

การจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคพืชในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ในภาคใต้และภาคเหนือ

Identification of plant pathology fungi of upland rice seeds in Southern and Northern region

รัตนากร กฤษณชาญดี^{1*}

Ratanakorn kitsanachandee^{1*}

บทคัดย่อ: ข้าวไร่เป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญ มีลักษณะที่โดดเด่น เช่น ต้านทานต่อโรคและแมลง มีสีของข้าวกล้องหลายคุณค่าทางอาหาร เป็นต้น โรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์เป็นปัญหาสำคัญในการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่มาใช้ประโยชน์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคใต้และภาคเหนือ โดยทำการตรวจลักษณะอาการของบาดแผลบนเปลือกเมล็ดของข้าวไร่ทั้ง 33 ตัวอย่าง พบว่า ข้าวไร่ภาคใต้จำนวน 6 พันธุ์และภาคเหนือจำนวน 10 พันธุ์ แสดงพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 51-100% เมื่อทำการตรวจหาเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ด้วยวิธี Blotter test พบเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดข้าวไร่ทางภาคใต้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae* และ *Cladosporium* sp. ภาคเหนือจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Penicillium* sp. และ *Cladosporium* sp. โดยเชื้อ *Cladosporium* sp. C และเชื้อ *Penicillium* sp. ยังไม่พบรายงานการตรวจพบเชื้อติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ทั้งพันธุ์ข้าวไร่ทางการค้าและพันธุ์ข้าวไร่

คำสำคัญ: ข้าวไร่, ภาคใต้, ภาคเหนือ, เชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ด

ABSTRACT: The upland rice (*Oryza sativa* L.) is an important genetic resource which also has outstanding characteristics such as resistance to disease and insect, several brown rice seed colors, highly nutritional value etc. The objective of this study to identification of plant pathology fungi of upland rice seeds in Southern and Northern region. Six lines of Southern and 10 lines of Northern were showed highly disease symptoms (51-100%) on paddy surface. Blotter test was done with 33 upland rice varieties of Southern and Northern region. Results showed 3 fungal pathogen including *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae* and *Cladosporium* sp. in Southern region. Northern region was found 6 fungal pathogen, *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Penicillium* sp. and *Cladosporium* sp. *Penicillium* sp. and *Cladosporium* sp. never have been found in rice.

Keywords: Upland rice, Southern, Northern, Seed borne pathogen

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จังหวัดชลบุรี 20110

Plant Technology Production Division, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok Bangphra Campus, Chonburi Province, 20110

* Corresponding author: ratanakorn_kit@hotmail.com

บทนำ

ข้าวไร่ เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบและลาดชัน ไม่ชอบน้ำขังในทุกระยะการเจริญเติบโต และทนแล้งได้ดี (บุญทรง, 2549) สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยจึงทำให้ข้าวไร่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก ลักษณะเด่นของข้าวไร่พื้นเมือง เช่น มีความต้านต่อโรคและแมลง ทนแล้ง ทนทานต่อน้ำท่วมขัง มีความสามารถในแข่งขันกับวัชพืชได้ดี (Chang, 1976) นอกจากนี้ข้าวไร่บางสายพันธุ์มีสารอาหารบางชนิดสูงและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ (Tripathy et al., 2005) ซึ่งลักษณะเด่นเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่มักได้รับความเสียหายจากเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดกับเมล็ดที่สำคัญคือ เชื้อรา ซึ่งจะส่งผลให้ เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพและยังเพิ่มโอกาสให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อราไปยังพื้นที่อื่น ๆ

โรคเมล็ดต่าง เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อหลายชนิดเช่น *Curvularia lunata*, *Cercospora oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Trichoconis padwickii* และ *Fusarium semitectum* (kato et al., 1988) ซึ่งเป็นเชื้อราที่พบในแปลงปลูก (field fungi) สามารถเข้าทำลายตั้งแต่ระยะออกรวงจนกระทั่งถึงระยะติดเมล็ด ความรุนแรงของอาการเกิดจากความชื้นทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งไม่สามารถคัดทิ้งได้ในกระบวนการทำความสะอาดและคัดเมล็ด เชื้อราจึงติดไปกับเมล็ดพันธุ์ หรือผลผลิต (Mew and Misra, 1994) การป้องกันกำจัดไม่นิยมทำก่อนเป็นโรคจึงทำให้ไม่สามารถควบคุมหรือกำจัดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการปลูกข้าวไร่เกษตรกรจะมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดน้อย ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลง (วิไล และคณะ, 2544) ไม่สามารถนำพันธุ์ข้าวไร่มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพและอาจจะเกิดสูญหายของข้าวไร่พันธุ์ดีบางพันธุ์อีกด้วย ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อจำแนกเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดกับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคใต้และภาคเหนือ

วิธีการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวไร่

ตัวอย่างข้าวไร่จำนวน 33 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้มาจากการเก็บรวบรวมจากแปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไร่ในเขตภาคเหนือคือ จังหวัดเชียงใหม่ และลำปาง จำนวน 18 ตัวอย่าง และขอความอนุเคราะห์จากหน่วยงานราชการที่เก็บรวบรวมพันธุกรรมข้าวไร่ภาคใต้ คือ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง จำนวน 15 ตัวอย่าง นำตัวอย่างเมล็ดข้าวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือนก่อนนำมาศึกษาลักษณะของสีเปลือกและสีของเมล็ดข้าวกล้อง

2. ประเมินระดับความรุนแรงของโรค

ตรวจสอบลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดกับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ทั้ง 33 ตัวอย่าง เบื้องต้น โดยทำการประเมินจากขนาดของบาดแผลหรือพื้นที่ผิวของเมล็ดที่ถูกทำลาย ซึ่งจะให้คะแนนตามระบบ standard evaluation system for rice (IRRI, 1996) รายละเอียดดังนี้

0%	ไม่มีการเข้าทำลายของโรค
1-5%	พื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 1-5%
6-25%	พื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 6-25%
26-50%	พื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 26-50%
51-100%	พื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 51-100%

3. แยกเชื้อราจากเมล็ดข้าว

ตัวอย่างข้าวไร่ภาคใต้จำนวน 15 ตัวอย่างและภาคเหนือจำนวน 18 ตัวอย่าง มาตรวจหาเชื้อที่ติดกับเมล็ดโดยวิธี Blotter Test ดัดแปลงวิธีการจาก Mew and Misra (1994) ดังนี้ เตรียมเมล็ดจำนวน 400 เมล็ด/ตัวอย่าง แช่น้ำนิ่งฆ่าเชื้อนาน 30 นาที แบ่งเป็นสองส่วน ฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ดด้วย 10% Clorox (a.i. sodium hypochlorite) นาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาดปลอดเชื้อจำนวน 3 ครั้ง อีกส่วนหนึ่งนำมาแช่น้ำนิ่งฆ่าเชื้อตามปกติ จากนั้นเรียงเมล็ดข้าวบนกระดาษเพาะในกล่องขึ้นปลอดเชื้อจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ

100 เมล็ด บ่มเมล็ดนาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ 16 ชั่วโมง ตรวจดูเชื้อราที่เจริญบนเมล็ดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและแยกเชื้อราบริสุทธิ์จากตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวลงบนอาหาร PDA เก็บรักษาเชื้อราบริสุทธิ์บน PDA slant ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อดูลักษณะ รูปร่างและสีของสปอร์โดยใช้คู่มือของ Mew and Gonzales (2002) เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรค

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลจากการประเมินลักษณะอาการของบาดแผลบนเปลือกเมล็ดของข้าวไร่ทั้ง 33 ตัวอย่าง พบว่า ข้าวไร่ภาคใต้ 1 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 1-5%, 4 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 6-25%, 3 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 26-50% และ 7 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 51-100% จากจำนวน 15 ตัวอย่าง ส่วนข้าวไร่ภาคเหนือ 4 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 1-5%, 3 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 6-25%, 1 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 26-50% และ 10 พันธุ์ มีพื้นที่ผิวของเมล็ดถูกทำลาย 51-100% จากจำนวน 18 ตัวอย่าง (Table 1) เมื่อทำการตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยวิธี Blotter test พบว่า พันธุ์ไต้โตน ทางภาคใต้ ไม่พบเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดทั้งเมล็ดที่ไม่ฟอกฆ่าเชื้อและฟอกฆ่า รวมทั้งพันธุ์ป้อชะ, ป้อชู, ป้อสันป่าตอง และ ป้อขอมี่ (ข้าวไก่ป่า) ทางภาคเหนือ ไม่พบเชื้อสาเหตุโรคพืชเช่นเดียวกัน เชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดข้าวไร่จากภาคใต้พบจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae* และ *Cladosporium* sp. (Table 2) เมล็ดข้าวไร่จากทางภาคเหนือพบเชื้อราติดมากับเมล็ดจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Penicillium* sp. และ *Cladosporium* sp. (Table 2)

โดยเชื้อราทั้ง 6 ชนิดจะพบในเมล็ดที่แช่น้ำนิ่งมาเชื้อมากกว่าเมล็ดที่ถูกฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ดด้วย 10% Clorox แสดงว่าเชื้อราถ่ายทอดไปกับเปลือกหุ้มเมล็ดแต่ที่พบในเมล็ดที่ถูกฆ่าเชื้อที่ผิวเกิดจากการที่เชื้อติดอยู่ภายในเมล็ด อาจเกิดจากการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว ผลผลิตมีผลต่อการเข้าทำลายของเชื้อเพิ่มขึ้นและเมื่อนำเมล็ดเหล่านั้นมาศึกษาจึงพบเชื้อราในเมล็ดที่ได้รับการฟอกฆ่าเชื้อเช่นกัน ซึ่งเชื้อ *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae* และ *Rhizoctonia solani* มีรายงานเป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคเมล็ดต่างในข้าวพันธุ์ปลูกที่สำคัญ เช่น พันธุ์ กข. 6, กข. 51, ข้าวดอกมะลิ 105, พิษณุโลก 2, ปทุมธานี 1, ชัยนาท 1 และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ประภัสสร และเพชรรัตน์, 2559) เช่นเดียวกับ Gopalakrishnan et al. (2010) และ Ibranim and Abo (2014) ได้ตรวจพบเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวหลายชนิด เช่น *Fusarium* spp., *Bipolaris oryzae*, *Alternaria padwickii*, *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Sarocladium* sp. และ *Trichoderma* sp. เป็นต้น ในผลการศึกษาเชื้อ *Cladosporium* sp. ตรวจพบทั้งในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคใต้และภาคเหนือ ส่วนเชื้อ *Penicillium* sp. ตรวจพบเฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคเหนือเท่านั้น ซึ่งเชื้อสาเหตุโรคพืชทั้งสองชนิดยังไม่พบรายงานการตรวจพบเชื้อติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งพันธุ์ข้าวทางการค้าและพันธุ์ข้าวไร่ การที่เชื้อสาเหตุโรคพืชทั้งสองชนิดติดมากับเมล็ดอาจเกิดจากการปลูกข้าวไร่ร่วมกับพืชหลักที่ปลูกอยู่ในพื้นที่หรือการใช้เครื่องมือทางการเกษตรร่วมกัน ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อราและเกษตรกรไม่มีการดูแลรักษาเมื่อเกิดการเข้าทำลายของโรค ผลผลิตข้าวไร่ที่ได้จะเก็บไว้บริโภคภายในครัวเรือน จึงทำให้คุณภาพและผลผลิตไม่สูง นอกจากนี้ การเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวก็เป็นอีกปัจจัยที่อาจจะทำให้การกระจายของโรคเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามมีรายงานวิจัยของ Shankar et al. (2009) ได้ศึกษาความหลากหลายของเชื้อรา endophytic ในข้าว พบเชื้อ endophytic fungi หลายชนิดบริเวณใบและรากที่เป็นปฏิสัมพันธ์กับเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่นเชื้อ

Cladosporium cladosporioides, *Penicillium chrysogenum* และ *Penicillium decumbens* ดังนั้นเชื้อ *Cladosporium* sp. และ *Penicillium* sp. ที่ได้จากการตรวจสอบครั้งนี้สามารถนำมาศึกษาเพื่อใช้

ประโยชน์เป็น endophytic fungi ต่อเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคเมล็ดต่าง เพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตข้าวไร่อินทรีย์ได้อีกทางหนึ่ง

Table 1 Some Agronomic traits and disease scores on seeds

No.	Lines	Location	Paddy colors	Brown rice colors	Disease score on seed coat (%)
1	Khawsatun	Southern	Straw brownish with sterile lemmae	Light brown	6-25
2	Khemngein	Southern	Straw	White	26-50
3	Dokkha	Southern	Straw	Light brown	51-100
4	Dawkpayawm	Southern	Yellow	Light brown	6-25
5	Dumruangyaw	Southern	Straw brownish with sterile lemmae	Light brown	6-25
6	Dumsatian	Southern	Yellow brownish with sterile lemmae	White	26-50
7	Titon	Southern	Straw brownish with sterile lemmae	Light brown	1-5
8	Malilai	Southern	Straw brownish with sterile lemmae	White	6-25
9	Malilung	Southern	Yellow	Light brown	51-100
10	Rachini	Southern	Straw	Light brown	51-100
11	Sienphon	Southern	Yellow	Light brown	51-100
12	Hawbon	Southern	Yellow	White	26-50
13	Lungkapang	Southern	Straw	Light brown	51-100
14	Lungruangyaw	Southern	Yellow brownish with sterile lemmae	White	51-100
15	Lungsatun	Southern	Yellow	White	51-100
16	Buekerchomae (Pixi)	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	51-100
17	Buephathol (Khaw)	Northern	Yellow	White	51-100
18	Buepholo (Khu)	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	51-100
19	Buechome (Khawkipa)	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	1-5
20	Buekhoki	Northern	Straw	Light brown	51-100
21	Buesanpatong	Northern	Yellow brownish with sterile lemmae	White	1-5
22	Buephathol (Khu)	Northern	Straw	Light brown	6-25
23	Buepholo	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	6-25
24	Khawyai	Northern	Straw	White	51-100
25	Buephathol (namtarn)	Northern	Yellow	Light brown	51-100
26	Buenoba	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	51-100
27	Buekhae	Northern	Straw brownish	White	6-25
28	Buepaxisue	Northern	Straw	Dark purple	51-100
29	Buekhawmali	Northern	Straw	White	51-100
30	Buekha	Northern	Black straw tick	Light brown	1-5
31	Buekerchomae (Ngachang)	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	51-100
32	Buekoy	Northern	Straw brownish with sterile lemmae	White	26-50
33	Buesue	Northern	Straw greenish black with sterile lemmae	White	1-5

Table 2 Fungi associated with 33 of rice seed samples according to blotter test

Lines	Fungi					
	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Sarocladium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>
	spp.	<i>padwickii</i>	<i>oryzae</i>	<i>oryzae</i>	sp.	sp.
Khawsatun	+	-	-	+	-	-
Khemngein	-	-	-	-	-	+
Dokkha	+	-	-	-	-	+
Dawkpawm	+	-	-	+	-	+
Dumruangyaw	-	-	-	-	-	+
Dumsatian	+	-	-	+	-	-
Titon	-	-	-	-	-	-
Malilai	+	-	-	+	-	-
Malilung	+	-	-	+	-	-
Rachini	+	-	-	+	-	-
Sienphon	+	-	-	+	-	-
Hawbon	+	-	-	+	-	-
Lungkapang	-	-	-	-	-	+
Lungruangyaw	+	-	-	-	-	-
Lungsatun	+	-	-	+	-	+
Buekerchomae (Pixi)	-	-	+	+	-	-
Buephathol (Khaw)	-	-	+	+	-	-
Buepholo (Khu)	+	-	+	+	-	+
Buechome (Khawkipa)	-	-	-	-	-	-
Buekhoki	-	-	+	-	+	-
Buesanpatong	-	-	-	-	-	-
Buephathol (Khu)	-	+	+	+	+	-
Buepholo	-	-	-	-	+	-
Khawyai	-	+	+	+	-	+
Buephathol (namtarn)	-	-	+	+	-	-
Buenoba	+	-	+	+	-	-
Buekhae	-	-	-	-	+	-
Buepaxisue	+	+	+	+	-	-
Buekhawmali	+	-	+	+	-	-
Buekha	-	-	-	-	-	-
Buekerchomae	+	-	+	+	+	-
(Ngachang)						
Buekoy	-	-	+	-	+	-
Buesue	-	-	-	-	-	-

+: Fungi detected on rice seeds after soaking with non-surface sterilized and 10% Clorox; - : No detected the plant pathology fungi both non-surface sterilized and 10% Clorox

สรุป

จากการตรวจสอบเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคใต้และภาคเหนือด้วยวิธี Blotter test พบเชื้อราจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae* และ *Cladosporium* sp. ส่วนพันธุ์ได้โตนไม่พบเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดทั้งเมล็ดที่ไม่พอกฆ่าเชื้อและพอกฆ่า เมล็ดข้าวไร่ภาคเหนือ พบเชื้อราจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp., *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Penicillium* sp. และ *Cladosporium* sp. ไม่พบเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดทั้งเมล็ดที่ไม่พอกฆ่าเชื้อและพอกฆ่าบนเมล็ดข้าวพันธุ์พันธุ์บือมะ, บือซุ, บือสันป่าตอง และ บือขอมมี (ข้าวไก่ป่า)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง จ.พัทลุง และ รองศาสตราจารย์วิชชัย วงษ์สมบุญรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์ให้เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภาคใต้และภาคเหนือในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ในการอนุเคราะห์เครื่องมือต่างๆ และห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- บุญหงส์ จงคิด. 2549. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต, สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 184 หน้า.
- ประภัสสร สีสารักษ์ และ เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2559. การถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ของเชื้อฟิวซาเรียมสาเหตุโรคถอดฝักดาบของข้าวและศักยภาพของเชื้อ *Streptomyces-PR15* และ *Streptomyces-PR87*. แก่นเกษตร. 44 (ฉบับพิเศษ 1): 238-245.
- วิล ปาละวิสุทธ์, ดวงอร อริยพุกษ์, ประกอบ สุภาพ และพรสุรี กาญจนนา. 2544. ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ถูกโรคเมล็ดต่างทำลาย. น.291-305. ใน: ผลงานวิจัยประจำปี 2541 กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว.
- Chang, T.T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asia and African rice. *Euphytica*. 25: 425-441.
- Gopalakrishnan, C., A. Kamalakannan, and V. Valluvaparisadan. 2010. Survey of Seed-Borne Fungi Associated with Rice Seeds in Tamil Nadu, India. *Libyan Agriculture Research Center Journal International*. 1(5): 307-309.
- Ibranim E., A.M., and M. S., Abo El-Dahab. 2014. Seed Discoloration and their Effect on Seed-lings Growth of Egyptian Hybrid Rice. *Research Journal of Seed Science*. 7(3): 63-74.
- IRRI. 1996. Standard evaluation system for rice. International rice research institute (IRRI). Philippines. 52. pp.
- Kato H., K., L.P. Ohata, Kauraw, and Y.H. Lee. 1988. Fungal diseases of rice seed, pp.151-162. In: Rice Seed Health. Proceedings of the international Workshop on rice seed health 16-20 March 1987. International Rice Research Institute. Manila, Philippines.
- Mew. T.W., and P. Gonzales. 2002 A handbook of rice seedborne fungi. International rice research institute (IRRI), Philippines.
- Mew T.W., and J.K. Misra. 1994. A Manual of rice seed health testing. International rice research institute (IRRI), Philippines.
- Shankar Naik, B., J. Shashikala, and Y.L. Krishnamuthy. 2009. Study on the Diversity of Endophytic Communities from Rice (*Oryza sativa* L.) and their Antagonistic Activities *in Vitro*. *Microbiological Research*. 164: 290-296.
- Tripathy, S., P. Gurung, and S.D. Sharma. 2005. Intellectual property contribution with regard to rice genetic resources by tribes of South Orissa, India. *Plant Genetic Resources Newsletter*. 141: 61-64.