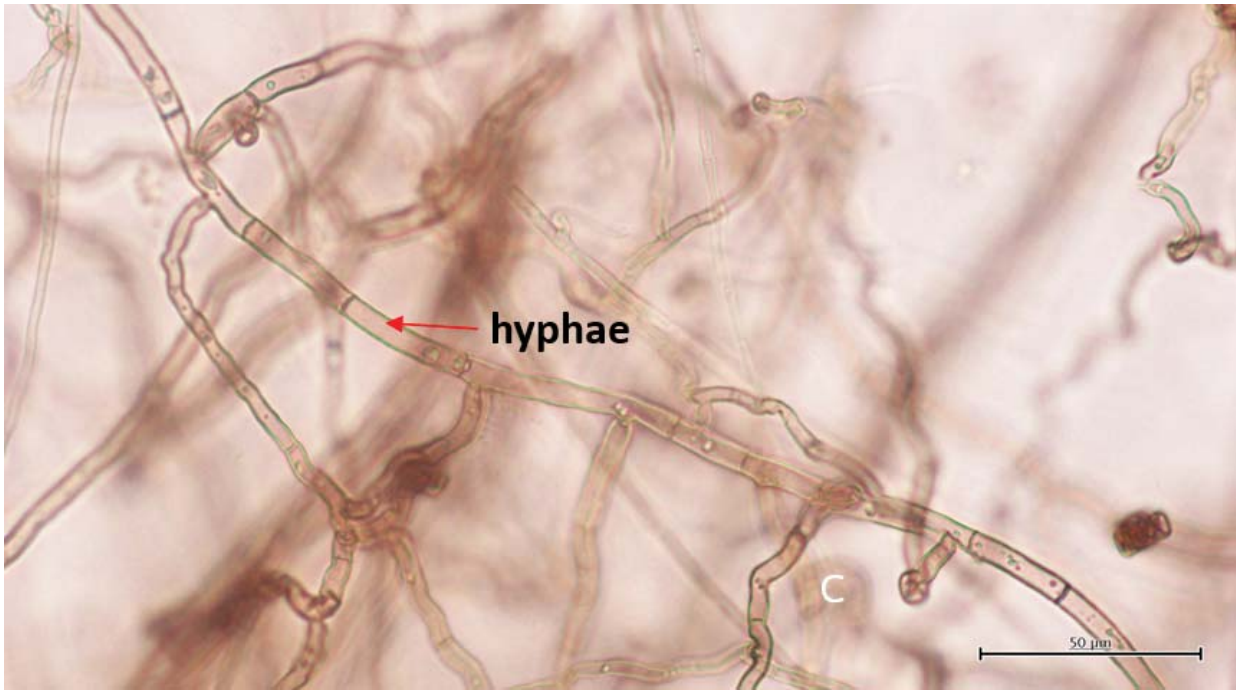


Fig. 4 Microscopic morphology of hyphae of *Bipolaris oryzae* grown in PDA medium at five days

เส้นใยสีเข้มมีผนังกั้น แต่ไม่พบการสร้างสปอร์ (Fig. 4) เหมือนกันทั้ง 5 ไอโซเลท ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่าเชื้อรา *B. oryzae* ไม่สร้างสปอร์บนอาหารสังเคราะห์และอาหารธรรมชาติภายใต้สภาพแวดล้อมและสารอาหารที่แตกต่าง (Hau and Rush, 1980; Leach, 1961; Sunder *et al*., 2014)

3. การทดสอบกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* บนอาหารสูตรต่าง ๆ

การทดสอบกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* จำนวน 5 ไอโซเลท (BO2018_KRI_7.1, BO2018_KRI_7.2, BO2018_KRI_7.5, BO2018_KRI_7.6 และ BO2018_KRI_7.8) บนอาหาร จำนวน 2 สูตร คือ CRFA และ PDA โดยย้ายส่วนปลายของเส้นใยเชื้อราที่เลี้ยงบน PDA ที่อายุ 5 วัน ด้วยการเจาะส่วน

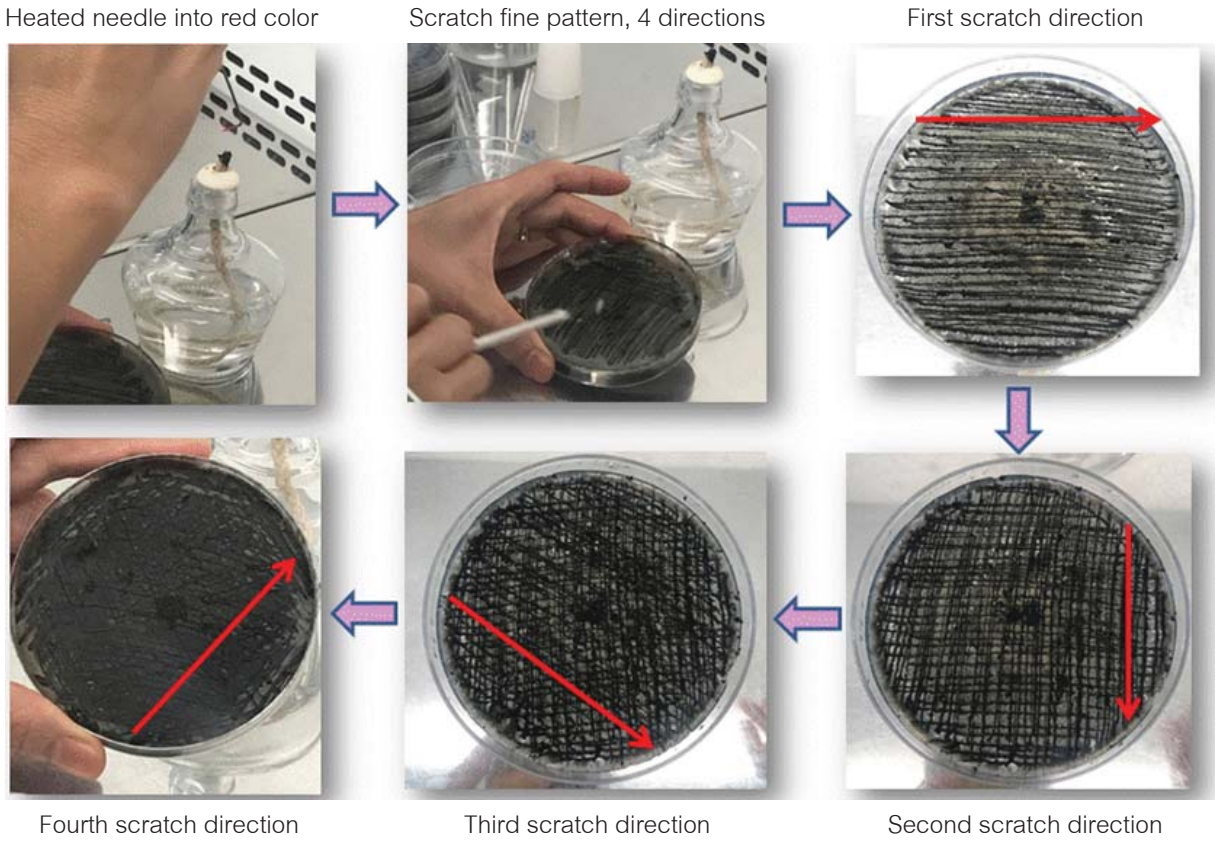


Fig. 5 A simple technique for inducing sporulation of *Bipolaris oryzae*

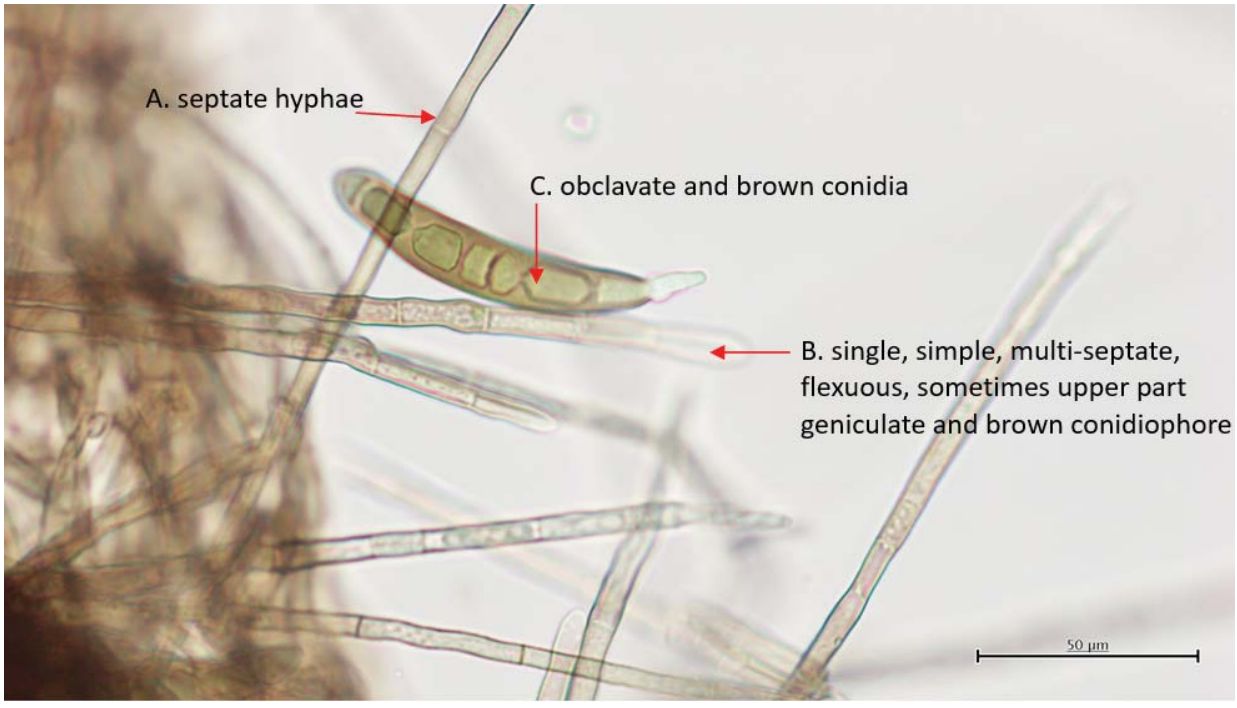


Fig. 6 Microscopic morphology of septate hyphae (A), single, simple, multi-septate, flexuous sometimes upper part geniculate and brown conidiophore (B) and obclavate and brown conidia (C) of *Bipolaris oryzae* grown in PDA medium. Scale bar = 50 µm

ปลายของเส้นใยด้วย cork borer มาวางตรงกลางจานเลี้ยงเชื้อจำนวน 5 ซ้ำ หรือ 5 จานเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 5 วัน

ผลการตรวจนับการสร้างสปอร์ของเชื้อราบนสูตรอาหาร พบว่า อาหารทั้ง 2 สูตร ไม่กระตุ้นการสร้างสปอร์ในระยะเวลา 5 วัน แต่พบการกระตุ้นการสร้างสปอร์ด้วยเทคนิคการขูดเส้นใยเชื้อด้วยความร้อน โดยขูดเส้นใยที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่ออายุ 5 วัน ด้วยเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมที่เผาจนร้อนแดงให้เป็นลายตารางละเอียด 4 ทิศทาง จนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งในแต่ละทิศทางที่ทำการขูดเส้นใย ทำการเผาเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมให้ร้อนแดงทุกครั้ง (Fig. 5) แล้วนำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3-4 วัน พบเชื้อราไอโซเลท BO2018_KRI_7.5 มีการสร้างสปอร์หรือโคนิเดีย (Fig. 6C) บนอาหารทั้ง 2 สูตร ในการขูดเส้นใยเชื้อด้วยความร้อนในครั้งแรก ส่วนเชื้อราไอโซเลทอื่นๆ พบสร้างสปอร์เมื่อทำการขูดเชื้อซ้ำ จำนวน 2 ครั้ง

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* จะขึ้นอยู่กับเชื้อแต่ละไอโซเลทเช่นกัน ซึ่งอาหารสูตร PDA จะให้ปริมาณสปอร์มากกว่าอาหารสูตร CRFA 6-12 เท่า (Table 3) และพบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราบริสุทธิ์ ที่แยกได้สร้างเส้นใยแบบที่มีผนังกั้น (Fig. 6A) และสร้างสปอร์ มีก้านชูสปอร์สีน้ำตาล ชูขึ้นเป็นแบบก้านตรงและอยู่เดี่ยวๆ (arising singly and simple) มีผนังกั้นหลายผนัง (multi-septate) ก้านชูสปอร์คดไปคดมา (flexuous) บางครั้งพบด้านบนของก้านชูสปอร์จะงอคล้ายเข่า (geniculate) (Fig. 6B) และโคนิเดียมีสีน้ำตาล (brown conidia) รูปร่างคล้ายเรือ (navicular) หรือฐานโค้งใหญ่เรียวไปทางปลาย (obclavate) (Fig. 6C) จึงจำแนกว่าเป็นเชื้อรา *B. oryzae* ได้จำนวน 5 ไอโซเลท (Table 2) สอดคล้องกับลักษณะของเชื้อรา *B. oryzae* ตามรายงานของ Manamgoda *et al.* (2014) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ให้ผลแตกต่างจากรายงานของ Hau and Rush (1980) ที่ว่าเชื้อรา *B. oryzae* สามารถสร้างสปอร์ได้ดีบนอาหารเฉพาะ CRFA เนื่องจากการสร้างสปอร์ได้ดีบนอาหาร CRFA ต้องบ่มเชื้อภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมเหมาะสมที่ค่อนข้าง

Table 3 The number of spores of *Bipolaris oryzae* 5 isolates on 2 media commercial rabbit food agar and potato dextrose agar after incubation at room temperature (the cycle of 12 hours of fluorescent light at 25±1 °C followed by 12 hours of complete darkness at 28±1 °C) for 5-10 days. Then first hot scraping treatment of the mycelium culture surface with red-hot bent needle in four directions to form a fine square grid pattern was performed following by incubation at the room temperature for three to four days.

No.	Isolate	Average number of spores or conidia/field of compound microscopic view at 400x		No. of hot scraping
		CRFA	PDA	
1	BO2018_KRI_7.1	1	6	2x
2	BO2018_KRI_7.2	1	7	2x
3	BO2018_KRI_7.5	1	12	1x
4	BO2018_KRI_7.6	1	6	2x
5	BO2018_KRI_7.8	1	8	2x

CRFA = commercial rabbit food agar, PDA= potato dextrose agar

ยุ่งยาก คือ การบ่มเชื้อต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างจากแสงแบล็กไลต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และเก็บไว้ที่มืด 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 15 วัน

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ จึงบรรลุวัตถุประสงค์ในการพัฒนาวิธีการใหม่และง่ายในการกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ โดยการขูดเส้นใยด้วยความร้อน ที่ไม่พบรายงานมาก่อน เนื่องจากความร้อนเป็นปัจจัยหนึ่งต่อการสร้างสปอร์ การงอกและความสามารถในการมีชีวิตของสปอร์เชื้อรา (Fernando *et al*., 2000) ความร้อนที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส อาจช่วยกระตุ้นให้เชื้อสร้างสปอร์ เนื่องจากความร้อนมีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อรา ดังนั้น เพื่อการอยู่รอดของรุ่นลูก เชื้อรารุ่นพ่อแม่ จึงจำเป็นต้องสร้างสปอร์เพื่อการสืบพันธุ์ในรุ่นลูก เพราะในรุ่นพ่อแม่อาจจะตายได้จากความร้อน และเป็นเทคนิคที่ง่าย โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA ที่เป็นอาหารทั่วไปที่ใช้เลี้ยงเชื้อรา ไม่ใช่อาหารเฉพาะหรืออาหารพิเศษ นอกจากนั้น ยังเป็นเทคนิคที่ประหยัด เพราะการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการโรคพืชทั่วไป ที่เปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลากลางวัน ที่มีอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส โดยให้แสงสว่างจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ นาน 12 ชั่วโมง และเก็บไว้ที่มืดซึ่งเป็นเวลากลางคืนที่ในห้องปฏิบัติการโรคพืช ที่ไม่มีการทำงานและไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3-4 วัน และเป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้ตู้บ่มเชื้อที่ปรับอุณหภูมิได้ และติดตั้งแสงแบล็กไลต์ที่มีราคาแพง

นอกจากนี้ เทคนิคนี้ยังสามารถกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อราดังกล่าวได้ทุกไอโซเลท และพบว่าการขูดเส้นใยด้วยความร้อน จำนวน 2 ครั้ง สามารถกระตุ้นการสร้างสปอร์ในทุกไอโซเลท อีกทั้งยังสามารถกระตุ้นการสร้างสปอร์ภายในระยะเวลาที่สั้นกว่า คือ 8-11 วัน ซึ่งปกติเชื้อรา *B. oryzae* จะสามารถสร้างสปอร์บนอาหารเฉพาะและบ่มเชื้อภายใต้สภาวะแวดล้อมต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่างจากแสงแบล็กไลต์ นาน 12 ชั่วโมง และเก็บไว้ที่มืด นาน 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน (Hau and Rush, 1980)

ด้วยเทคนิคใหม่ ง่าย ประหยัด และรวดเร็วในการกระตุ้นการสร้างสปอร์หรือโคนีเดียของเชื้อรา *B. oryzae* นี้จะทำให้นักวิจัยโรคข้าว สามารถศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการคัดเลือกพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลได้ในทุกห้องปฏิบัติการโรคข้าว

สรุปผลการทดลอง

สำรวจและเก็บตัวอย่างใบข้าวในระยะเก็บเกี่ยวที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาล จากจังหวัดกาญจนบุรี มาแยกเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA ได้ จำนวนเชื้อบริสุทธิ์ 5 ไอโซเลท ทำการกระตุ้นการสร้างปอร์เชื้อรา *B. oryzae* บนอาหาร จำนวน 2 สูตร คือ CRFA และ PDA พบว่าอาหารทั้ง 2 สูตร ไม่กระตุ้นการสร้างสปอร์ในระยะเวลา 5 วัน แต่การกระตุ้นการสร้างสปอร์ด้วยเทคนิคการขูดเชื้อด้วยความร้อน โดยการขูดเส้นใยเชื้อที่เจริญเติบโตบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเข็มเขี่ยปลายโค้งแหลมที่เผาจนร้อนแดงให้เป็นลายตารางละเอียด 4 ทิศทาง จนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งในแต่ละครั้งทิศทางที่ทำการขูดเส้นใยจำนวน 4 ครั้ง จะทำการเผาเข็มปลายแหลมให้ร้อนแดงทุกครั้ง ก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง ให้แสงสว่างจากแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่มืด อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3-4 วัน พบว่ามีการสร้างสปอร์ บนอาหารทั้ง 2 สูตร โดยอาหารสูตร PDA ให้ปริมาณสปอร์มากกว่า สูตร CRFA 6-12 เท่า และเทคนิคการขูดเชื้อจำนวน 2 ครั้ง พบมีการสร้างสปอร์ในทุกไอโซเลท

อย่างไรก็ตาม เทคนิคอย่างง่ายเพื่อกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวครั้งนี้ เป็นข้อมูลเบื้องต้น ดังนั้น จึงต้องมีการทดสอบปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวชนิดนี้ในอนาคต

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าวครั้งที่ 1 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 และครั้งที่ 2 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ภายใต้โครงการ “แหล่งพันธุกรรมยีนต้านทานความหลากหลายทางลักษณะการทำให้เกิดโรคและพันธุกรรมของประชากรเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลและใบขีดโปร่งแสง เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว”

เอกสารอ้างอิง

Ba, V.V. and S. Sangchote. 2006. Seed borne and transmission of *Bipolaris oryzae*, the causal pathogen of brown spot of rice. Kasetsart Journal (Natural. Science.) 40: 353-360.

Barnwal, M.K., A. Kotasthane, N. Magculia, P.K. Mukherjee, S. Savary, A.K. Sharma, H.B. Singh, U.S. Singh, A.H. Sparks, M. Variar and N. Zaidi. 2013. A review on crop losses, epidemiology and disease management of rice brown spot to identify research priorities and knowledge gaps. Europe. Journal of Plant Pathology 136: 443-457.

Disthaporn, S. 1989. Suppression of rice disease by farmers. Funny Publishing Ltd., Bangkok. 116 p. (in Thai)

Fernando, T.H.P.S., C.K. Jayasinghe and R.L.C. Wijesundera. 2000. Factors affecting spore production, germination and viability of *Collectotrichum acutatum* isolates from *Hevea brasiliensis*. Mycological Research 104: 681-685.

Gangopadhyay, S. 1983. Current Concepts on Fungal Diseases of Rice. Today and Tomorrow's Printers & Publishers. New Delhi, India. 349 pp.

Hau, F.C. and M.C. Rush. 1980. A system for inducing sporulation of *Bipolaris oryzae*. Plant Disease 64: 788-789.

Janlapha, W., T. Katenate, A.N.L. Noenplab, S. Seewisut, C. Chalermpolyotin and R. Wattanasuchat. 2014. The effects of climate change on rice disease epidemics in the Eastern area. pp. 73-83. *In*: Proceeding of the Rice Annual Meeting 2013 from Center East and West Groups, Bureau of Rice Research and Development. March 26-28, 2014. Aek Pailin River Kwai Hotel, Kanchanaburi province. (in Thai)

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

Khalili, E., M. Sadravi, S. Naeimi, and V. Khosravi. 2012. Biological control of rice brown spot with native isolates of three *Trichoderma* species. Brazil Journal Microbiology 43: 297-305.

Leach, C.M. 1961. The sporulation of *Helminthosporium oryzae* as affected by exposure to near ultraviolet radiation and dark periods. Canada Journal Botany 39: 705-715.

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.

Mekwatanakarn, P. and W. Mekwatanakarn. 2016. Rice Blast Disease. 2nd ed. One O Graphic, Nonthaburi province. 157 p. (in Thai)

Ou, S.H. 1985. Rice Disease. Commonwealth Mycological Institute. Ferry Lane, UK. 380 pp.

Rice Research Institute. 1996. Rice: farmer's knowledge bank. *In*: Proceeding of 80th Anniversary of Pathum Thani Rice Research Center. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 191 p. (in Thai)

Singh, B. 1967. Inducing sporulation in different strains of *Alternaria solani*. Mycopathologia et mycologia applicata 32(2): 163-171.

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

การศึกษาระบบควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของเกษตรกรไทย

The Study on Rice Seed Quality Control System of Thai Farmer

อรสา ขัตสากาญจน์[1)] เมตตา คชสำโรง[1)]

Orasa Khatsakan[1)] Metta Kochsamrong[1)]

Abstract

Thailand has approximately 69.13 million rai of rice plantations. The demand for rice seed annually is 1.38 million tons, while all rice seed production segments cannot serve the demand throughout the country. Low-quality seed results in low quality and quantity of rice products. Therefore, the production and distribution of high-quality of rice seed is an important challenge in the country. The good agricultural practices for rice seed (GAP seed) system is a tool for seed quality control. This system is for control field management, conditioning process, seed storage and seed quality analysis. The result of this quality control system in community levels, farmer organizations and rice seed producers in government and private sectors was conducted. The result of the study in 2018-2020 showed that the GAP seed certification was given to an average of 144.67 farmer groups, the maximum GAP seed adoption was in field management (97.71%), followed by the practice during the storage and conditioning process (96.74% and 95.67% respectively). Comparing among farmer organizations, the highest number of GAP seed adoption was agricultural cooperative (100.00%), followed by large-scale farmer groups, rice community centers and seed production groups (97.86%, 95.29% and 93.67%, respectively). For the practical problems, the highest number was in field management, followed by during storage and conditioning process. When compare among farmer organizations, the highest number of practical problems was found in agricultural cooperatives (66.25%), followed by large-scale farmer groups, rice community centers and seed production groups (47.48%, 37.89% and 19.55%, respectively). The result of the seed quality analysis showed that there was significant difference in the quality of pre-conditioned rice seed among each seed producer segment. For the quality of post-conditioned rice seed, there was significant difference between the rice seed producer groups and rice seed distributor groups. The quality problems of the rice distributor groups were low germination percentage, low pure seed, high inert matter, and high number of red rice and other rice variety. Therefore, the rice seed distributor groups should be suggested in postharvest management to prevent variety contamination or to avoid quality loss, inert matter separation, seed storage and seed sampling for quality inspection.

Keywords: rice, rice seed quality, quality control system, quality inspection, good agricultural practices for rice seed (GAP seed)

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวปีละประมาณ 69.13 ล้านไร่ มีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละปีประมาณ 1.38 ล้านตัน แต่ทุกภาคส่วนผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวรวมกันยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตข้าว ดังนั้น การผลิตและกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีจึงเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ ต้องมีระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว (GAP seed) เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว เพื่อควบคุมการปฏิบัติในแปลงขยายพันธุ์ ระหว่างปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ระหว่างเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว รวมทั้งศึกษาผลของระบบควบคุมนั้นในระดับชุมชน องค์กร

Received: January 30, 2023/ Revised: April 10, 2023/ Accepted: April 14, 2023

[1)] กองเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2561-5169

Rice Seed Division, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2561-5169

เกษตรกร ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวภาครัฐและภาคเอกชน จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า กลุ่มเกษตรกรได้รับการรับรอง GAP seed เฉลี่ย 144.67 กลุ่ม มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวในแปลงขยายพันธุ์สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 97.71 รองลงมามีการปฏิบัติระหว่างเก็บรักษาเฉลี่ยร้อยละ 96.74 และมีการปฏิบัติระหว่างปรับปรุงสภาพเฉลี่ยร้อยละ 95.67 เมื่อเรียงลำดับกลุ่มที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวจากมากไปน้อย พบว่า สหกรณ์การเกษตรมีการปฏิบัติมากที่สุด (ร้อยละ 100.00) รองลงมา ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ศูนย์ข้าวชุมชน และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (ร้อยละ 97.86 95.29 และ 93.67 ตามลำดับ) ส่วนปัญหาในการปฏิบัติ พบว่า การปฏิบัติในแปลงขยายพันธุ์มีปัญหาสูงสุด รองลงมา คือ การปฏิบัติระหว่างเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และการปฏิบัติระหว่างปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ โดยกลุ่มสหกรณ์การเกษตรมีปัญหาการปฏิบัติมากที่สุด (ร้อยละ 66.25) รองลงมา คือ กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ศูนย์ข้าวชุมชน และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (ร้อยละ 47.48 37.89 และ 19.55 ตามลำดับ) การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวกับกลุ่มผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวมีปัญหาเรื่องเปอร์เซ็นต์ความงอก เมล็ดพันธุ์สุทธิ สิ่งเจือปน ข้าวแดง และข้าวพันธุ์อื่นปนเกินมาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ: ข้าว คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว ระบบควบคุมคุณภาพ การตรวจสอบคุณภาพ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรบางส่วนขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดี เข้าไม่ถึงแหล่งจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ดี หรือเมล็ดพันธุ์ที่ใช้มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน เกิดจากผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวขาดประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทำให้แปลงขยายพันธุ์และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งภาครัฐเป็นหน่วยงานหลักในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี แต่ไม่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดีได้เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงต้องอาศัยกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว และภาคเอกชน โดยการส่งเสริมกิจกรรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว (good agricultural practices for rice seed (GAP seed)) เพื่อให้การรับรอง โดยต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด 8 ข้อกำหนด คือ น้ำ พื้นที่ปลูก วัตถุอันตรายทางการเกษตร การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การรวบรวมการเก็บรักษาและการขนย้าย บุคคลและการฝึกอบรม และบันทึกข้อมูลและการตามสอบ (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standard, 2017) ในปี พ.ศ. 2563 กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ GAP seed ผ่านการรับรองร้อยละ 65.17 ไม่ผ่านร้อยละ 34.83 เนื่องจากคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ได้มาตรฐาน สำหรับปีการผลิต 2563/64 กรมการข้าวได้ร่วมมือกับผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าววางแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวให้สอดคล้องกับความต้องการประมาณ 721,660 ตัน ประกอบด้วย กรมการข้าว 95,000 ตัน ศูนย์ข้าวชุมชนและกลุ่มนาแปลงใหญ่ 247,800 ตัน สหกรณ์การเกษตร 28,860 ตัน และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว 350,000 ตัน และเกษตรกรเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองประมาณ 554,612 ตัน (Rice Seed Division, 2023) ดังนั้น จำเป็นต้องส่งเสริม สนับสนุน และควบคุมแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของกลุ่มเกษตรกร ให้สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีได้มาตรฐานตามที่กำหนด เพื่อตอบสนองความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ภายในประเทศให้มากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการผลิตคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของประเทศ เพื่อควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตและกระจายทั้งระดับชุมชน องค์กรเกษตรกร ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยมุ่งเน้นในเรื่องการควบคุมในแปลงขยายพันธุ์ การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การปรับปรุงสภาพ และการจำหน่ายควบคู่กับการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในทุกขั้นตอน เพื่อให้การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดีได้ตามเป้าหมายทั้งปริมาณและคุณภาพ และนำผลจากการศึกษาไปพัฒนาและส่งเสริมการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรได้ใช้เมล็ด

พันธุ์ที่มีคุณภาพจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และสามารถกำหนดเป้าหมาย จัดสรรเป้าหมายการผลิตให้กับทุกภาค ส่วนที่ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ตามศักยภาพ และกระจายเมล็ดพันธุ์ดีอย่างเพียงพอและทั่วถึงกับความต้องการใช้ของชาวนา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วิเคราะห์ผลการดำเนินงานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. 2561-2563 จากข้อมูลผลการตรวจประเมินเพื่อให้การรับรองขอบข่ายแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ตามรายการปฏิบัติ 8 ข้อกำหนดระบบควบคุมภายในของกลุ่ม และผลคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพ โดยต้องผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของข้อกำหนดที่ตรวจ

2. กำหนดประชากร กลุ่มเกษตรกรที่ปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว ปี พ.ศ. 2564 ใน 55 จังหวัดจาก 6 ภาค จัดแบ่งกลุ่มเกษตรกรเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร โดยกระจายในพื้นที่ 6 ภาค ดังนี้ ภาคเหนือ 144 กลุ่ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 341 กลุ่ม ภาคกลาง 24 กลุ่ม ภาคตะวันออก 7 กลุ่ม ภาคตะวันตก 6 กลุ่ม และภาคใต้ 38 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 560 กลุ่ม

สุ่มกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตรของ Yamane (1973) คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดย n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
N = จำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา
e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 5 จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

$$n = \frac{560}{1 + 560(0.5)^2}$$

$$= 233.333$$

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 234 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 41.79 ของประชากรทั้งหมด แยกเป็น ภาคเหนือ 60 กลุ่ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 142 กลุ่ม ภาคกลาง 10 กลุ่ม ภาคตะวันออก 3 กลุ่ม ภาคตะวันตก 3 กลุ่ม และภาคใต้ 16 กลุ่ม

3. สัมภาษณ์เกษตรกรที่สุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ

1) การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ ในประเด็นการเตรียมเมล็ดพันธุ์ การเตรียมดิน วิธีการปลูก การระบายน้ำ การป้องกันกำจัดโรคและแมลง การใส่ปุ๋ย การกำจัดข้าวพันธุ์อื่นปน การตรวจประเมินแปลง การเก็บเกี่ยว การทำความสะอาดเครื่องเกี่ยวนวด และการขนย้าย

2) การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างปรับปรุงสภาพ ในประเด็นการทำความสะอาดลานตากและวัสดุรองพื้น การลดความชื้น การทำความสะอาดเครื่องคัดแยกสิ่งเจือปน การคัดแยกสิ่งเจือปนออกจากเมล็ดพันธุ์ และการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เพื่อตรวจสอบคุณภาพ

3) การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างเก็บรักษา ในประเด็นการดูแลสถานที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การจัดวาง การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบ การป้องกันกำจัดศัตรูในโรงเก็บ และการบันทึกข้อมูลการเก็บรักษาและการจำหน่าย

4) ปัญหา และข้อเสนอแนะในกิจกรรมการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว ในประเด็นการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพในแปลงขยายพันธุ์ ระหว่างปรับปรุงสภาพ และระหว่างเก็บรักษา

4. รวบรวมข้อมูล จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของโครงการต่างๆ ที่กรมการข้าวสนับสนุน และให้บริการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยใช้เกณฑ์คุณภาพตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และแก้ไขเพิ่มเติม ประกอบด้วย เมล็ดข้าวแดงปนไม่เกิน 10 เมล็ดใน 500 กรัม ข้าวพันธุ์อื่นปน ไม่เกิน 20 เมล็ดใน 500 กรัม และความงอกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 การศึกษาแยกข้อมูลเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว คือ

1) คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร รวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 13,813 ตัวอย่าง

2) คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตและจำหน่ายให้

กับศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว เป็นตัวแทนภาครัฐ และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เข้าร่วมโครงการต่างๆ รับซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวจากกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว และส่งตัวอย่างให้กรมการข้าวตรวจสอบ เป็นตัวแทนภาคเอกชน รวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 8,007 ตัวอย่าง

5. การรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) จัดอันดับ (ranking) วิเคราะห์ t-test และ ANOVA (Wanichsuppawong, 2003)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการผลิตคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของประเทศ โดยการสำรวจการควบคุมคุณภาพและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของกลุ่มเกษตรกร ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวในกลุ่มเกษตรกร 4 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวในปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า ปี พ.ศ. 2561 ผ่านการตรวจประเมินน้อยที่สุดร้อยละ 53.72 และไม่ผ่านการตรวจประเมินมากที่สุดร้อยละ 46.28 ปี พ.ศ. 2562 ผ่านการตรวจประเมินมากที่สุดร้อยละ 85.21 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 31.49 สาเหตุเพราะกลุ่มที่ไม่ผ่านในปีที่ผ่านมา ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาการปฏิบัติตามข้อกำหนดและมีความพร้อมสำหรับการตรวจประเมิน รองลงมาปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 65.17 ลดลงจากปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 20.04 เนื่องจากมีกลุ่มใหม่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 40 และยังไม่พร้อมสำหรับการตรวจประเมิน ซึ่งสาเหตุการไม่ผ่านเนื่องจากระบบควบคุมภายในไม่ครบถ้วน และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ได้มาตรฐาน มีข้าวพันธุ์อื่นปน และข้าวแดงปนเกินมาตรฐาน (Table 1)

2. การปฏิบัติในการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวในแปลงขยายพันธุ์ ระหว่างปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ และระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ พบว่า มีการปฏิบัติร้อยละ 100.00 คือ กลุ่มสหกรณ์การเกษตร รองลงมา คือ กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ปฏิบัติร้อยละ 97.86 และศูนย์ข้าวชุมชน และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ปฏิบัติร้อยละ 95.29 และ 93.67 ตามลำดับ โดยในแปลงขยายพันธุ์มีการปฏิบัติในเรื่อง การตรวจและถอนหรือตัดต้นข้าวพันธุ์อื่นและข้าววัชพืชที่ปะปนในแปลงนา การระบายน้ำออกจากแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างถูกต้องตามคำแนะนำและตรงช่วงเวลาที่ต้นข้าวมีความต้องการ การปฏิบัติระหว่างเก็บรักษาในเรื่อง การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทุกเดือน การบันทึกข้อมูลการเก็บรักษาและการจำหน่าย การจัดวางเมล็ดพันธุ์และมีเครื่องหมายกำกับ และการปฏิบัติระหว่างปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ในเรื่อง ลดความชื้นภายใน 24 ชั่วโมงหลังเก็บเกี่ยว และลดความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ก่อนเก็บรักษา การทำความสะอาดลานตากและวัสดุรองพื้น (Table 2)

3. ปัญหาในการควบคุมคุณภาพและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในกระบวนการผลิต พบว่า กลุ่มสหกรณ์การเกษตร มีปัญหาสูงสุดร้อยละ 66.25 รองลงมา

Table 1 Assessment result for good agricultural practices for rice seed (GAP seed) certification during 2018-2020

Year	No. of groups applied	Assessment result				Differences in percentage between years
		Pass		Fail		
		No. of groups	Percentage	No. of groups	Percentage	
2018	188	101	53.72	87	46.28	-
2019	169	144	85.21	25	14.79	+31.49
2020	290	189	65.17	101	34.83	-20.04

Table 2 Percentage of quality management adoption practices in rice seed production process of rice seed producer groups, rice community centers, large-scale farmer groups and agricultural cooperatives in 2018-2020

n = 234

Practice requirements	Adoption percentage			
	Rice seed producer group	Rice community center	Large-scale farmer group	Agricultural cooperatives
1. Field quality management (average)	96.96	96.54	97.34	100.00
1.1 Seed from reliable or known source with seed testing	100.00	98.33	98.89	100.00
1.2 Properly prepare land to reduce weeds and volunteer rice plant	100.00	100.00	98.89	100.00
1.3 Transpanting method	80.26	85.00	93.33	100.00
1.4 Water control in paddy field appropriately for the growth of rice crop	92.11	95.00	94.44	100.00
1.5 Inspect the field before making decision to select pesticides	97.37	96.67	95.56	100.00
1.6 Apply chemical fertilizer properly to growth and development of rice according to the instruction on lable registered with the Department of Agriculture	100.00	96.67	98.89	100.00
1.7 Inspect the field and remove other varieties or weedy rice from the field	100.00	100.00	100.00	100.00
1.8 Inspection all paddy field	100.00	98.33	98.89	100.00
1.9 Harvest rice at the appropriate stage	100.00	98.33	100.00	100.00
1.10 Drain water from the field before harvesting	98.68	98.33	98.89	100.00
1.11 Clean combine harvester before harvesting	98.68	96.67	97.78	100.00
1.12 In case planting field is adjacent to the fields of other rice varieties, the border row of at least 1 m wide shall be left intact	97.37	96.67	92.12	100.00
1.13 Handling with care in transferring process to prevent damage in quality	96.05	95.00	97.78	100.00

Table 2 (cont.)

n = 234

Practice requirements	Adoption percentage			
	Rice seed producer group	Rice community center	Large-scale farmer group	Agricultural cooperatives
2. Quality management during seed conditioning (average)	91.43	93.67	97.56	100.00
2.1 Clean drying area and floor lining materials	93.42	95.00	96.67	100.00
2.2 Reduce moisture within 24 hours after haverst, the moisture content of rice seed shall not exceed 12% after moisture reduction	93.42	93.33	98.89	100.00
2.3 Clean sorter, converyor belt, tools and containers	89.47	91.67	96.67	100.00
2.4 Sort out foreign metters	90.79	93.33	96.67	100.00
2.5 Seed sampling for quality testing	90.05	95.00	98.89	100.00
3. Quality management during seed storage (average)	92.63	95.67	98.67	100.00
3.1 Seed collection place shall be in good sanitation and safety	89.47	95.00	98.89	100.00
3.2 Rice seed shall be stored orderly and identified with code	92.11	93.33	98.89	100.00
3.3 Take sample for rice seed quality inspection every month	96.05	98.33	100.00	100.00
3.4 Check and control stored pests during storage	86.84	95.00	97.78	100.00
3.5 Record data on seed storage and selling	98.68	96.67	97.78	100.00
Total/average	93.67	95.29	97.86	100.00

ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ศูนย์ข้าวชุมชน และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว มีปัญหาร้อยละ 47.48 37.89 และ 19.56 ตามลำดับ (Table 3) การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ ปัญหาที่พบมากที่สุด คือ การไม่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาข้าวพันธุ์ปนและข้าวแดงปนได้ดีที่สุด โดยกลุ่มสหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 100.00 ไม่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ ปัญหารองลงมา คือ ปัญหาขาดแรงงานในการตรวจตัดพันธุ์ปน (ร้อยละ 87.50) และการตรวจประเมินแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ให้ครบทุกแปลง (ร้อยละ 87.50) (Table 3)

ส่วนปัญหาการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างปรับปรุงสภาพ พบว่า ปัญหาที่พบมากที่สุด คือการไม่สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพก่อนปรับปรุงสภาพ สำหรับปัญหาการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างเก็บรักษา พบว่า ปัญหาที่พบมากที่สุด คือ การไม่สุ่มตัวอย่างตรวจคุณภาพความงอกทุกเดือน (Table 3)

การควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร ในกิจกรรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว (GAP seed) ผลการดำเนินงานผ่านการรับรองจากกรมการข้าว ร้อยละ 67 ไม่ผ่านการรับรองร้อยละ 33 ซึ่งยังไม่ได้ตามเป้าหมายเนื่องจากกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ยังขาดองค์ความรู้ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้ผลิตเมล็ดพันธุ์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด (Khatsakan, 2021) เมื่อศึกษาประเด็นการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ ระหว่างปรับปรุงสภาพ และระหว่างเก็บรักษา มีการปฏิบัติในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีในทุกขั้นตอนอย่างประณีต เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ดีตามมาตรฐานที่กำหนด (Bureau of Rice Seed, 2010) แต่พบปัญหาในการควบคุมคุณภาพและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในเรื่องปริมาณน้ำไม่เพียงพอ การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพ และการบันทึกข้อมูลการเก็บรักษาและการจำหน่าย เป็นต้น จึงควรเพิ่มการฝึกอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้แบบเน้นหนัก ศึกษาดูงาน และฝึกปฏิบัติอย่างจริงจัง เพื่อให้การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต้องควบคุมทั้งกระบวนการผลิต ตั้งแต่ระดับแปลง การปรับปรุงสภาพ การเก็บรักษา การบรรจุถุง และติดป้ายพร้อมจำหน่าย ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวในห้องปฏิบัติการที่มีวิธีการทดสอบตามหลักสากล คุณภาพได้มาตรฐานทั้งความบริสุทธิ์ ความงอก ตรงตามพันธุ์ และความชื้น ตามข้อกำหนดของหน่วยงานรับรองเมล็ดพันธุ์ แผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ควรมีการบูรณาการร่วมกันระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกร เพื่อให้การผลิตและกระจายเมล็ดพันธุ์พัฒนาอย่างยั่งยืน (Prasertsak, 2022)

4. ผลวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ สหกรณ์การเกษตร และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยการรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานผลิตเมล็ดพันธุ์ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2563 จากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวในชั้นพันธุ์จำหน่าย ซึ่งแยกข้อมูลเป็น 2 ส่วน ตามขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์และขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดังนี้

ส่วนที่ 1 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ กลุ่มเกษตรกรที่ขอการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าว ต้องได้รับการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพ เพื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานที่กรมการข้าวกำหนด โดยในปี พ.ศ. 2561-2563 กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวผ่านเกณฑ์องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ข้าวพันธุ์อื่นปน ข้าวแดง และเปอร์เซ็นต์ความงอกมากที่สุดร้อยละ 35.64 55.62 และ 46.55 ตามลำดับ กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 11.70 18.34 และ 12.76 ตามลำดับ ศูนย์ข้าวชุมชนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 5.32 9.47 และ 5.17 ตามลำดับ และสหกรณ์การเกษตรผ่านเกณฑ์ร้อยละ 1.06 1.77 และ 0.69 ตามลำดับ (Table 4) สาเหตุการไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากกลุ่มที่ไม่ผ่านโดยเฉพาะกลุ่มสหกรณ์

Table 3 Percentage of adoption challenges in quality management of rice seed production process of rice seed producer groups, rice community centers, large-scale farmer groups and agricultural cooperatives in 2018-2020

n = 234

Practice requirements	Adoption percentage			
	Rice seed producer group	Rice community center	Large-scale farmer group	Agricultural cooperatives
1. Field quality management (average)	96.96	96.54	97.34	100.00
1.1 Far from reliable source of quality seed for planting	10.53	40.00	38.89	50.00
1.2 Seed production field has been the outbreak area of volunteer rice, weedy rice and weed	21.05	30.00	40.00	75.00
1.3 Transplanting method	26.32	35.00	56.67	100.00
1.4 Inadequate water for rice seed field	69.74	83.33	75.56	75.00
1.5 Cannot manage water drainage from or to the field	30.26	38.33	47.76	75.00
1.6 Lack of knowledge in pesticide selection and application rate	31.58	46.67	63.33	62.50
1.7 Other rice varieties and weedy rice in the production fields	28.95	38.33	50.00	50.00
1.8 Lack of labor for elimination of other rice varieties in the fields	46.05	48.33	63.33	87.50
1.9 Inspection all production fields	13.16	36.67	43.33	87.50
1.10 Combine harvester cleaning	31.58	36.67	56.67	75.00
2. Quality management during seed conditioning (average)	11.84	34.00	43.11	62.50
2.1 Clean drying area and lining materials or dryer and conveyor belt	9.21	33.33	34.44	62.50
2.2 Seed moisture content reduction to be not exceed 12%	14.47	30.00	44.44	62.50
2.3 Clean sorter, converyor belt, tools and containers	6.58	31.67	38.89	62.50
2.4 Sort out foreign matter	7.89	33.33	41.11	62.50
2.5 Sampling for quality tesing before conditioning process	21.05	41.67	56.67	62.50

Table 3 (cont.)

n = 234

Practice requirements	Adoption percentage			
	Rice seed producer group	Rice community center	Large-scale farmer group	Agricultural cooperatives
3. Quality management during seed storage (average)	15.26	36.33	45.78	62.50
3.1 Clean seed collection place	9.21	38.33	44.44	62.50
3.2 Store seed orderly and identified with code	7.89	33.33	36.67	62.50
3.3 Sampling for quality testing every month	35.53	48.33	60.00	62.50
3.4 Control stored pest during storage	5.26	31.67	36.67	62.50
3.5 Record data on seed storage and selling	18.42	30.00	51.11	62.50
Total/average	19.56	37.89	47.48	66.25

Table 4 Number and percentage of rice seed producer groups, rice community centers, large-scale farmer groups and agricultural cooperatives which pass pre-conditioned seed quality standard in 2018-2020

Year	No. of groups inspected	Groups which pass the quality standard (number (percent))				
		Rice seed producer group	Rice community center	Large-scale farmer group	Agricultural cooperatives	Total
2018	188	67 (35.64)	10 (5.32)	22 (11.70)	2 (1.06)	101 (53.72)
2019	169	94 (55.62)	16 (9.47)	31 (18.34)	3 (1.77)	144 (85.20)
2020	290	135 (46.55)	15 (5.17)	37 (12.76)	2 (0.69)	189 (65.17)

การเกษตรยังไม่มีความพร้อมในเรื่องการปักดำ การตัดพันธุ์ปนและการควบคุมน้ำเข้าออกในแปลงขยายพันธุ์ การตรวจประเมินแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ให้ครบทุกแปลง และการทำความสะอาดรถเกี่ยวนวด

การศึกษาข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวใน 3 องค์ประกอบ คือ ข้าวแดง ข้าวพันธุ์อื่นปน และเปอร์เซ็นต์ความงอก ของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร ผลการวิเคราะห์คุณภาพ ในปริมาณเมล็ดพันธุ์ 500 กรัม พบว่า ปริมาณเมล็ดข้าวแดง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสหกรณ์การเกษตร มีปริมาณเมล็ดข้าวแดงเฉลี่ยสูงสุด (7.24 เมล็ด) รองลงมา คือ ศูนย์ข้าวชุมชน (4.87 เมล็ด) กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ (4.10 เมล็ด) และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (0.53 เมล็ด) สำหรับข้าวพันธุ์อื่นปน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยกลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่มีปริมาณข้าวพันธุ์อื่นปนเฉลี่ยสูงสุด (16.65 เมล็ด) รองลงมา คือ สหกรณ์การเกษตร (9.76 เมล็ด) ศูนย์ข้าวชุมชน (9.68 เมล็ด) และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (4.42 เมล็ด) ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยสูงสุด (ร้อยละ 94.05) รองลงมา คือ ศูนย์ข้าวชุมชน (ร้อยละ 93.86) สหกรณ์การเกษตร (ร้อยละ 91.72) และกลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ (ร้อยละ 91.64) (Table 5) แสดงให้เห็นว่า กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้คุณภาพดีที่สุด รองลงมา คือ ศูนย์ข้าวชุมชน สหกรณ์การเกษตร และกลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นความสำคัญของการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ โดยเฉพาะการใช้เครื่องปักดำและการควบคุมน้ำในแปลงสามารถป้องกัน

Table 5 Average number of red rice, other rice varieties in 500 g seeds sample, and germination percentage of pre-conditioned seed among rice seed producer groups, rice community centers, large-scale farmer groups and agricultural cooperatives in 2018-2020

n = 234

Group	Red rice (no. of seeds±SD)	Other rice variety (no. of seeds±SD)	Germination (%±SD)
Rice seed producer	0.53±0.51 a[1)]	4.42±4.71 a	94.05±7.87 a
Rice community center	4.87±8.77 b	9.68±11.64 b	93.86±2.16 a
Large-scale farmer	4.10±9.56 b	16.65±31.14 c	91.64±2.29 b
Agricultural cooperatives	7.24±12.48 c	9.76±12.55 b	91.72±1.38 b
CV (%)	0.143	0.164	0.000

[1)] In column, the numbers followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ปัญหาข้าวเรื้อซึ่งอาจจะเป็นข้าวแดงหรือข้าวพันธุ์อื่นได้ดีที่สุด

สำหรับเปอร์เซ็นต์ความงอก ทุกกลุ่มไม่มีปัญหาสามารถผลิตได้ตามมาตรฐานที่กำหนด คือ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ซึ่งกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ความชื้นสูงให้กับศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวและเอกชนเป็นผู้ปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่าย ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่นำไปปรับปรุงสภาพมีคุณภาพตามมาตรฐานในเรื่อง ข้าวพันธุ์อื่นปน ข้าวแดง และเปอร์เซ็นต์ความงอก สำหรับการปรับปรุงสภาพจะเน้นที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น และสิ่งเจือปน โดยหลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ต้องมีคุณภาพผ่านมาตรฐานในทุกองค์ประกอบตามที่กำหนด

ส่วนที่ 2 คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ทำการศึกษาข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวใน 5 องค์ประกอบ คือ ข้าวแดง ข้าวพันธุ์อื่นปน ความงอก เมล็ดพันธุ์สุทธิ และสิ่งเจือปน ของกลุ่มที่มีการดำเนินการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาครัฐ) และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาคเอกชน) ในปริมาณเมล็ดพันธุ์ 500 กรัม พบว่า 1) เมล็ดข้าวแดง จำนวนเมล็ดข้าวแดงที่พบในตัวอย่างของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว คือ 1-5 เมล็ด ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวพบข้าวแดง 1-541 เมล็ด 2) ข้าวพันธุ์อื่นปน จำนวนเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นปน พบ 1-15 เมล็ด ในตัวอย่างของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวพบข้าวพันธุ์อื่นปน 1-590 เมล็ด 3) ความงอก กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว พบเปอร์เซ็นต์ความงอก ร้อยละ 85-100 และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวพบ ร้อยละ 55-99 4) เมล็ดพันธุ์สุทธิ กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวพบเมล็ดพันธุ์สุทธิ ร้อยละ 98.00-99.99 ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวพบเมล็ดพันธุ์สุทธิ ร้อยละ 87.33-99.99 5) สิ่งเจือปน กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวพบสิ่งเจือปน ร้อยละ 0.01-2.00 ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวพบสิ่งเจือปน ร้อยละ 0.01-12.67 (Table 6)

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพระหว่างกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาครัฐ) กับผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาคเอกชน) ในปริมาณเมล็ดพันธุ์ 500 กรัม พบว่า ภาครัฐมีเมล็ดข้าวแดงเฉลี่ย 0.56 เมล็ด และ ภาคเอกชนมีเมล็ดข้าวแดงเฉลี่ย 3.12 เมล็ด ภาครัฐมีเมล็ดข้าวพันธุ์อื่นปนเฉลี่ย 1.70 เมล็ด และภาคเอกชนมี 4.17 เมล็ด ภาครัฐมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย ร้อยละ 95.87 และภาคเอกชนมี ร้อยละ 91.32 ภาครัฐมีเมล็ดพันธุ์สุทธิเฉลี่ย ร้อยละ 99.43 และภาคเอกชนมี ร้อยละ 99.08 (Table 7)

จะเห็นได้ว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ระหว่างกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาครัฐ) กับผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว (ภาคเอกชน) ใน 5 องค์ประกอบ ได้แก่ เมล็ดข้าวแดง ข้าว

Table 6 Maximum and minimum of post-conditioned seed quality between rice seed producer group (government sector representative) and rice seed distributor group (private sector representative) during 2018-2020

Quality criteria	Rice seed producer group (government sector representative)		Rice seed distributor group (private sector representative)	
	max	min	max	min
Red rice[1)]	5	1	541	1
Other varieties[1)]	15	1	590	1
Seed germination (%)	100	85	99	55
Net rice seed (%)	99.99	98.00	99.99	87.33
Impurity (%)	2.00	0.01	12.67	0.01

[1)] no. of seeds in a 500 g seed sample

Table 7 Average number of post-conditioned seed quality between rice seed producer group (government sector representative) and rice seed distributor group (private sector representative) during 2018-2020

Quality criteria	Rice seed producer group (government sector representative)	Rice seed distributor group (private sector representative)	DIFF
Red rice[1)]	0.56	3.12	-2.56*
Other varieties[1)]	1.70	4.17	-2.47*
Seed germination (%)	95.87	91.32	4.55
Net rice seed (%)	99.43	99.08	0.35*
Impurity (%)	0.57	0.91	-0.34*

[1)] no. of seeds in a 500 g seed sample

*statistically significant ($p < 0.05$)

พันธุ์อื่นปน เปอร์เซ็นต์ความงอก เมล็ดพันธุ์สุทธิ และสิ่งเจือปน พบว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Khatsakan (2015) ซึ่งรายงานว่า การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวราชบุรี พบว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมีคุณภาพสูงกว่าผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวในทุกองค์ประกอบ อาจจะเนื่องจากว่ามาตรฐานที่ใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่ได้ใช้มาตรฐานเดียวกัน โดยกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ใช้มาตรฐานตามที่กรมการข้าวกำหนดซึ่งจะสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด ซึ่งส่งผลให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหลังปรับปรุงสภาพมีความแตกต่างกัน เพราะว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมีการวางแผนการผลิตล่วงหน้า 1-2 ปี มีการควบคุม ตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนตั้งแต่ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ หลังการเก็บเกี่ยว หลังปรับปรุงสภาพและคุณภาพระหว่างเก็บรักษา ในทุกขั้นตอนมีการควบคุมจัดการไม่ให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ ประกอบกับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ภายใต้การควบคุม กำกับ จากเจ้าหน้าที่ที่มีองค์ความรู้ เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ทันสมัยสนับสนุน ให้ความสะดวกในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมล็ดพันธุ์ข้าวจึงเป็นที่ต้องการของผู้ใช้เพราะเชื่อมั่นในคุณภาพ ในขณะที่ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด คือ พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และฉบับแก้ไข (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2020) ผลิตตามภาวะตลาดหรือความต้องการของผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีความแปรปรวนสูงในแต่ละปี ทำให้พื้นที่จัดทำแปลงขยายพันธุ์มีการเปลี่ยนพันธุ์บ่อยครั้ง ส่งผลให้การจัดการแปลงขยายพันธุ์ยาก มีความเสี่ยงในเรื่อง พันธุ์ปน และผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมากกว่า 2 สายพันธุ์ ทำให้การบริหารจัดการในเรื่องพันธุ์ปนยุ่งยาก ประกอบกับเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์อาจจะไม่พร้อมหรือไม่เพียงพอต่อการจัดการในแต่ละฤดูปลูก หรือการควบคุมการปนพันธุ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพราะทำการผลิตหลายพันธุ์ รวมถึงขาดทักษะ ความชำนาญในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจจะส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตให้ด้อยคุณภาพ

สรุปผลการทดลอง

ผลการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร ปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า กลุ่มเกษตรกรได้รับการรับรอง GAP seed เฉลี่ย 144.67 กลุ่ม มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวในแปลงขยายพันธุ์สูงสุดเฉลี่ย 97.71 การปฏิบัติระหว่างเก็บรักษาเฉลี่ยร้อยละ 96.74 และมีการปฏิบัติระหว่างปรับปรุงสภาพเฉลี่ยร้อยละ 95.67

โดยปี พ.ศ. 2561 ได้รับการรับรอง GAP seed ร้อยละ 53.72 ปี พ.ศ. 2562 ได้รับการรับรอง ร้อยละ 85.21 มากกว่าปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 31.49 และปี พ.ศ. 2563 ได้รับการรับรอง ร้อยละ 65.17 ลดลงจากปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 20.04 เนื่องจากมีกลุ่มใหม่ที่ยื่นขอการรับรองเพิ่มขึ้น และบางกลุ่มยังไม่พร้อมสำหรับการตรวจประเมินเพื่อให้การรับรอง

การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในแปลงขยายพันธุ์ ของสหกรณ์การเกษตร กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว และศูนย์ข้าวชุมชน มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP seed เฉลี่ยร้อยละ 100.00 97.34 96.96 และ 96.54 ตามลำดับ การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างปรับปรุงสภาพ พบว่า สหกรณ์การเกษตร กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ศูนย์ข้าวชุมชน และกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP seed เฉลี่ยร้อยละ 100.00 97.56 93.67 และ 91.43 ตามลำดับ การควบคุมคุณภาพและตรวจคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างเก็บรักษา พบว่า สหกรณ์การเกษตร กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP seed เฉลี่ยร้อยละ 100.00 98.67 95.67 และ 92.63 ตามลำดับ

การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรทั้งภาครัฐและเอกชน ปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ศูนย์ข้าวชุมชน กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่ และสหกรณ์การเกษตร มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชน ก็มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวมีปัญหาคุณภาพเมล็ดพันธุ์เรื่อง เปอร์เซ็นต์ความงอก เมล็ดพันธุ์สุทธิ สิ่งเจือปน ข้าวแดง และข้าวพันธุ์อื่นปนเกินมาตรฐานที่กำหนด จึงควรให้คำแนะนำเรื่องการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การคัดแยกสิ่งเจือปน การเก็บรักษา และวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Rice Seed. 2010. Rice Seed Production. Agricultural Cooperatives Federation of Thailand Limited, Bangkok. 85 p. (in Thai)

Khatsakan, O. 2015. Rice Seed Quality Control and Inspection of Ratchaburi Rice Seed Center. Rice Seed Division, Rice Department. 95 p. (in Thai)

_____. 2021. Development of Rice Seed Production System to Achieve Certification of GAP-Seed Standard. Rice Seed Division, Rice Department. 113 p. (in Thai)

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2020. Notification of the Ministry of Agriculture and Cooperatives: prescribing of characteristics and rate of materials used or contained or mixed or added in controlled seed, paddy rice, B.E. 2563. Available source: https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2020/05/PP03-Rice63.pdf. (October 10, 2020) (in Thai)

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standard. 2017. Thai Agricultural Standard TAS4406-2017 Good Agricultural Practices for Rice Seed. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 15 p. (in Thai)

Prasertsak, A. 2022. Rice seed multiplication system. Thai Rice Research Journal 13(1): 106-117. (in Thai)

Rice Seed Division. 2023. Meeting Report on Rice Seed Production Plan in 2023. Rice Department. 8 p. (in Thai)

Wanichsuppawong, P. 2003. Educational Research Methodology. 4th ed. Educational Technology Section. Office of Academic Resources. Prince of Songkla University, Pattani province. 104 p. (in Thai)

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introduction Analysis. 3rd ed. Harper & Row Publishers, New York . 886 p.

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ในการผลิตข้าวพื้นที่นำร่อง 4 จังหวัด

Development of Pesticide Residue Database System in Rice Production from the Four Pilot Provinces

ปิยรัตน์ พลยะเรศ[1)] ดารารัตน์ มณีจันทร์[1)] รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร[1)] ผกามาศ วงค์เตย์[1)]
กฤษกมล เปาทอง[2)] ชัยรัตน์ จันทร์หนู[3)] ณุภาวี สะกัญญา[1)] นพีร์ เข่งวา[1)] พยอม โคเบลลี่[4)]
Piyarat Ponyared[1)] Dararat Maneejan[1)] Rattanawan Jansasithorn[1)] Pakamas Wongtay[1)]
Kritkamol Paothong[2)] Chairat Channoo[3)] Nupawee Sakanya[1)] Napee Khengwa[1)] Payorm Cobelli[4)]

Abstract

Nowadays, the application of pesticides is widely used to prevent plant diseases and pests in Thailand. However, inappropriate use of pesticides could lead to a high risk of residue contamination in agricultural products which may affect consumers' health and environment. This research aims to develop a database system to store pesticide residue in rice, soil, and water which can easily search and display through a web application. The Rice Pesticide Residue in Rice Production Database (Rice-PRdb) is developed on Windows Server 2019 with the MariaDB used as the database management system. The web application is built using PHP, CSS, HTML, and JavaScript and runs on an Apache HTTP server. In addition, pesticide residue data in rice, soil, and water samples from the central and western regions, i.e., Suphan Buri, Kanchanaburi, Chai Nat, and Phra Nakhon Si Ayutthaya provinces are collected in the database. The developed web application displays the information in maps and charts of detected area forms. The detected pesticides and concentrations are also reported and compared to the maximum residue limits (MRLs) from the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (ACFS) and Codex. Moreover, a dashboard is installed to display the link between the use of pesticides during rice cultivation and the residues found in rice products, soil, and water. The problem of rice pests in each cultivated area was also included. This web application shows high satisfaction and acceptability from users which can be accessed at http://trsi-app.ricethailand.go.th/dcrpr/. Therefore, this system can be used as a tool to monitor pesticide residues in risk areas and a guideline for further recommendations on pesticide application in rice production. The further study is extended to monitor in other rice production areas.

Keywords: rice, database, pesticide, pesticide residue

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภาคการเกษตรของประเทศไทย มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดพืชอย่างกว้างขวาง หากมีการใช้สารดังกล่าวอย่างไม่ถูกต้องตามคำแนะนำ ย่อมมีความเสี่ยงที่จะพบการตกค้างในผลผลิตและส่งผลอันตรายต่อผู้บริโภค

Received: January 25, 2023/ Revised: April 28, 2023/ Accepted: April 30, 2023

[1)] สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340
Thailand Rice Science Institute, Muang, Suphanburi 72000 Tel. 0-3555-5340
[2)] ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000 โทร. 0-3570-9051
Phra Nakhon Si Ayutthaya Rice Research Center, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000 Tel. 0-3570-9051
[3)] ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5601-9771
Chai Nat Rice Research Center, Mueang, Chai Nat 17000 Tel. 0-5601-9771
[4)] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพ 10900 โทร. 0-2579-7892
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 0-2579-7892

รวมทั้งสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในผลผลิตข้าวและสิ่งแวดล้อมทั้งดินและน้ำ สามารถค้นหาและแสดงผลข้อมูลได้อย่างสะดวกบนเว็บแอปพลิเคชัน ระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว (Rice-PRdb) ได้พัฒนาบน Window server 2019 มีการจัดการระบบฐานข้อมูลด้วย MariaDB สร้างเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP CSS HTML และ JavaScript ทำงานบน Apache HTTP Server ส่วนระบบฐานข้อมูลได้จัดเก็บข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในผลผลิตข้าวและสิ่งแวดล้อม ทั้งดินและน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา ส่วนเว็บแอปพลิเคชันสามารถค้นหาข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ กราฟข้อมูล และตารางรายงานชนิดและปริมาณของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวและพื้นที่ที่มีการตกค้างเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนดสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ทั้งเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) และ Codex นอกจากนี้ยังมีส่วนแดชบอร์ดแสดงความเชื่อมโยงข้อมูลการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรกับข้อมูลการตกค้างในผลผลิตข้าว รวมทั้งแสดงข้อมูลปัญหาศัตรูข้าวในแต่ละพื้นที่ โดยผลการประเมินความพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน พบว่า มีความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวมในระดับมาก ผู้สนใจสามารถเข้าสืบค้นข้อมูลได้ที่เว็บไซต์ https://ricephysicochem.ricethailand.go.th/dcrpr/ ระบบฐานข้อมูลนี้เป็นเครื่องมือช่วยตรวจติดตามเฝ้าระวังพื้นที่ที่มีความเสี่ยง และรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คำแนะนำการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องเหมาะสมแก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าว และขยายการตรวจติดตามในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าว ฐานข้อมูล สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารพิษตกค้าง

คำนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทั้งสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง โรค และวัชพืช ในการผลิตข้าว ส่งผลให้การนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรมีแนวโน้มสูงขึ้น จากข้อมูลสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร สถิติการนำเข้าในปี พ.ศ. 2565 ปริมาณการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็น 113,640 ตัน คิดเป็นมูลค่า 24,010 ล้านบาท โดยสารเคมีกำจัดวัชพืชนำเข้าสูงสุดคือ 72,469 ตัน รองลงมาเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืช จำนวน 18,826 และ 18,182 ตัน ตามลำดับ (The Office of Agricultural Regulation, 2023) โดยเกษตรกรมีการใช้สารเคมีตั้งแต่การเตรียมพื้นที่เพาะปลูกจนถึงเสร็จสิ้นการผลิต จากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น ไม่ถูกเวลาและไม่ถูกวิธี ส่งผลให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรได้ โดยเฉพาะในอาหารประเภทธัญพืช ที่มีการสลายตัวของสารเคมีทางการเกษตรช้ากว่าอาหารชนิดอื่นๆ (Pareja *et al*., 2011)

งานวิจัยการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในผลผลิตข้าวรวมทั้งสิ่งแวดล้อม เช่น ดินและน้ำบริเวณพื้นที่การปลูกข้าว Arunwarakorn *et al.* (2014) ได้รายงานผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในแปลงปลูกข้าวพื้นที่จังหวัดชัยนาท ปี พ.ศ. 2556 พบว่าสาร chlorpyrifos เป็นสารพิษตกค้างที่พบมากในตัวอย่างดินและน้ำ และสาร isoprocarb ในตัวอย่างข้าวเปลือก ผลการศึกษาของ Wanwimolruk *et al.* (2018) พบสาร difenoconazole และ propiconazole ในดินนาและต้นข้าว และสาร propiconazole ในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากพื้นที่ปลูกข้าวจังหวัดนครปฐม จากรายงานของ Maneejan *et al.* (2022) ได้ทำการตรวจติดตามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว พบว่า เกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและโรคข้าวในทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าว เมื่อตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำใน 4 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา พบการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตร จำนวน 43 ตัวอย่าง พบการตกค้างของสาร chlorpyrifos, omethoate, carbaryl, propoxur, 3-hydroxycarbofuran, carbofuran, cyproconazole, propiconazole, tebuconazole และ tricyclazole อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามข้อกำหนดของกฎหมายไทย (maximum residue limits (MRLs)) และ Codex's MRLs

พบว่าสารตกค้างที่ตรวจพบในตัวอย่างข้าวมีปริมาณไม่เกินค่าที่กำหนด

ข้อมูลจากงานวิจัยเหล่านี้ควรนำไปเผยแพร่และแนะนำส่งเสริมให้ความรู้เกษตรกรได้ใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกวิธี ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลจากการติดตามและตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างให้เป็นระบบ และมีการเชื่อมโยงข้อมูลสำหรับพัฒนางานวิจัยหรือต่อยอดเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการการผลิตข้าวปลอดสารพิษอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องอาศัยการจัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บและจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ โดยข้อมูลที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลมีความถูกต้องเชื่อถือได้ เป็นมาตรฐานและมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูล มาจัดทำเป็นต้นแบบฐานข้อมูลเพื่อประเมินความปลอดภัยของผู้บริโภค ตามกำหนดหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยทางอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)) เพื่อควบคุมปริมาณสารพิษตกค้างให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งได้จัดทำมาตรฐานอาหาร (Codex) กำหนดค่ามาตรฐานสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรและอาหารต่างๆ (FAO and WHO, 2013) สำหรับประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เป็นหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการ (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2008)

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลการตรวจติดตามและการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารพิษจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในข้าว ดิน และน้ำ และสร้างระบบการสืบค้นข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้ผู้สนใจสามารถเข้าถึงและแสดงผลข้อมูลได้อย่างสะดวกและแม่นยำ โดยใช้ข้อมูลจาก 4 จังหวัด ของพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตกเป็นข้อมูลต้นแบบ นอกจากนี้ระบบฐานข้อมูลนี้เป็นกระบวนการหนึ่งในการเฝ้าระวังและติดตามให้การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม ให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและตามมาตรฐานสุขอนามัย ส่งเสริมให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีในสินค้าข้าวในการส่งออก รวมทั้งเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวให้เหมาะสมและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว

รวบรวมข้อมูลจากรายงานของ Maneejan *et al.* (2022) ได้ตรวจติดตามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ ในเขตจังหวัดภาคกลางและภาคตะวันตก ข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1.1 ข้อมูลการติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญของเกษตรกรในการผลิตข้าว เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากแบบสัมภาษณ์เกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา จำนวนรวม 160 ราย

1.2 ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ จาก 4 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา โดยจำแนกเป็น ตัวอย่างข้าว จำนวน 250 ตัวอย่าง ตัวอย่างดิน จำนวน 250 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำ จำนวน 174 ตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์และพัฒนาระบบฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

จากการวิเคราะห์รูปแบบและโครงสร้างของข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว ได้ออกแบบระบบฐานข้อมูลและการแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน Window server 2019 โดยออกแบบระบบด้วยรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบสามเส้า (tree-tier architecture) คือ สถาปัตยกรรมแบบ client-server ที่มีการแยกการแสดงผล (presentation) การประมวลผล (processing) และการจัดการข้อมูล (data management) ออกจากกัน เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูง สะดวกในการ

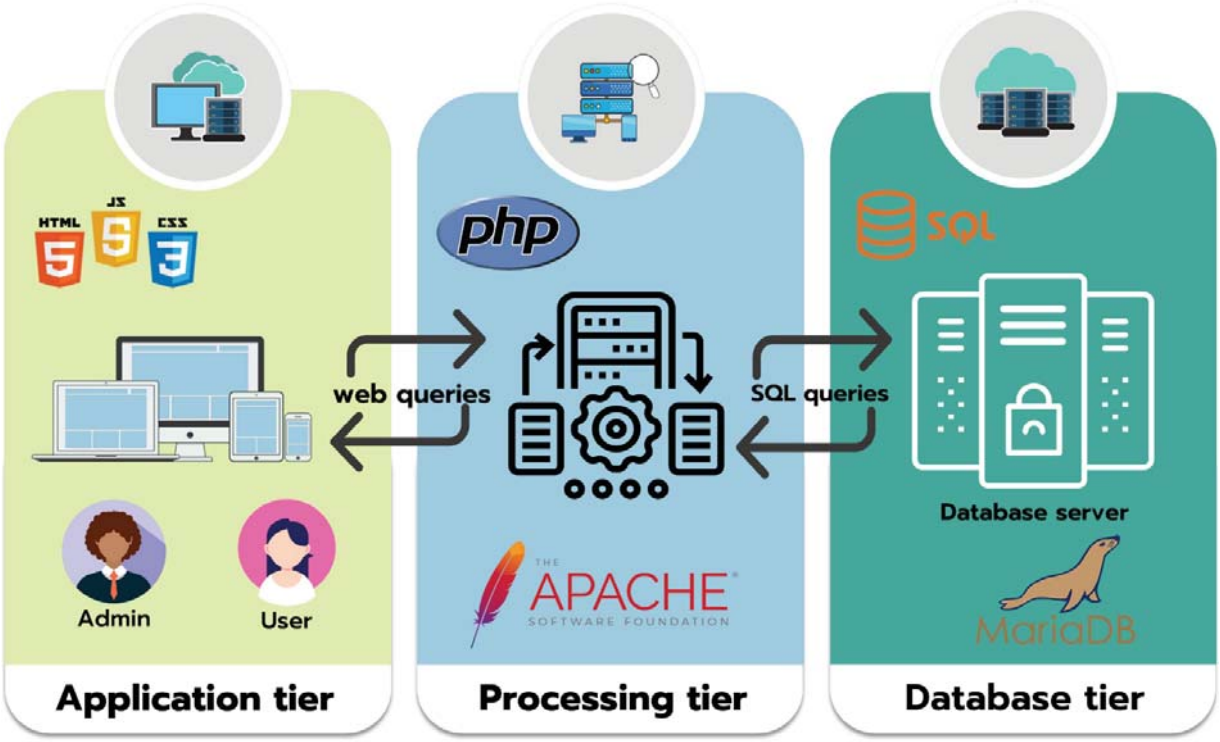


Fig. 1 The system architecture is based on three-tier architecture: application tier, processing tier, and database tier. The system develops on Windows server 2019, and the database management system uses MariaDB. The website creates using the Laravel framework including PHP, HTML, CSS, and JavaScript and runs on an Apache HTTP server

ปรับปรุงแก้ไขระบบและลดภาระการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ (Jacobs, 2004) ประกอบด้วย 3 ส่วน แสดงใน Fig. 1 ได้แก่

2.1 ส่วนฐานข้อมูล (database tier) เป็นส่วนจัดเก็บชุดข้อมูลอย่างเป็นระบบด้วยรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) สามารถรองรับข้อมูลได้อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ (Codd, 1970) ใช้ MariaDB ที่เป็นซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส (open-source software) ที่เป็นซอฟต์แวร์จัดการระบบฐานข้อมูล (database management system (DBMS)) เพื่อรองรับและจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ส่วนการประมวลผล (processing tier) เป็นส่วนการทำงานประมวลผลข้อมูลและซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลระหว่างส่วนแสดงผลและฐานข้อมูล มีการสั่งการไปยังส่วนฐานข้อมูลด้วยภาษาเอสคิวแอล (structured query language (SQL)) เป็นภาษาสำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ และส่วนการแสดงผลด้วยภาษาพีเอชพี (PHP hypertext preprocessor (PHP)) เป็นภาษาเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2.3 ส่วนการแสดงผลโปรแกรมประยุกต์ (application tier) เป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยเทคนิค responsive web ที่เป็นเทคนิคการออกแบบเว็บให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์หลายชนิด ข้อดีคือ เว็บแอปพลิเคชันเพียงหน้าเดียวสามารถรองรับและแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพบนทุกความละเอียดของจอแสดงผลที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน ช่วยลดขนาดการจัดเก็บข้อมูลและการทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ (Bryant and Jones, 2012) สร้างเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP, Java script (Leaflet library), CSS และ HTML ทำงานบน Apache HTTP Server ที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและนิยมใช้อย่างแพร่หลาย ส่วนการแสดงผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1) ส่วนการแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน เป็นส่วนการค้นหาและแสดงผลการตรวจวิเคราะห์ติดตามการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และแดชบอร์ด (dashboard) ที่แสดงผลการติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรระหว่างการ

ปลูกข้าว รวมถึงการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) ส่วนการจัดการระบบ เป็นส่วนบริหารจัดการข้อมูลและส่วนการจัดการผู้ใช้งาน เช่น การนำเข้าข้อมูล การแก้ไขหรือลบข้อมูลในระบบฐานข้อมูล การสมัครสมาชิก การลงทะเบียน การกำหนดสิทธิการเข้าถึงข้อมูล การแก้ไขข้อมูลในหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันที่มีการจัดการโดยผู้ดูแลระบบ

3. การทดสอบใช้งานระบบฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

ดำเนินการทดสอบการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังจากการทดลองใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แบ่งความพึงพอใจการใช้งานออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ด้านคุณภาพของเนื้อหา และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินจากการตอบแบบสอบถามมาสรุปและวิเคราะห์ด้านสถิติต่างๆ ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (Srisa-ard, 2013) ดังนี้

โดยคะแนนเฉลี่ยระหว่าง

4.50-5.00	หมายถึง มากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง มาก
2.50-3.49	หมายถึง ปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง น้อย
1.00-1.49	หมายถึง ต้องปรับปรุง

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาของ Maneejan *et al*. (2022) แบ่งข้อมูลสำหรับจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลและแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ข้อมูลสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญของเกษตรกรในการผลิตข้าว จากแบบสัมภาษณ์เกษตรกร 4 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา จำนวนรวม 160 ราย (แปลง) โดยข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ได้รวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบไฟล์ excel ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร (เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา พันธุ์ข้าวที่ปลูก) ปัญหาศัตรูข้าวที่พบ (แมลงศัตรูข้าว โรคข้าว และวัชพืช) วิธีการป้องกันและการจัดการสารเคมีที่ใช้ควบคุมศัตรูข้าวที่สำคัญ (จำแนกตามระยะข้าว) ชนิด/ชื่อการค้าของสารเคมี ระยะและปริมาณที่ฉีดพ่นสารเคมี เป็นต้น

1.2 ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ จาก 4 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา โดยจำแนกเป็น ตัวอย่างข้าว จำนวน 250 ตัวอย่าง ตัวอย่างดิน จำนวน 250 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำ จำนวน 174 ตัวอย่าง ข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ รหัส/ชื่อตัวอย่าง วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง ชนิดตัวอย่าง (ข้าว ดิน น้ำ) เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ ชนิดสารเคมี/ปริมาณสารเคมีที่พบ เกณฑ์ค่ามาตรฐานกำหนดสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) โดยรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลในรูปแบบไฟล์ excel เพื่อให้สามารถจัดเก็บเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

2. ระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว

จากการพัฒนาสำหรับจัดเก็บข้อมูลการติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญของเกษตรกรในการผลิตข้าว และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ ด้วยการใช้รูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยแสดงความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลด้วยแบบจำลองแสดงโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (entity-relationship diagram: ER diagram) ใน Fig. 2 ประกอบข้อมูล 10 ตาราง (entity) คือ users (จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ การลงทะเบียน การกำหนดสิทธิผู้เข้าใช้งาน) operators (จัดเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบ) catagories (จัดเก็บประเภทของข้อมูล) password_resets (จัดเก็บข้อมูลการลืมรหัสผ่านหรือขอรหัสผ่านใหม่ของสมาชิก) personal_access_tokens (จัดเก็บข้อมูลของการจัดการสมาชิก) migrations (จัดเก็บข้อมูลการสร้างตารางของระบบ) failed_jobs (จัดเก็บข้อมูลการเข้าใช้งานหรือการ

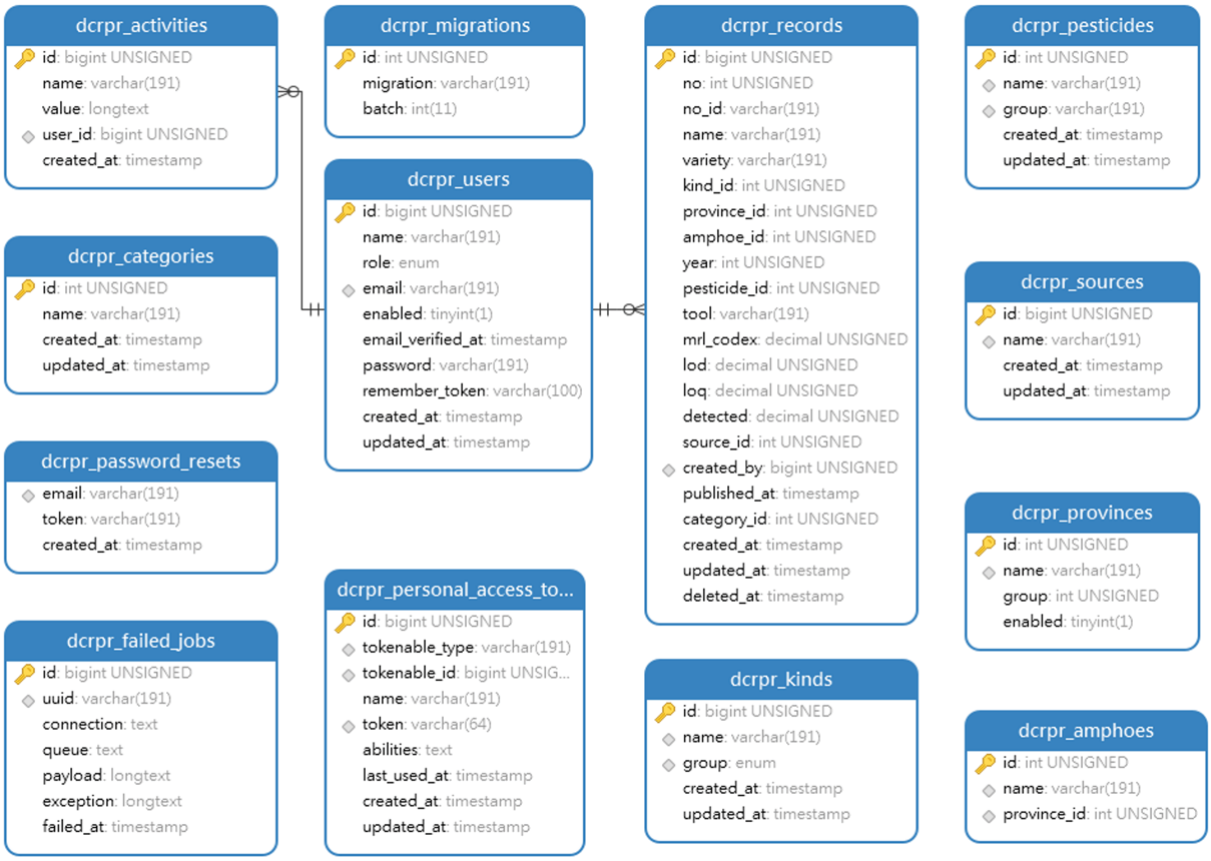


Fig. 2 The database ER (entity-relation) diagram of database structure in Rice-PRdb

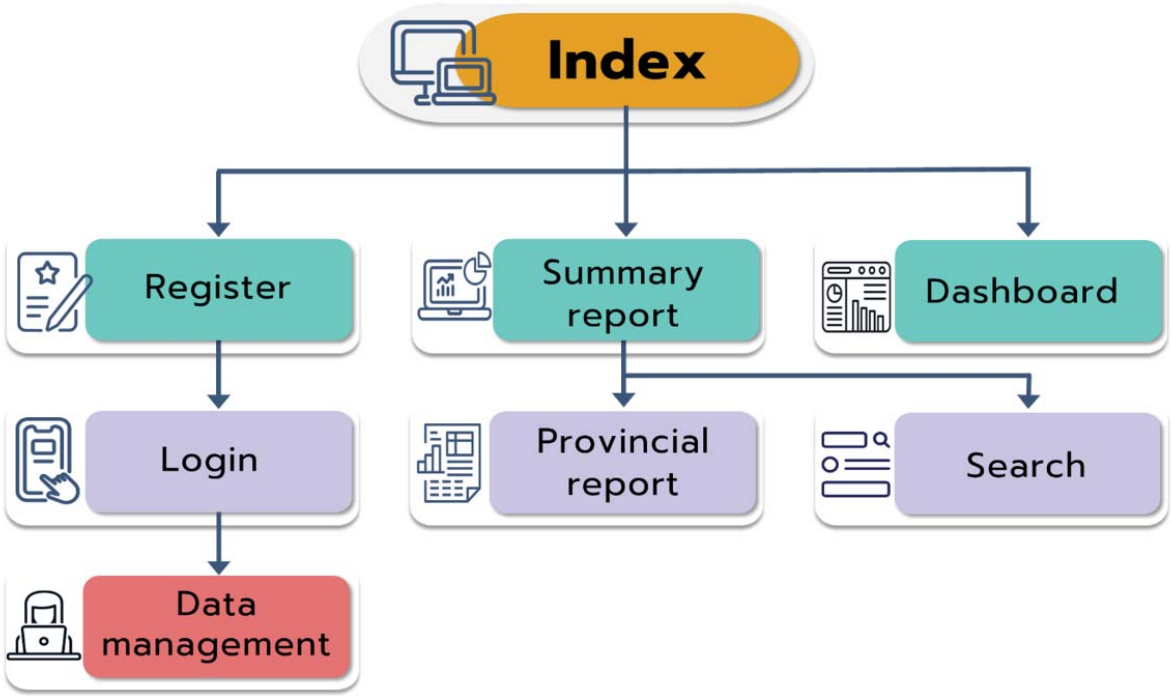


Fig. 3 The web interface structure of Rice-PRdb

เรียกไฟล์ที่ล้มเหลว) setting (จัดเก็บข้อมูลการตั้งค่า) addresses (จัดเก็บข้อมูลที่อยู่ตั้งแต่ตำบลถึงจังหวัด) และ records (จัดเก็บข้อมูลผลการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างของตัวอย่างทั้งหมด เช่น รหัสตัวอย่าง ชื่อตัวอย่าง ชนิดตัวอย่าง พันธุ์ข้าว แหล่งที่มา เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ สารเคมีที่พบ ปริมาณสารที่พบ เป็นต้น) จาก Fig. 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตาราง operators ไปยัง categories และ records โดยมีกุญแจนอก (foreign key) ใช้เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี คือ creat_by และ catagories_id และได้แสดงตัวอย่างพจนานุกรมข้อมูล (data dictionary) ของตาราง records ใน Table 1 ประกอบด้วยรายละเอียดข้อมูลของตาราง ได้แก่ ชนิดกุญแจ (key type) เช่น กุญแจหลัก (primary key หรือ กุญแจนอก (foreign key) ชื่อคอลัมน์ (field name) ชนิดและขนาดของข้อมูล (data type (size)) คำจำกัดความ (definition) และตัวอย่าง (example) ของข้อมูลที่จัดเก็บ

3. เว็บแอปพลิเคชัน

จากการออกแบบโครงสร้างระบบที่ประกอบด้วยส่วนการแสดงผลโปรแกรมประยุกต์ที่เข้าใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ดังแสดงใน Fig. 1 ส่วนเว็บแอปพลิเคชันได้พัฒนาตามการออกแบบโครงสร้างการเข้าใช้งานจากหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงใน Fig. 3 แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1) ส่วนลงทะเบียนและเข้าระบบใช้งาน (register) สำหรับลงทะเบียนเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลในระดับผู้ดูแลระบบหรือเจ้าหน้าที่ได้รับสิทธิให้สามารถเข้าไปเพิ่มแก้ไขข้อมูลต่างๆ ได้

2) ส่วนการแสดงผลการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (summary report) เป็นส่วนหน้าการแสดงผลวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีทั้งในภาพรวมรายจังหวัดหรือรายละเอียดในแต่ละอำเภอ สามารถเข้าถึงข้อมูลในภาพรวมได้โดยไม่ต้องลงทะเบียน

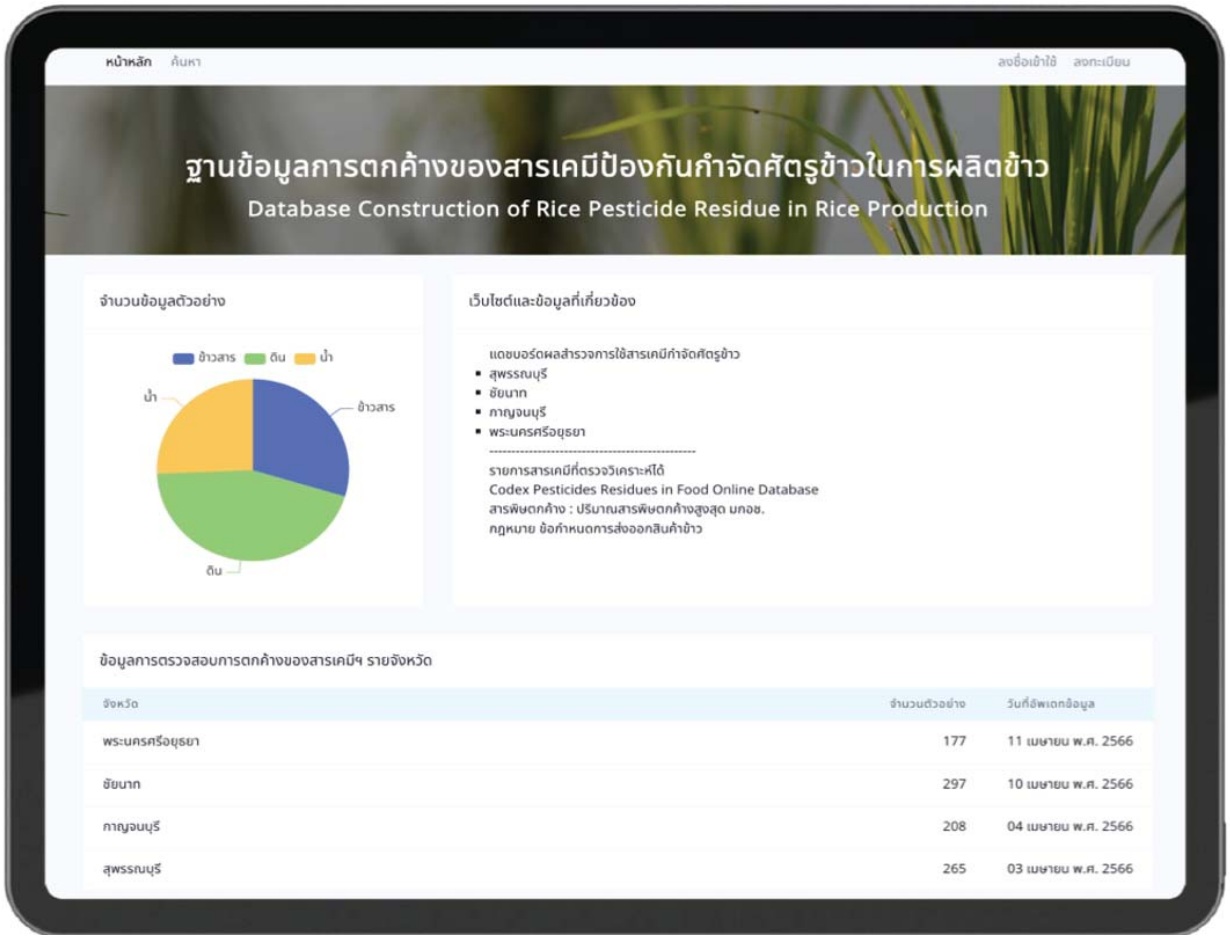


Fig. 4 The index page of Rice-PRdb web application

Table 1 The data dictionary of the records entity

Entity name	Records			
Key type	Filed name	Data Type (size)	Description	Example
Primary key (PK)	id	char (36)	Record ID	00216c5dXXX
Foreign key (FK)	category_id	bigint (20)	Categories ID	1
	type	varchar (191)	Sample type	Rice
	code	varchar (191)	Sample code	SP-001
	name	varchar (191)	Sample name	Somsak Tong
	tumbon	varchar (191)	Tumbon	Nong Kham
	tumbon_code	int (10)	Tumbon_code	721005
	amphoe	varchar (191)	Amphoe	Nong Ya Sai
	amphoe_code	int (10)	Amphoe code	7210
	province	varchar (191)	Province	Suphan Buri
	province_code	int (10)	Province code	72240
	species	varchar (191)	rice cultivar	KMDL 105
	chemical_type	varchar (191)	Pesticide residue was detected	Propiconazole
	chemical_group	varchar (191)	Pesticide residue group	Fungicide
	analytical_tools	varchar (191)	Analytical tool/ technique	LC-MS/MS
	source	varchar (191)	MRLs index reference source	EU MRLs
	mrls	double	MRLs index	0.01
	result	tinyin t(1)	Pesticide concentration found in sample (mg/kg)	0.0232
	created_at	timestamp	Date and time the record was created	2023-03-04 07:25:50
	updated at	timestamp	Date and time the record was updated	2023-04-11 03:14:41
	created_by	bigint (20)	ID number of administrator/users	1

เข้าใช้งาน และส่วนการแสดงผลการสำรวจติดตามการใช้สารเคมีของเกษตรกรกับผลวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในรายจังหวัดด้วยแดชบอร์ด เมื่อเข้าใช้งานเข้าระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันหน้าหลัก ดังแสดงใน Fig. 4 มีการแสดงภาพรวมของข้อมูลการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีในรูปแบบกราฟ แดชบอร์ด และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้สามารถเลือกดูข้อมูลรายจังหวัดได้โดยเลือกรายงานผลการตรวจวิเคราะห์การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ในตัวอย่าง ข้าว ดิน และน้ำ ใน 4 จังหวัด คือ

- สุพรรณบุรี จำนวน 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี บางปลาม้า เดิมบางนางบวช ดอนเจดีย์ ศรีประจันต์ สามชุก สองพี่น้อง หนองหญ้าไซ และอู่ทอง
- กาญจนบุรี จำนวน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเลาขวัญ ห้วยกระเจา พนมทวน และทองผาภูมิ
- ชัยนาท จำนวน 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอมโนรมย์ เมืองชัยนาท วัดสิงห์ สรรคบุรี สรรพยา และหันคา
- พระนครศรีอยุธยา จำนวน 11 อำเภอ ได้แก่ อำเภอท่าเรือ นครหลวง บางไทร บางบาล บางปะหัน บางปะอิน ผักไห่ พระนครศรีอยุธยา มหาราช ลาดบัวหลวง และเสนา

ข้อมูลภาพรวมรายจังหวัดสามารถแสดงผลข้อมูลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างได้ดังแสดงใน Fig. 5 สามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่ที่แสดงผลได้ในรายอำเภอ จำนวนตัวอย่าง การตกค้างของสารเคมี และผลการตรวจสอบการค้างของสารเคมี จำแนกตามอำเภอ (ข้าว น้ำ ดิน) ด้วยกราฟข้อมูล และแสดงตารางที่รายงานจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารเคมี ชนิดสารเคมีที่ตรวจพบ จำนวนตัวอย่างที่พบสารเคมีตกค้างเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนดสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ทั้งเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 2551) (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2008) และ Codex (FAO and WHO, 2013) และสามารถสืบค้นข้อมูลที่จัดเก็บในระบบผ่านการค้นหาด้วยคำสำคัญ หรือเลือกจากชนิดสารเคมี ขณะนี้สามารถตรวจวิเคราะห์สารเคมีทางการเกษตรในตัวอย่างข้าว จำนวน 71 สาร ตัวอย่างดิน จำนวน 29 สาร และตัวอย่างน้ำ จำนวน 65 สาร หรือสามารถเลือกได้จากชนิดตัวอย่าง (ข้าว ดิน น้ำ) ชื่อจังหวัดหรือรอบทำนาได้

3) ส่วนการแสดงผลการสำรวจติดตามการใช้สารเคมีของเกษตรกรกับผลวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในรายจังหวัดด้วยแดชบอร์ด (Fig. 6) ที่พัฒนาด้วยซอฟต์แวร์ Locker studio ประกอบด้วยการแสดงผล จำนวน 2 ส่วน ได้แก่

- ผลสำรวจการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสารตกค้าง จำแนกเป็น 3 หน้า (Fig. 6A) ตามชนิดตัวอย่าง คือ ข้าว ดิน และน้ำ โดยหน้าภาพรวมแสดงรหัสตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว รายชื่อสารเคมีและปริมาณที่ตรวจพบ เชื่อมโยงกับข้อมูลการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ทั้งแมลง โรค และวัชพืช รวมทั้งข้อมูลพื้นที่ กรรมวิธีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช และเหตุผลการเลือกใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรรายนั้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลโดยการเลือกจากชื่ออำเภอ ชนิดตัวอย่างและชนิดสารเคมีได้
- ข้อมูลปัญหาของแมลงศัตรูข้าว โรคข้าว และวัชพืช ที่เกษตรกรในพื้นที่ประสบปัญหา (Fig. 6B) รายละเอียดข้อมูลการใช้สารเคมีของเกษตรกรทั้งสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง โรคข้าว และวัชพืชในแต่ละระยะการปลูกข้าว แบ่งเป็น ระยะกล้า แตกกอ ตั้งท้อง ออกรวง และเก็บเกี่ยว แสดงรายชื่อสารเคมี โดยบอกร้อยละการใช้สารเคมีแต่ละชนิด เพื่อให้ทราบความนิยมในการใช้สารเคมีแต่ละชนิดของเกษตรกร และข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร เช่น เพศ อายุ การศึกษา เหตุผลการใช้สารเคมี วิธีการจัดการควบคุมศัตรูข้าว และวิธีการฉีดพ่นสาร

ส่วนการแสดงผลด้วยแดชบอร์ดนี้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเกษตรกรรายแปลง ปัญหาโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ วิธีการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่เกษตรกรเลือกใช้ ระยะและช่วงเวลาในการใช้สารเคมี กับชนิดและปริมาณสารเคมีที่ตรวจพบในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแนะนำเกษตรกรในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อไป

4) ส่วนการจัดการระบบ (data management) เป็นส่วนของการจัดการข้อมูลและการตั้งค่าของระบบเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าใช้งานได้ง่าย แบ่งออกเป็น ส่วนการจัดการข้อมูลสำหรับการเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล ส่วนการตั้งค่าสำหรับการปรับแต่งการแสดงผลในหน้าหลักและการเชื่อมโยงไปยังแดชบอร์ด และ

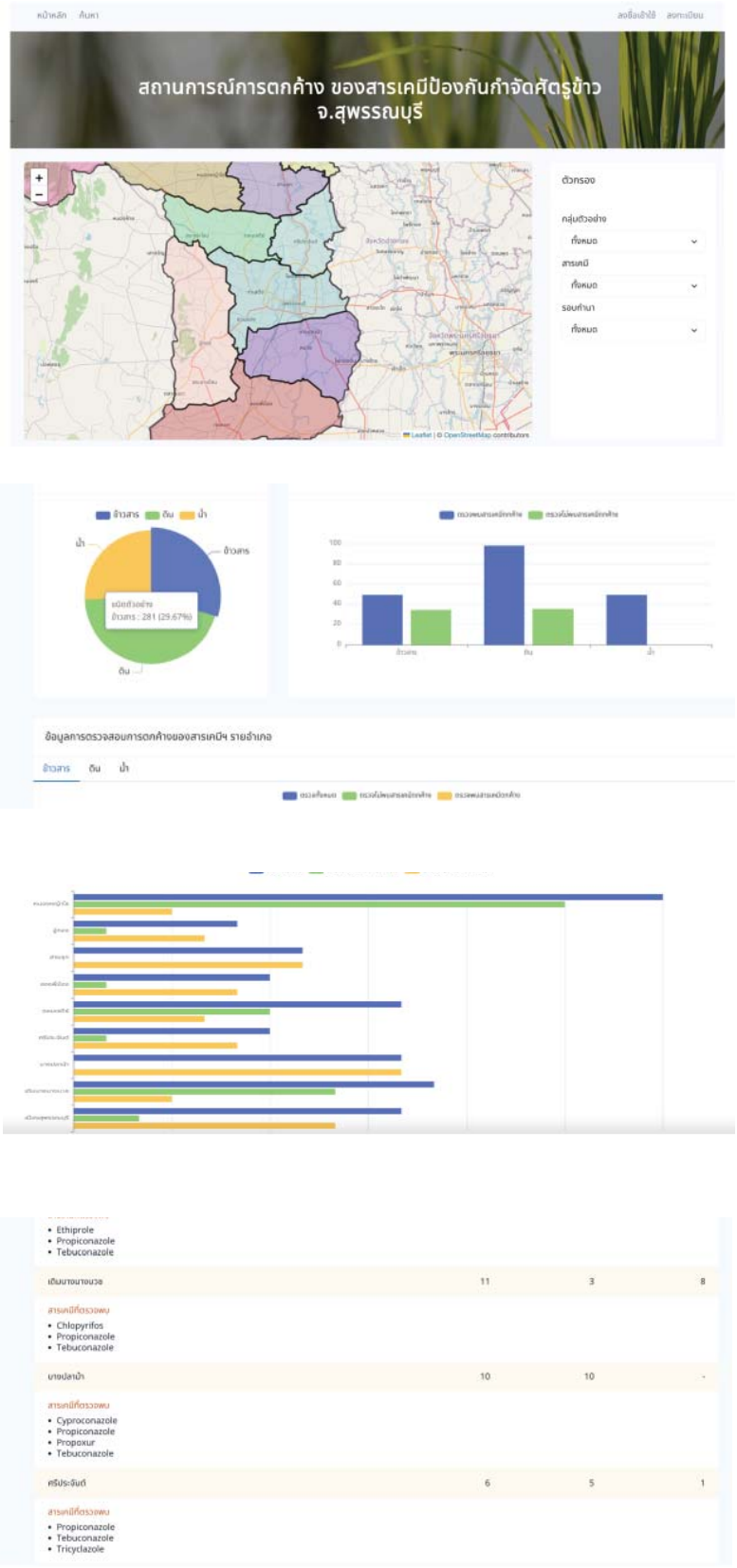


Fig. 5 The summary report page of Rice-PRdb web application

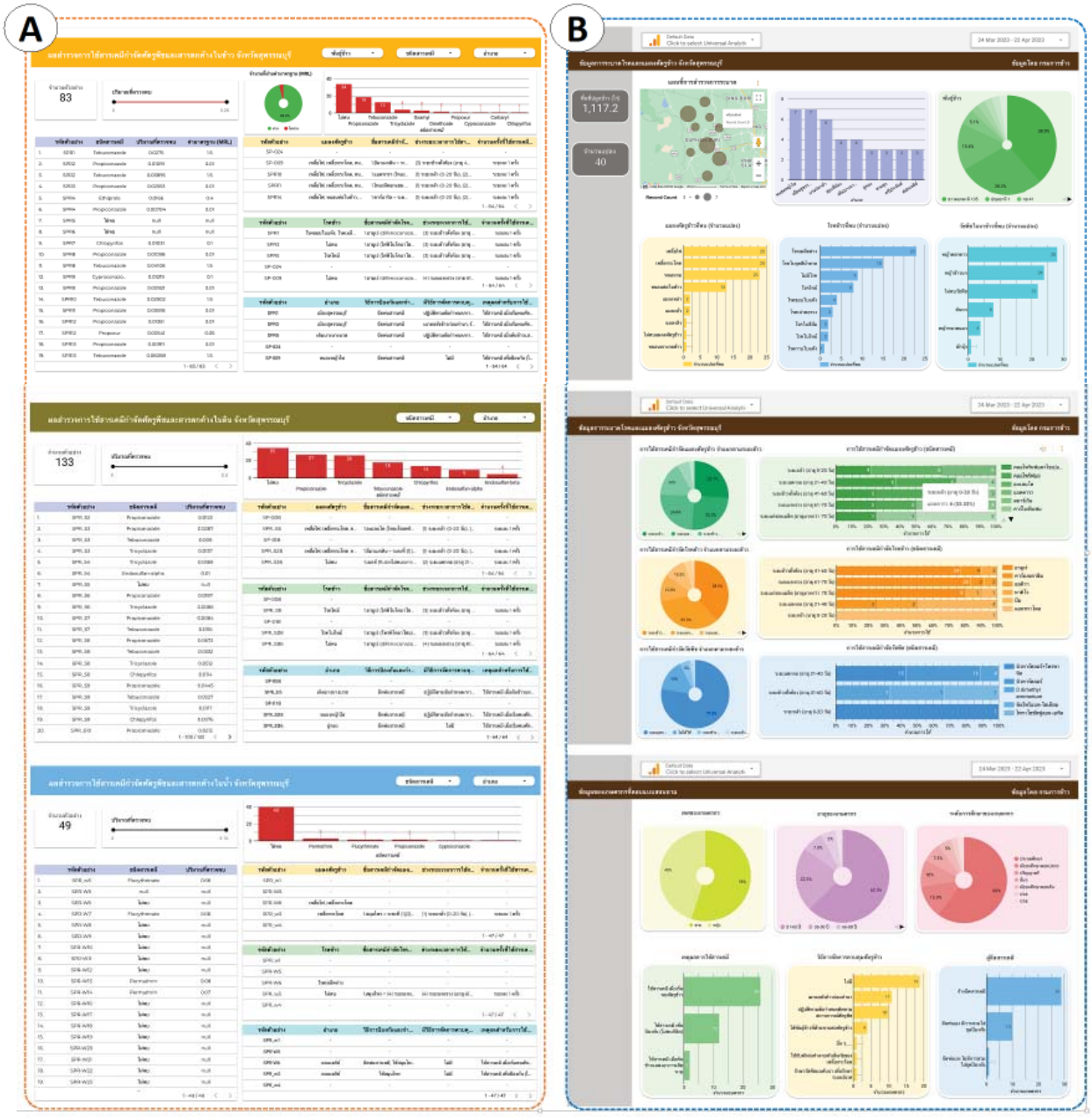


Fig. 6 The dashboard of Rice-PRdb web application, A: The report of pesticide residue data in rice, soil, and water samples linked with pesticide residue monitoring in Suphan Buri B: The information of pesticide residue monitoring

Table 2 Results of the satisfaction survey of the web application

Evaluation features	Mean value	Standard deviation ($\bar{x}$)	Satisfaction level (SD)
1. Design and format	4.13	0.04	More
2. Content	4.22	0.06	More
3. Utilize	4.32	0.00	More
Average	4.22	0.03	More

ส่วนการจัดการผู้ใช้สำหรับจัดการสมาชิก การลงทะเบียน และกำหนดสิทธิผู้เข้าใช้งานในการเข้าถึงข้อมูลโดยผู้ดูแลระบบ

4. ผลการทดสอบใช้งานระบบฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน

จากการทดสอบการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังจากการทดลองใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์ และสรุปผลความพึงพอใจแสดงดัง Table 2

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิต จำนวนรวม 110 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 53 และเพศชาย ร้อยละ 47 ผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในช่วงอายุ 31-45 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 ผลจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) = 4.22, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) = 0.03) เมื่อพิจารณาผลเฉพาะด้านเรียงตามลำดับตามค่าเฉลี่ย พบว่า ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.32, SD = 0.00) ด้านคุณภาพของเนื้อหา ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.22, SD = 0.06) ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.13, SD = 0.04) ตามลำดับ

ระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว ได้มีการนำเข้าข้อมูลเพื่อจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ระหว่างปี พ.ศ. 2565-2566 จำนวนมากกว่า 900 ข้อมูล ระบบสามารถรองรับการจัดเก็บและจัดการข้อมูลได้เป็นอย่างดี ส่วนการแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำบนเว็บเบราเซอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น Google Chrome หรือ FireFox รวมทั้งบนแท็บเล็ตและโทรศัพท์มือถือทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และ iOS อย่างไรก็ตาม ระบบฐานข้อมูลนี้ต้องมีการเพิ่มเติมข้อมูลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีทางการเกษตรที่ตกค้างในผลผลิตข้าวในอนาคตต่อไป เช่น การสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวภายใต้ศูนย์ข้าวชุมชนจากตัวอย่างจากศูนย์ข้าวชุมชนทั่วประเทศ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้น ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงต้องมีการดำเนินการนำเข้าข้อมูลและทดสอบประสิทธิภาพของระบบในการแสดงผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันต่อไป

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิต ด้วยการใช้เทคโนโลยีระบบฐานข้อมูลร่วมกับเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวได้อย่างสะดวกและรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องลงทะเบียนเข้าใช้งาน โดยสามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของแผนที่ กราฟข้อมูล และตารางรายงานชนิดและปริมาณของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในตัวอย่างข้าว ดิน และน้ำ และพื้นที่ที่มีการตกค้างเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนดสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ทั้งเกณฑ์ของ มกอช. และ Codex ระบบนี้เป็นต้นแบบระบบฐานข้อมูลสำหรับประเมินความปลอดภัยของผู้บริโภค ตามกำหนดหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยทางอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ รวมทั้งเป็นกระบวนการเพื่อเฝ้าระวังและติดตามการใช้สารเคมี

ป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งเสริมความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและตามมาตรฐานสุขอนามัย เพื่อให้สินค้าข้าวมีความปลอดภัย สร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภคและป้องกันการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศ รวมทั้งเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวให้เหมาะสม และแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป ระบบฐานข้อมูลการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว (Rice-PRdb) เปิดให้นักวิจัยและผู้สนใจเข้าใช้งานที่เว็บไซต์ http://trsi-app.ricethailand.go.th/dcrpr/

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ส่งเสริมและสนับสนุนงบประมาณ แผนงานระบบการผลิตข้าวแบบอาหารปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แผนงานวิจัยย่อยการตรวจ ติดตาม และเฝ้าระวังการตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว และขอบคุณเกษตรกรผู้ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างในแปลงปลูกข้าว และตอบแบบสอบถามสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญในการผลิตข้าว รวมทั้งทีมงานวิจัย สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ในการดำเนินงานในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Arunwarakorn, M., K. Tempiyapol and C. Muangklai. 2014. Accumulation of pesticide residues in paddy rice, soil and water in rice field. pp. 233-239. *In*: Full Report Year Ended 2013. Project: research and development program on agricultural production inputs. Office of Agricultural Research and Development 5, Department of Agriculture. (in Thai)

Bryant, J. and M. Jones. 2012. Responsive web design. pp. 37-49. *In*: Pro HTML5 Performance. Apress, Berkeley, CA.

Codd, E.F. 1970. A relational model of data for large shared data banks. Communications of the ACM 13(6): 377-387.

FAO and WHO. 2013. Codex Alimentarius. Available source: https://www.fao.org/fao-who codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/en/. (March 15, 2022)

Jacobs, D. 2004. Data management in application servers. Datenbank-Spektrum 8: 5-11.

Maneejan, D., R. Jansasithon, P. Wongtay, R. Intama, C. Channoo, K. Paothong, W. Baide, S. Neesung, N. Sakanya, J. Srisakda, N. Sueadang and P. Saiyued. 2022. Method validation and monitoring of pesticide residuals in rice production. pp. 201-218. *In*: Proceeding of the Central and Western Rice Research Center, and Eastern Rice Research Center Conference. May 11-12, 2022. Prachinburi Rice Research Center, Prachinburi province. (in Thai)

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2008. Pesticide residues: Maximum residue limits: Thai agricultural commodity and food standard TACFS 9002-2008. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Bangkok. (in Thai)

Pareja, L., A.R. Fernandez-Alba, C. Veronica and H. Horacio. 2011. Analytical methods for pesticide residues in rice. Trends in Analytical Chemmistry 30(2): 270-291.

Srisa-ard, B. 2013. Introduction to Research. 9th ed. Suweerivasarn Company Limited, Bangkok. (in Thai)

The Office of Agricultural Regulation. 2023. Quantity and value import of agricultural hazardous substances 2022. Available source: http://www.doa.go.th/ard/?pageid=386. (March 20, 2023) (in Thai)

Wanwimolruk, C., R. Chaiyarat and S. Wanwimonruk. 2018. An impact assessment of pesticide use on rice farming in Nakhon Pathom province, Thailand. pp. 220-225. *In*: The 19th TSAE National Conference. April 26-27, 2018. Chulabhorn International Convention Center (Wora Wana Hua Hin Hotel & Convention), Prachuap Khiri Khan province. (in Thai)

Working Editorial Committee of Thai Rice Research Journal

Year 2022-2023

Producer : Division of Rice Research and Development, Rice Department

Office : Division of Rice Research and Development, Rice Department,
2177 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 Position Number 2
Deputy Director General Position Number 3
Director of Bureau of Rice Policy and Strategy
Director of Division of Rice Production Development
Director of Bureau of Rice Production Extension
Director of Bureau of Central Administration
Director of Division of Rice Seed
Director of Center of Information and Communication Technology
Director of Division of Rice Product Inspection and Certification

Working Committee

Director of Division of Rice Research and Development, *Chairman*
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
Duangporn Angsumalee
Naritsara Sanguankumthon
Ithipong Assaranurak
Suphalaksana Sonkhongnok
Piyarat Ponyared
Ilada Choomsang, *Secretary*
Rangsinee Jaikawin, *Secretary*

Editorial Board

Director of Division of Rice Research and Development, *Advisor*
Suwat Ruay-aree, *Editor*
Assoc. Prof. Pinai Thongsawatwong, Wantana Sriratanasak, *Assistant Editor*

Rice Department

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
Farmer Development Expert
Rice Inspection and Certification Expert
Rice Policy and Strategy Expert
Rice Production Extension Expert
Rice Production Development Expert

Educational Institutes

Prof. Dr. Supachitra Chadchawan, Chulalongkorn University

Asst. Prof. Dr. Teerada Wangsomboondee, Chulalongkorn University

Prof. Dr. Anan Polthanee, Khon Kaen University

Prof. Dr. Patma Vityakon Rambo, Khon Kaen University

Prof. Dr. Sivilai Sirimungkararat, Khon Kaen University

Prof. Dr. Weerasak Saksirirat, Khon Kaen University

Emeritus Prof. Dr. Supamard Panichsakpatana, Kasetsart University

Prof. Dr. Chiradej Chamswarng, Kasetsart University

Assoc. Prof. Dr. Wichai Kositratana, Kasetsart University

Assoc. Prof. Dr. Chatchawan Jantasuriyarat, Kasetsart University

Asst. Prof. Dr. Sujin Patarapuwadol, Kasetsart University

Prof. Dr. Attachai Jintrawet, Chiang Mai University

Assoc. Prof. Dr. Sugunya Mahatheeranont, Chiang Mai University

Assoc. Prof. Dr. Sirapat Boonkrong, Suranaree University of Technology

Assoc. Prof. Dr. Arthit Srikaew, Suranaree University of Technology

Assoc. Prof. Dr. Thara Angskun, Suranaree University of Technology

Prof. Dr. Pongsak Rattanachaikunsopon, Ubon Ratchathani University

Assoc. Prof. Dr. Sureeporn Kate-ngam, Ubon Ratchathani University

Prof. Dr. Tuanthong Jutagate, Ubon Ratchathani University

Assoc. Prof. Dr. Saengtong Pongjaroenkit, Maejo University

Asst. Prof. Dr. Varaporn Sangtong, Maejo University

Asst. Prof. Dr. Srikanjana Klayraung, Maejo University

Manager

Payorm Cobelli

Assistant Managers

Jintana Chaiwong Ploypilin Thanikkul

Arisa Jittikornkul Monthakan Boonpermpol

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 payomsri@gmail.com หรือ payorm.c@rice.mail.go.th

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

โทร 0-2579-7892 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 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2566)

ดร.สมทรง โชติชื่น	อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุกรรมข้าว กรมการข้าว
อัญชลี ประเสริฐศักดิ์	อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการเมล็ดพันธุ์และมาตรฐานพันธุ์ กรมการข้าว
วิไล ปาละวิสุทธิ์	อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว
ดร.สงกรานต์ จิตรากร	ผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน
รศ.ดร.สีหนาท ประสงค์สุข	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.ปฐมวดี ญาณทัศนีย์จิต	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.ต่อศักดิ์ สีลานันท์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.อุบล ตังควานิช	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.สุวิตา แสไพศาล	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.พุธษดี ศิริแสงตระกูล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ	อดีตอาจารย์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.จริยา รอดดี	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ปัฐวิภา สงกุมาร	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ดร.ศุภชัย โตภาณุรักษ์	คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล