

ความหลากหลายของเชื้อราก่อโรคที่พบในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

DIVERSITY OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI ON RICE VARIETY PHITSANULOK 2 IN NONGKLAB, SAWANKHALOK, SUKHOTHAI PROVINCE

มนทกานต์ จิตจามงค์¹, ภรภัทร ลำอางค์² และ รำไพ โกมลัสัย^{1*}

Montakan Jitjumnong¹, Pornpat Samang², and Rampai Kodsueb^{1*}

¹สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

¹Microbiology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

²Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*corresponding author e-mail: rampai.k@psru.ac.th

(Received: 7 February 2022; Revised: 14 March 2022; Accepted: 15 March 2022)

บทคัดย่อ

โรคข้าวมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากเชื้อรา ซึ่งก่อความเสียหายกับผลผลิตอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของเชื้อราก่อโรคที่พบในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย เก็บตัวอย่างข้าวระยะตั้งท้องที่แสดงอาการเป็นโรคจากแหล่งเพาะปลูก 2 ครั้ง จำนวน 13 ตัวอย่าง มาทำการแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue transplanting technique บนอาหาร PDA เมื่อพบเชื้อราเจริญออกจากเนื้อเยื่อที่เป็นโรค จึงตัดปลายเส้นใยไปเลี้ยงบนอาหาร PDA จานใหม่เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ผลการแยกเชื้อราสามารถแยกเชื้อได้ทั้งหมด 43 ไอโซเลต เป็นกลุ่มที่สร้างสปอร์ 39 ไอโซเลต และไม่สร้างสปอร์ 4 ไอโซเลต ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่พบด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อบนแผ่นสไลด์ แล้วทำการระบุชื่อของเชื้อราในระดับสกุล จากการเปรียบเทียบรายละเอียดของเชื้อรากับข้อมูลในเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผลการระบุชื่อเชื้อราที่สร้างสปอร์ พบว่า เป็นเชื้อราในสกุล *Alternaria* *Aspergillus* *Bipolaris* *Curvularia* *Nigrospora* และ *Scopulariopsis* ในขณะที่เชื้อราบางไอโซเลตไม่พบการสร้างสปอร์จึงไม่สามารถทำการระบุชื่อในระดับสกุลได้ โดยเชื้อราสกุลที่พบมากที่สุดในการศึกษานี้ คือ *Curvularia* spp. (11 ไอโซเลต; 25.58%) รองลงมา คือ *Nigrospora* spp. (10 ไอโซเลต; 23.26%) และ *Aspergillus* spp. (8 ไอโซเลต; 18.60%) ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 โรคข้าว เชื้อรา

Abstract

Rice disease caused by fungi is very devastating to the rice yield. This research aims to study the diversity of phytopathogenic fungi on rice variety Phitsanulok 2 in Nongklab, Sawankhalok, Sukhothai province. Thirteen booting stage–rice samples were collected from the field in two sampling times. Isolation of the fungi has been done by using tissue transplanting technique on PDA medium, then transferred fungal hyphal tip to a new petri dish. Totally 43 isolates of fungi have been obtained, where 39 isolates are sporulated and 4 isolates are non-sporulated ones. Microscopic characteristics of fungi were then examined under a compound microscope using the slide culture technique. The generic name of each fungus was specified by comparing the information with relevant documents. Identification results showed that sporulated fungal isolates belong to the following genera viz *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Nigrospora* and *Scopulariopsis*, while non-sporulated isolates were classified as unidentified mycelia–sterilia. The dominant fungal genera found in this study are *Curvularia* spp. (11 isolates; 25.58%), *Nigrospora* spp. (10 isolates; 23.26%) and *Aspergillus* spp. (8 isolates; 18.60%), respectively.

Keywords: Rice variety Phitsanulok 2, Rice disease, Fungi

บทนำ

ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรม เนื่องด้วยลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยที่เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรมและค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ โดยเกษตรกรรมส่วนใหญ่ที่ทำการเพาะปลูกข้าวที่สูงถึงร้อยละ 59.3 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) ข้าวจึงนับเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยและในแต่ละปีไทยสามารถส่งออกข้าวได้เป็นอันดับต้นๆ ของโลก อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2562 การส่งออกของข้าวไทยมีปริมาณลดลงอย่างมากและต่ำที่สุดในรอบ 6 ปี ซึ่งหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเกิดจากปัญหาโรคข้าวทำให้ข้าวที่เป็นโรคได้ผลผลิตลดลง โดยโรคที่พบในข้าวส่วนใหญ่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา จากรายงานที่เกี่ยวข้องพบว่า เชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคข้าวที่สำคัญมีหลากหลายชนิด เช่น เชื้อรา *Pyricularia grisea* ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคไหม้ *Helminthosporium oryzae* (*Bipolaris oryzae*) สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล *Curvularia lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่าง *Cercospora oryzae* สาเหตุโรคใบขีดสีน้ำตาล และ *Rhizoctonia solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้ง ฯลฯ ทั้งนี้เชื้อราก่อโรคข้าวแต่ละชนิดจะพบได้แตกต่างกันในแต่ละช่วงระยะเวลาเจริญเติบโต

ของข้าว กล่าวคือ โรคกล้าเน่า โรคยอดผักดาบและโรคไหม้จะพบในระยะต้นกล้า ในขณะที่เชื้อราส่วนใหญ่ (โรคใบจุดสีน้ำตาล ใบขีดสีน้ำตาล ใบวงสีน้ำตาล กาบใบแห้ง โรคลำต้นเน่า) สามารถเข้าทำลายข้าวได้ทั้งในระยะแตกกอ ออกดอก และระยะก่อนการเก็บเกี่ยว ส่วนโรคกาบใบเน่าและโรคเมล็ดต่างเป็นโรคที่พบในช่วงปลายระยะออกดอกและระยะก่อนการเก็บเกี่ยว ในขณะที่โรคยอดผักดาบและโรคไหม้เป็นโรคเชื้อรากลุ่มที่พบได้ในทุกกระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ดาราและคณะ, 2550)

ผลจากการเข้าทำลายของเชื้อราในต้นข้าว นอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของข้าวแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อเนื้อทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวที่ได้ลดลงหรือคุณภาพเมล็ดลดลง อย่างไรก็ตามแม้ว่าเชื้อราก่อโรคจะสามารถเข้าทำลายข้าวได้ในเกือบทุกกระยะของการเจริญ แต่ความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อราก็มีความแตกต่างกันไปในข้าวแต่ละสายพันธุ์ โดยมีการรายงานทั้งจากการศึกษาภายในประเทศและต่างประเทศถึงผลการศึกษาเชื้อราจากเมล็ดข้าวต่างสายพันธุ์ที่พบว่ามีมีความแตกต่างกันทั้งในแง่ของชนิดเชื้อและปริมาณของเชื้อที่พบ (ประภัสสรและเพชรรัตน์, 2559; Gopalakrishnan et al., 2010; Lapmak et al., 2009)

ในการป้องกันกำจัดเชื้อราในการเพาะปลูกข้าวส่วนใหญ่ วิธีการที่ง่ายและสะดวกที่สุดคือการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราในการป้องกันกำจัด อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีมีผลเสียต่อตัวเกษตรกรผู้ปลูก ผู้บริโภค และต่อสิ่งแวดล้อม (Song et al., 2004) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการใช้สารเคมีโดยไม่ทราบเชื้อสาเหตุที่แท้จริงของโรคข้าวก็อาจทำให้การป้องกันกำจัดไม่ได้ผลและสูญเสียค่าใช้จ่ายโดยใช่เหตุได้

ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เป็นข้าวเจ้า ที่มีลำต้นสูงประมาณ 114 เซนติเมตร มีอายุเก็บเกี่ยวอยู่ที่ 110 วัน มีจุดเด่น คือ ให้ผลผลิตที่สูง น้ำหนักดี ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว คุณภาพการสีดี แต่มีข้อด้อยคือ ไม่ต้านทานโรคไหม้ โรคใบหิก โรคเมล็ดต่าง และเมล็ดร่วงง่าย (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2543) จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ยังไม่พบมีการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราที่พบในต้นข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มาก่อน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาความหลากหลายของเชื้อราในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย โดยการแยกเชื้อบริสุทธิ์จากข้าวที่แสดงอาการของโรคและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่ก่อโรคในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เพื่อระบุชนิดของเชื้อที่พบ ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลหรือเป็นองค์ความรู้เบื้องต้นให้แก่เกษตรกรที่สนใจเพาะปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ให้ทราบแนวทางการวินิจฉัยโรคข้าวจากเชื้อสาเหตุและอาการของโรคข้าวที่อาจพบเพื่อจะได้สามารถหาวิธีการป้องกันกำจัดที่ถูกต้อง เหมาะสมตามหลักวิชาการ โดยมุ่งเน้นความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และความปลอดภัยทั้งต่อตัวเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่เป็นโรค

เก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 (ระยะตั้งท้อง: Reproductive phase) ในพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ที่มีอาการผิดปกติจากข้าวปกติที่ไม่เป็นโรคในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2563 โดยเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มเก็บต้นข้าวทั้งต้นจากข้าวที่มีอายุ 75–90 วัน นำตัวอย่างข้าวบรรจุใส่ในถุงพลาสติกพร้อมใส่น้ำ 100 มิลลิลิตร มัดปากถุงด้วยยางวง นำตัวอย่างกลับมายังห้องปฏิบัติการสาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม บันทึกข้อมูลและถ่ายภาพอาการของโรคแต่ละอาการที่พบ แล้วนำตัวอย่างเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการแยกเชื้อในขั้นตอนต่อไป

2. วิธีการแยกเชื้อจากตัวอย่างที่เป็นโรค

นำตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มาล้างทำความสะอาดผ่านน้ำไหล ตัดตัวอย่างเนื้อเยื่อข้าวให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก แล้วจึงฆ่าเชื้อที่ผิวโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Clorox) ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่หยด Tween 80 ลงใน Clorox เพื่อลดแรงตึงผิวเป็นเวลา 6 นาที จากนั้นล้างเนื้อเยื่อข้าวด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง แล้วตัดชิ้นส่วนข้าวที่แสดงอาการเป็นโรคที่ติดกับส่วนเนื้อเยื่อไม่เป็นโรคให้มีขนาด 5x5 มิลลิเมตร นำชิ้นส่วนพืชวางลงในอาหาร Potato dextrose agar; PDA (Himedia) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1–3 วัน เมื่อพบเส้นใยของราเจริญออกมาจากเนื้อเยื่อข้าวจึงทำการตัดปลายเส้นใยไปวางในอาหาร PDA จานใหม่ (ตัดแปลงจากวิธีการของ อาริยา และราโพ, 2562) เมื่อเชื้ออายุ 7–10 วันจึงเก็บเชื้อบริสุทธิ์ (Pure living culture) โดยใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อราใส่ลงในหลอด Eppendorf ที่บรรจุ Glycerol ความเข้มข้นร้อยละ 15 ที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วเพื่อเก็บเป็นเชื้อบริสุทธิ์และเก็บเชื้ออีก 1 ชุดในอาหาร PDA วุ้นเอียง (PDA slant) เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

3. การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการระบุชนิดของเชื้อ

3.1 การศึกษาลักษณะการเจริญของโคโลนีเชื้อรา

ศึกษาลักษณะการเจริญของโคโลนีเชื้อรา โดยนำเชื้อจากอาหารวุ้นเอียงมาเลี้ยงบนอาหาร PDA จานมีอายุ 5 วัน แล้วใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อรา วางด้านที่มีเส้นใยของเชื้อคว่ำลงบนผิวหน้าอาหาร PDA นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน หรือจนกว่าเชื้อจะเจริญเต็มจานอาหาร บันทึกผลโดยดูลักษณะโคโลนีของเชื้อรา ลักษณะการเจริญบนผิวหน้าอาหาร การสร้างโครงสร้างต่าง ๆ และการสร้างสปอร์ พร้อมบันทึกภาพและผลที่ได้จากการศึกษา

3.2 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อภายในกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อบนแผ่นสไลด์ (Slide culture technique)

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อภายในกล้องจุลทรรศน์ โดยเทอาหาร PDA ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 15–20 มิลลิลิตร หรือให้ระดับอาหารสูงประมาณ 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งแล้วใช้มีดผ่าตัดจุ่มแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 เผาไฟเพื่อฆ่าเชื้อแล้วกรีดอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความกว้างด้านละประมาณ 6 มิลลิเมตร ใช้ปากคีบคีบสไลด์จุ่มแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 เผาไฟสองครั้งแล้วจึงวางลงบนแท่งแก้วในจานอาหารเลี้ยงเชื้อเปล่าที่ปลอดเชื้อ ยกชิ้นวุ้นมาวางบนสไลด์ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อรามาแตะที่ขอบทั้ง 4 ด้านของชิ้นวุ้น นำกระจกปิดสไลด์จุ่มแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 เผาไฟแล้วค่อยๆ วางปิดชิ้นวุ้น ซึ่งลงเชื้อไว้ นำสำลีชุบน้ำที่ปราศจากเชื้อวางลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5–7 วัน จนกระทั่งเส้นใยเจริญแผ่ออกมาที่แผ่นกระจกปิดสไลด์จึงนำมาทำสไลด์กึ่งถาวร โดยคีบกระจกปิดสไลด์ออกจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อ หยดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 1–2 หยด บนด้านที่มีเส้นใยเพื่อไล่ความชื้นออก ทิ้งไว้จนเกือบแห้ง หยดสีย้อม Lactophenol cotton blue ลงบนแผ่นสไลด์ที่สะอาดแล้วจึงปิดกระจกปิดสไลด์ด้านที่มีเส้นใยราเจริญอยู่ลงไป ระวังอย่าให้มีฟองอากาศเกิดขึ้น นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X 10X และ 40X ตามลำดับ วัดขนาดของสปอร์ และโครงสร้างต่างๆ ที่พบภายในกล้องจุลทรรศน์ พร้อมบันทึกผลและถ่ายภาพลักษณะต่างๆ ของราที่พบ ปิดผนึกขอบของกระจกปิดสไลด์ด้วยน้ำยาทาเล็บและทิ้งไว้ให้แห้งเพื่อเก็บเป็นสไลด์กึ่งถาวร (สาขาวิชาจุลชีววิทยา, 2561)

3.3 การระบุชนิดของเชื้อ

ทำการบ่งบอกชนิดเชื้อได้จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสปอร์ ลักษณะโคโลนี และลักษณะโครงสร้างอื่นๆ ที่พบจากการศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับเอกสารวิชาการ และหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (เช่น Ellis, 1971; 1976; Carmichael et al., 1980; Sutton, 1980)

ผลการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และการแยกเชื้อบริสุทธิ์จากตัวอย่างที่เป็นโรค

ผลการเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่แสดงอาการของโรคจากพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย จำนวน 2 ครั้ง ได้จำนวนตัวอย่างรวม 13 อย่าง โดยแบ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 1 ในวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 5 ตัวอย่าง และเก็บครั้งที่ 2

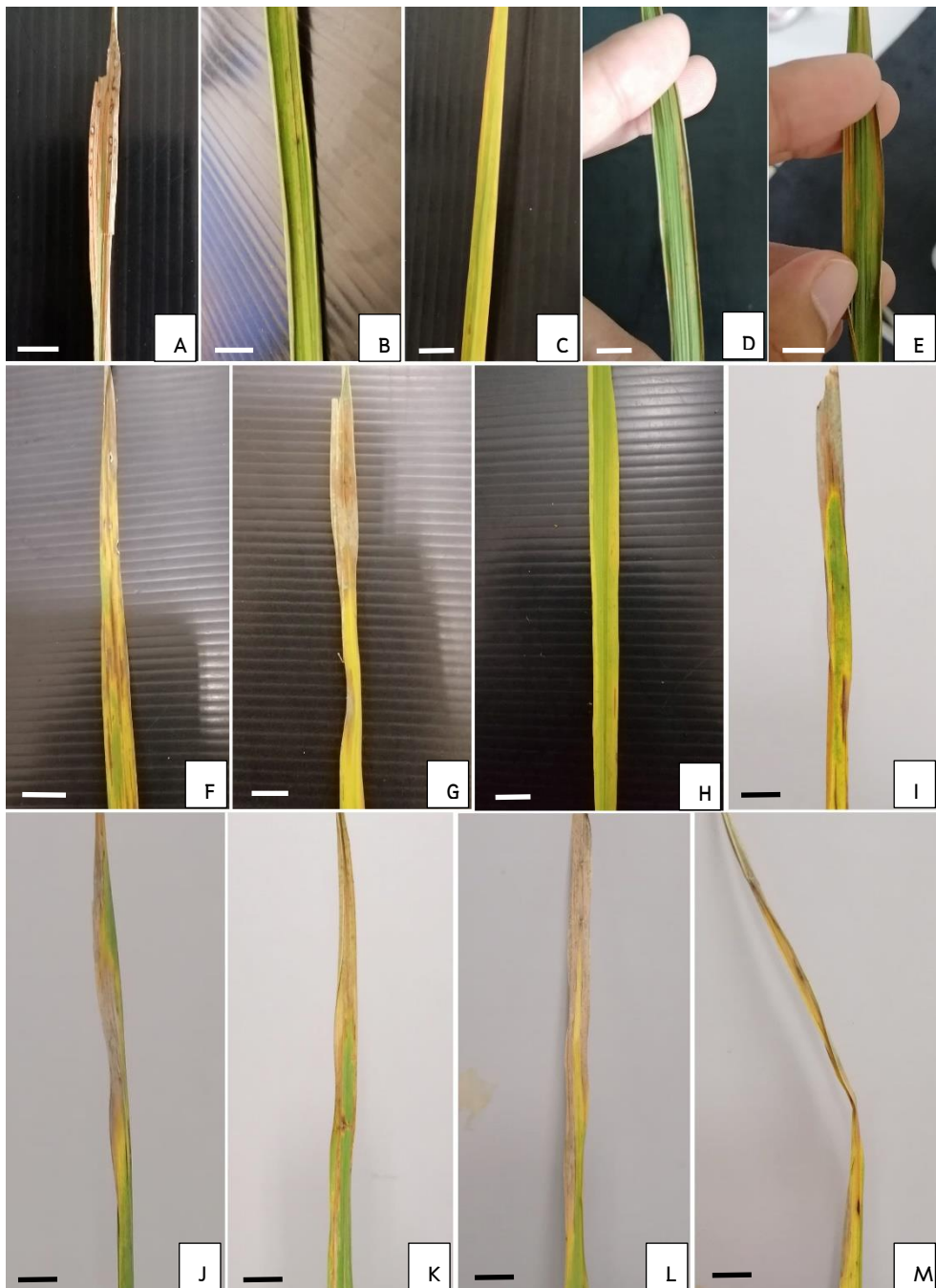
ในวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 8 ตัวอย่าง ซึ่งสภาพพื้นที่ที่ปลูกข้าวและตัวอย่างต้นข้าวที่เป็นโรค แสดงดังภาพที่ 1

ลักษณะอาการของใบข้าวที่เป็นโรค แสดงอาการผันแปรแตกต่างกันเล็กน้อยจนถึงแตกต่างเด่นชัด โดยส่วนใหญ่พบอาการไหม้หลายรูปแบบ คือ แผลไหม้เป็นจุด ใบไหม้มีจุดสีน้ำตาล ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล ใบไหม้สีน้ำตาลเทา ใบไหม้เป็นจุดสีน้ำตาลเทา ใบไหม้สีน้ำตาลมีจุดสีดำ ร่องลงมา คือ อาการใบเหลือง คือ ใบเหลืองมีจุดสีน้ำตาล ใบเหลืองเป็นแถบ ใบเหลืองมีจุดสีดำ และมีบางตัวอย่างที่แสดงอาการใบจุดสีดำ ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 1

ผลการแยกเชื้อบริสุทธิ์จากตัวอย่างข้าว จำนวน 13 ตัวอย่าง สามารถแยกเชื้อราจากข้าวได้ทั้งหมด 43 ไอโซเลต ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่ที่ปลูกข้าวและตัวอย่างต้นข้าวที่เป็นโรค A = ตัวอย่างข้าวที่เก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 B = ตัวอย่างข้าวที่เก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่เป็นโรค A-E = ตัวอย่างใบข้าวตัวอย่างที่ 1-5 ที่เก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 F-M = ตัวอย่างใบข้าวตัวอย่างที่ 6-13 ที่เก็บตัวอย่างในครั้งที่ 2
Scale bar A-M= 2 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 เชื้อราที่แยกได้จากข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่เป็นโรค ในพื้นที่ตำบลหนองกล้วย อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

ลำดับ	ลักษณะแผล	ไอโซเลต	วันที่เก็บตัวอย่าง
1	แผลไหม้เป็นจุด	A11 (<i>Bipolaris</i> sp.)	27/7/2563
2	แผลไหม้เป็นจุด	A12 (<i>Bipolaris</i> sp.)	27/7/2563
3	แผลไหม้เป็นจุด	A13 (<i>Bipolaris</i> sp.)	27/7/2563
4	แผลไหม้เป็นจุด	A14 (<i>Bipolaris</i> sp.)	27/7/2563
5	ใบจุดสีดำ	A21 (<i>Aspergillus</i> sp.)	27/7/2563
6	ใบจุดสีดำ	A22 (non-sporulated)	27/7/2563
7	ใบจุดสีดำ	A23 (<i>Curvularia</i> sp.)	27/7/2563
8	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	A31 (<i>Aspergillus</i> sp.)	27/7/2563
9	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	A32 (<i>Nigrospora</i> sp.)	27/7/2563
10	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	A33 (<i>Scopulariopsis</i> sp.)	27/7/2563
11	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	A34 (<i>Alternaria</i> sp.)	27/7/2563
12	ใบไหม้ มีจุดสีน้ำตาล	A41 sporulated, unidentified	27/7/2563
13	ใบไหม้ มีจุดสีน้ำตาล	A43 (<i>Curvularia</i> sp.)	27/7/2563
14	ใบเหลืองเป็นแถบ	A51 (<i>Nigrospora</i> sp.)	27/7/2563
15	ใบเหลืองเป็นแถบ	A53 (<i>Nigrospora</i> sp.)	27/7/2563
16	ใบเหลืองเป็นแถบ	A54 (<i>Aspergillus</i> sp.)	27/7/2563
17	ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล	B21 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
18	ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล	B22 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
19	ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล	B23 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
20	ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล	B24 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
21	ใบไหม้ที่ปลายใบเป็นสีเทาปนน้ำตาล	B25 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
22	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	B31 (<i>Alternaria</i> sp.)	9/8/2563
23	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	B32 sporulated, unidentified	9/8/2563
24	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	B33 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
25	ใบเหลือง มีจุดสีน้ำตาล	B34 (<i>Aspergillus</i> sp.)	9/8/2563
26	ใบไหม้สีน้ำตาลเทา	B41 (<i>Aspergillus</i> sp.)	9/8/2563
27	ใบไหม้สีน้ำตาลเทา	B43 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
28	ใบไหม้เป็นจุดสีน้ำตาลเทา	B51 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
29	ใบไหม้เป็นจุดสีน้ำตาลเทา	B52 (non-sporulated)	9/8/2563
30	ใบไหม้เป็นจุดสีน้ำตาลเทา	B54 (non-sporulated)	9/8/2563
31	ใบไหม้เป็นจุดสีน้ำตาลเทา	B55 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
32	ใบไหม้มีจุดสีน้ำตาล	B61 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563
33	ใบไหม้มีจุดสีน้ำตาล	B62 (<i>Curvularia</i> sp.)	9/8/2563

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ลักษณะแผล	ไอโซเลต	วันที่เก็บตัวอย่าง
34	ใบไหม้มีจุดสีน้ำตาล	B63 sporulated, unidentified	9/8/2563
35	ใบไหม้มีจุดสีน้ำตาล	B64 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
36	ใบไหม้สีน้ำตาล มีจุดสีดำ	B71 (non-sporulated)	9/8/2563
37	ใบไหม้สีน้ำตาล มีจุดสีดำ	B72 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
38	ใบไหม้สีน้ำตาล มีจุดสีดำ	B73 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
39	ใบไหม้สีน้ำตาล มีจุดสีดำ	B74 (<i>Aspergillus</i> sp.)	9/8/2563
40	ใบเหลือง มีจุดสีดำ	B81 (<i>Aspergillus</i> sp.)	9/8/2563
41	ใบเหลือง มีจุดสีดำ	B82 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
42	ใบเหลือง มีจุดสีดำ	B83 (<i>Nigrospora</i> sp.)	9/8/2563
43	ใบเหลือง มีจุดสีดำ	B84 (<i>Aspergillus</i> sp.)	9/8/2563

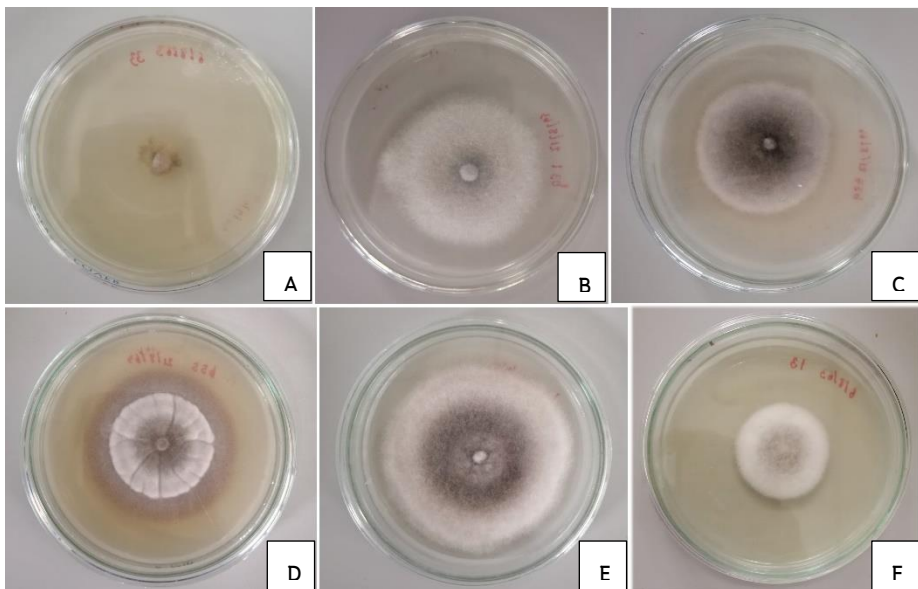
หมายเหตุ A หมายถึง ตัวอย่างใบข้าวที่เก็บในครั้งที่ 1 B หมายถึง ตัวอย่างใบข้าวที่เก็บในครั้งที่ 2 ตัวเลขหลักแรก หมายถึง หมายเลขตัวอย่างใบข้าว และตัวเลขหลักสุดท้าย หมายถึง เชื้อราที่แยกได้จากแต่ละตัวอย่าง

2. ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการระบุชนิดของเชื้อราที่แยกเชื้อได้

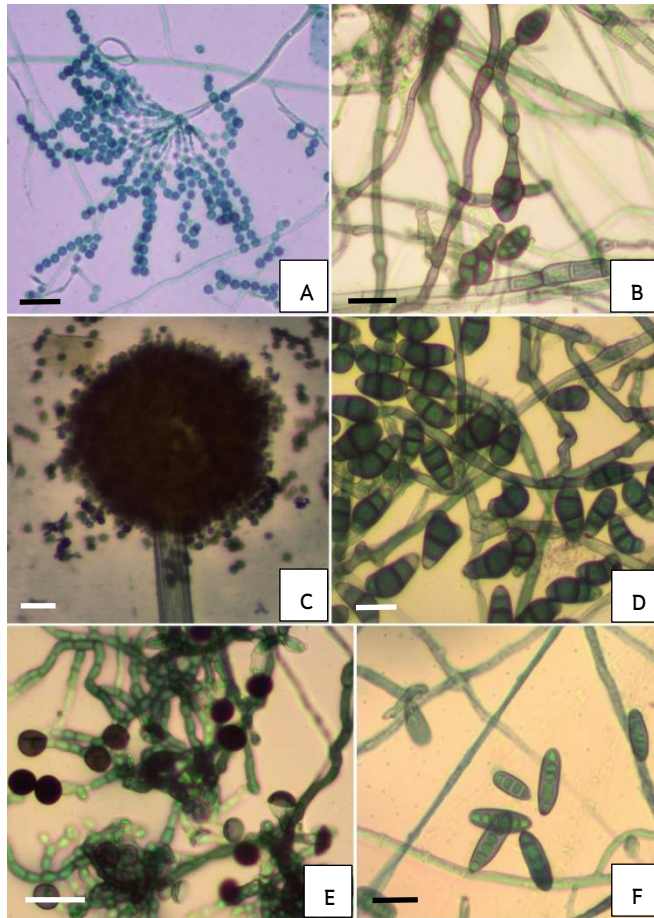
จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของโคโลนีและการเจริญของเส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อของเชื้อราบริสุทธิ์ที่แยกได้จากใบข้าวจำนวน 43 ไอโซเลต ตลอดจนการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากการเพาะเลี้ยงเชื้อบนแผ่นสไลด์พบเป็นเชื้อรากลุ่มที่สร้างสปอร์ (Sporulated) 39 ไอโซเลต และไม่สร้างสปอร์ (Non-sporulated) 4 ไอโซเลต เมื่อตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อแต่ละไอโซเลตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถระบุชนิดเชื้อราในกลุ่มที่สร้างสปอร์ได้ จำนวน 36 ไอโซเลต โดยเป็นเชื้อราที่จัดอยู่ใน 6 สกุล คือ *Curvularia* sp. (11 ไอโซเลต; 25.58%) *Nigrospora* sp. (10 ไอโซเลต; 23.26%) *Aspergillus* sp. (8 ไอโซเลต; 18.60%) *Bipolaris* sp. (4 ไอโซเลต; 9.30%) *Alternaria* sp. (2 ไอโซเลต; 4.65%) และ *Scopulariopsis* sp. (1 ไอโซเลต; 2.32%) ตามลำดับ

ผลการศึกษารายละเอียดของลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราทั้ง 6 สกุล พบว่า เชื้อรา *Scopulariopsis* sp. ลักษณะโคโลนีสีเทาขาว เส้นใยบางและเจริญเติบโตช้า ดังภาพที่ 3(A) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ซึ่งเป็นลักษณะบ่งชี้การเป็นเชื้อราชั้นสูง (ธีราพร และคณะ, 2563) ผนังเส้นใยเรียบ สปอร์รูปร่างกลม ผนังขรุขระ เรียงต่อกันคล้ายลูกปัด ดังภาพที่ 4(A) ส่วน *Alternaria* spp. โคโลนีของเชื้อมีลักษณะเส้นใยละเอียดฟูสีขาวปนเทา ดังภาพที่ 3(B) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ผนังเรียบ สปอร์แบบ

dictyospore มีรูปร่างคล้ายกระบอง มีผนังกันทั้งตามขวางและตามยาว ดังภาพที่ 4(B) ขณะที่ *Aspergillus* spp. โคลนินของเชื้อมีลักษณะเส้นใยฟูสีขาว บางไฮโซเลตเส้นใยมีสีขาวยนเทา ดำ ดังภาพที่ 3(C) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ผนังเรียบ สปอร์รูปร่างกลม สีดำ ผนังเรียบ อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ดังภาพที่ 4(C) และ *Curvularia* spp. โคลนินมีสีขาวสลับน้ำตาลเป็นวงซ้อนกัน บางไฮโซเลตมีสีน้ำตาลเข้ม ดังภาพที่ 3(D) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ผนังเรียบ สปอร์รูปร่างคล้ายครีวของต์ มีสีน้ำตาล ผนังเรียบ ดังภาพที่ 4(D) ส่วน *Nigrospora* spp. โคลนินของเชื้อมีสีเทา ขอบโคโลนีเป็นเส้นใยสีขาว ดังภาพที่ 3(E) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ผนังเรียบ สปอร์ลักษณะกลม สีดำ ผนังเรียบ ดังภาพที่ 4(E) และในส่วนของ *Bipolaris* spp. โคลนินของเชื้อมีลักษณะเส้นใยละเอียด ฟู สีขาว ไตโคโลนีมีสีน้ำตาล ดังภาพที่ 3(F) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 400 เท่า เส้นใยมีผนังกัน ผนังเรียบ สปอร์รูปร่างทรงกระบอก หัวท้ายโค้งมน มีสีน้ำตาล ผนังเรียบ ดังภาพที่ 4(F)



ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราสกุลต่างๆ ที่พบในตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่แสดงอาการของโรค Notes: A=*Scopulariopsis* B=*Alternaria* C= *Aspergillus* D=*Curvularia* E=*Nigrospora* F=*Bipolaris*



ภาพที่ 4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราสกุลต่างๆ ที่พบในตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่แสดงอาการของโรค Notes: A=*Scopulariopsis* B=*Alternaria* C=*Aspergillus* D=*Curvularia* E=*Nigrospora* F=*Bipolaris* Scale bars: A–B D F=20 ไมโครเมตร C= 25 ไมโครเมตร E=30 ไมโครเมตร

อภิปรายผล

จากการเก็บตัวอย่างข้าวที่เป็นโรคทั้ง 2 ครั้ง เมื่อนำมาแยกเชื้อและตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ พบว่า เชื้อที่แยกได้จากการเก็บตัวอย่างข้าวทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันในระดับสกุล ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่า เชื้อราที่พบในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ทั้ง 5 สกุล คือ *Alternaria* *Aspergillus* *Bipolaris* *Curvularia* และ *Nigrospora* เป็นเชื้อที่เคยพบมีรายงานในงานวิจัยก่อนหน้านี้ โดยความหลากหลายของเชื้อราคล้ายคลึงกับการศึกษาของ พรศิลป์ และคณะ (2561) ที่ศึกษาความหลากหลายของเชื้อราในนาข้าว และคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคข้าวโดย

ชีววิธี ซึ่งผลการศึกษา พบว่า โรคใบจุดสีน้ำตาลที่เกิดจากเชื้อรา *Curvularia lunata* เป็นโรคที่สร้างความเสียหายตลอดการเจริญเติบโตของข้าวมากถึงร้อยละ 95 และจากการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราบนต้นข้าวพบเชื้อหลากหลายชนิด คือ *Acremonium hansfordii* *Alternaria padwickii* *Aspergillus flavus* *A. fumigatus* *A. niger* *Bipolaris oryzae* *Cladosporium cladosporioides* *Curvularia lunata* *Dactylaria hawaiiensis* *Drechslera australiensis* *Fusarium solani* *Nigrospora oryzae* *Penicillium* sp. *P. fumiculosus* และ *Veronea apiculata* และมีความคล้ายคลึงกับผลวิจัยของรัตนกร (2560) ที่ได้แยกเชื้อราจากเมล็ดข้าว โดยพบเชื้อ *Fusarium* spp. *Sarocladium oryzae* *Cladosporium* sp. *Alternaria padwickii* *Rhizoctonia solani* และ *Penicillium* sp. และยังสอดคล้องกับการศึกษาของศิริรัตน์ (2550) ที่แยกเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ได้ จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างข้าวที่เป็นโรคใบจุดสีน้ำตาลในแหล่งปลูกข้าวนาปรัง

เป็นที่น่าสังเกตว่าในการศึกษารังนี้ไม่พบเชื้อ *Pyricularia grisea* ที่เป็นสาเหตุโรคไหม้ข้าว ซึ่งเชื้อราชนิดนี้โดยทั่วไปสามารถพบในทุกพื้นที่ของประเทศไทยและในทุกระยะการเจริญของข้าว สาเหตุที่ไม่พบเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ในการศึกษารังนี้ อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการทำ การศึกษานี้มีจำกัด และพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ไม่มากนัก อีกทั้งขณะทำการเก็บตัวอย่าง สถานการณ์ในพื้นที่ตำบลหนองกลับ อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย ประสบภัยแล้ง ไม่มีน้ำ ในการทำการเกษตร ซึ่งการเกิดโรคไหม้ข้าวจะเกิดในแปลงนาข้าวที่หนาแน่น อับลม และสภาพ อากาศตอนกลางวันแห้ง และสภาพอากาศตอนกลางคืนชื้น จึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ การแยกเชื้อราครั้งนี้ไม่พบเชื้อสาเหตุโรคไหม้ของข้าว

ในการศึกษารังนี้พบเชื้อ *Scopulariopsis* จากการแยกเชื้อจากตัวอย่างข้าวที่เป็นโรค ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตเช่นเดียวกันว่าเชื้อสกุลนี้ไม่เคยพบรายงานว่าเป็นเชื้อราก่อโรคในข้าวมาก่อน อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า เคยมีการรายงานการพบเชื้อราสกุลนี้ในพืชที่ไม่เคยมี การรายงานการเป็นเชื้อก่อโรคของเชื้อสกุลนี้มาก่อนเช่นกัน เช่น จากรายงานของ อาริยา และ รำไพ (2562) ที่พบเชื้อสกุลนี้ในตัวอย่างมันสำปะหลังที่แสดงอาการเน่า และจากรายงานเมื่อ ไม่นานมานี้ของ Li et al. (2017) ได้รายงานไว้ว่าพบเชื้อชนิดใหม่ของ *Scopulariopsis* (*S. gossypii*) ที่เป็นเชื้อฉวยโอกาสในการทำให้ฝ้ายเป็นโรค โดยเชื้อชนิดนี้เมื่อเข้าทำลายร่วมกับ *Verticillium dahliae* จะทำให้เกิดโรครุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าเชื้อ *Scopulariopsis* ที่ พบในการศึกษานี้อาจเป็นเชื้อฉวยโอกาสที่ก่อโรคในข้าวเช่นกัน ซึ่งควรตรวจสอบความสามารถ ในการก่อโรค (Pathogenicity) ของเชื้อโดยการปลูกเชื้อในต้นข้าวเพื่อพิสูจน์โรคตามหลักการของ Koch ในงานวิจัยต่อยอดต่อไป

ในส่วนของเชื้อที่พบมีรายงานในการศึกษาอื่นแต่กลับไม่พบในการศึกษานี้ นอกจาก สาเหตุที่อาจเกิดจากจำนวนตัวอย่างที่น้อยและระยะการเก็บตัวอย่างเพียงช่วงสั้นๆ แล้ว ยังอาจ

เกิดจากความแตกต่างของสายพันธุ์ข้าวที่ทำให้ข้าวมีความอ่อนแอ/ความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราแต่ละชนิดต่างกัน ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศและการดูแลจัดการภายในแปลงปลูก ตลอดจนการปลูกพืชสลับก็อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผล และอาจเกี่ยวข้องกับ ความแตกต่างกันทางกายภาพของแหล่งปลูก/สภาพพื้นที่ปลูก ตลอดจนการระบาดของโรคใน แหล่งปลูกนั้นด้วย (ประภัสสร และเพชรรัตน์, 2559) ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ ประภัสสร และ เพชรรัตน์ (2559) พบว่า ในการศึกษาเชื้อราในเมล็ดพันธุ์ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 พบมีเชื้อรา *Fusarium* spp. ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวในระดับต่ำกว่าที่พบเชื้อ *Alternaria padwickii* และ *Bipolaris oryzae* และมีความเป็นไปได้ว่าจะเกิดจากความต้านทานของสายพันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่มี ต่อเชื้อ *Fusarium* สอดคล้องกับผลในการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่พบเชื้อ *Fusarium* จากตัวอย่างใบของข้าว ที่เก็บตัวอย่างมา และตรวจพบเฉพาะเชื้อราในสกุล *Alternaria* และ *Bipolaris* อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความแตกต่างของชนิดของเนื้อเยื่อข้าวที่ทำการศึกษายังคงไม่อาจสรุปได้ว่าการที่ไม่พบ เชื้อ *Fusarium* ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นผลมาจากความต้านทานของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่มีต่อ เชื้อ *Fusarium* หรือไม่และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันข้อสรุปนี้ในงานวิจัยอื่นในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราก่อโรคในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ครั้งนี้ พบ กลุ่มอาการโรคที่แสดงบนใบข้าว จำนวน 3 กลุ่มอาการ คือ อาการใบไหม้ ใบเหลือง และใบจุดสีดำ การแยกเชื้อราจากใบข้าวพบว่าสามารถระบุสกุลได้ และพบเป็นเชื้อราก่อโรคในข้าวที่เคยมีการ รายงานมาก่อนในข้าวพันธุ์อื่น จำนวน 5 สกุล คือ *Alternaria* *Aspergillus* *Bipolaris* *Curvularia* และ *Nigrospora* นอกจากนี้ยังพบเชื้อ *Scopulariopsis* sp. ซึ่งยังไม่มีกรรายงานว่าเป็นเชื้อก่อโรคในข้าว มาก่อน ดังนั้นผลการศึกษาเชื้อราก่อโรคในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในพื้นที่ตำบลหนองกล้วย อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย จึงสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงเชื้อราที่เข้า ทำลายข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ได้ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจจะศึกษาต่อยอดเพื่อทำ การปรับปรุงข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ให้ต้านทานต่อโรคข้าว และเป็นแหล่งข้อมูลแก่เกษตรกร ที่ต้องการจะหาวิธีการป้องกันและกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อราอย่างถูกวิธีต่อไป อย่างไรก็ตามด้วย ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่เป็นโรคจากแปลงเพาะปลูกเพียงแปลงเดียว เท่านั้นโดยแบ่งการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง มีช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างห่างกัน 13 วัน และ อายุข้าวอยู่ที่ 75–90 วัน ทำให้เชื้อราที่พบในการศึกษานี้ไม่มีความหลากหลายชนิดมากนักเมื่อ เปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาอื่นที่ผ่านมา ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะมีการเก็บ ตัวอย่างข้าวในทุกระยะการเจริญ เพื่อให้ได้เชื้อราที่หลากหลายมากขึ้นและเพื่อให้ทราบถึงเชื้อรา ที่พบในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวที่อาจพบมีความแตกต่างกันด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบขอบคุณสาขาวิชาจุลชีววิทยา และศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ดารา เจตนะจิตร, นงรัตน์ นิลพานิชย์, พากเพียร อรัญนารถ, วิชิต ศิริสันธนะ, วิชชุดา รัตนากาญจน์, รัศมี ธิติเกียรติพงศ์, วันชัย โรจนหัสติน, และธัญลักษณ์ อารยาพันธ์. (2550). **โรคข้าวและการป้องกันกำจัด** (หนังสืออิเล็กทรอนิกส์). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.
- ธีราพร จันทศรี, อัปสรสวรรค์ ใจบุญ, กิรติ ต้นเรือน, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, รัตน์ดิพร ลำอาจค์, รำไพ โกฏสิปป, และเรืองวุฒิ ชูติมา. (2563). การสำรวจและการแยกเชื้อราไมคอร์ไรซาจากกล้วยไม้ดินสกุล *Spathoglottis* ที่ปลูกในกระถาง, *PSRU Journal of Science and Technology* 5(3), 127–138.
- ประภัสสร สิลารักษ์, และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. (2559). การถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ของเชื้อฟิวซาเรียมสาเหตุโรคยอดผักดาบของข้าวและศักยภาพของเชื้อ *Streptomyces*-PR15 และ *Streptomyces*-PR87 ในการควบคุมโรคจากเชื้อฟิวซาเรียมของพืชเศรษฐกิจ, **แก่นเกษตร**, 44(ฉบับพิเศษ 1), 238–245.
- พรศิลป์ สีเผือก, วุฒิชัย สีเผือก, และชัยสิทธิ์ ปรีชา. (2561). **ความหลากหลายของเชื้อราในนาข้าวและการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคข้าวโดยชีววิธี** (รายงานการวิจัย). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- รัตนากาญจน์ ฤทธินาญติ. (2560). **การจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคพืชในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ในภาคใต้และภาคเหนือ** (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.
- ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล. (2550). **การศึกษาความหลากหลายของรา *Bipolaris oryzae* และความสำคัญต่อการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลในพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรัง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา** (รายงานการวิจัย). อยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สาขาวิชาจุลชีววิทยา. (2561). **ปฏิบัติการจุลชีววิทยา**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 55–56.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2561). **การสำรวจการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร พ.ศ.2561 สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม**. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563, จาก <http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/News/2562/N30-07-62-1.aspx>
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (2543). **ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2**. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563, จาก <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title=index.php-file=content.php&id=114.htm>

- อารียา ประเสริฐกรรณ์, และรำไพ โกฏสิปป. (2562). การศึกษาเชื้อราที่ก่อโรครากเน่าในมันสำปะหลัง ในเขตอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก. ใน การประชุมสวสนันทวารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2: “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” (น. 31–39). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวสนันทหา.
- Carmichael, J.W., Kendrick, W.B., Connors, I.L., & Sigler, L. (1980). **Genera of Hyphomycetes**. Edmonton, Canada, University of Alberta Press.
- Ellis, M.B. (1971). **Dematiaceous Hyphomycetes**. UK: Commonwealth Mycological Institute.
- Ellis, M.B. (1976). **More Dematiaceous Hyphomycetes**. UK: Commonwealth Mycological Institute.
- Gopalakrishnan C., Kamalakannan, A., & Valluvaparidasan, V. (2010). Survey of seed-borne fungi associated with rice seeds in Tamil Nadu, India, **Libyan Agriculture Research Center Journal International**, 1(5), 307–309.
- Lapmak, K., Lumyoung, S., Wangsapa, R., & Sardud, U. (2009). Diversity of filamentous fungi on brown rice, Pattalung Province, Thailand, **International Journal of Agricultural Technology**, 5(1), 129–142.
- Li, X.L., Ojaghian, M.R., Zhang, J.Z., & Zhu, S.J. (2017). A new species of *Scopulariopsis* and its synergistic effect on pathogenicity of *Verticillium dahliae* on cotton plants, **Microbiological Research**, 201, 12–20.
- Song W., Zhou L., Yang C., Cao X., Zhang L., & Liu, X. (2004). Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system, **Crop Protect**, 23, 243–247.
- Sutton, B.C. (1980). **The Coelomycetes**. UK: Commonwealth Mycological Institute.