



ร่วมจัดโดย

บทคัดย่อ ประชุมวิชาการ ข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ ๑

ข้าวเปลี่ยนวิถี อาหารเปลี่ยนโลก

5-6 ธันวาคม 2568

ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพ็ค เมืองทองธานี





ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเปิด

การประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ ๖ “ข้าวเปลี่ยนวิถี อาหารเปลี่ยนโลก”

ในวันศุกร์ที่ ๕ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๘

ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพ็ค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี

คำนำ

ประเทศไทยมีหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษาที่มุ่งวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านข้าวอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดผลงานวิจัยครอบคลุมตั้งแต่ระดับพันธุกรรม เทคโนโลยีการผลิต นวัตกรรมอาหาร ไปจนถึงมิติทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้ผลงานเหล่านี้ได้รับการเผยแพร่และนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง จึงได้มีการจัดประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบัน การประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติดำเนินงานโดย 8 หน่วยงานหลัก ได้แก่ มูลนิธิข้าวไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กรมการข้าว สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยร่วมกันผลิตเปลี่ยนหมุนเวียนเป็นเจ้าภาพตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 สำหรับปี พ.ศ. 2568 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพหลักในการจัดการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ภายใต้หัวข้อ “ข้าวเปลี่ยนวิถี อาหารเปลี่ยนโลก” ระหว่างวันที่ 5-6 ธันวาคม 2568 ณ อิมแพ็ค เมืองทองธานี โดยการประชุมในครั้งนี้มีการนำเสนอผลงานจากนักวิจัย นักวิชาการ และผู้ทำงานด้านข้าวจากทั่วประเทศ ครอบคลุม 10 หมวดงาน ตั้งแต่ความหลากหลายทางพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว การปรับตัวภาคการเกษตร เทคโนโลยีการผลิตข้าว เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว งานวิจัยด้าน “ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว” เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว งานวิจัยระดับท้องถิ่นและวิถีชีวิตชาวนา งานวิจัยด้านเศรษฐกิจ-สังคมและสิ่งแวดล้อม และการอารักขาข้าวแบบบูรณาการ ซึ่งสะท้อนความก้าวหน้าและทิศทางการวิจัยข้าวไทยในทุกมิติ

คณะผู้จัดงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมครั้งนี้จะเสริมสร้างเครือข่ายนักวิจัย กระชับความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และยกระดับงานวิจัยด้านข้าวของประเทศไทยให้พร้อมรับความท้าทายยุคใหม่ ตลอดจนก่อให้เกิดการนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์จริงเพื่อความมั่นคงทางอาหาร คุณภาพชีวิตประชาชน และความยั่งยืนของระบบการผลิตข้าวไทย

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณทุกหน่วยงาน นักวิจัย ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เข้าร่วมประชุมที่ร่วมกันทำให้งานประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 6 สำเร็จลุล่วง และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมด้านข้าวของประเทศไทยต่อไป

ดร.ดำรงศรี ศรีพระราม

รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

บทคัดย่อภาคบรรยาย

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์	1
กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว	10
กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร	29
กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว	31
กลุ่ม เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	45
กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนา สู่วงจรชีวิต	52
กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว	64
กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา	82
กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	90
กลุ่ม การอนุรักษ์ข้าว แบบบูรณาการ	102

บทคัดย่อภาคโปสเตอร์

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์	111
กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว	134
กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร	162
กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว	179
กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนา สู่วงจรชีวิต	187
กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว	192
กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา	214
กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	216
กลุ่ม การอนุรักษ์ข้าว แบบบูรณาการ	219

รายนามคณะกรรมการจัดประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 6	226
---	-----



ภาคบรรยาย

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์

○ 1-1	การบำรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของประเทศไทย	1
○ 1-2	จีโนมข้าวไทยกับความหลากหลายเพื่อการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์พันธุกรรม	2
○ 1-3	คลังจีโนมข้าวไทยสู่การใช้ประโยชน์: กรณีศึกษาจากข้อมูลรหัสพันธุกรรมข้าว 1,000 พันธุ์	3
○ 1-4	ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคเหนือของไทย: จากความหลากหลายทางพันธุกรรม สู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	4
○ 1-5	ความเกี่ยวข้องของยีน OsOSCA 2.5 ต่อการทนความเค็ม	5
○ 1-6	การตอบสนองด้านสรีรวิทยาและการเติบโตของข้าวไทยต่อความเค็มสูงในระยะต้นกล้าและออกดอก	6
○ 1-7	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้งจีโนม (Genome-Wide Association Study: GWAS) เพื่อระบุยีน ที่มีบทบาทในการควบคุมโปรตีนสะสมในเมล็ดข้าว (<i>Oryza sativa</i> L.)	7
○ 1-8	ผลาดำ: แหล่งพันธุกรรมความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งแบบกว้างในข้าวนาสวนพื้นเมืองไทย	8

กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว

○ 2-1	CNT13006-128-1-3-1-3: ข้าวนาชลประทานผลผลิตสูง ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคไหม้	10
○ 2-2	หอมสยาม : ข้าวหอมนุ่มพันธุ์ใหม่เสริมสร้างความเข้มแข็งข้าวไทย	11
○ 2-3	ข้าวเจ้าพันธุ์ กข99 (หอมคลองหลวง 72)	12
○ 2-4	ข้าวลูกผสม งานวิจัยสู่โอกาสและทางรอดของชาวนาไทย	13
○ 2-5	“ข้าวทนร้อน” ใครว่าเป็นไปไม่ได้? เรื่องราวการพัฒนาพันธุ์จากจุดเริ่มต้นสู่ความสำเร็จ	14
○ 2-6	การบูรณาการเทคโนโลยีหลายระดับเพื่อการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (<i>Nilaparvata lugens</i> (Stål))	15
○ 2-7	การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวเชิงเปรียบเทียบภายใต้ภาวะเครียดจากความแห้งแล้งในข้าว: การระบุชนิดของเซลล์โดยใช้ดัชนีบ่งชี้เอกลักษณ์เซลล์บนฐานของเครื่องหมายจำเพาะ MICI	16
○ 2-8	การประเมินทรัพยากรพันธุกรรมข้าวที่มีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวอย่างหลากหลาย	22

กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร

○ 3-1	การเสวนาวิชาการเรื่อง “จะรอดได้อย่างไร ในราคาข้าว 5,000 บาท”	29
-------	--	----

กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว

○ 4-1	จากอวกาศสู่จานข้าว: การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าว	31
○ 4-2	ระบบการปลูกข้าวแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง: นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน	32
○ 4-3	ศัตรูข้าวในสภาวะโลกรวนและการบริหารจัดการโดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลของกรมการข้าว	33
○ 4-4	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI เพื่อการบริหารจัดการโรคและแมลงอย่างยั่งยืน	34
○ 4-5	Pathumma LLM: "Generative AI ไทยทำ" สู้มือชาวนาไทย ได้อย่างไร	35
○ 4-6	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จริงในอุตสาหกรรมเกษตรไทย	36
○ 4-7	การประเมินการดูดซึมไนโตรเจนและการแนะนำการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ของข้าว โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2: กรณีศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี	37
○ 4-8	การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลโรคข้าวและข้อมูลภูมิอากาศ เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก	43

กลุ่ม เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

○ 5-1	สารพิษเชื้อราและเชื้อราชนิดสร้างสารพิษในข้าวสี: การตรวจสอบและความเสี่ยงต่อสุขภาพ	45
○ 5-2	แนวทางการอบแห้งข้าวเปลือกและการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น	46
○ 5-3	การประยุกต์ใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณในการออกแบบนวัตกรรมลดความชื้นข้าวเปลือก	47
○ 5-4	Securing Rice Preservation in Hermetic Storage Technology with Real Time Monitoring System	48
○ 5-5	การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดความชื้นในข้าวสารและข้าวเปลือกด้วยวัสดุอัจฉริยะประเทศไทย (TRM)	49
○ 5-6	การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซไนโตรเจนในการควบคุมมอดแป้งที่ทำลายข้าว	50

กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนาสู่วงจรชีวิต

○ 6-1	การปรับโฉมข้าวไทยสู่อนาคต: ผลลัพธ์ข้าวเพื่อสุขภาพและลดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)	52
○ 6-2	ศักยภาพเชิงหน้าที่ของเปปไทด์จากเมล็ดข้าวไทย	53
○ 6-3	ศักยภาพของข้าวสีของไทยในการชะลอวัย ต้านภัยจากโรคที่มาพร้อมวัยชรา ภัยจาก PM2.5 และ คอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม	54
○ 6-4	เทคโนโลยีเมตาโบโลมิกส์เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของข้าว	55
○ 6-5	การปรับเปลี่ยนการย่อยได้ของโปรตีนข้าวผ่านการหุงกับน้ำมันมะพร้าวและกะทิ: จำเพาะต่อสายพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่	56
○ 6-6	ดัชนีใยอาหาร, สัดส่วนอะไมโลส/อะไมโลเพกติน และโปรตีน เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดรสสัมผัสและดัชนีน้ำตาลของข้าวกล้อง	60
○ 6-7	ศักยภาพของใยอาหารในต้นข้าวสู่อาหารทางเลือก	61
○ 6-8	สุขภาพหนึ่งเดียว:เป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาพันธุ์ข้าว อาหาร และผลิตภัณฑ์	62

กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว

○ 7-1	นวัตกรรมเทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อการจัดการและผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากผลพลอยได้ของข้าว	64
○ 7-2	“สร้างเศรษฐกิจสุขภาพด้วยข้าวไทย: โมเดลการแปรรูปเพิ่มมูลค่าจากงานวิจัยสู่สังคม”	65
○ 7-3	การเพิ่มมูลค่าข้าวไทยด้วยเทคโนโลยีการสกัดและไมโครเอนแคปซูเลชัน	66
○ 7-4	การประยุกต์ใช้ข้าวโคจิเพื่อการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัตว์	67
○ 7-5	การศึกษาเทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบดด้วยอากาศร้อนต่อการผลิตและคุณภาพของข้าวหอมมะลิ	68
○ 7-6	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบจากข้าวแบ่งกลิ้งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง	74
○ 7-7	ผลของสาหร่ายผมนาง (<i>Gracilaria fisheri</i>) ต่อคุณค่าทางโภชนาการ และคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง	80

กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา		
○ 8-1	แนวทางการสำเร็จงานวิจัยข้าวระดับชุมชน สู่การสร้างเศรษฐกิจฐานรากและความยั่งยืน	82
○ 8-2	นวัตกรรมผงขี้เถ้าเพื่อสุขภาพจากข้าวพันธุ์สังข์หยด: บูรณาการภูมิปัญญาการใช้สมุนไพร เพื่อส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ	83
○ 8-3	การเพิ่มมูลค่าข้าวและรำข้าวสังข์หยดสู่ผลิตภัณฑ์สุขภาพมูลค่าสูง: ทางเลือกของเกษตรกรท้องถิ่นสู่ความยั่งยืนทางรายได้	84
○ 8-4	อิทธิพลของคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวนาริมเล (พัทลุง) ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ 'ปลาลูกเบร'	85
○ 8-5	การปรับเปลี่ยนวิถีการผลิตข้าวสู่ความยั่งยืน และข้าวคาร์บอนต่ำของชาวนาภาคใต้	86
○ 8-6	การวิจัยและพัฒนาชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียวด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG สู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)	87
○ 8-7	การเดินทางของข้าวเหนียวหอมนาคาบนเส้นทางความร่วมมือ 4P ภายใต้โครงการ BCG NAGA-Belt Road	88
กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม		
○ 9-1	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อข้าวไทย: ความท้าทายและโอกาส	90
○ 9-2	ขับเคลื่อนระบบข้าวไทยสู่ความยั่งยืน: จากหลักฐานเชิงวิจัยสู่การขับเคลื่อนการยอมรับเทคโนโลยีและความร่วมมือทั้งห่วงโซ่มูลค่า	91
○ 9-3	Investment Opportunities for Greenhouse Gas (GHG) Mitigation for the Rice Sector in Thailand	92
○ 9-4	Reframing Thailand's Rice Competitiveness Challenge: From an Innovation System Perspective to Mission-Oriented Innovation Policy	93
○ 9-5	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานของการผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย และทิศทางการสู่ระบบข้าวคาร์บอนต่ำ	94
○ 9-6	การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกสินค้าพืชเศรษฐกิจ (ข้าวนาปี)	95
○ 9-7	การออกแบบการเปลี่ยนผ่านระบบการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำหลากสู่ความยืดหยุ่นทางสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	96

กลุ่ม การอารักขาข้าว แบบบูรณาการ		
○ 10-1	การบูรณาการข้อมูลการระบาดของเชื้อราสาเหตุโรคราไหม้ข้าวในประเทศไทย และการจัดการโรคข้าวที่เกิดจากเชื้อรา	102
○ 10-2	ความหลากหลายของเชื้อราสาเหตุโรคราไหม้ข้าวในประเทศไทย และโอกาสในการปรับตัวของเชื้อรา	103
○ 10-3	พลวัตโรคใบจุดสีน้ำตาลและผลต่อระบบการผลิตข้าวไทย: ความท้าทายและโอกาสในการปรับตัว	104
○ 10-4	ศักยภาพของราทำลายแมลงต่อการเจริญเติบโตและการควบคุมศัตรูพืชในข้าว	105
○ 10-5	พลวัตของการจัดการศัตรูพืชในประเทศไทย: มุมมองจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราสาเหตุโรคแมลง และแมลงศัตรูพืช	106
○ 10-6	ภัยเงียบในนาข้าว: ข้อมูลเมตาบาร์โคดดิ้งและพันธุศาสตร์ประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูข้าวในประเทศไทย	107
○ 10-7	การกระจายเชิงพื้นที่ของโรคราไหม้ข้าวในประเทศไทยเพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงเบื้องต้น	108
○ 10-8	การใช้สารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กเป็นสารกระตุ้นเชิงชีวภาพเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับข้าวเพื่อป้องกันการโจมตีของเชื้อราโรคราไหม้	109

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์		
P 1-1	NSTDA Crop Database: คลังข้อมูลพันธุ์พืชเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์	111
P 1-2	การทดสอบเวกเตอร์ 35S:RUBY และ UBO:RUBY เพื่อใช้ยีน RUBY เป็นเครื่องหมายในการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าว	112
P 1-3	ลักษณะสมบัติทางสัณฐาน-สรีรวิทยาและจีโนมของข้าวสายพันธุ์ทนน้ำท่วมฉับพลัน ที่มีฐานพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ กข31	118
P 1-4	การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์กรรมข้าวพื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR	119
P 1-5	ULR207: ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง แหล่งพันธุกรรมความต้านทาน แบบกว้างต่อโรคขอบใบแห้งของประเทศไทย	120
P 1-6	การวิเคราะห์การเชื่อมโยงคัพภะหลักในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมืองไทย	121
P 1-7	ฐานข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทย	122

P 1-8	การค้นห QTL และยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสีในเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจากการวิเคราะห์ GWAS	123
P 1-9	การตรวจสอบดัชนีความเครียดของข้าวจากความแล้งและความเค็มโดยกล้องถ่ายภาพความร้อนแบบ ประหยัด	124
P 1-10	การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณภาพการหุงต้ม และผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	125
P 1-11	การพัฒนาแนวทางการประเมินฟีนไทป์การทนแล้งของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พอ คคาลิด้วยลักษณะการเติบโต สรีรวิทยา และกายวิภาคศาสตร์บางประการ	126
P 1-12	ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพ (ธนาคารเมล็ด)	127
P 1-13	ความยั่งยืนของข้าวไทยในเกษตรบนอวกาศ การเปรียบเทียบลักษณะเชิงกายภาพทางอาหารและการ เจริญเติบโตของข้าวหอมมะลิที่เก็บรักษาที่บนโลกและวงโคจรต่ำบนดาวเทียมสื่อเจี้ยน 19	128
P 1-14	การค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตอบสนองและเจาะทะลุดินแน่นของรากข้าว (<i>Oryza sativa</i> L.) โดยใช้เทคนิค QTL-seq	129
P 1-15	การวิเคราะห์ลักษณะควบคุมด้วยยีนหลายคู่ของความต้านทานโรคใบขีดโปร่งแสงในข้าวด้วยวิธีคิวที แอล-ซีค	130
P 1-16	การระบุตำแหน่งยีนที่เชื่อมโยงกับการสร้าง Mega-Papillae ในข้าว (<i>Oryza sativa</i> L.) โดยอาศัยการ วิเคราะห์ Genome-Wide Association Study	131
P 1-17	การวิเคราะห์พันธุกรรมทั้งจีโนมของข้าวท้องถิ่นไทยเพื่อระบุยีนที่เกี่ยวข้องกับความทนเค็มระยะกล้า และสมรรถนะผลผลิตหลังพื้นตัว	132

กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว

P 2-1	การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมไม่ไวต่อช่วงแสงคุณภาพดีในเขตภาคเหนือตอนบน	134
P 2-2	การค้นหายีนควบคุมลักษณะความหนาแน่นปากใบในข้าวโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ QTL-seq	135
P 2-3	การปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ทนเค็มและทนแล้งโดยการผสมกลับ	136
P 2-4	การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดสั้นและเมล็ดยาวที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 x พันธุ์โค ชิอิคาริ โดยใช้วิธีคัดเลือกแบบจุดประวัติน	137
P 2-5	การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงด้วยวิธีผสมกลับ	138
P 2-6	การถ่ายทอดและการคัดเลือกลักษณะทนต่อสภาวะความร้อน (<i>qHT4</i>) ในประชากรข้าวลูกผสมคู่ชั่วที่ 1(F1-Double Cross)	139
P 2-7	การปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม	140

P 2-8	การประเมินศักยภาพและเสถียรภาพผลผลิตของข้าวเหนียวหอมสายพันธุ์ใหม่ สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนภาคเหนือของไทย	141
P 2-9	การประเมินปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมโดยการทดสอบหาค่า LD50 ของข้าวพันธุ์ KU80 นิลกาฬ	142
P 2-10	PSL16617-107-1-7-1: ข้าวอมิโลสปานกลาง ผลผลิตสูง	143
P 2-11	การพัฒนาข้าว 'หอมชลสิทธิ์ 2' ข้าวหอมพันธุ์ใหม่รับมือวิกฤตน้ำท่วม เพื่อยกระดับเสถียรภาพและโรคข้าวสำคัญ เพื่อความยั่งยืนของชาวนาไทย	144
P 2-12	หอมสยาม 3 : ข้าวหอมพันธุ์ใหม่รับมือวิกฤตดินเค็ม ต้านโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล	145
P 2-13	การใช้ข้าววัชพืชเป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อเพิ่มความหลากหลายของอายุวันออกดอก สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว	146
P 2-14	การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดยาวพิเศษคล้ายบาสมาดิเพื่อคุณภาพเมล็ดโดยใช้วิธีการคัดเลือกด้วยวิธีเมล็ดเดี่ยวต่อต้านและวิธีจิตประวัติNKI14161-89-3-5-1-4-1-1: ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงต้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบั่ว สำหรับนาชลประทาน	147
P 2-15	NKI14161-89-3-5-1-4-1-1: ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงต้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบั่ว สำหรับนาชลประทาน	148
P 2-16	RGDU07343-9-13-22-B-B-CPA-B-NKI-1: ข้าวเจ้าพันธุ์นุ่ม อายุเบา ทนแล้ง ต้านทานต่อโรคไหม้และขอบใบแห้ง สำหรับพื้นที่นาฝน	149
P 2-17	RGD12003-MAS-4-MAS-1-MAS-13-4-UDN-1-4: ข้าวเหนียวหอมไวต่อช่วงแสงต้านทานต่อโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งสำหรับนาฝน	150
P 2-18	NKI17106-5-9-2-2-3-3-3: ข้าวขาวพื้นแข็ง ต้านทานต่อโรคไหม้สำหรับนาชลประทาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	151
P 2-19	NKI14065-14-1-2-1-5-1-3-2: ข้าวเหนียวต้านทานต่อโรคไหม้สายพันธุ์ใหม่สำหรับนาชลประทาน	152
P 2-20	การพัฒนาอาหารสำหรับชักนำเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวพันธุ์ กข79, กข85 และ กข111	153
P 2-21	ประสิทธิภาพในการต้านทานโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ใหม่ที่ได้ จากการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ	154
P 2-22	NKI14004-49-2-1-1-2-1-2-1: ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสงอายุเบาด้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบั่ว	160

กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร		
P 3-1	ประสิทธิภาพของการทำไพร้มิ่งด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรทเพื่อเพิ่มความทนเค็มของเมล็ดข้าว	162
P 3-2	ผลของฟองอากาศนาโนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	163
P 3-3	การประเมินศักยภาพคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนด้วย การทำนาแบบเปียกสลับแห้งในเขตอิรวดี ประเทศเมียนมา	164
P 3-4	การประเมินการจัดการน้ำที่เหมาะสมในการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง เพื่อสร้างคาร์บอนเครดิตในประเทศเมียนมา	170
P 3-5	การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองขอนแก่นสายพันธุ์นางนวลและอีเหล็กล้อยในสภาพแปลง	175
P 3-6	การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาและการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองขอนแก่นสายพันธุ์กำไบเขียวและขาวก้อนในสภาพแปลง	176
P 3-7	การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการพัฒนาการตลาดข้าวจากปอนิกาในจังหวัดเชียงราย	177
กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว		
P 4-1	Optimizing 2-Acetyl-1-Pyrroline (2-AP): Shading and Alternate Wetting and Drying (AWD) Strategies for Aromatic Rice	179
P 4-2	นวัตกรรมการใช้ข้อมูลระยะไกลทางการเกษตร: บูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลระยะไกล เพื่อหาดัชนีจากดาวเทียมสามารถติดตามผลผลิตข้าวในจังหวัดลำปาง	180
P 4-3	การทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิต ของข้าวพันธุ์ กข41 กข111 และ KU80 นิลภาพ ที่ใช้ปุ๋ยเคมีผสมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม	181
P 4-4	การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้าน Climate-Smart Rice เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มเกษตรกรอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	182
P 4-5	การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพสูงเพื่อยกระดับผลผลิตข้าวในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร	183
P 4-6	การใช้ภาพถ่ายมัลติสเปกตรัมร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ในการประเมินธาตุไนโตรเจนในแปลงข้าว	184
P 4-7	การตอบสนองของต้นกล้าข้าวที่ใช้โรบอพลาวินภายใต้สภาพดินเค็ม	185

กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนา สู่วจรชีวิต

P 6-1	การวิเคราะห์องค์ประกอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องในกลุ่มข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทย	187
-------	--	-----

กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว

P 7-1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมจากสารสกัดรำข้าวเล็บนก	192
P 7-2	การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเกรียบว่าวเสริมสารสกัดรากย่านางผงโหมและสีธรรมชาติ	193
P 7-3	การศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีของข้าวหอมมะลิ 105 ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเพื่อประยุกต์ใช้ในการพิมพ์อาหารแบบ 3 มิติ	200
P 7-4	แผนธุรกิจคูกี้ข้าวสังข์หยดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชนภายใต้อัตลักษณ์จังหวัดพัทลุง	201
P 7-5	การพัฒนาอาหารสุนัขสูตร Plant Based จากพืชในท้องถิ่น ที่มีคุณภาพดี และต้นทุนต่ำ	205
P 7-6	การศึกษาวิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮาง ต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าด้านโภชนาการและสารออกฤทธิ์ของข้าวฮางที่ปลูกในพื้นที่ดินภูเขาไฟ	206
P 7-7	สารเซราไมด์มูลค่าสูงจากรำข้าว: การสกัดและศักยภาพเป็นสารออกฤทธิ์เชิงเวชสำอาง	212

กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา

P 8-1	เทคนิคการปลูกข้าวนาปี (พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105) แบบลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น	214
-------	---	-----

กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

P 9-1	ผลของวัสดุไคติน-ไบโอชาร์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ผลผลิตและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	216
P 9-2	โครงการพัฒนาความยั่งยืนให้แก่เครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 ในจังหวัดเชียงราย	217

กลุ่ม การอารักขาข้าว แบบบูรณาการ		
P 10-1	ศักยภาพของสารระเหยอินทรีย์จาก <i>Trichoderma asperelloides</i> TSU1 ในการกระตุ้นภูมิต้านทาน และควบคุมโรคกาบใบไหม้เน่าในข้าว	219
P 10-2	การเสริมซิลิโคนเพื่อกระตุ้นความต้านทานต่อเพลี้ยอ่อนในข้าวพันธุ์เหนียวดำช่อไม่ไผ่ 49: แนวทาง นวัตกรรมเพื่อการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน	220
P 10-3	บทบาทสำคัญของเชื้อราโรคแมลง <i>Cordyceps javanica</i> PSUC002 ต่อการส่งเสริม การเจริญเติบโต ของข้าวสังข์หยด	221
P 10-4	การประเมินสายพันธุ์ <i>Metarhizium</i> สำหรับการควบคุมเพลี้ยกระโดดในนาข้าว	222
P 10-5	ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาและความรุนแรงของเชื้อรา <i>Bipolaris oryzae</i> และ <i>Exserohilum rostratum</i> ในการก่อโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว	223
P 10-6	การตรวจหา <i>Bacillus velezensis</i> ไอโซเลท Ch6 ที่ผลิตแมโครแลกตินและบาซิลโลซิน และคุณสมบัติ การเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว	224
รายนามคณะกรรมการจัดประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 6		
คณะกรรมการอำนวยการ		226
คณะกรรมการฝ่ายดำเนินงาน		226
คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ		228

ภาคบรรยาย

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรม
และการใช้ประโยชน์

การบำรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของประเทศไทย

Local Rice Improvement of Thailand

รณชัย ช่างศรี^{1*}

¹ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญที่สุดของประเทศไทยมาช้านาน ด้วยสังคมไทยเป็นสังคมปลูกข้าวตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ที่บ่งชี้ว่ามีการเพาะปลูกข้าวในหมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ก่อนภูมิภาคอื่นของโลก การเป็นสังคมปลูกข้าวของประเทศไทย ตามประวัติศาสตร์ที่ปรากฏทางภาคเหนือของประเทศไทย พบตั้งแต่สมัยอาณาจักรล้านนาไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 1824 ในรัชสมัยของพระเจ้าเม็งราย อาณาจักรล้านนาไทย ต่อมาถึงสมัยอยุธยา ที่สามารถผลิตข้าวส่งออกนอกประเทศได้จำนวนมาก ได้รับการกล่าวขานว่าอยุธยาเป็นอู่ข้าวของประเทศไทย และเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวมากขึ้นในสมัยรัตนโกสินทร์ ประวัติการบำรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของประเทศไทยได้เริ่มในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 ด้วยทรงพิจารณาเห็นว่าพันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการทำนา และข้าวของประเทศสยามที่ส่งออกไปขายในตลาดประเทศยุโรปและอเมริกาได้ราคาตกต่ำกว่าข้าวของบางประเทศ ทั้งนี้เป็นเหตุด้วยการขาดความรู้ที่ดีในการทำนา และขาดความรู้ในการเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีมาเพาะปลูก โดยได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้กระทรวงเกษตรธิการ จัดมีการประกวดพันธุ์ข้าวครั้งแรกที่เมืองธัญบุรี ในปี พ.ศ. 2450 ครั้งที่ 2 ที่วัดสุทัศน์เทพวราราม ในพระมหาราช ในปี พ.ศ. 2451 และการแสดงกลีกรรมและพานิชการ ที่สระประทุมวัน พระมหาราช ในปี พ.ศ. 2453 พร้อมกับทรงริเริ่มให้จัดตั้งนาทดลองคลองรังสิตที่เมืองธัญบุรี ในปลายปี พ.ศ. 2459 มีพระยาโกษากร ได้เริ่มทำการคัดเลือกพันธุ์ข้าวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2460 จากพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในท้องทุ่งรังสิต และพันธุ์ข้าวที่รวบรวมโดยการขอไปยังข้าหลวงประจำจังหวัดต่างๆ มาทำการปลูกเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ดีของทุ่งรังสิตจำนวนพันธุ์ข้าวที่รวบรวมได้ในสมัยนั้นประมาณได้ถึง 4,000 กว่าตัวอย่าง ทั้งนี้ยังได้นำพันธุ์ข้าวที่ชนะการประกวดเข้าทำการทดลองด้วย ผลงานการบำรุงพันธุ์ข้าวพื้นเมืองปรากฏเด่นชัดในปี พ.ศ. 2476 เมื่อพันธุ์ข้าว “ปั้นแก้ว” ได้รับรางวัลที่หนึ่งในการประกวดพันธุ์ข้าวทั่วโลกที่เมืองเรจินา ประเทศแคนาดา โดยนอกจากพันธุ์ข้าวปั้นแก้วแล้ว ข้าวไทยอีกหลายพันธุ์ ยังได้รับรางวัลที่ 2 ที่ 3 และรางวัลอื่นๆ อีก 8 รางวัล เกิดเป็นพันธุ์ข้าวชุดแรก จำนวน 8 พันธุ์ที่กรมเกษตรและประมงแนะนำให้ชาวนาใช้ทำพันธุ์ นับเป็นรากฐานงานบำรุงพันธุ์ข้าวไทย และเป็นการปฏิรูปและพัฒนาแนวทางการผลิตข้าว หลังจากนั้นในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร รัชกาลที่ 9 ได้ทรงปฏิบัติพระราชกรณียกิจเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาข้าว เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาอาชีพการทำนาปลูกข้าว หลังจากนั้นพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชได้ทรงสืบสาน รักษา และต่อยอดงานด้านการพัฒนาข้าวในปัจจุบัน เป็นแนวทางให้ข้าราชการได้น้อมนำมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน จนมีผลงานเป็นที่ประจักษ์และยอมรับทั่วโลก ทำให้ประเทศไทยยังคงสามารถรักษาพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไว้ได้มากถึง 24,550 ตัวอย่าง เป็นต้นทางให้เกิดข้าวพันธุ์รับรองจำนวนมากในปัจจุบัน และเป็นที่ประจักษ์ในชื่อเสียงของคุณภาพข้าวไทยที่ทั่วโลกยอมรับเสมอมา

คำสำคัญ: การบำรุงพันธุ์ข้าว, ข้าวพื้นเมือง, ประวัติข้าวไทย

จีโนมข้าวไทยกับความหลากหลายเพื่อการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์พันธุกรรม

Thai Rice Genome and Genetic Diversity for Utilization and Conservation

สามารถ วันชนะ^{1,*}, วศิน ผลชีวิน², บุรินทร์ ธีรน้อย², วันชนะ เอี่ยมนี้³, วินิตาญ รื่นใจชน², มีชัย เชียงหลิว², ปราโมทย์ ไตรบุญ¹, อุษาวดี ชัยพรม¹, สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง¹, ศิวเรศ อารีกิจ³, ธัญพร ตูจันดา³

¹ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ต. คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

²กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการจัดการแบบบูรณาการ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

³ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีถอดรหัสจีโนมและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ได้ยกระดับความสามารถในการทำ ความเข้าใจและใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทยอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ศูนย์ พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สวทช. ร่วมกับศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ถอดรหัส จีโนมพันธุ์ข้าวไทยกว่า 700 พันธุ์ด้วยเทคโนโลยี Whole-genome Sequencing (WGS) และวิเคราะห์ความหลากหลายเชิง จีโนมอย่างละเอียด ผลการศึกษาเผยให้เห็นโครงสร้างประชากร ระดับความแตกต่างทางพันธุกรรม และรูปแบบความแปรผันใน ยีนสำคัญมากกว่า 100 ยีนที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต คุณภาพเมล็ด ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และการต้านทานโรค-แมลง นอกจากนี้ การวิเคราะห์ Genome-Wide Association Study (GWAS) ในข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ปรับปรุงกว่า 250 สาย พันธุ์ช่วยระบุตำแหน่ง QTL และยีนใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความแปรผันของลักษณะทางการเกษตร ข้อมูลเชิงจีโนม พิโนไทป์ และ ลักษณะประจำพันธุ์ทั้งหมดถูกบูรณาการเข้าสู่ NSTDA Crop Database ซึ่งรองรับการวิเคราะห์ระดับสูง เช่น genotype-phenotype mapping และ haplotype analysis เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงวิทยาศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์แบบแม่นยำ นอกจากนี้ การเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าวกับโครงสร้างพื้นฐานการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ระยะยาว ของธนาคารทรัพยากรชีวภาพ แห่งชาติ (NBT) ทำให้สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของพันธุ์ที่ควรอนุรักษ์ได้อย่างเป็นระบบและมีหลักฐานรองรับ การบูรณาการเทคโนโลยีจีโนมิกส์เข้ากับระบบข้อมูลขนาดใหญ่จึงมีศักยภาพสูงในการขับเคลื่อนการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ พันธุกรรมข้าวไทยให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ข้าว, ถอดรหัสจีโนม, ความหลากหลายทางพันธุกรรม, การอนุรักษ์, GWAS, whole-genome sequencing

คลังจีโนมข้าวไทยสู่การใช้ประโยชน์: กรณีศึกษาจากข้อมูลรหัสพันธุกรรมข้าว 1,000 พันธุ์

Thai Rice Genome Repository for Genetic Resource Utilization:

A Case Study from the 1,000 Rice Genomes Dataset

พัฒนชาติ เวชสาร^{1*}, จิรพงศ์ ไกรจันทร์¹, อุษาวดี ชัยพรหม², ชัยณรงค์ อมรบุญพรเวช³, ศิษณุยศ ทองสีมา⁴, สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง², สิทธิรักษ์ รอย
ตระกูล⁴, วราพงษ์ ชมาฤกษ์¹, ชลวิทย์ แก้วนางโอ¹, รัฐธิภา ธนารักษ์¹, ปิยรัตน์ พลยะเรศ¹, พีรพล ม่วงงาม¹, สมทรง โชติชื่น¹

¹ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

² ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี

³ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ.
ปทุมธานี

⁴ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ต.คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี

บทคัดย่อ

คลังข้อมูลจีโนมข้าวไทย ถือเป็นทรัพยากรสำคัญ ในการยกระดับการจัดการเชื้อพันธุกรรมและสนับสนุนการใช้ประโยชน์เชิงข้อมูลเพื่อเสริมประสิทธิภาพในงานอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์อย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมข้าวไทย โดยมีเป้าหมายหลักในการบูรณาการเทคโนโลยีด้านจีโนมิกส์และชีวสารสนเทศศาสตร์ มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมระดับจีโนม และการประเมินศักยภาพทางพันธุกรรมเพื่อประโยชน์สูงสุดในการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าว ในประชากรข้าวพื้นเมืองที่เก็บรักษาไว้ ณ ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศชช.) รวมถึงข้าวพันธุ์รับรอง/แนะนำ ตลอดจนสายพันธุ์ดีเด่นที่อยู่ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ จำนวนกว่า 1,000 พันธุ์/สายพันธุ์ ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกกลุ่มประชากรเชื้อพันธุกรรมข้าวไทย การค้นหาตำแหน่งยีนที่สัมพันธ์กับลักษณะสำคัญทางการเกษตรและเศรษฐกิจในข้าว การพัฒนาชุดเครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับการตรวจติดตามยีนในงานปรับปรุงพันธุ์ข้าว การพัฒนาวิธีมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ข้าวและการปลอมปนของข้าวในกลุ่มสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกที่สำคัญ อาทิ ข้าวหอมมะลิไทย ข้าวหอมไทย และข้าวพื้นนุ่ม ตลอดจนพัฒนาระบบฐานข้อมูล เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักวิจัยอื่น ๆ รวมทั้งนักปรับปรุงพันธุ์ ได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการต่อยอดงานวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมในอนาคต

คำสำคัญ: ข้าว, จีโนม, ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคเหนือของไทย: จากความหลากหลายทางพันธุกรรม สูการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

Journey of Northern Thai Rice Landraces: From Genetic Diversity to Sustainable Utilization

ตอนภา ผุสดี¹, ศันสนีย์ จำจด¹, ชนาภานต์ เทโบลด์ พรหมอุทัย¹, เพ็ญภา จักรสมศักดิ์¹ และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม¹

¹ สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

พันธุ์ข้าวพื้นเมือง หรือ พันธุ์ท้องถิ่น ถือเป็นทรัพยากรพันธุกรรมที่มีคุณค่าทางชีวภาพและวัฒนธรรมสูง เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรปลูกและคัดเลือกต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน ทำให้พันธุ์ข้าวเหล่านี้ฝังตัวอยู่ในระบบนิเวศเกษตรและวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นอย่างแนบแน่น ข้าวพื้นเมืองจึงมิได้เป็นเพียงพืชอาหาร แต่เป็นองค์ประกอบที่สะท้อนทั้งภูมิปัญญา ความเชื่อ และความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของข้าวพื้นเมืองเป็นความหลากหลายที่มีโครงสร้าง มิใช่ความแปรผันที่เกิดขึ้นแบบไร้รูปแบบ ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์สามารถจำแนกได้จากหลายระดับ ตั้งแต่ชื่อพันธุ์ การใช้ประโยชน์ ลักษณะสัณฐาน ไปจนถึงความหลากหลายระดับดีเอ็นเอ การรวบรวมรายชื่อพันธุ์ในแต่ละพื้นที่จึงช่วยให้เห็นภาพรวมเบื้องต้นของความหลากหลาย ขณะที่การกระจายตัวของพันธุ์ในชุมชนสามารถสะท้อนโครงสร้างพื้นฐานของความหลากหลายทางพันธุกรรมในระบบเกษตรของพื้นที่นั้นได้ งานศึกษาที่ใช้ข้อมูลระดับโมเลกุล เช่น ไมโครแซทเทลไลต์ หรือข้อมูลจากยีนที่ควบคุมลักษณะเฉพาะ พบว่าสามารถตรวจจับความแตกต่างทางพันธุกรรมได้แม้ในพันธุ์ที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกัน การกระจายของความหลากหลายดังกล่าวสัมพันธ์กับทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล ภูมิประเทศ หรือความชื้น) และปัจจัยด้านการจัดการ (เช่น รูปแบบการปลูก การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ หรือการแลกเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างครัวเรือน) สำหรับพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ยังมีเกษตรกรจำนวนมากช่วยกันปลูกและเก็บรักษา ความหลากหลายภายในประชากรจะได้รับการรักษาและพัฒนาต่อเนื่องผ่านกระบวนการคัดเลือกและการผสมข้ามตามธรรมชาติ แต่สำหรับพันธุ์ที่พึ่งพาเกษตรกรเพียงไม่กี่รายในการอนุรักษ์ ย่อมมีความเสี่ยงสูงที่จะสูญหายหากเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ ความหลากหลายอาจพบได้ทั้งภายในแหล่งเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรรายเดียว หรือระหว่างประชากรของพันธุ์เดียวกันในหลายชุมชน ซึ่งเป็นผลมาจากประวัติการปลูก การแลกเปลี่ยน และเกณฑ์การคัดเลือกที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ แม้จะเป็นพันธุ์ดั้งเดิม แต่ข้าวพื้นเมืองยังคงมีบทบาทสำคัญในระบบการผลิตข้าวของชุมชน เพราะมีความสามารถในการปรับตัวสูง และหลายพันธุ์มีลักษณะคุณภาพเมล็ดเฉพาะตัวที่สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจได้อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นความหอม สีเมล็ด สารพฤกษเคมี หรือคุณค่าทางโภชนาการ ในด้านการอนุรักษ์ พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ยังคงถูกปลูกในถิ่นกำเนิดทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรม ในสภาพแวดล้อมจริง (*in situ* conservation) ซึ่งเป็นรูปแบบการอนุรักษ์ที่ทรงพลังที่สุด เพราะทำให้พันธุ์ข้าวยังคงวิวัฒนาการและตอบสนองต่อแรงคัดเลือกของทั้งธรรมชาติและมนุษย์อย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ข้าว, พันธุ์พื้นเมือง, ความหลากหลายทางพันธุกรรม, การใช้ประโยชน์, การอนุรักษ์

ความเกี่ยวข้องของยีน OsOSCA2.5 ต่อการทนความเค็ม

Involvement of OsOSCA2.5 in Salt Tolerance

ภูริพชร มหาวรรณ^{1,2,*}, วลัยรัตน์ ลิ้มอักษร³, Susinya Habila¹, จุฑารัตน์ ปัญจพันธ์¹, อีรพงษ์ บัวบูชา^{4,6}, Luca Comai⁵, Li-Jia Qu⁷ และ ศุภจิตรา ชัชวาลย์^{1,6}

¹ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

² หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

³ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ประทุมธานี 12120 ประเทศไทย

⁴ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

⁵ Department of Plant Biology, UC Davis Genome Center, UC Davis, Davis, CA 95616, USA.

⁶ ศูนย์วิทยาศาสตร์โอมิคส์และชีวสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

⁷ State Key Laboratory for Gene Function and Modulation Research, Peking-Tsinghua Center for Life Sciences, New Cornerstone Science Laboratory, College of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871, People's Republic of China

* Email: puriphot.1996@gmail.com

บทคัดย่อ

ความเครียดจากเกลือเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่จำกัดการเจริญเติบโตและลดผลผลิตของข้าวในประเทศไทย เป็นเหตุผลการศึกษายีนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเค็มยังคงมีความสำคัญต่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาวะดังกล่าว จากการวิเคราะห์ ทรานสคริปโทมิกส์เปรียบเทียบระหว่างข้าวสายพันธุ์ CSSL16 ซึ่งทนเค็ม กับพันธุ์ 'KDML105' ที่ไม่ทนเค็ม พบว่ายีน OsOSCA2.5 มีความสัมพันธ์กับความเครียดจากเกลือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวสารสนเทศและต้นไม้วิวัฒนาการแสดงให้เห็นว่าโปรตีน OsOSCA2.5 เป็นออร์โธล็อกกับโปรตีน AtOSCA2.5 ใน *Arabidopsis thaliana* ซึ่งเป็นโปรตีนในกลุ่ม OSCA (Osmosensitive Calcium-permeable Channel Activity) ที่มีโดเมน DUF221 เป็นเอกลักษณ์ของโปรตีนที่จับกับ Ca^{2+} ที่ไวต่อแรงกล อีกทั้งการเปรียบเทียบลำดับยีน OsOSCA2.5 ของข้าว CSSL16 และ 'KDML105' พบความแตกต่างของ SNPs ที่ส่งผลต่อโครงสร้างโปรตีน โดยที่โปรตีนจากข้าวทั้งสองยังคงทำงานอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เหมือนกัน นอกจากนี้ การทดสอบหน้าที่ของยีน OsCA2.5 ผ่านระบบ *A. thaliana* กลายพันธุ์ (*Atosca2.5*; *mut-1*, *mut-2* และ *mut-3*) พบว่าสายพันธุ์กลายพันธุ์ทั้งสามทนต่อความเค็ม ความแล้ง และฮอร์โมน ABA ลดลง โดย *mut-1* มีอัตราการงอกต่ำที่สุดภายใต้ทุกภาวะเครียด นอกจากนี้ ยังยืนยันโดยการทดสอบในระบบยีสต์และพืช *A. thaliana* ที่มีการแสดงออกเกิน (overexpression) ของยีน OsOSCA2.5 จากข้าว CSSL16 และ 'KDML105' พบว่ายีสต์และพืช *A. thaliana* ที่ได้รับยีน OsOSCA2.5 จากข้าว CSSL16 สามารถทนต่อสภาวะเครียดได้ดีกว่า ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่ายีน OsOSCA2.5 มีบทบาทในการตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยเฉพาะความเครียดจากเกลือโดยจะทำงานอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ อีกทั้งความแปรผันทางพันธุกรรมของยีนนี้ในรูปแบบข้าว CSSL16 ยังมีส่วนช่วยทนความเค็มมากกว่ารูปแบบข้าว 'KDML105' ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของยีน OsOSCA2.5 ในการเป็นยีนเป้าหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: OsOSCA2.5, 'KDML105', CSSL16, ความเครียดจากเกลือ, ยีสต์

การตอบสนองด้านสรีรวิทยาและการเติบโตของข้าวไทยต่อความเค็มสูงในระยะต้นกล้าและออกดอก

Physiological and Growth Responses of Thai Rice Genotypes to High Salinity Stress at Seedling and Flowering Stages

สุปราณี แสงธนู^{1,2}, อรชา เขียนโพธิ์², เดชอุดม ปามุทา³, จิรวัฒน์ สนิทชน⁴, ปิยะดา อีระกุลพิศุทธิ์^{1,2*}

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

² กลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

³ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จ. อุบลราชธานี 34000

⁴ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. อุบลราชธานี 34000

บทคัดย่อ

ความเค็มในดินส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโต การสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความทนเค็มของข้าวจำนวน 24 พันธุ์ในระยะต้นกล้า ประกอบด้วยพันธุ์พื้นเมือง 17 พันธุ์ พันธุ์การค้า 2 พันธุ์ (ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1) และพันธุ์ปรับปรุง 3 พันธุ์ (กข 73, กข 61 และ TSKC1-144) โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานทนเค็ม (พอคคาลิ) และพันธุ์อ่อนแอ (IR29) จากนั้นคัดเลือกข้าวจำนวน 10 พันธุ์ ประกอบด้วยข้าวพื้นเมือง (โกเมนสุรินทร์ หอมแดงน้อย หอมมวล ข้าวแก้ว เหลืองพวงทอง และ LLR395) พันธุ์การค้า (ข้าวดอกมะลิ 105) พันธุ์ปรับปรุง (กข 73 และสายพันธุ์ TSKC1-144) และพอคคาลิ เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของใบธง การเจริญเติบโต และผลผลิตในสภาพโรงเรือน เมื่อได้รับสภาวะเครียดเค็มสูง (12–15 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) ตั้งแต่ระยะตั้งท้องจนถึงเก็บเกี่ยว พบว่าข้าวเกือบทุกพันธุ์สามารถคงระดับคลอโรฟิลล์ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ สภาพของเยื่อหุ้มเซลล์และการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันได้ดีภายใต้สภาวะเค็มสูง อย่างไรก็ตาม พบว่าการสังเคราะห์ด้วยแสง การเจริญเติบโต และผลผลิตมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้ ข้าวทุกพันธุ์มีการปรับค่าออสโมติกภายในเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เพื่อช่วยคงสมดุลของน้ำภายใต้สภาวะเครียดเค็ม พันธุ์ กข 73 และสายพันธุ์ TSKC1-144 ซึ่งได้รับการปรับปรุงพันธุ์กรรมจากพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 โดยการถ่ายยีนหรือ QTL ที่เกี่ยวข้องกับการทนเค็มจากพันธุ์พอคคาลิ แสดงผลผลิตลดลงน้อยที่สุด (ร้อยละ 60 และ 53 ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์พอคคาลิ (ร้อยละ 60) ขณะที่ข้าวพันธุ์พื้นเมือง พบว่าพันธุ์โกเมนสุรินทร์มีน้ำหนักรวม น้ำหนักใบเขียวลดลงน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 58, 28 และ 1 ตามลำดับ ตรงข้ามกับพันธุ์ข้าวแก้ว และเหลืองพวงทองที่มีค่าลดลงสูงสุด โดยสรุป พบว่าพันธุ์พอคคาลิและ กข 73 แสดงความทนเค็มได้ดีทั้งในระยะต้นกล้าและระยะออกดอก ขณะที่พันธุ์ข้าวแก้วและเหลืองพวงทองแม้จะมีความทนเค็มในระยะกล้า แต่กลับมีความทนเค็มลดลงในระยะออกดอก ส่งผลให้ผลผลิตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาทนเค็มที่ลดลง ในทางกลับกัน สายพันธุ์ TSKC1-144 มีความทนเค็มได้น้อยในระยะกล้า กลับมีความทนเค็มเพิ่มขึ้นในระยะออกดอก ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของการตอบสนองต่อความเค็มในแต่ละระยะการเติบโตของข้าวแต่ละพันธุ์ จึงควรเลือกใช้วิธีการปลูกและการจัดการที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงสุด ทั้งนี้ การวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นการศึกษากลไกการทนเค็มในระดับโมเลกุลของพันธุ์ท้องถิ่นที่มีศักยภาพ และประเมินความเป็นไปได้ในการใช้พันธุ์เหล่านี้เป็นแหล่งยีนทนเค็มสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต, กลไกการทนเค็ม, ข้าวไทยพันธุ์พื้นเมือง, ผลผลิต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้งจีโนม (Genome-Wide Association Study: GWAS) เพื่อระบุยีนที่มี บทบาทในการควบคุมโปรตีนสะสมในเมล็ดข้าว (*Oryza sativa* L.)

Genome-Wide Association Study (GWAS) Reveals Genes Controlling Seed Storage Protein (SSP) In Rice Grain (*Oryza sativa* L.)

ปิยะมงคล มังคะแสน^{1,4}, ปริญญ์ วัชรวิฑูรกุล⁴, ฐันยกรณ์ รองสวัสดิ์⁴, สามารถ วันชนะ², Adam Hélène⁵, Jonaliza L. Siangliw²,
ศิวเรศ อารีกิจ^{3,4}, *

1. ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม, 73140.
2. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, อุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี, 12120.
3. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม, 73140.
4. ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม, 73140.
5. UMR DIADE, IRD (Institut de Recherche pour le Développement), avenue Agropolis, Montpellier, France, BP64501.

บทคัดย่อ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นแหล่งพลังงานและสารอาหารที่สำคัญต่อโภชนาการของมนุษย์ เช่น คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน โดยโปรตีนสะสมในเมล็ด (Seed Storage Proteins: SSPs) มีบทบาทสำคัญในการกำหนดคุณค่าทางโภชนาการและกลุ่มเป้าหมายสำหรับการบริโภคและแปรรูปให้ตรงตามความต้องการ อาทิเช่น กลุ่มผู้ป่วยโรคไตไม่สามารถบริโภคอาหารที่มีโปรตีนสูงได้ ในทางกลับกันอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ต้องการข้าวโปรตีนสูง แม้ว่า SSPs จะมีความสำคัญ แต่พื้นฐานกลไกทางพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุยีนและพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับ SSPs ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจีโนมไทป์และฟีโนไทป์แบบครอบคลุมทั้งจีโนม (Genome-Wide Association Study: GWAS) โดยใช้แบบจำลองทางสถิติ GLM จากข้อมูลปริมาณโปรตีนที่ถูกรวบรวมด้วยวิธีการของ Bradford ในข้าวกลุ่ม indica จากฐานพันธุกรรมข้าวไทย จำนวน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ปี 2018 และ 2019 จำนวน 189 และ 210 สายพันธุ์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบตำแหน่งเชิงปริมาณ (QTLs) ที่สัมพันธ์กับ SSPs จำนวน 7 บริเวณ บนโครโมโซม 2, 6, 7, 8, 9, 11 และ 12 เป็นที่น่าสนใจว่า QTL บนโครโมโซม 7 ถูกระบุซ้ำในทั้งสองฤดูกาล จึงทำการวิเคราะห์ Linkage Disequilibrium (LD) ภายในบริเวณขนาด 400 kb พบยีนทั้งหมด 27 ยีน โดย 8 ยีนมี SNPs ที่มีศักยภาพในการแบ่งกลุ่มข้าวโปรตีนสูงและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการวิเคราะห์การแสดงออกของยีนจากฐานข้อมูล RiceXpro และฐานข้อมูลแสดงเครือข่ายการแสดงออกของยีน (Co-expression network analysis; RiceFRIEND database) พบว่ามีเพียง 4 ยีนที่มีการแสดงออกสูงอย่างเฉพาะเจาะจงในเอ็นโดสเปิร์มของข้าว ร่วมกับยีนควบคุมโปรตีนสะสม เช่น *GLUD1* (Glutelin type-D 1) และยีนกลุ่ม prolamin ได้แก่ *Os07g0213600*, *Os07g0213800*, *Os07g0214100* และ *Os07g0214300* ดังนั้นยีนเหล่านี้จึงมีศักยภาพสูงที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการสังเคราะห์และสะสมของ SSPs ผลการศึกษานี้จะช่วยเปิดเผยความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับกลไกทางพันธุกรรมที่ควบคุมการสังเคราะห์และการสะสมโปรตีนในเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต

คำสำคัญ: โปรตีนสะสมในเมล็ดข้าว (SSPs), การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้งจีโนม (GWAS), และยีนเฉพาะในเอ็นโดสเปิร์ม (*OsEns*)

ผาลาดำ: แหล่งพันธุกรรมความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งแบบกว้างในข้าวนาสวนพื้นเมืองไทย

Phaladum: a Genetic Resource of Broad-spectrum Resistance of Blast and Bacterial Leaf Blight Diseases in Thai Indigenous Lowland Rice

ชัยวัฒน์ เนตรภักดี^{1*}, อภิชาติ จันละคร¹, สิทธิภูมิ เมธาสิริภรณ์¹, อาทิตย์ ศรีบุญเรือง¹, ธีรรัตน์ มอญขาม¹, สมพงษ์ จันทรแก้ว¹, จิรวัฒน์ สนิทชน¹

¹ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การระบาดของโรคไหม้ (blast) และโรคขอบใบแห้ง (bacterial blight) ส่งผลให้เกิดการลดลงของผลผลิตข้าวอย่างมาก โดยการใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดความเสี่ยงต่อการลดลงของผลผลิตข้าวอันเนื่องมาจากการระบาดของโรคดังกล่าว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการประเมินความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในเชื้อพันธุกรรมข้าวนาสวนพื้นเมือง ตลอดจนวิเคราะห์ตำแหน่ง QTLs ที่ควบคุมความต้านทานดังกล่าว จากการประเมินความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งพบว่า ข้าวพันธุ์ผาลาดำ มีความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งแบบกว้าง (broad-spectrum) และต้านทานต่อโรคไหม้ในระดับสูง อีกทั้งยังมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จึงได้ทำการวิเคราะห์ตำแหน่ง QTL ที่ควบคุมความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในประชากรข้าวรุ่นที่ 6 (กข6 (อ่อนแอ) x ผาลาดำ (ต้านทาน)) ด้วยวิธี QTL-seq และสามารถระบุตำแหน่ง QTL ที่ควบคุมความต้านทานโรคไหม้ในระยะต้นกล้าและระยะแตกกอเต็มที่ได้จำนวน 1 ตำแหน่ง (*qBLchr4*) และ QTL ที่ควบคุมความต้านทานโรคขอบใบแห้งในระยะต้นกล้าจำนวน 3 ตำแหน่ง (*qBBchr1*, *qBBchr4*, *qBBchr11*) โดย *qBLchr4* และ *qBBchr4* มีตำแหน่งทับซ้อนกันและมีค่า $\Delta(\text{SNP index})$ plots ที่สูงและแตกต่างทางสถิติ จึงได้ทำการตรวจสอบตำแหน่ง QTL ดังกล่าว และพบความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุล (KASP) และความต้านทานโรคไหม้หรือโรคขอบใบแห้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายโมเลกุลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย *qBLchr4* มีการแสดงออกอย่างคงที่ในทุกสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบและมีอิทธิพลหลักต่อการแสดงออกของความต้านทานโรคไหม้ ซึ่ง *Pi63* น่าจะเป็นยีนที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานโรคไหม้มากที่สุด (PVE 84.18%) ในขณะที่ *qBBchr4* เป็นตำแหน่ง QTL รองที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของความต้านทานโรคขอบใบแห้ง (PVE 7.21-11.48%) นอกจากนี้ สายพันธุ์ที่แสดงความต้านทานและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีในประชากรสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่ดีสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหรือการรวมยีนให้ต้านทานต่อโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกในอนาคต

คำสำคัญ: เชื้อพันธุกรรมข้าว, โรคข้าว, เครื่องหมายโมเลกุล

ภาคบรรยาย

กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว

CNT13006-128-1-3-1-3: ข้าวนาชลประทานผลผลิตสูง ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคไหม้

CNT13006-128-1-3-1-3 : A High Yielding Rice Line with Resistance

to Brown Planthopper and Blast Disease for Irrigated Areas

ชวนชม ตีร์ศรี¹⁾ เบญจวรรณ พลโคต¹⁾ คณิดา เกิดสุข¹⁾ เกษศิณี พรโสภณ¹⁾ กาญจนา กันธิยะ¹⁾ มณฑิชา อุ่งเงิน¹⁾ อลิษา เสนานุสย์¹⁾ ณัฐ ผลอ้อ²⁾ ดวงกมล บุญช่วย²⁾ ชัยรัตน์ จันทร์หนู²⁾ ดวงพร วิรุทธจิตต์²⁾ วิภาวดี ทองเอก³⁾ วไลยา ทองรักษ์⁴⁾ กนกอร วุฒิมงคล⁴⁾ บังอร ธรรมสามิสรณ์⁵⁾ ปวีตร จันทร์หอม⁵⁾ พัฒนศักดิ์ จันทร์ส่อง⁶⁾ ประกอบกิจ ดังไธสง⁶⁾ ประจักษ์ เหล็กบำรุง⁷⁾ กิตติพงษ์ ศรีม่วง⁸⁾

¹⁾ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-3134

²⁾ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมืองชัยนาท จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5601-9771

³⁾ ศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี อ.โคกสำโรง จ.ลพบุรี 15120 โทร. 0-3644-1322

⁴⁾ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร. 0-2577-1688-9

⁵⁾ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340

⁶⁾ ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12100 โทร. 0-2529-1185

⁷⁾ ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร. 0-3273-2286

⁸⁾ ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี 25150 โทร. 0-3727-1232

บทคัดย่อ

นาชลประทานในเขตภาคเหนือตอนล่างมีการทำอย่างต่อเนื่องปีละ 2-3 ครั้ง ทำให้มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคไหม้ ระบาดอย่างรุนแรง ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตต่ำ จากสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้นักวิจัยพัฒนาข้าวสายพันธุ์ CNT13006-128-1-3-1-3 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคไหม้ ที่ได้จากการผสม 3 ทางระหว่างลูกผสมชั่วที่ 1 ของ PSL97060-17-CNT-1-2-1 กับ กข41 นำไปผสมกับ IRBB2 สายพันธุ์ CNT13006-128-1-3-1-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 838 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข41 และ กข57 ที่ให้ผลผลิต 756 และ 785 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 11 และ 7 ตามลำดับ ให้ผลผลิตสูงสุด 1,298 กิโลกรัมต่อไร่ ในนาเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูนาปี 2564 มีลำต้นค่อนข้างแข็ง สูงประมาณ 110-120 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 108-116 วัน เมื่อปลูกโดยวิธีปักดำ ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคไหม้ ข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว 8.42 มิลลิเมตร กว้าง 2.22 มิลลิเมตร หยา 1.89 มิลลิเมตร คุณภาพการสีดี ให้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 47.14 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน เป็นข้าวอมิโลสสูง (27.08 เปอร์เซ็นต์) ความคงตัวของแป้งสูงอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าการไหลของแป้ง 59.06 มิลลิเมตร) อัตราการยืดตัวของข้าวสุกปกติ (1.57 เท่า) เมล็ดมีระยะพักตัวประมาณ 4 สัปดาห์ มีข้อควรระวังคืออ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง

คำสำคัญ: ผลผลิตสูง ต้านทาน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคไหม้

หอมสยาม: ข้าวหอมนุ่มพันธุ์ใหม่เสริมสร้างความเข้มแข็งข้าวไทย

Hom Siam: A Soft-Aromatic Rice Variety Combining High Yield, Stress Tolerance, and Premium Grain Quality

มีชัย เชียงหลิว^{1*}, สรินทิพย์ ปานนาค¹, เดชา ทรงต่อศรีสกุล¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, โจนาลิชา แอล เชียงหลิว¹, บุรินทร์ ธีญน้อม¹, วินัย กมลสุขยืนยง¹, วิชิตวรรณ แจ่มบุญศรี¹, วศิน ผลชีวิน¹, สามารถ วันชนะ¹, ศิวเรศ อารีกิจ³, ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์³, ศิริพร วัฒนศรีรังกุล¹, วลลภ มานะธัญญา⁴, กัญญาณัฐ ศิริธัญญา², ธัญพร ตูจินดา³, อภิชาติ วรรณวิจิตร³, วินิตชาญ รื่นใจชน¹

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลำปาง, จังหวัดลำปาง 52000, ประเทศไทย

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม 73140, ประเทศไทย

⁴ บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด จังหวัดนนทบุรี 11000, ประเทศไทย

*ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding author): E-mail address: meechai@biotec.or.th

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของประชากรโลก และประเทศไทยยังคงมีบทบาทสำคัญในฐานะผู้ผลิตและผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ อย่างไรก็ตาม พื้นที่นาข้าวซึ่งครอบคลุมมากกว่า 80% ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศยังประสบปัญหาผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวหอมพันธุ์ใหม่ที่เกษตรกรปลูกอยู่แม้เป็นที่ต้องการของตลาดโลก แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าประเทศคู่แข่งและมีความเสี่ยงต่อความผันผวนของสภาพอากาศ จึงเกิดความจำเป็นในการพัฒนาพันธุ์ข้าวใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และยังคงคุณภาพการบริโภคตามที่ตลาดต้องการ พันธุ์ข้าว หอมสยาม และ หอมสยาม 2 ได้รับการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว โดยใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิมร่วมกับเทคโนโลยีเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อช่วยในการคัดเลือก ทำให้สามารถรักษาและถ่ายทอด ลักษณะแบ่งเฉพาะตัว ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นตัวกำหนดความนุ่ม หอม และรสชาติที่ดีของข้าว พันธุ์ใหม่ทั้งสองจึงมีความคล้ายคลึงในลักษณะแบ่งและความหอมกับข้าวดอกมะลิ 105 สูงถึงร้อยละ 96 และ 99 และมีพื้นฐานพันธุกรรมโดยรวมสอดคล้องกันในระดับร้อยละ 96 และ 97 ตามลำดับ สะท้อนถึงคุณภาพการบริโภคที่คงมาตรฐานและให้รสชาติใกล้เคียงพันธุ์ต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญ ด้านผลผลิต พันธุ์หอมสยาม และ หอมสยาม 2 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 800 และ 660 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์หอมพันธุ์เดิมที่เกษตรกรนิยมปลูก อีกทั้งยังได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมกับพื้นที่นาข้าว โดยพันธุ์หอมสยามมีความสูงลดลงเพื่อลดการหักล้มและเพิ่มความต้านทานโรคไหม้ ส่วนพันธุ์หอมสยาม 2 มีความสามารถทนทานต่อน้ำท่วมฉับพลันซึ่งเกิดบ่อยขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นพันธุ์ข้าวหอมสยามและหอมสยาม 2 จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสำหรับเกษตรกรในพื้นที่นาข้าว ช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้ รวมถึงเสริมความมั่นคงของการผลิตข้าวหอมพันธุ์นุ่มของประเทศ พร้อมทั้งรักษาคุณภาพด้านรสชาติที่คล้ายคลึงพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งจะสนับสนุนความสามารถในการแข่งขันของไทยในตลาดข้าวโลกในระยะยาว

คำสำคัญ: ข้าวหอมพันธุ์นุ่ม, นาน้ำฝน, ปรับปรุงพันธุ์, หอมสยาม, หอมสยาม 2

ข้าวเจ้าพันธุ์ กข99 (หอมคลองหลวง 72)

RD99 (Hawm Khlong Luang 72), a Non-glutinous Rice Variety

ประกอบกิจ ดังไธสง^{1*}, สุภัฏญา ตาผา¹ อมรรัตน์ อินทร์มัน² บังอร ธรรมสามิสรณ์² รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร² ณัฐ ผลอ้อ³ ชัยรัตน์ จันทร์หนู³ ดวงพร วิจิตรจิตต์³ อนรรฆพล บุญช่วย³ ดวงกมล บุญช่วย³ ขวณชม ตีร์ศรี⁴ เบญจวรรณ พลโคต⁴ อลิษา เสนานุสย⁴ ควพร พุ่มเขย⁴ กฤษฎา ชูช่วย⁴ ประดิษฐ์ อุ่นถิ่น⁴ ภูววรรณ ทิพย์เคลือ⁴ วไลยา ทองรักษ⁵ กนกอร วุฒิวงศ์⁵ สมพงษ์ สุริวงศ์⁵ ภาควุฒิ เนตนิล⁵ วชิร สุขวิวัฒน์⁵ ปราณี มณีนิล⁵ ธารารัตน์ มณีนวม⁵ พายัพภูเบศร์ มากกุล⁶ บุษกร มงคลพิทยธร⁷ ประจักษ์ เหล็งบำรุง⁸ ขวัญชนก ปฏิสนธิ⁹ กิตติพงษ์ ศรีม่วง¹⁰

- 1) ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร. 0-2529-1185
- 2) สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340
- 3) ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทร. 0-5641-1733
- 4) ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-1184
- 5) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร. 0-2577-1688
- 6) ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย อ.พาน จ.เชียงราย 57120 โทร. 0-5372-1578
- 7) ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120 โทร. 0-53331-1335
- 8) ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร. 0-3273-2285
- 9) ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000 โทร. 0-3532-3228
- 10) ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี 25150 โทร. 0-3727-1385

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวหอมพันธุ์ข้าวหอมพื้นนุ่มที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวหอมไทย แต่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ทำให้ได้เปรียบด้านราคา ส่งผลให้ไทยเสียส่วนแบ่งตลาดโลกเพิ่มขึ้น ข้าวหอมพื้นนุ่มของไทยมีผลผลิตต่อไร่ต่ำ จำนวนพันธุ์ไม่หลากหลาย ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้นจึงต้องพัฒนาพันธุ์ข้าวหอมพื้นนุ่ม คุณภาพการหุงต้มดี ผลผลิตสูง ปลูกได้ทั้งปี ต้านทานต่อโรคและแมลง โดยฤดูนาปรัง 2555 ศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา ได้ผสมพันธุ์ข้าวระหว่างพันธุ์ IR841 (พันธุ์แม่) กับพันธุ์ชัยนาท 1 (พันธุ์พ่อ) ปลูกข้าวพันธุ์ผสมประชากรรุ่นที่ 1 และ 2 ปลูกคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวรุ่นที่ 3-7 ได้สายพันธุ์ CCS12009-KLG-18-1-1-3-1 ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ตามขั้นตอนคือ ปลูกศึกษาพันธุ์ เปรียบเทียบผลผลิต ทดสอบปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน วิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี คุณภาพการสี การหุงต้มและรับประทาน และการยอมรับของเกษตรกรและผู้ประกอบการ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559-2565 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง ใช้ชื่อว่า ข้าวเจ้าพันธุ์ “กข 99 (หอมคลองหลวง 72)” เป็นข้าวเจ้าพื้นนุ่ม ไม่ไวต่อช่วงแสง กลิ่นหอม (ปริมาณ 2AP เฉลี่ย 1.69 ppm) อายุเก็บเกี่ยว 115 วัน โดยวิธีปักดำสั้นกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 ทรงกอตั้งตรง ลำต้นแข็งไม่หักล้มง่าย ความสูงประมาณ 113 เซนติเมตร แผ่นใบและกาบใบสีเขียว ความยาว 40.5 เซนติเมตร กว้าง 1.33 ความยาวรวง 29.6 เซนติเมตร รวงแน่นปานกลาง การแตกกระแฉก การยึดคอรวงปานกลาง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 175 เมล็ด การติดเมล็ดร้อยละ 88 นวดง่ายปานกลาง จำนวนรวงต่อกอ 11 รวง ให้ผลผลิต 780 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 (673 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 13 ศักยภาพผลผลิตสูงสุด 957 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวเปลือกสีฟาง ยาว 11.00 มิลลิเมตร กว้าง 2.62 มิลลิเมตร หยา 2.09 มิลลิเมตร ไม่มีหาง เมล็ดข้าวกล้องเรียวยาว ความยาว 7.79 มิลลิเมตร กว้าง 2.22 มิลลิเมตร หยา 1.80 มิลลิเมตร ข้าวสารยาว 7.43 มิลลิเมตร กว้าง 2.14 มิลลิเมตร หยา 1.76 มิลลิเมตร ระยะพักตัว 4 สัปดาห์ คุณภาพการสีดีมาก ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 50.03 ผลิตเป็นข้าวสาร 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 1 ได้ เป็นข้าวอมิโลสต่ำเฉลี่ยร้อยละ 17.85 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (ระยะทางการไหลของแป้ง 83 มิลลิเมตร) อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกปกติ (1.68 เท่า) ข้าวสุกมีสีขาวนวล การเกาะตัวค่อนข้างเหนียว เนื้อสัมผัสนุ่ม ค่อนข้างอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง เหมาะสำหรับพื้นที่ส่งเสริมปลูกข้าวหอมไทย นาชลประทานภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่าง และภาคเหนือตอนบน

คำสำคัญ : ข้าวเจ้าพื้นนุ่ม กข 99 (หอมคลองหลวง 72) ไม่ไวต่อช่วงแสง กลิ่นหอม ปริมาณอมิโลสต่ำ พื้นที่ส่งเสริมปลูกข้าวหอมไทย นาชลประทาน ภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่างและตอนบน

ข้าวลูกผสม งานวิจัยสู่โอกาสและทางรอดของชาวนาไทย

Hybrid Rice : Research Towards Opportunities and Survival for Thai Farmers

ดร.ณัฐภูมิ สิงห์คำ^{1*}, ดร.เวณี วัฒนเดชเสรี¹, วิภาวรรณ จิตต์นุ้ม¹, เจษฎาพงศ์ ขุนเจริญรักษ์¹

¹ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด

บทคัดย่อ

ข้าวลูกผสม (F_1 hybrid) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ประโยชน์จากปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "Heterosis" (ความดีเด่นเหนือพ่อแม่) หรือ "Hybrid Vigor" (ความแข็งแรงของลูกผสม) ซึ่งทำให้ลูกผสมข้าวแรก (F_1) มีลักษณะดีกว่าพ่อแม่พันธุ์แต่อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีมาอย่างยาวนานที่จากงานวิจัยของประเทศจีน ต้นกำเนิดจาก หยวน หลงผิง (Yuan Longping) ที่ได้รับการขนานนามว่าเป็น "บิดาแห่งข้าวลูกผสม" และขยายผลไปสู่ประเทศต่างๆ ทั่วโลก หลายประเทศประสบความสำเร็จทั้งทางด้านงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ งานผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม และการผลิตข้าวเปลือก จนเกิดธุรกิจข้าวลูกผสม เช่น ประเทศจีน อินเดีย เวียดนาม สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สำหรับประเทศไทยได้เริ่มดำเนินงานวิจัยข้าวลูกผสมมาหลายสิบปี ทั้งภาครัฐ มหาวิทยาลัย และเอกชน โดยได้พัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม และขยายผลไปยังเกษตรกร แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จในการขยายผลงานวิจัยไปสู่แปลงนาของเกษตรกร อาจจะด้วยเหตุผลหลายประการที่เราไม่สามารถก้าวข้ามการนำข้าวลูกผสมจากงานวิจัยมาใช้ในการผลิตข้าวเปลือกอย่างกับประเทศอื่นๆ ข้าวลูกผสมจะถูกยอมรับไปใช้ประโยชน์ทางธุรกิจอย่างสมบูรณ์ จะประกอบด้วย 3 ส่วน 1. งานวิจัยและปรับปรุงพันธุ์ 2. งานผลิตเมล็ดพันธุ์ และ 3. เทคโนโลยีการผลิตข้าวเปลือก โดยส่วนที่ 1. งานวิจัยและปรับปรุงพันธุ์ นักวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวดำเนินการพัฒนาพันธุ์ด้วยประชากรข้าวที่มีความหลากหลาย ภายใต้ระบบของข้าวลูกผสม ซึ่งปัจจุบันมี 3 ระบบ ประกอบด้วย 1) ระบบสามสายพันธุ์ (Three-Line System) ประกอบด้วย สายพันธุ์แม่ A, B และสายพันธุ์พ่อ R 2) ระบบสองสายพันธุ์ (Two-Line System) ใช้ยีนที่เป็นหมันแบบไวต่อสภาพแวดล้อม (TGMS/PGMS - Thermo- or Photo-sensitive Genic Male Sterility) และ 3) ระบบยีนหมันแบบนิวเคลียร์ที่ไม่ไวต่อสิ่งแวดล้อม (Environment-insensitive Genic Male Sterility) ซึ่งระบบที่ 3 เป็นข้าวลูกผสมรุ่นที่ 3 (Third-Generation Hybrid Rice) ของประเทศจีนที่พัฒนามาใหม่ แต่ในประเทศไทยและอีกหลายประเทศยังใช้ระบบ Three-Line System เพราะสะดวกต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ในส่วนที่ 2. งานผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นกระบวนการสำคัญที่จะประสบความสำเร็จในธุรกิจข้าวลูกผสมหรือไม่เพราะถ้าไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณที่สามารถควบคุมต้นทุนต่อหน่วยได้แล้ว ก็ยากที่จะดำเนินธุรกิจเมล็ดพันธุ์ได้ โดยเฉพาะในประเทศที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมนั้นจะมีผลผลิตประมาณ 250-400 กก./ไร่เท่านั้น ส่งผลต่อราคาเมล็ดพันธุ์ที่มีราคาสูง โดยทั่วไปราคาเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมจะไม่แน่นอนมีตั้งแต่ราคา 150-250 บาท/กก. ดังนั้นต้นทุนเมล็ดพันธุ์ควรจะอยู่ในช่วงไม่เกิน 75 บาท/กก. และส่วนที่ 3. เทคโนโลยีการผลิตข้าวเปลือก ในหลายประเทศมีการใช้เมล็ดพันธุ์ในปริมาณน้อยเพียง 2.5-3.2 กก./ไร่ เท่านั้น เนื่องจากศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมที่แตกกอได้ดี และประเทศที่มีการผลิตข้าวลูกผสมจะใช้วิธีการปักดำด้วยรถปักดำที่พัฒนารูปแบบใช้เมล็ดพันธุ์น้อย หรือการใช้คนปักดำ เป็นต้น ประเทศไทยจะต้องพัฒนาวิธีการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ปริมาณน้อยประเทศผู้ผลิตข้าวต่างๆ ได้มีการนำข้าวลูกผสมมาใช้ในการผลิตข้าวเปลือกอย่างมากและขยายผลมากขึ้นในทุกๆ ปี ส่งผลต่อผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้นทุนข้าวเปลือกต่อหน่วยนั้นลดลง สามารถแข่งขันในตลาดการค้าข้าวโลกได้ หากประเทศไทยต้องพัฒนาด้านการลดต้นทุนต่อหน่วยของข้าวลงนั้น ข้าวลูกผสมจึงเป็นโอกาสและทางรอดของชาวนาไทย โดยประเทศไทยต้องร่วมกันพัฒนาทุกภาคส่วนอย่างเป็นระบบจากความร่วมมือกันทั้งทั้งภาครัฐ มหาวิทยาลัย เอกชน และเกษตรกร

คำสำคัญ: ข้าวลูกผสม, เมล็ดพันธุ์, เพิ่มผลผลิต, ลดต้นทุนต่อหน่วย

“ข้าวหอมร้อน” ใครว่าเป็นไปไม่ได้? เรื่องราวการพัฒนาพันธุ์จากจุดเริ่มต้นสู่ความสำเร็จ

ชนเชษฐ์ ม้าลำพอง^{1*}, สุไลมาน เจ๊ะอาบู³, อภิชาติ วรรณวิจิตร², พูนพิภพ เกษมทรัพย์⁷, ศิวเรศ อารีกิจ^{1,2}, วินิตชาญ รื่นใจชน⁴, ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์², บุญธง วสุรีย์⁶, ณัฐภูมิ พานิชวงษ์¹, ปริศนา รัตนเมตตา¹, วารุณี เดชพิทยานันท์¹, กุหลาบ สีสุขกลาง¹, พลประชา วงศ์ชาติ¹, รวิพร บวชชี¹, สุรางคณา ฉิมไทย¹, พีรพล ม่วงงาม⁵, ดวงฤทัย ป้อมเพชร¹, นุจรี สิริยา¹, ประกอบกิจ ดังไธสง⁶, บังอร ธรรมสามิสรณ์⁶, มาริสา แยมสาหร่าย⁶, เบญจวรรณ พลโคต⁶

¹ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

³ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อ.เมือง จ.นราธิวาส 96000

⁴ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

⁵ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

⁶ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

⁷ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

อุณหภูมิสูงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงในหลายพื้นที่เขตร้อน โดยเฉพาะในฤดูนาปรังเขตชลประทาน ทั้งนี้มีการคาดการณ์ว่าจำนวนวันซึ่งอุณหภูมิสูงถึงระดับวิกฤตจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูปลูกข้าวในอนาคต โดยเฉพาะในระยะสืบพันธุ์ซึ่งเป็นช่วงอ่อนไหวต่อความร้อน ส่งผลกระทบต่อการผสมเกสรและผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงจึงเป็นเป้าหมายสำคัญต่อการปรับตัวของการผลิตข้าวภายใต้ภาวะโลกรวน ด้วยเหตุนี้ ได้มีการเริ่มต้นค้นหาเชื้อพันธุ์กรรมข้าวหอมร้อนของไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 โดยใช้ประชากรข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย M4 จำนวน 12,000 สายพันธุ์ ซึ่งได้จากการชักนำด้วยรังสีนิวตรอนเร็ว ทำการคัดเลือกความทนร้อนในระยะสืบพันธุ์ จนสามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ M9962 ซึ่งมีความสามารถในการติดเมล็ดมากกว่า 70% ภายใต้อุณหภูมิสูง 45°C ตั้งแต่ระยะดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยว และมีศักยภาพใกล้เคียงกับพันธุ์ N22 ซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐานสำหรับความทนร้อน ในปี พ.ศ. 2556 สายพันธุ์ M9962 ถูกนำมาผสมกับพันธุ์พิษณุโลก 2 จากนั้นทำการผสมกลับเข้าหาพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 2 ครั้ง และผสมตัวเองต่อเนื่องอีก 5 ครั้ง ก่อนทดสอบผลผลิตในข้าว BC₂F₇ จนได้สายพันธุ์ BC₂F₇-6-5-4-1-1-21 ในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีลักษณะทรงต้นคล้ายพันธุ์พิษณุโลก 2 แต่มีศักยภาพผลผลิตดีและมีการติดเมล็ดมากกว่าร้อยละ 70 ภายใต้อุณหภูมิสูง สายพันธุ์ดังกล่าวได้รับการตั้งชื่อว่า “พันธุ์คิมหันต์” และได้รับหนังสือรับรองขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชจากสำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2564 ต่อจากนั้น มีการใช้พันธุ์คิมหันต์ผสมกับพันธุ์หอมไทย “ปทุมธานี 1” เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวหอมที่ทนร้อน พร้อมทั้งใช้เทคนิค QTL-seq เพื่อตรวจหารูปแบบพันธุ์กรรมที่เกี่ยวข้องกับการติดเมล็ดภายใต้ภาวะเครียดร้อน ผลการวิจัยได้สายพันธุ์ข้าวหอมทนร้อนศักยภาพสูง 2 สายพันธุ์ ซึ่งมีเย็นความหอมและมีปริมาณอะมิโลสต่ำ นอกจากนี้ยังพบบริเวณ *qSF2.1* บนโครโมโซมคู่ที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยยีนที่เกี่ยวข้องกับการทนร้อนจำนวน 9 ยีน อาจใช้เป็นเป้าหมายสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมในอนาคต และอยู่ระหว่างการทดสอบเครื่องหมายโมเลกุลภายใต้โครงการรวมยีนต้านทานและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

คำสำคัญ: การติดเมล็ด, ความเครียดร้อน, การปรับปรุงพันธุ์, การค้นหายีน

การบูรณาการเทคโนโลยีหลายระดับเพื่อการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål))

Integrated Multi-Level Technologies for Evaluating and Selecting Rice Varieties Resistant to Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål)) Feeding

จริยา รอดดี^{1*}, จิรพงศ์ ไจรินทร์^{2,3}, กมลชนก อำนาคกิจกร¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

² ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ตู้ ปณ. 65 อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

³ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) เป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอย่างยั่งยืน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินความต้านทานของข้าวแบบบูรณาการ โดยผสมผสานเทคนิคหลายระดับ ได้แก่ (1) การทดสอบอัตราการปล่อยมูลหوان (2) การศึกษาพฤติกรรมการดูดกินโดยใช้เทคนิคกระแสไฟฟ้า Electrical Penetration Graph (EPG) (3) การประเมินการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (4) การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกลไกความต้านทานของข้าว และ (5) การวิเคราะห์การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทาน พบว่า สายพันธุ์ข้าวต้านทานมีอัตราการปล่อยมูลหوانและอัตราการดูดกินต่ำกว่าสายพันธุ์อ่อนแออย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์ EPG พบกราฟลักษณะเฉพาะ 5 แบบ ได้แก่ Np, N1, N2, N3 และ N4 โดยข้าวสายพันธุ์ต้านทานมีจำนวนครั้งและระยะเวลาในเฟส N4 (การดูดกินในท่ออาหาร) น้อยกว่าสายพันธุ์อ่อนแอ ซึ่งการดูดกินในท่ออาหารที่นานมีความสัมพันธ์กับความอ่อนแอของพืช นอกจากนี้ การประเมินการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดยืนยันว่าข้าวต้านทานส่งผลให้เพลี้ยเจริญเติบโตช้าลง แสดงถึงคุณสมบัติการต้านทานแบบ antibiosis การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาพบว่า ข้าวอ่อนแอมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและชีวภาพมากกว่าหลังถูกเข้าทำลาย และความหนาแน่นของ trichome บนกาบใบมีบทบาทสำคัญเป็นกลไกกีดขวางทางกายภาพต่อการดูดกินของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ขณะเดียวกันการวิเคราะห์ระดับยีนพบว่า ยีน *PR10a* แสดงออกสอดคล้องกับยีนต้านทานในข้าวสายพันธุ์ต้านทาน วิธีการแบบบูรณาการนี้จึงเป็นแนวทางที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้สำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, ความต้านทานของข้าว, การดูดกินแบบ EPG, ลักษณะทางสรีรวิทยา, ยีนต้านทาน

การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวเชิงเปรียบเทียบภายใต้ภาวะเครียดจากความแห้งแล้งใน

ข้าว: การระบุชนิดของเซลล์โดยใช้ดัชนีบ่งชี้เอกลักษณ์เซลล์พื้นฐานของเครื่องหมายจำเพาะ MICI

Comparative Analysis of Single-Cell RNA-Seq Data Under Drought Stress in Rice:

Cell Type Annotation Using Marker-Based Cell Identity Index (MICI)

ศรัณยู แมนสติก¹, วิทยา พงษ์ไพบูลย์³, อภิชาติ ศุภรัตน์⁴, อธิษฐ์ บัวบุษ^{1,5}, ลุภา โคม⁶, อธิชาเบล เอ็ม เสนี⁶, ศุภจิตรา ชัชวาลย์^{1,3},
กิตติพร พลเยี่ยม^{1,2}

¹ หลักสูตรสหสาขาวิชาชีวสารสนเทศศาสตร์และชีววิทยาเชิงคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

⁵ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁶ ภาควิชาชีววิทยาของพืชและศูนย์วิจัยจีโนม คณะวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เดวิส

บทคัดย่อ

ปัจจุบันข้าวมีแนวโน้มที่จะเผชิญต่อสภาวะแห้งแล้งที่รุนแรงและบ่อยขึ้นอันเป็นผลมาจากภาวะโลกร้อนและอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่สูงขึ้น โดยข้าวเป็นพืชที่ต้องการน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิต ดังนั้นการขาดแคลนน้ำเนื่องจากสภาวะแห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เพาะปลูกที่ไม่มีระบบชลประทานที่ดีและพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวลดลงได้ การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยว (Single-cell RNA sequencing; scRNA-sequencing) ในข้าวเป็นแนวทางที่สามารถให้ข้อมูลการแสดงออกของยีนในแต่ละเซลล์ได้อย่างละเอียด ช่วยให้เข้าใจความหลากหลายในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของเซลล์แต่ละชนิดในข้าวได้ โดยจะอาศัยเทคนิคทางชีวสารสนเทศศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกที่ไม่สามารถทำได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบกลุ่ม (Bulk-RNA sequencing) ในเบื้องต้นเมื่อได้รับข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอมาแล้ว จะต้องทำการจำแนกและระบุชนิดของเซลล์ที่พบก่อน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวเพื่อระบุชนิดของเซลล์ในตัวอย่างข้าว (*Oryza sativa* ssp. *japonica* cv. *Kitaake*) ที่ศึกษา โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวแบบมาตรฐานเพื่อประมวลผลและจัดกลุ่มประเภทของเซลล์ จากนั้นจึงระบุชนิดของเซลล์ผ่านการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของยีนเครื่องหมาย (Marker genes) จากการวิเคราะห์ดังกล่าว พบเซลล์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ Mesophyll, Mesophyll precursor, Leaf epidermis, Leaf initial cell, Mestome sheath และ Leaf phloem ซึ่งข้อมูลการแสดงออกของยีนจากเซลล์แต่ละชนิดเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อยอดเพื่อทำความเข้าใจกลไกทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสภาวะแห้งแล้งของข้าวและค้นหาเป้าหมายที่สามารถใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนแล้งต่อไปได้

คำสำคัญ: ลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยว, ลำดับอาร์เอ็นเอแบบกลุ่ม, สภาวะแห้งแล้ง

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักและเป็นหนึ่งในแหล่งอาหารที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชากรโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคเอเชีย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นอุปสรรค

สำคัญต่อประสิทธิภาพในการผลิตข้าว (Ray et al., 2019)

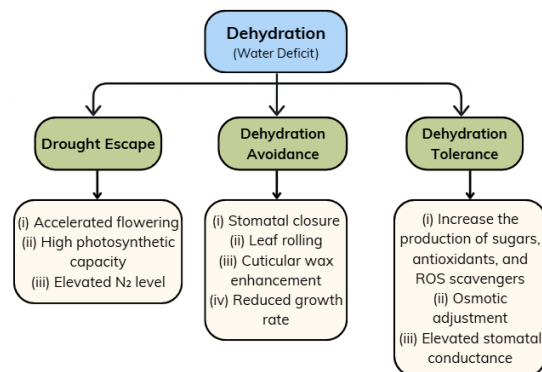
ในขณะที่ความต้องการบริโภคข้าวของประชากรทั่วโลกยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (FAO, 2025) เนื่องด้วย การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกจากก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ทำให้โลก

ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์มากกว่าที่แผ่กลับสู่อวกาศ (NOAA, 2025) ส่งผลให้ความต้องการการระเหยของน้ำในบรรยากาศ (atmospheric evaporative demand) เปลี่ยนแปลงไปและเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความถี่และความรุนแรงของภาวะแห้งแล้ง (Gebrechorkos et al., 2025) ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาด้านความมั่นคงทางอาหารและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของหลายประเทศตามมารวมถึงประเทศไทย

เป้าหมายในการพัฒนาพันธุ์ข้าวทนแล้ง คือ การสร้างความสามารถของข้าวในการรักษาเซลล์ (water potential) ภายในเซลล์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของเซลล์ และหลีกเลี่ยงผลกระทบที่เกิดจากความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ ส่งผลให้ข้าวนั้นยังคงมีการเจริญเติบโต พัฒนา และให้ผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปกลไกที่ข้าวใช้ตอบสนองต่อความเครียดเพื่อให้อยู่รอดภายใต้ภาวะแห้งแล้งมักส่งผลเสียต่อปริมาณผลผลิต (Oladosu et al., 2019) ดังนั้น การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่มีความทนแล้งแต่ยังคงรักษาระดับผลผลิตให้อยู่ในปริมาณที่ต้องการ จึงยังคงเป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวและจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการตอบสนองต่อความแห้งแล้งเพื่อเอาชนะข้อจำกัดดังกล่าว

การศึกษาลำดับอาร์เอ็นเอ (RNA sequencing) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถให้ข้อมูลการแสดงออกของยีนในเซลล์ ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจกระบวนการทางชีววิทยาที่กำลังเกิดขึ้นในขณะนั้น เนื่องจาก ข้าวเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบไปด้วยเซลล์มากมายหลายชนิดและเซลล์แต่ละชนิดก็มีบทบาทหน้าที่และการทำงานที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันจึงมีการศึกษาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยว (Single-cell RNA sequencing) ซึ่งทำให้เราเข้าใจความหลากหลายในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของเซลล์แต่ละชนิดได้ (Seyfferth et al., 2021) โดยการศึกษาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวจะอาศัยเทคนิคทางชีวสารสนเทศศาสตร์เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้และระบุชนิดของเซลล์ที่พบในตัวอย่างที่ศึกษาและนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นปลายน้ำ (down-stream analysis) ต่อไป ไม่ว่าจะเป็น การหาความควบคุมที่สำคัญจากการสร้างโครงข่ายการควบคุมยีน (gene regulatory

network), การอนุมานวิถีการพัฒนากลไกของเซลล์ (trajectory inference) หรือ การสร้างแผนที่เซลล์ (cell atlas) เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการตอบสนองของเซลล์แต่ละชนิดของข้าวภายใต้ภาวะแล้งอาจเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเพื่อให้ทนแล้งและยังคงให้ปริมาณผลผลิตตามที่ต้องการได้



ภาพที่ 1 กลไกด้านทนความแห้งแล้งของข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

(1) การเก็บตัวอย่างและหาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยว – ข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวมาจากต้นกล้าข้าวพันธุ์ Kitaake (*Oryza sativa* ssp. *japonica* cv. Kitaake) ที่ปลูกบน ½ MS medium (10 ต้น / 20 มิลลิลิตรอาหาร) เป็นเวลา 14 วัน ใช้เป็นตัวอย่างข้าวที่เจริญในภาวะปกติ (normal condition) และข้าวที่เจริญภายใต้ภาวะแล้ง (drought condition) ที่ปลูกบน ½ MS medium แบบเดียวกับชุดควบคุม เป็นเวลา 7 วัน แล้วเติมสารละลาย 15% PEG800 ที่ทำ filtered sterilized ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วเลี้ยงต่อเป็นเวลาอีก 7 วัน เก็บเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อระหว่างใบและลำต้นของข้าวความยาวประมาณ 50 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการเตรียมไลบรารีสำหรับการหาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยว (scRNA-seq library preparation) จากโพรโทคอลที่ได้จากเนื้อเยื่อจากทั้งสองภาวะ โดยดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุในคู่มือของผู้ผลิต 10x Genomics Chromium Single Cell 3' Reagent Kits v3 จากนั้น ไลบรารีดังกล่าวถูกนำไปหาลำดับเบสด้วยเครื่อง Illumina NovaSeq 6000 โดยใช้การอ่านแบบ Paired-end sequencing

(2) เตรียมข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ (data preprocessing) - หลังจากได้ข้อมูล

ลำดับอาร์เอ็นมาแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการระบุว่ามีลำดับอาร์เอ็นเอสอดคล้องกับยีนใด โดยทำการประมวลผลเชื่อมโยงลำดับอาร์เอ็นเอ (annotation) กับจีโนมอ้างอิง *Oryza_sativa*.IRGSP-1.0.59 ที่อยู่ในฐานข้อมูล Ensembl Plant Database (ดาวน์โหลดจาก <https://plants.ensembl.org/>) จากนั้นจะมีการคัดกรอง barcodes ที่มีจำนวนยีนที่แสดงออกน้อยเกินไป โดยการเรียงลำดับ barcodes จากปริมาณ Unique Molecular Identifier (UMI content) สูงสุดไปต่ำสุด และจุดที่ barcode มีระดับ UMI content ต่ำลงอย่างรวดเร็วจะเป็นจุดที่ใช้กำหนดในการคัดกรอง หลังจากนั้นจะแปลงโครงสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ของการแสดงออกของยีน (gene expression matrix) เพื่อเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป

(3) *คัดเลือกเซลล์ที่มีคุณภาพจากชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ (cell quality control and selection)* – เนื่องจากบาง barcode ที่อยู่ในชุดข้อมูลอาจไม่สะท้อนถึงระดับการแสดงออกของยีนที่สอดคล้องกับเซลล์ที่มีชีวิต ขั้นตอนนี้จึงเป็นการควบคุมคุณภาพของเซลล์ (cell quality control) โดยกำหนดเกณฑ์คัดกรองตาม จำนวนยีนที่ตรวจพบในเซลล์ให้ไม่น้อยกว่า 300 ยีน ค่าการนับระดับการแสดงออกของยีนอยู่ระหว่าง 500 – 25,000 ครั้ง สัดส่วนของยีนไม่โทคอนเดรียไม่เกินร้อยละ 2 และ สัดส่วนของยีนคลอโรพลาสต์ไม่เกินร้อยละ 5 ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวจะถูกใช้กับชุดข้อมูลจากทั้งภาวะปกติและภาวะแล้ง เพื่อเก็บเฉพาะข้อมูลของ barcode ที่สะท้อนถึงเซลล์ที่มีความสมบูรณ์เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

(4) *ปรับโครงสร้างและลดมิติของข้อมูล (normalization and dimensionality reduction)* – กระบวนการปรับโครงสร้างด้วยวิธี normalization เป็นขั้นตอนในการปรับค่าความแตกต่างระหว่างเซลล์แต่ละเซลล์ภายในชุดข้อมูลเดียวกัน ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของ sequencing depth เพื่อให้ค่าการแสดงออกของยีน (gene expression values) สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างเซลล์ต่าง ๆ และเนื่องจากข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดียวเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และยีนต่าง ๆ ที่อยู่ในชุดข้อมูลอาจไม่ได้มีความสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นหลังจากขั้นตอน normalization จะมีการเลือกเฉพาะกลุ่ม

ของยีนที่มีค่าความแปรปรวนสูงระหว่างเซลล์ (highly variable genes) จำนวน 2,000 ยีนแรก เพื่อใช้ในการจำแนกกลุ่มของเซลล์ (cell clustering) นอกจากนี้เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าการแสดงออกของยีนได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น ข้อมูลปริมาณการแสดงออกของยีน จะถูกนำ scaling ซึ่งเป็นการปรับค่าให้แต่ละยีนมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับศูนย์ และมีค่าความแปรปรวน (variance) เท่ากับหนึ่ง วิธีการนี้จะช่วยให้ยีนทั้งหมดมีการกระจายตัวอย่างเท่าเทียมกัน และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจำนวนองค์ประกอบหลักที่จะใช้สำหรับการวิเคราะห์หาได้จากการทำ elbow plot เพื่อลดมิติของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและสัญญาณรบกวน (noise) โดยมุ่งเน้นไปที่ตัวแปรที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของการแสดงออกของยีนระหว่างเซลล์ได้มากที่สุด จากนั้น จะนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (visualization) จากความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งและระยะห่างระหว่างกลุ่มเซลล์ด้วยวิธี Uniform Manifold Approximation and Projection (UMAP) (McInnes et al., 2018)

(5) *การระบุ doublet (doublet identification)* - ในขั้นตอนการเตรียมเซลล์เพื่อสร้างห้องสมุดลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดียว (scRNA-seq libraries) อาจเกิดข้อผิดพลาดในการจับเซลล์เดี่ยวด้วยหยดน้ำมัน ทำให้ในหนึ่งหยดน้ำมันอาจมีเซลล์มากกว่า 1 เซลล์ เมื่อนำไปทำการหาลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดียวจะทำให้ค่าปริมาณการแสดงออกของยีนสูงกว่าที่ควรจะเป็นและไม่สอดคล้องกับค่าการแสดงออกจริงของเซลล์ ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้จะใช้ฟังก์ชันสำเร็จรูปชื่อว่า DoubletFinder (รายละเอียดจาก <https://github.com/chris-mcginnisucs/DoubletFinder>) ซึ่งอาศัยหลักการทำนายด้วยวิธีการคำนวณเพื่อค้นหา barcodes ที่มีลักษณะดังกล่าว

(6) *จัดกลุ่มเซลล์และรวมชุดข้อมูล (cell clustering and dataset integration)* - ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการจัดกลุ่มเซลล์ (clustering) โดยใช้ขั้นตอนวิธี (algorithm) แบบ Louvain ซึ่งเป็นวิธีการสร้างเครือข่ายเพื่อนบ้านที่มีการแชร์ร่วมกันแบบใกล้ชิดที่สุด (shared nearest neighbor network) ผ่านการสังเกตลักษณะเซลล์เพื่อนบ้านของแต่ละ

เซลล์ และจัดกลุ่มเซลล์ที่มีรูปแบบการแสดงออกของยีน (gene expression profile) คล้ายกันสูงสุดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และเนื่องจากชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่แตกต่างกันอาจมีความแตกต่างของข้อมูลจากปัจจัยทางเทคนิค (batch effect) ที่ไม่ได้เกิดจากความแตกต่างทางชีววิทยาที่แท้จริง

การรวมชุดข้อมูลใช้ขั้นตอนวิธี Harmony ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธี ที่อาศัยการฝังตัวเซลล์ลงในปริภูมิร่วม (common embedding space) และจัดเรียงให้เซลล์สอดคล้องกันตามลักษณะของชนิดเซลล์ (cell type-based effects) แทนที่จะเป็นตามชุดข้อมูล (dataset-based effects) เพื่อจัดกลุ่มเซลล์จากหลายชุดข้อมูลเข้าด้วยกัน ในแต่ละชุดข้อมูล จะคำนวณค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่ม (cluster-specific centroid) และใช้การปรับเชิงเส้น (linear correction factors) เพื่อแก้ไขความแตกต่างระหว่างชุดข้อมูล เนื่องจากกลุ่มเหล่านี้สะท้อนถึงชนิดและสถานะของเซลล์ (cell type- and cell state-specific) การปรับเชิงเส้นดังกล่าวจึงมีลักษณะจำเพาะต่อชนิดและสถานะของเซลล์ เซลล์แต่ละเซลล์จะได้รับการเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของการปรับเหล่านี้ และแก้ไขด้วยการปรับเชิงเส้นจำเพาะของตนเอง นอกจากนี้ Harmony ใช้กระบวนการจัดกลุ่มแบบ soft clustering ซึ่งอนุญาตให้เซลล์หนึ่งสามารถอยู่ในหลายกลุ่มได้พร้อมกัน เพื่อสะท้อนการเปลี่ยนผ่านอย่างค่อยเป็นค่อยไประหว่างสถานะของเซลล์ (gradual transitions between states) (Korsunsky et al., 2019)

(7) ระบุชนิดของเซลล์ให้กับเซลล์แต่ละกลุ่ม (Cell cluster annotation) – แต่ละกลุ่มเซลล์จะถูกระบุชนิดของเซลล์ตามขั้นตอนวิธีของ Wang (Wang et al., 2021) โดยจะทำการคาดคะเนชนิดของเซลล์ และ ระบุชนิดเซลล์ของกลุ่มโดยรวมจากชนิดของเซลล์ที่พบมากที่สุดในกลุ่มนั้น การระบุชนิดของเซลล์แต่ละเซลล์จะอิงตาม Marker-based Cell Identity Index (MICI) ซึ่งเริ่มจากการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของยีนเครื่องหมายจำเพาะสำหรับชนิดของเซลล์ ตามสมการ (1) จากนั้นจะคำนวณค่าดัชนี MICI จากผลรวมของค่าการแสดงออกของยีนเครื่องหมายจำเพาะที่ถ่วงน้ำหนักทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ชนิดนั้น ๆ ตามสมการ (2) และ เซลล์แต่ละเซลล์จะถูกกำหนดให้เป็นชนิด

ของเซลล์ตามดัชนี MICI สูงสุดที่คำนวณได้ หากเซลล์ใดไม่มีค่าดัชนี MICI ของเซลล์ชนิดใดๆ สูงมากกว่า 1 จะระบุสถานะเป็น ไม่สามารถระบุชนิดได้ (undetermined) หรือ ไม่ทราบชนิด (unknown)

$$\text{Weight} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (1)$$

เมื่อ x_i คือ ค่าเฉลี่ยระดับการแสดงออกของยีนใน

รูปแบบ logarithm ของทุก ๆ เซลล์ในกลุ่ม i

n คือ จำนวนของกลุ่มเซลล์

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยระดับการแสดงออกของยีนจากทุกกลุ่ม

$$\text{MICI} = \sum_{j=1}^n (w_j \times E_j) \quad (2)$$

เมื่อ w_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของยีนจำเพาะ j

E_j คือ ระดับการแสดงออกของยีนจำเพาะ j ที่ผ่านการทำ scaling แล้วในเซลล์

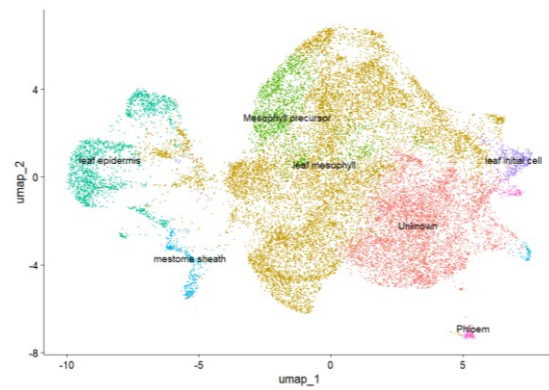
n คือ จำนวนยีนจำเพาะสำหรับเซลล์ชนิดนั้น

ผลการทดลองและวิจารณ์

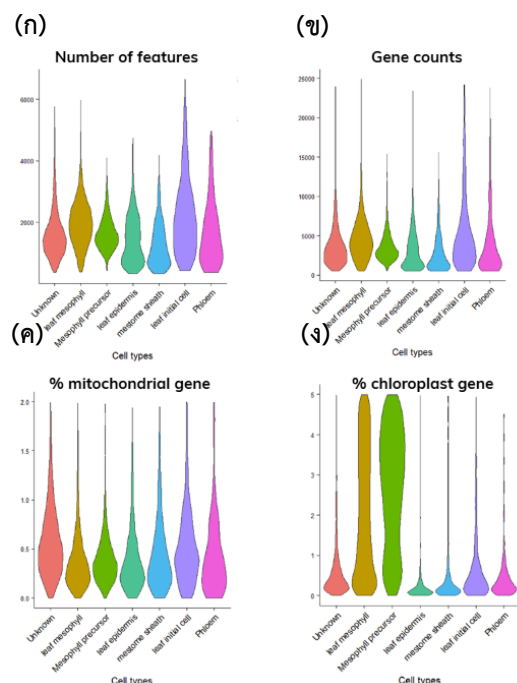
จากข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวที่ได้ทำการประมวลผลเชื่อมโยงกับจีโนมอ้างอิงและคัดกรอง barcode ตามเกณฑ์ พบว่ามีจำนวนเซลล์ในตัวอย่างจากภาวะปกติ 10,163 เซลล์ และจำนวนเซลล์ในตัวอย่างจากภาวะแล้ง 13,767 เซลล์ ที่ผ่านเกณฑ์ และพบยีน 25,418 ยีน และ 25,608 ยีน ในชุดข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างภายใต้ภาวะปกติและภาวะแล้ง ตามลำดับ ซึ่งเป็นเซลล์ที่นำไปวิเคราะห์ในขั้นถัดไป เพื่อลดมิติของข้อมูลและสัญญาณรบกวนด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ผลจากการทำ elbow plot สำหรับทั้ง 2 ชุดข้อมูลพบว่า 75 องค์ประกอบแรกเพียงพอสำหรับใช้แสดงความแปรปรวนของการแสดงออกของยีนระหว่างเซลล์ได้ เมื่อทำการตรวจสอบหา doublet ด้วยฟังก์ชันสำเร็จรูปพบปริมาณ doublet ในชุดตัวอย่างจากภาวะปกติ 643 เซลล์ และ 934 เซลล์ในชุดตัวอย่างจากภาวะแล้ง สุดท้ายจากการจัดกลุ่มเซลล์ด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Louvain และรวมชุดข้อมูลทั้ง 2 ด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Harmony พบกลุ่มเซลล์ทั้งหมด 21 กลุ่มเซลล์ (กลุ่มที่ 0 - 20) ซึ่งทุกกลุ่มเซลล์มีเซลล์ที่ได้จากทั้ง 2 ชุดข้อมูล หลังจากนั้น เมื่อทำการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก

ของยีนเครื่องหมายจำเพาะสำหรับชนิดของเซลล์และคำนวณค่าดัชนี MICI เพื่อใช้ระบุชนิดของเซลล์แต่ละเซลล์ แล้วทำการคำนวณหาสัดส่วนของเซลล์แต่ละชนิดที่พบมากที่สุดในแต่ละกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ 1, 3, 4, 5, 7, 9, 11 และ 16 คือ leaf mesophyll, กลุ่มที่ 2 คือ mesophyll precursor, กลุ่มที่ 8, 12, 17 และ 20 คือ leaf epidermis, กลุ่มที่ 13 คือ mestome sheath, กลุ่มที่ 14 คือ leaf initial cell และ กลุ่มที่ 18 และ 19 คือ leaf phloem ส่วนกลุ่มที่ 0, 6, 10 และ 15 ไม่สามารถระบุชนิดของเซลล์ได้ (ภาพที่ 2) นอกจากนี้จากการตรวจสอบการกระจายตัวของจำนวนยีนที่ตรวจพบในเซลล์, ปริมาณระดับการแสดงออกของยีน, สัดส่วนของยีนในไมโทคอนเดรีย และ สัดส่วนของยีนในคลอโรพลาสต์ด้วย violin plot (ภาพที่ 3) พบว่า กลุ่มเซลล์ที่ถูกระบุเป็น leaf mesophyll และ mesophyll precursor มีปริมาณของเซลล์ที่มีสัดส่วนการแสดงออกของยีนในคลอโรพลาสต์สูงกว่าเซลล์กลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ว่า จีโนมของคลอโรพลาสต์จะเข้ารหัส (encode) โปรตีนจำนวนมากที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Daniell et al., 2016) และเซลล์ทั้งสองชนิดมีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์แสง จึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบสัดส่วนของยีนในคลอโรพลาสต์สูงกว่าเซลล์ชนิดอื่นสำหรับกลุ่มเซลล์ที่ไม่สามารถระบุชนิดของเซลล์ได้นั้นอาจเกิดจากการขาดข้อมูลยีนเครื่องหมายจำเพาะสำหรับเซลล์ชนิดนั้น ทำให้เมื่อคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักและดัชนี MICI แล้วไม่มีชนิดของเซลล์ใดที่มีค่าดัชนีสูงกว่าเกณฑ์ จึงไม่สามารถจัดจำแนกชนิดของเซลล์ได้อย่างชัดเจน

ดังนั้นจากผลการจัดกลุ่มเซลล์ด้วยข้อมูลลำดับอาร์เอ็นเอแบบเซลล์เดี่ยวมาตามมาตรฐานและระบุชนิดของกลุ่มเซลล์นั้นด้วยขั้นตอนวิธี MICI พบว่า มีการจำแนกเซลล์ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้อย่างน้อย 6 กลุ่ม ที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของยีน เพื่อศึกษากลไกการตอบสนองต่อภาวะเครียดภายใต้ความแล้งที่จำเพาะกับชนิดของเซลล์นั้นได้ต่อไป



ภาพที่ 2 ชนิดของเซลล์ที่พบในตัวอย่างข้าวที่ศึกษาจากการระบุตามการคำนวณ Estimated weighted marker-based cell identity index (MICI)



ภาพที่ 3 การกระจายของ (ก) จำนวนยีน, (ข) ปริมาณยีน (ค) สัดส่วนของยีนในไมโทคอนเดรีย และ (ง) สัดส่วนของยีนในคลอโรพลาสต์ในเซลล์แต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

- Daniell, H., Lin, C. S., Yu, M. & Chang, W. J. (2016). Chloroplast genomes: diversity, evolution, and applications in genetic engineering. *Genome Biol.* 17, 134. <https://doi.org/10.1186/s13059-016-1004-2>
- FAO (2025). Food Balances (2010–): Rice and products – Food supply quantity (kg/capita/yr). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>

- Gebrechorkos, S. H. et al. (2025). Warming accelerates global drought severity. *Nature* 642, 628–635. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09047-2>
- Korsunsky, I. et al. (2019). Fast, sensitive and accurate integration of single-cell data with Harmony. *Nat. Methods* 16, 1289–1296. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0619-0>
- McInnes, L., Healy, J., Saul, N. & Großberger, L. (2018). UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection. *J. Open Source Softw.* 3, 861. <https://doi.org/10.21105/joss.00861>
- NOAA (2025). Climate change: Global temperature. Climate.gov (May 29). <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
- Oladosu, Y. et al. (2019). Drought resistance in rice from conventional to molecular breeding: A review. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 3519. <https://doi.org/10.3390/ijms20143519>
- Ray, D. K. et al. (2019). Climate change has likely already affected global food production. *PLoS One* 14, e0217148. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217148>
- Seyfferth, C. et al. (2021). Advances and opportunities in single-cell transcriptomics for plant research. *Annu. Rev. Plant Biol.* 72, 847–866. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-081720-010120>
- Wang, Y., Huan, Q., Li, K. & Qian, W. (2021). Single-cell transcriptome atlas of the leaf and root of rice seedlings. *J. Genet. Genomics* 48, 881–898. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2021.06.001>

การประเมินทรัพยากรพันธุกรรมข้าวที่มีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวอย่างหลากหลาย

Evaluation of Rice Genetic Resources for Multiple Disease and Insect Resistance

กุลชนา ดาร์เวล¹ ธิติมาศ กายาน² พันนิภา ยาใจ² จินตนา ไชยวงศ์³ กนกอร วุฒิวงศ์⁴ ประจักษ์ เหล็งบำรุง⁵ เจริญ ทองระย้า⁵
เกษศิณี พรโสภณ⁶ ดวงมล บุญช่วย⁷ ขนสิริน กลิ่นมณี⁸ คณินิจ ศรีวิสัย⁹ อังคณา กันทาจันทร์⁹ ยุพดี รัตนพันธ์¹⁰ อริษา จิตตติกรกุล¹¹
วันพร เข้มมุข¹²

- ¹ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ตำบลบ้านสร้าง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12150
- ² ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ตำบลแม่คำมี อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ รหัสไปรษณีย์ 54000
- ³ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ตำบลมะขามหลวง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50120
- ⁴ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
- ⁵ ศูนย์วิจัยข้าวราชบุรี ตำบลอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 70000
- ⁶ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000
- ⁷ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ตำบลเขาท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท รหัสไปรษณีย์ 17000
- ⁸ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง รหัสไปรษณีย์ 93000
- ⁹ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000
- ¹⁰ ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี ตำบลเมืองเพีย อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41000
- ¹¹ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ตำบลหนองขอน อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ 34000
- ¹² กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10900

บทคัดย่อ

ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศชช.) ก่อตั้งขึ้นเพื่อเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์กรรมข้าวทั้งพันธุ์ข้าวปลูก ข้าวพื้นเมืองและข้าวป่าหายากของประเทศไทย ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะสนับสนุนเป็นแหล่งพันธุกรรมให้นักปรับปรุงพันธุ์ การประเมินเชื้อพันธุ์กรรมข้าวจึงมีความจำเป็นเพื่อนำความหลากหลายทางพันธุกรรมไปใช้ โดยงานวิจัยนี้ได้รวบรวมผลการประเมินความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญ แมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ โดยใช้วิธีการประเมินตามมาตรฐานของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI, 2014) จากตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ จำนวน 350 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ดำเนินการในปี 2565-2567 พบว่ามีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคข้าวและแมลงศัตรูข้าวอย่างหลากหลาย จำนวน 39 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เช่น พันธุ์แหลมทอง (G.S.No.6672) ต้านทานต่อโรคไหม้ใน 5 แหล่งทดสอบได้แก่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก แพร่ ปทุมธานี ราชบุรี อุบลราชธานี ต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง ต้านทานต่อโรคใบหงิก พันธุ์เชียงแสน (G.S.No.6594) ต้านทานต่อโรคไหม้ใน 3 แหล่งทดสอบได้แก่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก แพร่ และอุบลราชธานี ต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง โรคใบหงิก หนอนกอ พันธุ์ KALAJOHA (G.S.No.4807) ต้านทานต่อโรคไหม้ใน 3 แหล่งทดสอบ ได้แก่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก แพร่ ราชบุรี และอุบลราชธานี มีความต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง โรคใบหงิก หนอนกอ และแมลงบั่ว พันธุ์แม่ (G.S.No.1636) มีความต้านทานทั้งโรคไหม้ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สกลนคร ราชบุรีและชัยนาท และต้านทานหนอนกอ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นต้น นอกจากนี้ พบว่า มีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าว 4 ตัวอย่างมีความต้านทานต่อโรคไหม้ในหลายสถานที่ทดสอบ ได้แก่ พันธุ์จำปาซ้อน (G.S.No.4905) รวงทอง (G.S.No.17925) แม่หม้ายคานหัก (G.S.No.17939) และพันธุ์กาบยาง (G.S.No.3608) ผลการศึกษานี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าวไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ เพื่อการผลิตข้าวที่ยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: เชื้อพันธุ์กรรมข้าว ความต้านทานโรคข้าว ความต้านทานแมลงศัตรู

คำนำ

เชื้อพันธุกรรมข้าวที่อนุรักษ์ไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (ศชช.) ภายในศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย โดยเฉพาะด้านการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ ซึ่งการประเมินคุณค่าพันธุกรรมข้าว เป็นงานสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องดำเนินการกับทรัพยากรเชื้อพันธุกรรมข้าว โดยเฉพาะความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาตัวอย่างเชื้อพันธุกรรมข้าวที่มีพันธุกรรมที่เหมาะสม มีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวอย่างหลากหลาย สำหรับนำไปใช้เป็นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ภายใต้โครงการการประเมินความต้านทานต่อโรคแมลงและความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมของทรัพยากรพันธุกรรมข้าว ด้วยการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากการดำเนินการทดสอบความต้านทานโรคข้าวที่สำคัญ 5 ชนิดและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ 6 ชนิด ในปี 2565-2567 จากตัวอย่าง 350 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดสอบความต้านทานต่อโรคข้าวที่สำคัญ ดำเนินการระหว่างปี 2565-2567 ตามวิธีการของ Jennings *et al.* (1979)

1.1 โรคไหม้ ทำแปลงทดสอบข้าวในระยะกล้าบนที่ดอน (upland short row) ปลูกข้าวพันธุ์ไม่ต้านทานรอบแปลง เพื่อดักเชื้อโรคไหม้ข้าว จากนั้นปลูกข้าวทดสอบด้านในแบบ systematic arrangement พันธุ์ละ 15 กรัม โรยเป็นแถวๆ ละ 50 ซม. ระยะระหว่างแถว 10 ซม. ทุก 2 แถวของข้าวทดสอบปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์ไม่ต้านทาน (ข้าวดอกมะลิ 105) และทุก 10 สายพันธุ์ข้าวทดสอบ ปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์ต้านทาน (หางยี 71) 1 แถว และพันธุ์ไม่ต้านทาน 2 แถว (ข้าวตาแห้ง 17 และข้าวดอก

มะลิ 105) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อกล้าอายุได้ 15 วัน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กก./ไร่ อีกครั้ง รดน้ำวันละ 3-4 ครั้ง เพื่อเพิ่มความชื้นในแปลง ตรวจสอบการทดลองเมื่อข้าวอายุ 30-45 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

1.2 โรคขอบใบแห้ง ปักดำข้าวพันธุ์ทดสอบพันธุ์ละ 2 แถวๆ ละ 11 กอๆ ละ 1 ต้น ระยะปลูก 25 x 33.33 ซม. ทุกๆ 10 สายพันธุ์ทดสอบปลูกคั่นด้วยข้าวพันธุ์ กข 7 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบ และ กข 9 เป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ ปลูกเชื้อแบคทีเรียหลังจากปักดำ 45 วัน โดยวิธีจุ่มกรรไกรในน้ำเชื้อแบคทีเรียที่มีความเข้มข้นประมาณ 10^8 - 10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตัดปลายใบออกประมาณ 1.5 ซม. แถวละ 3 กอๆ ละ 5-10 ใบ ตรวจสอบการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 14 และ 21 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

1.3 โรคใบหงิก ทำการเพาะข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ ในถัวยอลูมิเนียมพันธุ์ละ 35 เมล็ด และข้าวพันธุ์ TN1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ เมื่อข้าวอายุ 7-10 วัน นำข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ มาวางเรียงโดยสุมในกรงเลี้ยงแมลง แล้วปล่อยแมลงที่มีเชื้อไวรัสโรคใบหงิกให้ดูดกินต้นข้าวจำนวน 3 ตัว/ต้น เป็นเวลา 1 วัน ข้าวที่ได้รับการปลูกเชื้อแล้วนำมาปักดำในกระบะไม้ เพื่อรอดูอาการของโรค ตรวจสอบการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 30 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

1.4 โรคเขียวเตี้ย ทำการเพาะข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ ในถัวยอลูมิเนียมพันธุ์ละ 35 เมล็ด และข้าวพันธุ์ TN1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ เมื่อข้าวอายุ 7-10 วัน นำข้าวทดสอบพันธุ์ต่างๆ มาวางเรียงโดยสุมในกรงเลี้ยงแมลง แล้วปล่อยแมลงที่มีเชื้อไวรัสโรคเขียวเตี้ยให้ดูดกินต้นข้าวจำนวน 3 ตัว/ต้น เป็นเวลา 1 วัน ข้าวที่ได้รับการปลูกเชื้อแล้วนำมาปักดำในกระบะไม้ เพื่อรอดูอาการของ

โรคตรวจผลการทดลองหลังจากปลูกเชื้อแล้ว 30 วัน ตามมาตรฐาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

1.5 โรคไหม้คอรวง ทดสอบปฏิกิริยาโรคไหม้คอรวงด้วยวิธี artificial inoculation โดยการเลี้ยงเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ บนอาหาร Rice Polish Agar (RPA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน กระตุ้นการสร้างสปอร์ โดยใช้แท่งแก้วตัวแอล ลูบเส้นใยให้เรียบ ใช้พลาสติกหุ้มอาหารห่อปิดแทนฝาจานอาหาร เจาะรูระบายอากาศ 2 รู วางภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับแสงแบล็คไลท์ ให้แสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 7 วัน ตรวจสอบการเกิดสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และตรวจนับสปอร์ด้วยเครื่องนับสปอร์ (Hemocytometer) ให้ได้ความเข้มข้น 1×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อโดยฉีดยาในข้าวในระยะที่กำลังจะโผล่พ้นรวง ปริมาตร 1 ซีซีต่อรวง ฉีดสายพันธุ์ละ 10 รวง ทำการติดป้าย เพื่อใช้ในการตรวจสอบผล ตรวจผลการเกิดโรคไหม้ หลังการปลูกเชื้อ 14 วัน ประเมินการเกิดโรคตามเกณฑ์ของ Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

2. การทดสอบความต้านทานต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญตามวิธีการของ Jennings *et al.* (1979)

2.1 เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทดสอบแบบ Seedling Bulk Screening โดยปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์ TN1 และ PTB33 เป็นพันธุ์ไม่ต้านทานและต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบ ปลูกข้าวทดสอบในกระบะไม้โดยปลูกเป็นแถว ๆ ละ 20-25 ต้นต่อพันธุ์ เมื่อข้าวมีใบ 2-3 ใบ ปล่อยตัวอ่อนแมลงวัยที่ 2-3 ลงบนต้นข้าวประมาณ 5-8 ตัวต่อต้น ตรวจผลการทดลองเมื่อพันธุ์ TN1 ซึ่งเป็นพันธุ์ไม่ต้านทานแห้งตายหมด โดยพิจารณาอาการของต้นข้าวตามมาตรฐานการประเมิน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

2.2 เพลี้ยกระโดดหลังขาว ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพิ่มพันธุ์ RD31 และ

SPR1 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบกับศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

2.3 เพลี้ยจักจั่นสีเขียว ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพิ่มพันธุ์ CNT1 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบกับศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร

2.4 เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก ดำเนินการเช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่เพิ่มพันธุ์ PTB33 เป็นพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบกับศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร

2.5 แมลงบั่ว ทดสอบแบบ Seedling Bulk Screening เตรียมดินปลูกใส่กระบะปลูกข้าว ทำแผนผังการปลูก สุ่มและจัดลำดับการปลูกตามแผนผัง กระบะขนาด 50 x 60 x 7 ซม. แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 15 แถว แต่ละแถวยาว 8 ซม. ระยะระหว่างแถว 3 ซม. ทุกกลุ่มของพันธุ์ทดสอบจะมีพันธุ์ต้านทานมาตรฐานเปรียบเทียบได้แก่ เหมยนอง 62 เอ็ม และพันธุ์อ่อนแอมาตรฐานเปรียบเทียบ ได้แก่ RD1 RD4 RD6 และ KDML105 โดยการปลูกสลับทุกพันธุ์ ทดสอบ 5 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกข้าวโดยใช้ข้าวที่เริ่มงอก 1 วัน แถวละประมาณ 25-30 ต้น แล้วครอบด้วยกรงตาข่ายถี่ให้ข้าวได้รับแสงแดดเพียงพอ ถอนต้นข้าวที่เหลือแถวละ 25 ต้น ย้ายกระบะเข้าไปในกรงฟักไข่ในที่ร่ม พ่นละอองน้ำให้ชุ่ม แล้วปล่อยแมลงบั่วในอัตราเฉลี่ยตัวเมีย 30 ตัว ตัวผู้ 15 ตัว ต่อ 1 กระบะ อยู่ในกรงฟักไข่ประมาณ 3-5 วัน แล้วย้ายออกกลางแจ้ง จนต้นข้าวเกิดหลอดบั่ว รอให้แมลงบั่วออกจากหลอดแล้วประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของหลอดที่เกิดขึ้นทั้งหมด จึงตรวจนับการทำลายที่เกิดขึ้น ตามมาตรฐานการประเมินความต้านทาน Standard Evaluation System for Rice (IRRI, 1996)

2.6 หนอนกอ ปลูกข้าวแบบ systematic arrangement 3 ซ้ำ โดยมีข้าวพันธุ์ IR8 และพันธุ์ TKM6 เป็นพันธุ์ไม่ต้านทานและต้านทานมาตรฐานตามลำดับ ปลูกข้าวทดสอบในแปลงทดลองโดยวิธีปักดำ ระยะปักดำ 25 x 25 ซม. แถวละ 20 กอ ๆ ละ 1 ต้น สายพันธุ์ละ 1 แถว ทุกๆ 10 แถวของพันธุ์ทดสอบ ปลูกคันด้วยพันธุ์ไม่ต้านทานและต้านทานมาตรฐาน ตรวจผลการทดลองในระยะข้าวแตกกอ

ตั้งห้อง และออกรวง ตามมาตรฐานการประเมินความ
ต้านทานของสถาบันวิจัยข้าระหว่างประเทศ (Standard
Evaluation System for Rice, 1996)

ผลการทดลอง

การประเมินความต้านทานอย่างหลากหลายของเชื้อ พันธุกรรมข้าวต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว

ตัวอย่างเชื้อพันธุกรรมข้าวในปี 2565-2567 จำนวน 350
ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เมื่อทดสอบแล้วพบว่ามีความต้านทานอย่างหลากหลายจำนวน 39 ตัวอย่าง (Table
1) ต้านทานต่อโรคไหม้ใน 5 แหล่งทดสอบ โรคไหม้คอรวง
โรคใบหงิก พันธุ์เชียงแสน (G.S.No.6594) ต้านทานต่อโรค
ไหม้ใน 3 แหล่งทดสอบ โรคไหม้คอรวง โรคใบหงิก หนอน
กอ พันธุ์ KALAJOHA (G.S.No.4807) ต้านทานต่อโรคไหม้
ใน 3 แหล่งทดสอบ ต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง โรคใบหงิก
หนอนกอ และแมลงบั่ว พันธุ์แม่ (G.S.No.1636) ต้านทาน
โรคไหม้ใน 5 แหล่งทดสอบ ต้านทานหนอนกอ เพลี้ย
กระโดดสีน้ำตาล นอกจากนี้ พบมีตัวอย่างเชื้อพันธุ์ข้าว 4
ตัวอย่างมีความต้านทานต่อโรคไหม้ในหลายสถานที่ทดสอบ
ได้แก่ พันธุ์จำปาซ้อน (G.S.No.4905) รวงทอง
(G.S.No.17925) แม่หม้ายคานหัก (G.S.No.17939) และ
พันธุ์กบยาง (G.S.No.3608) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์
ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบเชื้อพันธุกรรมข้าวมีความ
ต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าวในหลายแหล่งทดสอบ
แตกต่างกัน ตามประชากรของเชื้อโรคและแมลงศัตรูข้าวใน
แต่ละพื้นที่ ดังนั้นการคัดเลือกทรัพยากรพันธุกรรมข้าวเพื่อ
ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ จำเป็นต้อง
เลือกตัวอย่างเชื้อพันธุ์ที่มีความเหมาะสม หรือพันธุ์ที่มีความ
ต้านทานอย่างหลากหลาย เพื่อให้สามารถครอบคลุม
ประชากรของเชื้อโรคหรือแมลงศัตรูข้าวให้ได้มากที่สุด
อย่างไรก็ตามในอนาคตควรมีการนำเทคโนโลยีด้านอนุพันธุ

ศาสตร์มาใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อให้ความถูกต้องและ
แม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- IRRI. 2014. Standard Evaluation System for Rice.
5th ed., International Rice Research Institute,
P.O. Box 933, Manila, The Philippines. 56 p.
Jennings, P.R., W.R. Coffman, and H.E. Kauffman.
1979. Rice Improvement. International Rice
Research Institute. Los Baños, Laguna,
Philippines. 186

Table 1 The 39 rice accessions show multiple resistance to major disease and insect

No	G.S. No.	Accession	Rice blast resistance							Disease resistance				Insect resistance					
			RBR	PTT	CNT	PSL	PRE	SKN	UBN	BB	GSV	RRSV	NB	BPH	WBPH	GLHP	ZLHP	GM	RSB
1	208	GOW RUANG 21-1-3			+					+		+							
2	216	SITAH	+		+			+											
3	243	KHAO' LEB				+						+							+
4	539	GOO MEUANG										+					+		
5	617	MAN PED 32-12-17	+		+							+						+	
6	669	BUN NAHK 16-1-21			+	+						+							
7	683	PAH DAENG 49-4-122	+		+	+		+											
8	820	PAYAH CHOM 280			+	+						+							
9	834	NAM DAWK MAI 216			+	+		+											
10	922	FI 6239	+			+		+											
11	1019	LON YUNG 80-1-73						+				+							
12	1098	LEUANG AWN 109-3-54				+		+											
13	1164	NAM DAWK MAI 595			+			+	+			+							
14	1327	BAI LAWB 5-5	+			+		+	+								+		
15	1408	DAW POOTAN	+	+	+	+													
16	1425	NAHNG NUAN				+		+	+			+							+
17	1471	WI	+			+						+							
18	1636	PAN PAE	+		+	+		+						+					+
19	2176	IR 1093-104-2-3				+								+					
20	2200	IR 790-80-4-1			+									+					
21	2521	KHAO YAI POW			+	+		+											
22	3391	KHAO GAW DIAW	+		+			+											+
23	3483	NAM KAHNG			+				+			+		+					+
24	3488	NIAW TAH POOM			+	+		+	+										
25	3561	WANG GRADAHD			+	+		+	+										
26	3608	GAHB YAHNG	+	+	+	+		+											
27	3767	LEUANG RAHAENG			+	+		+				+							
28	4807	KALAJOHA	+			+	+		+			+	+				+	+	
29	4925	JAMPAH SAWN	+	+	+	+		+	+										
30	6429	LEUANG SUNG		+	+	+		+				+							+
31	6594	CHIANG SAEN				+	+		+	+		+	+				+	+	
32	6672	LAEM TAWNG	+	+		+	+		+			+	+						
33	10373	NAHNG AEK								+		+					+	+	
34	10720	PRADOO DAENG	+		+	+		+				+							
35	17925	RUANG TAWNG	+	+	+	+		+	+										
36	17939	MAE MAI CAHN HAK	+	+	+	+		+	+										
37	20063	BATHKIRIEL			+	+			+			+							+
38	21006	KHAO MALI			+							+		+					+
39	24534	RD 29 (CNT 80)							+				+					+	

Note: + = Resistance

Rice disease and insect:

BB = Bacterial Blight disease, GSV = Grassy stunt virus disease, RRSV = Rice ragged stunt virus disease,
BL = Blast disease, NB = Neck blast disease, BPH = Brown planthopper,
WBPH = White-backed planthopper, GLHP = Green leafhopper, ZLHP = Zigzag leafhopper,
GM = Gall midge, RSB = Rice stem borer

Location:

RBR = Ratchaburi Rice Research Center
PTT = Pathum Thani Rice Research Center,
CNT = Chainat Rice Research Center
PSL = Phitsanulok Rice Research Center,
PRE = Phrae Rice Research Center
SKN = Sakon Nakhon Rice Research Center
UBN = Ubon Ratchathani Rice Research Center

ภาคบรรยาย
กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร

การเสวนาวิชาการเรื่อง “จะรอดได้อย่างไร ในราคาข้าว 5,000 บาท”

“How to Survive When Rice Prices Fall to 5,000 Baht per Ton: A Technical Symposium”

นิทัศน์ เจริญธรรมรักษา¹, สุภชัย ปิติภูมิ², เกรียงศักดิ์ ตาปนานนท์³ และประยูร แต่งทรัพย์⁴

¹ ศูนย์เรียนรู้วิถีชีวิตและจิตวิญญาณชาวนาไทย-นาเฮียใช้

² ผู้ก่อตั้งเฟซบุ๊กเพจ ชาวนาวันหยุด

³ สมาคมโรงสีข้าวไทย และสมาคมชาวนาและเกษตรกรไทย

⁴ กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์สามัคคีพันธุ์ข้าว จ.นครสวรรค์

บทคัดย่อ

เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ราคาข้าวที่ปรับตัวลดลงสู่ระดับ 5,000 บาทต่อตัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อรายได้ชาวนาในวงกว้าง ทั้งในด้านต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ความผันผวนทางเศรษฐกิจและสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนข้อจำกัดด้านตลาด การเสวนาครั้งนี้มุ่งสำรวจวิธีคิดและแนวทางปรับตัวของชาวนา รวมถึงบทบาทของหน่วยงานรัฐ ภาคเอกชน นักวิชาการ และสถาบันการเงิน ในการประคับประคองระบบการผลิตข้าวให้สามารถแข่งขันและยืนหยัดได้ในสถานการณ์ท้าทายเช่นนี้ เนื้อหาการเสวนาครอบคลุม 4 มิติหลัก ได้แก่

1. การลดต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และการเลือกใช้พันธุ์ข้าว
2. การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าว การนำผลงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าว การจัดการแปลง และนวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยว มาใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าต่อไร่ ผลผลิตสูงและสอดคล้องกับความต้องการตลาด
3. การตลาดรูปแบบใหม่และการสร้างมูลค่าเพิ่ม การรวมกลุ่มเป็นสหกรณ์การตลาด การแปรรูปข้าว การสร้างแบรนด์ชุมชน การเข้าสู่ตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche market) รวมถึงการใช้ช่องทางออนไลน์เป็นเครื่องมือเพิ่มอำนาจต่อรอง
4. มาตรการเชิงนโยบายและระบบสนับสนุน ไม่ว่าจะเป็นกลไกประกันรายได้ การบริหารจัดการสต็อกข้าว การพัฒนาระบบข้อมูล (Data-driven agriculture) การส่งเสริมงานวิจัยและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชาวนาอย่างเป็นระบบ รวมถึงความร่วมมือระหว่างรัฐและเอกชนเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันให้ภาคการผลิตข้าวในระยะยาว

ผลการอภิปรายชี้ให้เห็นว่า แม้ราคาข้าวในระดับ 5,000 บาทจะเป็นความท้าทายอย่างยิ่ง แต่ชาวนายังสามารถ “อยู่รอดและเดินหน้า” ได้ หากมีการปรับตัวด้านเทคโนโลยี การจัดการต้นทุน การรวมกลุ่ม และการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกต้อง ขณะเดียวกันภาครัฐจำเป็นต้องวางนโยบายเชิงระบบที่เน้นการแข่งขัน ความยั่งยืน และการสร้างโอกาสทางตลาดใหม่ ตลอดจนสนับสนุนให้ชาวนาก้าวสู่การผลิตรูปแบบประณีตและใช้ข้อมูลเป็นฐานมากขึ้น

การเสวนาครั้งนี้ไม่ใช่เพียงการชี้ปัญหา แต่เป็นเวทีร่วมกันค้นหาทางออกที่ใช้ได้จริงในระดับแปลงนา เพื่อให้การผลิตข้าวไทยสามารถปรับตัวทันต่อสภาพเศรษฐกิจโลก และสร้างความมั่นคงทางอาชีพให้กับชาวนาไทยในอนาคต แม้เผชิญราคาข้าวต่ำเพียง 5,000 บาทก็ตาม

คำสำคัญ: ชาวนา, การปรับตัว, การรวมกลุ่ม

ภาคบรรยาย

กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว

จากอวกาศสู่จานข้าว: การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าว

From Space to Spoon: Harnessing Satellite Technology to Transform Rice Yield Forecasting

นายปรกรณ์ เพ็ชรประยูร^{1*}

¹ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

บทคัดย่อ

“ข้าว” ไม่เพียงเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของไทย แต่ยังเป็นรากฐานของความมั่นคงด้านอาหาร วัฒนธรรม และรายได้ของเกษตรกรนับล้านคน อย่างไรก็ตาม การแข่งขันทางการค้าของข้าวไทยกำลังเผชิญความท้าทายทั้งจากต้นทุนการผลิตสูง ราคาผันผวน และสภาพอากาศที่ไม่แน่นอนในแต่ละฤดูกาลเพาะปลูก ปัจจัยเหล่านี้ทำให้การคาดการณ์ปริมาณผลผลิตที่จะเก็บเกี่ยวได้มีความแปรผันสูง ส่งผลต่อการวางแผนด้านการตลาดและย้อนกลับมากระทบต่อรายได้ของเกษตรกร เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน ประเทศไทยจำเป็นต้องมีข้อมูลที่แม่นยำ ทันท่วงที และเชื่อมโยงในเชิงพื้นที่ได้ เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจเชิงนโยบาย การพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถคาดการณ์ผลผลิตล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำ จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อระบบการบริหารจัดการข้าวของประเทศ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้พัฒนาโครงการ “ระบบ RiceDeSS เพื่อการบริหารจัดการการผลิตข้าว” ซึ่งเป็นระบบบูรณาการข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อสร้างดัชนีจากดาวเทียมและแบบจำลองสำหรับติดตามการเจริญเติบโตของข้าว และประเมินผลผลิตข้าวใน 4 ภูมิภาคของประเทศไทย ครอบคลุมสายพันธุ์สำคัญ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว และข้าวพื้นเมือง ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แบบจำลองสามารถประเมินผลผลิตได้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง ตั้งแต่ระดับแปลงเพาะปลูกจนถึงระดับประเทศ อย่างไรก็ตาม คุณภาพของข้อมูลภาคสนาม เช่น พื้นที่เพาะปลูก สายพันธุ์ ผลผลิตจริง และสภาพพื้นที่ ยังคงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการทำนาย ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาใช้สำหรับการสอบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลอง ดังนั้น ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อเนื่อง รวมถึงต้องอาศัยความร่วมมือจากเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมกับสายพันธุ์ วิธีการเพาะปลูก และศักยภาพของแต่ละพื้นที่ และสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการผลิต การจัดการทรัพยากร และการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ข้อมูลเชิงพื้นที่จาก RiceDeSS ยังสามารถสนับสนุนการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในระบบนาข้าว ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการขับเคลื่อนเกษตรกรรมคาร์บอนต่ำ โดยเชื่อมโยงกับแพลตฟอร์ม Dragonfly ของ สทอภ. เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพคาร์บอนเชิงพื้นที่ และสนับสนุนการพัฒนาแบบจำลองคาร์บอนเครดิต ซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรควบคู่ไปกับความยั่งยืนของการผลิตข้าวไทย

คำสำคัญ: ข้าวไทย, ข้อมูลจากดาวเทียม, เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, ผลผลิตข้าว

ระบบการปลูกข้าวแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง: นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน

Eco-Friendly Rice Farming under Climate Change: Sustainable Innovations

สมหมาย เลิศนา¹

¹กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว

บทคัดย่อ

ระบบการปลูกข้าวแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายด้านความมั่นคงทางอาหารและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อนำเสนอและประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมและแนวทางการปรับตัวของเกษตรกรในการทำนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเน้นระบบการผลิตข้าวที่ลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติและผลกระทบเชิงลบต่อระบบนิเวศ ในขณะเดียวกันก็เพิ่มผลผลิตและส่งเสริมความยั่งยืนของระบบนิเวศในระยะยาว ประกอบไปด้วย 1) การปรับตัวในการใช้พันธุ์ข้าวให้ทนต่อสภาพแล้ง น้ำท่วม อากาศร้อน หนาว ดินเค็ม โรคแมลง 2) การใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) เพื่อการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด 3) ระบบการทำนาแบบเข้มข้น (System of Rice Intensification - SRI) ลดการใช้น้ำและเมล็ดพันธุ์ 4) การจัดการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ลดการพึ่งพาสารเคมีสังเคราะห์ 5) การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying - AWD) ประหยัดน้ำและลดการปล่อยก๊าซมีเทน และ 6) ระบบการปลูกข้าวที่รู้เท่าทันสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture; CSA) 7) การจัดการของเสียอย่างยั่งยืน การจัดการตอซัง ฟางข้าว และแกลบ

การนำนวัตกรรมเหล่านี้มาใช้ร่วมกันสามารถให้ผลลัพธ์ที่เป็นบวกในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 1) การประหยัดทรัพยากร: สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 15-30% และลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้อย่างมีนัยสำคัญ 2) สิ่งแวดล้อม ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่นาข้าว และเสริมสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ 3) เศรษฐกิจและความยั่งยืน ในหลายกรณีสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ได้ (แม้จะใช้ปัจจัยการผลิตน้อยลง) และลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว ซึ่งส่งผลดีต่อรายได้ของเกษตรกร

ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ยากต่อการพยากรณ์ เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการทำนาเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในบางพื้นที่ แต่ การปรับเปลี่ยนต้องใช้ระยะเวลา และองค์ความรู้ใหม่ๆ ระบบการปลูกข้าวแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ได้เป็นเพียงทางเลือก แต่เป็นความจำเป็นในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน การขยายผลนวัตกรรมเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง โดยได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายและการถ่ายทอดองค์ความรู้ จะเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างความมั่นคงทางอาหารที่เป็นมิตรต่อโลกของเรา

คำสำคัญ: ระบบการปลูกข้าวแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การทำนาอย่างยั่งยืน, เกษตรแม่นยำ, การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ศัตรูข้าวในสภาวะโลกรวนและการบริหารจัดการโดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลของกรมการข้าว

Rice Pest in Climate Change Situation and Management using Digital Technology

of Rice Department

วันพร เชื้อมุกด์^{1*}

¹ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

บทคัดย่อ

สภาวะโลกรวนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวอย่างมาก เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเร่งการพัฒนา การสืบพันธุ์ และทำให้การระบาดของศัตรูข้าวหลายชนิดมีความรุนแรงมากขึ้น เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนกอ หนอนห่อใบข้าว โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเมล็ดด่าง เป็นต้น นอกจากนี้รูปแบบปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนไปทั้งภัยแล้งและน้ำท่วม ทำให้ความต้านทานของต้นข้าวลดลงและกระทบต่อความสมดุลของศัตรูธรรมชาติ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นยังอาจเปลี่ยนพฤติกรรมการกินและความสัมพันธ์ระหว่างศัตรูพืชกับต้นข้าว ความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้การจัดการศัตรูพืชแบบดั้งเดิมมีประสิทธิภาพลดลง จึงจำเป็นต้องพัฒนาแนวทางบูรณาการ เช่น พันธุ์ข้าวทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ การจัดการศัตรูพืชแบบนิเวศ การเฝ้าระวังที่แม่นยำ และการใช้แบบจำลองคาดการณ์ เพื่อรองรับความเสี่ยงและรักษาผลผลิตข้าวให้ยั่งยืนในอนาคต ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทกับภาคการเกษตรมากขึ้น ทำให้การจัดการศัตรูข้าวพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว กรมการข้าวได้มีการศึกษาและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เข้ามาสนับสนุนภารกิจงานด้านอารักขาข้าวหลายด้าน เช่น การเฝ้าระวังการเกิดโรคไหม้โดยใช้เครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ (Data logger) ที่สามารถประเมินความเสี่ยงสภาพอากาศที่เหมาะสมในการเกิดโรคไหม้ได้ การใช้ Smart Airborne Net Trap (SANT) เพื่อเฝ้าระวังการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การใช้โดรนเพื่อการสำรวจการระบาดของศัตรูข้าว การวินิจฉัยศัตรูข้าวด้วยภาพถ่ายดิจิทัล (Digital Imaging) ทั้งยังมีการพัฒนาแอปพลิเคชันทางการเกษตรชื่อว่า “ALLRice” เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการผลิตข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคาดหวังให้เกษตรกรสามารถจัดการศัตรูข้าวได้อย่างรวดเร็ว ลดการสูญเสีย ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวอย่างยั่งยืนในยุคเกษตรกรรมดิจิทัล

คำสำคัญ: โรคไหม้ข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สภาวะโลกรวน เทคโนโลยีดิจิทัล

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและ AI เพื่อการบริหารจัดการโรคและแมลงอย่างยั่งยืน

Applications of Digital Technology and AI for Sustainable Pest and Disease Management

ธีระ ภัทรพรนนท์^{1*}

¹ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการโรคและแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน ถือเป็นปัจจัยท้าทายที่มีความสำคัญยิ่งยวดต่อการผลิตข้าวของประเทศไทยในยุควิกฤตสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ อาทิ บอทวินิจฉัยโรคข้าวจากภาพถ่าย, เทคนิคการใช้ AI ตรวจสอบความผิดปกติของพืช, การประเมินความเสี่ยงการเกิดโรคด้วยระบบแนะนำพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในพื้นที่และฤดูกาล, ศักยภาพของ Large Language Models (LLMs) ต่อการยกระดับองค์ความรู้และพฤติกรรมการเข้าถึงข้อมูลและการให้คำปรึกษา สำหรับอนาคตของงานอารักขาพืชอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: โรคและแมลงศัตรูพืช, ปัญญาประดิษฐ์, เทคโนโลยีดิจิทัล, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Pathumma LLM: "Generative AI ไทยทำ" สู่มือชาวนาไทย ได้อย่างไร

Pathumma LLM: How Thai-Made Generative AI Reaches Thai Farmers

ศราวุธ คงยัง^{1*}

¹ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

บทคัดย่อ

ท่ามกลางวิกฤตสภาพภูมิอากาศและความผันผวนของสถานการณ์โรคและแมลงศัตรูพืช การเข้าถึงองค์ความรู้ที่ถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ ถือเป็นปัจจัยชี้ขาดความอยู่รอดของชาวนาไทย เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สร้างสรรค์ (Generative AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการปฏิวัติรูปแบบการเข้าถึงข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถือกำเนิดของ "Pathumma LLM" (ปทุมมา) โมเดลภาษาขนาดใหญ่ที่พัฒนาโดยคนไทย เพื่อคนไทย ซึ่งเป็นนวัตกรรมสำคัญที่จะช่วยทลายกำแพงด้านภาษาและความซับซ้อนทางเทคโนโลยี การบรรยายนี้จะนำเสนอศักยภาพของ Pathumma LLM ในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจอัจฉริยะ ที่ถูกฝึกฝนด้วยคลังข้อมูลองค์ความรู้เรื่องข้าวและศัตรูพืชในบริบทของประเทศไทยโดยเฉพาะ ทำให้สามารถทำหน้าที่เสมือน "ผู้ช่วยนักวิจัย" หรือ "นักส่งเสริมการเกษตรส่วนตัว" ที่พร้อมให้คำปรึกษาตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่การวินิจฉัยอาการผิดปกติของต้นข้าวร่วมกับระบบ Image Recognition, การแนะนำพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่, ไปจนถึงการพยากรณ์และแจ้งเตือนความเสี่ยงศัตรูพืช

นอกจากนี้ จะมีการอภิปรายถึงแนวทางการนำเทคโนโลยีนี้ลงสู่การปฏิบัติจริง (Deployment) ผ่านแพลตฟอร์มที่เกษตรกรคุ้นเคย เพื่อลดช่องว่างทางดิจิทัล (Digital Divide) การประยุกต์ใช้ Pathumma LLM จึงไม่ใช่เพียงแค่การใช้เครื่องมือไฮเทค แต่เป็นการยกระดับขีดความสามารถของชาวนาไทยสู่การบริหารจัดการแปลงอย่างแม่นยำและยั่งยืน ภายใต้แนวคิด "AI ไทยทำ เพื่อเกษตรกรไทย"

คำสำคัญ: Pathumma LLM, ปัญญาประดิษฐ์สร้างสรรค์, เกษตรอัจฉริยะ, การบริหารจัดการศัตรูพืช, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จริงในอุตสาหกรรมเกษตรไทย

Practical Applications of Artificial Intelligence Technology in Thailand's Agricultural Industry

ภูวนทร์ คงสวัสดิ์¹,

¹ บริษัท อีซีไรซ์ ดิจิทัล เทคโนโลยี จำกัด

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในอุตสาหกรรมเกษตรไทยได้พัฒนาไปสู่การใช้งานจริงในภาคธุรกิจอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะระบบปัญญาประดิษฐ์ของบริษัท อีซีไรซ์ ดิจิทัล เทคโนโลยี จำกัด (EASYRICE) ที่ปัจจุบันมีผู้ใช้งานจริงมากกว่า 500 โรงงานและหน่วยงานในห่วงโซ่อุตสาหกรรมข้าวไทย ครอบคลุมศูนย์เมล็ดพันธุ์ โรงสี ผู้ประกอบการแปรรูปและผู้ส่งออก ระบบดังกล่าวใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์และการเรียนรู้ของเครื่องในการตรวจสอบสายพันธุ์และคุณภาพเมล็ดข้าว ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการระบุความบริสุทธิ์ ลดความคลาดเคลื่อนจากการประเมินด้วยสายตา และลดปัญหาการปลอมปนข้าวมูลค่าสูง การใช้งานในภาคสนามสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์เชิงประจักษ์ ทั้งด้านการลดเวลาและต้นทุนการตรวจสอบ เพิ่มความโปร่งใสในการซื้อขาย และสร้างฐานข้อมูลมาตรฐานเพื่อสนับสนุนนโยบายภาครัฐและการพัฒนาตลาดข้าวคุณภาพสูงในระยะยาว กรณีศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ของอีซีไรซ์ในวงกว้าง ไม่เพียงเป็นนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังเป็นโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถการแข่งขันของอุตสาหกรรมเกษตรไทยในตลาดโลกอีกด้วย

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมเกษตรไทย, คอมพิวเตอร์วิทัศน์, การเรียนรู้ของเครื่อง

การประเมินการดูดซึมไนโตรเจนและการแนะนำการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ของข้าว โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม

Sentinel-2: กรณีศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี

Nitrogen Uptake Estimation and Second Nitrogen Application Recommendation for Rice Using Sentinel-2 Imagery: A Case Study in Suphan Buri Province.

พอฤทัย เทียนไทย^{1*}, นันทิกร กิจรัตน์ภร¹, สุกิจ สกาวแสง¹, ภาณุ เนื่องจำนงค์¹

¹ Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)

บทคัดย่อ

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอย่างแม่นยำเป็นหัวใจสำคัญของการเพิ่มผลผลิตข้าวและลดต้นทุนในระบบเกษตรกรรมไทย แต่การประเมินสถานะไนโตรเจนที่แท้จริงในแปลงนามักต้องอาศัยการเก็บตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งใช้ทั้งเวลา ค่าใช้จ่าย และแรงงาน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เป็นเครื่องมือประเมินไนโตรเจนในต้นข้าวแบบไม่ทำลาย (non-destructive assessment) เพื่อสนับสนุนการแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 ในข้าวพันธุ์ กข 85 ภายใต้สภาพพื้นที่จริงในจังหวัดสุพรรณบุรี การเก็บข้อมูลภาคสนามดำเนินการในช่วงระยะตั้งท้องจำนวน 72 จุดตัวอย่าง และนำข้อมูลไนโตรเจนจากห้องปฏิบัติการมาเชื่อมโยงกับดัชนีพืชพรรณจาก Sentinel-2 ผ่านการวิเคราะห์เชิงสถิติและการเรียนรู้ของเครื่อง ผลการทดลองชี้ว่า ดัชนี MCARI เป็นตัวบ่งชี้สถานะไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยให้ค่าความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก ($R^2 = 0.870$, $r = 0.933$) และสามารถนำไปใช้สร้างแบบจำลองทำนายการดูดซึมไนโตรเจนในระดับแปลงนาได้อย่างแม่นยำ แบบจำลองดังกล่าวถูกนำไปสร้างแผนที่การกระจายไนโตรเจนเชิงพื้นที่ ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความต้องการปุ๋ยของแต่ละพื้นที่ได้อย่างเฉพาะเจาะจง พบว่าปริมาณปุ๋ยที่ควรใส่ครั้งที่ 2 แตกต่างกันระหว่างแปลง เช่น แปลงที่มีไนโตรเจนต่ำจำเป็นต้องเติมปุ๋ยมากขึ้น ในขณะที่แปลงที่มีไนโตรเจนสูงสามารถลดปริมาณปุ๋ยลงได้โดยไม่กระทบผลผลิต ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ Sentinel-2 ร่วมกับแบบจำลองเชิงสถิติสามารถยกระดับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนจากแบบ “ใส่เท่ากันทั้งแปลง” ไปสู่การจัดการแบบ “เฉพาะพื้นที่ (site-specific)” ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่เพียงช่วยลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น แต่ยังเป็นแนวทางสำคัญของเกษตรแม่นยำเพื่อความยั่งยืนของการผลิตข้าวไทยในอนาคต

คำสำคัญ: ดัชนีพืชพรรณ, การดูดซึมไนโตรเจน, เกษตรแม่นยำ

คำนำ

การปลูกข้าวเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย โดยมีจังหวัดสุพรรณบุรีเป็นหนึ่งในพื้นที่หลักของการผลิต เนื่องจากความพร้อมของระบบชลประทานและสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกข้าวคุณภาพสูงตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตาม การเพิ่มผลผลิตอย่างยั่งยืนภายใต้ข้อจำกัดด้านต้นทุนและการดูแลสิ่งแวดล้อมยังคงเป็นความท้าทาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการธาตุไนโตรเจน (Nitrogen) ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดหลักในการเจริญเติบโตของข้าว [1], [2]

การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้เกิดประโยชน์สูงสุด จำเป็นต้องอาศัยการจัดการที่แม่นยำ โดยเฉพาะในช่วงการใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 2 (Top Dressing) ซึ่งเป็นระยะสำคัญของการสร้างองค์ประกอบผลผลิต (Yield Components) เช่น จำนวนรวงและน้ำหนักเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้วิธีใส่ปุ๋ยในอัตราคงที่ทั่วทั้งแปลง โดยอาศัยประสบการณ์หรือคำแนะนำทั่วไป ซึ่งไม่ได้คำนึงถึง สถานะไนโตรเจนของต้นข้าว (Current Nitrogen Status) ที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณของแปลงปลูก ความแตกต่างนี้เกิดจากคุณสมบัติดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และการสูญเสียไนโตรเจนจากกระบวนการทาง

กายภาพและเคมีในนา การขาดข้อมูลการประเมินสถานะไนโตรเจนที่แท้จริงส่งผลให้เกิดการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น การใส่ปุ๋ยมากเกินไปในพื้นที่ที่สมบูรณ์ และการขาดปุ๋ยในพื้นที่ที่ต้นข้าวขาดธาตุ ส่งผลให้สิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตและลดประสิทธิภาพของผลผลิตโดยรวม

เพื่อตอบโจทย์แนวคิดของ เกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ซึ่งมุ่งเน้นการใส่ปุ๋ยให้ “ถูกที่ ถูกเวลา และถูกปริมาณ” การจัดการไนโตรเจนในนาข้าวจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถประเมินสถานะไนโตรเจนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยไม่ทำลายต้นพืช ปัจจุบันเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) โดยเฉพาะข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 มีบทบาทสำคัญในการติดตามการเจริญเติบโตและสถานะไนโตรเจนของพืชผ่านการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) เช่น NDVI, NDRE, MCARI และ LAI ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบข้าว การประยุกต์ใช้ข้อมูลดังกล่าวร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่ช่วยให้สามารถประเมินและแนะนำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนได้อย่างแม่นยำในระดับแปลง ทั้งนี้ การใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการประเมินสถานะไนโตรเจนก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่สองจึงมีศักยภาพสูงในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการจัดการปุ๋ยอย่างยั่งยืน

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแนวทางการประเมินสถานะไนโตรเจนของต้นข้าวในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี โดยอาศัยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับการตัดสินใจ (Spatial Decision-Support Model) ที่สามารถประมาณและแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ การดำเนินการดังกล่าวคาดว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุนการผลิต ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมการผลิตข้าวอย่างยั่งยืนในพื้นที่ชลประทานภาคกลางของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา

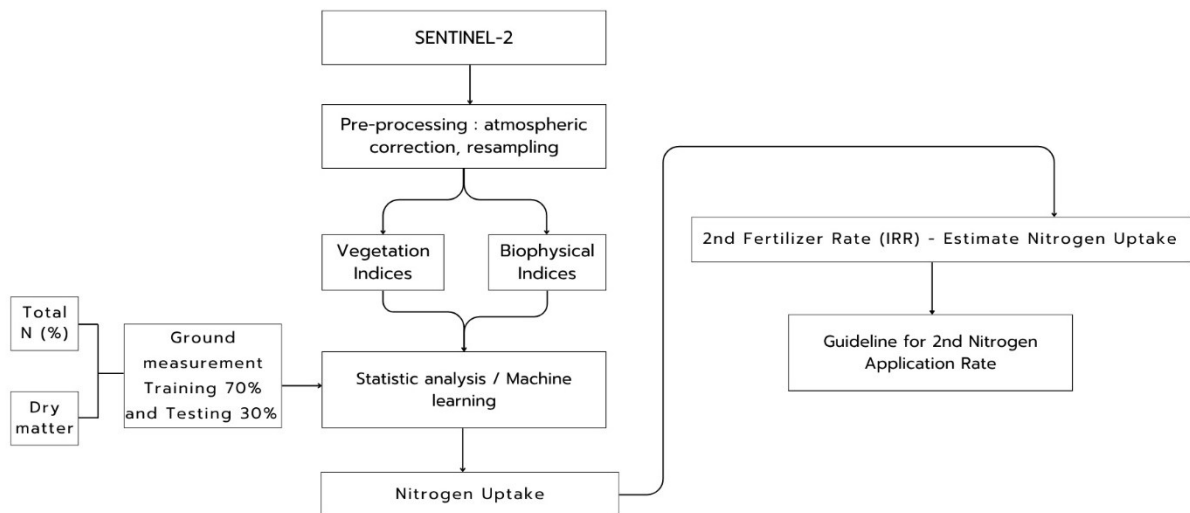
การศึกษานี้ดำเนินการในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย (ระหว่างละติจูด 14°4′–15°5′ เหนือ และลองจิจูด 99°17′–100°16′ ตะวันออก) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5,358 ตารางกิโลเมตร [3] มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเขตร้อน (Tropical Humid

Climate) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีประมาณ 28.4 °C และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 900–1,200 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นแหล่งผลิตข้าวสำคัญของประเทศ เนื่องจากมีระบบชลประทานสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการปลูกข้าวตลอดทั้งปี โดยใช้พันธุ์ ข้าว กข 85 ซึ่งมีผลผลิตสูงและทนทานต่อโรค การปลูกใช้ระบบนาดำเพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตสม่ำเสมอและลดการแข่งขันระหว่างต้น

วิธีการวิจัย

ลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแสดงในภาพที่ 1 โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลภาคสนามและนำตัวอย่างใบ-ลำต้นไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าไนโตรเจนทั้งหมดและน้ำหนักราก จากนั้นดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่มีช่วงเวลาใกล้เคียงกับวันเก็บตัวอย่าง และดำเนินการปรับแก้คุณภาพภาพ เช่น การแก้ไขผลกระทบในบรรยากาศและการปรับความละเอียดเชิงพื้นที่

ภาพที่ผ่านการประมวลผลถูกนำมาคำนวณดัชนีพืชพรรณและดัชนีชีวฟิสิกส์ของพืช ก่อนนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่การวิเคราะห์เชิงสถิติและแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุดฝึก (70%) และชุดทดสอบ (30%) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีและปริมาณไนโตรเจนจริง หลังจากได้แบบจำลองที่เหมาะสม จึงนำไปทำนายค่าการดูดซึมไนโตรเจนในพื้นที่ทั้งหมดและจัดทำแผนที่การกระจายเชิงพื้นที่ นำค่าการดูดซึมไนโตรเจนที่ประเมินได้มาคำนวณอัตราการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยเปรียบเทียบระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่จริงในต้นข้าวและปริมาณที่ต้องการตามเกณฑ์



ภาพที่ 1 กระบวนการวิเคราะห์ไนโตรเจนและการคำนวณอัตราปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใช้ข้อมูล Sentinel-2

ข้อมูลภาคสนาม

การศึกษานี้เก็บข้อมูลจากข้าวพันธุ์ กข 85 (RD85) จำนวน 9 แปลง รวมทั้งหมด 72 จุดตัวอย่าง เก็บในระยะตั้งท้อง (Panicle Initiation Stage: PI) ก่อนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 โดยแต่ละแปลงสุ่มเก็บ 8-9 จุด ขนาดจุดละ 1x1 เมตร ใช้วิธีการสุ่มแบบเป็นระบบเพื่อให้จุดเก็บตัวอย่างกระจายทั่วแปลงอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่า ไนโตรเจนทั้งหมด (%N) และ น้ำหนักแห้งของพืช (kg/ha) แล้วคำนวณการดูดซึมไนโตรเจน (Nitrogen Uptake) ตามสมการ (1)

$$N \text{ uptake (kg N/ha)} = \frac{\text{Total N (\%)} \times \text{Dry weight (kg N/ha)}}{100}$$

ดัชนีพืชพรรณจากข้อมูล Sentinel-2

ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ผ่านกระบวนการปรับแก้เบื้องต้น โดยทำการ ปรับขนาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Resampling) ของทุกแบนด์ให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 20 เมตร และใช้โปรแกรม SNAP ในการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices; VI)

ในการวิเคราะห์สถานะไนโตรเจนของข้าว ได้เลือกใช้ดัชนีจาก Sentinel-2 ที่สะท้อนความสัมพันธ์ของ

สถานะพืชและการดูดซึมไนโตรเจน เช่น LAI สำหรับพื้นที่ใบ, Chlorophyll สำหรับคลอโรฟิลล์ที่สัมพันธ์กับไนโตรเจน, และ MCARI สำหรับการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ที่เกี่ยวข้องกับไนโตรเจน รวมทั้งดัชนีอื่น ๆ เช่น NDVI และ GNDVI สำหรับประเมินความหนาแน่นและความสมบูรณ์ของพืช ส่วน MSAVI และ SAVI ใช้เพื่อลดผลกระทบจากพื้นดิน ดัชนีเหล่านี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินสถานะไนโตรเจนและการจัดการปุ๋ยในแปลงนาอย่างมีประสิทธิภาพ

การแนะนำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการแนะนำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับนาข้าวก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยอ้างอิงแนวทางของกรมการข้าวที่แนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตลอดฤดูปลูกข้าวนาปรังรวม 50-87.5 kg N/ha (8-14 kg/rai) ในทางปฏิบัติ เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยเพียง 2 ครั้งต่อฤดูกาล และนิยมแบ่งปริมาณเป็นสัดส่วน 50:50 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้อัตราขั้นต่ำที่กรมการข้าวแนะนำ คือ 8 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งเป็นครั้งละ 4 กิโลกรัมต่อไร่ [4]

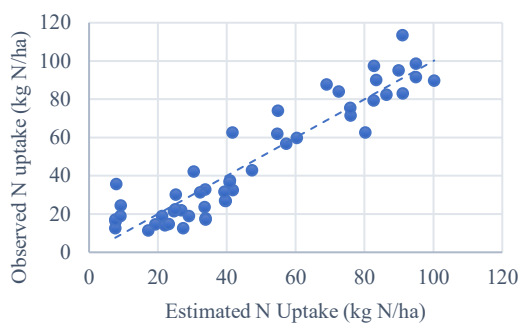
ก่อนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 จะมีการประเมินปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่จริงในต้นข้าวโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 จากนั้นคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนที่ต้องเติมเพิ่มในแต่ละแปลง เพื่อให้ได้ปริมาณไนโตรเจนรวมหลังใส่ปุ๋ยเท่ากับ 4 กิโลกรัมต่อไร่ตามเป้าหมาย

วิธีการนี้ช่วยให้สามารถแนะนำการใส่ปุ๋ยได้เฉพาะเจาะจงตามสภาพจริงของแต่ละแปลง ลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนอย่างยั่งยืน

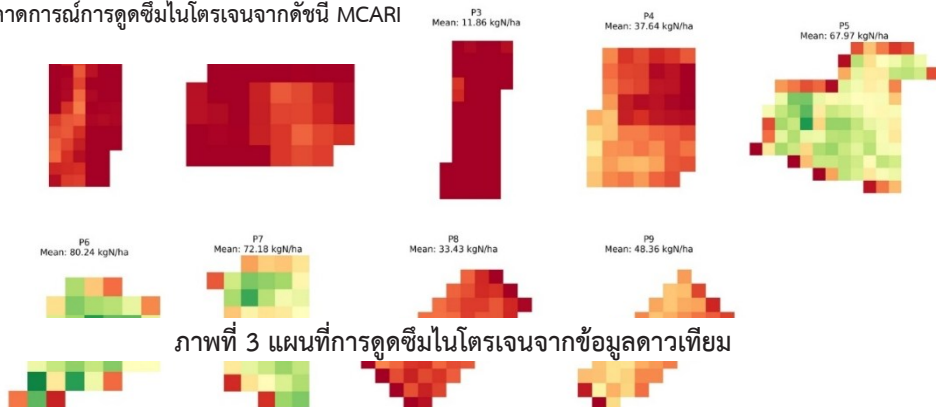
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การประมาณค่าการดูดซับไนโตรเจนจาก Sentinel-2

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ดัชนี MCARI (Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index) แสดงความสัมพันธ์สูงที่สุดในการประเมินสถานะไนโตรเจนของต้นข้าว ดังภาพที่ 2 โดยมีค่า $R^2 = 0.870$ แสดงถึงความแม่นยำสูง และค่า RMSE = 10.822 kg/ha สะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนต่ำ ขณะที่ค่าความสัมพันธ์เชิงสหสัมพันธ์ ($r = 0.933$) บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งระหว่างค่า MCARI กับปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีอื่นจาก Sentinel-2 เช่น RVI, GNDVI และ Chl พบว่า MCARI



ภาพที่ 2 การคาดการณ์การดูดซับไนโตรเจนจากดัชนี MCARI



ภาพที่ 3 แผนที่การดูดซับไนโตรเจนจากข้อมูลดาวเทียม

มีความสม่ำเสมอและเชื่อถือได้มากที่สุดในการประเมินสถานะไนโตรเจน

ดัชนี MCARI ทำหน้าที่วัดการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีแดง ซึ่งเป็นบริเวณที่คลอโรฟิลล์ในใบพืชดูดซับแสงไว้ ส่วนการสะท้อนแสงสีเขียวทำให้ใบพืชมีสีเขียว โดยการผนวกรวม แถบคลื่น

Red Edge ในการคำนวณ MCARI ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไนโตรเจนในพืช เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์และมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น พบว่าสมการที่ได้มีค่าความชัน (slope) เท่ากับ 582.22 และค่าแกนตัด (intercept) เท่ากับ -22.075 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างค่าดัชนี MCARI และการดูดซับไนโตรเจนของต้นข้าว โดยสมการที่ได้คือ

$$Y = 582.22X - 22.075$$

ซึ่งสามารถใช้ในการประมาณปริมาณการดูดซับไนโตรเจน (Nitrogen Uptake) ของต้นข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนที่การดูดซับไนโตรเจนในนาข้าว

จากแผนที่แสดงการกระจายของการดูดซับไนโตรเจนในนาข้าวทั้ง 9 แปลง ดังภาพที่ 3 พบว่าค่าการดูด

ซับไนโตรเจน (N uptake) มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างพื้นที่ โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 11.86–80.24 kg N/ha แสดงถึงความแปรปรวนของสถานะไนโตรเจนในแต่ละแปลงที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านดิน น้ำ และการจัดการของเกษตรกร

แปลง P6 (80.24 kg N/ha) และ P7 (72.18 kg N/ha) แสดงค่าการดูดซึมไนโตรเจนสูงสุด สะท้อนถึงความสมบูรณ์ของพืชและการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม ขณะที่แปลง P3 (11.86 kg N/ha) และ P1–P2 (ประมาณ 23–24 kg N/ha) มีค่าต่ำสุด ซึ่งอาจเกิดจากการขาดธาตุไนโตรเจนหรือสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

โดยรวมแล้ว แผนที่สามารถแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของไนโตรเจนในแต่ละแปลงได้อย่างชัดเจน พื้นที่สีเขียวแสดงค่าการดูดซึมไนโตรเจนสูง ส่วนพื้นที่สีแดงแสดงค่าต่ำ ซึ่งช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลนี้ในการ แนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเพิ่มเติมเฉพาะพื้นที่ (Site-specific nitrogen recommendation) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการปุ๋ย และลดการสูญเสียไนโตรเจนในระบบการผลิตข้าวได้อย่างเหมาะสม

แนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวจากข้อมูลดาวเทียม

การทดลองแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 ได้ดำเนินการในพื้นที่ทั้งหมด 4 แปลง โดยกำหนดให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยครั้งที่ 1 ตามวิธีปฏิบัติเดิมของแต่ละรายตามปกติ ส่วนการใช้ปุ๋ยครั้งที่ 2 จะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเป็นตัวกำหนดปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละแปลง แนวคิดในการแนะนำอัตราปุ๋ยครั้งที่ 2 ใช้หลัก Demand – Supply

Demand คือ ปริมาณไนโตรเจนขั้นต่ำที่กรมการข้าวแนะนำสำหรับการใส่ปุ๋ย โดยอ้างอิงจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบแบ่ง 50:50 ตลอดฤดู คือ 25 kg N/ha สำหรับครั้งที่ 1 และ 25 kg N/ha สำหรับครั้งที่ 2

Supply คือ ปริมาณไนโตรเจนที่ต้นข้าวมีอยู่จริงในแปลง ณ เวลาประเมิน ซึ่งคำนวณจากข้อมูลดัชนีพืชพรรณของภาพถ่ายดาวเทียม

เมื่อเปรียบเทียบค่า Supply กับ Demand ในแต่ละแปลง พบว่า แปลงที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนสะสมต่ำที่สุด คือ 3.17 kg N/ha ทำให้ต้องการเติมปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมอีก 21.83 kg N/ha เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช และ แปลงที่ 3 มีไนโตรเจนสะสมสูงที่สุด คือ 15.44 kg N/ha จึงต้องการเติมปุ๋ยเพิ่มเพียง 9.56 kg N/ha เพื่อให้ได้ตามระดับที่เหมาะสม ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแนะนำปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

Parcel	Date 2nd Fertilizer	date sat	N uptake (kg N/ha)	Rec (kg N/ha)
1	Jan 6, 2025	Dec 31, 2024	4.51	20.49
2	Jan 4, 2025		3.17	21.83
3	Jan 24, 2025	Jan 20, 2025	15.44	9.56
4	Jan 24, 2025		7	18

เปรียบเทียบกับที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในอดีต

จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนที่เกษตรกรใส่จริงระหว่างปีนาปี 2566 และ 2567 พบว่าแม้แต่ละแปลงจะเป็นพื้นที่เดียวกัน แต่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยที่ต่างกันมาก ซึ่งสะท้อนถึงความไม่สม่ำเสมอในการจัดการปุ๋ยของเกษตรกรในอดีต และไม่ได้สัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตเสมอไป เช่น แปลงที่ใส่ปุ๋ยสูงสุดไม่ได้ให้ผลผลิตสูงที่สุด

ในปีนาปี 2567 การใช้ปุ๋ยครั้งที่ 2 ได้รับการแนะนำจากแบบจำลอง Sentinel-2 ทำให้บางแปลงสามารถลดปริมาณปุ๋ยได้ เช่น แปลงที่ 3 ลดการใช้ไนโตรเจนลงแต่ยังคงให้ผลผลิตใกล้เคียงเดิม แสดงให้เห็นว่า “การใช้ปุ๋ยตามสถานะไนโตรเจนจริงของต้นข้าว” สามารถช่วยลดต้นทุนและลดการใส่ปุ๋ยเกินความจำเป็นได้ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนข้อมูลในอดีตและข้อมูลที่มีการแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

P	N รวมที่ใส่จริง (kg N/ha) ปี 66	ผลผลิต (kg/ha)	N รวมที่ใส่จริง (kg N/ha) ปี 67	ผลผลิต (kg/ha)
1	82	7,500	79.44	6,612.50
2	82	6,250	80.81	6,250.00
3	58.75	5,525	40.81	5,206.25
4	93.94	5,625	111.94	6,281.25

หมายเหตุ: ข้อมูลปีนาปี 2566 แสดงอัตราไนโตรเจนที่เกษตรกรใส่เองตลอดฤดูปลูก (ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2) ส่วนปีนาปี 2567 เป็นข้อมูลที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยเฉพาะครั้งที่ 1 และการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ได้รับการแนะนำจากแบบจำลองที่พัฒนาจากข้อมูล Sentinel-2 ในงานวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยในอนาคตควรขยายพื้นที่ศึกษาและจำนวนแปลงตัวอย่างให้หลากหลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูลและทดสอบความเสถียรของแบบจำลองในสภาพดิน น้ำ และการจัดการที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ควรบูรณาการข้อมูลจากดาวเทียมหลายแหล่ง เช่น Sentinel-1 หรือภาพถ่ายจากโดรน เพื่อเพิ่มความต่อเนื่องของข้อมูลและลดผลกระทบจากเมฆบัง การพัฒนาแบบจำลองเชิงลึกด้วยวิธีการ Machine Learning หรือ Deep Learning จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประเมินสถานะไนโตรเจน ขณะเดียวกันการรวมข้อมูลดิน เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นกรดต่าง หรือความชื้นดิน จะทำให้คำแนะนำปุ๋ยมีความแม่นยำยิ่งขึ้น งานวิจัยควรพัฒนาแนวทางแนะนำปุ๋ยตลอดฤดูกาลเพื่อใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบครบวงจร รวมทั้งทดลองประยุกต์ใช้งานจริงในแปลงเกษตรกรจำนวนมากขึ้น เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และศักยภาพของระบบในสภาพแวดล้อมจริง อันจะช่วยผลักดันการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในระบบเกษตรแม่นยำอย่างยั่งยืนในอนาคต

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 สามารถประเมินสถานะไนโตรเจนของต้นข้าวได้อย่างแม่นยำ โดยดัชนี MCARI ให้ความสัมพันธ์ที่สูงที่สุดกับปริมาณไนโตรเจนที่ตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ ($R^2 = 0.870$, $r = 0.933$) และสามารถ

นำไปใช้สร้างแบบจำลองสำหรับประเมินการดูดซึมไนโตรเจนในระดับแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านการแนะนำปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าแปลงทดลองทั้ง 4 แปลงมีสถานะไนโตรเจนแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณปุ๋ยที่ควรใส่ครั้งที่ 2 ไม่เท่ากัน เช่น แปลงที่มีไนโตรเจนต่ำต้องการเติมมากกว่า ขณะที่แปลงที่มีไนโตรเจนสะสมสูงต้องการเติมน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรในอดีต พบว่าหลายแปลงสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยลงได้โดยไม่กระทบต่อผลผลิต ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการจัดการปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่ (Site-specific N recommendation)

คำนิยม

งานวิจัยฉบับนี้เกิดขึ้นจากความตั้งใจที่จะพัฒนาแนวทางประเมินสถานะไนโตรเจนของต้นข้าวและสนับสนุนการจัดการปุ๋ยอย่างแม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวในประเทศไทย

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ที่สนับสนุนข้อมูล เครื่องมือ และสภาพแวดล้อมด้านการวิจัย ตลอดจนเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรีที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลภาคสนามและอำนวยความสะดวกในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] “กรมควบคุมมลพิษ”
- [2] “การจัดการธาตุอาหารหลักในนาข้าว”
- [3] สำนักงานจังหวัดสุพรรณบุรี, “จังหวัดสุพรรณบุรี.”
- [4] กรมการข้าว, “การใช้ปุ๋ยเคมีของข้าว.”

การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลโรคข้าวและข้อมูลภูมิอากาศ เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก

Development of a recording system for rice diseases and climate data to prepare for global climate change.

รัฐพล ใจคำ¹, กาญจนพร สว่างใจธรรม¹, อธิยุทธ ตูจันดา², กัญญณัช ศรีธัญญา³, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง⁴, ชนาภานต์ วงษาพรหม⁴, เสกสรรค์ มธฺลาภังสรณ์⁵, ชโลธร ชูทอง⁶, สุจินต์ ภัทรภูวดล^{1*}

¹ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140 ประเทศไทย

³ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 ประเทศไทย

⁴ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จ.ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

⁵ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140 ประเทศไทย

⁶ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จ.ชลบุรี 20230 ประเทศไทย

* Corresponding author, e-mail: agrsuju@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลกที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการระบาดของศัตรูข้าว และการผลิตข้าว โดยนำเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ในการวินิจฉัยโรคด้วยภาพ ได้แก่ ไลน์บอทโรคข้าวซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาร่วมกันระหว่างศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาพัฒนาเป็นระบบการบันทึกข้อมูลการระบาดของโรคร่วมกับเว็บแอปเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการสร้างระบบการตัดสินใจเตือนภัยและบริหารจัดการโรคในอนาคต ซึ่งพัฒนาเป็นระบบบันทึกข้อมูล BCG NAGA Belt Road Data ที่ครอบคลุมถึงข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลประชากร/เกษตรกร ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลโรคและแมลง สำหรับเกษตรกรและชุมชนเป้าหมาย เพื่อใช้ในการติดตาม ประเมินผล และขยายผลต่อไปในอนาคต อันจะนำไปสู่ big data ทำให้เกิดชุมชนนวัตกรรมเกษตรตัวอย่าง สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการเกษตรสมัยใหม่ โดยงานวิจัยนี้ได้สร้างผู้นำเกษตรกรยุคดิจิทัลผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น แอปพลิเคชันไลน์บอทโรคข้าว ให้ผู้นำเกษตรกรในโครงการ BCG NAGA Belt Road จำนวน 87 คน ในจังหวัดน่าน 4 จังหวัด ได้แก่ นครพนม อุดรธานี เชียงรายและลำปาง และได้อบรมเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัดไปแล้วทั้งสิ้น 3,292 คน ซึ่งข้อมูลการระบาดของโรคนำไปบันทึกในระบบฐานข้อมูล BCG NAGA Belt Road Data โดยในฤดูการทำนาปี พ.ศ.2565 ปัญหาที่โรคและศัตรูข้าวที่พบในการปลูกข้าว ได้แก่ โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคเมล็ดตาง โรคใบขีดสีน้ำตาล โรคใบจุดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนกอ หนอนห่อใบข้าว วัชพืชในแปลงนา หอยเชอรี่ หนู นอกจากนี้ได้ประเมินผลการใช้งานและระดับความยอมรับขยายผลเทคโนโลยีช่วงใช้งานจริงหลังการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในระยะปลูกข้าวฤดูนาปี 2565 จนถึงเก็บเกี่ยว โดยทำแบบสำรวจ ผลสำรวจการยอมรับเทคโนโลยีพบว่า เปอร์เซ็นต์การรู้จักไลน์บอทโรคข้าวหลังการอบรมและเปิดบริการไลน์บอทโรคข้าว เกษตรกรรู้จักอยู่มากกว่าร้อยละ 90 และยังคงใช้งานร้อยละ 30 จนถึงปัจจุบัน ผลของงานวิจัยช่วยให้เกิดชุมชนนวัตกรรมเกษตรตัวอย่างที่สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการเกษตรสมัยใหม่และคลังข้อมูลด้านการบริหารจัดการโรคข้าวในอนาคต

คำสำคัญ: ไลน์บอทโรคข้าว, โรคข้าว, BCG NAGA Belt Road, climate change

ภาคบรรยาย

กลุ่ม เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

สารพิษเชื้อราและเชื้อราชนิดสร้างสารพิษในข้าวสี: การตรวจสอบและความเสี่ยงต่อสุขภาพ
Exploring Mycotoxins and Mycotoxigenic Fungi in Pigmented Rice: Occurrence and Public Health
RisksExploring Mycotoxins and Mycotoxigenic Fungi in Pigmented Rice:
Occurrence and Public Health Risks

วรภา มหากาญจนกุล¹ ธนภูมิ มณีบุญ² จันทร์แรม รูปคำ² ชนัญญา ชวนศรีนวล²

^{1,2}คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

²ฝ่ายเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์,สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ข้าวสีเป็นอาหารที่มีคุณค่าของเอเชีย เป็นที่ยอมรับด้านโภชนาการ มีความสำคัญทางวัฒนธรรม และเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม ข้าวมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อราและการสะสมของสารพิษจากเชื้อรา ซึ่งก่อให้เกิดความกังวลต่อความปลอดภัยของอาหารและมีผลต่อสุขภาพของประชาชน ก่อนหน้านี้นี้มีรายงานพบอะฟลาทอกซิน ออกราทอกซิน เอ และซีทรีนิน ในเมล็ดข้าวสีและข้าวเหนียว สารพิษจากเชื้อราเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของอาหาร ในช่วงปี พ.ศ. 2565-2566 พบว่าสารพิษเหล่านี้ในเมล็ดข้าวสี 51% จาก 96 ตัวอย่างที่เก็บจากตลาดค้าปลีก เชื้อราที่พบในเมล็ดข้าวสีของไทยส่วนใหญ่ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus section Aspergillus* (*Eurotium*) ซึ่งสามารถผลิตอะฟลาทอกซิน บี₁ และ *Penicillium* ซึ่งผลิตออกราทอกซิน เอ ทั้งยังพบซีทรีนินบ่อยครั้ง จึงเป็นที่น่ากังวลในการบริโภค แต่การสร้างสารพิษเชื้อราเหล่านี้พบสามารถควบคุมได้หากมีการจัดการและการจัดเก็บที่เหมาะสม แบบจำลองเชิงพยากรณ์ยังเน้นย้ำถึงเกณฑ์วิกฤตของน้ำที่มีประโยชน์และอุณหภูมิซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อการผลิตสารพิษจากเชื้อราทั้งนี้เพื่อประยุกต์ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเพื่อความปลอดภัยของอาหารต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวสี; สารพิษจากเชื้อรา; เชื้อราแอสเปอร์จิลลัส; ความปลอดภัยของอาหาร; แบบจำลองเชิงพยากรณ์

แนวทางการอบแห้งข้าวเปลือกและการเก็บรักษาภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น

Strategies for Paddy Drying and Quality Preservation under Ho -humid Climatic Conditions

สมเกียรติ ปรัญญาวรากร

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ. ประชาอุทิศ กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

ข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวมีความชื้นสูง ซึ่งคุณภาพจะเสียหายได้ง่ายภายใน 5 วันในกรณีที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการลดความชื้นเนื่องจากสภาวะอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น การลดความชื้นก่อนข้าวเปลือกก่อนคุณภาพจะเสียหายจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การเลือกวิธีการลดความชื้นมีความสำคัญอย่างมากซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของข้าวเปลือกโดยเฉพาะต้นข้าว ความสิ้นเปลืองพลังงานและปริมาณการผลิต ในการนำเสนอจะบรรยายถึงวิธีการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งชนิดต่าง ๆ เช่น deep bed dryer LSU circulating batch dryer fluidized bed dryer และ in-store dryer รวมถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องอบแห้งแต่ละชนิด และแนวทางการจัดการข้าวเปลือกในระหว่างการอบแห้ง นอกจากนี้จะกล่าวถึงการผลิตข้าวเก่าประดิษฐ์ และข้าวน้ำตาลต่ำ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการอบแห้งข้าวเปลือก ซึ่งจะช่วยในการเพิ่มมูลค่าของข้าว ในส่วนสุดท้ายจะบรรยายถึงการออกแบบระบบท่อลมสำหรับฉางไม้ยกพื้น และโรงคลุมพื่นคอนกรีตสำหรับการอบแห้งและเก็บรักษาข้าวเปลือกซึ่งเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายต่ำมากเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งที่ใช้ลมร้อน พร้อมทั้งแนวทางในการรักษาคุณภาพข้าวเปลือกในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: การอบแห้ง, ข้าวเปลือก, ข้าวเก่าประดิษฐ์, ข้าวน้ำตาลต่ำ, คุณภาพข้าว

การประยุกต์ใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณในการออกแบบนวัตกรรมลดความชื้นข้าวเปลือก

Application of Computational Fluid Dynamics in the Design of an Innovative Paddy Moisture Reduction System

วีรชัย ชัยวรพฤษ, อธิษฐ์ ทังทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD) เป็นเครื่องมือที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองการไหลของของไหลและการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการทำความเข้าใจพฤติกรรมของของไหลที่ซับซ้อน ช่วยในการออกแบบ พัฒนา และปรับปรุงระบบต่างๆ โดยลดความจำเป็นในการทดลองจริง ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในหลายอุตสาหกรรม รวมถึงในภาคการเกษตร พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลองการไหลของของไหลในกระบวนการต่างๆ เช่น การออกแบบระบบอบแห้งข้าวเปลือก เพื่อศึกษาการกระจายการไหลของอากาศร้อนผ่านกองข้าว ทำให้สามารถออกแบบระบบอบแห้งที่มีประสิทธิภาพสูง และรักษาคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างมีนัยสำคัญ

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณได้ถูกนำมาใช้ออกแบบนวัตกรรมลดความชื้นข้าวเปลือก โดยมุ่งเน้นการควบคุมความเร็วของการไหลของอากาศให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งกองข้าวเปลือก เพื่อให้เกิดการลดความชื้นอย่างมีประสิทธิภาพและสม่ำเสมอ โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ Ansys FLUENT ถูกใช้ในการจำลองและทำนายลักษณะการไหลของอากาศที่ผ่านกองข้าวเปลือกภายในนวัตกรรมลดความชื้นข้าวเปลือก ผลจากการจำลองเชิงตัวเลขแสดงค่าความแตกต่างของความเร็วอากาศสูงสุดเพียง 10.6% ผลจากการศึกษานี้เป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนาและสร้างนวัตกรรมลดความชื้นข้าวเปลือกที่สามารถใช้งานได้จริง เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการลดความชื้นข้าวเปลือกให้กับเกษตรกรไทย และนำไปสู่การขยายขนาดและพัฒนาจริงต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการนำพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณมาใช้ในการประยุกต์ด้านการเกษตรซึ่งสามารถต่อยอดออกแบบอุปกรณ์การเกษตรอื่นๆ ได้ต่อไปเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ: พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ, ข้าวเปลือก, การลดความชื้น, การเก็บรักษา, นวัตกรรม

Securing Rice Preservation in Hermetic Storage Technology with Real Time Monitoring System

Melanie B. Ocreto^{1*}, Allan V. Quintos², Alnor N. Limbo³, Sumrit Jeang⁴

¹Product Management Department, GrainPro Philippines, Inc., Subic Bay Freeport Zone, Philippines

²Asia-Pacific Division, GrainPro Philippines, Inc.

³Technical Service Department, GrainPro Philippines, Inc.

⁴Managing Director, Intergro Co., Ltd., Thailand

*Corresponding author's email: melanie@grainpro.com

ABSTRACT

Storing agricultural commodities, especially in tropical climates, presents a significant challenge for industrial settings and food reserves. While weight loss due to deterioration can reach 10% annually, qualitative losses are substantially higher. The primary agents for grain deterioration are microorganisms, insects, and rodents. Microbial contamination impacts the commodity's nutritive value, organoleptic properties, and can lead to the formation of mycotoxins. Moreover, insects not only cause substantial direct losses but also promote microbial development during storage (FAO, 1994). A proven method for safe storage is hermetic storage in flexible plastic, gas-tight containers. In this system, self-generated atmospheres of low oxygen and elevated carbon dioxide safely preserve paddy, milled rice, rice seeds, and rice bran, as demonstrated in various publications. A wireless sensor system was used to monitor various field installations and assess the actual storage conditions of rice in GrainPro Cocoons. Data collected by the wireless sensor system provided users with real-time information on Basmati paddy stored in Cocoons in Pakistan. When an increase in relative humidity was observed, corrective actions, such as re-drying the commodity, were taken to prevent mold development and quality deterioration during long-term storage. Furthermore, the EcoWiSe monitored carbon dioxide levels, enabling users to confirm the necessary carbon dioxide levels and duration required to ensure insect elimination. A trial was conducted in Malaysia using a 460 metric ton-Cocoon to assess the effectiveness of a modified atmosphere system for milled rice storage. The results showed that the Cocoon successfully prevented an increase in moisture, maintaining the Relative Humidity (RH) at 70%, which inhibits mold growth. The temperature remained stable at approximately 30 degrees Celsius, with no observed fluctuations due to the insulating properties of the stored grains. Carbon dioxide levels were maintained above 10% for 2.5 months, indicating effective control over insect infestation. Furthermore, the carbon dioxide level below 20% showed that the stored milled rice was maintained at a safe moisture content (MC). The safe MC, also supported by the stable %RH, does not favor the growth of microflora. These findings suggest that insects were the primary agents of respiration in the stored milled rice. When the stored grains contain high moisture stacks, a rapid increase in carbon dioxide levels is detected, caused by microflora present during the storage period.

Keywords: hermetic storage, carbon dioxide, wireless sensor, paddy, milled rice, insects

การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดความชื้นในข้าวสารและข้าวเปลือก
ด้วยวัสดุอ้างอิงประเทศไทย (TRM)

Performance Verification of Moisture Meters for Milled Rice and Paddy Rice
using Thailand Reference Materials (TRM)

พจนารถ พิมพ์น้อม¹, ธสร สิงห์เนติ¹

¹ ห้องปฏิบัติการความชื้น, ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง, สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

บทคัดย่อ

ปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดราคาและคุณภาพข้าวในทางการค้า ซึ่งความคลาดเคลื่อนในการวัดเพียงเล็กน้อยอาจสร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจมหาศาล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการตรวจสอบประสิทธิภาพ (Performance Verification) ของเครื่องวัดความชื้นข้าวภาคสนาม โดยประยุกต์ใช้สององค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัสดุอ้างอิงประเทศไทย (TRM) และเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ (MPE)

วัสดุอ้างอิงประเทศไทย (TRM) พัฒนาโดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) เป็นนวัตกรรมวัสดุอ้างอิงสำหรับความชื้นในข้าวสารและข้าวเปลือก โดยมีช่วงการวัดทางความชื้นตั้งแต่ 10 % ถึง 26 % ซึ่งการค่าความชื้นมาตรฐานของ TRM ได้ถูกกำหนดโดยวิธีอ้างอิง (Reference Method) ด้วยการอบแห้ง (Loss on drying) ตามมาตรฐาน ISO 712 และผ่านการประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรตาม ISO Guide 35

ในกระบวนการตรวจสอบของผู้ใช้งาน เช่น โรงสี หรือผู้ส่งออก จะนำ TRM ที่ทราบค่า ไปวัดด้วยเครื่องวัดความชื้นของตนเอง เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ซึ่งคือผลต่างระหว่างค่าที่เครื่องวัดอ่านได้กับค่ารับรองของ TRM จากนั้น นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ MPE ซึ่งเป็นขีดจำกัดความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานสากล (เช่น ISO 7700 สำหรับการตรวจสอบระหว่างใช้งาน) หากค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินเกณฑ์ MPE ถือว่าเครื่องวัดนั้นยังคงมีประสิทธิภาพที่แม่นยำและยอมรับได้

ดังนั้นแนวทางการตรวจสอบประสิทธิภาพนี้ ซึ่งผานการใช้ TRM และเกณฑ์ MPE เข้าด้วยกัน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถทวนสอบความถูกต้องของเครื่องวัดได้ด้วยตนเอง อันจะนำไปสู่การสร้างความน่าเชื่อถือ ช่วยสร้างความมั่นใจในผลการวัด ลดข้อโต้แย้งในการซื้อขาย และยกระดับมาตรฐานการค้าข้าวของไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

คำสำคัญ: วัสดุอ้างอิง (RM), การตรวจสอบประสิทธิภาพ (Performance Verification), วิธีการอบแห้ง (Loss on drying), ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ (MPE), ค่าความคลาดเคลื่อน (Error)

การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซไนโตรเจนในการควบคุมมอดแป้งที่ทำลายข้าว

ดร.สัมฤทธิ์ แซ่เจียง

บริษัท อินเทอร์เน็ต จำกัด และ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรหลังเก็บเกี่ยวที่สำคัญได้แก่ ตัวงวงข้าว ตัวงวงข้าวโพด มอดหัวป้อมหรือมอดข้าวเปลือก มอดแป้ง มอดพื้นเลื้อยมอดสยาม มอดหนวดยาว ผีเสื้อข้าวเปลือก และผีเสื้อข้าวสาร แมลงเหล่านี้ก่อกินผลิตผลการเกษตรโดยตรงทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในโรงเก็บข้าวและเมล็ดพืชในคลังสินค้า ซึ่งส่งผลให้คุณภาพและปริมาณผลิตผลลดลงเป็นอย่างมาก และมีผลต่อการซื้อขายและส่งออก การควบคุมแมลงศัตรูในปัจจุบันยังคงพึ่งพาการใช้สารเคมีรมควัน เช่น ฟอสฟีนและเมทิลโบรไมด์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อ ผู้ปฏิบัติงาน ผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และเพิ่มโอกาสเกิดการดื้อสารของแมลง ดังนั้น การใช้ก๊าซไนโตรเจนซึ่งเป็นวิธีควบคุมแมลง แบบปลอดภัย จึงได้รับความสนใจมากขึ้นในอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซไนโตรเจน (N_2) ในความเข้มข้นต่าง ๆ ในการควบคุมมอดแมลงที่พบในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว และประเมินผลกระทบของไนโตรเจนต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการรมก๊าซ ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับการป้องกันกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีมากขึ้น วิธีทางกายภาพเป็นการเปลี่ยนหรือดัดแปลงสภาพแวดล้อมของแมลง ทำให้แมลงไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ การปรับสภาพบรรยากาศให้แตกต่างจากสภาพบรรยากาศปกติ ด้วยการเพิ่มความเข้มข้นด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน หรือลดปริมาณออกซิเจนให้เหลือน้อยที่สุดก็สามารถฆ่าแมลงได้ การกำจัดมอดและแมลงโดยใช้ก๊าซต่างๆในสภาพการรักษาระบบปิดเป็นอีกวิธี ที่มีศักยภาพในการป้องกันและกำจัดแมลง ผลการทดลองพบว่า ก๊าซไนโตรเจนความเข้มข้น 99.5% และ 99.9% ส่งผลให้เกิดอัตราการตายของมอดแมลง การเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้น โดยความเข้มข้น 99.9% พบว่าก๊าซไนโตรเจนมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมมอดแมลงทุกระยะการเติบโต โดยความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนทั้งสองระดับให้ผลไม่ต่างกันมากนัก แมลงระยะตัวเต็มวัยตายหมด 100% เมื่อปล่อยก๊าซไนโตรเจนครบ 24 ชั่วโมง ในขณะที่เวลาเท่ากัน ก๊าซไนโตรเจนควบคุมมอดแมลงระยะไข่ หนอนและดักแด้ตายได้ 82-89% ระยะหนอนและดักแด้ของมอดและแมลงตายหมด 100% เมื่อปล่อยก๊าซไนโตรเจน 48 ชั่วโมง ระยะไข่เป็นระยะทนทานต่อก๊าซไนโตรเจนที่สุด ใช้ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ที่ปล่อยก๊าซไนโตรเจน สามารถควบคุมมอดระยะไข่ตายได้ทั้งหมด ผลการทดสอบนี้ สอดคล้องกับการศึกษา Press and Harein ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซไนโตรเจนเข้าไปแทนที่อากาศปกติอย่างต่อเนื่อง ก๊าซทั้งสองชนิดทำให้มอดแมลงตายหมด 100% ภายใน 48 ชั่วโมง และก๊าซทั้ง 2 ชนิด สามารถทำลายมอดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดภายในระยะเวลาที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับความเข้มข้นต่ำกว่า นอกจากนี้ การใช้ก๊าซไนโตรเจนไม่พบผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล ทั้งด้านลักษณะทางกายภาพ ความชื้น และความปลอดภัยของผู้บริโภค ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าก๊าซไนโตรเจนเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการควบคุมมอดแมลงหลังการเก็บเกี่ยว สามารถนำไปประยุกต์ใช้แทนการรมยาด้วยสารเคมีได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : กำจัดมอดแมลง การรักษาข้าว และก๊าซไนโตรเจน

ภาคบรรยาย

กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนา สู่วงจรชีวิต

การปรับโฉมข้าวไทยสู่อนาคต: ผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อสุขภาพและลดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)

Reinventing Thai Rice: Functional Rice Products for Metabolic Health and NCD Reduction

ศ. นพ.รุ่งโรจน์ กฤตยพงษ์¹

¹ สาขาแพทยวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความจำเป็นในการลดภาระโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะโรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคไต และโรคอ้วน ซึ่งมีความชุกสูงขึ้นจากพฤติกรรมบริโภคอาหารที่ไม่มีคุณภาพ และการขาดการออกกำลังกาย ภาระค่าใช้จ่ายจากการรักษาโรค NCDs สูงมาก ขณะที่ข้อมูลระดับนานาชาติชี้ว่าการป้องกันและการควบคุมปัจจัยเสี่ยงเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงในการลดอัตราการเสียชีวิต มากกว่าการรักษาด้วยหัตถการที่มีค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยระดับนานาชาติ เช่น การศึกษา INTERHEART ยืนยันว่ากว่า 90% ของการเกิดกล้ามเนื้อหัวใจตายสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงที่สามารถป้องกันได้ เช่น พฤติกรรมการสูบบุหรี่ ระดับไขมันในเลือดสูง และการบริโภคอาหารที่ไม่มีคุณภาพ อาหารที่อุดมด้วยผัก ผลไม้ ธัญพืช สารต้านอนุมูลอิสระ และใยอาหาร มีบทบาทสำคัญในการลดระดับไขมันในเลือด ลดความเสี่ยงโรคอ้วน และลดอัตราการเสียชีวิต นอกจากนี้ ความชุกของโรคอ้วนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบสูงสุดในเขตเมือง ซึ่งสัมพันธ์กับการสะสมไขมันช่องท้อง (visceral fat) และไขมันตับ ซึ่งเป็นตัวทำนายความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดแม้ในผู้ที่มีน้ำหนักปกติ พฤติกรรมบริโภคของคนไทยปัจจุบันมีแนวโน้มพึ่งพาอาหารสะดวกซื้อ ส่งผลให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารคุณภาพสูง เช่น อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low GI) เพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลและอินซูลิน ลดความเสี่ยงเบาหวานชนิดที่ 2 ผลงานวิจัยก่อนหน้านี้เกี่ยวกับ “ข้าว 3G” พบว่ามีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำและช่วยลดไขมันช่องท้องและไขมันตับ แต่ยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึง ทีมวิจัยจึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขง ต้มโปรตีนพืชสูตรใหม่จากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ ถั่วเขียววง และโปรตีนถั่วเหลืองย่อยด้วยเอนไซม์ ซึ่งให้กรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน พร้อมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และไอโซฟลาโวน ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเบาหวาน และลดการสะสมไขมัน

คำสำคัญ: โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs), อาหารดัชนีน้ำตาลต่ำ, ไขมันช่องท้องและไขมันตับ, โปรตีนพืชจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่,

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ศักยภาพเชิงหน้าที่ของเปปไทด์จากเมล็ดข้าวไทย

Functional Potential of Bioactive Peptide from Thai Rice Grains

สิทธิรักษ์ รอยตระกูล^{1*}, นฤมล ผ่านันกรบ¹, สุธาทิพย์ กิตติเสนาชัย¹, สวรรยา เจริญลาภพาณิชย์¹, ศิริวรรณ ไทยสกุล¹, จันทิมา จเรสิทธิกุลชัย¹

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

ข้าวแต่ละพันธุ์มีการสร้างโปรตีนแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ เพื่อประโยชน์สูงสุดในการบริโภค ควรเลือกจากปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสตของข้าวสุก (ผ่านความร้อนขณะหุงต้ม) ที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เปปซินในสภาวะกรด (เลียนแบบสภาวะในระบบทางเดินอาหารบางส่วน) จนได้เป็นเปปไทด์สายสั้นพร้อมถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ เบื้องต้นพบว่า พันธุ์ข้าวและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแหล่งปลูกส่งผลต่อทั้งปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสุกและปริมาณเปปไทด์ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์เปปซิน หลังจากนั้นได้ทำการศึกษาคุณลักษณะเชิงโปรตีนและเปปไทด์ในเมล็ดข้าวที่ทำการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตในแหล่งปลูกเดียวกันแต่ปริมาณน้ำฝนของการปลูกปีแรกแตกต่างจาก ปีที่ 2 และ ปีที่ 3 ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในแต่ละปีส่งผลต่อการผลิตและสะสมโปรตีนในเมล็ดข้าวทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ เมื่อสกัดโปรตีนจากเมล็ดข้าวมาย่อยด้วยเอนไซม์เปปซินจนได้เป็นโปรตีนไฮโดรไลเสตยังพบอีกว่าฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งในหลอดทดลองของโปรตีนไฮโดรไลเสตเมล็ดข้าวเปลี่ยนแปลงตามลักษณะภูมิอากาศเช่นกัน เมื่อทำบริสุทธิ์เปปไทด์จากโปรตีนไฮโดรไลเสตเมล็ดข้าวด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีและเลือกสังเคราะห์เปปไทด์จำนวน 220 เส้น ความยาว 5-24 กรดอะมิโน พบว่า เปปไทด์ทั้ง 220 เส้นมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย เปปไทด์จำนวน 206 เส้นมีทั้ง 2 ฤทธิ์ คือทั้งฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและฤทธิ์ต้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง

คำสำคัญ: โปรตีนไฮโดรไลเสต, เปปไทด์ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, เปปไทด์ต้านมะเร็ง, เปปไทด์ต้านแบคทีเรีย, เมล็ดข้าว

ศักยภาพของข้าวสีของไทยในการชะลอวัย ต้านภัยจากโรคที่มาพร้อมวัยชรา ภัยจาก PM2.5 และ คอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม

Potential of Thai Pigmented Rice to Delay Ageing, and Protects Against Age-Related Disorders, PM2.5 Toxicity and Computerized Vision Syndrome

จินตนาภรณ์ วัฒนธร^{1,2}

¹ สาขาวิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น ประเทศไทย

² สถาบันวิจัยและพัฒนาสมรรถนะมนุษย์และการสร้างเสริมสุขภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น ประเทศไทย

บทคัดย่อ

ปัจจุบันไทยเผชิญปัญหาสุขภาพมากมายตั้งแต่โรคที่มาพร้อมวัยชรา ภัยจากปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่าง PM2.5 และปัญหาจากการเผชิญกับแสงสีฟ้าจากจอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์วันละนานๆ ทำให้เกิดปัญหากระทบต่อสุขภาพมากมาย ข้าวสีรูปแบบต่างๆของไทยนั้นสามารถช่วยในการสร้างเสริมสุขภาพให้แข็งแรงได้ ตั้งแต่ การชะลอการเสื่อมของเซลล์ ช่วยชะลอการลดประสิทธิภาพความจำ ช่วยส่งเสริม สุขภาวะทางจิตใจ ลดความเครียดความวิตกกังวลและลดโอกาสเกิดความซึมเศร้า ชะลอการเกิดริ้วรอยบนใบหน้า ช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบทางเดินหายใจ ลดการเหนียวนำภาวะปอดอักเสบจาก PM2.5 ลดจากการเหนียวล้าและตาแห้งจากการเผชิญแสงสีฟ้าวันละนานๆ ข้อมูลการวิจัยทางคลินิกที่ผ่านมาพบว่านวัตกรรมข้าวสีที่มีปริมาณแอนโทไซยานินและกรดอมิโนที่ต้านต่อวัยชราสูงจะสามารถเพิ่มความความจำขณะทำงาน ลดการเกิดริ้วรอย และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ผงข้าวงอกของข้าวเหนียวดำก่ำใหญ่ช่วยในการลดความเครียด ความวิตกกังวล และอาการซึมเศร้าในอาสาสมัครที่มีความเครียดระดับน้อยและปานกลาง อาสาสมัครที่บริโภคข้าวทับทิมชุมแพจะมีความดันเลือดทั้ง systolic และ diastolic blood pressure ลดลง, body fat, MDA และ 8-isoprostane ลดลง และเพิ่ม muscle และ bone mass, metabolism, sirtuin-1, CD3⁺, CD28⁺, CD4⁺ และ CD8⁺ อาสาสมัครที่บริโภคข้าวหอมมะลิจะพบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเช่นกันยกเว้นการเพิ่ม muscle และ bone mass, metabolism และลด sirtuin-1 นอกจากนี้อาสาสมัครที่บริโภคข้าวทับทิมชุมแพนั้นจะมีการเพิ่มจำนวน lactic acid producing bacteria ขึ้นกว่าก่อนบริโภคอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มกรดไขมันสายสั้น อย่างเช่น acetic acid และ propionic acid ก็เพิ่มขึ้นแม้ยังไม่แสดงความแตกต่างกับก่อนบริโภคอย่างมีนัยสำคัญแต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่บริโภคข้าวหอมมะลินั้นมีค่าสูงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ผงข้าวเหนียวดำก่ำใหญ่นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพช่วยลดอาการตาแห้งจากการเผชิญกับแสงสีฟ้าวันละนานๆ ในการนำข้าวเหนียวดำก่ำใหญ่มาพัฒนาเป็นนวัตกรรมสุขภาพโดยผสมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงจะช่วยเพิ่มความจำขณะทำงาน ลดอาการตาอักเสบ และช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของปอดลดเกิดการภาวะปอดอักเสบที่เหนียวนำจาก PM2.5

คำสำคัญ ข้าวสี นวัตกรรมข้าวสีที่มีแอนโทไซยานินและกรดอมิโนชะลอวัยสูง ข้าวเหนียวดำก่ำใหญ่ ข้าวทับทิมชุมแพ

เทคโนโลยีเมตาโบลอมิกส์เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของข้าว

Metabolomics Technology for Rice Traceability

อุมาพร เอื้อวิเศษวัฒนา^{1,2*}, วชิรวรรณ แจ่มบุญศรี¹, ธัญพร เต็งสุทธีวัฒน์¹, นิศรา การุณอุทัยศิริ^{1,2,3}

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย พหลโยธิน คลองหนึ่ง คลองหลวง ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิจัยนานาชาติด้านความมั่นคงทางอาหาร 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย พหลโยธิน คลองหนึ่ง คลองหลวง ปทุมธานี 12120

³ Institute for Global Food Security, Queen University Belfast, Biological Sciences Building 19 Chlorine Gardens, Belfast BT9 5DL, UK

บทคัดย่อ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลกชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เป็นอาหารที่มั่นคงให้กับประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลก ข้าวไม่เพียงแต่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญเท่านั้น แต่ข้าวหลายสายพันธุ์ยังให้สารอาหารที่มีคุณค่าอีกด้วย จึงทำให้ข้าวเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ราคาไม่แพงและหาได้ง่ายสำหรับมนุษย์ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นข้าวลูกผสมระหว่างข้าวหอมมะลิไทย (KDML105) และข้าวหอมนิลดำที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ได้แก่ กลิ่นหอม เนื้อสัมผัสนุ่ม ดัชนีน้ำตาลต่ำ และมีสารอาหารสูง เช่น โพลีฟีนอล แอนโทไซยานิน วิตามินอี และแกมมา-ออร์ซานอล สารประกอบสำคัญเหล่านี้พบในชั้นผิวของเมล็ดข้าวและ/หรือรำข้าว ซึ่งพิสูจน์แล้วว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพของมนุษย์ แม้ว่าจะทราบกันดีว่าภูมิภาคทางภูมิศาสตร์เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร แต่ยังไม่มีการศึกษาผลกระทบต่อน้ำตาลอย่างชัดเจนมาก่อน หากพื้นที่ทางภูมิศาสตร์มีผลต่อคุณภาพของข้าวไรซ์เบอร์รี่ สิ่งสำคัญคือต้องสามารถ “ติดตาม” แหล่งที่มาของข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้ เพื่อให้สามารถรักษาคุณภาพไว้ได้ และป้องกันปัญหาการฉ้อโกงได้ ในการศึกษาครั้งนี้ การศึกษาเมตาโบลอมิกส์แบบองค์รวมโดยใช้โครมาโทกราฟีของเหลว-แมสสเปกโตรเมตรีความละเอียดสูง (LC-HRMS) ควบคู่กับการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปรในข้าวเบอร์รี่จากพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่เพาะปลูกแตกต่างกันจำนวน 14 แห่ง ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทย การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) พบว่าลักษณะเมตาโบลิตจากแหล่งปลูกต่างๆ มีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์แบบจำลองสามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากจังหวัดต่างๆ ได้ 10 กลุ่ม และพบลักษณะเมตาโบลิตทั้งหมด 740 ลักษณะ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมตาโบลิตที่สำคัญเหล่านี้มีศักยภาพในการเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับการติดตามแหล่งที่มาของข้าวไรซ์เบอร์รี่ นอกจากนี้การทำความเข้าใจลักษณะทางเคมีที่แตกต่างกันจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ที่สำคัญต่อการสร้างคุณค่าให้กับข้าวในฐานะอาหารเพื่อสุขภาพในอนาคต และเพื่อป้องกันการติดฉลากข้าวไรซ์เบอร์รี่แท้ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งจะมอบอาหารในอนาคตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพสูงให้แก่ผู้บริโภค

คำสำคัญ: ข้าว, การตรวจสอบย้อนกลับ, คุณภาพข้าว, เมตาโบลอมิกส์, แหล่งที่มา

การปรับเปลี่ยนการย่อยได้ของโปรตีนข้าวผ่านการหุงกับน้ำมันมะพร้าวและกะทิ:

ผลจำเพาะต่อสายพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่

Modulating Rice Protein Digestibility through Coconut Oil and Coconut Milk:

Cultivar-Specific Effects in Riceberry

ศิริพร ตันจ้อย¹, ปาริฉัตร หงสประภาส^{2,3*}

¹ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (เกษียณ)

³ บริษัทฟู้ดอินโนเวท จำกัด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการย่อยได้ของโปรตีนและแป้งในหลอดทดลองของข้าว 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมขัดสี ข้าวหอมกล้อง และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งหุงด้วยน้ำ น้ำมันมะพร้าว หรือกะทิ การย่อยได้ของโปรตีนวัดจากการติดตามการปลดปล่อยหมู่อะมิโนอิสระสะสมในระหว่างการย่อยในระบบทางเดินอาหารจำลอง ผลการศึกษาพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งมีสัดส่วนของโปรตีนสูงสุดในข้าวตัวอย่างที่นำมาศึกษาแสดงค่าการย่อยได้ของโปรตีนต่ำที่สุดและช้าที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหุงด้วยกะทิและน้ำมันมะพร้าว ในทางตรงกันข้าม การเติมไขมันไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ของสตาร์ชในข้าวหุงสุกใหม่ แม้ว่าข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีจะมีปริมาณกลูโคสที่ถูกปล่อยออกมาโดยรวมน้อยกว่า ผลการวิจัยเหล่านี้เน้นย้ำถึงปฏิกิริยาจำเพาะต่อสายพันธุ์ที่เกิดจากโครงสร้างเมทริกซ์ในเอนโดสเปิร์มของข้าวไรซ์เบอร์รี่กับส่วนผสมของไขมันระหว่างการหุงซึ่งจำกัดการเข้าถึงของเอนไซม์โปรติเอส และบ่งชี้ว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งโปรตีนที่ย่อยช้า (slow protein source) สำหรับการปลดปล่อยกรดแอมิโนและการพัฒนาอาหารเชิงหน้าที่ที่ต้องการคุณสมบัติจำเพาะระหว่างการย่อย เช่น อาหารที่ทำให้อิ่มนาน

คำสำคัญ: การประกอบอาหาร, การย่อย, สารเชิงซ้อนโปรตีน-ไขมัน, โปรตีนย่อยช้า, ข้าว

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นอาหารหลักในประเทศแถบเอเชีย โดยบริโภคเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก การย่อยได้ของสตาร์ชข้าวได้รับอิทธิพลจากโครงสร้างละเอียดของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน ตลอดจนกระบวนการแปรรูปอาหารและสภาวะการหุง (Sagum & Arcot, 2000) อย่างไรก็ตาม สารอาหารที่ไม่ใช่สตาร์ช เช่น โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร มีบทบาทในการปรับเปลี่ยนการย่อยสตาร์ช ข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสียังมีส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด ชั้นอะลิวัน และจมูกข้าว ซึ่งมีโปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ที่ส่งผลต่อเวลาการลำเลียงอาหารในระบบทางเดินอาหาร ความหนืดของอาหารที่ย่อย และการเข้าถึงของเอนไซม์ (Grundy et al., 2016)

แม้ว่าข้าวจะเป็นธัญพืชที่มีโปรตีนต่ำ แต่ส่วนประกอบของโปรตีนในข้าวมีบทบาทสำคัญต่อการปลดปล่อยกรดแอมิโนหลังมื้ออาหาร การวิจัยล่าสุดเน้นย้ำถึงคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนที่ย่อยช้า (slow-digesting proteins) ซึ่งสนับสนุนการปลดปล่อยกรดอะมิโนที่สม่ำเสมอ การสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ และการควบคุมความอิ่ม ในโภชนาการทางการแพทย์และการพัฒนาอาหารเชิงหน้าที่ แหล่งโปรตีนย่อยช้าได้รับการยอมรับเพิ่มขึ้นเนื่องจากความสามารถในการปรับการตอบสนองต่อเมแทบอลิซึมและการขยายระยะเวลาการส่งมอบสารอาหาร (Loveday, 2023; Mak et al., 2024) รวมถึงความอิ่ม (satiety) ไปถึงมือถัดไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของร่างกายต่อการย่อยและดูดซึมสารอาหาร ซึ่งส่งสัญญาณผ่านระบบประสาท

ลำไส้-สมอง (gut-brain axis) ไปยังสมองเพื่อควบคุมความอยากอาหารและพฤติกรรมการกิน

แม้ว่าจะมีการวิจัยอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการย่อยสลายข้าวที่มีการเหนียว สารประกอบเชิงซ้อนแอมิโลส-ลิพิดคอมเพล็กซ์ แต่การย่อยได้ของโปรตีนข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาวะการหุงที่มีการเติมไขมันมีการศึกษาน้อย

น้ำมันมะพร้าวและกะทิเป็นส่วนผสมในการหุงข้าวที่แพร่หลายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น Nasi Lemak, Nasi Minyak และข้าวมันซึ่งเป็นวิธีการกินข้าวกับส้มตำแบบดั้งเดิมในภาคกลางของไทย แต่ผลกระทบต่อการย่อยโปรตีนในเมล็ดข้าวหุงสุกยังไม่เป็นที่เข้าใจมากนัก งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการตรวจสอบอิทธิพลของสายพันธุ์ข้าว การขัดสีข้าว และส่วนผสมระหว่างการหุงข้าวต่อการย่อยได้ของโปรตีนและสตาร์ชในหลอดทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรตของข้าวหุงสุกโดยวิธีการที่ระบุโดย AOAC (2000)

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยข้าว ได้แก่ ข้าวขาวหอม ข้าวหอมกล้อง และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (มาบุญครอง, บริษัทฟิออร์จิคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), ปทุมธานี) น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น (ไทยพิเยว, บริษัทมะพร้าวไทยพิเยว จำกัด, กรุงเทพมหานคร) และกะทิ (ไขมัน

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของข้าวหุงด้วยน้ำ น้ำมันมะพร้าว และกะทิ

องค์ประกอบ (กรัม/ 100 กรัม น้ำหนัก เปียก)	ข้าวไม่ขัดสี						ข้าวขัดสี		
	ข้าวหอมกล้อง (BR) หุงกับ			ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (RB) หุงกับ			ข้าวหอม (WR) หุงกับ		
	น้ำ	น้ำมัน มะพร้าว	กะทิ	น้ำ	น้ำมัน มะพร้าว	กะทิ	น้ำ	น้ำมัน มะพร้าว	กะทิ
ความชื้น	57.46±0.60 ^a	53.84±0.19 ^c	54.11±0.22 ^{bc}	55.17±0.74 ^b	53.26±0.71 ^{cd}	50.67±0.31 ^f	55.17±0.74 ^b	52.12±0.31 ^{de}	50.93±0.84 ^{ef}
โปรตีน	3.69±0.06 ^c	3.61±0.00 ^c	3.97±0.18 ^b	4.09±0.15 ^b	3.91±0.10 ^b	4.37±0.05 ^a	4.09±0.15 ^b	3.35±0.02 ^d	3.66±0.01 ^c
ไขมัน	0.66±0.04 ^d	3.73±0.35 ^a	3.27±0.15 ^b	0.41±0.01 ^{de}	3.17±0.02 ^b	3.57±0.18 ^{ab}	0.41±0.01 ^{de}	2.51±0.26 ^c	3.24±0.19 ^b
เถ้า	0.60±0.00 ^c	0.52±0.09 ^d	0.60±0.01 ^c	0.78±0.00 ^b	0.75±0.01 ^b	0.87±0.00 ^a	0.78±0.00 ^b	0.15±0.01 ^f	0.23±0.01 ^e
เส้นใยหยาบ	0.60±0.09 ^c	0.50±0.08 ^c	0.60±0.04 ^c	0.77±0.00 ^b	1.07±0.12 ^a	1.18±0.10 ^a	0.77±0.00 ^b	0.12±0.02 ^f	0.13±0.03 ^d
คาร์โบไฮเดรต	37.59±0.58 ^e	38.30±0.08 ^{de}	38.05±0.26 ^{de}	39.55±0.58 ^{bc}	38.91±0.57 ^{cd}	40.52±0.43 ^b	39.55±0.58 ^{bc}	41.86±0.03 ^a	41.93±1.02 ^a

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05).

24 %, ข้าวเกาะ, บริษัทอำพลฟู้ดส์โพรเซสซิงจำกัด, นครปฐม) ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการหุง โดยนำตัวอย่างข้าว (100 กรัม) มาล้างและหุงด้วยน้ำต้ม น้ำมันมะพร้าว หรือกะทิในสัดส่วนที่ทำให้ข้าวสุกโดยใช้ น้ำ 140 กรัมสำหรับข้าวขัดสี หรือน้ำ 202.5 กรัมสำหรับข้าวไม่ขัดสี ทดแทนน้ำมันบางส่วนด้วยน้ำมันมะพร้าวหรือกะทิโดยควบคุมให้ไขมัน 3% ในหม้อหุงข้าวอัตโนมัติ หุงจนสุก จากนั้นข้าวสุกจะถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง (27 °ซ) และนำไปบดด้วยเครื่องปั่น (Tanjor & Hongsprabhas, 2021) ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการย่อยจำลองตามวิธีของ Minekus et al. (2014)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองดำเนินการในสองชุดการทดลองแยกกัน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยแต่ละชุดการทดลองทำซ้ำสองครั้ง ข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05

ผลการทดลอง

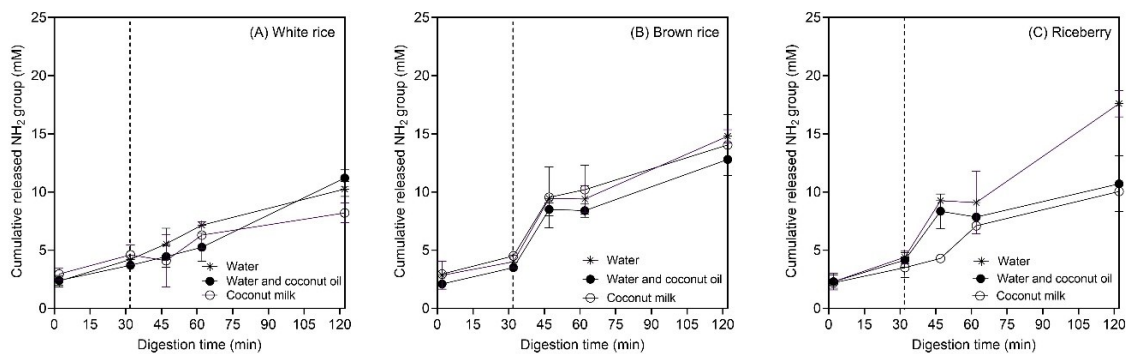
1. องค์ประกอบทางเคมี

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หุงด้วยกะทิมีปริมาณโปรตีนสูงสุด (4.37 กรัม/100 กรัม) ในขณะที่ข้าวขาวมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในข้าวทุกชนิดที่หุงด้วยน้ำมันมะพร้าวและกะทิ โดยข้าวกล้องที่หุงด้วยน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณไขมันสูงสุด (3.73 กรัม/100 กรัม)

ความแตกต่างเหล่านี้สะท้อนถึงความเข้มข้นของสารอาหารในข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีและการเติมไขมันในระหว่างการหุง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรวมกันของปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหารที่สูงในข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวกล้อง ซึ่งมีส่วนทำให้โครงสร้างเมทริกซ์อาหารมีความซับซ้อนและแน่นขึ้น ซึ่งอาจขัดขวางการเข้าถึงของเอนไซม์โปรตีเอส

2. การย่อยได้ของโปรตีนและการตอบสนองต่อไขมัน

การปลดปล่อยหมู่เอมีนอิสระสะสม (ภาพที่ 2) แสดงให้เห็นว่าข้าวขาวมีการย่อยได้ของโปรตีนต่ำที่สุดโดยรวมซึ่ง



ภาพที่ 2 ผลของของเหลวที่ใช้ในการหุงข้าวต่อการย่อยโปรตีนที่เวลาต่างๆ โดยวัดจากปริมาณหมู่เอมีนที่ปลดปล่อยสะสมจากข้าวหอม (A), ข้าวหอมกล้อง (B) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (C) เส้นประในแนวตั้งบ่งชี้การเปลี่ยนจากสภาวะกระเพาะอาหารจำลองเป็นลำไส้เล็กจำลอง

3. การย่อยได้ของสตาร์ช

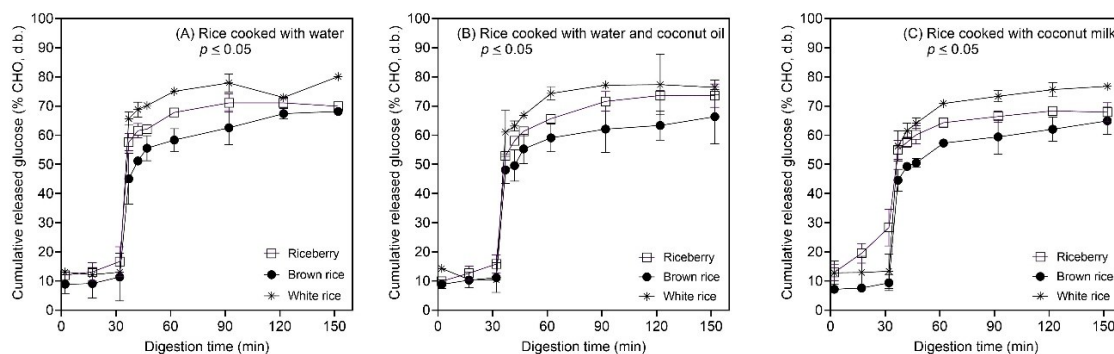
การปลดปล่อยกลูโคสสะสมในระหว่างการย่อยในหลอดทดลอง (ภาพที่ 3) สูงที่สุดในข้าวขาวขัดสีในทุกสภาวะการหุง สะท้อนผลการยับยั้งการย่อยสตาร์ชในข้าวกล้องและข้าวไรซ์เบอร์รี่ของใยอาหาร โปรตีนและไขมันที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม การเติมน้ำมันมะพร้าวหรือกะทิในระหว่างการหุงไม่ได้เปลี่ยนแปลงการย่อยสตาร์ชของข้าวหุงสุกใหม่ทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

สรุป

สายพันธุ์ข้าวและส่วนผสมการหุงมีอิทธิพลร่วมกันต่อการย่อยได้ของสารอาหาร ในขณะที่การย่อยสตาร์ชของข้าวหุงสุกใหม่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเติมไขมัน ข้าวไรซ์

เกิดจากการมีโปรตีนที่ต่ำกว่าข้าวกล้องและข้าวไรซ์เบอร์รี่ อย่างไรก็ตาม ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีการปลดปล่อยหมู่เอมีนอิสระสะสมต่ำลงเมื่อหุงด้วยน้ำมันมะพร้าวและกะทิ บ่งชี้ถึงปฏิสัมพันธ์จำเพาะระหว่างเมทริกซ์ของข้าวไรซ์เบอร์รี่กับไขมัน การลดลงของการปลดปล่อยเอมีนสะสมและการยับยั้งที่ไวต่อไขมันในข้าวไรซ์เบอร์รี่นี้ ชี้ให้เห็นว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีพฤติกรรมเป็นเมทริกซ์โปรตีนที่ย่อยช้าในหลอดทดลอง อาจวางตำแหน่งให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นส่วนผสมเชิงหน้าที่สำหรับการปลดปล่อยกรดแอมิโนที่ช้าลง เพื่อต่อการปรับการตอบสนองต่อความอิ่ม (satiety)

เบอร์รี่ แสดงให้เห็นถึงการย่อยได้ของโปรตีนที่ลดลงเมื่อหุงด้วยน้ำมันมะพร้าวหรือกะทิ การยับยั้งนี้สะท้อนถึงอิทธิพลของเมทริกซ์หรือโครงสร้างของเซลล์ในเอ็นโดสเปิร์มของเมล็ดข้าวต่อการเข้าถึงของเอนไซม์โปรตีเอสซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ความเข้าใจในบทบาทขององค์ประกอบโปรตีน สารประกอบฟีนอลและพอลิฟีนอล รวมทั้งพอลิแซ็กคาไรด์ในผนังเซลล์ของสายพันธุ์นี้ จะเป็นแนวทางสำคัญในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติทางโภชนาการที่เหมาะสมกับอาหารเชิงหน้าที่มากยิ่งขึ้น เช่น มีพฤติกรรมย่อยช้าและทำให้รู้สึกอิ่มนานสำหรับงานโภชนาการคลินิก



ภาพที่ 3 ผลของของเหลวที่ใช้ในการหุงข้าวต่อการย่อยสลายที่เวลาต่างๆ โดยวัดจากปริมาณกลูโคสที่ปลดปล่อยสะสมจากข้าวหอม (A), ข้าวหอมกล้อง (B) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (C)

เอกสารอ้างอิง

1. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed, Methods 920.39, 923.03, 925.23, 962.09, 991.20. The Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA.
2. Grundy, M. M., Edwards, C. H., Mackie, A. R., Gidley, M. J., Butterworth, P. J., Ellis, P. R. 2016. Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. *British Journal of Nutrition* 116(5): 816–833.
3. Loveday, S. M. 2023. Protein digestion and absorption: the influence of food processing. *Nutrition Research Reviews* 36, 544–559.
4. Mak, W.S., Jones, C.P., McBride, K.E., Fritz, E.A.P., Hirsch, J., German, J.B. and Siegel, J.B. 2024. Acid-active proteases to optimize dietary protein digestibility: a step towards sustainable nutrition. *Frontiers in Nutrition* 11:1291685.
5. Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., et al. 2014. A standardized static *in vitro* digestion method suitable for food-an international consensus. *Food & Function* 5: 1113–1124.
6. Sagum, R., Arcot, J. 2000. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chemistry* 70: 107–111.
7. Tanjor, S. Hongsprabhas, P. 2021. Effect of rice bran oil or coconut oil on in vitro carbohydrate and protein digestion of cooked fragrant rice. *Agriculture and Natural Resources* 55: 496–507.

ดัชนีใยอาหาร, สัดส่วนอะไมโลส/อะไมโลเพกติน และโปรตีน เป็นปัจจัยสำคัญที่

กำหนดรสสัมผัสและดัชนีน้ำตาลของข้าวกล้อง

Dietary Fibre Index, Amylose/Amylopectin Ratio and Protein are Significant Determinants of Palatability and Glycemic Index of Cooked Whole-grain Rice

เอกวัฒน์ ไชยชุมภู¹, ศิริลักษณ์ วัฒนวานิชกร², ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์², อุษา ย้อนโคกสูง³, รุ่งทิพา วันสุขศรี³, สุนีย์ โชตินิรนาท³, พิมพ์อร สุขแล้ว⁴, สุธิตา เรืองรัมย์⁴, วินัย กมลสุขยืนยง¹, อธิษฐ์ ตูจินดา², อภิชาติ วรรณวิจิตร²

1 ทีมวิจัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการเกษตรแบบแม่นยำ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) คลองหนึ่ง ปทุมธานี 12120

2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

3 ทีมวิจัยเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) คลองหนึ่ง ปทุมธานี 12120

4 ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ข้าวกล้อง (whole-grain rice) เป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index; GI) ก่อนข้างต่ำ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านเนื้อสัมผัสเมื่อหุงสุก ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค จากงานวิจัยพบว่าองค์ประกอบของใยอาหาร (Dietary Fibre, DF) องค์ประกอบทางโภชนาการของเมล็ด และโครงสร้างแป้ง โดยเฉพาะปริมาณอะไมโลส เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดคุณภาพของข้าวกล้องทั้งด้านเนื้อสัมผัสและค่า GI การวิเคราะห์ใยอาหารพบว่าอัตราส่วนใยอาหารละลายน้ำ (Soluble Dietary Fibre, SDF) ต่อใยอาหารไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fibre, IDF) หรือเรียกว่า ดัชนีใยอาหาร (Dietary Fiber Index; DFI) เป็นตัวแปรสำคัญที่สัมพันธ์กับความแข็ง (hardness) และ ความเหนียว (gumminess) ที่เป็นตัวชี้วัดคุณสมบัติเนื้อสัมผัส (texture profile, TP) ของข้าวกล้องหุงสุก โดย DFI ที่สูงมีแนวโน้มลดค่าความแข็งและปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสได้อย่างชัดเจน ขณะที่การวิเคราะห์ Path Coefficient Analysis (PCA) สนับสนุนบทบาทของ DFI, สัดส่วนอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน (AC/AP) และปริมาณโปรตีน ส่งผลโดยตรงต่อความแข็ง และ ความติดฟัน (adhesiveness) ของข้าวกล้องหุงสุก โดย DFI ทำหน้าที่ลดความแข็งที่เกิดจากโปรตีนและ AC/AP สะท้อนปฏิสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างองค์ประกอบโภชนาการต่อโครงสร้างเมล็ดหลังการหุงสุก นอกจากนี้งานวิจัยด้านการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวกล้องพันธุ์ใหม่ให้มีความดัชนีน้ำตาลต่ำถึงปานกลางพบว่า สายพันธุ์ข้าว DFI สูงที่พัฒนาขึ้นใหม่มีค่า GI ต่ำ ถึง ปานกลางแม้จะมีปริมาณอะไมโลสต่ำ แสดงให้เห็นว่า DFI อาจเป็นปัจจัยสำคัญในการลดดัชนีน้ำตาลของข้าวกล้องได้ และสามารถใช้เป็น biomarker ร่วมที่มีศักยภาพสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ข้าวกล้องยุคใหม่ที่ตอบโจทย์ด้านสุขภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภคได้

คำสำคัญ: ข้าวกล้อง (whole-grain rice); ดัชนีน้ำตาล (glycemic index; GI); ใยอาหาร (dietary fibre, DF); Dietary Fiber Index (DFI); คุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส (texture profile, TP); path coefficient analysis (PCA); biomarker

ศักยภาพของใยอาหารในต้นข้าวสู่อาหารทางเลือก

The Potential of Dietary Fiber in Rice Plant as an Alternative Food

อนุชาติ สวัสดิ์¹, Chang-Sheng Wang², อภิชาติ วรรณวิจิตร^{1*}

¹ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

² Department of Agronomy, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan

บทคัดย่อ

ในการผลิตข้าวเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญของมนุษย์ ในนาข้าวยังผลิตต้นข้าวในปริมาณที่เทียบเท่ากับข้าวเปลือกที่ถูกเก็บเกี่ยว แต่ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เนื่องจากต้นข้าวมีสารอาหารต่ำและย่อยสลายได้ยาก มนุษย์จึงไม่นิยมบริโภคถึงแม้ว่าต้นข้าวจะเป็นแหล่งของใยอาหาร เกษตรกรจึงนิยมเผาทิ้งหรือโยกไปเพื่อเตรียมแปลงนาสำหรับฤดูกาลถัดไป หรืออาจจะใช้เป็นอาหารเลี้ยงปศุสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง แต่ข้อจำกัดเหล่านี้สามารถก้าวข้ามได้โดยการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ต้นข้าวมีสารอาหารที่สูงขึ้น เพิ่มปริมาณใยอาหารและการย่อยสลาย ใยอาหาร (dietary fiber) ในพืชแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble fiber) และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble fiber) ซึ่งใยอาหารพบมากในธัญพืชที่ขัดสีน้อย เช่น ข้าวกล้อง แต่ในปัจจุบันนิยมรับประทานข้าวขัดขาวทำให้ได้รับใยอาหารไม่เพียงพอ หากสามารถทำให้ต้นข้าวรับประทานได้ง่ายขึ้น จะเพิ่มแหล่งใยอาหารทางเลือกและยังเป็นการใช้ประโยชน์สูงสุดจากการผลิตข้าว ในต้นข้าวมีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำอยู่จำนวนมาก ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ โดยมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้แต่ใยอาหารนั้นเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในลำไส้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส โดยเฮมิเซลลูโลสจะย่อยได้ง่ายกว่าเพราะเป็นโมเลกุลแขนงสายสั้น ในขณะที่โมเลกุลของเซลลูโลสมีลักษณะเป็นสายยาวและละลายน้ำได้ยากกว่า ลิกนินมีสัดส่วนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส แต่ลิกนินนั้นได้หุ้มเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสไว้เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่าลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) ซึ่งไม่ละลายน้ำ ลิกนินจึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้การย่อยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสต่ำ นอกจากนี้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถย่อยลิกนินได้ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเฮมิเซลลูโลส การลดปริมาณลิกนินและ/หรือเซลลูโลส จะช่วยส่งเสริมการย่อยในลำไส้ได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในต้นข้าว สามารถพบได้ในข้าวพันธุ์กลาย (brittle culm) มักพบว่าการกลายพันธุ์นั้นกระทบต่อการสังเคราะห์เซลลูโลส ซึ่งเปรียบเสมือนกระดูกสันหลังของผนังเซลล์พืช เมื่อเซลลูโลสลดลง พืชจะมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสเพิ่มขึ้นลักษณะคล้ายการทดแทนของพืช โดยที่ลิกนินอาจจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็ได้ พบว่าความหนาแน่นเซลล์ของพันธุ์กลายบางลง และเมื่อนำชิ้นส่วนของพืชมาบด พันธุ์กลายสามารถเป็นผงละเอียดได้มากกว่าพันธุ์ดั้งเดิมที่มีเส้นใยที่แข็งแรง ทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในการนำมาเป็นอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ข้าวพันธุ์กลาย (brittle culm) อาจจะส่งผลต่อใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เพราะพบว่าข้าวกล้องที่ได้จากข้าวพันธุ์กลายมีความนิ่มกว่าพันธุ์ดั้งเดิม แต่ยังคงขาดข้อมูลที่หนักแน่น นอกจากจะเพิ่มปริมาณและการย่อยสลายของใยอาหารแล้ว การปรับปรุงพันธุ์สามารถรวบรวมลักษณะที่เป็นประโยชน์อื่นๆได้ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้ใบมีสีม่วงจากสารแอนโทไซยานินและมีโปรตีนสูง โดยการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวพันธุ์กลาย (brittle culm) กับข้าวสุพรรณิการ์

คำสำคัญ: ใยอาหาร, เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส, ลิกนิน

สุขภาพหนึ่งเดียว: เป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาพันธุ์ข้าว อาหาร และผลิตภัณฑ์

One Health: The Ultimate Goal for Developing New Rice, Foods and Products

ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร¹*

¹ ที่ปรึกษาอาวุโส ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

One Health คือองค์รวมของสุขภาพเกี่ยวข้องกับ มนุษย์ สัตว์ และ โลก ในประเด็นนี้คือเรื่องข้าว ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารที่สร้างผลกระทบกับสุขภาพหนึ่งเดียวเพราะประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด พื้นที่ปลูกข้าวอาจมากถึง 75 ล้านไร่โดย 62 ล้านไร่เป็นพื้นที่นาปีและ 12 ล้านไร่เป็นพื้นที่นาปรัง ดังนั้นระบบการปลูกข้าวจึงมีผลกระทบโดยตรงกับสุขภาพหนึ่งเดียวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวจึงมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระดับโลกรวมทั้ง สัตว์เลี้ยงที่กินฟางข้าวเป็นอาหารหลัก และจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินและเศษซากพืชซากสัตว์ทั้งหมดย่อมได้รับผลกระทบเป็นห่วงโซ่จากวิธีการปลูกข้าวของชาวนาแบบใช้ปุ๋ยและสารเคมีเป็นปริมาณมาก หรือการปลูกข้าวแบบอินทรีย์ เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม จุลินทรีย์ สัตว์น้ำมนุษย์และสัตว์ แมลงที่ดูดน้ำหวานที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ก็จะมีผลผลิตที่ต่ำและมีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชอย่างสูงทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ต้องใช้นวัตกรรมเพื่อให้สายพันธุ์ข้าวมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เพิ่มขึ้น มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยและน้ำสูง (Nitrogen and Water Use Efficiency) โดยเฉพาะการเพิ่มความหนาแน่นของสารโภชนาการแต่อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวโดยไม่คำนึงถึงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกย่อมส่งผลกระทบในระยะยาวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกโดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมทางการเกษตร ความพยายามในการปลูกแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying) เพื่อลดการใช้น้ำชลประทานและการขังน้ำเป็นเวลานานลงจึงเกิดขึ้นทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง 30-40% ที่เดียว แต่ผลที่ตามมาทำให้ความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชลดลงและทำให้อุณหภูมิดินสูงขึ้นจนข้าวมีผลผลิตลดลงหากไม่พัฒนาข้าวที่คายน้ำน้อย (Water Saving Rice) แต่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูง มีคุณสมบัติในการยับยั้งการปลดปล่อย methane (Low Methane Emission Rice) รวมทั้งส่งเสริม Nitrogen Fixing Bacteria และลดประชากร CH₄-emission Bacteria ลง ทำให้เพิ่มผลิตภาพข้าวและลดผลกระทบกับสภาวะโลกร้อน ความพยายามในการลดเผาทำลายฟางข้าวทั้งสามารรถแก้ไขได้โดย นำฟางไปแปรรูปเป็นวัสดุต่างๆ หรือปรับปรุงให้ฟางย่อยสลายง่ายลง (Brittle Stem) โดยลดการสะสมสาร Lignin ในโครงสร้างของลำต้นและใบ (Cellulose) ซึ่งส่งผลให้เกิดฟางอาหารสัตว์ที่ย่อยง่ายและสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้มากยิ่งขึ้น (Bioavailability) อะไรก็ตามจะเกิดขึ้นกับคุณภาพของเมล็ดและใบข้าวบ้างรวมทั้งความอ่อนแอต่อโรคและแมลงและการหักล้มยังเป็นสิ่งที่ต้องพัฒนากันต่อไปดังนั้นสายพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม ระบบการปลูกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการบริหารจัดการฟางจึงเป็นหัวใจของสุขภาพหนึ่งเดียว

คำสำคัญ: One Health, *Oryza sativa*, GHG Emission, Nutrient-dense Rice, Climate-ready Rice

ภาคบรรยาย

กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว

นวัตกรรมเทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อการจัดการและผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากผลพลอยได้ของข้าว

Innovative Processing Technologies for the Management and Production of Value-Added Products from Rice By-Products

สัคมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา^{1,2}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาธิปไตย เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

² สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่ไม่เพียงแต่มีความสำคัญทางโภชนาการ แต่ยังเป็นพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ไทยอย่างไ้ก็ตาม ข้าวในรูปแบบดั้งเดิมยังมีมูลค่าทางเศรษฐกิจไม่สูงเท่าที่ควร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว ตลอดจนผลพลอยได้ของข้าว เช่น รำข้าว ใบข้าว ฟางข้าว เพื่อสร้างโอกาสใหม่ทางการตลาด เพิ่มรายได้ให้เกษตรกร และยกระดับอุตสาหกรรมข้าวไทยให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล ในการบรรยายครั้งนี้ จะได้ยกตัวอย่างผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการและใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของข้าว ได้แก่ (1) การพัฒนานวัตกรรมการอบแห้งที่ทั้งช่วยลดเวลาในการอบแห้งรำข้าว ยับยั้งเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดออกซิเดชัน ทำให้รำข้าวมีความคงตัวสูง เก็บรักษาได้นานขึ้น และยังสามารถเพิ่มผลได้ของการสกัดน้ำมันจากรำข้าว (2) การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบข้าวหอมมะลิไทย ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์เชิงฟังก์ชัน ใบข้าวหอมมะลิอ่อนเป็นแหล่งของสารฟลาโวนคุณภาพสูง เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟที่ภาวะที่เหมาะสมมีศักยภาพสูงในการสกัดสารไอโซโอเรียนทินและไอโซไวเท็กชินจากใบข้าวหอมมะลิอ่อน (3) การพัฒนาไฮโดรเจลจากฟางข้าวเพื่อประยุกต์ใช้ในการดูดซับโลหะหนัก ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ทรัพยากรเหลือใช้ทางการเกษตรในการแก้ปัญหาความปลอดภัยด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ปลูกข้าว โดยเริ่มจากการเตรียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากฟางข้าว และนำมาสังเคราะห์เป็นไฮโดรเจลโดยวิธีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ ซึ่งลดเวลาสังเคราะห์ลงได้กว่า 88% และเพิ่มปริมาณเจลได้มากกว่าวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ไฮโดรเจลที่ได้สามารถใช้ซ้ำได้มากกว่า 5 รอบ โดยประสิทธิภาพลดลงเพียงเล็กน้อย ไฮโดรเจลมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักสูง โดยค่าการดูดซับสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 102 mg/g สำหรับ Pb^{2+} , 86 mg/g สำหรับ Cu^{2+} และ 34 mg/g สำหรับ Fe^{3+} งานวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของนวัตกรรมเทคโนโลยีการแปรรูปในการสร้างคุณค่าและเพิ่มมูลค่าของผลพลอยได้ของข้าว ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาของอุตสาหกรรมข้าวไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม, การอบแห้ง, ไอโซโอเรียนทิน, การสกัด, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ไฮโดรเจล, การดูดซับโลหะหนัก

“สร้างเศรษฐกิจสุขภาพด้วยข้าวไทย: โมเดลการแปรรูปเพิ่มมูลค่าจากงานวิจัยสู่สังคม”

“Advancing the Health Economy through Thai Rice:

A Value-Added Processing Model Translating Research into Societal Impact”

สุภัทร์ ไชยกุล

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจสุขภาพ (Health Economy) เป็นแนวโน้มสำคัญของโลกที่ให้ความสำคัญกับอาหารคุณภาพสูงและโภชนาการเฉพาะบุคคล เพื่อรองรับสังคมสูงวัยและภาระโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เพิ่มขึ้น ข้าวไทยในฐานะพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการยกระดับสู่การเป็นวัตถุดิบสุขภาพ ด้วยองค์ประกอบทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่โดดเด่น เช่น แอนโทไซยานิน แกมมาโอไรซานอล และโปรตีนข้าว การพัฒนาเทคโนโลยีแปรรูปขั้นสูง เช่น การสกัดสารสำคัญ การทำแห้งแบบพ่นฝอย และเทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน ช่วยเพิ่มความคงตัว คุณภาพ และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ต่อยอดสู่การสร้างอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้สูงอายุ อาหารทางการแพทย์ และผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช (plant-based) โมเดลสร้างมูลค่าเพิ่มจากงานวิจัยสู่สังคมประกอบด้วย 3 กลไกสำคัญ ได้แก่ (1) การพัฒนาวัตถุดิบข้าวเฉพาะทาง (2) การถ่ายทอดเทคโนโลยีแปรรูปและนวัตกรรมอาหารสู่ภาคอุตสาหกรรม และ (3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ตอบโจทย์สุขภาพ พร้อมมาตรฐานความปลอดภัยและโภชนาการที่เหมาะสม กรณีศึกษาจากผลิตภัณฑ์ที่ต่อยอดจากงานวิจัย เช่น อาหารทางการแพทย์ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบหลัก ผงข้าวอินทรีย์ใยอาหารสูงสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารและเครื่องดื่ม ขนมหวานอัดเม็ดจากข้าว ครีมข้าวใยอาหารสูง ชาใบอ่อนข้าวหอมมะลิ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการขยายตลาดและลดการพึ่งพาการนำเข้าผลิตภัณฑ์เฉพาะทาง อีกทั้งยังสร้างผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและสังคม ทั้งด้านรายได้เกษตรกร การเติบโตของผู้ประกอบการอาหารสุขภาพ และการเข้าถึงโภชนาการที่ดีของประชาชน หัวข้อนี้นำเสนอแนวทางพัฒนาเศรษฐกิจสุขภาพจากข้าวไทย ด้วยการบูรณาการองค์ความรู้ด้านเกษตร โภชนาการ วิทยาศาสตร์อาหาร และนวัตกรรมแปรรูป เพื่อขับเคลื่อนข้าวไทยจากวัตถุดิบเกษตรพื้นฐาน ไปสู่การเป็นฐานผลิตอาหารสุขภาพและอาหารทางการแพทย์ที่มีศักยภาพในการแข่งขันในระดับนานาชาติ สร้างความมั่นคงทางอาหาร ควบคู่กับการยกระดับคุณภาพชีวิตของสังคมไทยในระยะยาว

คำสำคัญ: เศรษฐกิจสุขภาพ, โภชนาการเฉพาะบุคคล, อาหารทางการแพทย์, ชาใบอ่อนข้าว, พัฒนาผลิตภัณฑ์

การเพิ่มมูลค่าข้าวไทยด้วยเทคโนโลยีการสกัดและไมโครเอนแคปซูเลชัน

Valorization of Thai Rice Using Advanced Extraction and Microencapsulation Technologies

รศ. ดร. เมธาวี เพียรภักดิ์^{1*}

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถ. งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

บทคัดย่อ

การเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าวไทยเป็นแนวทางสำคัญในการขยายศักยภาพของห่วงโซ่คุณค่าข้าวสู่ตลาดผลิตภัณฑ์สุขภาพและอาหารเชิงหน้าที่ที่มีอัตราการเติบโตสูง จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ส่วนประกอบของข้าว ได้แก่ เมล็ดข้าว รำข้าว และจมูกข้าว เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทั้งสารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแอนโธไซยานินซึ่งเป็นสารให้สีในข้าวที่มีสีม่วง รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินอี และแกมมาออริซานอล สารสำคัญเหล่านี้มีบทบาทต่อการส่งเสริมสุขภาพ โดยสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคไม่ติดต่อชนิดเรื้อรัง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ เป็นต้น ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการสกัด การเพิ่มความเสถียร และการนำสารสำคัญเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนการสกัดนั้นจำเป็นต้องเลือกตัวทำละลายและวิธีการสกัดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยสำหรับการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและสุขภาพ ตัวอย่างเช่น การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic-assisted extraction) สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากข้าว ได้อย่างไรก็ตาม การนำสารสกัดมาใช้ในผลิตภัณฑ์โดยตรงยังมีข้อจำกัดหลายด้าน จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการกักเก็บสารออกฤทธิ์ (microencapsulation) เพื่อเพิ่มความคงตัว ลดการเสื่อมสลายจากแสง ออกซิเจน การให้ความร้อนในระหว่างกระบวนการผลิต และสภาวะในระบบย่อยอาหาร รวมถึงเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงทางชีวภาพ และควบคุมการปลดปล่อยสารสำคัญให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เป้าหมาย การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เช่น น้ำมันพืชเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากจมูกข้าว สามารถช่วยเพิ่มความทนทานต่อการเกิดออกซิเดชันโดยไม่กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีเหล่านี้จึงสะท้อนศักยภาพในการต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารเชิงหน้าที่ และผลิตภัณฑ์โภชนเภสัช ดังนั้น ข้าวไทยจึงมิได้มีเพียงคุณค่าทางโภชนาการที่โดดเด่น แต่ยังสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงได้อย่างหลากหลาย ผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสกัดและการกักเก็บสารออกฤทธิ์อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริมความยั่งยืนของอุตสาหกรรมข้าวไทย และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันทั้งในตลาดอาหารสุขภาพระดับชาติและนานาชาติ

คำสำคัญ: การควบคุมปลดปล่อยสารสำคัญ, ข้าวไทย, เทคโนโลยีการสกัด, เทคโนโลยีเอนแคปซูเลชัน, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

การประยุกต์ใช้ข้าวโคจิเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัตว์

สมภาพ บุญพูน^{1*}

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1212

บทคัดย่อ

ผงหมักเนื้อนุ่มนัว เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อนุ่ม ไม่แข็งกระด้างและมีรสชาติดีขึ้น มีส่วนประกอบหลักเป็นข้าวเหนียวอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยต้นเชื้อโคจิ (เชื้อรา) ใช้หมักกับเนื้อสัตว์ได้หลายชนิด อาทิ เช่น เนื้อวัว เนื้อไก่ เนื้อหมู และเนื้อปลา เป็นต้น เป็นความร่วมมือระหว่างทีมวิจัย ไบโอเทค สวทช. กับ บริษัทเพชรไพศาลค้าคุณ จำกัด ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) บริษัทเพชรไพศาลค้าคุณ เป็นหนึ่งในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เกิดจากการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครพนมซึ่งมีความเชี่ยวชาญทางด้านเกษตรอินทรีย์โดยทำการปลูกข้าวเหนียวสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวเหนียวขาว กข6 ข้าวเหนียวแดง และข้าวเหนียวดำ ปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถผลิตข้าวเหนียวขาว กข6 ได้ปีละ 10 ตัน ซึ่งจากกระบวนการกะเทาะเปลือกข้าวและขัดสีทำให้เกิดความเสียหายของเมล็ดข้าวเป็นจำนวนมากถึงปีละ 2.5 ตัน (คิดเป็นความเสียหายสูงถึง 25%) ซึ่งข้าวส่วนนี้จะเรียกว่าข้าวท่อนโดยข้าวท่อนที่ได้จะนำไปจำหน่ายในราคาย่อมเยา (ราคา 15 บาทต่อกิโลกรัม) สำหรับใช้ทำโจ๊กหรือข้าวต้ม ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวท่อนทางทีมวิจัยและบริษัทฯ จึงมีแนวคิดร่วมกันที่จะนำข้าวท่อนดังกล่าวมาผลิตเป็นโคจิข้าวเหนียวอินทรีย์เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงหมักเนื้อนุ่มนัว สำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัตว์และรสชาติให้ดียิ่งขึ้น โดยคาดว่ากระบวนการผลิตนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของข้าวท่อนได้สูงถึง 10 เท่า

คำสำคัญ: เนื้อนุ่ม, โคจิ , ข้าวไทยม เชื้อรา

การศึกษาเทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดไซ์เบดด้วยอากาศร้อนต่อการผลิตและคุณภาพของข้าวหอมมะลิ

Study on Hot-Air Fluidization for the Production and Quality of Parboiled Aromatic Rice

พิชญ์ธิดา นันทมิตร¹, สมเกียรติ ปรัชญารากร¹, ธนิตย์ สวัสดิ์เสวี², ณัฐมล จินดาพรรณ³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

² สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140

³ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร 10160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตข้าวหอมมะลิโดยใช้เทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดไซ์เบดด้วยอากาศร้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการเกิดสสารระเหยสำคัญ ร้อยละข้าวตันสูง พร้อมคงปริมาณสารระเหยสำคัญ 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ของข้าวหอมมะลิ 105 ไว้ได้ โดยข้าวเปลือกจะถูกนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 50°C จนมีความชื้น 50% d.b. และนำไปอบแห้งในเครื่องฟลูอิดไซ์เบด ที่อุณหภูมิ 130, 150 และ 170 °C โดยใช้ความสูงเบดแตกต่างกันที่ 5, 7.5 และ 10 cm. ระหว่างการทดลองมีการวัดการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและอุณหภูมิเมล็ด ระดับการเกิดเจลลาตินในเซชันของสสาร (DSG) ร้อยละข้าวตัน (HRY) และปริมาณ 2-AP ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิเมล็ดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงช่วยเร่งการเจลลาตินในเซชันของสสาร ทำให้ค่า HRY ในช่วงแรกสูงขึ้นและส่งเสริมการเกิด 2-AP ด้วย ที่อุณหภูมิอบแห้ง 150 °C สามารถทำให้ข้าวหนึ่งเกิดการเจลลาตินในเซชันสมบูรณ์ได้เฉพาะที่ความสูงเบด 5 cm. เท่านั้น เมื่อความสูงเบดเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นเป็น 170 °C จึงจะสามารถทำให้เกิดการเจลลาตินในเซชันสมบูรณ์ได้ จากผลการทดลองพบว่า ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิอบแห้ง 170 °C ที่ความสูงเบด 5 cm. สามารถผลิตข้าวหนึ่งที่เกิดการเจลลาตินในเซชันสมบูรณ์ และให้ค่า HRY สูง (ประมาณ 67%) โดยที่หลังการอบแห้ง ณ ความชื้นไม่น้อยกว่า 25% d.b. ปริมาณ 2-AP อยู่ที่ประมาณ 14.5 µg/kg_{ข้าว} ซึ่งสูงกว่าค่าก่อนการอบแห้ง สรุปได้ว่า การอบแห้งแบบฟลูอิดไซ์เบดด้วยอากาศร้อนสามารถผลิตข้าวหอมมะลิที่มี HRY สูงและรักษากลิ่นหอม 2-AP ได้ดี ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มมูลค่าและยกระดับคุณภาพข้าวหนึ่งไทยในตลาดโลก

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ 105, การอบแห้งแบบฟลูอิดไซ์เบดด้วยอากาศร้อน, สสารระเหยสำคัญ, 2-acetyl-1-pyrroline

คำนำ

ข้าวหนึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวคุณภาพสูงที่มีราคาจำหน่ายสูงกว่าข้าวสารทั่วไป และเป็นหนึ่งในสินค้าส่งออกสำคัญของไทย [1] ข้าวหนึ่งจะมีสีเหลืองอ่อนที่เกิดจากการแพร่ของเม็ดสีและวิตามินจากชั้นรำเข้าสู่เนื้อเมล็ดระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้ข้าวหนึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าและเป็นตัวเลือกที่ดีต่อสุขภาพ [2]

โดยทั่วไปข้าวหนึ่งผลิตจากข้าวเจ้าที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (มากกว่า 25%) ซึ่งทำให้ข้าวหนึ่งมีลักษณะแข็งและร่วน และมักมีกลิ่นเฉพาะตัวจากกระบวนการผลิต จึงทำให้เป็นที่นิยมเฉพาะผู้บริโภคบางกลุ่มเท่านั้น โดยส่วนมากจะนิยมรับประทานกันในประเทศแถบ อินเดีย แอฟริกาใต้ ฯลฯ [3] ในขณะที่ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวเจ้าที่มี

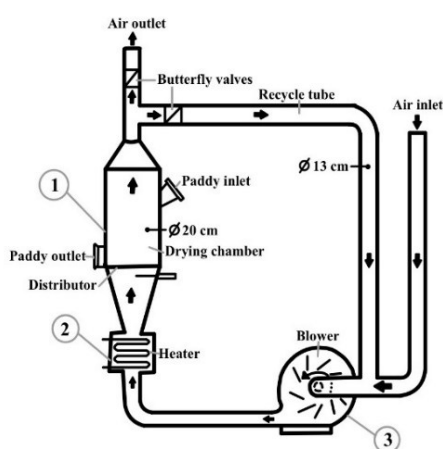
ปริมาณอะไมโลสต่ำจึงมีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม อีกทั้งยังมักมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ซึ่งคล้ายกับกลิ่นใบเตย จากสารระเหย 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) [4-6] ด้วยเหตุนี้ทำให้ข้าวหอมมะลิเป็นที่นิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญต่อประเทศ [3]

แม้ข้าวหนึ่งจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ยังไม่ค่อยเป็นที่รู้จักและไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทยเนื่องจากเนื้อสัมผัสแข็งและกลิ่นเฉพาะตัวที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต ดังนั้นการนำข้าวหอมมะลิมาผลิตเป็นข้าวหนึ่งจึงมีความน่าสนใจ เนื่องจากคาดว่าจะสามารถให้ผลิตภัณฑ์ข้าวหนึ่งที่เนื้อสัมผัสนุ่มเหนียวขึ้น และมีกลิ่นหอม เพื่อตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพแต่ไม่ชอบลักษณะของข้าวหนึ่ง

แบบเดิม และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของข้าวหนึ่งไทยในตลาดโลก

กระบวนการผลิตข้าวหนึ่งแบบดั้งเดิมประกอบด้วย การแช่ข้าวเพื่อเพิ่มความชื้น การนึ่งด้วยไอน้ำร้อนอิ่มตัว และการอบแห้งเพื่อลดความชื้นลงสู่ประมาณ 16% d.b. [7] เพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การใช้ความร้อนหลายขั้นตอนเป็นเวลานานส่งผลต่อกลิ่นหอมของข้าว โดยเฉพาะสารระเหย 2-AP ที่ความไวต่ออุณหภูมิสูง [8] การลดจำนวนขั้นตอนของกระบวนการผลิตให้สั้นลง ซึ่งเป็นการลดการสัมผัสความร้อน จึงคาดว่าจะสามารถช่วยลดการสูญเสียกลิ่นหอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคนิค Hot Air Fluidization Drying เป็นกระบวนการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและมวลสูง อุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วส่งเสริมการเกิดสตา์ชเจลาติไนเซชันได้ดี ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ผู้ผลิตข้าวหนึ่งต้องการเพื่อให้ได้ “ข้าวหนึ่งสมบูรณ์” อีกทั้งยังลดความชื้นของข้าวได้อย่างรวดเร็ว แม้จะมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษา



ภาพที่1 เครื่องอบแห้ง Hot-Air Fluidized Bed

การผลิตข้าวหนึ่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบ fluidization [9-12] แต่ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตข้าวหอมหนึ่ง ซึ่งมีความท้าทายมากกว่า ในเรื่องของ การรักษาสมดุลระหว่างการเกิดเจลาติไนเซชันและการคงกลิ่นหอม เนื่องจากความไวของ 2-AP ต่ออุณหภูมิ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหนึ่งจากข้าวหอมมะลิด้วยเทคนิค Hot-Air Fluidization Drying เพื่อให้ได้ข้าวหนึ่งที่มีสตา์ชเจลาติไนเซชันสมบูรณ์ พร้อมทั้งยังคงปริมาณกลิ่นหอม 2-AP

ไว้ให้มากที่สุด อันจะเป็นการเพิ่มทางเลือกของข้าวคุณภาพสูงให้แก่ผู้บริโภค อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าและยกระดับความสามารถในการแข่งขันของข้าวหนึ่งไทยในตลาดโลกอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างทดลอง

ข้าวหอมมะลิ 105 (Khao Dawk Mali 105) ที่มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 6 เดือน จะถูกแช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นจนถึง 50% d.b.

การอบแห้งด้วย Hot-Air Fluidized Bed Dryer

ตัวอย่างข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่จะถูกอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบ Hot-Air Fluidized Bed (ภาพที่ 1) ระบบอบแห้งประกอบด้วย ห้องอบแห้งทรงกระบอกทำจากสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม. สูง 80 ซม. ีฮีตเตอร์ควบคุมโดยระบบ PID (ความแม่นยำ ± 1 °C) และพัดลมชนิดใบโค้งกลับ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 2.2 kW การทดลองอบแห้งดำเนินการที่อุณหภูมิอากาศเข้า 130, 150, และ 170 °C โดยความหนาเบตข้าวในเครื่องสูง 5-7.5 และ 10 cm. ความเร็วอากาศร้อน 4.5 m/s และมีการหมุนเวียนอากาศทั้งกลับเข้าระบบ 80% อุณหภูมิเมล็ดข้าวถูกวัดด้วยอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ (UNI รุ่น UT300C, Kowloon, Hong Kong) ความแม่นยำ ± 2 °C ตัวอย่างข้าวจะถูกนำออกมาตามช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อวัดความชื้น หลังจากนำออกจากเครื่องอบ ตัวอย่างจะถูกวางผึ่งอากาศแวดล้อมที่มีการถ่ายเทไ้จ้นความชื้นของข้าวลดลงเหลือประมาณ $16 \pm 1\%$ d.b. จากนั้นเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 8–12 °C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพสำหรับแต่ละเงื่อนไขการอบแห้ง ได้แก่ ระดับการเจลาติไนเซชันของสตา์ช ร้อยละข้าวตัน และปริมาณ 2-AP การทดลองดำเนินการซ้ำสองครั้ง

การวิเคราะห์ระดับเจลาติไนเซชันของสตา์ช

การเจลาติไนเซชันของสตา์ชในตัวอย่างข้าวอบแห้งถูกวิเคราะห์โดยใช้ Differential Scanning Calorimeter

(DSC; Perkin Elmer, รุ่น DSC-8000, Waltham, USA) โดยให้ความร้อนจาก 40 ถึง 100 °C ด้วยอัตราการสแกน 10 °C/นาที ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง และคำนวณระดับเจลาคติชันของสตาร์ช (Degree of Starch Gelatinization, %DSG) ตามสมการ (1)

$$\%DSG = \left[\frac{\Delta H}{\Delta H_{\text{raw}}} \right] \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ ΔH คือค่าพลังงานความร้อนของแป้งในข้าวอบแห้ง (J/g dry matter) และ ΔH_{raw} คือค่าพลังงานความร้อนของแป้งในข้าวดิบ (J/g dry matter)

ร้อยละข้าวตัน

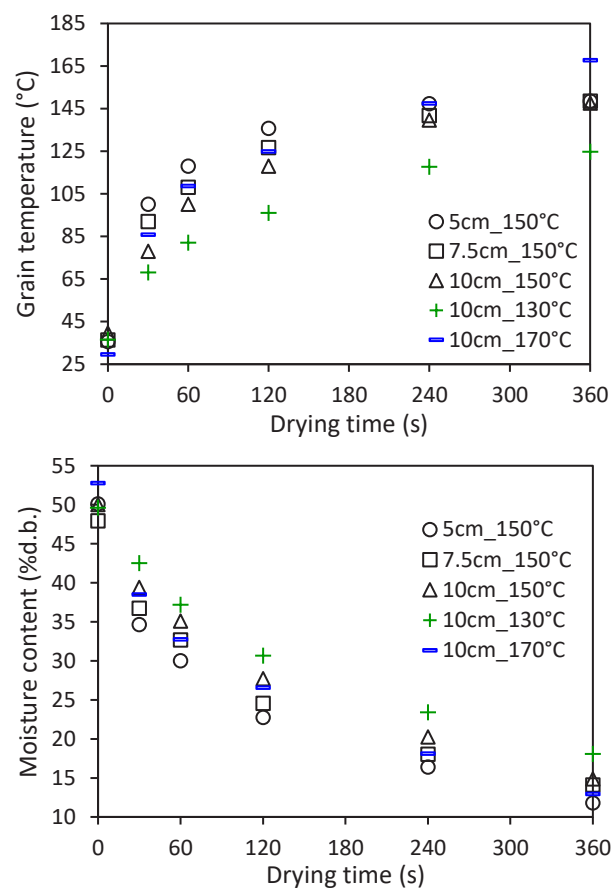
ร้อยละข้าวตัน (Head rice yield, HRY) คำนวณจากมวลของเมล็ดข้าวหนึ่งไม่แตกหัก (ยาวมากกว่า 3/4 ของความยาวเมล็ดทั้งหมด) หารด้วยมวลของข้าวเปลือกก่อนการสี การทดลองทั้งหมดดำเนินการซ้ำ 2 ครั้ง และรายงานค่าเฉลี่ย

ปริมาณ 2-Acetyl-1-Pyrroline (2-AP)

ปริมาณ 2-AP ถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Headspace Solid Phase Micro-Extraction ร่วมกับ Gas Chromatography และ Mass Spectrometry (HS-SPME-GC-MS) ตามวิธีของ Wimonmuang et al.[13] โดยมีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย ใช้สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-Trimethylpyridine (TMP) ใน dichloromethane ตัวอย่างถูกบ่มที่ 80 °C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นให้เส้นใย DVB/CAR/PDMS ของ SPME สัมผัสกับ headspace เป็นเวลา 40 นาที ก่อนทำการ desorb บน GC ที่ 200 °C การวิเคราะห์ทำโดยใช้ GC (Agilent 5890 II, Agilent Technology, Palo Alto, CA) พร้อมคอลัมน์ DB-5 (5%-Phenyl-methylpolysiloxane) ใช้ไนโตรเจนเป็นแก๊สนำพา ความเร็วคงที่ 2 mL/นาที อุณหภูมิเตา GC เริ่มต้นที่ 40 °C คงที่ 1 นาที เพิ่มขึ้นเป็น 120 °C ด้วยอัตรา 3 °C/นาที จากนั้นเพิ่มเป็น 250 °C ด้วยอัตรา 10 °C/นาที คงที่ 5 นาที การวิเคราะห์แต่ละความเข้มข้นทำซ้ำ 5 ครั้ง

ผลการทดลอง

จลนพลศาสตร์การอบแห้ง



ภาพที่ 2 อุณหภูมิเมล็ดและปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกแช่น้ำที่ทำการอบแห้งด้วยฟลูอิดเบดอากาศร้อน ที่อุณหภูมิอากาศอบแห้ง 150°C เมื่อความลึกของชั้นเมล็ดที่ 5, 7.5 และ 10 cm. และอุณหภูมิอากาศอบแห้ง 130°C และ 170°C ที่ความหนาเบด 10 cm.

จากภาพที่ 2 พบว่าการลดลงของความชื้นมีลักษณะเป็นเอกโปเนนเชียล (Exponential) ตามระยะเวลาการอบแห้ง โดยความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก จากนั้นการลดลงของความชื้นจะช้าลง ที่ความสูงเบดเดียวกัน อุณหภูมิอบแห้งที่สูงกว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมล็ดที่รวดเร็วกว่า ส่งผลให้การลดลงของความชื้นเร็วกว่าเช่นกัน ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2 กรณี เบด 10 cm สำหรับอุณหภูมิ 130°C 150°C และ 170°C และเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้งเท่ากัน พบว่าความสูงเบดที่เพิ่มขึ้นซึ่งหมายถึงการที่มีปริมาณข้าวอยู่ในห้องอบแห้งมากขึ้น ส่งผลให้การเพิ่มอุณหภูมิและการลดความชื้นของเมล็ดช้าลง เนื่องจากต้องใช้พลังงานความร้อนจากอากาศร้อนในการระเหยน้ำและเพิ่มอุณหภูมิเมล็ดโดยรวมที่สูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมล็ดและการลดลงของความชื้นนี้จะ

ส่งผลอย่างมากต่อระดับเจลาติชันของสตาร์ช (DSG) และร้อยละข้าวตันของผลิตภัณฑ์ข้าวหนึ่ง ดังที่จะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

ระดับเจลาติชันของสตาร์ช (DSG)

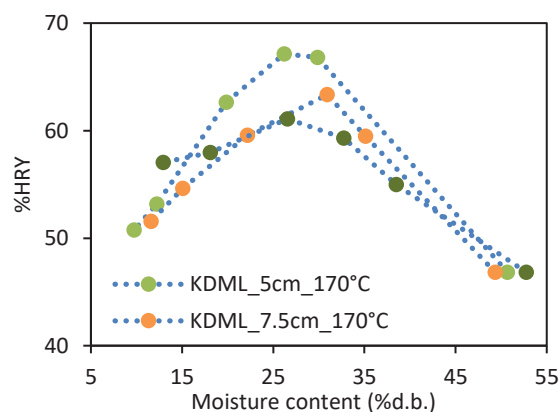
ตารางที่ 1 แสดงระดับการเกิดเจลาตินในเซชันสูงสุดในแต่ละเงื่อนไข พบว่าปัจจัยที่ส่งเสริมการเกิดสตาร์ชเจลาตินในเซชันคืออุณหภูมิและความชื้น อุณหภูมิอบแห้งที่สูงจะเร่งให้เกิดสตาร์ชเจลาตินในเซชันได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากทำให้อุณหภูมิเมล็ดเพิ่มขึ้นได้เร็วตามไปด้วยดังที่กล่าวไปข้างต้น อย่างไรก็ตามช่วงท้ายๆของการอบแห้งถึงแม้ว่าจะมีอุณหภูมิเมล็ดที่สูงแต่หากความชื้นลดลงต่ำกว่าประมาณ 22%d.b ก็ไม่สามารถเกิดสตาร์ชเจลาตินในเซชันต่อไปได้[14] จากการทดลองนี้พบว่า ที่อุณหภูมิอบแห้ง130°C ไม่สามารถผลิตข้าวหนึ่งสมบูรณ์ได้เมื่อใช้ความสูงเบด ที่ 5cm ขึ้นไป โดยมี %DSGสูงสุด เท่ากับ 66.84 61.15 และ 56.94 สำหรับเบด 5 7.5 และ 10 cm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ายิ่งความสูงเบดมากขึ้นการเกิดเจลาติในเซชันก็จะช้าลงตามไปด้วย ดังนั้นสำหรับข้าวหอมมะลิ อุณหภูมิอบแห้งที่ควรใช้เพื่อที่จะผลิตข้าวหนึ่งสมบูรณ์ได้คือ ตั้งแต่ 150°C เป็นต้นไป โดยที่ 150 °C จะต้องใช้ เบด 5 cm เพื่อให้ได้ข้าวหนึ่งสมบูรณ์ที่ระยะเวลาการอบแห้งที่ 120วินาที ในขณะที่170 °C สามารถใช้ปริมาณข้าวได้มากถึงความสูงเบดที่ 10 cm. โดยใช้ระยะเวลาอบแห้ง 60 120 และ 240 วินาที สำหรับ 5 7.5 และ 10cm ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ระดับเจลาติชันของสตาร์ช (DSG) สูงสุดที่สามารถทำได้ในแต่ละเงื่อนไขการอบแห้ง

Condition		Drying time (s)	Moisture content (% d.b.)	DSG (%)
Ta (°C)	Bed depth (cm)			
Raw rice	-		13.5± 0.28 ^a	0 ^a
Soaked rice	-		50.02± 0.83 ^s	0 ^a
130	5	360	16.55± 0.31 ^b	66.84± 1.75 ^c
	7.5	360	16.98± 0.26 ^{bc}	61.15± 0.68 ^{bc}
	10	360	18.04± 0.08 ^{cd}	56.94± 2.07 ^b
150	5	240	16.36± 0.40 ^b	100 ^e
	7.5	240	18.00± 0.38 ^{cd}	83.12± 0.55 ^d
	10	240	20.22± 0.35 ^e	78.34± 0.34 ^d
170	5	60	26.21± 0.39 ^f	100 ^e
	7.5	120	22.17± 0.30 ^e	100 ^e
	10	240	18.09± 0.87 ^d	100 ^e

ร้อยละข้าวตัน (HRY)

โดยทั่วไป การที่ค่า HRY (Head Rice Yield) ลดลงระหว่างการอบแห้งมักเกิดจากรอยแตกร้าวภายในเมล็ด ซึ่งทำให้เมล็ดมีความเปราะและแตกหักได้ง่ายขึ้นระหว่างการขัดสี อย่างไรก็ตาม การเกิดเจลาติในเซชันของสตาร์ชสามารถช่วยเพิ่มค่า HRY ได้ เนื่องจากกระบวนการนี้ทำให้โมเลกุลแป้งอยู่ติดกันมากขึ้นและช่วยเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างเมล็ด [13] จากภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ HRY ในขณะอบแห้งที่อุณหภูมิ 170°C ที่ความสูงเบด 5 7.5 และ 10 cm พบว่าในช่วงเริ่มต้นของการอบแห้ง เมื่อความชื้นลดลงจากประมาณ 50% d.b. เหลือ 25% d.b. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่เกิดจากเจลาติในเซชันของแป้งช่วยลดการแตกหักของเมล็ดระหว่างการสี ส่งผลให้ค่า HRY เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความสูงเบดที่หนากว่ามีแนวโน้มของ HRY ที่ต่ำกว่าซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของ%DSG ที่ต่ำกว่า โดยค่า HRY สูงสุดที่ได้คือ 67.14 % 63.34 % และ 61.09 % สำหรับความสูงเบด 5 7.5 และ 10 cm ตามลำดับ ในช่วงนี้ ค่า %DSG อยู่ที่ประมาณ 100%, 80% และ 88% ตามลำดับ เมื่อการอบแห้งดำเนินต่อไปและความชื้นลดลงต่ำกว่า 25% d.b. ค่า HRY มีแนวโน้มลดลง ซึ่งเกิดจากเมล็ดข้าวสัมผัสกับอุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดรอยแตกร้าวภายในจากความร้อน (thermal cracking) ดังนั้นในการผลิตข้าวหอมหนึ่งด้วยเทคนิคนี้ควรที่จะผลิตข้าวหนึ่งสมบูรณ์ให้ได้ภายในช่วงความชื้นไม่ต่ำกว่า 25%d.b เพื่อให้ได้คุณภาพ HRY ที่สูง ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับการทดลองของ Soponronnarit et al. (2006) ที่ได้รายงานไว้ว่า HRY ของข้าวกล้องหนึ่ง จะลดลงเมื่อความชื้นของเมล็ดลดต่ำกว่า 28% d.b. [9]



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลง %HRY ระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิอบแห้ง 170°C ที่ความสูงเบด 5 7.5 และ 10cm

ปริมาณ 2-AP

ปริมาณ 2-AP ในข้าวลดลงตามระยะเวลาและอุณหภูมิ การเก็บรักษา [8] ในการทดลองนี้ข้าวเปลือกหอมมะลิ มีปริมาณ 2-AP เริ่มต้น ประมาณ 18 µg/kgข้าวแห้ง(ตามน้ำหนักแห้ง) เมื่อผ่านการแช่ จะมีปริมาณ คงเหลือประมาณ 12 µg/kgข้าว กล่าวคือลดลงประมาณ 33% และเมื่อผ่านการอบแห้งปริมาณ 2-AP จะมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยในการทดลองนี้จะพิจารณาเฉพาะเงื่อนไขที่สามารถผลิตข้าวนี้ สมบูรณ์ได้ ซึ่งมี 4 เงื่อนไขดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2 จากผล การทดลองพบว่า ปริมาณ 2-AP ที่เงื่อนไขที่สามารถผลิต ข้าวนี้สมบูรณ์ได้ส่วนใหญ่นั้นมีปริมาณ 2-APใกล้เคียง กับข้าวหลังจากผ่านการแช่ ซึ่งมีค่าประมาณ 12 µg/kgข้าวแห้ง ในขณะที่เงื่อนไขการอบแห้งที่อุณหภูมิ 170°C ความสูง เบด 5 cm สามารถผลิตข้าวนี้สมบูรณ์ได้ภายในเวลา 60 วินาที และมีปริมาณ 2-AP ที่สูงที่สุดคือ 14.5 µg/kgข้าวแห้ง โดยมีปริมาณสูงกว่าเริ่มต้นการอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณ 2-AP ถูกสังเคราะห์ขึ้นผ่านปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เนื่องจากในข้าวมีทั้งน้ำตาลรีดิวซ์ (เช่น กลูโคส) และกรดอะมิโน เช่น โปรตีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้น สำคัญ เมื่อได้รับความร้อน กลูโคสจะเปลี่ยนเป็นเมทิลไกล ออกซาล ขณะที่โปรตีนถูกเปลี่ยนเป็น 1-ไพโรลีนผ่านขั้นตอนกลางหลายขั้นตอน ก่อนที่สารตัวกลางทั้งสองจะทำ ปฏิกิริยารวมกันเป็น 2-AP ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับ งานของ Cai et al. (2024) ที่ศึกษาระบบจำลองกลูโคส-โพ รลีน ในระบบการหุงข้าวที่อุณหภูมิ 100-140°C ที่จะมีการ เพิ่มขึ้นของ 2-AP ในช่วงแรกและค่อยๆ ลดลงเนื่องจาก ความร้อน [15] ด้วยเหตุนี้ที่ปริมาณ 2-AP มีการเพิ่มขึ้นได้ ในช่วงแรก คาดว่าจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ปริมาณ 2-AP หลัง การอบแห้งที่เงื่อนไขต่างๆที่ได้แสดงในตารางที่2นั้น ยังคงมี ปริมาณ 2-AP เท่ากับช่วงเริ่มการอบแห้ง หรือมีปริมาณ มากกว่า ในบางเงื่อนไข ซึ่งถือเป็นข้อดีอย่างยิ่งในการผลิต ข้าวหอมนี้ด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดซ์อากาศร้อน

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพของข้าวนี้สมบูรณ์ในแต่ละเงื่อนไข

Condition		Drying time (s)	Moisture content (%) d.b.)	%HRY	2AP (µg/kg rice)
Ta (°C)	Bed depth (cm)				
Raw rice		-	13.5±0.28 ^a	46.83±0.21 ^a	17.97±1.2 ^c
Soaked rice		-	50.02±0.83 ^a	47.55±0.15 ^a	11.61±0.5 ^a
150	5	240	16.36±0.28 ^b	59.6±0.63 ^b	12.43±0.15 ^a
170	5	60	26.21±0.28 ^d	67.14±0.26 ^c	14.5 ±0.18 ^b
	7.5	120	22.17±0.28 ^c	59.58±0.71 ^b	12.14±0.06 ^a
	10	240	18.09±0.28 ^b	57.96±1.21 ^b	11.94±0.18 ^a

สรุป

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การผลิตข้าวหอมนี้ด้วย เทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิดซ์อากาศร้อน เพื่อให้ได้ข้าว นี้ที่มีการเจลาติไนเซชันสมบูรณ์นั้น จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิ อากาศอบแห้งตั้งแต่ 150°C ขึ้นไป การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เมล็ดอย่างรวดเร็วจะช่วยเร่งการเกิดเจลาติไนเซชัน ส่งผลให้ ค่า HRY สูงขึ้นในช่วงต้นของการทดลอง นอกจากนั้นยังช่วย ส่งเสริมการสังเคราะห์ 2-AP ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการ รักษาปริมาณสารหอมไม่ให้ลดลงเร็วเกินไประหว่างการ อบแห้ง จากผลทดลองทั้งหมด สามารถระบุเงื่อนไขที่ เหมาะสมในการผลิตข้าวหอมนี้ด้วยเทคนิคนี้ได้ว่า ควรใช้ อุณหภูมิอบแห้งที่สูงเพียงพอให้เกิดเจลาติไนเซชันสมบูรณ์ ในช่วงที่ความชื้นของเมล็ดยังคงสูงกว่า 25% d.b. เพื่อให้ คุณภาพ HRY อยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นและยังมีแนวโน้มช่วยให้ เกิดการสร้าง 2-AP เพิ่มขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนจาก โครงการทุนเพชร พระจอมเกล้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (KMUTT) และ กองทุนพื้นฐานเพื่อการวิจัย (Fundamental Fund: FF) ภายใต้การสนับสนุนของ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม (TSRI) และ กองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรมแห่งชาติ (NSRF)

เอกสารอ้างอิง

1. สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. *Rice Export Quantity and Value* : 2022. 2565; Available from: http://www.thaiceexporters.or.th/statistic_2022.html.

2. Oli, P., R. Ward, B. Adhikari and P. Torley, *Parboiled rice: Understanding from a materials science approach*. Journal of Food Engineering, 2014. 124: p. 173-183.
3. สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า สถานการณ์การค้าข้าวและโอกาสการพัฒนาสินค้าข้าวไทย. 2568.
4. Imran, M., S. Shafiq, U. Ashraf, J. Qi, Z. Mo and X. Tang, *Biosynthesis of 2-Acetyl-1-pyrroline in Fragrant Rice: Recent Insights into Agro-management, Environmental Factors, and Functional Genomics*. J Agric Food Chem, 2023. 71(10): p. 4201-4215.
5. Boontakham, P., P. Sookwong, S. Jongkaewwattana, S. Wangtueai and S. Mahatheeranont, *Comparison of grain yield and 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) content in leaves and grain of two Thai fragrant rice cultivars cultivated at greenhouse and open-air conditions*. Vol. 13. 2019.
6. Yoshihashi, T., N.T.T. Huong and H. Inatomi, *Precursors of 2-Acetyl-1-pyrroline, a Potent Flavor Compound of an Aromatic Rice Variety*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002. 50(7): p. 2001-2004.
7. น้ำฝน ลำดับวงศ์, ว.จ., พิณทิพย์ รัมภากาภรณ์, ข้าวหนึ่งไทย: จากการค้าสู่การสำรวจความรู้ในกระบวนการผลิต: เอกสารวิชาการหมายเลข 11. 2560, สถาบันคลังสมองของชาติสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.): กรุงเทพฯ. p. 112.
8. Wongpornchai, S., K. Dumri, S. Jongkaewwattana and B. Siri, *Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (Oryza sativa L.) cv. Khao Dawk Mali* 105. Food Chemistry, 2004. 87(3): p. 407-414.
9. Soponronnarit, S., A. Nathakaranakule, A. Jirajindalert and C. Taechapairoj, *Parboiling brown rice using super heated steam fluidization technique*. Journal of Food Engineering, 2006. 75(3): p. 423-432.
10. Taechapairoj, C., S. Prachayawarakorn and S. Soponronnarit, *Modelling of parboiled rice in superheated-steam fluidized bed*. Journal of Food Engineering, 2006. 76(3): p. 411-419.
11. Bootkote, P., S. Soponronnarit and S. Prachayawarakorn, *Process of Producing Parboiled Rice with Different Colors by Fluidized Bed Drying Technique Including Tempering*. Food and Bioprocess Technology, 2016. 9(9): p. 1574-1586.
12. Saniso, E., T. Swasdisewi, S. Soponronnarit and S. Prachayawarakorn, *Methods of producing parboiled rice by hot air and combined microwave-hot air fluidized bed drying*. Drying Technology, 2022. 40(10): p. 1980-1993.
13. Wimonmuang, K., Y.-H. Cho and Y.-S. Lee, *High temperature-induced alterations of volatile profiles in fragrant brown rice*. Journal of Crop Science and Biotechnology, 2023. 26(1): p. 97-106.
14. Jaisut, D., S. Prachayawarakorn, W. Varanyanond, P. Tungtrakul and S. Soponronnarit, *Effects of drying temperature and tempering time on starch digestibility of brown fragrant rice*. Journal of Food Engineering, 2008. 86(2): p. 251-258.
15. Cai, Y., X. Pan, D. Zhang, L. Yuan, F. Lao and J. Wu, *The kinetic study of 2-acetyl-1-pyrroline accumulation in the model system: An insight into enhancing rice flavor through the Maillard reaction*. Food Research International, 2024. 191: p. 114591.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบจากข้าวแป้งกล้องที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

Development of High-Nutritional Baked Rice Snack Products from Brown Rice Flour

จันทร์จิรา รุ่งเจริญ^{1*} ณัฐธยาน์ สุริยวงศ์¹ และอิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล²

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่มีบทบาทต่อความมั่นคงทางอาหารของชุมชนบนพื้นที่สูง และเป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมที่มีคุณค่าของไทย การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากพันธุ์ข้าวท้องถิ่นจึงเป็นแนวทางเพิ่มมูลค่าและขยายโอกาสการเข้าถึงอาหารโภชนาการสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวท้องถิ่นที่เหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน และพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้องที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษาคุณสมบัติแป้งข้าวกล้องจากข้าวท้องถิ่น 5 พันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่า พันธุ์ข้าวเฮงทะเลทิพย์และเล่าหุ่ยามีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด โดยแป้งข้าวกล้องมีลักษณะการขึ้นรูปดี ไม่เกิดปริเจลาติในช่อก่อนอบ ให้เนื้อสัมผัสดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะแคลเซียม โปรตีน และแกมมา-ออร์ซานอล การพัฒนาสูตรข้าวอบเสริมโภชนาการใช้โปรตีนจากเนื้ออกไก่และไข่ไก่ และเพิ่มวิตามิน-ใยอาหารจากผักเคล แครอท และหัวหอมใหญ่ ผลิตภัณฑ์คุกกี้รสเนยและช็อกโกแลตมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยองค์ประกอบทางเคมีต่อ 100 กรัม ได้แก่ โปรตีน 10.00–10.60 กรัม เถ้า 2.69–2.87 กรัม ใยอาหาร 2.82–3.31 กรัม คาร์โบไฮเดรต 55.80–62.50 กรัม และพลังงาน 490–510 กิโลแคลอรี การประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ที่ทั้งสองรสนี้คะแนนความชอบรวมระดับ 6.8–7.5 (ชอบเล็กน้อย–ชอบปานกลาง) และสามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิเย็นพอใช้ร่วมกับของสดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 30–35°C ได้นาน 7.5 เดือน โดยไม่เปลี่ยนคุณภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวท้องถิ่นบนพื้นที่สูงมีศักยภาพต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบเพื่อสุขภาพเหมาะสำหรับผู้บริโภคทุกช่วงวัย รวมถึงผู้แพ้อาหาร และสามารถใช้สร้างรายได้ให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงได้ในอนาคต

คำสำคัญ: พื้นที่สูง พันธุ์ข้าวท้องถิ่น แป้งข้าวกล้อง เพิ่มมูลค่า ไร้กลูเตน

คำนำ

พื้นที่สูงของไทยถือว่าเป็นแหล่งความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวท้องถิ่นหรือพันธุ์พื้นเมืองที่ควรอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ต่อยอดให้เกิดความคุ้มค่าและเหมาะสม ตลอดจนสร้างมูลค่าของพันธุ์ข้าวท้องถิ่นสู่อาหารสุขภาพ โดยสามารถนำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Functional Food) สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือ สวพส. ได้มุ่งดำเนินงานวิจัยและพัฒนาการปลูกข้าวบนพื้นที่สูงของไทยเพื่อให้ชุมชนบนพื้นที่สูงมีผลผลิตข้าวที่เพียงพอต่อการบริโภคและสร้างความมั่นคงด้านอาหาร ปัจจุบัน สวพส. ได้รวบรวม อนุรักษ์พันธุ์ข้าวท้องถิ่นบนพื้นที่สูงประมาณ 495

พันธุ์ จึงถือว่าเป็นโอกาสที่จะคัดเลือกพันธุ์ข้าวท้องถิ่นเพื่อนำมาเพิ่มมูลค่าโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดดเด่น อีกทั้งมีอัตลักษณ์เฉพาะของพันธุ์ข้าวพันธุ์นั้นๆ ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive values) คือปริมาณของสารอาหารต่างๆ ที่อยู่ในอาหารมีความจำเพาะในอาหารแต่ละชนิด (พีระพงศ์, 2541) โดยสารอาหารแต่ละชนิดอาจจะทำหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง เช่น ให้พลังงาน หรือใช้เป็นโครงสร้างของร่างกาย เช่น สร้างกระดูก และกล้ามเนื้อ เป็นต้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2561) โดยวัยเด็กเล็กเมื่อเริ่มเรียนรู้จะปฏิเสธอาหาร เริ่มทานยาก ทานน้อยหรือเลือกทานจนบางครั้งทำให้โภชนาการอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมทานสำหรับเด็กโดยพัฒนาจากแป้งข้าวกล้องและเสริม

โภชนาการจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ตลอดจนผู้บริโภคทั่วไปก็สามารถรับประทานได้เนื่องจากผลิตจากแป้งข้าวกล้องของพันธุ์ข้าวเจ้าที่ไม่พบสารกลูเตนเหมือนเช่นข้าวสาลี ซึ่งกลูเตนในแป้งสาลีเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยโรคเซลิแอค (Celiac Disease) โรคดังกล่าวนี้จัดอยู่ในกลุ่มโรคเรื้อรังยังไม่มียารักษาจึงต้องหลีกเลี่ยงรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนหรือบริโภคอาหารที่มีกลูเตนได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อวัน (วิภา, 2556) ทั้งนี้จากความหลากหลายของพันธุ์ข้าวจึงมองเห็นโอกาสในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการแปรรูป และศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้องที่เหมาะสม เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดอาหารสุขภาพทั้งในปัจจุบันและอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ

คัดเลือกพันธุ์ข้าวท้องถิ่นเพื่อศึกษาบดทำเป็นแป้งข้าวกล้อง จำนวน 5 พันธุ์ ประกอบด้วย (1) พันธุ์ข้าวเจ้า 4 พันธุ์ ได้แก่ เฮงทะเลทิพย์ เล้าทุหย้า เบี้ยวจิกู๋ ป๊อบบอ และ (2) พันธุ์ข้าวเหนียว 1 พันธุ์ คือ ข้าวกำว้างไผ่ (มีสีม่วงดำ) โดยนำข้าวแต่ละพันธุ์กะเทาะแยกเปลือกในรูปข้าวกล้อง นำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดแห้งอเนกประสงค์และร่อนแป้งข้าวผ่านตะแกรงที่มีขนาดตะแกรงน้อยกว่า 425 ไมครอน จากนั้นนำแป้งแต่ละพันธุ์ไปศึกษากระบวนการเตรียมแป้งก่อนนำไปอบ 2 แบบ คือ การพรีเจลาติไนซ์ และไม่พรีเจลาติไนซ์ ซึ่งการพรีเจลาติไนซ์เป็นวิธีการให้ความร้อนกับสารละลายสตาร์ชเพื่อให้เกิดการเจลาติไนซ์ เม็ดแป้งพองตัวและความหนืดของแป้งเพิ่มสูง จากนั้นนำไปทำให้แห้งโดยการอบแห้ง

คัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติสำหรับเป็นวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ครัวพื้นฐาน เช่น ตูอบแห้ง ตูอบเบเกอร์ เครื่องผสม เป็นต้น โดยศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบหลัก คือ แป้งข้าวกล้อง ปริมาณส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เนย ผัก ไข่ นม หรือผลไม้อบแห้ง เป็นต้น จากนั้นศึกษากระบวนการขึ้นรูปกระบวนการให้ความร้อนในการอบขนม คือ อุณหภูมิและ

ระยะเวลา กระบวนการอบเพื่อลดค่า Water Activity (a_w) ให้มีความเหมาะสมกับขนาดของผลิตภัณฑ์

2. การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ขนมอบสูตรที่พัฒนาได้นำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 ราย (กลุ่มเด็กอายุ 18-60 ปี กลุ่มนักศึกษา กลุ่มผู้ใหญ่) โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม (ใช้เกณฑ์คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนตั้งแต่ 6 ขึ้นไปจะถือว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค)

3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมอบ

- 3.1) ด้านคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีระบบ L^* , a^* , b^* ค่า Water Activity (a_w) ปริมาณความชื้น (% Moisture)
- 3.2) ด้านคุณภาพทางเคมี (Proximate analysis)
- 3.3) ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ Yeast and Mold Bacillus Cereus และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
- 3.4) ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Shelf-Life Evaluation) ทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง (Accelerated Shelf Life Evaluation) โดยเลือกผลิตภัณฑ์ขนมอบจำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ (รสช็อกโกแลต) บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์แบบมีช่อง oxygen absorber ขนาดบรรจุ 30 กรัม นำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ ณ อุณหภูมิเก็บรักษา 3 ระดับ ได้แก่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 วัน แล้วประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบ ได้แก่ ค่าสี ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี ปริมาณ Thiobarbituric acid-reactive substance และการยอมรับของผู้บริโภค

ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้อง

จากคุณสมบัติและลักษณะปรากฏของข้าวและแป้งข้าวกล้องที่ผ่านการบดมีลักษณะแตกต่างกัน ดังภาพที่ 1 เมื่อนำแป้งข้าวกล้องมาทดสอบกระบวนการเตรียมแป้งก่อนนำไปอบ 2 แบบ คือ การพรีเจลาติไนซ์และไม่พรีเจลาติไนซ์

พบว่า แป้งข้าวกล้องที่ไม่พรีเจลาติไนซ์ก่อนอบมีลักษณะปรากฏดี ไม่แข็งและรับประทานง่าย (ภาพที่ 2) สำหรับกระบวนการขึ้นรูปเบื้องต้น พบว่า แป้งข้าวกล้องพันธุ์เฮงทะเลือทิญและเล้าทุหยา มีคุณสมบัติสามารถขึ้นรูปได้ดีกว่า แป้งข้าวพันธุ์อื่นซึ่งมีกลิ่นรสเฉพาะตัวและไม่สามารถขึ้นรูปทรงได้ จึงได้นำแป้งข้าวกล้องพันธุ์เฮงทะเลือทิญและเล้าทุหยา มาเป็นส่วนผสมในสัดส่วนที่เท่ากันในการพัฒนาสูตร



ภาพที่ 1 ลักษณะแป้งและสีของแป้งข้าวกล้องดอย 5 พันธุ์



ภาพที่ 2 ลักษณะของแป้งข้าวกล้องที่ผ่านการเจลาติไนซ์ (ซ้าย) และไม่ได้ผ่านเจลาติไนซ์ก่อนอบ (ขวา)

ผลการวิจัยและพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบหลัก 2 รส คือ รสเนยและรสช็อกโกแลต โดยทำการปรับสัดส่วนของปริมาณส่วนผสมต่างๆ อบขนมด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 160-165 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที จนได้สูตรผลิตภัณฑ์นม

อบ 2 สูตร ดังตาราง 1 ซึ่งผลิตภัณฑ์ขนมอบมีรูปร่าง กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้องรสเนยและรสช็อกโกแลต

วัตถุดิบ/ส่วนผสม	ปริมาณ (%)	
	รสเนย	ช็อกโกแลต
1.แป้งข้าวกล้องเฮงทะเลือทิญ	16.60	16.00
2. แป้งข้าวกล้องเล้าทุหยา	16.60	16.00
3. ไข่ไก่	17.65	16.60
4. มาการีน	9.05	10.65
5. เนยจืด	9.05	-
6. น้ำตาลทราย	7.70	9.05
7. เนื้อมะพร้าว	5.50	5.35
8. ผักเคล	6.40	4.25
9. แครอท	6.40	4.25
10. หัวหอม	1.65	1.60
11. เบกกิ้งโซดา	1.10	1.50
12. เกลือ	0.45	0.45
13. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	0.40	0.35
14. ผงกระเทียม	0.10	0.10
15. ช็อกโกแลตคอมพาวนด์	-	10.65
16. ผงโกโก้	-	0.75
17. กลิ่นวานิลลา	0.90	0.85
18. กลิ่นเนย	0.45	-
19. กลิ่นช็อกโกแลต	-	1.60



รสเนย รสช็อกโกแลต

ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์ขนมข้าวอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวกล้อง

2. ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบ

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale (1 = ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง และ 9 = ชอบมากอย่างยิ่ง) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอบรสเนยมีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.9-7.2 คะแนน) สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบรสช็อกโกแลตมีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.8-7.5 คะแนน) โดยทั่วไปที่ระดับความชอบเล็กน้อย (6 คะแนน) ถือได้ว่าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวกล้อง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	
	รสเนย	ช็อกโกแลต
ลักษณะปรากฏ	7.2±0.9	7.4±0.8
สี	7.2±1.0	7.5±0.8
กลิ่น	7.2±1.1	7.4±1.0
รสชาติ	6.9±1.1	7.2±0.9
เนื้อสัมผัส	7.0±1.1	6.8±0.9
ความชอบโดยรวม	7.0±0.9	7.1±0.8

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมโภชนาการ

3.1 ผลด้านคุณภาพกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมโภชนาการรสเนยและรสช็อกโกแลตที่พัฒนาได้มีลักษณะปรากฏ ค่าสีในระบบ CIE โดยค่าสี L* แสดงถึงค่าความสว่างในช่วง 22.59-37.68 ค่าสี a* แสดงถึงความเป็นสีแดงในช่วง 6.71-9.27 และค่าสี b* แสดงถึงค่าที่เป็นสีเหลืองในช่วง 7.54-24.57 ค่า Hardness อยู่ในช่วง 1.75-1.83 กิโลกรัมแรง ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ในช่วง 0.337-0.425 และปริมาณความชื้นในช่วง 1.44-5.00 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง คุกกี้ (มผช. 118/2555) โดยกำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวกล้อง รสเนยและรสช็อกโกแลต

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	
	รสเนย	ช็อกโกแลต
ค่าสี L*	37.68±1.16	22.59±0.36
ค่าสี a*	9.27±0.39	6.71±0.13
ค่าสี b*	24.57±0.76	7.54±0.25
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	5.00±0.53	1.44±0.05
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a _w)	0.425±0.019	0.337±0.031
Hardness (kg.force)	1.75±0.32	1.83±0.34

3.2 ผลด้านองค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis)

ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอบทั้ง 2 รส ในปริมาณ 100 กรัมตัวอย่าง มีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 10.00-10.60 กรัม ปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 21.90-27.40 กรัม ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 2.69-2.87 กรัม ปริมาณใยอาหารอยู่ในช่วง 2.82-3.31 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง 55.80-62.50 กรัม และพลังงานอยู่ในช่วง 490-510 กิโลแคลอรี (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์ขนมอบรสเนยและรสช็อกโกแลต

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	
	รสเนย	ช็อกโกแลต
โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	10.00	10.60
ไขมัน (กรัม/100 กรัม)	27.40	21.90
เถ้า (กรัม/100 กรัม)	2.87	2.69
กากใย (กรัม/100 กรัม)	2.82	3.31
คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100 กรัม)	55.80	62.50
พลังงาน (kcal/100 กรัม)	510.00	490.00

3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and mold) บาซิลลัส ซีเรียส (Bacillus cereus) และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของผลิตภัณฑ์ขนมอบทั้ง 2 รส (รสเนยและรสช็อกโกแลต) มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไขและวิธีในการตรวจวิเคราะห์ในอาหารของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (416/2563) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง คุกกี้ (มผช. 118/2555) ซึ่งพบยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

บาชิลลัสซีเรียส น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4 ผลด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ (รสช็อกโกแลต) และอุณหภูมิเก็บรักษา

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมอบรสช็อกโกแลต บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ แบบมีช่อง oxygen absorber ขนาดบรรจุ 30 กรัม พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอบรสช็อกโกแลตที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 7.5 เดือน ซึ่งผลิตภัณฑ์ควรเก็บรักษาให้พ้นแสง (Keep away from direct sunlight) และความร้อนจะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนได้เป็นอย่างดี

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมโภชนาการสามารถใช้แป้งข้าวกล้องพันธุ์เฮงาเลอทิญและเลาทุหย่า (พันธุ์ข้าวไร่บนพื้นที่สูง) เป็นวัตถุดิบหลัก โดยเสริมด้วยวัตถุดิบเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ไข่ไก่ อกไก่ ผักเคล แครอท หอมหัวใหญ่ และเนย กระบวนการผลิตใช้การเตรียมแป้งผสมก่อนอบโดยไม่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ เนื่องจากให้คุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าและรับประทานง่ายกว่าแป้งที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ ซึ่งเป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่สารละลายสตาร์จนเกิดการเจลาติไนซ์ เม็ดแป้งพองตัวและเพิ่มความหนืด ก่อนทำให้แห้งด้วยการอบ ส่งผลให้ขนมอบที่ได้มีความกรอบและเนื้อสัมผัสแข็ง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่า ขนมอบรสเนยได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับ “ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง” (6.9–7.2 คะแนน) ขณะที่ขนมอบรสช็อกโกแลตได้รับคะแนนอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (6.8–7.5 คะแนน) ทั้งนี้ที่ระดับคะแนน 6 ถือเป็นเกณฑ์ที่ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ผลการประเมินสอดคล้องกับ ไกรสินธุ์ (2560) ที่ระบุว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวมักตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจโภชนาการและสุขภาพ แม้อาจไม่เป็นที่นิยมในตลาดกว้าง แต่สามารถสร้างการยอมรับได้ผ่านการประชาสัมพันธ์และการให้ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริม

ให้นวัตกรรมและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเป็นที่รู้จักในวงกว้างมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบ พบว่า ขนมอบรสเนยและรสช็อกโกแลตที่พัฒนาได้ มีค่า Hardness 1.75-1.83 กิโลกรัมแรง ปริมาณความชื้นร้อยละ 1.44-5.00 ซึ่งค่าความชื้นในอาหารจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งค่าความชื้นที่มากในผลิตภัณฑ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในอาหารอีกด้วย (บุษกร, 2555) โดยผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ที่ 0.337-0.425 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง คุณภาพ (มพช. 118/2555) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และเป็นปัจจัยบ่งชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ โดยค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำกว่า 0.6 เป็นระดับที่จุลินทรีย์ทุกชนิดหยุดการเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ รวมทั้งเชื้อราจะหยุดการเจริญเมื่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับหรือต่ำกว่า 0.7 (Igo and Schaffner, 2021) ข้อดีของการวัดค่าคุณภาพทางเคมีของอาหาร คือ สามารถใช้พิจารณาเป็นเกณฑ์ยอมรับหรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีการระบุค่าการยอมรับหรือค่ามาตรฐานที่แน่นอนโดยอาจอ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข สำนักคณะกรรมการอาหารและยาของอาหารแต่ละประเภท ในบางครั้งพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของอาหารยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ แต่ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและประสาทสัมผัสและไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร มักเลือกใช้การวิเคราะห์คุณภาพหลายวิธีร่วมกัน (พรรัตน์ และคณะ, 2565)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบรสช็อกโกแลตที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 30 กรัม พร้อมช่องดูดออกซิเจน (oxygen absorber) และเก็บรักษาพ้นแสงแดดที่อุณหภูมิ 30–35 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาได้ 7.5 เดือน คุณสมบัติของถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ปราศจากรูเข็ม (pin hole) ช่วยป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซ จึงสามารถรักษา

คุณภาพผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Robertson & Yam, 2004) นอกจากนี้การใช้ของคูดอกซิเจนช่วยลดความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์และป้องกันการเสื่อมสภาพจากแสงและความร้อน ทั้งนี้สอดคล้องกับ Shahid et al. (2021) ที่ระบุว่า อุณหภูมิ แสง และความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาอาหาร โดยอุณหภูมิสูง การสัมผัสแสงยูวี และสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเสื่อมทางเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารได้เร็วขึ้น

สรุปผล

พันธุ์ข้าวท้องถิ่นบนพื้นที่สูงสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมโภชนาการ เช่น คูกี้ที่ใช้แป้งข้าวกล้องพันธุ์เฮงาเลอทิญและเล้าหุยาเป็นส่วนผสมหลักเสริมด้วยไข่ไก่ ออกไก่ ผักเคล แครอท และหัวหอม เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นอาหารสุขภาพทางเลือกที่มีสารอาหารครบหมู่ ปราศจากกลูเตน นอกจากนี้ยังมีศักยภาพในการต่อยอดเชิงธุรกิจสำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็ก เนื่องจากกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน สามารถปรับสูตรให้เหมาะสมกับผู้บริโภคทุกวัย และช่วยยกระดับพันธุ์ข้าวท้องถิ่นสู่พืชเศรษฐกิจสร้างรายได้แก่เกษตรกรบนพื้นที่สูง

คำนิยาม

ขอบเขตการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) และความร่วมมือทางวิชาการของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

Igo, M. J. and Schaffner, D. W. (2021). Models for factors influencing pathogen survival in low water activity foods from literature data are highly significant but show large unexplained variance. *Food Microbiology*, 98: 103783.

Robertson, M. and K. Yam. (2004). Novel food packing. Pp.65 In Jim S. Technology of Reduced Additive Food. Canada: Black well Science.

Shahid, S., Leghari, A.A., Farid, M.S., Saeed, M., Anwar, S., Anjum, R., Saeed, N. & Abbas, Z. (2021). Role of active food packaging developed from microencapsulated bioactive ingredients in Quality and shelf-life enhancement: A review. *Journal of American Science*, 17(2), 12-28.

Stoven S, Murray J, Marietta E. (2012). Celiac disease: advances in treatment via gluten modification. *Clin Gastroenterol Hepatol* 10, 859–862.

ไกรสินธุ์ วงศ์สุไร. (2560). แนวทางการส่งเสริมนวัตกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน. (วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 60 ประจำปีการศึกษาพุทธศักราช 2560-2561.

บุษกร อุดรภิชาติ. (2555). จุลชีววิทยาทางอาหาร. บริษัทนาคิลป์ โฆษณา จำกัด, สงขลา. 437 หน้า.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ. 2563. (2563). ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค.สืบค้นจาก https://moi.gcc.go.th/images/stories/moph/Link/RA10/ra10_0500.pdf

พรรัตน์ สินชัยพานิช, นกัสนร เพ็ญสุระ, อนันทิศา แสงสุริยวงษ์ และ ศศพินท์ ดิชนิล. (2565). การทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่งอุณหภูมิ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* ปีที่ 27 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2565.

พีระพงศ์ บุญศิริ. (2541). โภชนาการและการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช.

วิภา สุโรจนะเมธากุล. (2556). โรคแพ้กลูเตน (Coeliac disease) และความสำคัญของอาหารปราศจากกลูเตน. *วารสารอาหาร*. ปีที่ 43(3), 16-21.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. (2561). โภชนศาสตร์สาธารณสุข (Nutrition in health) หน่วยที่ 1-5. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2555). มาตรฐานผลิตภัณฑ์คูกี้ (มผช. 118-2555). สืบค้นจาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55.pdf

ผลของสาหร่ายพรรณนาง (*Gracilaria fisheri*) ต่อคุณค่าทางโภชนาการ
และคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง
Impact of Red Seaweed (*Gracilaria fisheri*) on Nutrition
and Quality of Dried Rice Noodles

ชัยสิทธิ์ ตั๊ต¹, สุวิมล เจริญสิทธิ์¹, มาศอุบล ทองงาม¹, สาวิตรี รัตนสุมาวงศ์¹

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ก๋วยเตี๋ยวจัดเป็นอาหารหลักที่ทำจากแป้งข้าว จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีอาการแพ็กกลูเตน อย่างไรก็ตามก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใยอาหารและโปรตีนต่ำและมีค่าดัชนีน้ำตาลสูง ดังนั้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านโภชนาการ จึงควรนำวัตถุดิบอื่นที่มีใยอาหารหรือโปรตีนสูงมาเสริมลงในเส้นก๋วยเตี๋ยว สาหร่ายพรรณนาง (*Gracilaria fisheri*) เป็นสาหร่ายที่มีใยอาหารสูง และยังมีโปรตีนและแร่ธาตุอีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพด้านโภชนาการของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งด้วยการเติมสาหร่ายพรรณนางลงในเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยทำการเติมที่ระดับ 0 -25% นอกจากนี้ยังศึกษาผลของการเติมสาหร่ายพรรณนางต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง พบว่า การเสริมสาหร่ายพรรณนางที่ระดับ 25% สามารถเพิ่มปริมาณใยอาหารได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญถึง 32 เท่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมสาหร่าย ทำให้สามารถกล่าวอ้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใยอาหารสูงได้ นอกจากนี้การเติมสาหร่ายพรรณนางส่งผลต่อลักษณะปรากฏทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมียูนิฟอร์ม โดยเห็นได้จากค่าความสว่าง (L*) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีค่าลดลง เนื่องจากสีของสาหร่ายเข้มกว่าแป้งข้าว การผสมสาหร่ายส่งผลกระทบต่อคุณภาพหุงต้ม โดยทำให้เวลาในการหุงต้มลดลง เนื่องจากสาหร่ายพรรณนางทำให้โครงสร้างภายในเส้นก๋วยเตี๋ยวเกิดรูพรุนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำจึงแพร่เข้าไปในเส้นในระหว่างหุงต้มได้เร็วยิ่งขึ้น ทำให้การสูญเสียของแข็งระหว่างหุงต้มสูงขึ้น รวมถึงความแน่นเนื้อและความยืดหยุ่นของเส้นมีค่าลดลง เนื่องจากสาหร่ายพรรณนางเข้าไปขัดขวางการเกิดโครงสร้างของสตาร์ชภายในเส้นก๋วยเตี๋ยว โครงสร้างของเส้นก๋วยเตี๋ยวจึงอ่อนแอลง ดังนั้นการเสริมสาหร่ายพรรณนางสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ และการเติมสาหร่ายพรรณนางยังใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้นได้ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงผลของการเติมสาหร่ายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อเลือกระดับการเติมให้เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: ก๋วยเตี๋ยว, สาหร่าย, ปราศจากกลูเตน, ใยอาหารสูง, เนื้อสัมผัส

ภาคบรรยาย

กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา

แนวทางความสำเร็จงานวิจัยข้าในระดับชุมชนสู่การสร้างเศรษฐกิจฐานรากและความยั่งยืน

นางสาวจิตชนก เกษี¹ นายอดิณันท์ ดำนานทอง¹

¹สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

บทคัดย่อ

งานวิจัยที่ประสบความสำเร็จในการสร้างเศรษฐกิจฐานรากต้องเปลี่ยนจาก "วิจัยเพื่อทราบ" เป็น "วิจัยเพื่อใช้ประโยชน์และขับเคลื่อน" โดยมีแนวทางในการวิจัยโดยเน้นการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน 4P Partnership ในการขับเคลื่อนภาคการเกษตร เป็นกลไกที่มุ่งเน้นการบูรณาการทรัพยากร องค์ความรู้ และความเชี่ยวชาญจากทุกภาคส่วน เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนและครอบคลุม ให้เกิดการบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างภูมิปัญญาท้องถิ่นกับนวัตกรรมสมัยใหม่ โดยมีหัวใจสำคัญคือ การมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อให้เกิดการพึ่งพาตนเองได้จริง (Self-Reliance) สามารถสร้างรายได้ที่มั่นคงและยั่งยืนบนพื้นฐานของทรัพยากร วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ประกอบด้วย

1. ภาครัฐ (Public) ทำหน้าที่เป็นผู้กำหนด นโยบาย (Policy) และเป็น ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการลงทุนและการพัฒนาภาคการเกษตร ช่วยในการกำหนดทิศทางและนโยบาย วางแผนยุทธศาสตร์ชาติและนโยบายด้าน

2. ภาคเอกชน (Private) ทำหน้าที่เป็น กลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (Economic Driver) และนำ เทคโนโลยี (Technology) เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนและการสร้างช่องทางการตลาดทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งสร้างกลไกการรับซื้อผลผลิตตามคุณภาพ

3. เกษตรกร (People) ทำหน้าที่ในการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ การขยายผลเทคโนโลยีจากการรวมกลุ่มและการปรับใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับพื้นที่

4. สถาบันการศึกษา (Professional) ทำหน้าที่ในการการวิจัยและสร้างองค์ความรู้ การจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและการประเมินผลกระทบ ประเมินผลลัพธ์เพื่อปรับปรุงและสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

ซึ่งจะก่อให้เกิด การกำหนดโจทย์ร่วม (Co-Creation): ภาครัฐและภาคเอกชนตั้งโจทย์ร่วมกับภาคประชาชน (เกษตรกร) โดยมีภาควิชาชีพทำหน้าที่วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิค การลงทุนร่วม (Co-Investment): ภาครัฐลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน ภาคเอกชนลงทุนในเทคโนโลยีการผลิตและการตลาด ภาคประชาชนลงทุนในแรงงานและการจัดการพื้นที่ รวมทั้งการขยายผลร่วม (Co-Scaling): ภาควิชาชีพถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ภาคประชาชน แล้วภาครัฐใช้กลไกการส่งเสริมเพื่อขยายผลไปยังพื้นที่อื่น ๆ โดยมีภาคเอกชนเป็นผู้รับซื้อผลผลิตตามมาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ: ข้าในระดับชุมชน, เศรษฐกิจฐานราก, การขยายผล

นวัตกรรมผงขมิ้นเพื่อสุขภาพจากข้าวพันธุ์สังข์หยด: บูรณาการภูมิปัญญาการใช้สมุนไพร
เพื่อส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ

Innovative Health Beverage from Sangyod Rice: Integrating Local Wisdom of Herbal
Medicine for Elderly Well-being

อมรรัตน์ ถนอมแก้ว^{1*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม

จังหวัดพัทลุง 93210

* อีเมล : tamonrat@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงขมิ้นเพื่อสุขภาพจากข้าวสังข์หยดสำหรับผู้สูงอายุ โดยบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร โภชนาการ และภูมิปัญญาท้องถิ่นภาคใต้ เพื่อแก้ปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุไทยซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยวัตถุดิบท้องถิ่นสำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวสังข์หยดเพาะงอก รำข้าวสังข์หยด และสารสกัดเนื้อในฝักราชพฤกษ์สุก ซึ่งอุดมด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น กาบกา แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี โยอาอาหาร และแอนทราควิโนน โกลโคไซด์ที่ช่วยระบบขับถ่าย กระบวนการผลิตได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในระดับวิสาหกิจชุมชน ครอบคลุมการเตรียมวัตถุดิบ ปริมาณการบรรจุ การอบแห้ง และการบดผงละเอียด ผลการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระประเภทสารประกอบฟีนอลิกสูง โดยเฉพาะส่วนผสมจากรำข้าวสังข์หยดซึ่งมีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงถึง 1779.946 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเข้มข้น ($EC_{50} = 0.478$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ยังแสดงฤทธิ์ต้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยการลดความมีชีวิตของเซลล์มะเร็งลำไส้ ผลิตภัณฑ์มีค่าทางโภชนาการเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่ โยอาอาหาร 5.4 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง วิตามินอี 23.44 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และกาบา 90.54 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ผงขมิ้นข้าวสังข์หยดสำหรับผู้สูงอายุจึงเป็นนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพที่มีศักยภาพสูงทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ชีวภาพ การพัฒนาเพิ่มมูลค่าทรัพยากรท้องถิ่น และการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์เป็นต้นแบบของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพื้นบ้านไทยในอุตสาหกรรมอาหารฟังก์ชันเพื่อรองรับสังคมผู้สูงอายุอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ข้าวสังข์หยด, เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ, ผู้สูงอายุ, ผลิตภัณฑ์ข้าว

การเพิ่มมูลค่าข้าวและรำข้าวสังข์หยดสู่ผลิตภัณฑ์สุขภาพมูลค่าสูง: ทางเลือกของเกษตรกรท้องถิ่นสู่ความยั่งยืนทางรายได้

Value-Added Utilization of Sangyod Rice and Rice Bran for High-Value Health Products as a Sustainable Income Strategy for Local Farmers

พรวิชัย เต็มบุตร^{1,2*}, ถาวร จันทโชติ¹, วรวิทย์ วาณิชสุวรรณ³

¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ

² ศูนย์ความเป็นเลิศนวัตกรรมเกษตรและผลิตภัณฑ์ชีวภาพแห่งมหาวิทยาลัยทักษิณ มหาวิทยาลัยทักษิณ

³ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงที่ได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication) ที่มีการส่งเสริมการปลูกอย่างแพร่หลายและศักยภาพสูง อย่างไรก็ตามในกระบวนการสีข้าวนั้นจะได้ข้าวเต็มเมล็ดประมาณ 50-60 % อีกประมาณ 20-30% เป็นข้าวหักท่อนและรำข้าวที่ยังไม่มีตลาดรองรับ ส่งผลให้เกษตรกรสูญเสียรายได้ที่ควรจะได้รับ ข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดัชนีน้ำตาลต่ำ มีสารแอนโทไซยานินที่ช่วยลดการสะสมคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด จึงเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการพัฒนาอาหาร เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และเครื่องสำอาง อย่างไรก็ตามเกษตรกรขาดทักษะการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงได้เริ่มโครงการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีเป้าหมายหลักในการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากและสร้างรายได้ที่ยั่งยืนทางรายได้ให้แก่เกษตรกร ผ่านกระบวนการแปรรูปเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมูลค่าสูง สอดรับกับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุและกระแสความใส่ใจสุขภาพของผู้บริโภคในปัจจุบัน โดยการดำเนินงานวิจัยเน้นการบูรณาการความร่วมมือกับเครือข่ายจากภาครัฐและดำเนินงานร่วมกับวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพและเครื่องสำอางจากข้าวสังข์หยดในระดับขยายกำลังผลิต รวมถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีและการยกระดับทักษะด้านการผลิตและการแปรรูปผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงจากข้าวสังข์หยดแก่เกษตรกรตลอดห่วงโซ่อุปทาน โดยนํานงานวิจัยพร้อมใช้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ จนเกิดผลสัมฤทธิ์สำคัญทางเศรษฐกิจ ปัจจุบันสารสกัด anthocyanin จากรำข้าวสังข์หยดขึ้นทะเบียนสารสำคัญในรายการของ ออย. (positive list) เป็นยาความเสี่ยงต่ำรักษาความเสี่ยงโรคหลอดเลือดและหัวใจ เลขที่ C68/0003 ซึ่งผลลัพธ์จากงานวิจัยมีเพียงแต่ช่วยสร้างอาชีพและทางเลือกใหม่ให้แก่เกษตรกร แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของจังหวัดพัทลุงอีกด้วย

คำสำคัญ: ข้าวสังข์หยดพัทลุง, การเพิ่มมูลค่า, สารสกัดมูลค่าสูง, ผลิตภัณฑ์สุขภาพ, เศรษฐกิจฐานราก

อิทธิพลของคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวนาริมเล (พัทลุง) ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ 'ปลาลูกเบร'

Influence of Physicochemical Properties of 'Narimle' Rice (Phatthalung) on the Quality of "Pla Look Bre" Crackers

นันทยา พนมจันทร์^{1*}, ภิญา วัฒนไทย¹, พชรภรณ์ รักชุม²

1 คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง 65 หมู่ 2 ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93210

2 ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ต.ควนมะพร้าว อ.เมือง จ.พัทลุง 93000

* Corresponding author E-mail: n_numkum@hotmail.com, pnantiya@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

“ข้าวนาริมเล” เป็นข้าวพื้นเมืองที่ปลูกในพื้นที่ชายฝั่งทะเลสาบสงขลา เขตจังหวัดพัทลุง เป็นภูมิปัญญาจากบรรพบุรุษ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะด้าน บริเวณพื้นที่ทำนาข้าวนั้นจะมีแร่ธาตุจากธรรมชาติที่ปนเปื้อนจากตะกอนที่ถูกพัดพามาจากทะเลสาบ มีน้ำหล่อเลี้ยงตลอดฤดูกาลทำนา และช่วยลดต้นทุนการผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวนาริมเลจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ กข55, กข77, กข91, กข109, กข43, ไร่มะขาม, หอมนาเล1 และหอมนาเล2 เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาลูกเบรนาริมเล ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง จังหวัดพัทลุง ออกแบบการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) มี 8 ชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ การศึกษาประกอบด้วย การประเมินลักษณะทางกายภาพของข้าวนาริมเล ได้แก่ ขนาดเมล็ด รูปร่างเมล็ด สีเปลือก การเป็นท้องไข ลักษณะสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความคงตัวของแป้งสุก ค่าการสลายเมล็ดในด่าง การยืดตัวของแป้งสุก และปริมาณอะมิโนส เมื่อนำไปแปรรูป จากนั้นได้มีการพัฒนาสูตรข้าวเกรียบที่ใช้ปลาลูกเบรและข้าวนาริมเลเป็นส่วนผสม พร้อมทั้งศึกษาการแปรรูปข้าวเกรียบปลาลูกเบรนาริมเล ได้แก่ การขยายตัวของข้าวเกรียบก่อนและหลังทอด การวิเคราะห์ SEM การอมน้ำมัน และการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น ความกรอบ การพองตัว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบพบว่า ข้าวนาริมเลพันธุ์หอมนาเล2 มีศักยภาพสูงกว่าทุกพันธุ์ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตข้าวเกรียบปลา เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพที่มีความหนาเมล็ดต่ำสุด ง่ายต่อการบดแบ่งให้เนื้อเนียนละเอียด มีค่าท้องไขต่ำ ส่งผลให้เมื่อทอดแบ่งเกิดการพองตัวสม่ำเสมอเท่ากัน และคุณสมบัติทางเคมีมีปริมาณอะมิโนสต่ำสุดโดยปริมาณอะมิโนสช่วยให้ข้าวเกรียบเกิดการพองตัว และช่วยการแตกหักของผลิตภัณฑ์ แบ่งที่มีปริมาณ อะมิโนสร้อยละ 5-20 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีคุณภาพมากขึ้น การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าข้าวพันธุ์หอมนาเล 2 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด การยอมรับจากผู้บริโภคอยู่ในระดับดี บ่งชี้ถึงโอกาสในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน ดังนั้นการนำข้าวพันธุ์หอมนาเล 2 มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตข้าวเกรียบปลาลูกเบรนาริมเล นับเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรของท้องถิ่น อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ข้าว, พื้นที่ริมชายฝั่ง, ปลาลูกเบร, ข้าวเกรียบปลา, คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

การปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตข้าวสู่ความยั่งยืน และข้าวคาร์บอนต่ำของชาวนาภาคใต้

Transforming Rice Production Toward Sustainability and Low-Carbon Rice Cultivation in Southern Thailand

เสกสม พัฒนพิชัย¹

¹ สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 7 (ปัตตานี) กรมชลประทาน อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

บทคัดย่อ

การปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตข้าวของเกษตรกรในพื้นที่บ้านกูแบสรีรา จังหวัดปัตตานี เป็นกรณีศึกษาการปรับตัวของเกษตรกรภาคใต้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความต้องการตลาดสมัยใหม่ โดยมีจุดเริ่มต้นจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว เมื่อปี พ.ศ. 2544 ทำให้เกิดการบูรณาการของหลายหน่วยงานในการพัฒนา และวางรากฐานการผลิตข้าวอย่างยั่งยืนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง ก่อนหน้านั้นเกษตรกรในพื้นที่ยังใช้วิธีการทำนาแบบเดิม เช่น เตรียมดินไม่เรียบ ใช้กล้าแก่ ปักดำกอแน่น ซึ่งน้ำลึกตลอดฤดูปลูก ให้น้ำไม่ถูกช่วง ไม่กำจัดวัชพืช เก็บเกี่ยวในสภาพน้ำขัง และใช้เมล็ดพันธุ์ปน ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวต่ำมาก จากการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศจังหวัดปัตตานีในระยะ 20 ปีที่ผ่านมา พบแนวโน้มว่ามี อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศเพิ่มขึ้น จำนวนวันฝนตกและความยาวแสงลดลง โดยมีความสัมพันธ์และกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ที่ลดลง และจากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกษตรกรผู้ปลูกข้าว พบว่า รับรู้ถึงความเปลี่ยนแปลงในระดับมาก โดยเริ่มปรับตัวด้วยการใช้เทคโนโลยีใหม่ ฝนนาภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมกลุ่ม สร้างเกษตรกรรุ่นใหม่ และสร้างกลยุทธ์ตลาดเฉพาะพื้นที่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐช่วยเสริมองค์ความรู้ด้านการผลิต สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 7 (ปัตตานี) จึงร่วมมือกับเกษตรกร พัฒนาแปลงสาธิตและทดลองการจัดการน้ำชลประทานในนาข้าวด้วยวิธีเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying: AWD) เปรียบเทียบกับวิธีขังน้ำแบบเดิม พบว่า วิธี AWD ร่วมกับการปรับระดับแปลง การใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PSB) และการให้ปุ๋ยที่เหมาะสม สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวขึ้นถึง 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเพิ่มขึ้น 47.09% และร่วมเสริมสร้างศักยภาพของเกษตรกรโดยใช้หลักคิด “กูแบสรีราโมเดล” ตามขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ ทำให้อู, ปลูกพื้นฐาน, สานทำเป็น, เห็นทำต่อ และก้อยั่งยืน

จากกระบวนการขับเคลื่อนดังกล่าว เกิดการเชื่อมโยงความร่วมมือระหว่างชุมชนกับสถาบันวิจัย นำไปสู่โครงการหมู่บ้านข้าวคาร์บอนต่ำกูแบสรีรา โดยมุ่งใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม ในการยกระดับคุณภาพผลผลิต ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มขีดความสามารถของชุมชน ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ และการเรียนรู้ร่วมกันในแปลงสาธิต รวมถึงการนำพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ 2 ที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและให้ผลผลิตสูงมาทดลองปลูกในพื้นที่ พบว่าได้ผลผลิตสูงถึง 880 กิโลกรัมต่อไร่ และได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ กูแบสรีรา ข้าวคาร์บอนต่ำ โดยเน้นจุดขายความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และได้นำขึ้นทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สร้างความภาคภูมิใจให้กับชุมชน เป็นแรงผลักดันให้เกิดการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อเป็นต้นแบบการผลิตข้าวคาร์บอนต่ำในภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการพัฒนาเกษตรกรรมเชิงระบบ ที่ผสานองค์ความรู้ของชุมชน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรม และการสนับสนุนจากรัฐเข้าด้วยกัน จนสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว เพิ่มผลผลิตภาพการใช้น้ำชลประทาน และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์มุ่งสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว ตลอดจนสร้างรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต และวางรากฐานการพัฒนาความเข้มแข็งในการผลิตข้าวสู่ความยั่งยืน โดยเฉพาะในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผ่านแนวคิดข้าวคาร์บอนต่ำ ซึ่งถือเป็นทิศทางการผลิตข้าวของอนาคต

คำสำคัญ: บ้านกูแบสรีรา, การจัดการน้ำด้วยวิธีเปียกสลับแห้ง, ข้าวคาร์บอนต่ำ

การวิจัยและพัฒนาชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียวด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG
สู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)
Research and Development of Sticky Rice Farming Communities through the BCG
Economic Model toward Sustainable Development Goals (SDGs)

อรธนา ดวงแพง^{1*}, สุรณี เคนสุโพธิ์¹, วรากร ขยายผล¹, วรางคณา ชินภาส¹, ณัฐ อมรภิญโญ¹ และ ชนะ ศรีสมภาร²

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

² ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียวด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG สู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ได้ดำเนินงานโดยทำการวิเคราะห์ทรัพยากรท้องถิ่นของจังหวัดอุดรธานี เช่น พื้นที่ปลูกข้าวเหนียวที่สำคัญ เส้นทางทางท่องเที่ยวหลัก พื้นที่ท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติและวัฒนธรรมที่สำคัญ เครือข่ายข้าวอินทรีย์อุดรธานี กลุ่มนาแปลงใหญ่ของกรมการข้าว กลุ่มที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 18 ชุมชน 7 อำเภอ ได้รับการวิจัยและพัฒนาเป็นเครือข่ายระดับจังหวัดผ่านโครงการ BCG-Naga Belt Road (พ.ศ. 2565–2566) ซึ่งยกระดับชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียวด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพ GAP เกษตรอินทรีย์ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดรน เครื่องจักรกลเกษตร ระบบตลาดออนไลน์ การสร้างนวัตกรรมแปรรูป การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้ง และการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม มีการสร้างเครือข่ายชุมชนถึง 18 ชุมชน นำไปสู่การสร้างแบรนด์จังหวัด “หอมนาคา – Homnaga” เพื่อเชื่อมอัตลักษณ์ข้าวเหนียวกับวัฒนธรรมลุ่มน้ำโขง เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ในปี พ.ศ. 2567 ชุมชนได้รับคัดเลือกเป็น พื้นที่เรียนรู้ SDGs รุ่นที่ 2 ของประเทศไทย ผ่านกระบวนการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระดับพื้นที่และระดับประเทศ โดย มูลินีเพื่อการพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ (IHPP) โดยดำเนินกระบวนการ SDGs Mapping ทั้งต้นน้ำ–กลางน้ำ–ปลายน้ำ ทำให้เห็นความเชื่อมโยงกิจกรรม BCG กับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น ขจัดความยากจน (SDG1) โภชนาการและความมั่นคงอาหาร (SDG2) สุขภาพที่ดี (SDG3) งานที่มีคุณค่า (SDG8) และได้มีส่วนร่วมการนำเสนอแนะนโยบายในการพัฒนาด้านการเกษตรและอาหารเพื่อความยั่งยืนของประเทศไทย

การพัฒนาชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียวอุดรธานีเป็นตัวอย่างที่โดดเด่นของการประยุกต์ BCG Model เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยความรู้ เทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ก่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร รายได้เพิ่มขึ้น ความภาคภูมิใจในอัตลักษณ์ท้องถิ่น และการเติบโตอย่างยั่งยืนตามกรอบ SDGs ของประเทศไทย

คำสำคัญ: ชุมชนผู้ปลูกข้าวเหนียว, BCG-Model, SDGs

การเดินทางของข้าวเหนียวหอมนาคาบนเส้นทางความร่วมมือ 4P

ภายใต้โครงการ BCG NAGA-Belt Road

The journey of Hom Naka glutinous rice variety along the 4P collaboration pathway under the BCG NAGA-Belt Road project

ศรีสวัสดิ์ ชันทอง^{1*}, โจนาลิชา แอล เชียงหลิว¹, มีชัย เชียงหลิว¹, ชนากานต์ วงษาพรหม¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, อธิรุทธ ตูจินดา²,
กัญญณัช ศิริธัญญา³, สุรพล ใจวงศ์ษา³, มาโนช คุ่มพนาลัยสถิต³, อรรถนา ด้วงแพง⁴

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

⁴ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000

บทคัดย่อ

โครงการ “การยกระดับรายได้และความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวด้วยเกษตรสมัยใหม่บนเส้นทางสายวัฒนธรรมลุ่มน้ำโขง (BCG-Naga Belt Road)” มีวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและพันธุ์ข้าวเหนียวที่เหมาะสมเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และสุขภาพของเกษตรกร โดยใช้แนวทางขับเคลื่อนแบบบูรณาการในกรอบ “Area-based development” ภายใต้ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และภาคประชาชน (4P: Public–Private–People–Professional Partnership) โครงการมุ่งยกระดับระบบเกษตรแบบดั้งเดิมสู่ระบบเกษตรบนฐานองค์ความรู้ตลอดห่วงโซ่การผลิต ผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ มาตรฐาน และมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิต พร้อมสร้างความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน การดำเนินงานครอบคลุมพื้นที่นอร์ธใน 4 จังหวัดลุ่มน้ำโขง ได้แก่ เชียงราย ลำปาง อุดรธานี และนครพนม โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวเหนียวพันธุ์หอมนาคาและองค์ความรู้การผลิตเมล็ดพันธุ์แก่เกษตรกร เพื่อให้สามารถพึ่งตนเองได้ด้านเมล็ดพันธุ์ในระยะยาว จากผลการดำเนินงานพบว่า เกษตรกรจำนวน 3,324 รายมีระดับความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 88.8 และมีการนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้จริงร้อยละ 88.7 ส่งผลให้ระบบเมล็ดพันธุ์ชุมชนมีความเข้มแข็งและลดการพึ่งพาปัจจัยภายนอก และในด้านผลผลิต เกษตรกรสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ในพื้นที่รวม 4,937 ไร่ ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์รวม 1,545.4 ตัน โดยจำแนกเป็นพันธุ์หอมนาคา 4 ตัน ธัญสิริน 0.4 ตัน และน่าน59 จำนวน 0.5 ตัน คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจรวม 38.6 ล้านบาท ทั้งนี้โครงการสามารถสร้างผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพในระดับชุมชนแทนการเป็นผู้บริโภคเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างจาก “ผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์” ไปสู่ “ผู้ผลิตและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์” อย่างสมบูรณ์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนากระบวนเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของเกษตรกรในระดับพื้นที่

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว, เมล็ดพันธุ์, หอมนาคา, BCG-Naga Belt Road

ภาคบรรยาย

กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อข้าวไทย: ความท้าทายและโอกาส

Climate Change and Impacts on Thai Rice: Challenges and Opportunities

กรรณิการ์ ธรรมพานิชวงศ์^{1*}

¹ สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวมีความเชื่อมโยงกับระบบภูมิอากาศในลักษณะเชิงซ้อน โดยการปลูกข้าวได้รับความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งจากน้ำท่วม ภัยแล้ง ลมพายุรุนแรง การแปรปรวนของอุณหภูมิ ฯลฯ แต่ในขณะเดียวกัน การปลูกข้าวเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน การเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกข้าวและการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเข้มข้นเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ซึ่งมีศักยภาพในการทำให้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทวีความรุนแรงมากขึ้น ภาคการผลิตข้าวจำเป็นต้องดำเนินการมาตรการบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควบคู่กับการเสริมสร้างศักยภาพในการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้แก่ การลดการใช้ปุ๋ยเคมี การปรับเปลี่ยนการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying: AWD) การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและอินทรีย์วัตถุ รวมถึงการจัดการน้ำในแปลงนาเพื่อลดการกักตัวของก๊าซมีเทน ส่วนมาตรการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อความเครียดจากภูมิอากาศ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ (Agri-tech) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากร และการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกในพื้นที่เสี่ยง เช่น การปลูกในโรงเรือนหรือระบบควบคุมสภาพแวดล้อม ในภาพรวม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมิได้จำกัดเพียงความท้าทายต่อผลผลิตของประเทศเท่านั้น หากยังเปิดโอกาสให้ภาคข้าวไทยปรับโครงสร้างการผลิตสู่ระบบที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพสูง และมีมูลค่าเพิ่ม ผ่านการยกระดับเทคโนโลยี นวัตกรรม และแนวปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บทความนี้มุ่งนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ บทเรียนเชิงนโยบาย และแนวทางความร่วมมือ เพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านของภาคการผลิตข้าวไทยให้สามารถรับมือกับความเสี่ยงด้านภูมิอากาศและยกระดับศักยภาพการแข่งขันในระยะยาว

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้าว ผลกระทบ การปรับตัว การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขับเคลื่อนระบบข้าวไทยสู่ความยั่งยืน: จากหลักฐานเชิงวิจัยสู่การขับเคลื่อนการยอมรับเทคโนโลยีและ ความร่วมมือทั้งห่วงโซ่มูลค่า

Transforming Thailand's Rice System towards Sustainability: From Research Evidence to Technology Adoption and Value Chain Collaboration

ภูมิสิทธิ์ มหาสุวีระชัย

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การขับเคลื่อนระบบข้าวไทยสู่ความยั่งยืนต้องอาศัยทั้งหลักฐานเชิงวิจัยและความร่วมมือของทุกภาคส่วน เพื่อสร้างสมดุลระหว่างความมั่นคงทางอาหาร รายได้เกษตรกร และความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้บูรณาการการวิเคราะห์ทั้งในระดับมหภาค (Macro-level) และระดับจุลภาค (Micro-level) เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการผลิตข้าวอย่างยั่งยืน (Sustainable Rice Practices: SRP) ในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และสร้างระบบความร่วมมือในห่วงโซ่มูลค่าข้าวอย่างยั่งยืน ในระดับมหภาค ได้ประยุกต์กรอบแนวคิด TEEBAgriFood เพื่อประเมินคุณค่าของบริการระบบนิเวศและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจภายใต้สถานการณ์การขยายพื้นที่ SRP จนถึงปี ค.ศ. 2050 ผลการวิเคราะห์ชี้ว่า การขยายการผลิตข้าวตามแนวทาง SRP สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวกว่า 130 ล้านตัน เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินกว่า 2.4 พันล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้กว่า 1.8 พันล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อีกทั้งการห้ามเผาฟางข้าวช่วยลด PM2.5 และความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากปัญหาสุขภาพได้กว่า 10 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ผลการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์โดยรวมระบุว่าภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสูงสุด ประเทศไทยจะได้รับผลประโยชน์สุทธิสะสมกว่า 49 พันล้านเหรียญสหรัฐภายในปี ค.ศ. 2050 โดยร้อยละ 60 เป็นผลประโยชน์สาธารณะด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ และอีกร้อยละ 40 เป็นผลประโยชน์โดยตรงของเกษตรกรจากผลผลิตที่เพิ่มและต้นทุนการเพาะปลูกที่ลดลง ในระดับจุลภาค ทางโครงการได้พัฒนา ต้นแบบการขับเคลื่อนข้าว SRP แบบครบวงจร ที่เชื่อมโยงการส่งเสริมการเพาะปลูก การรับรองมาตรฐาน และการตลาด ภายใต้การมีส่วนร่วมของเกษตรกรกว่า 1,200 ครัวเรือน ครอบคลุมพื้นที่ 15,000 ไร่ ใน 83 หมู่บ้าน โดยมีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานหลักของภาครัฐ ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมการข้าว กรมพัฒนาที่ดิน และกรมชลประทาน เพื่อสนับสนุนองค์ความรู้ โครงสร้างพื้นฐาน และมาตรฐานการผลิตที่สอดคล้องกับ SRP ตลอดจนการเชื่อมโยงตลาดข้าวยั่งยืนให้ผู้ซื้อเข้ามาสั่งซื้อจากเกษตรกรโดยตรง กลไกสำคัญที่ช่วยขยายผลการยอมรับเทคโนโลยีคือการใช้ เครือข่ายทางสังคม (Social Network) ผ่าน เกษตรกรต้นแบบ ที่ทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์กลางการเรียนรู้ ถ่ายทอดองค์ความรู้ และสร้างแรงจูงใจในชุมชน ส่งผลให้การยอมรับเทคโนโลยีขยายตัวอย่างรวดเร็ว การวิเคราะห์ผลโดยตรงต่อเกษตรกร พบว่า เกษตรกร SRP มีผลผลิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมเฉลี่ย 89 กิโลกรัมต่อไร่ และมีต้นทุนการเพาะปลูกต่อกิโลกรัมลดลง 1.6 บาทต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนว่าความยั่งยืนสามารถเดินคู่กับความสามารถในการแข่งขันได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลการวิจัยทั้งสองระดับยืนยันว่า การขับเคลื่อนระบบข้าวไทยสู่ความยั่งยืนต้องอาศัยกลไกเชิงระบบที่เชื่อมโยง หลักฐานเชิงวิจัย การสร้างแรงจูงใจและระบบในการเพิ่มการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร และความร่วมมือในห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain Collaboration) อย่างเป็นพลวัต การบูรณาการการประเมินคุณค่าบริการของระบบนิเวศเข้ากับนโยบาย การใช้เครือข่ายเกษตรกรเป็นฐานขยายการเรียนรู้ และการพัฒนา Value Chain ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำคือแนวทางสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ระบบข้าวที่ยั่งยืน ภายใต้กรอบ เศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ที่สร้างทั้งคุณค่าทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคมให้เติบโตไปพร้อมกัน

คำสำคัญ: การผลิตข้าวอย่างยั่งยืน (SRP); การประเมินบริการระบบนิเวศ; การยอมรับเทคโนโลยี; เครือข่ายทางสังคม (Social Network); ความยั่งยืนทางการเกษตร

Investment Opportunities for Greenhouse Gas (GHG) Mitigation for the Rice Sector in Thailand

Ray Anthony L. Almonares¹

¹ The Creagy Co. Ltd., Bang Kraso, Nonthaburi, Thailand 11000

ABSTRACT

Rice production is a significant source of greenhouse gas (GHG) emissions in Thailand, particularly methane generated from continuously flooded paddy fields. Reducing these emissions is essential for achieving the country's long-term climate targets as outlined in its Nationally Determined Contribution (NDC) and as anticipated under the forthcoming Climate Change Bill. Alternate Wetting and Drying (AWD) has emerged as a technically viable and economically promising practice that can reduce methane emissions from rice production. Thailand presents strong potential for scaling AWD in the rice sector, with significant investment opportunities emerging from carbon credit generation under the voluntary carbon market. Central and Northeastern regions offer prime conditions for AWD adoption due to irrigation availability, supported by growing government engagement and increasing corporate interest. However, key market and project-level challenges such as carbon price adequacy, monitoring requirements, and implementation barriers pose substantial risks to project viability. Addressing these issues is critical to enabling AWD-based rice carbon projects to take off and contribute meaningfully to Thailand's national climate goals.

Keywords: alternate wetting and drying, carbon credits, voluntary carbon market, climate change mitigation

Reframing Thailand's Rice Competitiveness Challenge: From an Innovation System Perspective to Mission-Oriented Innovation Policy

Chaniga Laitae

Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council, Bangkok, Thailand

ABSTRACT

Thailand's rice sector faces mounting pressures, including slowing productivity gains, intensifying climate and water constraints, and rising global demands for sustainability and quality differentiation. The earlier AIS-based analysis emphasized how innovation in the rice sector emerges from interactions among diverse actors. The Riceberry research program was examined as a strong example of how research initiatives can operationalize AIS principles, as it accelerated adoption and created systemic impact by combining technological innovation with targeted adoption strategies. The analysis of Riceberry research program demonstrates that systemic innovation can emerge when functions such as knowledge development, entrepreneurial experimentation, and market formation interact and reinforce one another. However, addressing emerging global challenges such as climate risks and sustainability demands requires these functions to operate in a coordinated manner. Although systemic innovation can emerge through the functions, these functions often operate without addressing directions. A mission-oriented innovation approach provides this strategic direction by aligning functions around clearly defined, outcome-oriented goals, such as climate-resilient rice, zero-carbon value chains, or sustainably certified supply chains. Mission-Oriented Innovation Policy operationalizes this approach by offering a framework to steer, coordinate, and scale systemic innovation. In doing so, MOIP turns emergently occurring functions into purposeful pathways capable of addressing global challenges in the Thai rice sector.

Keyword: rice sector, Agricultural Innovation System, Mission-Oriented Innovation Policy, agricultural policy

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานของการผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย และทิศทางสู่ระบบข้าวคาร์บอนต่ำ

Baseline Greenhouse Gas Emissions of Rice Production in Chiang Rai and Pathways Toward Low-Carbon Rice Systems

นิตยา ชาอุ่น^{1*}, สิรินทรเทพ เต้าประยูร¹, อนุสรณ์ บุญปก²

¹ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (JGSEE), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

² คณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยพะเยา, 19 หมู่ 2 ต.แม่กา อ.เมืองพะเยา จ.พะเยา 56000

*Corresponding: Nittaya.cha@kmutt.ac.th , nidchaun@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานของการผลิตข้าวนาปีและข้าวนาปรัง ในจังหวัดเชียงราย และวิเคราะห์ศักยภาพของการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเพื่อมุ่งสู่ระบบการผลิตข้าวคาร์บอนต่ำ โดยใช้จังหวัดเชียงรายเป็นกรณีศึกษา ข้อมูลกิจกรรมการผลิตข้าวได้จากการสำรวจเกษตรกรและรวบรวมผ่านแบบสอบถามออนไลน์ รวมนาปี จำนวน 452 ตัวอย่าง และนาปรัง 257 ตัวอย่าง ครอบคลุมกิจกรรมสำคัญในกระบวนการผลิตข้าว ตั้งแต่การเตรียมดิน การจัดการน้ำ การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ การจัดการเศษวัสดุ และการใช้เชื้อเพลิงในการปฏิบัติงานภาคสนาม การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใช้แนวทาง Tier 1 ตาม 2006 IPCC Guidelines และ 2019 Refinement โดยพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ผลการศึกษาพบว่า การจัดการน้ำในนาข้าวโดยเฉพาะการขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก เป็นแหล่งการปล่อย CH₄ ที่สำคัญที่สุด คิดเป็นประมาณ 71–74% ของการปล่อยทั้งหมดของแปลงนา โดยค่าการปล่อยเฉลี่ยของข้าวนาปีและข้าวนาปรังอยู่ที่ 1,115.61 และ 1,141.97 kgCO₂e/ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาบริบทระดับจังหวัด พบว่าข้าวนาปีและข้าวนาปรังเป็นแหล่งปล่อยหลักของภาคพืชเศรษฐกิจ คิดเป็นสัดส่วน 70.3% และ 18.9% ของการปล่อยทั้งหมดจาก 7 ชนิดพืช (ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลำไย ยางพารา กาแฟ และชา) ในปีฐาน 2565 ตามลำดับ ในส่วนของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลผลิตข้าวพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 1.01-1.94 kgCO₂e/yield ข้อมูลกรณีฐานนี้จึงมีความสำคัญต่อการกำหนดแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิตข้าวของจังหวัดเชียงราย โดยเฉพาะการส่งเสริมระบบจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) ในพื้นที่ชลประทาน การปรับปรุงการจัดการฟางข้าว และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งสามารถใช้เป็นฐานเชิงวิชาการในการออกแบบมาตรการข้าวคาร์บอนต่ำ และการเชื่อมโยงกับมาตรฐานและกลไกทางเศรษฐศาสตร์คาร์บอนในอนาคตได้

คำสำคัญ: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน, ข้าวนาปี, ข้าวนาปรัง, เชียงราย, ข้าวคาร์บอนต่ำ

การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกสินค้าพืชเศรษฐกิจ (ข้าวนาปี)

The Study on the Marginal Abatement Cost of Greenhouse

Gas Reduction in Economic Crops (Rice)

นายพีระพงษ์ ละอ้าคา และคณะนักวิจัยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1-12¹

¹ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกสินค้าพืชเศรษฐกิจ (ข้าวนาปี) มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวนาปี ระหว่างเกษตรกรทั่วไปกับเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ปีเพาะปลูก 2567/68 ในพื้นที่ 37 จังหวัด กลุ่มละ 267 ราย รวมทั้งสิ้น 534 ราย จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยอาศัยเครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละในการอธิบาย นอกจากนี้ ยังทำการศึกษา เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าวนาปีของเกษตรกรทั้งสองกลุ่ม โดยคำนวณจากทุกกิจกรรมในแปลงเพาะปลูก ตามคู่มือของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) หรือ IPCC ปี 2006 เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจก (Marginal Abatement Cost : MAC) จากการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั่วไปมีต้นทุนการผลิตข้าวนาปีรวม 4,644.06 บาทต่อไร่ มีผลผลิต 535.31 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเมื่อจำหน่ายผลผลิตที่ราคาเฉลี่ย 11.03 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรได้รับผลตอบแทน 5,904.47 บาทต่อไร่ ซึ่งหลังจากหักต้นทุนแล้วจะมีกำไร 1,260.41 บาทต่อไร่ หรือ 2.35 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่เกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีต้นทุนรวม 4,400.78 บาทต่อไร่ ได้ผลผลิต 553.57 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเมื่อจำหน่ายผลผลิตที่ราคาเท่ากัน เกษตรกรได้รับผลตอบแทน 6,105.88 บาทต่อไร่ ซึ่งหลังจากหักต้นทุนแล้วจะมีกำไร 1,705.10 บาทต่อไร่ หรือ 3.08 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยให้เกษตรกรมีต้นทุนต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยทั่วไป ร้อยละ 5.24 ได้ผลผลิตสูงกว่า ร้อยละ 3.41 และได้กำไรต่อกิโลกรัมสูงกว่าถึงร้อยละ 31.06 สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า การผลิตข้าวนาปีของเกษตรกรทั่วไป การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 854.64 kgCO₂e ต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 787.98 kgCO₂e ต่อไร่ ต่ำกว่าเกษตรกรทั่วไป ร้อยละ 7.80 ในส่วนของการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการลดก๊าซเรือนกระจก 1 kgCO₂e นอกจากจะไม่เป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายให้เกษตรกรแล้ว ยังช่วยลดต้นทุนได้ 6.67 บาท ทั้งนี้ เพื่อขยายผลและสร้างความยั่งยืน หน่วยงานภาครัฐควรสนับสนุนการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ผ่านการยกระดับศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน (ศดปช.) การถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรอย่างกว้างขวาง การจัดแปลงเรียนรู้ และการประชาสัมพันธ์อย่างเข้าถึงง่าย รวมถึงสนับสนุนให้เกษตรกรสามารถสร้างรายได้เพิ่มเติม จากการขายคาร์บอนเครดิตโดยการประสานงานกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ตลาดซื้อขายคาร์บอนอย่างเป็นระบบ

คำสำคัญ: ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจก, ข้าวนาปี, การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

การออกแบบการเปลี่ยนผ่านระบบการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำหลากสู่ความยืดหยุ่น
ทางสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

Designing the Transition of Rice Farming Systems in Floodplain Areas Toward Climate
Resilience: A Case Study of the Lower Chao Phraya River Basin

ปาริฉัตร หงสประภาส¹

¹ บริษัทฟู้ดอินโนเวท จำกัด

บทคัดย่อ

การออกแบบการเปลี่ยนผ่านระบบการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำหลากให้มีความยืดหยุ่นทางสภาพภูมิอากาศเป็นความท้าทายเชิงนโยบายที่สำคัญในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นทุ่งรับน้ำภายใต้มาตรการเชิงธรรมชาติ (Nature-Based Solutions: NBS) เพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองหลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ปี 2554 อย่างไรก็ตาม โครงการระบายน้ำหลากบางไทร-บางบาลที่กำลังจะแล้วเสร็จในปี 2570 อาจเพิ่มแรงดันทางอุทกวิทยาต่อพื้นที่เกษตรกรรมหากไม่มีแผนจัดการที่ครอบคลุมและเป็นธรรม งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาคสนามจากเกษตรกร (n=19) การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนของระบบวนเกษตร และการสำรวจความเต็มใจจ่าย (WTP) ของผู้บริโภคในเมือง (n=112) เพื่อออกแบบแนวทางการเปลี่ยนผ่านระบบการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำหลาก โดยใช้กรอบแนวคิด Urban-Rural Linkages Guiding Principles (UN-Habitat) และ ESG (Environment-Social-Governance) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรต้องแบกรับต้นทุนที่ไม่ได้รับการชดเชยอย่างเพียงพอ ขณะที่การปรับเปลี่ยนพื้นที่จากนาเชิงเดี่ยวเป็นวนเกษตรสามารถเพิ่มการดูดซับคาร์บอนได้ แต่ต้องใช้เวลาและระบบตรวจประเมินคาร์บอน (MRV) ที่เชื่อถือได้ นอกจากนี้ ผู้บริโภคในเมืองมีแนวโน้มสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากสิ่งแวดล้อมและมาจากชุมชนที่มีความยั่งยืน ข้อเสนอเชิงนโยบายจากการศึกษานี้ประกอบด้วย: (1) การใช้กลไกการจ่ายค่าตอบแทนสำหรับบริการระบบนิเวศ (PES) แทนการชดเชยภัยพิบัติ (2) การสนับสนุนระบบตรวจประเมินคาร์บอน (MRV) แบบเปิดสำหรับเกษตรกรรายย่อย และ (3) การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสำหรับห่วงโซ่อาหารที่สั้นลง เพื่อเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์ข้าวจากพื้นที่น้ำหลากกับผู้บริโภคในเมืองที่มีความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) สูง

คำสำคัญ: ความยืดหยุ่นทางสภาพภูมิอากาศ, มาตรการเชิงธรรมชาติ, ค่าตอบแทนสำหรับบริการระบบนิเวศ, ระบบตรวจประเมินคาร์บอน, การเชื่อมโยงชุมชนเมืองกับชนบท

คำนำ

ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่มีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศ แต่กลับถูกกำหนดให้เป็นทุ่งรับน้ำภายใต้มาตรการเชิงธรรมชาติ (Nature-Based Solutions: NBS) เพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตเมือง โดยเฉพาะหลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ปี 2554 การดำเนินโครงการคลองระบายน้ำหลากเจ้าพระยา 2 (บางไทร-บางบาล) ซึ่งจะแล้วเสร็จในปี 2570 อาจเพิ่มแรงกดดันต่อพื้นที่เกษตรกรรมหากไม่มีแผนจัดการที่ครอบคลุม

เพื่อประเมินความเปราะบางของชุมชนเกษตรกรรมในพื้นที่น้ำหลากและโอกาสในการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบการผลิตสินค้าเกษตรที่ยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ งานวิจัยนี้ได้นำกรอบแนวคิด Urban-Rural Linkages Guiding Principles (UN-Habitat, 2019) มาใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ โดยเน้นหลักการสำคัญ 2 ข้อ ได้แก่ GP2: การบริหารจัดการแบบบูรณาการ (Integrated Governance) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการวางแผนและตัดสินใจ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความขัดแย้งเชิงนโยบายระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรและการจัดการน้ำหลาก และ GP4: ความครอบคลุมทางการเงิน (Financial Inclusiveness) เน้นการออกแบบกลไกการเงินที่ครอบคลุมทุกกลุ่ม เช่น

เกษตรกรรายย่อย ผู้ผลิตอาหารขนาดเล็ก และผู้บริโภคในเมือง เพื่อสร้างระบบเศรษฐกิจฐานรากที่ยั่งยืน

กรอบแนวคิดนี้ช่วยให้สามารถประเมินบทบาทของเกษตรกรในฐานะผู้ผลิตทุนด้านสภาพภูมิอากาศ (Climate Capital) และเสนอแนวทางการเปลี่ยนผ่านจากการเป็น “ผู้รับความเสี่ยง” ไปสู่ “ผู้สร้างคุณค่าระบบนิเวศ” ผ่านกลไก PES (Payment for Ecosystem Services), MRV (Measurement, Reporting, Verification) และ SFSC (Short Food Supply Chain) ที่เชื่อมโยงกับตลาดเมืองและการเงินสีเขียวและตลาดผู้บริโภคในเมือง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจสังคมที่เกษตรกรต้องแบกรับจากการเป็นพื้นที่รับน้ำประเมินศักยภาพเชิงนิเวศของระบบการปลูกข้าว โดยเฉพาะอัตราการดูดซับคาร์บอนของระบบวนเกษตรเปรียบเทียบกับทำนาเชิงเดี่ยว และวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคในเมืองเพื่อพัฒนาแนวทางห่วงโซ่อาหารสั้น (SFSC) และกลไกการเงินเพื่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้วิธีแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วย (1) การสัมภาษณ์เกษตรกร (n=19) ในอำเภอลาดบัวหลวง จ.พระนครศรีอยุธยาจากตำบลหลักชัยและตำบลพระยาบรรลือที่อาศัยบริเวณชายคลองพระยาบรรลือฝั่งทิศเหนือที่ได้รับผลกระทบจากน้ำฝนและน้ำที่ระบายเข้าทุ่งภายใต้โครงการบริหารจัดการน้ำทุ่งรับน้ำเจ้าเจ็ด และพื้นที่ตำบลสิงหนาทและคลองพระยาบรรลือที่อาศัยบริเวณชายคลองพระยาบรรลือฝั่งทิศใต้ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำฝนแต่ได้รับผลกระทบน้อยจากการบริหารจัดการน้ำที่ระบายเข้าทุ่ง เพื่อประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจสังคมจากการเป็นพื้นที่รับน้ำ (2) การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมจากแพลตฟอร์ม Restor.eco เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพการดูดซับคาร์บอนระหว่างพื้นที่นาเชิงเดี่ยวและวนเกษตร พร้อมตรวจสอบ MRV ผ่าน Open Forest Protocol และ (3) การสำรวจผู้บริโภคในเมือง (n=112) เกี่ยวกับความต้องการ

อาหารเพื่อสุขภาพและปัจจัยในการตัดสินใจซื้อ เช่น ความสด ราคาส่งแวดล้อม และการสนับสนุนชุมชน

ผลการวิจัย

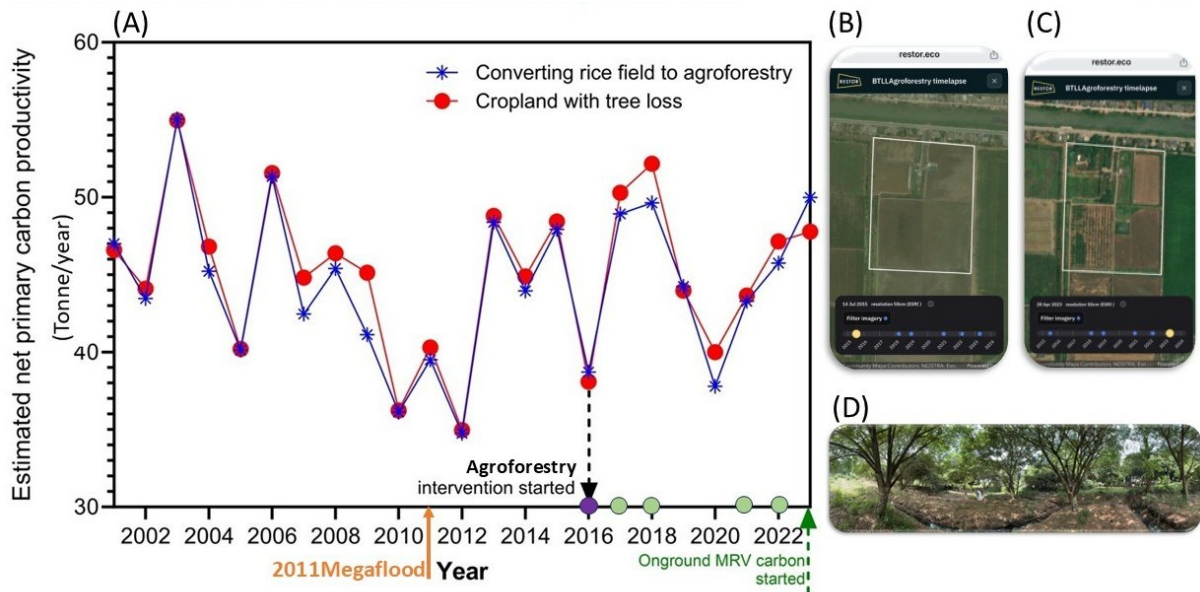
จากการสัมภาษณ์เกษตรกร เกษตรกรในพื้นที่รับน้ำต้องแบกรับต้นทุนที่ไม่ได้รับการชดเชยอย่างเพียงพอ ทั้งในต้นทุนค่าผลผลิตที่สูญเสียและต้นทุนการจัดการน้ำที่ระบายจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าทุ่งเจ้าเจ็ด เมื่อพิจารณาตามหลักการของ UN-Habitat ได้แก่ GP1 (การพัฒนาที่ตั้งอยู่บนฐานพื้นที่จริง) และ GP2 (ธรรมาภิบาลแบบบูรณาการ) พบว่าการจัดการน้ำหลากในพื้นที่ทุ่งรับน้ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่ดินของเกษตรกร ควรมีการบูรณาการความช่วยเหลือทางการเงินและสังคมเข้าไปในแผนแม่บทระดับจังหวัดอย่างเป็นระบบ ข้อเสนอเฉพาะพื้นที่ ได้แก่ การจัดทำแผนปฏิบัติการและงบประมาณสำหรับการระบายน้ำที่มากเกินไปในทุ่งรับน้ำซึ่งเกษตรกรมีภาระค่าใช้จ่ายที่จะต้องสูบน้ำออกเองเพื่อเริ่มปลูกข้าว เพื่อบรรเทาความสูญเสียโอกาสของเกษตรกร หากไม่มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ อาจเกิด “ความรุนแรงเชิงโครงสร้างแบบช้า (slow violence)” จากความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองและชนบทที่เกิดขึ้นทุกปี

การปรับเปลี่ยนพื้นที่จากนาเชิงเดี่ยวเป็นวนเกษตรสามารถเพิ่มการดูดซับคาร์บอนได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ต้องใช้เวลาและระบบตรวจประเมิน (monitoring, reporting, validating, MRV) ที่เชื่อถือได้ แม้การแทรกแซงด้วยระบบวนเกษตร (agroforestry) จะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มศักยภาพการดูดซับคาร์บอน (carbon sequestration) ในพื้นที่เกษตรกรรม แต่ผลผลิตคาร์บอนสุทธิในแต่ละปีไม่ได้ขึ้นอยู่กับการจัดการพื้นที่เพียงอย่างเดียว หากยังถูกควบคุมโดยปัจจัยภูมิอากาศระดับโลก โดยเฉพาะปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา (ENSO)

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญาควบคุมผลผลิตการคาร์บอนสุทธิ (ตัน/ปี) ของพื้นที่นา 50 ไร่ แม้จะมีการแทรกแซงพื้นที่ตั้งแต่ปี 2016 ข้อมูลนี้สะท้อนว่าการประเมินศักยภาพการบริหารจัดการคาร์บอนของระบบการปลูกข้าวและวนเกษตรในพื้นที่น้ำหลากจำเป็นต้อง

พิจารณาปัจจัยภูมิอากาศร่วมด้วย โดยเฉพาะในบริบทของ การออกแบบกลไกการจ่ายค่าตอบแทนสำหรับบริการระบบ

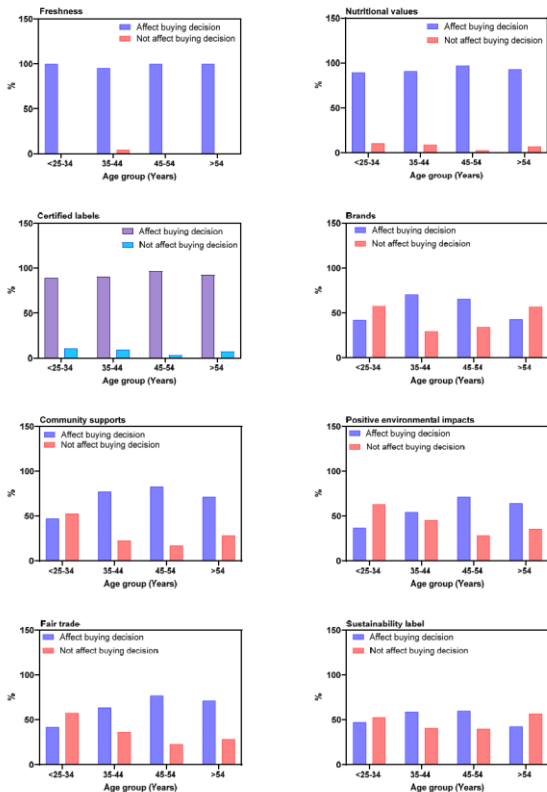
นิเวศ (PES) และ MRV ที่ต้องอิงกับข้อมูลหลายมิติ ทั้งการ จัดการพื้นที่และความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนพื้นที่นาข้าวเป็นวนเกษตรช่วยเพิ่มการผลิตคาร์บอนสุทธิในระยะยาว (A) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพคาร์บอนสุทธิ (ตัน/ปี) ของพื้นที่ 50 ไร่ ระหว่างปี 2002–2022 เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่แทรกแซงด้วยวนเกษตรกับพื้นที่นาเดิมที่มีการสูญเสียต้นไม้ โดยมีจุดเปลี่ยนสำคัญคือมหาอุทกภัยปี 2011 และการเริ่มต้นแทรกแซงด้วยวนเกษตรในปี 2016 พร้อมการติดตามคาร์บอนโดยดาวเทียมตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ปีที่มีปรากฏการณ์ลานีญาและมีผลกระทบต่อการจัดการน้ำในแปลงของเกษตรกรคือปี 2017, 2018, 2021 และ 2022; (B) และ (C) ภาพถ่ายดาวเทียมจากโครงการ Restor.eco แสดงแปลงของเกษตรกรก่อนและหลังการแทรกแซง และ (D) ภาพถ่ายภาคสนามแสดงการปลูกต้นไม้ในระบบวนเกษตรที่ช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในปี 2023 ที่เริ่มทำการประเมินคาร์บอนภาคสนาม

ภาพที่ 2 แสดงผลการสำรวจผู้บริโภคในเขตเมืองจำนวน 112 ราย พบว่า ปัจจัยด้าน “ความสดของสินค้า” เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการตัดสินใจซื้อในทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะกลุ่มอายุ 25–34 ปี ซึ่งให้ความสำคัญกับความสดเป็นอันดับแรก รองลงมาคือกลุ่มอายุ 35–44 ปี และ 45–54 ปี ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อ โดยกลุ่มอายุ 35–44 ปี และ 45–54 ปี ให้ความสำคัญกับสารอาหารและประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่ากลุ่มวัยรุ่นตอนปลาย ซึ่งสะท้อนถึงความตระหนักด้านสุขภาพที่เพิ่มขึ้นตามวัย ในด้านความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ ฉลากรับรอง (Certified Labels) และฉลากความยั่งยืน (Sustainability Labels) มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อในกลุ่มอายุ 25–34 ปี และ 35–44 ปี อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีและมีความสนใจในประเด็นสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน

ปัจจัยด้าน “การสนับสนุนชุมชน” และ “ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเชิงบวก” ได้รับความสนใจจากกลุ่มอายุ 25–34 ปี มากที่สุด สะท้อนถึงแนวโน้มการบริโภคที่มีจิตสำนึกต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในกลุ่มคนรุ่นใหม่ ขณะที่กลุ่มอายุ 35–44 ปี ให้ความสำคัญกับ “การค้าที่เป็นธรรม” (Fair Trade) ซึ่งอาจเชื่อมโยงกับความเข้าใจในระบบเศรษฐกิจฐานรากและความเป็นธรรมทางสังคม ในทางกลับกัน “แบรนด์สินค้า” กลับเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ำที่สุดในทุกช่วงอายุสำหรับสินค้าเกษตรอาหาร โดยเฉพาะในกลุ่มอายุ 45–54 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคในกลุ่มนี้ให้ความสำคัญกับคุณภาพและคุณค่าของสินค้า มากกว่าการยึดติดกับภาพลักษณ์ของแบรนด์



ภาพที่ 2 พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคในเมือง

ผลการสำรวจนี้ชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการออกแบบห่วงโซ่อาหารแบบสั้น (short food supply chain, SFSC) ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในเมือง โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความเต็มใจจ่าย (willingness to pay, WTP) สูงต่อผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งสามารถนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เกษตรกรในพื้นที่นำหลากผ่านกลไกตลาดที่ยั่งยืน

ผลการวิจัยสนับสนุนข้อวิพากษ์เรื่องความยั่งยืนของการแก้ปัญหาด้วยธรรมชาติ (NBS Paradox) ที่ว่า การบริหารจัดการน้ำหลากในปัจจุบันละเลยหลักธรรมาภิบาลแบบบูรณาการ (GP2) และความครอบคลุมทางการเงิน (GP4) การเปลี่ยนภาระความเสี่ยงให้เป็นโอกาสทางเศรษฐกิจผ่าน Climate Capital โดยใช้กลไกการตอบแทนสำหรับบริการระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem

Services, PES) และ SFSC จะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและมีบทบาทในระบบเศรษฐกิจสีเขียว

สรุป

งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนผ่านระบบการปลูกข้าวในพื้นที่น้ำหลากไม่สามารถพึ่งพาเฉพาะการปรับเปลี่ยนทางเทคนิคหรือการจัดการพื้นที่เท่านั้น หากต้องอาศัยการออกแบบเชิงระบบที่บูรณาการข้อมูลภูมิอากาศ เศรษฐสังคม และพฤติกรรมผู้บริโภคเข้าด้วยกัน การวิเคราะห์ภาคสนามและข้อมูลภูมิสารสนเทศแสดงให้เห็นว่า แม้ระบบวนเกษตรจะมีศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนสูง แต่ผลผลิตคาร์บอนสุทธิยังถูกควบคุมโดยปัจจัยภูมิอากาศระดับโลก เช่น ปรากฏการณ์ La Niña และ El Niño ซึ่งส่งผลต่อความผันผวนของผลผลิตในแต่ละปี ในด้านเศรษฐกิจสังคม เกษตรกรในพื้นที่น้ำหลากต้องเผชิญกับภาระต้นทุนที่ไม่ได้รับการชดเชยอย่างเป็นธรรม ขณะที่ผู้บริโภคในเมืองมีแนวโน้มสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งเปิดโอกาสให้เกิดการออกแบบห่วงโซ่อาหารแบบสั้นที่เชื่อมโยงผู้ผลิตกับตลาดที่มีมูลค่าเพิ่ม

ข้อเสนอเชิงนโยบายจากงานวิจัยนี้คือการจัดตั้งกลไก PES เพื่อให้การรับน้ำหลากเป็นบริการระบบนิเวศที่มีค่าตอบแทนตามอัตราการดูดซับคาร์บอน การสนับสนุนระบบ MRV แบบเปิดสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อเพิ่มความโปร่งใสและลดต้นทุนการตรวจวัด และการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสำหรับ SFSC เพื่อเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์ข้าวจากพื้นที่น้ำหลากกับผู้บริโภคในเมืองที่มี WTP สูง การออกแบบการเปลี่ยนผ่านนี้จะช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่น้ำหลากสามารถเปลี่ยนบทบาทจาก “ผู้รับความเสี่ยง” ไปสู่ “ผู้ผลิตทุนด้านสภาพภูมิอากาศของชาติ” และสร้างความมั่นคงทางอาหารและเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืนหลังปี 2570

เอกสารอ้างอิง

1. UN-Habitat. (2019). *Urban-rural linkages: Guiding principles and framework for action to advance integrated territorial development*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/urban-rural-linkages-guiding-principles> accessed 3/11/2025

ภาคบรรยาย

กลุ่ม การอารักขาข้าว แบบบูรณาการ

การบูรณาการข้อมูลการระบาดเชิงพื้นที่และสภาพภูมิอากาศในการจัดการโรคข้าวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

Integration of Geoepidemiological and Climate Data for the Management of Bacterial Rice Diseases

สุจินต์ ภัทรภูวณ 1

1 ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

โรคข้าวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียพบระบาดในแหล่งปลูกข้าวทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย โดยโรคที่สำคัญได้แก่ โรคขอบใบแห้งและโรคใบขีดโปรงแสง ที่เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* และ *X. oryzae* pv. *oryzicola* ตามลำดับ และโรคอุบัติใหม่อย่างโรครวงไหมของข้าวเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Burkholderia glumae* และ *B. gladioli* ที่เป็นศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงในระดับสูงเนื่องจากถ่ายทอดผ่านเมล็ดพันธุ์ ในทางปฏิบัติโรคที่เกิดจากแบคทีเรียควบคุมและป้องกันกำจัดโรคได้ยากหากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการระบาดของโรคเช่นช่วงฤดูฝน ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป อุณหภูมิระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่า *B. glumae* อาจเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 40-50 องศาเซลเซียส จากการที่ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญมีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง เป็นศูนย์กลางความหลากหลายของพันธุ์ข้าวในภูมิภาค และมีสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ทำให้เชื้อเกิดวิวัฒนาการของยีนที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรคเกิดเป็นเชื้อสายพันธุ์ใหม่ ส่งผลให้ประสิทธิภาพความรุนแรงต่อยีนต้านทานเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการบริหารจัดการโรคข้าวที่เกิดจากแบคทีเรียจำเป็นต้องบูรณาการองค์ความรู้ในด้านความหลากหลายของสายพันธุ์เชื้อ ชนิดของยีนต้านทานโรค ข้อมูลการระบาดของสายพันธุ์เชื้อในแต่ละพื้นที่ และข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของโรคและการแสดงออกของทั้งยีนก่อโรคของเชื้อและยีนต้านทานโรคของข้าว นำมาสู่การปรับปรุงพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้มีข้าวสายพันธุ์ใหม่ๆ ที่มียีนต้านทานเดี่ยวหรือข้าวที่มีการรวมยีนต้านทานมาใช้ประโยชน์ได้อย่างทันถ่วงทีในพื้นที่การระบาดของโรคในแปลงที่ไม่มีเชื้อสายพันธุ์รุนแรงต่อข้าวพันธุ์นั้นหรือมีแต่ประชากรเชื้อที่มีความถี่ต่ำ ซึ่งจะช่วยให้พันธุ์ข้าวต้านทานที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่นั้นยังคงมีต้านทานต่อโรคได้ในระยะเวลานาน

คำสำคัญ: โรคข้าว , การระบาด, สภาพภูมิอากาศ และการจัดการโรค

ความหลากหลายของเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ข้าวในประเทศไทย
และโอกาสในการปรับตัวของเชื้อราภายใต้สภาวะโลกร้อน
Diversity of Rice Blast Pathogens in Thailand and the Potential for
Fungal Adaptation under Global Warming

นงลักษณ์ เกรินทวงศ์^{1*}

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทคัดย่อ

โรคไหม้ข้าวซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวของไทยและทั่วโลก ความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสามารถในการปรับตัวของเชื้อทำให้การควบคุมโรคเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะภายใต้ภาวะโลกร้อนที่เอื้อต่อการแพร่ระบาดของเชื้อรา ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของประชากรเชื้อราโรคไหม้ข้าวในประเทศไทยและการติดตามประเมินศักยภาพของเชื้อในการปรับตัวต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงจะเป็นการสนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การจัดการโรคและพันธุ์ข้าวต้านทานที่ยั่งยืน ผลการสำรวจเก็บตัวอย่างเชื้อราจากพื้นที่ปลูกข้าวหลักในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉยงเหนือ และภาคใต้ ระหว่างปี 2560 – 2561 และตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยา พบความแปรผันทั้งด้านการเจริญบนอาหารเพาะเลี้ยงและขนาดของโคนินเดีย เมื่อทดสอบความสามารถในการก่อโรคบนข้าวพันธุ์แนะนำของกรมการข้าวจำนวน 40 พันธุ์ พบว่าไอโซเลท BRM60004.1 จากจังหวัดบุรีรัมย์มีความรุนแรงสูงที่สุด โดยก่อโรคได้ใน 25 พันธุ์ ($VI = 0.60$) และสามารถเข้าทำลายพันธุ์ข้าวที่ปลูกแพร่หลายข้ามภูมิภาค ผลการวิเคราะห์ประชากรเชื้อรายังบ่งชี้ว่าเชื้อจากภาคใต้มีศักยภาพเข้าทำลายข้าวพันธุ์แนะนำที่ใช้ในทุกภูมิภาคของประเทศ ขณะเดียวกันพบว่าข้าวพันธุ์ กข43 มีค่าดัชนีความต้านทานสูงที่สุด ($RI = 0.88$) โดยจากไอโซเลททั้งหมด 102 ไอโซเลท มีเพียง 4 ไอโซเลทที่สามารถก่อโรคได้อย่างรุนแรง นอกจากนี้ การทดสอบพืชอาศัยของเชื้อราที่แยกได้จากหญ้าวัชพืชริมแปลงข้าว (หญ้าชันอากาศ หญ้าไซ และหญ้าไม้ทราบชนิด) ที่แสดงอาการโรคไหม้จำนวน 110 ไอโซเลท บนพืชอาศัย ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ หญ้าชันอากาศ หญ้าขน หญ้าปล้องข้าวนก และหญ้ามาเลเซีย พบว่าเชื้อสามารถก่อโรคบนข้าวได้ 10 ไอโซเลท บนเฉพาะหญ้า 10 ไอโซเลท และมี 6 ไอโซเลทที่สามารถก่อโรคได้ทุกพืชอาศัยที่ทดสอบ แสดงถึงพืชอาศัยของเชื้อที่กว้างและศักยภาพการปรับตัวข้ามพืชอาศัยของเชื้อรา

คำสำคัญ: โรคไหม้ข้าว, *Pyricularia oryzae*, ความสามารถก่อโรคของเชื้อรา

พลวัตโรคใบจุดสีน้ำตาลและผลกระทบต่อระบบการผลิตข้าวไทย: ความท้าทายและโอกาสในการปรับตัว

Dynamics of Brown Spot Disease and Its Impacts on Thailand's Rice Production System: Challenges and Opportunities for Adaptation

จินตนา อันอาดมงาม

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทคัดย่อ

โรคใบจุดสีน้ำตาลเป็นโรคสำคัญของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ซึ่งสร้างความเสียหายต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย ส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดลดลง อาการของโรคลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลรูปกลมหรือรูปไข่ ขอบนอกแผลมักมีสีเหลือง อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจแปลงปลูกข้าวในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่าเชื้อราที่ก่ออาการใบจุดสีน้ำตาลมีมากกว่าหนึ่งชนิด เมื่อจำแนกด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ สามารถจำแนกได้เป็น *B. oryzae* และ *Exserohilum rostratum* การทดสอบเชื้อทั้งสองชนิดบนข้าวหลายสายพันธุ์พบรูปแบบอาการที่แตกต่างกัน โดย *E. rostratum* ก่อให้เกิดจุดขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งเมื่อโรครุนแรงจุดจะขยายเชื่อมต่อกันอย่างไม่เป็นรูปแบบชัดเจน กระจายทั่วไป และมีศูนย์กลางสีเทาอ่อนถึงขาว บางครั้งพบขอบแผลสีเหลืองร่วมด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการปรับตัวของเชื้อราเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระบบการปลูกข้าว พฤติกรรมการใช้พันธุ์ และการเข้าถึงเทคโนโลยีจัดการโรคที่ยังไม่ทั่วถึง แนวทางการจัดการโรคจึงควรเป็นแบบบูรณาการ ตั้งแต่การสร้างการรับรู้และข้อมูลที่ทันสมัยให้แก่เกษตรกร การจัดตั้งระบบเฝ้าระวังโรคระดับภูมิภาค การส่งเสริมการใช้พันธุ์ต้านทาน ไปจนถึงการสนับสนุนเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงให้ปรับตัวด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ การพัฒนาพันธุ์ต้านทานร่วมกับการใช้เครื่องมือทางพันธุกรรม เป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นความร่วมมือระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวและนักโรคพืช ช่วยให้เลือกพันธุ์ที่มีลักษณะต้านทานแบบกว้างต่อทั้งชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อรา การพัฒนาพันธุ์ใหม่และเพิ่มโอกาสนำพันธุ์ดังกล่าวไปใช้ในพื้นที่หลากหลายและยืดอายุการใช้งานพันธุ์ต้านทาน นอกจากนี้ เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบพยากรณ์โรค ข้อมูลดาวเทียม และการวิเคราะห์ด้วย AI สามารถช่วยประเมินความเสี่ยงและแจ้งเตือนล่วงหน้า ทำให้เกษตรกรสามารถป้องกันการระบาดได้อย่างทันท่วงที ไม่เพียงแต่โรคใบจุดสีน้ำตาล แต่ยังรวมถึงโรคอุบัติใหม่อื่น ๆ

คำสำคัญ: ข้าว โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบจุด *Bipolaris oryzae* *Exserohilum rostratum*

ศักยภาพของราทำลายแมลงต่อการเจริญเติบโตและการควบคุมศัตรูพืชในข้าว

Potentials of Entomopathogenic Fungi as Plant Growth

Promoters and Biocontrol Agents in Rice

นพพล คบหมู^{1*}, สุชาดา มงคลสัมฤทธิ์¹, พรทิพย์ เรือนปานันท์², ดนญา ธนกิจพิพัฒน์¹, กนกศรี ทัศนาศัย¹, อธิพงศ์ เกษกรณ์¹, ศัทรินทร์ อีรวิทย์¹, สุริยันตร์ ฉะอุ่ม¹, จินตนา อันอาดมงาม²

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง 12120

² ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

เชื้อราทำลายแมลง (Entomopathogenic fungi; EPF) เป็นกลุ่มเชื้อราที่ก่อโรคในแมลงและสัตว์ขาปล้อง บางชนิดยังสามารถยับยั้งไส้เดือนฝอยได้เช่นกัน ปัจจุบันมีรายงานว่าเชื้อราในอาณาจักร *Fungi* มากกว่า 1,000 ชนิดสามารถก่อโรคในแมลงได้ แต่ชนิดที่ถูกนำมาใช้เป็นสารชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชส่วนใหญ่สังกัดอันดับ *Hypocreales* (ชั้น *Sordariomycetes*, ไฟลัม *Ascomycota*) ซึ่งหลายชนิดสามารถดำรงชีวิตในดินและแสดงคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ด้วย อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เชื้อรากลุ่มนี้ในนาข้าวของประเทศไทยยังคงจำกัดอยู่ที่การควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้น

โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาศักยภาพของเชื้อราทำลายแมลงที่คัดแยกจากนาข้าวในประเทศไทย พบว่าเชื้อราในสกุล *Metarhizium* เป็นกลุ่มเด่น ซึ่งมีความสามารถในการละลายฟอสเฟตและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าวภายใต้การทดสอบในโรงเรือน อีกทั้งยังสามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน การทดสอบเชื้อราอื่นจากคลังจุลินทรีย์ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC Culture Collection) พบว่า *Cordyceps catenibliqua* สามารถยับยั้งการเข้ารากของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne graminicola*) ได้ แต่ไม่พบผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้เชื้อราทำลายแมลงแบบผสมผสานหลายชนิดอาจเป็นแนวทางใหม่ในการบูรณาการการอารักขาข้าวและการส่งเสริมการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวอย่างยั่งยืนในประเทศไทย

คำสำคัญ: เชื้อราทำลายแมลง, ข้าว, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, ไส้เดือนฝอยรากปม, การส่งเสริมการเจริญเติบโต

พลิกโฉมการจัดการศัตรูพืชในประเทศไทย: มุมมองจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราสาเหตุโรคแมลง
และแมลงศัตรูพืช

Revolutionizing Pest Management in Thailand: Insights from Entomopathogenic
Fungi–Insect Interactions

นริศ ท้าวจันทร์^{1*} คอญีเยะ เถาว์ลัย¹ และ พีรศักดิ์ บุญศัพท์¹

¹ สาขาวิชาวนวัฒนกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องและขาดการควบคุมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย เกิดการต้านทานสารเคมีในแมลงศัตรูพืช และส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร เพื่อลดปัญหาดังกล่าวการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (Entomopathogenic fungi: EPFs) จึงได้รับความสนใจที่เป็นทางเลือกของการควบคุมทางชีวภาพที่มีความปลอดภัยและยั่งยืน เชื้อรา *Beauveria*, *Metarhizium* และ *Cordyceps* spp. เป็นกลุ่มเชื้อราสาเหตุโรคแมลงควบคุมศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูง งานวิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในพื้นที่ภาคใต้หลายชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ ตัวมด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงบางชนิดเป็นแมลงศัตรูพืชหลักในการผลิตข้าว โดยใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาทั้งในห้องปฏิบัติการ โรงเรือน และแปลงเกษตรกร โดยคัดเลือกและจำแนกชนิดเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจากธรรมชาติที่เป็นสายพันธุ์ท้องถิ่น ทดสอบความสามารถในการก่อโรคต่อแมลงเป้าหมายอย่างเป็นระบบ เชื้อราเหล่านี้สามารถผลิตเอนไซม์สำคัญ ได้แก่ โคติเนส ไลเปส และโปรตีเอส ซึ่งมีบทบาทในการสลายผนังลำตัวแมลง เนื้อเยื่อไขมัน และกล้ามเนื้อของแมลง นอกจากนี้ยังพบการสร้างสารพิษที่เป็นสาเหตุทำให้แมลงตาย จากการศึกษาเชิงสรีรระดับเนื้อเยื่อพบว่าในระหว่างการเข้าทำลายแมลงของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง พบการเสื่อมสภาพของไมโทคอนเดรียและเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมของแมลง ผลการศึกษานี้ช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำลายของเชื้อราและการตอบสนองของแมลง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืนในประเทศไทย เชื้อราสาเหตุโรคแมลงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์ที่พร้อมใช้งาน สะดวก และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: การจัดการศัตรูพืช, เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง, แมลงศัตรูพืช, ปฏิสัมพันธ์

ภัยเงียบในนาข้าว: ข้อมูลเมตาบาร์โคดิงและพันธุศาสตร์ประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูข้าวในประเทศไทย

Silent Threats in the Paddy Fields: Insights from Metabarcoding and Population

Genetics of Thailand's Rice-Parasitic Nematodes

พรทิพย์ เรือนปานันท์^{1*}, ปฐวี ภิราญคำ¹, ศิวกร ศุภจริยาพงศ์¹, ณิชกร หอมขจร¹, กิตติพงษ์ ศรีม่วง², ชัชชัย โกษาวัง¹

¹ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรี กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ตำบลบ้านสร้าง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี 25150

บทคัดย่อ

ไส้เดือนฝอยศัตรูข้าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงในหลายพื้นที่ทั่วประเทศไทย ในขณะที่การจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืนต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานสำคัญทั้งความหลากหลายของชนิด ความแปรผันทางพันธุกรรมของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในนาข้าว แต่ข้อมูลเหล่านี้กลับมีอย่างจำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศไทยเพื่อการเฝ้าระวัง จากการแยกไส้เดือนฝอยจากดินโดยตรงร่วมกับการตรวจสอบด้วยเทคนิคเมตาบาร์โคดิงจากอี-ดีเอ็นเอ จากดิน 30 ตัวอย่าง จาก 17 จังหวัด พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในนาข้าว 5 สกุล ประกอบด้วย *Helicotylenchus*, *Hirschmanniella*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* และ *Rotylenchus* ที่แยกได้จากดินโดยตรง ในขณะที่ผลการตรวจด้วยอี-ดีเอ็นเอให้ผลสอดคล้องกันแต่พบสกุลอื่นที่ไม่พบจากการแยกจากดินโดยตรงอีก 13 สกุล โดยมีการกระจายตัวและสัดส่วนองค์ประกอบชุมชนที่แตกต่างกันระหว่างภูมิภาค ทั้งนี้ไส้เดือนฝอยรากข้าวชนิด *H. mucronata* และไส้เดือนฝอยรากปมข้าว *M. graminicola* มีการกระจายตัวและมีปริมาณความหนาแน่นที่ส่งผลกระทบต่อ การลดลงของผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ 2 ลำดับแรก จึงคัดเลือกมาวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมเชิงลึก จากการศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมด้วยวิธี inter-simple-sequence-repeats พบว่าประชากรของ *H. mucronata* แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่ม 1) และภาคกลาง (กลุ่ม 2) มีค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมที่คาดหมายโดยไม่มีอคติในระดับต่ำ (0.149) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (AMOVA) ยืนยันว่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมภายในกลุ่มสูง (76%) ในขณะที่ความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากรไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กลุ่ม 1) และภาคกลางและภาคใต้ (กลุ่ม 2) มีค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมที่คาดหมายโดยไม่มีอคติในระดับต่ำ (0.179) แต่ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างกลุ่มสูง (56%) และไม่พบความสัมพันธ์ของระยะทางทางพันธุกรรมกับระยะทางทางภูมิศาสตร์ในกลุ่มประชากรไส้เดือนฝอยทั้ง 2 ชนิดนี้ ผลการศึกษานี้ยืนยันว่าไส้เดือนฝอยศัตรูข้าวของประเทศไทยมีความหลากหลายทั้งสกุลและโครงสร้างพันธุกรรม ซึ่งสะท้อนถึงพลวัตของระบบนิเวศในนาข้าวและปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ ข้อมูลนี้มีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจนิเวศวิทยาและวิวัฒนาการของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช รวมถึงนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับวางแผนการจัดการศัตรูพืชเฉพาะพื้นที่และพัฒนายุทธศาสตร์ด้านความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช, ข้าว, เมตาบาร์โคดิง, อี-ดีเอ็นเอ, ความหลากหลายทางพันธุกรรม

การกระจายเชิงพื้นที่ของโรคไหม้ข้าวในประเทศไทยเพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงเบื้องต้น

Rice Blast Disease Distribution in Thailand to Identify Preliminary Risk Areas

กันตธณวิทย์ ใจสงฆ์^{1*}, ศุภลักษณ์ สอนคงนอก², พลอยไพลิน ธนิกกุล², เกษศิณี พรโสภณ³, ชัยรัตน์ จันทรรหนู⁴, อังคณา กันทาจันทร์⁵,
ชนสิริน กลิ่นมณี⁶, ดวงพร วิรุทธจิตต์⁴

¹ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 85 หมู่ 1 ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

² กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว 2177 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

³ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก 450 ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 6500

⁴ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท 116 หมู่ที่ 2 ตำบลเขาท่าพระ อำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท 17000

⁵ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร 160/5 ถ. นิติโย ตำบลธาตุนาเวง อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

⁶ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง 191 หมู่ที่ 15 ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง 93000

บทคัดย่อ

โรคไหม้ข้าว (rice blast disease) เป็นโรคข้าวสำคัญที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย ความเข้าใจในรูปแบบการกระจายของโรคในเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการวางแผนเฝ้าระวังและจัดการโรคอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการกระจายเชิงพื้นที่ (spatial pattern) และ แผนที่การเกิดโรคไหม้ข้าว โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจในแปลงนาเกษตรกรจำนวน 1,381 แปลงนา ระหว่างปี 2566–2567 วิเคราะห์ด้วยวิธี Local Moran's I เพื่อระบุการกระจุกตัวของโรค (spatial clustering) และการประมาณค่าในช่วง (interpolation) ด้วยสมการ Inverse Distance Weighting (IDW) เพื่อประมาณค่าความรุนแรงของโรคในพื้นที่ที่ไม่ได้สำรวจ ผลการวิเคราะห์ Local Moran's I พบว่าโรคไหม้ข้าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นแบบกลุ่ม (cluster) และมีแนวโน้มที่จะระบาดไปยังจังหวัดข้างเคียง ($I > 0, p < .05$) โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ได้แก่ จังหวัด เชียงราย น่าน พิจิตร ลำพูน และชัยนาท ขณะที่บางจังหวัดที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ นั้น เกิดโรคไหม้ข้าวแต่ไม่กระจายไปยังจังหวัดข้างเคียง ($I < 0, p > .05$) ได้แก่ จังหวัด อ่างทอง ยโสธร สุรินทร์ และ สงขลา จากแผนที่การเกิดโรคไหม้ข้าวที่ประมาณค่าในช่วง ด้วยสมการ IDW แสดงให้เห็นแนวโน้มความรุนแรงของโรคไหม้ข้าว ว่ามีความรุนแรงสูงสุดในภาคเหนือและน้อยลงในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้นจึงเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไหม้ข้าวสูง (high-risk areas) การศึกษานี้ชี้ว่าโรคไหม้ข้าวในประเทศไทยมีการกระจายแบบเป็นกลุ่มในภาคเหนือและภาคกลางตอนบน และมีการเกิดโรคไหม้ข้าวกระจายในบางจังหวัดในภาคอีสานและภาคใต้ ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบเฝ้าระวัง การประเมินความเสี่ยง และการจัดการโรคไหม้ข้าวแบบเฉพาะพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โรคไหม้ข้าว, การวิเคราะห์เชิงพื้นที่, Local Moran's I, แผนที่ความเสี่ยง, ประเทศไทย

การใช้สารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กเป็นสารกระตุ้นเชิงชีวภาพเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับข้าวเพื่อป้องกัน
การโจมตีของเชื้อราโรคไหม้

Effect of the Microalga *Chlamydomonas reinhardtii* Extract as a Biostimulant Induced
Plant Defense Against the Rice Blast Fungus

Wuthichai Srisuwan^{1*}, Chatchawan Janchantrasuriyarat¹, Anchalee Sirikhachornkit¹

¹ Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

บทคัดย่อ

โรคไหม้ในข้าว (Rice blast disease) ที่เกิดจากเชื้อราโรคไหม้ *Magnaporthe oryzae* เป็นภัยคุกคามที่รุนแรงต่อความมั่นคงทางอาหารทั่วโลก โดยทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตประจำปีสูงถึงร้อยละ 10-30 การวิจัยนี้มุ่งเน้นการค้นหาสารทางเลือกที่ยั่งยืนแทนที่สารฆ่าเชื้อราทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารกระตุ้นเชิงชีวภาพจากสาหร่าย (Algae-based biostimulants) ซึ่งอุดมไปด้วยสารประกอบชีวออกฤทธิ์ เช่น พอลิแซ็กคาไรด์และไฟโตฮอร์โมน สารเหล่านี้มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มกลไกการป้องกันตนเองผ่านการเหนี่ยวนำให้เกิด Damaged-Associate Molecular Patterns (DAMPs) ซึ่งเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิด Systemic Acquired Resistance (SAR) ในการศึกษาครั้งนี้ เราได้ทำการประเมินศักยภาพของสารสกัดจากสาหร่ายเซลล์เดียว *Chlamydomonas reinhardtii* สายพันธุ์ CC-4414 ซึ่งมีองค์ประกอบของพอลิแซ็กคาไรด์และไฟโตฮอร์โมนในปริมาณสูง สาหร่ายถูกเพาะเลี้ยงในอาหาร Tris-Acetate-Phosphate (TAP) medium เป็นเวลาเจ็ดวัน จากนั้นนำสารสกัดมาบำบัดใบข้าวและตามด้วยการปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของ *M. oryzae* โดยวิธีเจาะใบ (punch inoculation method) ผลการติดตามอาการของโรคเป็นระยะเวลาห้าวันภายใต้สภาวะมืดและชื้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในพารามิเตอร์ของแผล (ความยาว ความกว้าง และพื้นที่) ระหว่างกลุ่มการทดลองทั้งสี่กลุ่ม ผลการวิจัยเบื้องต้นนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจาก *C. reinhardtii* มีประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการของโรคไหม้ในข้าว และยืนยันถึงศักยภาพของสาหร่ายเซลล์เดียวในฐานะทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการจัดการโรคพืช

คำสำคัญ: algae-biostimulant, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Oryza sativa*, *Magnaporthe oryzae*, plant defenses responses.

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม ความหลากหลายทางพันธุกรรม
และการใช้ประโยชน์

NSTDA Crop Database: คลังข้อมูลพันธุ์พืชเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

NSTDA Crop Database: A Plant Germplasm Resource for Practical Applications

บุรินทร์ ธีธัญญ์¹, วันชนะ เอี่ยมณี², วศิน ผลชีวิน¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, สามารถ วันชนะ¹

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นหัวใจสำคัญของเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทย ดังนั้น ประเทศไทยจึงมุ่งมั่นพัฒนาผลผลิตและคุณภาพข้าวผ่านงานวิจัยและนวัตกรรม โดยคลังข้อมูลพันธุ์พืชของ สวทช. ทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลพันธุ์พืชแบบครบวงจร สนับสนุนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและพืชอื่น ๆ จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจีโนมไทป์และจีโนไทป์ของพันธุ์ที่มีความหลากหลาย โดยในฐานข้อมูลประกอบไปด้วย ข้อมูลรายละเอียดทรัพยากรพันธุกรรม ภาพรวมประชากร และเครื่องมือสำคัญ เช่น JBROWSE สำหรับการดูจีโนม และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั่วทั้งจีโนม (Genome-Wide Association Study หรือ GWAS) ที่ครอบคลุมพันธุ์ข้าวกว่า 300 สายพันธุ์ พร้อมข้อมูลลักษณะสำคัญทางการเกษตร ความต้านทานต่อศัตรูพืชและความเครียดจากสภาพแวดล้อม รวมถึงคุณภาพการหุงต้ม ชุดข้อมูลนี้ช่วยให้ผู้ใช้ศึกษาลักษณะที่ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชได้อย่างละเอียด นอกจากนี้ ข้อมูลจีโนมไทป์ยังครอบคลุมพันธุ์ข้าวมากกว่า 700 พันธุ์ พร้อมการระบุตัวแปรพันธุกรรมกว่า 13 ล้านตำแหน่ง ซึ่งชุดข้อมูลนี้เอื้อต่อการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม การค้นหาเครื่องหมายดีเอ็นเอ และการศึกษาฮีนหรืออัลลีลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่ต้องการ

คลังข้อมูลพันธุ์พืชนี้ เปิดให้สาธารณชนเข้าถึงผ่านเว็บไซต์ (<https://ibphubbiotec.kps.ku.ac.th:8070/cropdb/>) ทำให้นักวิจัยทั่วโลกสามารถสืบค้นข้อมูลจีโนมไทป์และจีโนไทป์เพื่อสนับสนุนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวและงานวิจัยด้านพันธุกรรม ทำให้แพลตฟอร์มนี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง ทนต่อความเครียด และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ช่วยเสริมความมั่นคงทางอาหารในระดับโลก

คำสำคัญ: ข้าว, การปรับปรุงพันธุ์, คลังข้อมูล

การทดสอบเวกเตอร์ 35S:RUBY และ UBQ:RUBY เพื่อใช้ยีน RUBY
เป็นเครื่องหมายในการถ่ายยีนเข้าสู่ข้าว
Test of 35S:RUBY and UBQ:RUBY vectors for using RUBY gene
as a marker in rice transformation

ณัฐชนันท์ ควรประเสริฐ^{1,2} และ ศุภจิตรา ชัชวาลย์²

¹ หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

² ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

การถ่ายยีนเข้าสู่ข้าวโดยใช้ *Agrobacterium tumefaciens* เป็นเทคนิคที่พัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีคุณสมบัติตามต้องการเช่น การต้านทานโรค ผลผลิตสูง หรือคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเวกเตอร์ 35S:RUBY และ UBQ:RUBY เข้าสู่ข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Nipponbare และ Kitaake และข้าวไทยพันธุ์ KDML105 และ RD41 โดยใช้ *A. tumefaciens* สายพันธุ์ EHA105 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของยีน RUBY เป็นเครื่องหมายในการถ่ายยีน โดยติดตามจากสีแดงบนเนื้อเยื่อที่ทำการถ่ายยีนสำเร็จ ผลการทดลองพบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสและพัฒนาเป็นต้นกล้าได้ 16 ต้น (Kitaake 35S:RUBY 10 ต้น, Kitaake UBQ:RUBY 5 ต้น และ KDML105 35S:RUBY 1 ต้น) อย่างไรก็ตาม ไม่พบการเกิดสีแดงในแคลลัสและต้นที่พัฒนาได้ และไม่พบยีน RUBY จากการตรวจสอบด้วย PCR บ่งชี้ว่าการถ่ายยีน RUBY ยังไม่ประสบความสำเร็จอย่างสมบูรณ์ ผลลัพธ์นี้สะท้อนถึงความจำเป็นในการปรับปรุงวิธีการถ่ายยีนให้เหมาะสมกับพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ และอาจต้องปรับเงื่อนไขการใช้ฮอว์มอร์โมน ความเข้มข้นของสาร และปัจจัยอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายยีนในอนาคต

คำสำคัญ: อะโกรแบคทีเรีย แคลลัส ยีน RUBY การถ่ายยีน

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยและเอเชีย โดยไทยเป็นผู้ผลิตข้าวอันดับ 6 ของโลกและผลิตได้ราว 22 ล้านตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนโรค แมลง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น น้ำท่วม ความแล้ง หรือความเค็ม มีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต แม้ข้าวตัดแปรพันธุ์กรรมยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย แต่เทคโนโลยีปรับแต่งจีโนม (Gene editing) ได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากช่วยให้ได้ลักษณะที่ต้องการเร็วขึ้นกว่าวิธีดั้งเดิมและไม่ถือว่าเป็นพืชตัดแปรพันธุ์กรรม การถ่ายยีนโดยอะโกรแบคทีเรีย (*Agrobacterium tumefaciens*) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในข้าวและพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เพราะสามารถถ่ายโอนยีนบริเวณ T-DNA เข้าสู่เซลล์พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การสร้างข้าวทนโรค ทนแล้ง และเพิ่ม

คุณภาพผลผลิต (Ratanasut et al., 2017; Do et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการถ่ายยีนในข้าวยังต่ำ โดยเฉพาะการถ่ายยีนในข้าว indica ซึ่งมีการตอบสนองต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อค่อนข้างต่ำ จึงจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการถ่ายยีนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การตรวจสอบการถ่ายยีนมักใช้ยีนรายงานผล เช่น ยีน *GFP*, *GUS* หรือ *LUC* แต่มีข้อจำกัดเรื่องต้นทุนสูงและต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนายีนรายงานผลแบบเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ยีน *RUBY* ซึ่งสร้างเม็ดสีเบตาเลน (Betalain) ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อมีสีแดง โดยไม่ต้องใช้สารตั้งต้นหรือกลไกพิเศษในการตรวจสอบการถ่ายยีน โดยความเข้มของสีแดงสัมพันธ์กับระดับการแสดงออกของยีน (Pramanik et al., 2024; He et al., 2020; Sharifova et al., 2025)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการถ่าย T-DNA จากเวกเตอร์ 35S:RUBY และ UBQ:RUBY (He et

al., 2020) เพื่อใช้ยีน *RUBY* เป็นเครื่องหมายรายงานผลที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ช่วยให้การคัดเลือกข้าวตัดแปรรูปธรรมทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

เวกเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ใช้ยีน *RUBY* ที่ควบคุมการแสดงออกด้วยโปรโมเตอร์ *CaMV 35S* และ *UBQ* ซึ่งอยู่ในเวกเตอร์ *35S:RUBY* และ *UBQ:RUBY* (He et al., 2020) (โครงสร้างเวกเตอร์สามารถดูได้จาก <http://www.addgene.org/>) ประกอบด้วยยีน *RUBY* ซึ่งเป็นชุดของยีน *CYP76AD1*, *DODA* และ *GT* ที่เชื่อมต่อกันด้วยลำดับเปปไทด์ *P2A* เมื่อการถ่ายยีนสำเร็จจะพบสีม่วงของเบทาเลนในเนื้อเยื่อพืชได้.

วิธีการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดข้าวและการชักนำแคลลัส

นำเมล็ดข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ Nipponbare, Kitaake, ข้าวดอกมะลิ 105 (KDML105) และ กข41 (RD41) มาแกะเปลือกและฟอกฆ่าเชื้อ โดยแช่ใน 70% เอทานอล 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นแช่ในสารละลาย 6% NaClO ผสม 50% Tween-20 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ และฟอกฆ่าด้วย 6% NaClO อีก 20 นาที เชยด้วยความเร็ว 200 rpm แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 5 ครั้ง ตากให้แห้งในสภาพปลอดเชื้อ (Greenwood et al., 2022) จากนั้นเพาะเมล็ดบนอาหารสูตร MCI (12–15 เมล็ด/จาน) ที่อุณหภูมิ 28°C นาน 14 วัน เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส

การถ่ายยีนโดยใช้เอกราบคัทที่เริ่มเป็นพาหะ

การทดลองนี้ใช้ *Agrobacterium tumefaciens* สายพันธุ์ EHA105 ที่มีพลาสมิด *35S:RUBY* และ *UBQ:RUBY* มาทำการเชื้อเชื้อบนอาหารสูตร LB ที่มี rifampicin 25 มก./ลิตร และ spectinomycin 100 มก./ลิตร บ่มที่ 28°C นาน 2 วัน จากนั้นเลือกโคโลนี 1 โคโลนีมาขยายบนอาหาร AB และบ่มต่ออีก 2 วัน จากนั้นปาดเชื้อที่เจริญบนสูตรอาหาร AB จำนวน 2 ปลายช้อนตัก จุ่มในอาหารเหลว MS (Sahoo et al., 2011) ปรับความหนาแน่นเซลล์ให้ได้ OD₆₀₀ ~ 0.2 แล้วบ่มเป็นเวลา 60 นาที เชยด้วยความเร็ว 120 rpm จากนั้นนำแคลลัสที่เตรียมไว้ถูกนำมาบ่มรวมกับ *A. tumefaciens* ที่ 22°C นาน 20 นาที เชย

120 rpm เมื่อครบเวลาจับแคลลัสให้แห้งและนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร MCCM ที่ 25°C นาน 3 วัน แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ อย่างน้อย 5 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยสารละลาย Timentin 250 มก./ลิตร 2 ครั้ง ก่อนย้ายไปเพาะบนอาหาร MSM ที่มี Timentin เข้มข้นเท่ากัน บ่มที่ 28°C นาน 29 วัน ขึ้นถัดไปคือเลือกแคลลัสสีเขียวอ่อนหรือขาวอมเหลืองเพาะต่อบนอาหาร MsRMA-I และ MsRMA-II เพื่อชักนำให้เกิดต้น เปลี่ยนอาหารทุกสัปดาห์ บันทึกลักษณะแคลลัสเพื่อประเมินความเหมาะสมของพันธุ์ข้าว เมื่อต้นออกรากบนอาหาร MROM แล้ว จึงย้ายปลูกในดินและนำเข้าระบบโรงเรือน (Greenwood et al., 2022)

การวิเคราะห์ต้นข้าวตัดแปรรูปธรรมด้วยเทคนิคพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction, PCR)

สกัดจีโนมิกดีเอ็นเอ จากใบของต้นข้าวตัดแปรรูปธรรมโดยใช้ วิธี CTAB จากนั้นวิเคราะห์ยีน *RUBY* เพื่อตรวจสอบยีนที่ถ่ายเข้าไปในข้าวและ *35S promoter* ด้วย PCR โดยใช้ไพรเมอร์ 2 คู่ คือ ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีน *RUBY* ประกอบด้วย *RUBY-Fw* 5' AAC AGC ATC CTT GAG TCT CTT CG 3' และ *RUBY-Rv* 5' TTC TCT TTG GAG ATC TCG CCT TC 3' ซึ่งให้ PCR product ขนาด 152 bp (He et al. 2020) และไพรเมอร์สำหรับตรวจหา *35S promoter* ที่ใช้ในการตรวจพืชตัดแปรรูปธรรม (วรพงษ์และคณะ, 2558) ขั้นตอนของการทำ PCR เริ่มต้นที่ 95°C 5 นาที ตามด้วย 39 รอบของ denaturation (95°C, 30 วินาที), annealing (45°C สำหรับ *RUBY* และ 60°C สำหรับ *35S*, 30 วินาที) และ extension (72°C, 1 นาที) ปิดท้ายด้วย final extension ที่ 72°C 5 นาที จากนั้นตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วย agarose gel electrophoresis

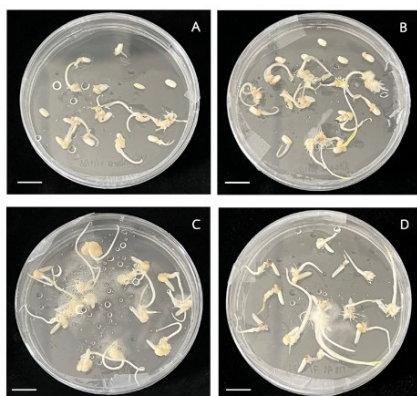
ผลการทดลอง

การชักนำให้เกิดแคลลัส

การชักนำแคลลัสโดยใช้เมล็ดข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ Nipponbare และ Kitaake ซึ่งนิยมใช้ในงานถ่ายยีนเพราะสามารถชักนำแคลลัสได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูง และทำซ้ำได้ โดย Kitaake มี life cycle สั้นและ regeneration ง่าย (Wu et al., 2022; Sah, Kaur, and Jagdeep, 2014; Haque, Okumura, and Kidou, 2025) ส่วนข้าวไทย KDML105 และ RD41 เป็นตัวแทนข้าว indica ข้าวหอม

มะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวหอมยอตนนิยม เป็นพันธุ์หลักที่ใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณค่าทางอาหาร (มากทรัพย์ et al., 2019) ส่วน RD41 พัฒนาขึ้นโดยการรวมการข้าวไม่วิโตช่วงแสง และเป็นที่ยอมรับปลูกทั่วไป (ศิริงาม, 2017) ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้จึงถูกเลือกเป็นตัวแทนในการศึกษาการถ่ายยีน RUBY เพื่อใช้ปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

เมล็ดข้าวทั้ง 4 พันธุ์ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อและเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MCI เป็นเวลา 14 วัน พบว่าทุกพันธุ์สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ โดยส่วนใหญ่เป็น friable callus (ภาพที่ 1) ข้าว Nipponbare และ Kitaake มีอัตราการเกิดแคลลัส 66.67% และ 80.00% ส่วนข้าวไทย KDML105 และ RD41 มีอัตราการเกิดแคลลัส 100% และ 78.57% ตามลำดับ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.24, 0.42, 0.62 และ 0.32 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะและการเจริญของแคลลัสหลัง 14 วัน บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MCI ในข้าว 4 พันธุ์: (A) Nipponbare, (B) Kitaake, (C) KDML105, และ (D) RD41 (มาตราส่วน = 1 cm)

การคัดเลือกแคลลัสที่ได้รับยีนและการชักนำให้เกิดต้น

จากการถ่ายยีนเข้าสู่แคลลัสของข้าว Kitaake, Nipponbare, KDML105 และ RD41 พบว่า หลังเพาะบนอาหารคัดเลือกที่มี Timentin (250 มก./ลิตร) เป็นเวลา 29 วัน แคลลัสบางส่วนตายและบางส่วนมีชีวิตรอด โดย Timentin จะยับยั้งการเจริญของ *A. tumefaciens* หากใช้ Timentin มากเกินไปอาจชะลอกระบวนการฟื้นฟูต้นได้ (Haque et al. 2025) และหากใช้ความเข้มข้นที่ต่ำกว่านี้อาจมีความเสี่ยงที่ *A. tumefaciens* จะกลับมาได้อีก และส่งผลต่ออัตราการฟื้นฟูต้นลดลง (Priya, Pandian, and Manikandan 2012) ผลการทดลองพบว่า Kitaake 35S:RUBY, Kitaake UBQ:RUBY, และ KDML105

35S:RUBY สามารถพัฒนาเป็นต้นได้เมื่อเพาะบนอาหารที่มี Naphthaleneacetic acid (NAA) และ Kinetin ภาพที่ 2-4 แสดงถึงแคลลัสและการชักนำให้พัฒนาเป็นต้นกล้าได้จนพร้อมย้ายปลูกในสภาพปกติ (ภาพที่ 2-4)

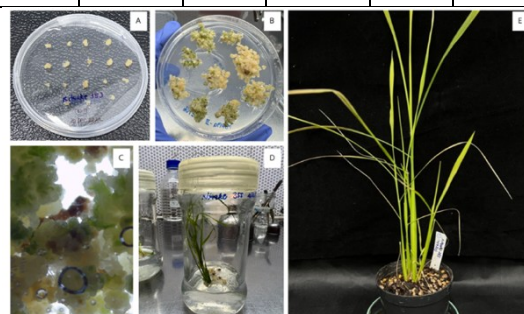
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดแคลลัสและเส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัสข้าวหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MS

Cultivars	การชักนำให้เกิด แคลลัส (%)	เส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัส (ซม.)
Nipponbare	66.67	0.24
Kitaake	80.00	0.42
KDML105	100.00	0.62
RD41	78.57	0.32

แคลลัส ข้าวของ Kitaake 35S:RUBY พบจุดสีเขียว 64 จุดและพัฒนาเป็นต้นกล้าได้ 10 ต้น, Kitaake UBQ:RUBY มี 63 จุดและได้ 5 ต้นกล้า ส่วน KDML105 35S:RUBY มี 18 จุดและได้ 1 ต้นกล้า ขณะที่ KDML105 UBQ:RUBY ไม่พบจุดสีเขียวบนแคลลัสเลย (ตารางที่ 2)

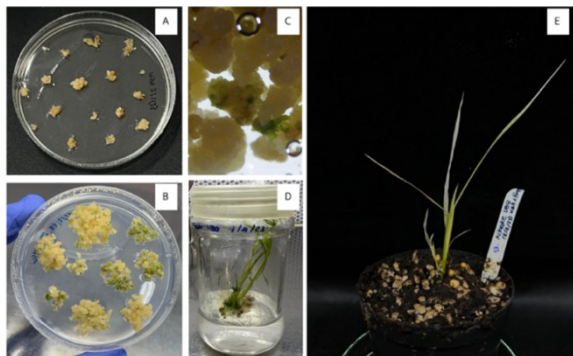
ตารางที่ 2 จำนวนจุดสีเขียวบนแคลลัสและการสร้างต้นอ่อนจากแคลลัสข้าว

Kitaake 35S:RUBY		Kitaake UBQ:RUBY		KDML105 35S:RUBY	
Green spots	Plantlets	Green spots	Plantlets	Green spots	Plantlets
64	10	63	5	18	1

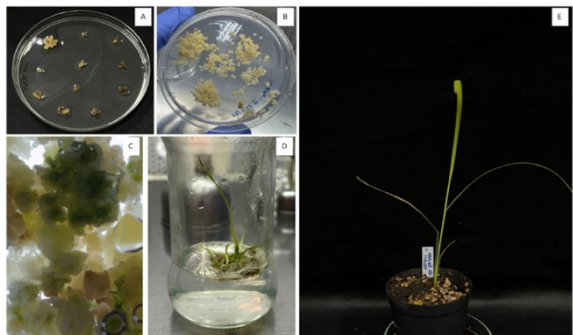


ภาพที่ 2 การสร้างต้นใหม่จากแคลลัสข้าว Kitaake 35S:RUBY A: แคลลัสบนอาหารคัดเลือกครั้งที่สอง (250 mg/L Timentin, 22 วัน), B-C: แคลลัสหลังอยู่บนอาหาร

สำหรับสร้างต้นใหม่ 14 วัน, D: ส่วนยอดที่สร้างขึ้นใหม่
ภายหลังการย้ายไปเลี้ยงบนอาหารชักนำราก, E: ต้นอ่อน



ภาพที่ 3 การสร้างต้นใหม่จากแคลลัสข้าว Kitaake UBO:RUBY A: แคลลัสบนอาหารคัดเลือกครั้งที่สอง (250 mg/L Timentin, 22 วัน), B-C: แคลลัสหลังอยู่บนอาหาร
สำหรับสร้างต้นใหม่ 14 วัน, D: ส่วนยอดที่สร้างขึ้นใหม่
ภายหลังการย้ายไปเลี้ยงบนอาหารชักนำราก, E: ต้นอ่อน



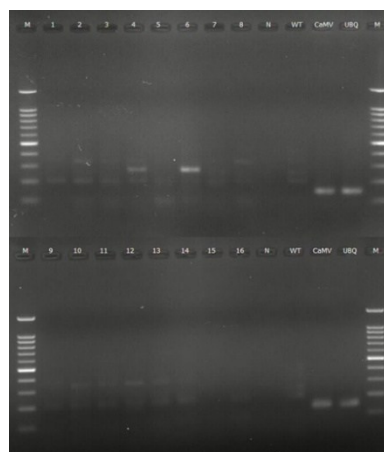
ภาพที่ 4 การสร้างต้นใหม่จากแคลลัสข้าว KDML105 35S:RUBY A: แคลลัสบนอาหารคัดเลือกครั้งที่สอง (250 mg/L Timentin, 22 วัน), B-C: แคลลัสหลังอยู่บนอาหาร
สำหรับสร้างต้นใหม่ 14 วัน, D: ส่วนยอดที่สร้างขึ้นใหม่
ภายหลังการย้ายไปเลี้ยงบนอาหารชักนำราก, E: ต้นอ่อน

การตรวจสอบความสำเร็จของการถ่ายยีน *RUBY* ทำได้
โดยสังเกตสีแดงจากการสังเคราะห์เบตาเลน (Betalain)
หากถ่ายยีนสำเร็จ และจะสามารถเห็นสีแดงบนเนื้อเยื่อพืช
ได้ด้วยตาเปล่า (He et al., 2020) แต่ในการทดลองนี้ไม่พบ
สีแดงในแคลลัส อาจเกิดจากการถ่ายยีนไม่สำเร็จ การ
แสดงออกของยีน *RUBY* ต่ำ หรือขาดสารตั้งต้นที่จำเป็นต่อ
การสังเคราะห์สารสีเบตาเลน (Yu et al., 2023; He et al.,
2020) ดังนั้นเพื่อความมั่นใจว่าการถ่าย T-DNA จาก
เวกเตอร์ 35S:RUBY และ UBO:RUBY เข้าสู่จีโนมของต้น
ข้าวสำเร็จหรือไม่ จึงทำการตรวจสอบยีน *RUBY* ด้วยเทคนิค
PCR จากการตรวจสอบการมีอยู่ของยีน *RUBY* พบว่า

positive control (CaMV และ UQB) ให้แถบ DNA ขนาด
152 bp เท่ากับขนาดที่ออกแบบไว้ แต่ในข้าวตัดแปร
พันธุ์กรรมทั้ง 16 ต้น ได้แก่ Kitaake 35S:RUBY (10 ต้น),
Kitaake UBO:RUBY (5 ต้น), และ KDML105 35S:RUBY
(1 ต้น) ปรากฏแถบ DNA ที่มีขนาดไม่ตรงกับเป้าหมาย ส่วน
ข้าว Kitaake ที่ไม่มีการถ่ายยีน (WT) และ negative
control ไม่พบแถบ DNA (ภาพที่ 5)

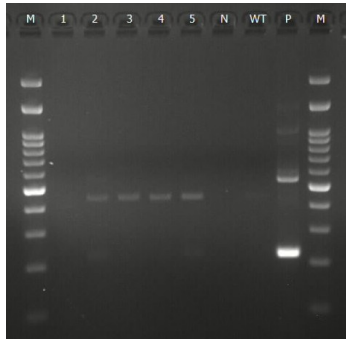
การตรวจสอบเพิ่มเติมด้วย 35S promoter primers
พบว่าเฉพาะ positive control มีแถบตรงกับขนาดที่คาดไว้
ส่วนตัวอย่างข้าวไม่พบผลิตภัณฑ์ PCR (ภาพที่ 6) ผลที่พบนี้
สอดคล้องกับรายงานบางงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า
Agrobacterium-mediated transformation อาจไม่
สามารถการันตีการแทรกยีนที่สมบูรณ์ได้ทุกครั้ง และอาจ
เกิด rearrangement ของชิ้นส่วนยีน (Gelvin, 2003)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากวิธีการถ่ายยีนที่ยังไม่
เหมาะสม หรือพันธุ์ข้าวที่เลือกใช้อาจมีลักษณะบางอย่างที่
ยากต่อการถ่ายยีน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการถ่ายยีน
ที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการ
ประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในระดับโมเลกุล
และพันธุวิศวกรรมในอนาคต นอกจากนี้ การใช้ vector ที่
มีเบลาแทนเป็น marker เพียงอย่างเดียวโดยไม่มี antibiotic
resistant gene ประกอบอาจยังไม่เหมาะสมสำหรับการ
ถ่ายยีนเข้าสู่ข้าว เพราะจะทำให้ไม่เกิดการคัดเลือกเฉพาะ
เซลล์ที่ได้รับการถ่ายยีนเพื่อการพัฒนาเป็นต้นใหม่ ต้นใหม่ที่
เกิดขึ้นจึงไม่พบยีนเป้าหมายก็เป็นได้



ภาพที่ 5 การตรวจหายีน *RUBY* ในข้าวตัดแปรพันธุ์กรรม
ด้วยเทคนิค PCR (Lane M: สารมาตรฐาน DNA ขนาด 100
คู่เบส, Lane WT: DNA จากข้าว Kitaake ปกติ (ไม่ได้ตัด
แปรพันธุ์กรรม), Lane CaMv และ UBO: พลาสมิด

35S:RUBY และ UBIQ:RUBY (Positive) , Lane 1-10: DNA จากข้าว Kitaake 35S:RUBY , Lane 11-15: DNA จากข้าว Kitaake UBIQ:RUBY , Lane 16: DNA จากข้าว KDML105 35S:RUBY)



ภาพที่ 6 การตรวจสอบการถ่ายโอนยีนใน DNA ข้าวที่ตัดแปรพันธุกรรม โดยใช้ไพรเมอร์ 35S Forward-Reverse ด้วยเทคนิค PCR (Lane M: สารมาตรฐาน DNA ขนาด 100 คู่เบส , Lane WT: DNA จากข้าว Kitaake ปกติ (ไม่ได้ตัดแปรพันธุกรรม) ,Lane N: น้ำปราศจากนิวคลีเอส (Nuclease-free water) ,Lane P: ข้าว KDML105 ที่ตัดแปรพันธุกรรม ,Lane 1–5: DNA ข้าวที่ตัดแปรพันธุกรรม ณ ความเข้มข้น 20,40,60,80 และ 100 นาโนกรัม (ng)

สรุปผลและเสนอแนะ

การทดลองนี้ใช้ *A. tumefaciens* สายพันธุ์ EHA105 ที่มีพลาสมิด 35S:RUBY และ UBIQ:RUBY เพื่อถ่ายยีน *RUBY* เข้าสู่ข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ Nipponbare, Kitaake, ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) และ กข41 (RD41) โดยมีเป้าหมายให้ยีนนี้ทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายคัดกรองข้าวตัดแปรพันธุกรรม ผลการทดลองพบว่าการชักนำให้เกิดแคลลัสสามารถทำได้สำเร็จและสามารถพัฒนาไปเป็นต้นกล้าได้ทั้งหมด 16 ต้น Kitaake 35S:RUBY (10 ต้น) Kitaake UBIQ:RUBY (5 ต้น) และ KDML105 35S:RUBY (1 ต้น) อย่างไรก็ตาม ไม่พบการเกิดสีแดงหรือแถบ DNA ของยีน *RUBY* จากการตรวจด้วย PCR แสดงว่าการถ่ายยีนยังไม่สำเร็จ อาจเนื่องจากวิธีการหรือความแตกต่างของพันธุ์ข้าวเอง ดังนั้นควรปรับกระบวนการถ่ายยีนให้เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ข้าว ปรับความเข้มข้นของฮอโมน จำนวนพันธุ์ข้าว และใช้ selectable marker อื่น ๆ ร่วมกับยีน *RUBY* เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือก และความสำเร็จในการถ่ายยีนในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- ชมาฤกษ์ วราพงษ์, รุ่งนภา กาวิชัย, พะยอม โคเบลลี, พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์. 2558. การตรวจวิเคราะห์ข้าวและสินค้าตัดแปรพันธุกรรมด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่ในสภาพเวลาจริง. หน้า 238 – 252. ใน: *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 32*. กองวิจัยและพัฒนาข้าว 21-23 เมษายน 2558 ณ โรงแรมเมธาวลัย ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.
- ศรัณยพร มากทรัพย์, ศรีนทิพย์ พงษ์พากเพียร, สิทธิรักษ์ รอยตระกูล และ กัญยรัตน์ สุไพบุลย์วัฒน์. 2562. ความแตกต่างทางพันธุกรรม และโปรตีนของเมล็ดข้าว ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กลายมะลิแดง. *ว. วิทยาศาสตร์ บุรพา* 24:1098-1110.
- ธนภูมิ ศิริงาม. 2560. ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวที่ตอบสนองต่อสภาวะความเค็ม. *Thai Science and Technology Journal* 1025-1038.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. Available at: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2567/Statistic2566.pdf>. Accessed: October 20, 2024.
- Do, V. G., S. Kim, N. M. Win, S. I. Kwon, H. Kweon, S. Yang, J. Park, G. Do, and Y. Lee. 2024. Efficient regeneration of transgenic rice from embryogenic callus via agrobacterium-mediated transformation: a case study using GFP and Apple MdFT1 genes. *Plants (Basel)* 13(19):2803.
- Greenwood, J. and A. Glaus. 2022. Optimized rice transformation protocol for transformation of the blast susceptible Indica rice accession CO39. *CABI Agriculture and Bioscience* 3:35.
- Gelvin, S. B. 2003. Agrobacterium-mediated plant transformation: the biology behind the "gene-jockeying" tool. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67:16-37
- Haque, M. M., Okumura, Y., and Kidou, S.-i. 2025. Highly efficient direct seed transformation protocol for japonica rice (*Oryza sativa* L.) by *Agrobacterium tumefaciens*: overcoming the complexity of callus regeneration and avoiding the occurrence of somaclonal-mutations. *Transgenic Research* 34(1), 36.

- He, Y., Zhang, T., Sun, H., Zhan, H., and Zhao, Y. 2020. A reporter for noninvasively monitoring gene expression and plant transformation. **Horticulture Research** 7(1):152.
- Pramanik, D., Lee, K., and Wang, K.. 2024. A simple and efficient method for betalain quantification in RUBY-expressing plant samples. **Frontiers in Plant Science** 15-2024
- Priya, M. A., Pandian, K. S., and Manikandan, R. 2012. The effect of different antibiotics on the elimination of *Agrobacterium* and high frequency *Agrobacterium*-mediated transformation of indica rice (*Oryza sativa* L.). **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding** 48 (3):120-130.
- Ratanasut, K., Rod-In, W., and Sujipuli, K. 2017. *In planta Agrobacterium*-mediated transformation of rice. **Rice Science** 24:181-186.
- Sah, S., Kaur, A., and Jagdeep, S. 2014. High frequency embryogenic callus induction and whole plant regeneration in *Japonica* rice cv. kitaake. **Journal of Rice Research** 2, 125.
- Sharifova, S., Prasad, K. V. S. K., Cheema, A., and Reddy, A. S. N. 2025. Genetically encoded betalain-based RUBY visual reporters: noninvasive monitoring of biological processes. **Trends in Plant Science**.
- Wu, J., Chang, X., Li, C., Zhang, X., Zhang, J., Yin, C., Ma, W., Chen, H., Zhou, F., and Lin, Y. 2022. QTLs related to rice callus regeneration ability: localization and effect verification of qPRR3. **Cells** 11(24):4125.
- Yu, J., Deng, S., Huang, H., Mo, J., Xu, Z.-F., and Wang, Y. 2023. Exploring the potential applications of the noninvasive reporter gene RUBY in plant genetic transformation. **Forests** 14(3):637.

ลักษณะสมบัติทางสัณฐาน-สรีรวิทยาและจีโนมของข้าวสายพันธุ์ทนน้ำท่วมฉับพลัน
ที่มีฐานพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ กข31

Morpho-Physiological and Genomic Characterization of Submergence Tolerant Rice
Lines with RD31 Genetic Background

ศุภกิตต์ ใจยินดี^{1,5,*}, ธรรมพร โคจรนา⁵, พนมศักดิ์ ต่อมใจ⁵, วิชัย ภูริปัญญวนิช², นิลา ราชิตี³, มალიณี จันวรรณ³, มนันทน์ พงษ์พานิช⁴,
ธานินทร์ จันทรโชติ⁵

¹ หลักสูตรพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

² สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ตำบลทรายมูล อำเภอบางบาล จังหวัดนครนายก

³ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ตำบลบ้านสร้าง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปทุมธานี

⁴ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร

⁵ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท
แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในหลายประเทศทั่วโลก ด้วยสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาพอากาศส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันเพิ่มมากขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เกษตรกรรมและนาข้าว ก่อนหน้านั้นได้มีการพัฒนาข้าวสายพันธุ์กลายที่มีฐานพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ “กข31” ด้วยการเหนี่ยวนำให้เกิดความผันแปรทางพันธุกรรมด้วยลำแสงอิเล็กตรอน ข้าวสายพันธุ์กลายเหล่านี้สามารถทนต่อสภาวะน้ำท่วมฉับพลันได้นานถึง 14 วัน อย่างไรก็ตามกลไกที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมฉับพลันในข้าว กข31 สายพันธุ์กลายเหล่านี้ยังไม่แน่ชัด การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและวิเคราะห์ความผันแปรทั่วทั้งจีโนมเพื่อหาปัจจัยทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมฉับพลันในข้าว กข31 สายพันธุ์กลาย จากการวิเคราะห์ *k*-mer พบว่า ข้าว กข31 สายพันธุ์กลายมียีน *SUB1A-1* ซึ่งเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนต่อน้ำท่วมฉับพลัน ผลการศึกษาการตอบสนองทางด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของข้าวสายพันธุ์กลายสอดคล้องกับการมียีนทนน้ำท่วมฉับพลัน คือ มีร้อยละการยืดตัวต่ำ ปริมาณรงควัตถุสูง และมีการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ กข31 ดั้งเดิม การศึกษาความผันแปรทั่วทั้งจีโนมพบว่ามีกระจายตัวของ single nucleotide polymorphism (SNP) และ insertion-deletion (indel) ทั่วทุกโครโมโซม การเปลี่ยนแปลงแบบ SNP ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบ ทรานซิชัน (transition) ขณะที่ indel ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 5 คู่เบส นอกจากนี้ยังได้นำยีนที่แสดงความผันแปรไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการแสดงออกของยีนในข้าวภายใต้สภาวะน้ำท่วม พบยีนที่อาจช่วยเสริมการทำงานของยีน *SUB1A-1* ในสภาวะดังกล่าวได้ การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงกลไกการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาและพันธุกรรมของข้าว กข31 สายพันธุ์กลายในสภาวะน้ำท่วมฉับพลัน โดยข้าว กข 31 สายพันธุ์กลายเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงข้าวพันธุ์ที่สามารถทนต่อน้ำท่วมฉับพลันได้

คำสำคัญ: กข31, ยีน *SUB1A-1*, ข้าวทนน้ำท่วมฉับพลัน, ข้าวสายพันธุ์กลาย, การวิเคราะห์จีโนม

การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ
โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR
Evaluation of Genetic Diversity in Black Pericarp Landrace Rice Germplasm
using Morphological Traits and SSR Markers

จิตรา สุวรรณ^{1*}, พีรพล ม่วงงาม¹, ชญานิศร์ นนทศิริ¹, พรชิตา พรหมบุตร¹, ภัทรวรินทร์ โพธิ์ศรี¹

¹ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร 0-2577-1688

บทคัดย่อ

ข้าวพื้นเมืองที่เก็บรวบรวมไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ เป็นแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวที่สำคัญในประเทศไทย โดยเฉพาะข้าวพื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ เป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งเร่งควัฒลักษณ์ที่ปรากฏ คือสารประกอบในกลุ่มของแอนโทไซยานิน โดยแอนโทไซยานินมีฤทธิ์ต่อการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์มะเร็ง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคสำคัญอีกหลายชนิด ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อสุขภาพ จึงมีความต้องการบริโภคข้าวสีคุณภาพต่างๆ เพื่อสุขภาพกันมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์ข้าวสียังไม่หลากหลายมากเมื่อเทียบกับข้าวขาวทั่วไป ซึ่งเชื้อพันธุ์ข้าว เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ดี ดังนั้น การศึกษารั้แงนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับเครื่องหมายโมเลกุล ดำเนินการปลูกข้าวพื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ จำนวน 96 ตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของข้าวแต่ละพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ชนิด SSR จำนวน 30 ไพรเมอร์ ผลการทดลองพบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองได้ โดยลักษณะสีของแ่่นใบและสีของยอดดอก มีความหลากหลายมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอื่นๆ พบวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พันธุ์ที่ออกดอกเร็วที่สุด คือ ข้าวดำ (G.S. No. 24830) และเหนียวดำหอมภูเขียว (G.S. No. 24840) ออกดอก วันที่ 2 กันยายน ส่วนพันธุ์ที่ออกดอกช้าที่สุด คือ กำดัด (G.S. No. 22423) ออกดอกวันที่ 2 พฤศจิกายน ผลของการจัดกลุ่มทางพันธุกรรมพบว่า สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวออกเป็น 4 กลุ่ม และจากการตรวจสอบยืนยันควบคุมความหอมของข้าวด้วยวิธี Real-Time PCR พบว่า มีข้าวหอมจำนวน 33 ตัวอย่าง แบ่งเป็นข้าวเหนียว จำนวน 13 ตัวอย่าง และข้าวเจ้า จำนวน 20 ตัวอย่าง ผลการทดลองที่ได้ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการคัดเลือกคู่ผสมเพื่อนำมาปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำให้มีคุณภาพดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีกลิ่นหอม เป็นที่ต้องการของเกษตรกรและผู้บริโภคข้าวต่อไป

คำสำคัญ: ข้าว, ข้าวพื้นเมือง, เยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ, ลักษณะทางสัณฐานวิทยา, ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ULR207: ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง แหล่งพันธุกรรมความต้านทาน

แบบกว้างต่อโรคขอบใบแห้งของประเทศไทย

ULR207: an Indigenous Upland Rice Source of Broad-spectrum Bacterial Blight Resistance in Thailand

ธนวัฒน์ วงษา¹, อาทิตยา ชุมพล¹, จิรวัฒน์ สนิทชน¹, สมพงศ์ จันทรแก้ว¹, ธิติรัตน์ มอญขาม¹, มีชัย เชียงหลิว²

¹ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง ขอนแก่น 40002

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว กำแพงแสน อากาศิเอนและจิโนมิก เลขที่ 1 หมู่ 6 ต.อำเภอกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

โครงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้รวบรวมเชื้อพันธุกรรมข้าวไร่จากทั่วประเทศไทย เพื่อการประเมินความต้านทานโรคขอบใบแห้ง พบว่า ข้าวไร่พื้นเมืองพันธุ์ ULR207 แสดงความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งแบบกว้าง (Broad-spectrum resistance) ใกล้เคียงกับพันธุ์ต้านทานมาตรฐานจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) การพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะ อิทธิพลของยีน และตำแหน่ง QTL ที่ควบคุมความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง ใน 6 ประชากรประกอบไปด้วย ข้าวสายพันธุ์ผู้รับ (P1) ข้าวสายพันธุ์ผู้ให้ (P2) F1 F2 BC1P1 และ BC1P2 โดยสร้าง 2 คู่ผสม ระหว่าง ข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย x ULR207 และ ข้าวพันธุ์กข6 x ULR207 แล้วประเมินความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งโดยการปลูกเชื้อด้วยวิธีการตัดใบ (Clipping) ภายใต้สภาพโรงเรือนทดลอง ซึ่งใช้เชื้อสาเหตุโรคที่รวบรวมจากภูมิภาคต่างๆ ในประเทศไทย ผลการทดลองพบว่า ความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ ULR207 ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยหนึ่งตำแหน่ง มีอิทธิพลแบบบวกสะสม ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ในชั่วรุ่นต้นๆ การระบุตำแหน่ง QTL ของความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ ULR207 ได้ศึกษาในประชากร F2:3 ของคู่ผสม เมล็ดฝ้าย x ULR207 โดยการวิเคราะห์แบบ QTL-seq ร่วมกับการวิเคราะห์แบบ Bulk segregant analysis ผลการศึกษา พบตำแหน่ง QTL ใหม่ให้ชื่อว่า *qBBchr8* บนโครโมโซม 8 ทั้งนี้ได้คัดเลือกยีนภายในบริเวณ *qBBchr8* ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกลไกความต้านทานต่อโรคพืชได้ 5 ยีนได้แก่ *Os08g0110700*, *Os08g0115200-ONAC029*, *Os08g0131300*, *Os08g0139500* และ *Os08g0163900* หลังจากนั้นได้นำ ตำแหน่งของยีนดังกล่าวมาออกแบบ เครื่องหมายโมเลกุลชนิด Kompetitive Allele-Specific PCR (KASP) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่าง เครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะความต้านทานโรค ด้วยการวิเคราะห์แบบ Single marker analysis ผลการวิเคราะห์พบว่า ตำแหน่ง *Os08g0110700* คือตำแหน่งที่มีค่า Phenotypic variance explain percentage (%PVE) สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่า ตำแหน่งนี้คือ QTL หลัก (Major QTL) ดังนั้นตำแหน่งนี้สามารถนำไปออกแบบเครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง เช่น ข้าวไร่พันธุ์เมล็ดฝ้าย ซึ่งเป็นข้าวเจ้าดำที่อุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินแต่อ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง การใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์ ULR207 เป็นสายพันธุ์ผู้ให้ ยีนต้านทานโรคขอบใบแห้งแก่ข้าวเมล็ดฝ้ายและปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีมาตรฐานร่วมกับการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก จนกระทั่งได้สายพันธุ์ดีที่ผ่านการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ และสามารถนำไปทดสอบผลผลิตในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ยีนน้อยคู่, การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, เครื่องหมายโมเลกุล, เชื้อพันธุกรรมข้าว

การวิเคราะห์การใช้องค์ประกอบหลักในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวพื้นเมืองไทย
Application of Principal Component Analysis for Studying Nutritional Values,
Bioactive Compounds, and Antioxidant Activities of Thai Rice Landrace

รัฐธิภา ธนารักษ์^{1*}, ชนันต์ธร ดนัยสิริชัยชล², ผกามาศ วงศ์เตย์²

¹ ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ อ.เมืองสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000 โทรศัพท์ 0-4451-1394

² สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 0-3555-5340

บทคัดย่อ

ข้าวพื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมและมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองกับกลุ่มตัวแปร ได้แก่ คุณค่าทางโภชนาการซึ่งวัดจากองค์ประกอบโดยประมาณ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่งวัดจากปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay ผลการวิเคราะห์ สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวพื้นเมือง 10 พันธุ์ได้ 3 กลุ่มย่อย โดยกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยข้าวสี 4 พันธุ์ ได้แก่ บือกวา ข้าวแพร่ ดอกแพร่ และกล่ำหอม ซึ่งมีปริมาณสารฟีนอลิกสูง (150.43–220.81 มิลลิกรัม gallic acid equivalent ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (197.45–251.40 มิลลิกรัม ascorbic acid equivalent ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ ส่วนข้าวอีก 2 กลุ่มมีคุณสมบัติให้พลังงานสูงคล้ายคลึงกัน เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้พลังงานเร็วและอิมานานสำหรับนักกีฬา ข้อมูลสำคัญนี้เป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงสุขภาพในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: องค์ประกอบหลัก, คุณค่าทางโภชนาการ, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, สารต้านอนุมูลอิสระ, ข้าวพื้นเมือง

ฐานข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทย

Thai Rice Genetic Diversity Database

ปิยรัตน์ พลยะเรศ^{1*}, พัฒนจิตา เวชสาร², พิรพล ม่วงงาม³, ชลวิทย์ แก้วนางโอ⁴, อภิชาติ เนินพล⁵, จิรพงศ์ ไกรรินทร์⁵, อุษาวดี ชัยพรหม⁶, ชุมพล งามผิว⁶, ศิษณุศ ทองสีมา⁶

¹ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

² ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000

³ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

⁴ ศูนย์วิจัยข้าวปัตตานี อ.โคกโพธิ์ จ.ปัตตานี 94120

⁵ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

⁶ ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ 144 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการถอดรหัสพันธุกรรมสมัยใหม่ (Next-Generation Sequencing; NGS) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และถูกนำมาใช้ในการศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าว กรมการข้าวในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่มีบทบาทสำคัญในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรม การวิจัยและการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทยอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพสูง ทำให้เกิดข้อมูลพันธุกรรมจำนวนมากจากเทคนิค NGS ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการจัดการข้อมูลเป็นระบบและมีการนำเสนอข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไทย (Thai Rice Genetic Diversity Database) สำหรับรวบรวม จัดเก็บ และแสดงผลข้อมูลพันธุกรรมของข้าวไทยจำนวน 300 สายพันธุ์ โครงสร้างฐานข้อมูลได้พัฒนาให้สามารถรองรับข้อมูลระดับจีโนมและแสดงผลความแปรผันทางพันธุกรรมผ่านเครื่องมือเชิงกราฟิกที่หลากหลาย ได้แก่ VCF statistics และ Integrative Genomics Viewer (IGV) ตลอดจนผลการวิเคราะห์โครงสร้างประชากรด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) การวิเคราะห์ ancestry structure ด้วยโปรแกรม ADMIXTURE และการวิเคราะห์แบบ distance-based ในรูปแบบ phylogenetic tree นอกจากนี้ยังรองรับผลการวิเคราะห์ Genome-Wide Association Studies (GWAS) และแสดงผลผ่าน Interactive Manhattan plot เพื่อช่วยระบุความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะฟีโนไทป์กับตำแหน่ง SNP บนจีโนมข้าว อีกทั้งยังได้รวบรวมข้อมูลฟีโนไทป์ของข้าวไทยที่ครอบคลุมลักษณะทางเกษตรที่ดีและคุณภาพสูง เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์เชิงบูรณาการระหว่างข้อมูลพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์และการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพสูง ปัจจุบันฐานข้อมูลดังกล่าวยังมีการพัฒนาและเพิ่มข้อมูลพันธุกรรมของข้าวไทยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลที่ทันสมัยสำหรับสนับสนุนการวิจัย การปรับปรุงพันธุ์ และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรมข้าวไทย โดยเปิดให้ผู้สนใจเข้าใช้งานฐานข้อมูลตามสิทธิ์ ใช้งานที่เว็บไซต์ <https://thrgdv.nbt.or.th>

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางพันธุกรรม, ข้าวไทย, ระบบฐานข้อมูล, ชีวสารสนเทศ

การค้นพบ QTL และยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสีเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจากการวิเคราะห์ GWAS

Genome-Wide Association Study Reveals Genetic Loci Controlling Pigmentation in Rice Hulls and Pericarps

สุรัตน์ พาดำ¹, ศศิธร เปี่ยมอุดมลักษณ์¹, วันชนะ เอี่ยมณี², สามารถ วันชนะ², ศิวเรศ อารีกิจ³, กัญจน์อมล เรืองวงศ์¹

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

³ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

⁴ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ

ลักษณะสีของเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเป็นคุณสมบัติสำคัญทั้งเชิงการเกษตรและโภชนาการ เนื่องจากช่วยกำหนดเอกลักษณ์ของสายพันธุ์ เพิ่มมูลค่าทางการตลาด และสะท้อนการสะสมของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุบริเวณจีโนมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสีดังกล่าว โดยทำการประเมินความหลากหลายของสีเปลือกและสีเยื่อหุ้มเมล็ดในประชากรข้าวจำนวน 306 สายพันธุ์ ครอบคลุมทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ผ่านการให้คะแนน 2 รูปแบบ ได้แก่ การจำแนกแบบมีหรือไม่มีสี และการประเมินระดับความเข้มของสี การหาลำดับเบสทั้งจีโนมร่วมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั่วจีโนม (Genome-wide association study: GWAS) จากข้อมูล SNP คุณภาพสูงจำนวน 1,021,144 ตำแหน่ง พบบริเวณบนจีโนมที่เกี่ยวข้องหรือ QTLs จำนวน 19 ตำแหน่งบนโครโมโซม 3, 4, 7, 8, 9 และ 12 โดยยีนที่คาดว่าจะเป็นตัวควบคุมลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสี (candidate gene) ได้แก่ *Os03g0421800* (โปรตีน X8 domain-containing protein), *Os03g0425800* (SANT domain protein) และ *Os07g0211500* (ยีน Rc ซึ่งเป็น bHLH transcription factor) โดยเฉพาะ *Os03g0421800* ถูกตรวจพบในทั้งสองลักษณะสี สะท้อนถึงบทบาททางพันธุกรรมร่วมที่อาจควบคุมการเกิดสีในทั้งเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว จากผลการวิเคราะห์ Linkage disequilibrium พบว่ามีค่า LD decay เฉลี่ยประมาณ 200 kb ซึ่งเพียงพอสำหรับการระบุตำแหน่ง QTL ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษานี้ช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกทางพันธุกรรมที่ควบคุมการเกิดสีในข้าวและสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีศักยภาพทางการตลาดในอนาคต

คำสำคัญ: ลักษณะสีของเปลือกข้าว, ลักษณะสีของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว, Genome-wide association study

การตรวจสอบดัชนีความเครียดของข้าวจากความแล้งและ
ความเค็มโดยกล้องถ่ายภาพความร้อนแบบประหยัด

Detection of Stress Index in Rice Under Drought and Salt Stress using
Low-cost Thermal Imaging Camera

อรชา เขียนโพธิ์^{1*}, ณัฐธิดา แคมภูเขียว¹, วัฒนชัย ล้นทม¹, สุปราณี แสนธนู¹, ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์¹

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีถ่ายภาพความร้อนอินฟราเรดสามารถเป็นแนวทางในการประเมินพืชในสภาวะเครียด ด้วยวิธีการประเมินอย่างง่าย ไม่ทำลายตัวอย่าง และเหมาะสำหรับการติดตามต้นพืชที่อยู่ในสภาวะเครียดในเบื้องต้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้การถ่ายภาพความร้อนอินฟราเรด ในการทำนายระดับความทนหรืออ่อนแอของพันธุ์ข้าวต่อความเครียดที่เกิดจากความแล้งและความเค็มในต้นกล้าข้าวสายพันธุ์ DH103 (สายพันธุ์ทน) และพันธุ์ KDML105 (พันธุ์อ่อนแอ) จากนั้นชักนำให้อยู่ภายใต้สภาวะแล้งด้วยการเติมพอลิเอทิลีนไกลคอล (PEG) 6000 ความเข้มข้นร้อยละ 20 และภายใต้ภาวะเค็มด้วยการเติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 150 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 9 วัน พบว่า กลุ่มทดลองที่ถูกชักนำให้เกิดความเครียดแล้งมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (ΔT) ในข้าวสายพันธุ์ DH103 ต่ำกว่าข้าวพันธุ์ KDML105 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงดัชนีความเครียดของน้ำในใบพืช ($\Delta CWSI$) ระหว่างกลุ่มที่ถูกชักนำให้เกิดความเครียดเค็ม ในทางกลับกัน การเปลี่ยนแปลงของดัชนีการนำปากใบ (ΔIG) แสดงแนวโน้มตรงข้ามกับค่า ΔT และ $\Delta CWSI$ โดยในทั้งสองกลุ่มความเครียด ค่า ΔIG ของข้าวพันธุ์ KDML105 ต่ำกว่าของข้าวสายพันธุ์ DH103 นอกจากนี้กลุ่มทดลองที่ถูกชักนำให้เกิดความเครียดแล้งและเค็ม ส่งผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง และ ข้าวทั้งสองสายพันธุ์/พันธุ์มีความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของลำต้น ค่าคลอโรฟิลล์ของใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ความเครียดแล้งชักนำให้ข้าวสายพันธุ์ DH103 มีการสะสมแป้งและปริมาณน้ำตาลรวมเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวพันธุ์ KDML105 อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความเครียดเค็มชักนำให้ข้าวพันธุ์ KDML105 มีปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ (MDA) ปริมาณโปรตีน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และร้อยละการรั่วไหลของไอออนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ข้าวทั้งสองพันธุ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระมากขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์ต้านออกซิเดชันภายใต้ภาวะเครียดแล้งและเค็ม จากผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าการใช้การถ่ายภาพความร้อนด้วยกล้องอินฟราเรดสามารถทำนายความทนหรืออ่อนแอของข้าวเบื้องต้นได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าทางสรีรวิทยาและชีวเคมีบางประการภายใต้ความเครียดแล้งและเค็ม

คำสำคัญ: ถ่ายภาพความร้อนอินฟราเรด, ดัชนีการนำปากใบ , ดัชนีความเครียดของน้ำในใบพืช

การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณภาพการหุงต้ม
และผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Evaluation of Morphological Traits, Cooking Quality, and Yield of Local Glutinous Rice
Varieties in Northeastern Thailand

ภิญญารัตน์ กองประโคน^{1*}, ไหวจน์ กันจู², สุรเชษฐ์ ชามนตรี³, พัดชา เศรษฐภา¹

¹ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

² คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000

³ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร และชุมชนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณภาพการหุงต้ม และผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมือง เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่โดดเด่นด้านคุณภาพและศักยภาพการผลิต เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์และการอนุรักษ์พันธุกรรม การทดสอบภาคสนามดำเนินการในฤดูนาปี 2566/67 โดยใช้พันธุ์ข้าวเหนียวพื้นเมือง 35 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 9 พันธุ์ ปลูกในพื้นที่นาร่อง 3 แห่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน ภายใต้แผนการทดลองมาตรฐาน ข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาและผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์ถูกบันทึกตามแนวทางของ IRRI (2009) พร้อมวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้ม ได้แก่ ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency; GC) อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature; GT) และปริมาณแอมิโลสที่ปรากฏ (apparent amylose content; AAC) ผลการศึกษาพบว่าข้าวเหนียวพื้นเมืองมีความหลากหลายในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิต โดยบางสายพันธุ์ให้ผลผลิตใกล้เคียงหรือสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ข้าวเหนียวพื้นเมืองทุกสายพันธุ์มีความคงตัวของแป้งสุกระดับอ่อน (soft gel) ทำให้ข้าวสุกนุ่ม และมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ (<65°C) ซึ่งใช้เวลาหุงสุกประมาณ 12–16 นาที ปริมาณแอมิโลสของข้าวเหนียวพื้นเมืองอยู่ที่ประมาณ 5–7% ซึ่งสูงกว่าของพันธุ์ข้าวเหนียวเปรียบเทียบ (กข6) เล็กน้อย ข้อมูลจากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวเหนียวพื้นเมืองที่มีคุณภาพการหุงต้มและผลผลิตดี เพื่อส่งเสริมการปรับปรุงพันธุ์และการอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวเหนียวพื้นเมืองต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวพื้นเมือง, คุณภาพการหุงต้ม, ลักษณะสัณฐานวิทยา, ผลผลิต

**การพัฒนาแนวทางการประเมินฟีโนไทป์การทนแล้งของข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105
และพันธุ์พอคคาลิด้วยลักษณะการเติบโต สรีรวิทยา และกายวิภาคศาสตร์บางประการ**
**Guideline Development for Evaluating Drought Tolerance Phenotypes of KDML105
and POKKALI Rice Cultivars Based on Growth, Physiological
and Some Anatomical Characteristics**

พลอยนภัส มหัทธนะพัชรกุล^{1*}, นพัสสร แสนศาลา¹, พรสิริย์ ศรีแสงเมฆ¹, ปิยธิดา โคตรมุงคุณ¹, วรศิริกุลญา ธารธิมา¹, ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์¹

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

ภาวะแล้งที่ทวีความรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบต่อการผลิตและสรีรวิทยาของข้าวอย่างชัดเจน งานวิจัยนี้มุ่งเปรียบเทียบการตอบสนองต่อความแล้งและการฟื้นตัวหลังการให้น้ำกลับของต้นกล้าข้าวพันธุ์ KDML 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีรายงานไว้อายุความแล้งปานกลาง กับพันธุ์ POKKALI ที่มีรายงานว่าเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพทนแล้งร่วมกับทนแล้งได้ดี โดยคาดว่าลักษณะการเจริญ สรีรวิทยา และกายวิภาคของใบสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความทนแล้งในระยะต้นกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำการทดลองโดยนำต้นกล้าข้าวทั้งสองสายพันธุ์ที่อายุ 28 วัน มาทดลองโดยให้มีช่วงขาดน้ำต่อเนื่อง 19 วัน และช่วงให้น้ำกลับอีก 9 วัน ทำการประเมินลักษณะเชิงปริมาณรวม 48 ลักษณะ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดถูกวิเคราะห์ด้วยวิธี Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA) และประเมินความเสถียรของโมเดลด้วยค่า R^2 และ Q^2 พร้อมกับใช้ค่า Variable Importance in Projection (VIP score) ในการคัดเลือกตัวแปรที่สำคัญ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสามารถทำนายกลุ่มได้ดี โดยมีค่า Q^2 สูงสุดประมาณ 0.81 และค่า R^2 เท่ากับ 0.8 บ่งชี้ถึงความสามารถจำแนกพันธุ์และผลกระทบจากสภาวะการให้น้ำได้อย่างชัดเจนผ่านค่าพารามิเตอร์ที่โดดเด่นจากค่าความสำคัญของตัวแปร ได้แก่ ลักษณะเฉพาะที่ปรับตัวได้ดีต่อการกักเก็บน้ำ (พื้นที่หน้าตัดของท่อลำเลียงน้ำบริเวณแผ่นใบ, ความยาวแนวนอนของมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กบริเวณแผ่นใบ, ความหนาของชั้นคิวติเคิลและผนังเซลล์ของชั้นเอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่างบริเวณแผ่นใบ, ความหนาของชั้นคิวติเคิลและผนังเซลล์ของชั้นเอพิเดอร์มิสด้านบนบริเวณเส้นกลางใบ, จำนวนและขนาดของเซลล์ย่น) ลักษณะเฉพาะที่ปรับตัวได้ดีต่อการเจริญและโครงสร้าง (จำนวนต้นตอก, น้ำหนักสดและแห้งของราก จำนวนต้นตอก และความยาวราก) และลักษณะที่ปรับตัวได้ดีต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง (การม้วนใบ, ความแห้งของใบ และความเขียวของใบ) โดยภายใต้การให้ความแล้งและเมื่อผ่านช่วงการให้น้ำกลับ กลุ่มข้าว POKKALI ที่ได้รับการให้น้ำกลับมีค่าพารามิเตอร์ใกล้เคียงกลุ่มควบคุม ในขณะที่กลุ่มข้าว KDML 105 ที่ได้รับการให้น้ำกลับยังคงมีค่าพารามิเตอร์ใกล้เคียงกลุ่มที่ได้รับ ความแล้ง ดังนั้นจึงสรุปผลการทดลองได้ว่าข้าว POKKALI ซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐานที่ถูกใช้คัดเลือกพันธุ์ข้าวทนแล้งนั้น มีโอกาสถูกนำมาพิจารณาเป็นพันธุ์ที่ใช้คัดเลือกข้าวทนแล้งได้อีกด้วย เนื่องจากแสดงแนวโน้มความทนแล้งและศักยภาพการฟื้นตัวหลังการให้น้ำกลับสูงกว่าข้าว KDML 105 ผลการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับงานวิจัยในอนาคต ที่มุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนแล้งและให้ผลผลิตสูงขึ้น ในพื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ข้าวสามารถรับมือกับสภาวะแห้งแล้งทั้งในปัจจุบันและอนาคต

คำสำคัญ: ความทนแล้งของพืช, ชาวดอกมะลิ 105 , พอคคาลิ, กายวิภาคใบข้าว, สรีรวิทยาของข้าว

ระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพ (ธนาคารเมล็ด)

SMS Seed: Specimen Management System (Seed Bank)

อุษาวดี ชัยพรหม¹, วณัฐพงศ์ ประสมศรี¹, อีรวรรณ แก้วกาญจน์¹, พัทธราภรณ์ จำปาเทศ¹, ธนภูมิ กาวไสสง¹, สุพิชฌาย์ ธรรมวันนา¹, ปราโมทย์ ไตรบุญ¹, ศิษณุยศ ทองสีมา¹, จิตติมา พิริยะพงศา¹

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทคัดย่อ

SMS Seed: Specimen Management System (Seed Bank) เป็นระบบสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพ อ้างอิงตามกระบวนการจัดการตัวอย่างของธนาคารเมล็ดสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ซึ่งมีจุดประสงค์ในการยกระดับประสิทธิภาพการบริหารจัดการเก็บรักษาทรัพยากรชีวภาพให้ก้าวสู่ยุคดิจิทัล โดยการเปลี่ยนผ่านจากการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลแบบดั้งเดิมที่เน้นเอกสารและข้อมูลค่อนข้างกระจัดกระจาย มาเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในการบันทึกและจัดการข้อมูลให้เป็นระบบยิ่งขึ้น ลดความซับซ้อนของการจัดเก็บข้อมูลครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลภาคสนาม การประเมินประชากรเมล็ดภาคสนาม การคัดกรองตรวจสอบคุณภาพ ทำความสะอาด ลดความชื้นของเมล็ด การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดก่อนจัดเก็บ การบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด รวมถึงขั้นตอนสุดท้ายการบันทึกข้อมูลการจัดเก็บเข้าคลังธนาคารเมล็ดซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนตามรอบการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดระหว่างการจัดเก็บ สำหรับควบคุมคุณภาพการให้บริการการจัดเก็บตัวอย่างชีวภาพ โดยทุกขั้นตอนการจัดเก็บตัวอย่างเมล็ดสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ เพื่อช่วยขับเคลื่อนการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพอันทรงคุณค่าและการใช้ประโยชน์ข้อมูลอย่างยั่งยืน ปัจจุบันได้นำระบบมาทดสอบใช้ควบคู่กับการดำเนินการภายในธนาคารเมล็ดของธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ โดยมีเป้าหมายต่อยอดให้เป็นต้นแบบของเครื่องมือสารสนเทศอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกันของเครือข่ายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาด้านความหลากหลายทางชีวภาพในอนาคต

คำสำคัญ: การบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพ, ธนาคารเมล็ด, ระบบสารสนเทศ

ความยั่งยืนของข้าวไทยในเกษตรบนอวกาศ การเปรียบเทียบลักษณะเชิงกายภาพทางอาหารและการเจริญเติบโตของข้าวหอมมะลิที่เก็บรักษาที่บนโลกและวงโคจรต่ำบนดาวเทียมสื่อเจี้ยน19

The sustainability of traditional Thai rice for space agriculture:

A foodomics analysis and seedling development of Hawm Mali rice on-board Shijian-19

คณางค์ ดันตรพงษ์ธร¹, พัฒน์ชิตา เวชสาร², พีรพล ม่วงงาม³, ยอดยิ่ง ยิ่งชูตระกูล⁴, สุชีวิน กรอบทอง^{5,6*}, ภัฏพงศ์ ตุลยานนท์^{1*}

¹ กลุ่มสาขาวิชาชีววิทยาศาสตร์และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพอัจฉริยะ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

² ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมการข้าว

³ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว

⁴ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี

⁵ หน่วยวิจัยชีวเภสัชศาสตร์เพื่อสุขภาพวัยชรา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ

⁶ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสารผลิตภัณฑ์ ธรรมชาติและอนุภาคนาโน ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

การพัฒนาอาหารที่ยั่งยืนและมีคุณค่าทางโภชนาการเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสำรวจอวกาศ ข้าวหอมมะลิ (G.S. No 18415) เป็นพันธุ์ข้าวของไทยที่มีชื่อเสียงในด้านคุณภาพ เมล็ดข้าวหอมมะลิได้รับคัดเลือกสำหรับการทดลองโคจรรอบโลกที่ระดับความสูง 330 กิโลเมตรจากพื้นดินด้วยดาวเทียมสื่อเจี้ยน19 ภายใต้การวิจัยร่วมกับองค์การอวกาศจีน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และนำมาศึกษาคุณสมบัติทางอาหาร การงอกของเมล็ด และการพัฒนาการเจริญเติบโตของ จากนั้นแบ่งส่วนมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงโปรตีน ผลการทดลองของสารหอมระเหยในข้าวหุงสุกพบว่าข้าวจากการโคจรและได้รับผลกระทบจากรังสีมีสารประกอบที่แตกต่างจากข้าวที่อยู่บนโลก การทดลองจำลองย่อยข้าวสุกด้วยเอนไซม์และน้ำย่อยพบว่าขนาดสายเปปไทด์ของข้าวจากการโคจรมีขนาดต่างกับข้าวที่อยู่บนโลก ในส่วนการทดลองเพาะปลูกข้าวทั้งสองกลุ่มพบว่ามีอัตราการงอกที่สูงและการเจริญเติบโตที่ดี ข้าวจากการโคจรสามารถให้ผลผลิตได้สูง ดังนั้นจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวหอมมะลิมีศักยภาพในการเป็นทางเลือกของแหล่งอาหารให้นักบินอวกาศอย่างยั่งยืน จากการทดลองนี้ได้ศึกษาผลกระทบจากอวกาศในระยะสั้นที่ส่งผลต่อคุณภาพการหุงข้าวและการเจริญเติบโตของต้นข้าว ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปต่อยอดในการทำเกษตรอวกาศและโภชนาการของนักบินอวกาศในอนาคตได้

คำสำคัญ: การเจริญเติบโตและการพัฒนา เกษตรกรรมอวกาศ ข้าวหอมมะลิ ดาวเทียมสื่อเจี้ยน 19 สารประกอบหอมระเหย

การค้นหายีนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการตอบสนองและเจาะทะลุดินแน่นของรากข้าว (*Oryza sativa* L.) โดยใช้เทคนิค QTL-seq

Identification of Root Responsive Genes Underlying Penetration Ability In Compacted Soil Using QTL-Seq in Rice (*Oryza sativa* L.)

สุภารัตน์ กลิ่นสว่าง¹, วันชนะ เอี่ยมณี², สามารณ วันชนะ³, โจนาลิซ่า แอล เชียงหลิว², ศิวเรศ อารีกิจ^{1,3,*}

¹ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. สถานที่ตั้ง: 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เลขที่ 1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

ปัจจุบันพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมากได้เปลี่ยนเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ซึ่งมีการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ หรือมีน้ำหนักรากอย่างเข้มข้น เนื่องจากความความถี่ของการปลูกพืชและการใช้แรงงานเครื่องจักรเพิ่มขึ้น หนักของเครื่องจักรหนักเหล่านี้ส่งผลให้เกิดภาวะดินแน่นสะสมโดยเฉพาะในดินชั้นลึก ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต การเจริญของรากภายใต้ดินแน่นถูกจำกัด หนึ่งในกลไกสำคัญมาจากการแพร่กระจายของเอทิลินระหว่างช่องว่างอนุภาคดินลดลง และการทำงานร่วมกันระหว่างออกซิน (Auxin) กรดแอบไซซิก (Abscissic acid; ABA) และเอทิลิน (Ethylene) ซึ่งมีผลมาจากการการแสดงออกทางพันธุกรรม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกและประเมินลักษณะการตอบสนองของรากภายใต้การให้เอทิลิน และเพื่อระบุบริเวณบนจีโนมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแทงของรากต่อดินแน่น โดยใช้ระบบทดลอง 3 แบบ ขั้นแรก ใช้ระบบห้องเอทิลินเพื่อประเมินความไวต่อเอทิลินในราก จากนั้นได้พัฒนาประชากรลูกผสมจากการผสมข้ามพันธุ์ข้าว Dharia และ PTT1 และประเมินความสามารถในการแทงของราก (Root penetration ability; RPA) ในรุ่น F₂ เพื่อวิเคราะห์ QTL-seq ภายใต้ระบบเจลอัดแน่น ผลการทดลองพบว่า มี QTL ที่มีนัยสำคัญบนโครโมโซม 3 ($p < 0.01$) และพบยีนที่มีศักยภาพจำนวน 10 ยีน จากข้อมูล annotation และงานวิจัยก่อนหน้า พบว่า LOC_Os03g18600 (*OsPYL/RCAR4*) ตัวรับ ABA, LOC_Os03g18910 (*OsBC1L1*) โปรตีนตระกูล COBRA-Like (COBL), LOC_Os03g19310 (*OsGT4*) โปรตีนตระกูล galactosyl transferase ซึ่งยีนที่มีศักยภาพภายใต้สภาพเครียด การมีโพลีเมอร์ฟิซึมในยีนสามารถแบ่งฟีโนไทป์อย่างมีนัยสำคัญตามอัลลีลของ SNP และ indel ผลการศึกษานี้ช่วยปูทางสำหรับงานวิจัยต่อไปเกี่ยวกับกลไกทางพันธุกรรมของความสามารถในการเจาะดินของรากในระยะกล้า และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการปรับปรุงพันธุ์ (breeder-friendly markers) ในอนาคตได้

คำสำคัญ: ข้าว, รากข้าว, QTL-Seq, ดินแน่น

การวิเคราะห์ลักษณะควบคุมด้วยยีนหลายคู่ของความต้านทาน

โรคใบขีดโปรงแสงในข้าวด้วยวิธีคิวทีแอล-ซีค

Polygenic Trait Analysis of Bacterial Leaf Streak Resistance in Rice Using QTL-Seq

Moe Moe Kyi Win ^{1,2}, สุจินต์ ภัทรภูวดล⁴, วันชนะ เอี่ยมณี¹, สามารถ วันชนะ⁵, ศิวเรศ อารีกิจ ^{1,3*}

¹ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

² Program of Agricultural Sciences, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

³ ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

⁴ ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

⁵ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค), ปทุมธานี 12120

*Corresponding author, e-mail: siwaret.a@ku.th

บทคัดย่อ

“ข้าว” หนึ่งในพืชอาหารหลักสำคัญของมนุษยชาติ เป็นพืชที่มีความอ่อนแอต่อความเครียดหลายชนิด รวมถึงโรคใบขีดโปรงแสง (Bacterial Leaf Streak: BLS) จากเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Xoc) ซึ่งสามารถทำให้ผลผลิตลดลงได้ถึง 32% ในปัจจุบันการป้องกันและจัดการโรคที่ดีที่สุดคือการที่พืชมียืนต้านทาน อย่างไรก็ตาม ยีนที่ถูกระบุว่าเกี่ยวข้องกับลักษณะความต้านทาน BLS นั้นมีจำกัด ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้วิธีการถอดรหัสทั้งจีโนม (whole genome sequencing) ร่วมกับการวิเคราะห์ QTL-seq ในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 (F₂) ซึ่งได้มาจากการผสมระหว่างข้าวไทยสองพันธุ์ ได้แก่ หอมชลสิทธิ์ (HCS – พันธุ์อ่อนแอต่อ BLS) และ เหนียวดำช่อไม้ไผ่ 49 (NDCMP49 – พันธุ์ต้านทาน BLS) เพื่อระบุตำแหน่งยีนที่เชื่อมโยงกับลักษณะความต้านทาน โดยใช้เชื้อ Xoc ที่พบในประเทศไทย (Thai Xoc isolate: 1NY2-2) จากการศึกษาพบบริเวณ QTL ที่เชื่อมโยงอย่างมีนัยสำคัญกับลักษณะความต้านทานบนโครโมโซมที่ 2 ครอบคลุม สนิป (single nucleotide polymorphisms, SNPs) ทั้งหมด 9,668 ตำแหน่ง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความซับซ้อนของลักษณะความต้านทาน BLS ต่อมาทำการคัดกรอง SNPs ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนและตำแหน่งที่เป็น InDels พร้อมทั้งสืบค้นหน้าที่ของยีนโดยอาศัยฐานข้อมูล Rice Annotation Project Database ซึ่งพบยีนจำนวน 16 ยีน และในจำนวนนั้นพบว่ามียีนที่การแสดงออกตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อ Xoc ได้แก่ Os02g0597300 (เข้ารหัสให้ NBS-LRR protein), Os02g0627100 (OsPAL1), Os02g0650500 (OsRLCK80), Os02g0726700 (OsHHLH034) และ Os02g0606200 (OsBBX4) และการวิเคราะห์ RNA-seq ยืนยันว่ายีนเหล่านี้แสดงออกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในระยะเริ่มต้นของการเข้าทำลาย ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีส่วนร่วมในกลไกความต้านทานของยีนดังกล่าว ผลที่ได้จากการศึกษาทำให้ทราบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพื้นฐานทางพันธุกรรมของลักษณะความต้านทาน BLS ในข้าว และสามารถระบุยีนที่เชื่อมโยงกับลักษณะความต้านทาน ซึ่งมีศักยภาพในการนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวไทยที่ต้านทานต่อ BLS

คำสำคัญ: โรคใบขีดโปรงแสง (BLS), *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Xoc), ข้าว, ยืนต้านทาน, QTL-seq

การระบุตำแหน่งยีนที่เชื่อมโยงกับการสร้าง Mega-Papillae ในข้าว (*Oryza sativa* L.) โดยอาศัยการ
วิเคราะห์ Genome-Wide Association Study
Identification of Genetic Loci Associated with Mega-Papillae Formation in Rice (*Oryza*
sativa L.) Through Genome-Wide Association Study

วัชร เพ็ชรล้วน^{1,2,3}, สามารธ วันชนะ⁴, Mutiara K. Pitaloka¹, วันชนะ เอ็สมนึก^{1,4}, Stefan Jouannic⁵, Julie E. Gray⁶, ศิวเรศ อารีกิจ^{1,7}

¹ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กำแพงแสน, นครปฐม 73140 ประเทศไทย

² ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร, สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย

³ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140 ประเทศไทย

⁴ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC), 113, อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, ถนนพหลโยธิน, คลองหนึ่ง, คลองหลวง, ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

⁵ IRD, Université de Montpellier, UMR DIADE, 34095, Montpellier, France

⁶ Plants, Photosynthesis and Soil, School of Biosciences, University of Sheffield, Sheffield S102TN, United Kingdom

⁷ ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม 73140 ประเทศไทย

บทคัดย่อ

“ข้าว” ธัญพืชขั้นพื้นฐานสำคัญต่อความมั่นคงด้านอาหาร (food security) ของมนุษยชาติ อย่างไรก็ตามความแปรปรวนทางสภาพภูมิอากาศ (climate change) ส่งผลกระทบอย่างหนักต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะปัญหายแล้งที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น การทำให้ข้าวสามารถปรับตัวและทนต่อการขาดน้ำได้จึงถือเป็นอีกหนึ่งทางออก เช่นเดียวกับพืชอีกหลายชนิด ข้าวใช้ปากใบ (stomata) ในการควบคุมสมดุลการคายน้ำ ซึ่งจะแปรเปลี่ยนตามสภาพอากาศและช่วงเวลา นอกจากนั้นข้าวยังมีโครงสร้างพิเศษบริเวณผิวเซลล์รอบปากใบ เรียกว่า “subsidiary cell papillae (SCP)” ซึ่งมีลักษณะเป็นขนขนาดเล็ก จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าในข้าวบางพันธุ์มี SCP ขนาดใหญ่และจำนวนมากกว่พันธุ์ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยเรียกลักษณะดังกล่าวว่า “mega-papillae” ซึ่งจะเจริญปกคลุมปากใบบางส่วน ชัดขวางการคายน้ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษาด้านพันธุกรรมที่เชื่อมโยงกับลักษณะ mega-papillae ยังมีจำกัด ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุตำแหน่งยีนที่ควบคุมการสร้าง mega-papillae โดยอาศัยการวิเคราะห์ genome wide association study (GWAS) และ QTL-seq ผลจากการวิเคราะห์ทั้งสองวิธีบ่งชี้ถึงตำแหน่งที่แสดงความเชื่อมโยงกับลักษณะ mega-papillae อย่างมีนัยสำคัญสูงสุดบนโครโมโซมที่ 5 และต่อมาทำการค้นหายีนโดยอาศัยการวิเคราะห์ haplotype analysis ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลยีนและผลการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้ ผลลัพธ์บ่งชี้ไปยังยีน Os05g0454200 (*OsRopGEF10*) ซึ่งถูกรายงานว่าทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้าง papillae บริเวณผิวใบข้าว จากการศึกษานี้ทำให้เราค้นพบยีนที่เชื่อมโยงกับลักษณะ mega-papillae ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวและทำให้ข้าวพร้อมรับกับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: ข้าว, ปากใบ, GWAS, QTL-seq, climate change

การวิเคราะห์พันธุกรรมทั้งจีโนมของข้าวท้องถิ่นไทยเพื่อระบุยีนที่เกี่ยวข้องกับความทนเค็มระยะกล้าและ สมรรถนะผลผลิตหลังฟื้นตัว

Genome-wide Association Mapping in Thai Local Rice Identifies Loci Linking Seedling Salt Tolerance to Post-Recovery Yield Components

นพคุณ คุณผลวัฒน์¹, Putut Rakhmad Purnama¹, วณิชชา เมืองรมย์¹, มนต์ พงษ์พานิช², ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์⁵, Luca Comai⁶,
ธีรพงษ์ บัวบูชา^{3,4}, ศุภจิตรา ชัชวาลย์^{1,4}.

¹ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

²ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

³ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

⁴ศูนย์วิทยาศาสตร์โอมิกส์และชีวสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 ประเทศไทย

⁵ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา, กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, นครราชสีมา, 30110, ประเทศไทย

⁶Department of Plant Biology and Genome Center, University of California Davis, Davis, CA USA

บทคัดย่อ

ปัญหาดินเค็มเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการผลิตข้าวของไทยและภูมิภาคเอเชีย การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนเค็มตั้งแต่ระยะกล้าและยังคงให้ผลผลิตดีหลังฟื้นภาวะเค็มจึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินความแปรผันทางสรีรวิทยาและลักษณะทางการเกษตรของข้าวท้องถิ่นไทย และจัดกลุ่มตามความสามารถในการทนทานความเค็ม และวิเคราะห์การเชื่อมโยงทั้งจีโนม (Genome-wide association study; GWAS) เพื่อระบุยีนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเครียดจากความเค็ม โดยการศึกษาครั้งนี้ ใช้ประชากรพันธุ์ข้าวท้องถิ่นไทย 79 สายพันธุ์ รวมพันธุ์อ้างอิงทนเค็ม ‘Pokkali’ และอ่อนไวเค็ม ‘IR29’ ต้นกล้าในสารละลายอาหาร และให้ NaCl 115 mM เป็นระยะเวลา 12 วัน เก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา ได้แก่ คะแนนความเสียหายจากความเค็ม (Salt Injury Score; SIS), น้ำหนักสด/แห้งส่วนต้นและราก, ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (relative water content; RWC) และ เสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane stability; CMS) และค่าดัชนีเสถียรภาพ จากนั้นย้ายปลูกดินเพื่อเก็บเกี่ยวและวัดองค์ประกอบผลผลิตและวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การจัดกลุ่ม การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและศึกษาการเชื่อมโยงทั้งจีโนมด้วย GEMMA จากข้อมูล ~197k SNPs (MAF≥0.05) ผลการศึกษาแสดงว่า CMS และ RWC มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยกับลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ขณะที่ SIS สัมพันธ์เชิงลบ นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งทั้งต้นสัมพันธ์กับน้ำหนักพันเมล็ด บ่งชี้ว่าศักยภาพแหล่งคาร์บอนช่วงออกจากความเค็มเชื่อมโยงกับลักษณะการสร้างเมล็ด ผลการวิเคราะห์ GWAS ระบุยีนสำคัญบนโครโมโซม 4 (serine/threonine receptor-like kinase; LOC_Os04g34390.1) สำหรับน้ำหนักแห้งหลังการเก็บเกี่ยว และสัญญาณบน โครโมโซม 1 (LTPL18 / endoglucanase; LOC_Os01g12030.1) และ โครโมโซม 8 (sulfotransferase domain containing protein; LOC_Os08g40380.1) สำหรับลักษณะผลผลิตหลังฟื้นตัวทั้งนี้ตำแหน่งดังกล่าวจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงบทบาทในการทนเค็มก่อนนำไปใช้ในเป็นเครื่องหมายช่วยคัดเลือกการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต

คำสำคัญ: ข้าวไทย ความทนทานความเค็ม การศึกษาความเชื่อมโยงทั้งจีโนม องค์ประกอบผลผลิต

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม การปรับปรุงพันธุ์ข้าว

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมไม่ไวต่อช่วงแสงคุณภาพดีในเขตภาคเหนือตอนบน

Development of Photoperiod-Insensitive and Quality Aromatic Rice

in the Upper Northern Region

รัชนิกร แก้วปา^{1*}, คณางค์ ปัญญาลือ¹, กาญจนา พิบูลย์¹, ธิตามาศ กายาน¹, พันนิภา ยาใจ¹, บังอร ธรรมสามิสรณ์²

Ratchaneegorn Kaewpa^{1*}, Kakanang Punyalue¹, Kanchana Piboon¹, Thidamas Kamyan¹, Pannipa Yajai¹, Bang-on Thammasamisorn²

^{1*} ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ 54000 โทร. 054-646033-35

Phrae Rice Research Center, Mueang Phrae District, Phrae Province 54000, Tel. 054-646033-35

² สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี 72000 โทร. 035-555340

National Rice Science Institute, Mueang District, Suphan Buri 72000, Tel. 035-555340

บทคัดย่อ

การพัฒนาพันธุ์ข้าวเจ้าหอมไม่ไวต่อช่วงแสงที่ให้ผลผลิตสูง ด้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ จะช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตข้าวให้เพียงพอความต้องการของตลาดและตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย โดยประชาชนในเขตภาคเหนือตอนบนนิยมบริโภคข้าวที่มีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี มีความอ่อนนุ่ม ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง ผลผลิตสูง คุณภาพการหุงต้มรับประทานดี มีกลิ่นหอม และต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ โดยในฤดูนาปี 2563 ดำเนินการผสมพันธุ์ข้าวแบบสามทางระหว่างพันธุ์ กข75 กับพันธุ์ ปทุมธานี 1 และข้าวเจ้าสายพันธุ์ PREC17002 ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จากนั้นคัดเลือกประชากรลูกผสมชั่วที่ 3-6 จนได้ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง สายพันธุ์ PRE20050-6-1-1-1 ที่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน ลำต้นค่อนข้างแข็ง ความสูง 101 เซนติเมตร กอตั้ง และมีจำนวนรวงต่อกอ เท่ากับ 12 รวง ในฤดูนาปี 2567 ดำเนินการปลูกศึกษาพันธุ์ขั้นสูง พบว่าให้ผลผลิตเฉลี่ย 690 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูนาปี 2567 ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบผลผลิตข้าวภายในสถานี พบว่าให้ผลผลิตเฉลี่ย 781 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 716 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 9 และให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์ กข21 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 790 กิโลกรัมต่อไร่ ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ในระยะกล้าที่ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ ข้าวเปลือกสีฟาง ข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว 7.18 มิลลิเมตร กว้าง 2.04 มิลลิเมตร หยา 1.72 มิลลิเมตร และมีท้องไข่น้อย เป็นข้าวอมิโลสต่ำ (14.83 เปอร์เซ็นต์) อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ความคงตัวแป้งสุกอ่อน เนื้อสัมผัสนุ่มค่อนข้างเหนียว และมีกลิ่นหอม ขณะนี้อยู่ระหว่างการเปรียบเทียบผลผลิตข้าวระหว่างสถานีที่ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวฉะเชิงเทรา

คำสำคัญ: ข้าวเจ้าหอมไม่ไวต่อช่วงแสง, อมิโลสต่ำ, กลิ่นหอม

การค้นหายีนควบคุมลักษณะความหนาแน่นปากใบในข้าวโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ QTL-seq

Identification of Quantitative Trait Loci Associated with Stomatal Density in Rice

Using a QTL-seq Approach

เอกวัฒน์ ไชยชุมภู¹, วันชนะ เอี่ยมณี², พิมพ์ รักษาธิการ¹, ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์², วชิรวรรณ แจ่มบุญศรี¹, วศิน ผลชีวิน¹, มีชัย เชียงหลิว¹, โจนาลิชา แอล เชียงหลิว¹,สามารถ วันชนะ¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, อภิชาติ วรรณวิจิตร², วินัย กมลสุขยืนยง¹

¹ ทีมวิจัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการเกษตรแบบแม่นยำ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) คลองหนึ่ง ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

ปากใบ (Stomata) เป็นรูเล็กๆ บนผิวใบและลำต้นที่ทำหน้าที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างพืชและบรรยากาศ โดยการเปิดปิดของปากใบมีบทบาทสำคัญในการรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำของพืช ความหนาแน่นและการกระจายตัวของปากใบส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ และการใช้น้ำของพืช ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษามานานปัจจัยทางพันธุกรรมที่ควบคุมความหนาแน่นของปากใบ (Stomatal Density; SD) ในข้าว (*Oryza sativa*) ยังคงไม่ชัดเจน เนื่องจากลักษณะนี้มีแบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ซับซ้อนและแปรผันสูง การศึกษาครั้งนี้ได้ระบุบริเวณจีโนมควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative Trait Loci; QTL) ที่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของปากใบในข้าว โดยใช้วิธี QTL-seq กับประชากร F₂ ที่มาจากการผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Pinkaset+6#11F09 ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบสูง และ Pinkaset+5#4E01 ซึ่งมีความหนาแน่นปากใบต่ำ การวิเคราะห์ข้อมูลจีโนมจากกลุ่มประชากรที่มีความแตกต่างด้านความหนาแน่นของปากใบ ค้นพบบริเวณ QTL ที่น่าสนใจบนโครโมโซมคู่ที่ 4 (qSD4) และ 8 (qSD8) จากการวิเคราะห์ยีนแคนดิเดต ยีนที่น่าสนใจในบริเวณ qSD4 ได้แก่ ยีน Epidermal Patterning Factor 2 (OsEPF2) ซึ่งเป็นยีน homolog ของ Arabidopsis ที่ทราบว่ามียีนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของเซลล์ปากใบโดยการยับยั้งการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังมียีนอื่นที่น่าสนใจ เช่น Uncanonical CCCH-tandem zinc-finger protein และ Polyadenylate-binding protein 2 (PAB2) เป็นต้น ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพิสูจน์ความเกี่ยวข้องของยีนเหล่านี้โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล KASP (Kompetitive Allele-Specific PCR) ในประชากร F₂ ซึ่งเมื่อยืนยันแล้ว ยีนเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกพันธุ์ (Marker-Assisted Selection; MAS) เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีชื่อเสียงให้มีความหนาแน่นปากใบต่ำ ประหยัดน้ำ และสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งหรือวิกฤติได้ดีขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: ความหนาแน่นของปากใบ (Stomatal Density; SD), QTL-seq, Epidermal Patterning Factor 2 (OsEPF2), KASP (Kompetitive Allele-Specific PCR), Uncanonical CCCH-tandem zinc-finger protein, Polyadenylate-binding protein 2 (PAB2)

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ทนเค็มและทนแล้งโดยการผสมกลับ

Improvement of KDML105 for Salt and Drought Tolerance by Backcross Breeding

เดชอุดม ปามุทา¹, มีชัย เชียงหลิว^{2,3}, จิรวัดน์ สนทน⁴, จริญญา เพ็งรัตน์⁵, โจนาลิชา แอล เชียงหลิว^{2,3}, ธีรยุทธ ตูจินดา^{2,3}, สุปราณี แสนธนู⁶, นภาพกร โรจน์รจนา⁶, ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์⁶

¹ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

³ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (Biotech)

⁴ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁵ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

⁶ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ทนต่อความเครียดเค็มและแล้ง โดยรวมยีนทนเค็มและทนแล้งเข้าด้วยกันในสายพันธุ์ปรับปรุง โดยใช้วิธีผสมกลับและใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก สายพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นแม่ ได้แก่ CSSL94 ซึ่งเป็นสายพันธุ์คล้าย ‘KDML105’ ที่ได้รับการปรับปรุงโดยถ่ายทอดชิ้นส่วน QTL ทนแล้งจากโครโมโซม 8 ของข้าวทนแล้งสายพันธุ์ DH103 เข้าสู่จีโนมของ ‘KDML105’ สายพันธุ์พ่อที่เป็นผู้ให้ยีนทนเค็ม ได้แก่ สายพันธุ์ RGD4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์คล้าย ‘KDML105’ ที่ได้รับการปรับปรุงโดยได้รับยีนทนเค็ม *SKC1* จากข้าวสายพันธุ์ทนเค็ม การปรับปรุงพันธุ์จากกลุ่มผสมคู่แรก (CSSL94 × RGD4) ดำเนินการโดยนำลูกผสม F_1 ไปผสมกลับกับ CSSL94 ได้ประชากรผสมกลับครั้งที่ 1 ช่วงรุ่นที่ 1 (BC_1F_1) จำนวน 82 ต้น ทำการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุลได้สายพันธุ์ที่มีจีโนไทป์ทนเค็มเหมือนพ่อ (โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลยีน *SKC1*) และทนแล้งเหมือนแม่ (โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลต์ RM3480 ซึ่งมีตำแหน่งบน DT-QTL8) จำนวน 39 ต้น นำไปผสมกลับกับ CSSL94 ได้ประชากรผสมกลับครั้งที่ 2 ช่วงรุ่นที่ 1 (BC_2F_1) จำนวน 58 ต้น นำไปคัดเลือกจีโนไทป์ทนเค็มเหมือนพ่อและทนแล้งเหมือนแม่ รวมทั้งคัดเลือกลักษณะคุณภาพเมล็ดเหมือน ‘KDML105’ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล *BADH*, *SSIIa* และ *Waxy* สำหรับลักษณะความหอม อุณหภูมิแป้งสุก และปริมาณอะมิโลส ตามลำดับ ได้จำนวน 27 ต้น จากนั้นปล่อยให้ผสมตัวเองได้ประชากรลูกผสมกลับช่วงรุ่น BC_2F_2 จำนวน 458 ต้น คัดเลือกต้นที่มีจีโนไทป์ทนเค็มเหมือนพ่อ จีโนไทป์ทนแล้งเหมือนแม่ รวมทั้งจีโนไทป์กำหนดคุณภาพเมล็ดเหมือน KDML105 ทั้งสามลักษณะ ได้ต้น BC_2F_2 จำนวน 104 ต้น จากนั้นคัดเลือกมา 37 ต้น นำมาผสมตัวเองให้ได้ประชากร BC_2F_3 37 สายพันธุ์ แล้วนำไปประเมินความสามารถทนเค็มและทนแล้งระยะต้นกล้าในโรงเรือน พบจำนวน 10 สายพันธุ์ที่สามารถสูงในการทนทั้งความเค็มและความแล้ง จากนั้นทำการพัฒนาทั้ง 10 สายพันธุ์จนถึงรุ่น BC_2F_5 แล้วนำไปทดสอบผลผลิตในแปลงนาปกติ นาเค็มและนาแล้ง ในฤดูนาปี พ.ศ. 2564 ได้สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า KDML105 จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ #143 (ให้ผลผลิตสูงกว่า KDML105 17% ในนาเค็ม 13% ในนาแล้ง), #144 (ให้ผลผลิตสูงกว่า KDML105 19% ในนาเค็ม 13% ในนาแล้ง) #321 (ให้ผลผลิตสูงกว่า KDML105 19% ในนาเค็ม 18% ในนาแล้ง) และ สายพันธุ์ #303 ให้ผลผลิตสูงกว่า KDML105 (47%) เฉพาะในนาเค็ม

คำสำคัญ: ข้าวทนเค็ม, ข้าวทนแล้ง, SKC1, ผลผลิต

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดสั้นและเมล็ดยาวที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 x
พันธุ์โคชิฮิการิ โดยใช้วิธีคัดเลือกแบบจดประวัติ

Pedigree Selection for Short Grain and Long Grain Rice derived from
Khao Dawk Mali105 x Koshihikari

อติวิชญ์ เชิดชูสีมา¹ อัญมณี อารุชานนท์^{1,3} อุทุมพร ไทรชมภู² พศวัต นฤมลต์² กฤติกาญจน์ สหวัฒน์ชาติ² เนวิน ดีฉ่ำ² กัญญาณัฐ มะลิทอง² ปฐม
พงศ์ ตี๋ปัญญา⁴ ชิริวิทย์ ไชยวงศ์⁴ และ ชเนษฎ์ ม้าลำพอง^{1,2*}

¹หลักสูตรปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

²ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

³ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

⁴บริษัท หนาอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด อ.พาน จ.เชียงราย 57120

*Corresponding author; email address: agrcnm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวหอมคุณภาพสูงที่คนไทยนิยมบริโภคมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของความเป็นสังคมเมืองพฤติกรรมบริโภคเริ่มมีความหลากหลาย ซึ่งปัจจุบันอาหารญี่ปุ่นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในสังคมเมืองประเทศไทย ซึ่งพันธุ์ข้าวญี่ปุ่นที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศญี่ปุ่น คือ โคชิฮิการิ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวอินดิกา มีลักษณะเมล็ดยาวเรียวยาว มีความหอม และนุ่มเมื่อหุงสุก ผสมกับพันธุ์ข้าวโคชิฮิการิ ซึ่งเป็นข้าวจาปอนิกา มีลักษณะเมล็ดสั้นป้อม เมื่อหุงสุกมีความเหนียวนุ่ม ให้ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 และผสมตัวเองเพื่อให้ได้ประชากรชั่วที่ 2 หลังจากนั้นจึงเริ่มการคัดเลือกจากประชากรที่กระจายตัวทางพันธุกรรมของลักษณะเมล็ดสั้นป้อมและเมล็ดยาวเรียวยาว พร้อมกับการคัดเลือกลักษณะทรงต้นที่ดี การให้ผลผลิตที่เหมาะสม ตั้งแต่ประชากรชั่วที่ 2 จนถึงชั่วที่ 7 โดยใช้วิธีจดประวัติ (Pedigree selection) โดยในชั่วที่ 6 ได้ทดสอบผลผลิตเบื้องต้น ในปี พ.ศ. 2567 ฤดูนาปี ได้สายพันธุ์เมล็ดสั้น จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ KH6-4-1-6-4 ไม่มีความหอม และสายพันธุ์ KH42-36-1-7-5 มีความหอม ในขณะที่ได้สายพันธุ์เมล็ดยาวเรียวยาว จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ KH20-6-1-3-2 และ สายพันธุ์ KH134-14-1-5-3 ซึ่งทั้งคู่มีความหอม จากนั้นจึงการทดสอบผลผลิตที่ ณ อ.พาน จ.เชียงราย ในชั่วที่ 7 ฤดูนาปี พ.ศ. 2568 พบว่า สายพันธุ์เมล็ดสั้นป้อม อีก 1 สายพันธุ์ คือ KH42-36-1-7-5 ให้ผลผลิต 675 กก./ไร่ มีความหอม 6.83 ppm และสายพันธุ์เมล็ดยาวเรียวยาวที่มีศักยภาพ 1 สายพันธุ์ คือ KH20-6-1-3-2 ให้ผลผลิต 1,113 กก./ไร่ มีความหอม 3.4 ppm นอกจากนี้ สายพันธุ์ทั้ง 2 สายพันธุ์ มีลักษณะทางคุณภาพที่ดี คือ มีปริมาณแอมิโลสต่ำ ข้าวหุงสุกมีความนุ่ม เกิดท้องไข่น้อย ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์นี้จะได้นำไปทดสอบผลผลิตในระดับแปลงเกษตรกรอีกครั้งในชั่วที่ 8

คำสำคัญ: ความยาวเมล็ดข้าว, คัดเลือกแบบจดประวัติ, ข้าวอินดิกา, ข้าวจาปอนิกา

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงด้วยวิธีผสมกลับ Rice Breeding for High Temperature Tolerance by Using Backcrossing

พีรพล ม่วงงาม^{1*}, จิตรา สุวรรณ¹, จิรพงศ์ อินประสิทธิ์¹, กมลพรรณ ดรยานนท์¹, ชญานิศวร์ นนท์ศิริ¹, พรชิตา พรหมบุตร¹
ภัทรวรินทร์ โพธิ์ศรี¹, ดนัย ทับภู²

¹ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 0-2577-1688-9

² มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000 โทรศัพท์ 0-5621-9100

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวในเขตชลประทานในช่วงฤดูร้อน ต้นข้าวมักประสบกับสภาพอุณหภูมิสูงในระยะออกดอก ทำให้ความมีชีวิตและจำนวนละอองเกสรลดลง อับละอองเกสรไม่เปิด ส่งผลให้การผสมเกสรล้มเหลวและดอกเป็นหมัน จึงดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้ข้าวสายพันธุ์ Nargina 22 เป็นแหล่งให้ความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง นำมาผสมพันธุ์กับข้าวพันธุ์ กข31 ทำการผสมกลับ 2 ครั้ง และคัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อรวง ปลอຍให้ต้นข้าวผสมตัวเองจนได้ประชากรรุ่น BC₂F₅ คัดเลือกต้นข้าวที่มีลักษณะทรงต้นดี ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุสั้น เมล็ดยาว ไม่มีหาง จากนั้นปลูกประเมินความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิ 40-42 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 10.00-16.00 น. ผลการวิจัย พบว่า ข้าวสายพันธุ์ PTT16793-B-B-27-16-1-1-1 มีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงอยู่ในระดับทนทาน มีการติดเมล็ด 64.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์ กข31 และสายพันธุ์ Nargina 22 มีการติดเมล็ด 33.4 และ 88.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ข้าวสายพันธุ์นี้มีอายุเก็บเกี่ยว 102 วัน ความสูงต้น 107 เซนติเมตร เมล็ดข้าวเปลือกยาว 9.22 มิลลิเมตร กว้าง 2.07 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 2.41 กรัม จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าลักษณะทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงสามารถถ่ายทอดได้โดยใช้วิธีผสมกลับ และอาจใช้ข้าวสายพันธุ์นี้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: ข้าว, อุณหภูมิสูง, การผสมกลับ, การติดเมล็ด

**การถ่ายทอดและการคัดเลือกลักษณะทนต่อสภาวะความร้อน (*qHT4*)
ในประชากรข้าวลูกผสมคู่ชั่วที่ 1 (F1-Double Cross)
Introgression and Screening of Heat Tolerance QTL (*qHT4*) in
Rice F1-Double Cross Populations**

กฤติกาญจน์ สหวัฒน์ชาติ¹, เตชา ทรงต่อศรีสกุล¹, สรินทิพย์ ปานนาค¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, วศิน ผลชีวิน, บุรินทร์ ธัญ
น้อม¹, วินัย กมลสุขยืนยง¹, วชิรวิกรม แจ่มบุญศรี¹, สามารถ วันชนะ¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, ธีรยุทธ ตูจินดา², มีชัย เชียงหลิว¹, โจนาลิชา เชียง
หลิว¹

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดภัยคุกคามร้ายแรงต่อการผลิตของข้าว ที่สำคัญอย่างยิ่งคือ อุณหภูมิ
กลางวันที่สูงขึ้นอย่างมากซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลง งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะบรรเทาผลกระทบจากสภาวะอุณหภูมิสูงโดยการ
พัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อความเครียดหลายรูปแบบผ่านโปรแกรมการผสมข้ามพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะความทนร้อน
ได้รับการถ่ายทอดจากสายพันธุ์ (RGD19003-MS280-MS22-B) และใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอที่พัฒนาจาก SNP (Single
Nucleotide Polymorphisms) บนโครโมโซม 4 สายพันธุ์ให้ทนทานต่อความร้อนถูกนำไปผสมกับพันธุ์ที่มียืนสำหรับการใช้
ไนโตรเจนอย่างมีประสิทธิภาพ (NUE) และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (WUE) ส่งผลให้เกิดลูกผสมชั่วที่ 1 (F1 single-
crosses) จำนวน 3 คู่ (F1-SC_RGD24064, F1-SC_RGD24065, F1-SC_RGD24067) และการผสมในรุ่นต่อมาทำให้เกิด
ประชากรลูกผสมคู่ชั่วที่ 1 (F1 double-cross หรือ F1-DC) 2 คู่ ได้แก่ RGD25023 และ RGD25025 (รวมทั้งหมด 112 ต้น)
การคัดเลือกความทนทานต่อความร้อนภายใต้สภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยในโรงเรือนอยู่ที่ 40.2 °C (วางแผนการ
ทดลองแบบ Augmented Experimental Design) พบสายพันธุ์ RGD19003 สามารถทนทานต่อความร้อนโดยมีการติดเมล็ด
ที่ไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับพันธุ์ทนทานมาตรฐาน N22 (ซึ่งลดลงเพียง 3.8%) ในขณะที่พันธุ์อ่อนแอมีการติดเมล็ด
ที่ลดลงอยู่ระหว่าง 74% ถึง 100% ซึ่งประสิทธิภาพของสายพันธุ์ลูกผสม F1-DC ภายใต้สภาวะเครียดจากความร้อนพบว่ากลุ่ม
ประชากร F1-DC มีค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดอยู่ที่ 30% (RGD25023) และ 33% (RGD25025) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า มี
สายพันธุ์ลูกผสม F1-DC จำนวน 40 สายพันธุ์ ที่มีประสิทธิภาพการติดเมล็ดภายใต้สภาวะร้อนได้สูงกว่าสายพันธุ์ให้
(RGD19003-MS280-MS22-B) โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงถึง 111% จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการ
พัฒนาสายพันธุ์ลูกผสม F1-DC ที่มีแนวโน้มที่ดีซึ่งจะถูกนำไปพัฒนาต่อในประชากรรุ่นที่ 5 สำหรับการต่อยอดไปสู่การ
พัฒนาพันธุ์ข้าวทนทานต่อสภาวะร้อนต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ทนทานต่อความร้อน, การติดเมล็ด, เครื่องหมายโมเลกุล, ข้าว

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

Breeding of Aromatic Rice Varieties for Tolerance to Unfavorable Environmental Conditions

กฤติกาญจน์ สหวัฒน์ชาติ¹, สุรางคณา นิมิไทย², ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์³ และ ชเนษฎ์ ม้าลำพอง²

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

สภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเกิดสภาพร้อน แล้ง น้ำท่วม และเกิดการระบาดของโรคแมลงที่รุนแรง ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวลดลง ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวปิ่นเกษตร+4 ให้สามารถทนทานต่อน้ำท่วมขัง รวมถึงต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคใบไหม้ และโรคขอบใบแห้ง แต่ยังคงขาดการทนทานต่ออุณหภูมิสูง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความทนทานต่อ อุณหภูมิสูงในช่วงระยะเจริญพันธุ์และถ่ายทอดความทนทาน/ต้านทานจากพันธุ์ปิ่นเกษตร +4 ไว้ ในพันธุ์ใหม่ โดยนำพันธุ์ปิ่นเกษตร+4 ผสมกับพันธุ์ทนทานต่ออุณหภูมิสูง “พันธุ์คิมหันต์” ทำการคัดเลือกแบบจุดประวัติภายใต้อุณหภูมิสูงวิกฤติที่ 40-45 องศาเซลเซียสในสภาพโรงเรือน โดยเริ่มคัดเลือกจากประชากรชั่วที่ 2 จำนวน 296 ต้น และใช้เครื่องหมายสแน็ปส์ช่วยคัดเลือกยีนทนทาน/ต้านทาน รวมถึงยืนยันคุณภาพเมล็ดจากพันธุ์ปิ่นเกษตร+4 ผลการทดลองพบการกระจายตัวของพันธุ์กรรมของการติดเมล็ดมีกระจายตัวแบบต่อเนื่องในชั่วที่ 2 และชั่วที่ 3 โดยในชั่วที่ 3 ได้แยกทดสอบการกระจายตัวของพันธุ์กรรมของกลุ่มทนทานและอ่อนแอจากการคัดเลือกในชั่วที่ 2 ซึ่งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ติดเมล็ดดีในสภาพอุณหภูมิสูงจากทั้งกลุ่มทนทานและอ่อนแอต่อมาในชั่วที่ 4 สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถติดเมล็ดได้ในอุณหภูมิสูงมากกว่า 70 % จำนวน 9 สายพันธุ์ และตรวจพบเครื่องหมายสแน็ปส์ของยีนเป้าหมาย อย่างไรก็ตามในทั้ง 9 สายพันธุ์ไม่สามารถตรึงยีนเป้าหมายได้ครบทุกตำแหน่ง จากนั้นจึงทำการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในชั่วที่ 5 ทั้งในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงนา ซึ่งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถติดเมล็ดได้ในอุณหภูมิสูงมากกว่า 70 % จำนวน 5 สายพันธุ์ที่เป็นข้าวหอม ได้แก่ F₅-73-3-10, F₅ 267-19-5, F₅ -267-24-10, F₅ -18-2-8 และ F₅ -267-28-13 และนำ 5 สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้ไปปลูกทดสอบผลผลิตในชั่วที่ 6 ต่อไป

คำสำคัญ: อุณหภูมิสูง, การติดเมล็ด , เครื่องหมายโมเลกุล

**การประเมินศักยภาพและเสถียรภาพผลผลิตของข้าวเหนียวหอมสายพันธุ์ใหม่
สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวนา้าฝนภาคเหนือของไทย**
**Identification of Stable and High-yielding Aromatic Glutinous Rice Lines
Adapted to Rainfed Ecosystems in Northern Thailand**

ศรีสวัสดิ์ ขันทอง^{1*}, โจนาลิชา แอล เชียงหลิว¹, มีชัย เชียงหลิว¹, ชนาทนต์ วงษาพรหม¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹, วชิรวิวัฒน์ แจ่มบุญศรี¹,
ธีรยุทธ ตูจันดา² และกัญญณัฏฐ์ ศิริธัญญา³ และ วินิตชาญ รื่นใจชน¹

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลก โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ในทวีปเอเชีย สำหรับภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ ข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักที่มีการบริโภคอย่างแพร่หลายและปลูกมากในพื้นที่นา้าฝนของประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ปัจจุบัน สวทช. ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวหอมสายพันธุ์ใหม่ผ่านกระบวนการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (Marker-Assisted Selection: MAS) โดยผสมผสานลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ ความต้านทานโรคไหม้ ต้านทานโรคขอบใบแห้ง และความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมฉับพลัน อย่างไรก็ตาม ความผันแปรของสภาพแวดล้อมยังคงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสม่ำเสมอของผลผลิต โดยเฉพาะปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (G×E) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อศักยภาพผลผลิตและความสามารถในการปรับตัวของพันธุ์ข้าว ดังนั้น การประเมินผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุ์ใหม่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลายจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเสถียรภาพผลผลิตของข้าวเหนียวหอมสายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 5 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพนา้าฝนในภาคเหนือของประเทศไทย การปลูกทดสอบดำเนินการใน 5 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดลำปาง 2 พื้นที่ และจังหวัดเชียงราย 3 พื้นที่ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตด้วย ANOVA และประเมินเสถียรภาพของพันธุ์โดยใช้วิธีของ Eberhart และ Russell ร่วมกับโมเดล AMMI ผลการทดลองพบว่าพันธุ์ข้าวสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ต่อผลผลิต โดยผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 783–1,071 กก./ไร่ สายพันธุ์ GA1 และ GA2 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 935 กก./ไร่ ขณะที่ GA5 และ GA4 ให้ผลผลิตสูงสุดที่ 1,071 และ 1,039 กก./ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีในทุกสภาพแวดล้อม แต่สายพันธุ์ GA1 ($b = 0.920$) แสดงความสามารถในการปรับตัวและความสม่ำเสมอของผลผลิตดีกว่าสายพันธุ์อื่น ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสายพันธุ์ GA1 และ GA2 มีศักยภาพสูงด้านผลผลิตและการปรับตัวกว้าง เหมาะสมสำหรับการพิจารณาปล่อยพันธุ์และส่งเสริมการปลูกในพื้นที่นา้าฝนของภาคเหนือประเทศไทย

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, ข้าวเหนียว, เสถียรภาพผลผลิต, สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

การประเมินปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมโดยการทดสอบหาค่า LD₅₀ ของข้าวพันธุ์ KU80 นิลกาฬ

Evaluation of the Appropriate Gamma Radiation Dose by Testing for LD₅₀ of KU80 Ninlakan Rice Variety

วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร^{1*}, ณัฐนรี ชูเยาว์¹, ปิยนุช อ้อพงษ์²

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) เลขที่ 9/9 หมู่ 7 ตำบลทรายมูล อำเภองอกศรีชัย จังหวัดนครนายก 26120

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์ KU80 นิลกาฬ เป็นข้าวเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงเข้ม ซึ่งข้าวในกลุ่มนี้จะมีสารแอนโทไซยานิน โพรแอนโทไซยานิน โบโอพลาโวนอยด์ และวิตามินอี เป็นสารจับและยับยั้งอนุมูลอิสระ ทำให้ภูมิคุ้มกันในร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้าวพันธุ์นี้เป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ลักษณะลำต้นสูงประมาณ 69 เซนติเมตร มีปริมาณอมิโลสต่ำ 15.23% มีศักยภาพในการให้ผลผลิตประมาณ 800 – 900 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์นี้ยังมีข้อด้อยบางประการ เช่น การออกรวงภายในต้นเดียวกันไม่พร้อมกัน ส่งผลในการสุกแก่ไม่พร้อมกัน การพัฒนาข้าวพันธุ์นี้ให้ดีขึ้นจะเป็นการเสริมศักยภาพของพันธุ์ข้าวให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก การฉายรังสีแกมมาเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งเป็นการเพิ่มความแปรปรวนลักษณะทางพันธุกรรมให้มากขึ้น โดยการใช้รังสีแกมมาในการสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมในพืช ซึ่งสามารถช่วยในการพัฒนาลักษณะต่าง ๆ เช่น อายุเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อมที่แปรปรวน หรือเพิ่มผลผลิต การกลายพันธุ์ที่เกิดจากการฉายรังสีแกมมาจะทำให้เกิดความหลากหลายที่มีศักยภาพในการพัฒนาพันธุ์ที่มีคุณสมบัติตามความต้องการ ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ KU80 นิลกาฬ โดยในการทดลองเมล็ดข้าวถูกฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสีตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 Gray และมีช่วงห่างแต่ละปริมาณรังสีละ 100 Gray ดำเนินการฉายรังสีที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ จากนั้นวัดผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดข้าวที่ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณรังสีที่สูงขึ้นมีผลลดลงต่อความงอกของเมล็ดข้าว โดยเมล็ดข้าวที่ได้รับรังสีในปริมาณสูงเกินไปมีอัตราการงอกต่ำลง เมื่อพิจารณาความงอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือค่า LD₅₀ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์คือ 380 Gray ซึ่งเป็นอัตราการฉายรังสีที่ไม่ทำให้ความงอกลดลงอย่างรุนแรงและยังสามารถส่งผลต่อการพัฒนาพันธุ์ข้าว และข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์โดยการก่อการกลายพันธุ์ต่อไป

คำสำคัญ: KU80 นิลกาฬ, รังสีแกมมา, การกลายพันธุ์, การปรับปรุงพันธุ์พืช

PSL16617-107-1-7-1: ข้าวอมิโลสปานกลาง ผลผลิตสูง
PSL16617-107-1-7-1: Intermediate Amylose Rice with High Yield

เบญจวรรณ พลโคต¹⁾, รัฐพล พงนา¹⁾, ขวณม ตีร์คมี¹⁾, คณิตา เกิดสุข¹⁾, เกษศิณี พรโสมณ¹⁾, อลิษา เสนานุชัย¹⁾, กาญจนา กันธิยะ¹⁾, ปวีณา กำเรือง¹⁾, ประดิษฐ์ อุ่นถิ่น
¹⁾ ภูวรินทร์ ทิพย์เคลือ¹⁾, สุภารัตน์ สีทอง¹⁾, ณัฐ ผลอ้อ²⁾, ชัยรัตน์ จันทร์หนู²⁾, ดวงกมล บุญช่วย²⁾, ดวงพร วิรุทธจิตต์²⁾, วลภา ทองรักษ์³⁾, บังอร ธรรมสามิ
สรณ์⁴⁾ ปวีตร จันทร์หอม⁴⁾

¹⁾ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 0-5531-3134

²⁾ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท โทร. 0-5601-9771

³⁾ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร. 0-2577-1688-9

⁴⁾ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340

บทคัดย่อ

สายพันธุ์ PSL16617-107-1-7-1 ได้จากการผสมพันธุ์สามทางระหว่าง LPHR303-PSL-30-2-2-1-2-1-1-1-2-1-2 กับสายพันธุ์ CNT96024-61-1-PSL-1-2-20-2 และสายพันธุ์ IR98109-15-2-1-PTT-9-2 ให้ผลผลิตสูงสุด 997 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 949 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข97 (770 กิโลกรัมต่อไร่) ปทุมธานี 1 (793 กิโลกรัมต่อไร่) กข41 (819 กิโลกรัมต่อไร่) และ กข85 (841 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 23 20 16 และ 13 ตามลำดับ มีอายุเก็บเกี่ยว 112 วัน (ปักดำ) ความสูง 119 เซนติเมตร เป็นข้าวเจ้าเมล็ดเรียวยาว ข้าวเปลือกสีฟาง ยาว 11.1 มิลลิเมตร กว้าง 2.61 มิลลิเมตร หนา 2.00 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 28.4 กรัม ข้าวกล้องสีขาว ยาว 7.96 มิลลิเมตร กว้าง 2.21 มิลลิเมตร หนา 1.76 มิลลิเมตร ท้องไข่น้อย (0.54) ข้าวสารยาว 7.79 มิลลิเมตร กว้าง 2.17 มิลลิเมตร หนา 1.70 มิลลิเมตร เป็นข้าวอมิโลสปานกลาง (21.8 เปอร์เซ็นต์) ความคงตัวของแป้งสูง อยู่ในระดับแป้งอ่อน ระยะทางการไหลของแป้งสูง 87 มิลลิเมตร อุณหภูมิแป้งสูงสูง (ค่าการสลายเมล็ดในต่าง 3.1) การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกปกติ (1.57 เท่า) ระยะพักตัว 4 สัปดาห์ ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้ ข้อควรระวังอ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

คำสำคัญ: ข้าวอมิโลสปานกลาง, ผลผลิตสูง, ต้านทานโรคไหม้

การพัฒนาข้าว 'หอมชลสิทธิ์ 2' ข้าวหอมพันธุ์ใหม่รับมือวิกฤตน้ำท่วม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคข้าวสำคัญ เพื่อความยั่งยืนของชาวนาไทย

'Hom Chonlasit 2': Integrated Tolerance to Submergence, BPH, and Major Rice Diseases for Sustainable Thai Farming.

สรินทิพย์ ปานนาค¹, เดชา ทรงต่อศรีสกุล¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, โจนาลิษา แอล เชียงหลิว¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹, วินัย กมลสุขขนิยง¹, วัชรวิวัฒน์ แจ่มบุญศรี¹, สามารถ วันชนะ¹, ศิวเรศ อารีกิจ³, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, กัญญาณัฐ ศิริธัญญา², อธิษฐา ตูจินดา³, มีชัย เชียงหลิว¹

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง, จังหวัดลำปาง 52000, ประเทศไทย

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม 73140, ประเทศไทย

ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding author): E-mail address: meechai@biotec.or.th

บทคัดย่อ

พันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ 2 (Hom Chonlasit 2) ได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมหลายชนิด ควบคู่กับการให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดที่ดีเยี่ยม และคุณภาพการหุงต้มที่หอมนุ่ม อร่อย การปรับปรุงพันธุ์เริ่มต้นในฤดูแล้งปี 2561 โดยผสมระหว่างสายพันธุ์ RGD14326-MS241-MS205 ซึ่งพัฒนามาจากพันธุ์หอมชลสิทธิ์ดั้งเดิมที่มีลักษณะทนน้ำท่วม (*Sub1*) และต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Bph3*, *Bph32*) กับพันธุ์พื้นเมือง 4 ซึ่งให้ผลผลิตสูง ทนน้ำท่วม และต้านทานโรคขอบใบแห้ง (*xa5*, *Xa21*) และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Bph3*, *TPS*, *Bph32*) ใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อยืนยันความถูกต้องของลูกผสม F₁ และตรวจสอบการถ่ายทอดพันธุกรรมเป้าหมาย การผสมครั้งที่สองใช้สายพันธุ์ RGD13297-124-8-2-MS3-MS1 มียืนต้านทานโรคขอบใบแห้ง (*xa5*, *Xa21*, *Xa33*) และโรคไหม้ (*qBL1*, *qBL11*) ทำการผสมเพื่อสร้างลูกผสมสามทาง (F₁ สามทาง) และดำเนินการคัดเลือกต่อเนื่องถึงชั่วรุ่น F₂–F₆ โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาร่วมกับเครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 12 ตำแหน่ง ที่เกี่ยวข้องกับยืนเป้าหมาย ในปี 2564 มีการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของสายพันธุ์ F₅ จำนวน 105 สายพันธุ์ พบว่าผลผลิตอยู่ระหว่าง 476–1,014 กิโลกรัมต่อไร่ และคัดเลือกได้ 21 สายพันธุ์ดีเด่น จนในปี 2565 สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ F₇ ที่ได้รับชื่อว่า “หอมชลสิทธิ์ 2” สามารถให้ผลผลิตที่ 918 กิโลกรัมต่อไร่ (จนครบภูมิ) 1,073 กิโลกรัมต่อไร่ (จ.สงขลา) และ 887 กิโลกรัมต่อไร่ (จ.ยะลา) พร้อมคุณภาพเมล็ดที่สม่ำเสมอ พันธุ์นี้มีความต้านทานระดับปานกลางถึงสูงต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคขอบใบแห้ง (BLB) จากประเทศไทย 6 ไอโซเลต และต้านทานเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ 39 ไอโซเลต จาก 22 จังหวัด ทนทานต่อสภาพน้ำท่วม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ต้นข้าวยืดตัวเพียง 34.1% และมีอัตราการรอดชีวิต 76.9% นอกจากนี้ยังต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 4 ประชากรหลัก (ดาพระยา-TPY, สระบุรี-SBR, กำแพงเพชร-KPP, ผักไห้-PH) อยู่ในระดับต้านทานปานกลางถึงระดับต้านทานได้ดี (MR-R) ด้านคุณภาพแป้ง มีปริมาณอะมิโลส 18% ค่าการสลายตัวในต่างเท่ากับ 5 และกลิ่นหอม 2AP เท่ากับ 0.92 ppm ผลการตรวจสอบด้วยเครื่องหมายโมเลกุลจากยืนที่เกี่ยวข้องกับแป้ง 13 ยืน แสดงความคล้ายคลึงกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงถึง 92% “ข้าวหอมชลสิทธิ์ 2” เป็นข้าวหอมไม่วิทยุช่วงแสง มีเนื้อสัมผัสนุ่ม ให้ผลผลิตสูง สามารถปลูกได้ตลอดปี มีคุณภาพการบริโภคดีเยี่ยม และมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมหลายชนิดเหมาะสมต่อการเพาะปลูกเพื่อความยั่งยืนของชาวนาไทยในอนาคต

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ข้าว, ข้าวหอมพันธุ์ใหม่, หอมชลสิทธิ์ 2, ทนน้ำท่วมฉับพลัน, ต้านทานโรคและแมลง

หอมสยาม 3 : ข้าวหอมพันธุ์ใหม่รับมือวิกฤตดินเค็ม ด้านโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

Hom Siam 3: A New Fragrant Rice Variety for Saline Soil Challenges, Resistant to Blast and Bacterial Leaf Blight, Developed Using Marker-Assisted Breeding.

เดชา ทรงต่อศรีสกุล¹, สรินทิพย์ ปานนาค¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, มีชัย เชียงหลิว¹, บุรินทร์ ธีธัญม¹, วินัย กมลสุขยืน
ยง¹, วชิรธรรม แจ่มบุญศรี¹, สามารถ วันชนะนะ¹, ศิวเรศ อารีกิจ³, มงคล รอดบุญธรรม⁴, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, กัญญาณัฐ ศิริธัญญา², ธีรยุทธ ตู
จินดา³, โจนาลิซ่า เชียงหลิว¹

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, จังหวัดปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ลำปาง, จังหวัดลำปาง 52000, ประเทศไทย

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม 73140, ประเทศไทย

⁴ กลุ่มเกิดจากดินปากกรอ, จังหวัดสงขลา 90330, ประเทศไทย

ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding author): E-mail address: jonaliza.sia@biotec.or.th

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์ หอมสยาม 3 เป็นข้าวเจ้าหอมพันธุ์ใหม่ไม่ไวต่อช่วงแสง สูงปานกลาง ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพการหุงต้มดี คล้ายพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์ข้าวนี้ได้รับการพัฒนาผ่านการผสมกลับ ร่วมกับการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (Marker-Assisted Selection; MAS) เพื่อคัดเลือกลักษณะทนเค็ม ด้านทานโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้ง แต่ยังคงรักษา คุณภาพการหุงต้มที่ดีไว้ เริ่มจากการผสมระหว่างข้าวสายพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 (KDML105) กับสายพันธุ์ทนเค็ม RGD07727-3R ได้ประชากรรุ่น F₁ ในปี พ.ศ. 2554 ใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA markers) ช่วยคัดเลือกพันธุ์กรรมเป้าหมาย ลักษณะที่สัมพันธ์กับความทนเค็ม ความหอม, ปริมาณอะไมโลสต่ำ และอุณหภูมิการเป็นเจลต่ำ ในปี พ.ศ. 2556 ได้ นำ F₂ ที่ผ่านการคัดเลือกผสมกับสายพันธุ์ที่มีพื้นพันธุ์กรรมข้าวดอกมะลิ 105 UBN03004-16-20-19-21-26-KPS-5 ซึ่งมี พันธุ์กรรมด้านทานโรคไหม้ (*qBL11*) และโรคขอบใบแห้ง (*xa5*) จากนั้นทำการผสมกลับ (backcross) จำนวน 3 ครั้ง เพื่อให้ ได้พื้นพันธุ์กรรมของสายพันธุ์ UBN03004-16-20-19-21-26-KPS-5 ในระดับที่ต้องการ และใช้เครื่องหมายโมเลกุลร่วมกับการ คัดเลือกตามลักษณะรูปลักษณ์ (phenotypic selection) ช่วยในการคัดเลือก ในประชากรรุ่น BC₁F₁ ถึง BC₃F₄ ทำการ คัดเลือกต้นที่มี เปอร์เซ็นต์ดีดเมล็ดสูง ข้อดอกยาว และทรงต้นแข็งแรง ได้สำเร็จ ต่อมารุ่น BC₃F₅ ทำการประเมินภายใต้ สภาพความเค็ม (150 mM NaCl) ในระยะต้นกล้า ซึ่งคัดเลือกสายพันธุ์ทนเค็มได้ 36 สายพันธุ์ และทำการทดสอบเชื้อสาเหตุ โรคไหม้จาก 22 จังหวัดของประเทศไทย พบว่าด้านทานได้ดีในระดับปานกลางจนถึงสูง การทดสอบผลผลิตพบว่าสายพันธุ์ หอมสยาม 3 ให้ผลผลิตดีที่สุดเท่ากับ 1,100 กก./ไร่ มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (19.2%), ความนุ่มของเจลสูง (gel consistency 122 มม.), อุณหภูมิการเป็นเจลต่ำ (<70°C) และมีกลิ่นหอม (2-acetyl-1-pyrroline = 1.36 ppm) ข้าวพันธุ์ หอม สยาม 3 เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า เมล็ดยาว ที่รวมคุณสมบัติ ให้ผลผลิตสูง มีกลิ่นหอม และคุณภาพการหุงต้มดีเยี่ยม พร้อมทั้ง ทนต่อ ดินเค็ม และ ด้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ทำให้เหมาะสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม

คำสำคัญ: หอมสยาม 3, การใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก (marker-assisted selection), ความทนเค็ม, การ ด้านทานโรคไหม้, การด้านทานโรคขอบใบแห้ง

การใช้ข้าววัชพืชเป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อเพิ่มความหลากหลายของอายุวันออกดอก สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

Utilizing Weedy Rice as a Genetic Resource to Enhance Diversity in Days to Flowering for Rice Breeding Programs

สุดาภรณ์ นิตยกระโทก^{1*}, ธาณี ศรีวงศ์ชัย¹, วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร¹

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีอายุเก็บเกี่ยวที่หลากหลายจะช่วยลดความเสี่ยงในการสูญเสียผลผลิต เนื่องจากสภาพอากาศสุดขั้ว ผลผลิตข้าวอาจเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ลมพายุ หรือคลื่นความร้อน ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายได้ ถ้าเกษตรกรสามารถปรับช่วงเวลาการปลูกและเก็บเกี่ยวให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ เช่น หลีกเลี่ยงช่วงฤดูฝนสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว หรือหลีกเลี่ยงช่วงเริ่มต้นของภาวะแห้งแล้ง อายุการเก็บเกี่ยวข้าวจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การสร้างแหล่งพันธุกรรมที่มีอายุเก็บเกี่ยวให้มีความหลากหลาย จะเป็นประโยชน์ต่อโครงการปรับปรุงพันธุ์อย่างมาก ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสายพันธุ์ข้าวที่มีอายุวันออกดอกที่หลากหลาย โดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าววัชพืช (weedy rice; WDR) ที่เก็บรวบรวมจากแปลงนาเกษตรกร อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี ซึ่งเมล็ดมีหางเล็กน้อย นำข้าววัชพืชมาผสมกับข้าวปลูกพันธุ์ กข41 และ กข95 สร้างเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จากนั้นปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วปล่อยให้ผสมตัวเองสร้างเป็นสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ดำเนินการปลูกสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 ที่แปลงนาทดลอง อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี โดยปลูกแบบปักดำ ระยะปลูก 40 x 20 เซนติเมตร ต้นกล้าอายุ 30 วัน ปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม – เดือนตุลาคม พ.ศ. 2568 เก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยการนับจำนวนต้นข้าวที่ออกดอกก่อน 80 วัน เนื่องจากเป็นจำนวนวันที่ข้าวพันธุ์ กข41 และ กข95 มีอายุวันออกดอกที่ 50% พบว่าสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 ของกลุ่มผสม กข41 x WDR ที่ได้จากลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 3 ต้น มีต้นที่ออกดอกเร็วกว่า 80 วัน จำนวน 37 34 และ 0 ต้น จากต้นที่ปลูกทั้งหมด 201 372 และ 165 ต้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18 9 และ 0 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 ของกลุ่มผสม กข95 x WDR ที่ได้จากลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 3 ต้น มีต้นที่ออกดอกเร็วกว่า 80 วัน จำนวน 51 24 และ 60 ต้น จากต้นที่ปลูกทั้งหมด 354 292 และ 120 ต้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 14 8 และ 50 ตามลำดับ ในขณะที่ข้าววัชพืชที่เก็บเมล็ดมาจากต้นที่ใช้ในการผสมพันธุ์ มีต้นที่ออกดอกเร็วกว่า 80 วัน จำนวน 11 ต้น จากต้นที่ปลูกทั้งหมด 57 ต้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19 จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 2 มีอายุวันออกดอกที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ภายในกลุ่มผสมเดียวกันแต่มาจากลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ต่างต้นกัน มีอายุวันออกดอกต่างกัน ดังนั้นข้าววัชพืชที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้สามารถถ่ายทอดพันธุกรรมสู่รุ่นลูก โดยมีรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นข้อดีเนื่องจาก สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีอายุวันออกดอกที่แตกต่างกันเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีอายุเก็บเกี่ยวที่หลากหลายได้ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าววัชพืช, อายุวันออกดอกเร็ว, อายุเก็บเกี่ยวเร็ว, แหล่งพันธุกรรม, การปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดยาวพิเศษคล้ายบาสมาติเพื่อคุณภาพเมล็ดโดยใช้วิธีการคัดเลือก ด้วยวิธีเมล็ดเดี่ยวต่อต้านและวิธี جدประวัติ

Breeding of Special Long Grain Rice Similar to Basmati for Grain Quality Applied by Single Seed Descent and Pedigree Selection

มนีรัตน์ ศรีเมืองคุณ¹ ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์² พศวัต นฤมลดี³ อุทุมพร ไทรชมภู³ ปิยะมาศ ม่วงสวย¹ และ ชเนษฎ์ ม้าลำพอง^{1*}

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวและการค้นพบยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย

³ ศูนย์เรียนรู้วิถีชีวิตและจิตวิญญาณชาวนาไทย(นาเฮียไซ) อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 ประเทศไทย

*Corresponding author; email address: agrcnm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

อินเดียเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวอันดับหนึ่งของโลกโดยเฉพาะข้าวบาสมาติซึ่งไม่มีคู่แข่งในตลาดการค้าข้าว นอกจากนี้อินเดียยังส่งออกข้าวขาวซึ่งอยู่ในตลาดเดียวกับประเทศไทย โดยปัจจุบันข้าวบาสมาติได้รับความนิยมอย่างมากในภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกา แต่ปริมาณการส่งออกข้าวบาสมาติของอินเดียยังไม่เพียงพอเนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรพัฒนาพันธุ์ข้าวที่คล้ายบาสมาติเพื่อเปิดโอกาสในการแข่งขันในตลาดนี้ อย่างไรก็ตาม พันธุ์ข้าวไทยยังไม่มีลักษณะเมล็ดยาวพิเศษ เรียวยาว และไม่ยี้ดตัวหลังการหุงได้เหมือนข้าวบาสมาติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเมล็ดยาวพิเศษคล้ายบาสมาติ โดยการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวพันธุ์ Basmati 1121 ที่เป็นข้าวบาสมาติที่มีคุณภาพการยี้ดตัวที่ดี กับพันธุ์ปิ่นเกษตร+4 ที่มียืนต้นทานและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และทั้งสองพันธุ์มีปริมาณแอมิโลสที่ใกล้เคียงกัน และมีความหอม เริ่มการคัดเลือกจากประชากรชั่วที่ 2 ที่เกิดการกระจายตัวทางพันธุกรรมในด้านความยาวเมล็ด การยี้ดตัวหลังหุง และลักษณะทางเกษตรอื่นๆ โดยพบว่าขนาดเมล็ดและการยี้ดตัวมีการกระจายแบบปกติในชั่วที่ 2 จากนั้นใช้วิธีการคัดเลือกแบบเมล็ดเดี่ยวต่อต้าน (Single Seed Descent) ตั้งแต่ชั่วที่ 2 ถึง 3 และคัดเลือกจากลักษณะเมล็ดข้าวสารที่ต้องมีความยาวมากกว่า 9.00 มิลลิเมตร ข้าวสุกต้องยี้ดตัวได้มากกว่า 16.00 มิลลิเมตร พร้อมกับลักษณะทรงต้นที่ดี จากนั้นจึงทำการคัดเลือกแบบ جدประวัติ (Pedigree Selection) ตั้งแต่ชั่วที่ 3 ถึง 5 พร้อมใช้เครื่องหมายช่วยในการคัดเลือกลักษณะความทนทานและต้านทานจากพันธุ์ปิ่นเกษตร+4 โดยในประชากรชั่วที่ 3 สามารถคัดเลือกได้ 29 สายพันธุ์จากทั้งหมด 300 สายพันธุ์ ในรุ่น ที่ 4 คัดเลือกได้ 22 สายพันธุ์จาก 29 สายพันธุ์ และในชั่วที่ 5 คัดเลือกได้ 5 สายพันธุ์จาก 22 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจะถูกนำไปทดสอบผลผลิตเบื้องต้นและคุณภาพเมล็ดในชั่วที่ 6 และทดสอบผลผลิตในแปลงใหญ่ในชั่วที่ 7 ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวบาสมาติ, ข้าวเมล็ดยาวพิเศษ, การยี้ดตัวหลังหุงสุก

NKI14161-89-3-5-1-4-1-1: ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงต้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบัว
สำหรับนาชลประทาน

NKI14161-89-3-5-1-4-1-1: A Photoperiod-Insensitive Glutinous Rice Line Resistance to
Blast and Gall Midge for Irrigated Lowland Areas

จงใจ มะปะเซ¹, สมใจ สาลีโท²

¹ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

² ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคไหม้ ขอบใบแห้ง และแมลงบัว พัฒนาสายพันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงสำหรับนาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ดีเด่น NKI14161-89-3-5-1-4-1-1 ซึ่งได้จากการผสมพันธุ์แบบผสมคู่ (double cross) ระหว่างข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข22 ซึ่งต้านทานต่อแมลงบัว คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี กับข้าวเหนียวสายพันธุ์ RGDU10015-MAS-32-4-1-UDN-1-NKI-4 ซึ่งต้านทานต่อโรคไหม้ และลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวเหนียวสายพันธุ์ KKN06023-NKI-225-1-1-1-4-1 ซึ่งลำต้นแข็งแรงมาก ต้านทานการหักล้ม กับข้าวเหนียวสายพันธุ์ RGDU10015-5-MAS-32-4-1 ซึ่งต้านทานต่อโรคไหม้ โดยผสมพันธุ์ พ.ศ. 2557 ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย ปลุกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย หลังจากนั้นปลุกคัดเลือกชั่วที่ 3-8 แบบสืบตระกูล จนได้สายพันธุ์ NKI14161-89-3-5-1-4-1-1 ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยว 132 วัน ความสูงเฉลี่ย 118 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 715 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข10 (672 กิโลกรัมต่อไร่) กข22 (679 กิโลกรัมต่อไร่) และสันป่าตอง 1 (681 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6.5 และ 4 ตามลำดับ ข้าวเปลือกสีน้ำตาล เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ความยาวเฉลี่ย 7.41 มิลลิเมตร กว้าง 2.22 มิลลิเมตร หนา 1.84 มิลลิเมตร เป็นข้าวเหนียวเมล็ดยาว รูปร่างเรียวยาว อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 3.34 ข้าวแข็งนุ่ม เหนียว ไม่มีกลิ่นหอม ลักษณะเด่นคือ ต้านทานต่อโรคไหม้ในระยะกล้า ดีกว่าพันธุ์ กข10 กข22 และต้านทานต่อแมลงบัวดีกว่าพันธุ์ กข10 สันป่าตอง 1 ทั้งนี้จะนำเข้าทดสอบในขั้นตอนการเปรียบเทียบผลผลิตในนาราษฎรต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว, โรคไหม้, แมลงบัว, ต้านทานโรคไหม้, ต้านทานแมลงบัว

RGDU07343-9-13-22-B-B-CPA-B-NKI-1: ข้าวเจ้าพันธุ์ใหม่ อายุเบา ทนแล้ง

ต้านทานต่อโรคไหม้และขอบใบแห้ง สำหรับพื้นที่นาข้าวฝน

RGDU07343-9-13-22-B-B-CPA-B-NKI-1: Early Maturing Non-glutinous Rice Line with Low Amylose Content, Drought Tolerance, and Resistance to Blast and Bacterial Blight, for Rainfed Lowland Area

สุพัฒนา บุรีรัตน์¹, สมใจ สาลีโท², โจนาลิชา แอล เชียงหลิว³, มีชัย เชียงหลิว³, ธีรยุทธ ตูจินดา⁴

¹ ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น 40130

² ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

³ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

⁴ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

RGDU07343-9-13-22-B-B-CPA-B-NKI-1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง IR57514-PMI-5-B-1-2 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าพันธุ์แข็ง ต้นเตี้ย ทนแล้ง และต้านทานต่อโรคไหม้ เป็นพันธุ์แม่ กับข้าวเจ้าสายพันธุ์ RGDU99016-MAS-77 ซึ่งคุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี มีกลิ่นหอม ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง เป็นพันธุ์พ่อ โดยผสมกลับไปหาสายพันธุ์ IR57514-PMI-5-B-1-2 จำนวน 4 ครั้ง ที่หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว (Rice Gene Discovery Unit; RGDU) ปลุกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมกลับครั้งที่ 4 ข้าวที่ 2-7 ที่หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ข้าวที่ 8 ที่ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ และข้าวที่ 9 ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย ดำเนินการทดสอบภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติกับกรมการข้าว ระหว่าง พ.ศ. 2550-2567 จนได้สายพันธุ์ดีเด่น RGDU07343-9-13-22-B-B-CPA-B-NKI-1 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงอายุเบา ออกดอกประมาณ 11 ตุลาคม และเก็บเกี่ยวประมาณ 13 พฤศจิกายน ความสูงเฉลี่ย 113 เซนติเมตร ลำต้นค่อนข้างแข็ง ต้านทานการหักล้ม มีความทนแล้งในระยะกล้าถึงแตกกอเทียบเท่ากับสายพันธุ์ IR57514-PMI-5-B-1-2 ศักยภาพการให้ผลผลิตสูงถึง 873 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 579 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงนาเกษตรกร 608 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยสภาพแล้งในแปลงนาเกษตรกรจังหวัดสุรินทร์ 421 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่า กข15 (216 กิโลกรัมต่อไร่) ข้าวเจ้าสายพันธุ์นี้เปลือกเมล็ดสีฟาง ร่องน้ำตาล ข้าวกล้องสีขาว ยาว 7.44 มิลลิเมตร กว้าง 2.19 มิลลิเมตร หยา 1.86 มิลลิเมตร รูปร่างเรียวยาว ท้องไข่น้อย คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 54.8 ปริมาณอมิโลสต่ำ ร้อยละ 15.9 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวสุกเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอม ลักษณะเด่นคือ อายุเบา ลำต้นเตี้ย ทนแล้ง ต้านทานต่อโรคไหม้และขอบใบแห้ง เหมาะสำหรับพื้นที่นาข้าวฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะพื้นที่ประสบภัยแล้ง หรือพื้นที่ระบาดของโรคไหม้และขอบใบแห้ง

คำสำคัญ: ข้าวเจ้าพันธุ์ใหม่, ข้าวอายุเบา, ทนแล้ง, โรคไหม้, โรคขอบใบแห้ง

RGD12003-MAS-4-MAS-1-MAS-13-4-UDN-1-4: ข้าวเหนียวหอมไวต่อช่วงแสง
ต้านทานต่อโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้งสำหรับนาฝน
RGD12003-MAS-4-MAS-1-MAS-13-4-UDN-1-4: An Aromatic Photoperiod Sensitive
Glutinous Rice Line Resistant to Blast and Bacterial Blight for Rainfed Lowland Area

ยศพร ดันสมรส¹, สมใจ สาลีโท², โจนาลิชา แอล เชียงหลิว³, มีชัย เชียงหลิว³, ธีรยุทธ ตูจันดา⁴

¹ ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี อ.กุดจับ จ.อุดรธานี 41250

² ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

³ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

⁴ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

ข้าวเหนียวสายพันธุ์ RGD12003-MAS-4-MAS-1-MAS-13-4-UDN-1-4 เป็นผลงานวิจัยร่วมกันระหว่างกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในขณะนั้น ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเหนียวหอมสายพันธุ์ RGDU07123-MAS-12-22-1 ซึ่งมี QTLs ที่ควบคุมลักษณะความต้านทานต่อโรคไหม้ 4 ตำแหน่ง (*qBL1*, *qBL2*, *qBL11*, *qBL12*) กับสายพันธุ์ RGDU11189-MAS-1 ที่มียืนต้านทานโรคขอบใบแห้ง *xa5*, *Xa21* และ *xa33* ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 จากนั้นทำการผสมกลับไปยังสายพันธุ์ RGDU07123-MAS-12-22-1 จำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้ได้สายพันธุ์ข้าวเหนียวหอมที่มีลักษณะทาง การเกษตรดี คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี ใช้เครื่องหมายโมเลกุล STSs และ FM-Multiplex PCR ช่วยคัดเลือก ลักษณะต้านทานต่อโรคไหม้และโรคขอบใบแห้งในทุกขั้นตอนของการผสมกลับ จนได้ข้าวประชากรผสมกลับครั้งที่ 2 ชั่วที่ 1 (BC_2F_1) ใน พ.ศ. 2555 หลังจากนั้นปลูกคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมกลับครั้งที่ 2 ชั่วที่ 2 (BC_2F_2) แล้วปลูกคัดเลือกชั่วที่ 3-6 (BC_2F_3 - BC_2F_6) แบบสืบตระกูล ที่หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว (Rice Gene Discovery Unit; RGDU) และ ปลูกคัดเลือกชั่วที่ 7-8 (BC_2F_7 - BC_2F_8) แบบสืบตระกูลที่ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี จนได้สายพันธุ์ RGD12003-MAS-4-MAS-1-MAS-13-4-UDN-1-4 เป็นข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสง ออกดอกประมาณวันที่ 18 ตุลาคม เก็บเกี่ยวประมาณ วันที่ 18 พฤศจิกายน ให้ผลผลิตสูงสุด 791 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว 580 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงนาเกษตรกร 593 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นข้าวเหนียวเปลือกสีน้ำตาล เมล็ดข้าวกล้องสีขาว ยาว 7.27 มิลลิเมตร กว้าง 2.18 มิลลิเมตร หนา 1.72 มิลลิเมตร รูปร่างเรียวยาว คุณภาพการสีดีมาก ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 62.5 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ข้าวสุกเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอม โดยมีปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวกล้อง และข้าวสาร 1.91 และ 2.28 ppm ตามลำดับ ลักษณะเด่นคือต้านทานต่อโรคไหม้ในระยะกล้า ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้คอรวง และโรคขอบใบแห้ง คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว, โรคไหม้, ต้านทานโรคไหม้, โรคขอบใบแห้ง, ต้านทานโรคขอบใบแห้ง

NKI17106-5-9-2-2-3-3-3: ข้าวขาวพื้นแข็ง ต้านทานต่อโรคไหม้

สำหรับนาชลประทาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

NKI17106-5-9-2-2-3-3-3: A High Amylose Rice, Blast Resistance for Irrigated Lowland Paddy Areas in the Northeastern Region

วริยา ชุนจัตรัส¹⁾ และคณะ

Wariya Chunjaturas¹⁾ *et al.*

¹ ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย อ.รัตนวาปี จ.หนองคาย 43120

บทคัดย่อ

โครงการประเมินลักษณะทางสัณฐาน ลักษณะทางการเกษตร และคุณภาพของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง แผนงานการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้าเพื่อการค้าและการใช้ประโยชน์เฉพาะ พัฒนาสายพันธุ์ข้าวขาวพื้นแข็ง ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ต้านทานต่อโรคไหม้ จนได้สายพันธุ์ดีเด่น NKI17106-5-9-2-2-3-3-3 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าพันธุ์ กข41 ซึ่งอายุสั้น ต้านทานต่อโรคไหม้ เป็นพันธุ์แม่ กับข้าวเจ้าสายพันธุ์ NKI16011-19-5 ซึ่งต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง เป็นพันธุ์พ่อ โดยผสมกลับไปยังพันธุ์ กข41 จำนวน 3 ครั้ง ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย ปลุกคัดเลือกข้าวสายพันธุ์ผสมกลับครั้งที่ 3 ช่วงที่ 2 (BC3F2) หลังจากนั้นปลุกคัดเลือกช่วงที่ 3-9 (BC3F3-BC3F9) แบบสืบตระกูล จนได้สายพันธุ์ NKI17106-5-9-2-2-3-3-3 เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 132 วัน ความสูงเฉลี่ย 103 เซนติเมตร ลำต้นแข็งมาก ให้ผลผลิตสูงถึง 1,522 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว 774 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ กข41 และชยันนาท 1 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 663 และ 686 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 17 และ 13 ตามลำดับ ให้ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงนาเกษตรกร 775 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ กข41 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 712 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 9 ข้าวเจ้าสายพันธุ์นี้เปลือกเมล็ดสีฟาง ข้าวกล้องสีขาว ยาว 7.98 มิลลิเมตร กว้าง 2.32 มิลลิเมตร หนา 1.94 มิลลิเมตร รูปร่างเรียวยาว ท้องไข่น้อย คุณภาพการสีดี ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 48.4 ปริมาณอมิโลสสูงร้อยละ 28.0 อุดมภูมิแบ่งสุกต่ำ ข้าวสุก ไม่เหนียว-ไม่ร่วน และค่อนข้างแข็ง ลักษณะเด่นคือ ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคไหม้ในระยะกล้า คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี

คำสำคัญ: ข้าว ข้าวเจ้า ไม่ไวต่อช่วงแสง โรคไหม้ ต้านทานโรคไหม้

NKI14065-14-1-2-1-5-1-3-2: ข้าวเหนียวต้านทานต่อโรคไหม้สายพันธุ์ใหม่สำหรับนาชลประทาน

NKI14065-14-1-2-1-5-1-3-2: A New Photoperiod Insensitive Glutinous Rice Line

with Blast Resistance for Irrigated Lowland Area

สุรเชษฐ์ ชามนตรี^{1*}, และคณะ

¹ ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร 47000 โทรศัพท์ 0-4271-1471

Sakon Nakhon Rice Research Center, Mueang Sakon Nakhon, Sakon Nakhon 47000 Tel. 0-4271-1471

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคไหม้ ขอบใบแห้ง และแมลงบั่ว ได้พัฒนาสายพันธุ์ข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงสำหรับนาชลประทานจนได้สายพันธุ์ดีเด่น NKI14065-14-1-2-1-5-1-3-2 ได้จากการผสมสามทางระหว่างข้าวเหนียวสายพันธุ์ KKN06023-NKI-225-1-1-1-4-1 ซึ่ง ลำต้นแข็งแรงมาก เป็นพันธุ์แม่ กับข้าวเหนียวสายพันธุ์ RGDU10015-5-MAS-32-4-1 ซึ่งต้านทานต่อโรคไหม้ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดีเป็นพันธุ์พ่อ แล้วนำลูกผสมชั่วที่ 1 มาผสมกับข้าวเหนียวสายพันธุ์ UBN02028-R-R-R-2 ซึ่งต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง ในฤดูนาปี 2557 ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย ปลุกคัดเลือกข้าวสายพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 หลังจากนั้นปลุกคัดเลือกชั่วที่ 3 ถึง 10 แบบสืบตระกูล ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย จนได้สายพันธุ์ NKI14065-14-1-2-1-5-1-3-2 เป็นข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 123 วัน ความสูงเฉลี่ย 104 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด 1,048 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 9 แห่ง 736 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข22 และ สันป่าตอง 1 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 646 และ 659 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 14 และ 12 ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงนาเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 9 แห่ง 721 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข22 และ สันป่าตอง 1 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 660 และ 637 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 9 และ 5 ตามลำดับ ข้าวเหนียวสายพันธุ์นี้มีเปลือกสีน้ำตาล ข้าวกล้องสีขาว ความยาวเฉลี่ย 7.56 มิลลิเมตร กว้าง 2.17 มิลลิเมตร หนา 1.81 มิลลิเมตร จัดเป็นข้าวเหนียวเมล็ดยาว รูปร่างเรียวย อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 3.49 เป็นข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ เช่นเดียวกับข้าวพันธุ์ กข22 และ สันป่าตอง 1 เมื่อนึ่งสุกเนื้อสัมผัสนุ่ม ลักษณะเด่นคือต้านทานต่อโรคไหม้ในระยะกล้าดีกว่าพันธุ์ กข22 และ สันป่าตอง 1 คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี

คำสำคัญ: ข้าว, ข้าวเหนียว, ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง, โรคไหม้, ต้านทานโรคไหม้

การพัฒนาอาหารสำหรับชักนำเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวพันธุ์ กข79, กข85 และ กข111
Optimizing N6D Media Composition for Enhanced Secondary Embryogenic Callus
Formation in RD79, RD85 and RD111 Varieties

กนกภรณ์ คำโมนะ¹, ศิวเรศ อารีกิจ^{1,2,*}

¹ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบล กำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบล กำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) คือพืชอาหารหลักของประชากรโลกกว่าครึ่งหนึ่ง โดยมีกลิ่นหอมเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดมูลค่าทางการตลาด ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี CRISPR-Cas9 ได้เปิดโอกาสในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะเด่นตามต้องการได้อย่างแม่นยำ แม้ CRISPR-Cas9 จะมีประสิทธิภาพสูงแต่การนำมาใช้ในข้าวก็ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากต้องอาศัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue Culture) ที่ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเหนี่ยวนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส (Embryogenic Callus) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเริ่มต้นสำคัญสำหรับการศึกษาแก้ไขยีนและการชักนำต้นพืชใหม่ การศึกษานี้มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยได้พัฒนาและทดสอบสูตรอาหาร N6D ดัดแปลง เพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสจากข้าวไทย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ RD79, RD85 และ RD111 ผลการวิจัยพบว่า การปรับองค์ประกอบอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยเพิ่มเคซินไฮโดรไลเซต (แหล่งไนโตรเจนอินทรีย์) และลดแอล-โพรลีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเหนี่ยวนำและการพัฒนาของเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ข้าว, เอ็มบริโอเจนิคแคลลัส, อาหารชักนำแคลลัส

ประสิทธิภาพในการต้านทานโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์
โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

Efficacy in Protection Against Bacterial Leaf Blight Disease of Newly Released Rice
Varieties through Molecular Breeding

ธัญลักษณ์ จำปา¹, ธนาภรณ์ สายหยุด¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, มิชัย เชื้องหลิว¹, โจนาลิษา แอล เชื้องหลิว¹, สามารถ วันชนะนะ¹, วินัย กมลสุขยีน
ยง¹, วศิน ผลชีวิน¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹, วชิรวิกรม แจ่มบุญศรี¹

¹ ทีมวิจัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการเกษตรแบบแม่นยำ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) คลองหนึ่ง
คลองหลวง ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจีโนมทำให้การค้นหายีน การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอ และการปรับปรุงพันธุ์พืชประสบความสำเร็จในเวลาอันรวดเร็ว ความต้านทานโรคขอบใบแห้งเป็นลักษณะที่เป็นที่ต้องการในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสำหรับพื้นที่นาชลประทาน และเนื่องจากความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคขอบใบแห้ง *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) จึงจำเป็นต้องพัฒนาข้าวพันธุ์ใหม่ให้มียืนต้านทานหลายตำแหน่ง ผ่านการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอที่แม่นยำ การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายในการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านทานโรคขอบใบแห้งของข้าวพันธุ์ใหม่ 6 พันธุ์ที่พัฒนาโดยทีมวิจัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการเกษตรแบบแม่นยำ ไบโอเทค ได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมวิชาการเกษตรให้เป็นข้าวพันธุ์ต้านทานโรคขอบใบแห้ง ได้แก่ พันธุ์หอมจินดา 2 หอมชลสิทธิ์ 2 หอมชลสิทธิ์ 3 หอมนาคา 2 หอมนาคา 3 และ หอมนาคา 4 ที่มียืนต้านทานโรคขอบใบแห้ง 3 ยีน ได้แก่ *xa5*, *Xa21* และ *xa33* ดำเนินการทดลองภายใต้สภาพโรงเรือนประเมินในระยะต้นกล้าอายุ 30 วัน โดยใช้วิธีตัดใบด้วยกรรไกรปนเปื้อนเชื้อ 6 โอโซเลท จำนวน 2-3 ใบต่อต้น และใช้ความยาวแผลใบเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอที่มีความยาวแผลใบมากกว่า 10 เซนติเมตรเป็นดัชนีชี้วัด ผลการประเมินพบว่า ทั้ง 6 พันธุ์ แสดงระดับความต้านทานสูงกว่าสายพันธุ์ตรวจสอบที่มียืนเพียงยืนเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกันในการเชื้อสาเหตุทั้ง 6 โอโซเลท จากแต่ละกลุ่มเชื้อและแต่ละภูมิภาคในประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอ ที่ใช้ในการคัดเลือกมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงในการคัดเลือกลักษณะต้านทานโรคขอบใบแห้งในฐานพันธุกรรมที่ได้รับการพัฒนา อย่างไรก็ตาม เชื้อที่มีความรุนแรงสูง เช่น 60XOCRPA27-8 ยังสามารถลดประสิทธิภาพการต้านทานของทุกพันธุ์ลงได้ สะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาพันธุ์ข้าวอาจต้องเพิ่มยืนต้านทานใหม่ หรือใช้การสะสมหลายยีนร่วมกันในระดับที่มากขึ้น เพื่อให้สามารถรับมือกับประชากรเชื้อ Xoo ที่มีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: ข้าว, โรคขอบใบแห้ง, ปรับปรุงพันธุ์, เครื่องหมายดีเอ็นเอ

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นแหล่งอาหารหลักของประชากรจำนวนมากทั่วโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชียที่มีสัดส่วนการผลิตข้าวคิดเป็น 90.6% ของผลผลิตข้าวทั่วโลก (FAOSTAT, 2021) สำหรับประเทศไทย ข้าวยังคงเป็นรากฐานสำคัญของความมั่นคงทางอาหาร เศรษฐกิจ และวิถีชีวิตของเกษตรกร โดยในปี 2023 ประเทศไทยสามารถผลิต

ข้าวได้ 33 ล้านตัน (FAOSTAT, 2023) มีพันธุ์ข้าวที่ปลูกอย่างแพร่หลาย เช่น ขาวดอกมะลิ 105 และ กข6 ซึ่งแม้จะมีคุณภาพการบริโภคดี แต่อ่อนแอต่อโรคสำคัญ เช่น โรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง (กรมการข้าว, 2555) เกิดผลกระทบกับคุณภาพเมล็ดและผลผลิตโดยตรง

โรคขอบใบแห้ง (Bacterial blight disease) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

(Xoo) เป็นปัญหาในการผลิตข้าวที่พบบ่อยต่อเนื่องในหลายพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรายงานผลกระทบต่อผลผลิตข้าวลดลงถึง 20–40% (Sonti et al., 1998) การปลูกพันธุ์ที่มีความต้านทานเชื้อ Xoo จึงเป็นแนวทางลดความเสียหายที่ได้รับ การยอมรับว่ายังยืน ลดความจำเป็นของการใช้สารเคมี และช่วยรักษาเสถียรภาพของผลผลิตในระยะยาว (Kawicha and Thanyasiriwat, 2020) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานยังมีจำนวนไม่มากนัก และหลายพันธุ์ยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและเกษตรกร จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาพันธุ์ต้านทานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ตอบโจทย์ทั้งด้านคุณภาพและการผลิต

ปัจจุบันมีรายงานการค้นพบยีนต้านทานโรคขอบใบแห้งมากกว่า 40 ยีน ทั้งในข้าวปลูกและข้าวป่า (Neelam et al., 2020) ยีน *xa5* เป็นยีนที่มีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนกลุ่ม *gamma subunit* ของ *transcription factor IIA (TFIIA)* ระหว่างพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถของเชื้อในการก่อโรค (Carpenter et al., 2020) ขณะที่ยีน *Xa21* ซึ่งมีต้นกำเนิดจากข้าวป่า *Oryza longistaminata* โดยเข้ารหัสโปรตีนชนิด *LRR-RLK* (Khush et al., 1989) และมีการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุล เช่น STS pTA248 เพื่อใช้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มียีนนี้ได้ อย่างแม่นยำ (Nguyen et al., 2018) ส่วนยีน *Xa33(t)* พบในข้าว Ba7 และ *O. nivara* บนโครโมโซมคู่ที่ 7 และให้ความต้านทานต่อเชื้อสายพันธุ์ TXO16 (Korinsak et al., 2009b)

แม้ยีนต้านทานแต่ละยีนจะมีประสิทธิภาพเฉพาะต่อบางไอโซเลทของเชื้อ Xoo แต่การใช้ยีนเดียวยังไม่เพียงพอสำหรับรับมือกับความหลากหลายของเชื้อในประเทศไทย เนื่องจากประชากรของเชื้อ Xoo มีความหลากหลายทางพันธุกรรมและสามารถวิวัฒนาการเพื่อเอาชนะยีนต้านทานได้จากกลไกต่างๆ เช่น การกลายพันธุ์ การรวมตัวของยีน และการแทรก-ขาดของนิวคลีโอไทด์ในจีโนม (Leach et al., 1995) บางสายพันธุ์ที่มีความรุนแรงมากขึ้น สามารถเอาชนะยีนต้านทานได้มากกว่า 10 ยีน (Midha et al., 2017) การปรับปรุงพันธุ์จึงมีการใช้เทคนิคการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (MAB) เพื่อเพิ่มจำนวนยีนต้านทานในพันธุ์ดีเด่น ให้

มีระดับความต้านทานต่อโรคเพิ่มขึ้น และสามารถต้านทานแบบกว้าง (Korinsak et al., 2009a)

ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้คัดเลือกเชื้อ Xoo จากแต่ละภูมิภาคและกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีน *xa5*, *Xa21* และ *xa33* ในสายพันธุ์ข้าวดีเด่นที่พัฒนาโดยทีมวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและเกษตรแบบแม่นยำ

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดสอบ

ข้าวพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้ว จำนวน 6 พันธุ์ ได้รับการพัฒนาพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือก โดยทีมวิจัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชและการเกษตรแบบแม่นยำ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มข้าวเจ้าหอม 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หอมจินดา 2 หอมชลสิทธิ์ 2 และหอมชลสิทธิ์ 3 กลุ่มข้าวเหนียวหอม 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หอมนาคา 2 หอมนาคา 3 และหอมนาคา 4 ทุกพันธุ์ได้รับการคัดเลือกด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อยีน *xa5*, *Xa21*, *xa33* ใช้พันธุ์ตรวจสอบจำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ ข้าว PyBB36 (ยีน *xa5* *Xa21* และ *xa33*) IR62266 (ยีน *xa5*) IR1188 (ยีน *Xa21*) และ Ba7 (ยีน *xa33*) เป็นสายพันธุ์ตรวจสอบความต้านทาน และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 และ กข6 เป็นพันธุ์ตรวจสอบความอ่อนแอ

เชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งที่ใช้ในการทดสอบ

การทดลองนี้ใช้เชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) จำนวน 6 ไอโซเลท (ตารางที่ 1) ที่เป็นตัวแทนจากแต่ละกลุ่มเชื้อ และเป็นตัวแทนจากแต่ละภูมิภาคในประเทศไทย ได้แก่ เชียงราย สุโขทัย ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ และนครศรีธรรมราช ซึ่งมีการจัดจำแนก race ที่แตกต่างกัน (Chintaganon et al., 2022)

ตารางที่ 1 รายชื่อสายพันธุ์เชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องหมายโมเลกุล

สายพันธุ์	ระดับความรุนแรง	สถานที่รวบรวม	Cluster of population structure	Clade of PCA and NJ
XORE1-1	51	ร้อยเอ็ด	2	5
STL1-2	49	สุโขทัย	2	1
60XOCRPA27-8	34	เชียงราย	1	10
59XOCRPA20-10	30	เชียงราย	2	4

การเลี้ยงเชื้อ *Xoo* เลี้ยงจากเชื้อที่เก็บรักษาในกลีเซอรอล ความเข้มข้น 20% ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง peptone sucrose agar medium (เปปโตน 5 กรัม น้ำตาลซูโครส 20 กรัม 20g sucrose, 3g beef extract 3 กรัม และวุ้น 15 กรัม ต่อน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร) เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส แล้วย้ายโคโลนีเดี่ยวลงอาหารแข็งเพื่อเลี้ยงเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรีย สำหรับใช้ในการทดสอบบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมสารละลายแบคทีเรียปริมาตร 200 มล. ที่ความเข้มข้น 1×10^{10} เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยการวัดค่าการดูดซับแสงด้วย เครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงความยาวแสง 600 นาโนเมตร เท่ากับ 0.6 ($OD_{600}=0.6$)

การประเมินความต้านทานโรคขอบใบแห้ง

ดำเนินการทดสอบเกี่ยวกับปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวต่อโรคขอบใบแห้งภายใต้โรงเรือนประเมินความต้านทานโรค ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ต้นต่อพันธุ์

เพาะเมล็ดและปลูกข้าวในกระบะพลาสติก (6x12 หลุม) จำนวน 4 ต้นต่อหลุม จำนวน 3 ซ้ำ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 1 กรัมต่อถาด จำนวน 2 ครั้ง คือ เมื่อข้าวอายุได้ 14 วัน และก่อนปลูกเชื้อ 3 วัน เพื่อให้เซลล์พืชติดเชื้อได้ง่าย เมื่อข้าวอายุ 30 วัน ปลูกเชื้อด้วยวิธีการตัดใบตามวิธีของ Kauffman *et al.*, 1973 จำนวน 2-3 ใบต่อต้น ประเมินปฏิกิริยาของพันธุ์ข้าวหลังปลูกเชื้อ 7-14 วัน หรือ

เมื่อพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอมีความยาวแผลใบมากกว่า 10 เซนติเมตร จึงวัดและจดบันทึกความยาวของแผลใบโดยใช้เกณฑ์ตามมาตรฐานการประเมินของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI, 2013) ค่าความยาวแผลที่แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ความยาวของแผลน้อยกว่า 1 เซนติเมตร เป็นกลุ่มต้านทานสูง (HR) ความยาวของแผล 1.1-3 เซนติเมตร เป็นกลุ่มต้านทาน (R) ความยาวของแผล 3.1-6.0 เซนติเมตร เป็นกลุ่มต้านทานปานกลาง (MR) ความยาวของแผล 6.1-10.0 เซนติเมตร เป็นกลุ่มอ่อนแอปานกลาง (MS) และความยาวของแผล 10.0 เซนติเมตร ขึ้นไป เป็นกลุ่มอ่อนแอ (S) (ตารางที่ 3)

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

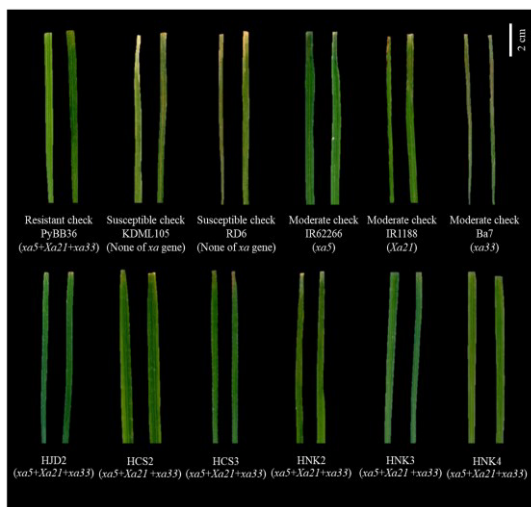
ตารางที่ 2 การจำแนกระดับความต้านทานโรคขอบใบแห้งในข้าวสำหรับการประเมินในสภาพโรงเรือน

ความยาวแผลใบ (เซนติเมตร)	ระดับความต้านทาน ต่อโรคขอบใบแห้ง
< 1 เซนติเมตร	ต้านทานสูง (HR)
1-3 เซนติเมตร	ต้านทาน (R)
3-6 เซนติเมตร	ต้านทานปานกลาง (MR)

ผลการทดลอง

จากการประเมินปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ใหม่จำนวน 6 พันธุ์ โดยใช้เชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้ง 6 ไอโซเลท เปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบได้แก่ พันธุ์อ่อนแอ (ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6) สายพันธุ์ต้านทานปานกลาง (IR1188, IR62266 และ Ba7) และสายพันธุ์ต้านทานสูง (PyBB36) พบว่า หลังการปลูกเชื้อ 7-14 วัน ความยาวแผลใบแตกต่างกันอย่างชัดเจนตามระดับความต้านทานของแต่ละสายพันธุ์ โดยพันธุ์อ่อนแอมีความยาวแผลเฉลี่ย 11.7-19.0 เซนติเมตร ส่วนสายพันธุ์ต้านทานปานกลางและต้านทานสูงมีความยาวแผลเฉลี่ย 0.1-14.0 เซนติเมตร และ 0.3-3.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1) สำหรับข้าวพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 พันธุ์ พบว่า มีระดับปฏิกิริยา

คล้ายคลึงกับสายพันธุ์ด้านทานสูงที่มียีน *xa5*, *Xa21* และ *xa33* โดยให้ความยาวแผลเฉลี่ย 0.1–7.4 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 ลักษณะการเกิดแผลหลังการปลูกเชื้อสาเหตุ

โรคดองใจ แบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae*

เมื่อเปรียบเทียบปฏิกิริยาของพันธุ์ตรวจสอบด้านทานปานกลาง พบว่า IR62266 (*xa5*) ให้ระดับความต้านทานดีกว่า IR1188 (*Xa21*) และ Ba7 (*xa33*) โดยหลังปลูกเชื้อไอโซเลท STI1-2, XONS3-2 และ XOBR2-2 พันธุ์ IR1188 และ Ba7 แสดงความต้านทานเพียงระดับปานกลางและมีปฏิกิริยาอ่อนแอเมื่อทดสอบกับไอโซเลทอื่นๆ สะท้อนให้เห็นว่ายีน *xa5* มีขอบเขตการต้านทานแบบกว้างกว่ายีน *Xa21* และ *xa33* (ภาพที่ 2, ตารางที่ 3)

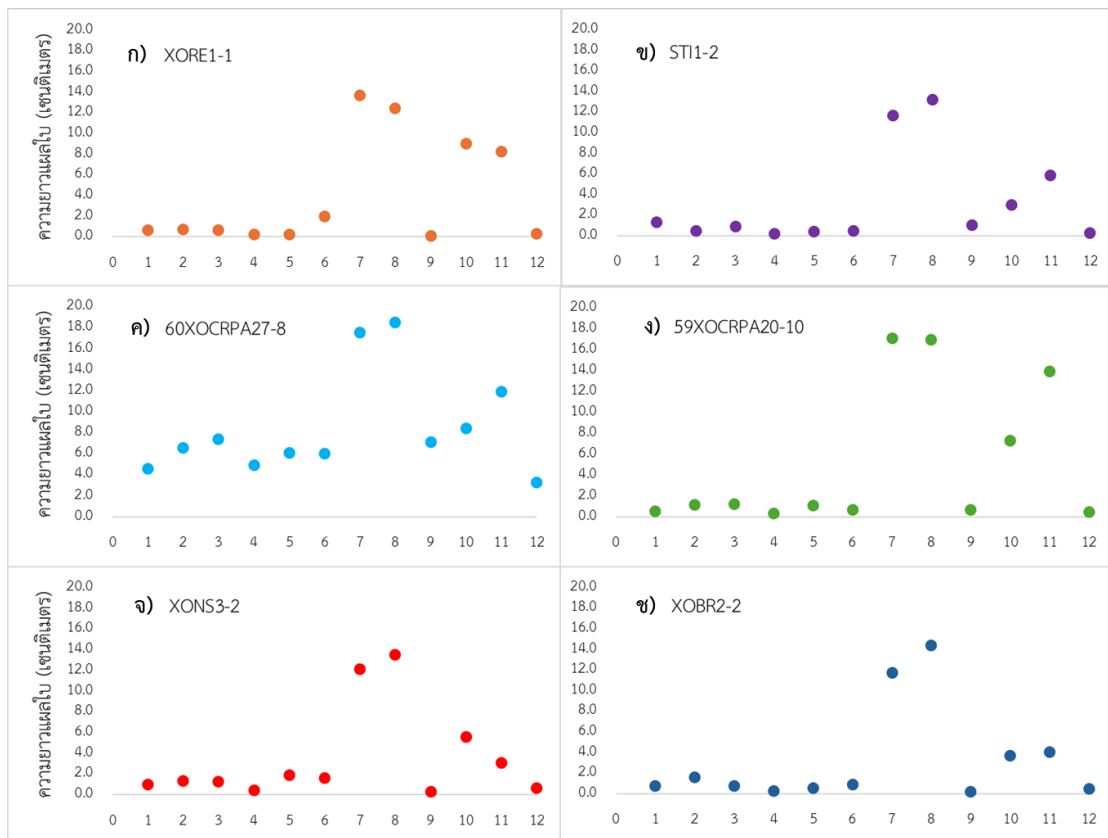
เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงของเชื้อจากแต่ละภูมิภาคในประเทศไทย พบว่าเชื้อ 60XOCRPA27-8 เป็นไอโซเลทที่มีความรุนแรงสูงที่สุด โดยให้ความยาวแผลเฉลี่ย 3.3–19.0 เซนติเมตร พันธุ์ IR62266 (*xa5*) แม้จะมีความสามารถต้านทานเชื้อได้กว้าง แต่ยังคงตอบสนองในระดับอ่อนแอปานกลางเมื่อถูกทดสอบด้วยไอโซเลทนี้ เช่นเดียวกับพันธุ์ใหม่ที่มียีนสะสมทั้งสามยีน (*xa5*, *Xa21* และ *xa33*) ซึ่งแสดงระดับอ่อนแอปานกลางในพันธุ์หอมชลสิทธิ์ 2 หอมชลสิทธิ์ 3 และหอมนาคา 3 โดยมีค่าความยาวแผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และยังคงแสดงด้านทานปานกลางในพันธุ์หอมจินดา 2 และหอมนาคา 2 (ภาพที่ 2, ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ที่มีความต้านทานทั้งสามยีน มีความต้านทานแบบกว้างกว่าพันธุ์ที่มียีน *xa5* เพียงยีนเดียว

ผลการทดลองยืนยันว่า แม้ยีน *xa5* จะให้การต้านทานแบบกว้างกว่ายีน *Xa21* และ *xa33* แต่พันธุ์ข้าวใหม่ที่สะสมยีนด้านทานทั้งสามยีน (*xa5*, *Xa21* และ *xa33*) ยังคงมีระดับความต้านทานสูงกว่าและมีเสถียรภาพมากกว่าอย่างชัดเจนเมื่อทดสอบกับเชื้อหลายไอโซเลท อย่างไรก็ตามเชื้อที่มีความรุนแรงสูง เช่น ไอโซเลท 60XOCRPA27-8 ยังสามารถลดประสิทธิภาพการต้านทานของทุกพันธุ์ลงได้ สะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาพันธุ์ข้าวอาจต้องเพิ่มยีนด้านทานใหม่ หรือใช้การสะสมหลายยีนร่วมกันในระดับที่มากขึ้น เพื่อให้สามารถรับมือกับประชากรเชื้อ *Xoo* ที่มีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างเชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งจาก ผศ.ดร.สุจินต์ ภัทรภูวดล ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาพันธุ์ข้าวตามความต้องการโดยใช้องค์ความรู้ด้านโอมิกส์และการพัฒนาวัตกรรมการบริหารจัดการการผลิตข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” รหัสโครงการ P2550495

การประเมินความต้านทานโรคขอบใบแห้งในข้าว



ภาพที่ 2 ความยาวแผลใบ (เซนติเมตร) หลังได้รับการปลูกเชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ใหม่ (1 = หอมจินดา 2, 2 = หอมชลสิทธิ์ 2, 3 = หอมชลสิทธิ์ 3, 4 = หอมนาคา 2, 5 = หอมนาคา 3, 6 = หอมนาคา 4, 7 = ข้าวดอกมะลิ105, 8 = กข6, 9 = IR62266, 10 = IR1188, 11 = Ba7, และ 12 = PyBB36)

ตารางที่ 3 ความยาวแผลใบและระดับปฏิกิริยาหลังได้รับการปลูกเชื้อสาเหตุโรคขอบใบแห้งในข้าวพันธุ์ใหม่

พันธุ์/สายพันธุ์	ยีน	XORE1-1		STI1-2		60XOCRPA27-8		59XOCRPA20-10		XONS3-2		XOBR2-2	
		LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา	LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา	LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา	LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา	LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา	LL* (ขม.)	ปฏิกิริยา
หอมจินดา 2	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.7 ^d	HR	1.3 ^{cd}	R	4.6 ^{ef}	MR	0.5 ^d	HR	0.1 ^d	HR	0.7 ^{cd}	HR
หอมชลสิทธิ์ 2	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.7 ^d	HR	0.5 ^d	HR	6.6 ^{cde}	MS	1.2 ^d	R	1.4 ^{cd}	R	1.6 ^{bcd}	R
หอมชลสิทธิ์ 3	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.7 ^d	HR	0.9 ^{cd}	HR	7.4 ^c	MS	1.3 ^d	R	1.3 ^{cd}	R	0.7 ^{cd}	HR
หอมนาคา 2	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.2 ^d	HR	0.2 ^d	HR	4.9 ^{def}	MR	0.3 ^d	HR	0.5 ^d	HR	0.3 ^d	HR
หอมนาคา 3	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.2 ^d	HR	0.4 ^d	HR	6.1 ^{cde}	MS	1.1 ^d	R	1.9 ^{cd}	R	0.5 ^d	HR
หอมนาคา 4	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	2.0 ^d	R	0.5 ^d	HR	6.0 ^{cde}	MS	0.7 ^d	HR	1.6 ^{cd}	R	0.9 ^{cd}	HR
ข้าวดอกมะลิ105	-	13.7 ^a	S	11.7 ^a	S	18.0 ^a	S	17.1 ^a	S	12.2 ^a	S	11.7 ^a	S
กข6	-	12.4 ^{ab}	S	13.3 ^a	S	19.0 ^a	S	17.0 ^{ab}	S	13.5 ^a	S	14.4 ^a	S
IR62266	<i>xa5</i>	0.1 ^d	HR	1.0 ^{cd}	R	7.1 ^{cd}	MS	0.7 ^d	HR	0.3 ^d	HR	0.2 ^d	HR
IR1188	<i>Xa21</i>	9.0 ^{bc}	MS	3.0 ^c	MR	8.5 ^c	MS	7.3 ^c	MS	5.6 ^b	MR	3.7 ^{bc}	MR
Ba7	<i>xa33</i>	8.3 ^c	MS	5.9 ^b	MR	12.0 ^b	S	13.9 ^b	S	3.1 ^c	MR	4.1 ^b	MR
PyBB36	<i>xa5, Xa21, xa33</i>	0.4 ^d	HR	0.3 ^d	HR	3.3 ^f	MR	0.5 ^d	HR	0.7 ^d	HR	0.5 ^d	HR
F-test		**		**		**		**		**		**	
CV (%)		42.36		36.22		12.5		26.09		24.18		40.96	

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. 2555. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งข้อมูล: [http:// www.brrd.in.th/rkb/varieties](http://www.brrd.in.th/rkb/varieties). ค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2568.
- Carpenter, S.C., P. Mishra, C. Ghoshal, P.K. Dash L. Wang, S. Midha, G.S. Laha, J.S. Lore, W. Kositratana, N.K. Singh and K. Singh. 2020. An xa5 resistance gene-breaking Indian strain of the rice bacterial blight pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* is nearly identical to a Thai strain. *Frontiers in Microbiology* 11: 579504.
- Chintaganon, T, J. Watcharachaiyakup, P. Wonnapijit, P. Tongyoo, and S. Patarapuwadol. 2022. *Thai Agricultural Research Journal* 40(1): 45-58.
- FAOSTAT. 2021. *Production/Yield Quantities of Rice, Paddy in World*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (August 5, 2025).
- FAOSTAT. 2023. *Crops and livestock products*. Available online: <https://www.fao.org/faostat/>. (August 5, 2025).
- Kawicha, P. and T. Thanyasiriwat. 2020. Screening of local rice varieties for gene resistance to bacterial leaf blight using DNA markers. *Songklanakarin Journal of Plant Science* 7(1): 17-34.
- Khush, G.S. 1989. Multiple disease-insect resistance in rice, *Progress in Irrigated Rice Research*, International Rice Research Institute P.O. Box 933, Manila, Philippines Characteristics of soil acidity of paddy soils in relation to rice growth.
- Korinsak, S. 2009a. Marker-assisted pyramiding bacterial blight resistance genes (xa5, Xa21, xa33(t), Xa34(t) and qBB11) in rice. Dissertation, Kasetsart University. p.134.
- Korinsak, S., S. Sriprakhon, P. Sirithanya, J. Jain, S. Korinsak, A. Vanavichit and T. Toojinda. 2009b. Identification of microsatellite markers (SSR) linked to a new bacterial blight resistance gene xa33 (t) in rice cultivar 'Ba7'. *Maejo International Journal of Science and Technology* 3(2): 235-247.
- Leach, J. E., H. Leung, R. J. Nelson, and W. M. Twng-wah. 1995. Population biology of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and approaches to its control. *Current Opinion in Biotechnology*. 6: 298-304.
- Midha, S., K. Bansal, S. Kumar, A.M. Girija, D. Mishra, K. Brahma, G.S. Laha, R.M. Sundaram, R.V. Sonti, and P.B. Patil. 2017. Population genomic insights into variation and evolution of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Sci. Rep.* 7(1): 1-13.
- Neelam K, Mahajan R, Gupta V, et al. 2020. High-resolution genetic mapping of a novel bacterial blight resistance gene xa-45(t) identified from *Oryza glaberrima* and transferred to *Oryza sativa*. *Theor Appl Genet.* 133: 689–705. doi: 10.1007/s00122-019-03501-2.
- Nguyen, H.T., Q.H. Vu and L. Van Vu. 2018. Marker-assisted selection of Xa21 conferring resistance to bacterial leaf blight in indica rice cultivar LT2. *Rice Science* 25(1): 52-56.
- Sonti, R. V. 1998. Bacterial leaf blight of rice: new insights from molecular genetics. *Curr. Sci.*, 74: 206–212.

NKI14004-49-2-1-1-1-2-1: ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสงอายุเบาต้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบั่ว

จิรวุฒิ ภาสตา¹ และคณะ

¹ ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ อ.เมืองสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000 โทรศัพท์ 0-4451-1394

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสงให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคไหม้ ขอบใบแห้ง และแมลงบั่ว พัฒนาสายพันธุ์ข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสงสำหรับนาข้าวฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ดีเด่น NKI14004-49-2-1-1-2-1 ได้จากการผสมระหว่างข้าวเหนียวพันธุ์ กข22 ซึ่งต้านทานต่อแมลงบั่วเป็นพันธุ์แม่ กับข้าวเหนียวสายพันธุ์ RGDU10015-MAS-32-4-1-UDN-1-NKI-4 ซึ่งต้านทานต่อโรคไหม้เป็นพันธุ์พ่อ โดยผสมพันธุ์แบบผสมเดี่ยว ใน พ.ศ. 2557 ที่ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย ปลูกคัดเลือกข้าว สายพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 หลังจากนั้นปลูกคัดเลือกชั่วที่ 3 ถึง 9 แบบสืบตระกูล จนได้สายพันธุ์ NKI14004-49-2-1-1-2-1 เป็นข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสง อายุเบา ออกดอกวันที่ 29 กันยายน เก็บเกี่ยวประมาณวันที่ 29 ตุลาคม ความสูงเฉลี่ย 126 เซนติเมตร มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงสุด 814 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าว 604 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กข20 และ กข12 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 484 และ 512 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 25 และ 18 ตามลำดับ ข้าวเหนียวสายพันธุ์ NKI14004-49-2-1-1-2-1 เปลือกเมล็ด สีน้ำตาล ข้าวกล้องสีขาว ความยาวเฉลี่ย 7.37 มิลลิเมตร กว้าง 2.16 มิลลิเมตร หนา 1.81 มิลลิเมตร จัดเป็นข้าวเหนียวเมล็ดยาว รูปร่างเรียวย อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 3.42 ข้าวนี้สุกเหนียวนุ่ม ไม่มีกลิ่นหอม ลักษณะเด่นคือต้านทานต่อโรคไหม้และแมลงบั่ว คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี

คำสำคัญ: ข้าวเหนียว ข้าวไวต่อช่วงแสง โรคไหม้ ต้านทานโรคไหม้ แมลงบั่ว

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม การปรับตัวภาคการเกษตร

ประสิทธิภาพของการทำไพร้มิ่งด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรทเพื่อเพิ่มความทนเค็มของเมล็ดข้าว

Effectiveness of Potassium Nitrate Seed Priming for Enhancing Salt Tolerance in Rice seeds

วรัญญา แพไธสง^{1,2}, ปิยะดา อีระกุลพิศุทธิ์^{1,2} อโนมา ดงแสนสุข^{2,3*}

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² กลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การทำไพร้มิ่งเมล็ดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวในระยะแรกและเสริมความทนทานต่อสภาวะเครียดเค็มในข้าว งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการทำไพร้มิ่งเมล็ดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรทความเข้มข้น 2% (2% KNO₃) ต่อการดูดน้ำของเมล็ดผ่านกระบวนการ Imbibition ปริมาณน้ำตาลรวม และการงอกของรากในข้าวสองพันธุ์ที่มีระดับความทนเค็มต่างกัน ได้แก่ Pokkali (ทนเค็ม) และ IR64 (อ่อนแอต่อความเค็ม) ภายใต้สภาวะควบคุม (น้ำกลั่น) และสภาวะเครียดเค็ม (150 mM NaCl) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำในเมล็ดจากกระบวนการ imbibition เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมงแรกในทุกกลุ่มการทดลอง แต่พบว่าปริมาณน้ำในเมล็ดจากกระบวนการ imbibition ของกลุ่มสภาวะเครียดเค็มลดลงอย่างมากหลัง 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะในข้าวพันธุ์ IR64 และการทำไพร้มิ่งด้วยสารละลาย 2% KNO₃ ช่วยลดผลกระทบจากสภาวะเครียดเค็ม จึงส่งผลทำให้เมล็ดข้าวมีปริมาณน้ำสูงกว่าเมล็ดไม่ได้ทำไพร้มิ่งภายใต้สภาวะเครียดเค็ม ส่วนปริมาณน้ำตาลรวมพบว่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 0–5 วันหลังการทำไพร้มิ่ง โดยเมล็ดข้าวที่ทำไพร้มิ่งทั้งสองพันธุ์มีปริมาณน้ำตาลรวมสูงกว่าเมล็ดที่แช่ด้วยน้ำกลั่น และพบว่าพันธุ์ Pokkali มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ IR64 เมื่ออยู่ในสภาวะเครียดเค็ม สำหรับการงอกรากถูกยับยั้งอย่างมากในกลุ่มสภาวะเครียดเค็มในข้าวทั้งสองพันธุ์ อย่างไรก็ตาม เมล็ดที่ทำไพร้มิ่งด้วยสารละลาย 2% KNO₃ มีการงอกรากเร็ว ในช่วง 48–120 ชั่วโมง โดยพบว่าข้าวพันธุ์ IR64 มีการตอบสนองต่อการทำไพร้มิ่งเพื่อช่วยลดผลกระทบจากสภาวะเครียดเค็มอย่างมาก ดังนั้นการทำไพร้มิ่งเมล็ดด้วยสารละลาย 2% KNO₃ ช่วยส่งเสริมกระบวนการดูดน้ำของเมล็ด คงระดับเมแทบอลิซึมน้ำตาล และเพิ่มประสิทธิภาพการงอกรากภายใต้สภาวะเครียดเค็ม แสดงให้เห็นว่าศักยภาพของเทคนิคการทำไพร้มิ่งเมล็ดในข้าวเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การทำไพร้มิ่งเมล็ด, สภาวะเครียดเค็ม, ข้าว, น้ำตาลรวม

ผลของฟองอากาศนาโนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโต
ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effect of CO₂ Nanobubbles on Photosynthesis and Growth of Rice cv. KDML105

ประกาศิต คงนาวัง¹, ศรอมล ไตรภพ¹, ธัญญาณี ดิเรกศรี², ศรีประจักษ์ ครองสุข¹, อโนมา ดงแสนสุข^{2,3*}

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ กลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L. cv. KDML105) เป็นข้าวเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นสินค้าส่งออกที่มีความต้องการสูงทั่วโลก เนื่องจากปัจจุบันสภาพอากาศแปรปรวนจึงส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตข้าว ปัจจุบันเทคโนโลยีนาโนบับเบิลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ nanobubbles; CO₂ NBs) ได้รับความสนใจในภาคการเกษตร ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของนาโนบับเบิลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ NBs) ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง รงควัตถุ และการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพโรงเรือน โดยทำการพ่นสารทางใบด้วยน้ำ RO (T1), CO₂ NBs (T2) และ CO₂ NBs ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว sorbitan stearate (Span 60) เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะตั้งท้องจนถึงระยะโผล่ช่อดอก และทำการเก็บข้อมูลการสังเคราะห์ด้วยแสง รงควัตถุ และความสูงของข้าวที่ระยะนี้ ผลการศึกษาพบว่าสภาพอากาศภายในโรงเรือน ได้แก่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง อยู่ระหว่าง 26.7–46.1°C, 32–95% และ 124 - 2231 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และพบว่า การพ่นสารทางใบด้วย CO₂ NBs ร่วมกับสาร Span 60 ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ส่วนค่า F_v/F_m และความสูงที่พ่นด้วยสารทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันและค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมแสดงถึงพืชสุขภาพดี มีการเจริญเติบโตทั้ง 3 กลุ่ม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพ่นด้วยสาร CO₂ NBs ร่วมกับสารลดแรงตึงผิว sorbitan stearate (Span 60) (T3) ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์ด้วยแสงและสะสมรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าว, นาโนบับเบิลคาร์บอนไดออกไซด์, ความสูง, การสังเคราะห์ด้วยแสง, คลอโรฟิลล์

**การประเมินศักยภาพคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนด้วย
การทำนาแบบเปียกสลับแห้งในเขตอิรวดี ประเทศเมียนมา**
**Assessment of Carbon Credit Potential from Methane Reduction through Alternate
Wetting and Drying (AWD) Rice Cultivation in the Ayeyarwady Region, Myanmar**

Nang Mway Hom¹, กัญญณัฐ ศิริธัญญา¹, สุรพล ใจวงศ์ษา¹, มาโนช คุ่มพนาลัยสถิต^{1*}, ชาญณรงค์ ผ่องใส², Sai Kaew² และ Kyi Sin Kyal²

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

² CPP Myat Min Agro Co., Ltd., Myanmar

* Corresponding author: manoch1989@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในด้านความมั่นคงทางอาหารและด้านเศรษฐกิจของประเทศเมียนมา แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมีเทนที่สำคัญของประเทศ ซึ่งเป็นผลมาจากการปลูกข้าวในสภาพน้ำท่วมขัง ด้วยเหตุนี้ การส่งเสริมแนวทางการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) เพื่อลดระยะเวลาการขังน้ำในนาข้าว จึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการลดการปล่อยก๊าซมีเทน และการสร้างคาร์บอนเครดิตจากนาข้าว อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้เกษตรกรนำแนวทางดังกล่าวไปปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัยแรงจูงใจที่ชัดเจน เช่นกลไกของตลาดคาร์บอนเครดิต ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการประเมินศักยภาพของพื้นที่ในการสร้างคาร์บอนเครดิตจากการจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าวในเขตอิรวดี ประเทศเมียนมาตามวิธีการของ Gold Standard โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับการสำรวจข้อมูลจากเกษตรกรจำนวน 750 ราย ผลการศึกษาพบว่า เขตอิรวดีมีพื้นที่นา 1,033,369 เฮกตาร์ และมีพื้นที่นาที่ผ่านตามข้อกำหนดของ Gold Standard (Eligible area) จำนวน 760,403 เฮกตาร์ หรือร้อยละ 73.6 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาอัตราการยอมรับแนวทางการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งแทนการปลูกข้าวแบบนาข้าวที่ท่วมขังต่อเนื่องของเกษตรกรในพื้นที่หากมีกลไกคาร์บอนเครดิตเป็นตัวขับเคลื่อนซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 76.0 ส่งผลให้พื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาคาร์บอนเครดิต (Adjusted area) อยู่ที่ 577,906 เฮกตาร์ และสามารถประเมินคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนผ่านการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง โดยรูปแบบการระบายน้ำออกครั้งเดียว (Single aeration) นั้นสามารถสร้างได้ 174,618 – 1,565,326 tCO₂e ต่อปี ในพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ ส่วนรูปแบบการระบายน้ำออกหลายครั้ง (Multiple aeration) สามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้ 270,958 – 2,041,730 tCO₂e ต่อปี แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความถี่ของการปล่อยน้ำเข้า-ออก มีศักยภาพสูงกว่าในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อเทียบกับการระบายน้ำเพียงครั้งเดียว อย่างไรก็ตาม การนำแนวทางเหล่านี้ไปใช้จริงยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านการเข้าถึงแหล่งน้ำ ระบบชลประทาน ความพร้อมด้านแรงงาน และระดับความเสี่ยงที่เกษตรกรยอมรับได้ ตลอดจนแรงจูงใจจากตลาดคาร์บอนเครดิต

คำสำคัญ: การลดการปล่อยก๊าซมีเทน, การจัดการน้ำ, การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง, ข้าว, คาร์บอนเครดิต

คำนำ

การผลิตข้าวในประเทศเมียนมาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 4.4 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของชาติ แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนที่สำคัญของประเทศ โดยอาจทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 51.39 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) ต่อปี

สาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซเหล่านี้มาจากการทำนาแบบขังน้ำต่อเนื่อง (Continuous flooding) ที่เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป การขังน้ำดังกล่าวส่งผลให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจนในดิน (Anaerobic soil conditions) ซึ่งเอื้อต่อการเกิดก๊าซมีเทน (CH₄) [1, 2] แม้ว่าจะมีวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกที่หลากหลาย เช่น การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

และแนวทางการจัดการน้ำเพื่อลดเวลาการเกิดน้ำท่วมขัง แต่วิธีการเหล่านี้ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาในการนำไปปฏิบัติจริง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านองค์ความรู้ เทคนิคการจัดการ และปัจจัยด้านทุนสำหรับเกษตรกรรายย่อย ซึ่งจากวิธีการจัดการที่กล่าวข้างต้น การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง หรือ AWD (Alternate Wetting and Drying) ซึ่งเป็นวิธีจัดการน้ำที่ปล่อยให้ระดับน้ำในนาแห้งลงจนถึงระดับที่กำหนด (เช่น ให้ท่อวัดน้ำแสดงระดับน้ำต่ำกว่า 15 ซม.) ก่อนจึงปล่อยน้ำเข้าใหม่เป็นรอบ ๆ แทนการขังน้ำต่อเนื่อง ถือเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ได้รับความนิยม เพราะนอกจากจะช่วยลดการเกิดก๊าซมีเทนและยังช่วยลดปริมาณการใช้น้ำ มีต้นทุนเทคโนโลยีที่ต่ำ และสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้หากมีการจัดการที่เหมาะสม [3] อย่างไรก็ตามการส่งเสริมแนวปฏิบัติดังกล่าวในประเทศเมียนมายังคงมีข้อจำกัด เช่น ความตระหนักรู้ของเกษตรกร การสนับสนุนทางองค์ความรู้ และเทคนิค ตลอดจนแรงจูงใจในการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง [4, 5] ดังนั้นกลไกคาร์บอนเครดิตจึงมีศักยภาพในการเป็นแรงจูงใจเชิงเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมสำหรับทั้งเกษตรกรและผู้พัฒนาโครงการ เนื่องจากสามารถสร้างรายได้จากการลดการปล่อยก๊าซมีเทน ขณะเดียวกันยังส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบจัดการน้ำที่ยั่งยืนมากขึ้น โดยเกษตรกรสามารถได้รับผลตอบแทนจากการลดก๊าซเรือนกระจก ส่วนผู้พัฒนาโครงการสามารถใช้กลไกนี้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการส่งเสริมเทคโนโลยี AWD ในระดับพื้นที่ และขยายผลไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรอย่างเป็นระบบได้ และในปัจจุบันมีมาตรฐานคาร์บอนระดับสากล เช่น Verra (VCS Program) และ Gold Standard ที่ได้พัฒนาระเบียบวิธีสำหรับการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการจัดการน้ำในนาข้าวไว้อย่างชัดเจน ทั้งในด้านการเก็บข้อมูล การคำนวณ และการตรวจสอบ ทำให้สามารถรับรองปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกและแปลงเป็นคาร์บอนเครดิตที่ซื้อขายได้ในตลาดคาร์บอนได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ [6, 7] ดังนั้น งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาศักยภาพในการสร้างคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนผ่านการทำนาแบบเปียกสลับแห้งในเขตอิรวดี ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญของประเทศไทย โดยมียุทธประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์และข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปใช้สนับสนุนผู้สนใจพัฒนาโครงการคาร์บอนเครดิต

ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเชิงนโยบาย ด้านการเกษตร การพัฒนาชุมชน และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาพื้นที่นาในเขตอิรวดี (Ayeyarwady) หรือที่รู้จักกันในนามพื้นที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ (Delta region) ของประเทศเมียนมา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญยิ่งในฐานะแหล่งผลิตข้าวหลักของประเทศ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากการรวบรวมทั้งแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิ โดยข้อมูลทุติยภูมิมุ่งเน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลูกข้าวในพื้นที่จากแหล่งข้อมูลระดับชาติ [8,9] ส่วนข้อมูลปฐมภูมิได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยตรงจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 750 ราย ด้วยการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (Structured questionnaire interviews) ที่ครอบคลุมรายละเอียดในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ รูปแบบการเพาะปลูก การบริหารจัดการน้ำ ปริมาณและชนิดของปัจจัยทางการเกษตร การจัดการในแปลงนา และปริมาณผลผลิต รวมถึงความน่าจะเป็นของอัตราการยอมรับของเกษตรกรในการนำแนวทางทำนาแบบเปียกสลับแห้งไปปฏิบัติหากมีการใช้คาร์บอนเครดิตเป็นกลไกในการขับเคลื่อน

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนเป็นคาร์บอนเครดิต

การประเมินเชิงปริมาณของการลดการปล่อยก๊าซมีเทนดำเนินการตามระเบียบวิธีของ Gold Standard เรื่อง "Methane Emission Reduction by Adjusted Water Management Practice in Rice Cultivation" (Version 1.0) โดยใช้แนวทาง Simplified Method ซึ่งประยุกต์ใช้ Default Values ของ IPCC ในการประเมิน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ 1.22 กิโลกรัม CH_4 /เฮกตาร์/วัน การคำนวณได้ดำเนินการภายใต้สมมติฐานมาตรฐานของระเบียบวิธี ได้แก่ ไม่มีการเติมอินทรีย์วัตถุเพิ่มเติม การ

ปฏิบัติการด้านการเพาะปลูกและปัจจัยการผลิตอื่นยังคงเดิม และมีเพียงการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการน้ำจากการขังน้ำต่อเนื่องเป็นระบบเปียกสลับแห้ง (AWD) เท่านั้น ทั้งนี้ มีการหักลบค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty Deduction) ตามที่ระบุในระเบียบวิธีเพื่อให้ผลการประเมินมีความถูกต้องมากขึ้น [6,10] ผลลัพธ์การประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจะถูกนำไปแปลงเป็นคาร์บอนเครดิต โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (Global Warming Potential: GWP_{CH_4}) เท่ากับ 28 ตามข้อกำหนดของ IPCC ซึ่งเป็นฐานในการคำนวณปริมาณคาร์บอนเครดิตสุทธิที่สามารถรับรองได้ในระบบตลาดคาร์บอน [10]

ผลการทดลอง

การศึกษากรณีฐานของการปลูกข้าวในพื้นที่

เขตอิรวดีซึ่งมีพื้นที่รวมกว่า 3.5 ล้านเฮกตาร์ [8] มีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 1,228,738 เฮกตาร์ มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.8 ตัน/เฮกตาร์ ถือว่าเป็นแหล่งผลิตข้าวหลักของประเทศเมียนมา [1] และเนื่องจากเป็นพื้นที่ปลูกข้าวหลักจึงมีการใช้ระบบชลประทานอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงทำนาแบบน้ำท่วมขังอย่างต่อเนื่อง และนิยมปลูกข้าว 2 รอบต่อปี แต่ในบางกรณีปลูกข้าวเพียงรอบเดียวต่อปี เนื่องจากมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอในฤดูแล้งหรือปลูกพืชชนิดอื่นเป็นพืชหลังนา เกษตรกรมีการเพาะปลูกข้าวหลากหลายสายพันธุ์ รวมถึงพันธุ์พื้นเมือง เช่น Pawsan Muu, Aye Yar Min และ Bayw Tun ควบคู่ไปกับพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ เช่น Sin Thu Kha, Thai Nhan Kout, Manaw Thu Kha และ Ye-90 สายพันธุ์เหล่านี้มีระยะเวลาการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน โดยอายุข้าวนาปี (ฤดูฝน) เฉลี่ย 138 วัน และอายุข้าวนาปรัง (ฤดูแล้ง) เฉลี่ย 116 วัน การเลือกปลูกสายพันธุ์เหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านศักยภาพของผลผลิต คุณภาพเมล็ดข้าว ความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพอากาศในพื้นที่ และความต้องการของตลาด



ภาพที่ 1: แผนที่แสดงที่ตั้งและขอบเขตของเขตอิรวดีซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา

แหล่งที่มา Myanmar Information Management Unit, 2015

การประเมินศักยภาพของพื้นที่เป้าหมาย

เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ Gold Standard [6] ที่กำหนดว่าพื้นที่ต้องไม่มีข้อจำกัดด้านสิทธิที่ดินหรือข้อพิพาทการใช้ที่ดิน ไม่เป็นพื้นที่ป่าไม้ภายในระยะเวลา 10 ปี (ตั้งแต่ ค.ศ. 2016) และพื้นที่ต้องไม่ซ้ำซ้อนกับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกอื่น (No Double Counting) และเป็นพื้นที่นาข้าวท่วมขังต่อเนื่อง พบว่าจากพื้นที่นา 1,228,738 เฮกตาร์ มีพื้นที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1,033,369 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 84.1 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาเกณฑ์เพิ่มว่าต้องเป็นพื้นที่นาที่มีระบบชลประทานที่สามารถเอาน้ำเข้า-ออก จากแปลงได้ตามความต้องการ คิดเป็นพื้นที่ 760,463 เฮกตาร์ และจากการสำรวจความน่าจะเป็นของอัตราการยอมรับของเกษตรกรในการนำแนวทางทำนาแบบเปียกสลับแห้งไปปฏิบัติหากมีคาร์บอนเครดิตเป็นกลไกในการขับเคลื่อน ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 76.0 จึงทำให้พื้นที่ที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้เปลี่ยนการทำนาข้าวท่วมขังแบบต่อเนื่องเป็นการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนอันจะนำไปสู่การสร้างคาร์บอนเครดิตมีจำนวนพื้นที่ 577,906 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 47.0 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด โดยพื้นที่เหล่านี้แบ่งเป็นพื้นที่ทำนารอบเดียวต่อปี (Single cropping) และ สองรอบ

ต่อปี (Double cropping) อยู่ที่ 112,114 และ 465,792 เฮกตาร์ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19.4 และ 80.6 ของพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า Adjusted area

การคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซมีเทน

สำหรับการประเมินการลดการปล่อยก๊าซมีเทนนั้น ได้กำหนดสถานการณ์พื้นฐาน (Baseline scenario) อยู่ 2 แบบ คือ การปลูกข้าวรอบเดียวต่อปี (Single cropping) และการปลูกข้าวสองรอบต่อปี (Double cropping) และสถานการณ์โครงการ (Project scenario) แบ่งเป็นการทำ AWD ด้วยการปล่อยให้แปลงแห้งเพียง 1 ครั้งเพิ่มจากกรณีฐาน (Single aeration) และการทำ AWD ด้วยการปล่อยให้แปลงแห้งมากกว่า 2 ครั้ง เพิ่มจากกรณีฐาน (Multiple aeration) ผลการประเมินศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซมีเทน (ER_y) จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้งในเขตอิรวดี สำหรับพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์ของ Gold Standard และเกษตรกรมีแนวโน้มในการยอมรับการปรับเปลี่ยนทำนาแบบเปียกสลับแห้ง หรือเรียกว่า “Adjusted area” ในตารางที่ 1 นั้น หากเกษตรกรทั้งหมดเลือกแนวทาง Single aeration นำไปปฏิบัตินั้นจะสามารถลดก๊าซมีเทนและคิดเป็นคาร์บอนเครดิตอยู่ที่ 1,739,944 tCO₂e โดยแบ่งเป็น 174,618 และ 1,565,326 tCO₂e สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ แต่หากเกษตรกรเลือกเอาแนวทาง Multiple aeration นำไปปฏิบัตินั้นจะสามารถลดก๊าซมีเทนและคิดเป็นคาร์บอนเครดิตอยู่ที่ 2,312,688 tCO₂e โดยแบ่งเป็น 270,958 และ 2,041,730 tCO₂e สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ Adjusted Area (577,906 เฮกตาร์) นั้นสามารถส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซมีเทนไปพร้อมกับการสร้างคาร์บอนเครดิตได้สูงถึง 1,739,944 – 2,041,730 tCO₂e ต่อปี และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด (Eligible area) จำนวน 1,033,369 เฮกแตร์นั้น หากมีการขยายผลผ่านกลไกคาร์บอนเครดิตที่เหมาะสมที่ทำให้เกษตรกรทั้งหมดนำแนวทาง AWD ไปปฏิบัติ หากทำนาแบบ Single aeration ทั้งหมดนั้นจะสามารถลดก๊าซมีเทนและคิดเป็นคาร์บอนเครดิตอยู่ที่ 3,111,235 tCO₂e โดยแบ่งเป็น 312,238 และ 2,798,997 tCO₂e สำหรับพื้นที่ Single cropping และ

Double cropping ตามลำดับ และหากเกษตรกรเลือกเอาแนวทาง Multiple aeration นำไปปฏิบัตินั้นจะสามารถลดก๊าซมีเทนและคิดเป็นคาร์บอนเครดิตอยู่ที่ 4,135,373 tCO₂e โดยแบ่งเป็น 484,507 และ 3,650,866 tCO₂e สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ ผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ Eligible area ในเขตอิรวดีนั้นมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนเพื่อการสร้างคาร์บอนเครดิตด้วยการทำนาแบบเปียกสลับแห้งอยู่ที่ 3,111,235 – 4,135,373 tCO₂e ต่อปี

เมื่อคิดค่าเฉลี่ยคาร์บอนเครดิตต่อพื้นที่ พบว่าการทำนาแบบ Single aeration มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.56 และ 3.36 tCO₂e/ha สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 1.63 tCO₂e/ha/crop ในขณะที่การทำนาแบบ Multiple aeration นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.42 และ 4.38 tCO₂e/ha สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 2.27 tCO₂e/ha/crop ซึ่งค่าที่ได้จากการประเมินในการศึกษานี้อยู่ในช่วงเดียวกับผลการทดลองภาคสนามที่ใช้วิธี Chamber method ในการวัดการปล่อยก๊าซมีเทน โดยมีรายงานว่าการทำนาแบบ AWD สามารถลดการปล่อยมีเทนได้ประมาณ 0.27–2.93 tCO₂e/ha ในประเทศฟิลิปปินส์ และ 0.58–3.08 tCO₂e/ha ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าค่าที่ประเมินได้จากงานวิจัยนี้สอดคล้องกับช่วงค่าที่พบในงานวิจัยภาคสนามจากต่างประเทศ [11,12] และเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการน้ำ พบว่า Multiple aeration ให้ศักยภาพการสร้างคาร์บอนเครดิตสูงกว่า Single aeration ประมาณร้อยละ 55.2 และ 30.4 สำหรับพื้นที่ Single cropping และ Double cropping ตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มความถี่ในการระบายน้ำช่วยลดสถานะไร้ออกซิเจนภายในนาซึ่งเป็นต้นกำเนิดของก๊าซมีเทน แต่อย่างไรก็ตาม Single aeration นั้นมีแนวโน้มที่เกษตรกรจะเลือกนำไปปฏิบัติสูง เนื่องจากเป็นวิธีปฏิบัติที่ง่ายกว่า มีความเสี่ยงต่อผลผลิตที่ต่ำกว่าหากปฏิบัติไม่ถูกต้อง และมีต้นทุนแรงงานและการจัดการต่ำกว่า [13,14]

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่สำคัญของแนวทางการจัดการน้ำในพื้นที่นาชลประทานของเขตอิรวดีในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนและการสร้างคาร์บอนเครดิต

จากนาข้าวที่สูงถึง 1,739,944 – 4,135,373 tCO₂e ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามประเด็นที่ผู้พัฒนาโครงการคาร์บอนเครดิต หรือหน่วยงานที่ต้องการส่งเสริมควรต้องพิจารณาเพิ่มเติม ได้แก่ ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและระบบชลประทาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการทำ AWD โดยเฉพาะในรูปแบบ Multiple Aeration ที่ต้องการการควบคุมระดับน้ำอย่างแม่นยำ อีกทั้ง อัตราการยอมรับเทคโนโลยี AWD ยังอยู่ในระดับต่ำมาก การยอมรับที่ต่ำนี้ เป็นอุปสรรคสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขก่อนการขยายโครงการคาร์บอนเครดิตในระดับพื้นที่ [14, 15] อีกประเด็นที่ต้องพิจารณาคือระบบการติดตาม ตรวจสอบ และรายงานผล (MRV) ซึ่งต้องมีความน่าเชื่อถือและสามารถดำเนินการได้จริงในพื้นที่ชนบทของเมียนมาเพื่อให้การรับรองคาร์บอนเครดิตเป็นไปตามมาตรฐานสากล การเก็บข้อมูลระดับน้ำ กิจกรรมในแปลง และข้อมูลผลผลิตต้องมีความถูกต้อง สม่ำเสมอ และตรวจสอบย้อนหลังได้ มิฉะนั้นโครงการอาจขาดความน่าเชื่อถือในตลาดคาร์บอน นอกจากนี้ ผู้พัฒนาโครงการจำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนธุรกรรม (Transaction costs) เช่น ค่า MRV ค่าออกแบบโครงการ และค่า

Validation/Verification ซึ่งอาจสูงสำหรับรายย่อย จึงควรพิจารณาแนวทางการรวมกลุ่มเกษตรกรในรูปแบบ Programmatic หรือ Aggregated Approach เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มโอกาสการมีส่วนร่วมในโครงการ และสุดท้าย การพัฒนากลไกแบ่งปันผลประโยชน์ (Benefit-sharing mechanism) ที่เป็นธรรม โปร่งใส และสร้างแรงจูงใจในการเข้าร่วมเป็นสิ่งสำคัญ โดยต้องมั่นใจว่าเกษตรกรได้รับส่วนแบ่งที่เหมาะสมจากคาร์บอนเครดิต เพื่อให้การนำ AWD ไปใช้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน หากสามารถออกแบบระบบสนับสนุนเทคโนโลยี การส่งเสริมและฝึกอบรม การลดต้นทุน และการจูงใจด้านรายได้ได้อย่างสมดุล โครงการคาร์บอนเครดิตในพื้นที่อ่าวดีจะสามารถขยายผลไปสู่ระดับภูมิภาคและเป็นกลไกสำคัญต่อการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรของเมียนมาได้อย่างแท้จริง

Table 1: Annual Methane Emission Reduction (ER_y) in Ayeyarwady Region

Cropping Pattern	Eligible Area			Adjusted Area		
	Total Area (ha)	Single aeration (tCO ₂ e)	Multiple aeration (tCO ₂ e)	Total Area (ha)	Single Aeration (tCO ₂ e)	Multiple Aeration (tCO ₂ e)
Single	200,474	312,238	484,507	112,114	174,618	270,958
Double	832,895	2,798,997	3,650,866	465,792	1,565,326	2,041,730
Total	1,033,369	3,111,235	4,135,373	577,906	1,739,944	2,312,688

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการในการให้ข้อมูลทางด้านการเกษตร และขอขอบพระคุณทีมงาน Farm Pro ของบริษัท CPP Myat Min Agro Co., Ltd. ในประเทศเมียนมา สำหรับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- USAID. (2023). *Rice area and production estimates for the 2022 monsoon season*. Myanmar Agricultural Crop Yield Estimation Project. United States Agency for International Development (USAID).
- Climate Watch. (2021). Greenhouse gas (GHG) emissions. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2021&gases=ch4®ions=MMR§ors=agriculture&source=Climate%20Watch&start_year=1990.

- Sander, B. O., Wassmann, R., Palao, L. K., & Nelson, A. (2017). Climate-based suitability assessment for alternate wetting and drying water management in the Philippines: a novel approach for mapping methane mitigation potential in rice production. *Carbon Management*, 8(4), 331–342.
- Oo, S. P., Usami, K., & Hoque, M. J. (2020). Rice Farmers' Adoption of Good Agricultural Practices in Ayeyarwady Region, Myanmar: A Case Study of Myaungmya District.
- Win, E. P., Win, K. K., Bellingrath-Kimura, S. D., Oo, A. Z. (2020). Greenhouse gas emissions, grain yield and water productivity: a paddy rice field case study based in Myanmar. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 10(5), 884-897.
- Gold Standard Foundation. (2023). *Methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation (Version 1.0)*. Gold Standard. <https://globalgoals.goldstandard.org>.
- Verified Carbon Standard (VCS) Program. (2025). *Improved Management in Rice Production Systems (Version 1.0)*. Verra. <https://verra.org>.
- Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation. (2021). *Myanmar Agricultural Statistics 2020-2021*. Nay Pyi Taw, Myanmar: Department of Planning.
- Myanmar Information Management Unit. (2019). *Agricultural land use database for Myanmar*. MIMU. <http://www.themimu.info>.
- IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Samoy-Pascual, K., B. Sibayan, E., S. Grospe, F., T. Remocal, A., T-Padre, A., Tokida, T., & Minamikawa, K. (2019). Is alternate wetting and drying irrigation technique enough to reduce methane emission from a tropical rice paddy?. *Soil Science and Plant Nutrition*, 65(2), 203-207.
- Zhao, C., Qiu, R., Zhang, T., Luo, Y., & Agathokleous, E. (2024). Effects of Alternate Wetting and Drying Irrigation on Methane and Nitrous Oxide Emissions From Rice Fields: A Meta-Analysis. *Global Change Biology*, 30(12), e17581.
- Bouman, B. A. M., Humphreys, E., Tuong, T. P., & Barker, R. (2007). Rice and water. *Advances in Agronomy*, 92, 187–237.
- Lampayan, R. M., Rejesus, R. M., Singleton, G. R., & Bouman, B. A. M. (2015). Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, 170, 95–108.
- Suwanmaneepong, S., Kultawanich, K., Khurnpoon, L., Sabaijai, P. E., Cavite, H. J., Llonas, C., Lepcha, N., & Kerdsriserm, C. (2022). Alternate Wetting and Drying as Water-Saving Technology: An Adoption Intention in the Perspective of Good Agricultural Practices (GAP) Suburban Rice Farmers in Thailand. *Water*, 15(3), 402.

การประเมินการจัดการน้ำที่เหมาะสมในการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง เพื่อสร้างคาร์บอนเครดิตในประเทศเมียนมา

Assessment of Appropriate Alternate Wetting and Drying (AWD) Water Management for Rice Cultivation to Generate Carbon Credits in Myanmar

อธิป ฉงสกุล¹, ชาญณรงค์ ผ่องใส², สุรพลใจ วงศ์ษา¹, กัญญณัช ศรีธัญญา¹, สุรเกียรติ์ คัมพนาลัยสถิต¹ และ มาโนช คัมพนาลัยสถิต^{1*}

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

² CPP Myat Min Agro Co., Ltd., Myanmar

* Corresponding author: manoch1989@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

การปลูกข้าวเป็นกิจกรรมหลักของภาคการเกษตรในประเทศเมียนมาซึ่งไม่เพียงเผชิญกับความแปรปรวนของสภาพอากาศ แต่ยังเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมีเทนที่สำคัญของประเทศที่เกิดจากการปลูกข้าวแบบนาข้าว ดังนั้นการจัดการน้ำในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการเกิดก๊าซมีเทนจึงเป็นหนึ่งในเป้าหมายในการส่งเสริมให้แก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาตลาดคาร์บอนเครดิตเพื่อเป็นแรงขับเคลื่อน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินแนวทางการจัดการน้ำที่เหมาะสมของการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งสำหรับเกษตรกรในเมียนมาที่สามารถเพิ่มผลผลิตและสร้างคาร์บอนเครดิตได้สูงตามมาตรฐานของ Gold Standard โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำมีพื้นที่ 150 ตารางเมตร การทดลองประกอบด้วย 5 วิธีการจัดการน้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1: ปล่อยน้ำเข้าออกสองครั้งในระยยะแตกกอและระยะน้ำนม พร้อมทั้งระบายน้ำก่อนเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน, กรรมวิธีที่ 2: ปล่อยน้ำหนึ่งครั้งในระยยะน้ำนม พร้อมทั้งระบายน้ำก่อนเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน, กรรมวิธีที่ 3: ระบายน้ำก่อนเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน, กรรมวิธีที่ 4: ระบายน้ำก่อนเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน ร่วมกับการปลูกหน่อแดงในนาข้าว และ กรรมวิธีที่ 5: วิธีควบคุมคือการขังน้ำต่อเนื่อง ทั้งหมดปลูกด้วยพันธุ์ Thai Nan Kout ณ สถานีวิจัย Bawni ประเทศเมียนมา ผลการทดลองพบว่า แนวทางการจัดการน้ำในสิ่งทดลองส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิต 6.0, 5.5, 5.4 และ 5.9 t/ha สำหรับวิธีที่ 1-4 ตามลำดับ ขณะที่วิธีควบคุม (กรรมวิธีที่ 5) ให้ผลผลิตเพียง 4.6 ตันต่อเฮกตาร์ และสามารถประเมินค่าคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวตามวิธีการของ Gold Standard ได้ 2.15, 1.50, 0.38 และ 0.12 tCO₂e/ha สำหรับกรรมวิธีที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับเมื่อเทียบกับวิธีควบคุม (กรรมวิธีที่ 5) งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มถี่ในการปล่อยน้ำนั้นสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและสร้างคาร์บอนเครดิตได้จากการลดการเกิดก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายใต้สภาพไร้ออกซิเจนในนาข้าว ในขณะที่การลดจำนวนน้ำท่วมขังด้วยการระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวที่เร็วขึ้นนั้นสามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวอย่างมีนัย และการเพิ่มหน่อแดงในการทำนานั้นสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้แต่อาจส่งผลกระทบต่อคาร์บอนเครดิตที่ได้เนื่องจากการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินนั้นจะทำให้เกิดค่าการปล่อยก๊าซมีเทนที่เพิ่มขึ้นในการคำนวณตามระเบียบวิธีการของ Gold Standard ดังนั้นนอกเหนือจากปัจจัยด้านผลผลิต ปริมาณคาร์บอนเครดิต แล้วปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความพร้อมของระบบชลประทาน ทักษะและความรู้ของเกษตรกร ต้นทุนแรงงาน ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และแรงจูงใจทางเศรษฐกิจ ล้วนเป็นตัวกำหนดสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับและการปฏิบัติจริงในพื้นที่ เพื่อให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซมีเทนอย่างยั่งยืนและสามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าว, เปียกสลับแห้ง, ก๊าซมีเทน, คาร์บอนเครดิต

คำนำ

การปลูกข้าวเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศเมียนมา โดยมีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 4.4 ล้านเฮกตาร์ หรือคิดเป็นพื้นที่มากกว่า 35% ของพื้นที่เกษตรของประเทศ และมีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารและรายได้ของเกษตรกร [1] อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวของเมียนมากำลังเผชิญกับความท้าทายที่รุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งภัยแล้ง น้ำท่วม และความแปรปรวนของปริมาณน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของผลผลิตและความมั่นคงทางอาหารของประเทศโดยตรง นอกจากนี้การผลิตข้าวถือเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักของภาคเกษตรโดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพแวดล้อมแบบไม่มีออกซิเจนภายในนาข้าว [2, 3] ดังนั้น การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำที่ช่วยลดการเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนในนาข้าวจึงเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะวิธีการ Alternate Wetting and Drying (AWD) หรือการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถลดการปล่อยมีเทนได้ร้อยละ 30–70 โดยไม่กระทบต่อผลผลิต [4] อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในภาคเกษตร ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประเทศเมียนมาที่ประสบปัญหาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในหลายภูมิภาค ประกอบกับในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การใช้มาตรการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการคาร์บอนเครดิต ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะการพัฒนามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว เช่น Gold Standard และ Verra (VCS) ซึ่งเปิดโอกาสให้ประเทศกำลังพัฒนาสามารถสร้างรายได้จากกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการที่จะศึกษาแนวทางการจัดการน้ำที่เหมาะสมของการทำนาแบบเปียกสลับแห้งสำหรับเกษตรกรในประเทศเมียนมาที่สามารถเพิ่มผลผลิตและสร้างคาร์บอนเครดิตได้สูงตามมาตรฐานสากล

อุปกรณ์และวิธีการ

การจัดการน้ำ

ออกแบบการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์แบบสุ่ม (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำพื้นที่แปลง 150 ตารางเมตร โดยมีกรรมวิธีทดลองที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำทั้งสิ้น 5

กรรมวิธี โดยเน้นการจัดการน้ำเพื่อลดการเกิดน้ำท่วมขังในแปลงเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1: ปล่อยน้ำเข้าออกสองครั้งในระยะแตกกอและระยะนํ้านม พร้อมทั้งระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน

กรรมวิธีที่ 2: ปล่อยน้ำหนึ่งครั้งในระยะนํ้านม พร้อมทั้งระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน

กรรมวิธีที่ 3: ระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน

กรรมวิธีที่ 4: ระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน ร่วมกับการปลูกแทนแดงในนาข้าว

กรรมวิธีที่ 5: เป็นชุดควบคุม คือการขังน้ำต่อเนื่อง โดยทั้งหมดปลูกด้วยพันธุ์ Thai Nhan Kout ส่วนวิธีการปลูกและการดูแลนั้นปฏิบัติตามคำแนะนำของ Department of Agriculture, Myanmar [5] และเก็บข้อมูลด้านความสูงของดิน จำนวนการแตกกอ จำนวนรวงข้าวต่อกอ และผลผลิตที่ความชื้นเมล็ดร้อยละ 14 รวมทั้งบันทึกจำนวนเมล็ดต่อรวง เมล็ดดี/ลีบ และน้ำหนักรวม 100 เมล็ด วิเคราะห์สถิติด้วย ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ระดับความเชื่อมั่น 95%

การประเมินคาร์บอนเครดิต

การประเมินคาร์บอนเครดิตจากการจัดการน้ำในนาข้าวใช้แนวทาง Simplified approach ตามวิธีการ Methane Emission Reduction by Adjusted Water Management Practice in Rice Cultivation (Version 1.0) ของ Gold Standard ด้วยการประยุกต์ใช้ Default Values ของ IPCC ในการประเมิน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ 1.22 กิโลกรัม CH_4 /เฮกตาร์/วัน ทั้งนี้มีการหักลบค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty Deduction) ตามที่ระบุในระเบียบวิธีเพื่อให้ผลการประเมินมีความถูกต้องมากขึ้น [2, 6] ผลลัพธ์การประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจะถูกนำไปแปลงเป็นคาร์บอนเครดิต โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (Global Warming Potential: GWP_{CH_4}) เท่ากับ 28 ตามข้อกำหนดของ IPCC ซึ่งเป็นฐานในการคำนวณปริมาณคาร์บอนเครดิตสุทธิที่สามารถรับรองได้ในระบบตลาดคาร์บอน [2]

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

ผลการทดลองพบว่าการจัดการน้ำมีผลต่อทั้งการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอย่างชัดเจน โดยในด้านการเจริญเติบโตพบว่าความสูงของต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งกรรมวิธีที่ 5 (ขังน้ำต่อเนื่อง) ให้ความสูงเฉลี่ยมากที่สุด (128.0 ซม.) ในขณะที่จำนวนต้นตอกอไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนรวงต่อกอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งปล่อยน้ำเข้า-ออกช่วงแตกกอและระยะนํ้านม ให้จำนวนรวงสูงที่สุด (15.5 รวง/กอ) สะท้อนว่าการควบคุมน้ำแบบเป็นจังหวะช่วงพัฒนาการสำคัญช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างรวงมากกว่าการขังน้ำต่อเนื่อง ด้านผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด (6,000 กก./เฮกตาร์) และสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธี 5 ซึ่งเป็นกรรมวิธีควบคุม โดยสอดคล้องกับจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ดที่พบแนวโน้มเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าการมีช่วงดินแห้งสลับเปียกที่ควบคุมได้ ส่งผลให้ต้นข้าวสร้างรวงและสะสมเมล็ดได้ดีขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากสามารถช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานที่ระบุว่าการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) สามารถรักษาผลผลิตหรือเพิ่มผลผลิตได้เมื่อมีน้ำเพียงพอในช่วงแตกกอและสร้างรวง [4, 7] ขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ซึ่งขังน้ำต่อเนื่องแม้ให้ความสูงของต้นมากที่สุด แต่กลับให้ผลผลิตต่ำสุด (4,585 กก./เฮกตาร์) บ่งชี้ว่าการขังน้ำนานเกินจำเป็นอาจลดประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารและเพิ่มสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการสร้างเมล็ด นอกจากนี้แล้วการระบายน้ำออกจากแปลงเร็วขึ้นจากเดิมเพียงอย่างเดียว (กรรมวิธีที่ 3) ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต แต่เมื่อมีการเพิ่มการเพาะเลี้ยงเห็ดแห้งในนาข้าวด้วย (กรรมวิธีที่ 4) นั้นสามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลลัพธ์นี้สะท้อนว่า การปลูกเห็ดแห้งสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้ดี แม้อยู่ภายใต้การจัดการน้ำนาที่ลดการขังน้ำลงเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่แสดงให้เห็นว่าการปลูกเห็ดแห้งสามารถเพิ่มผลผลิตในนาข้าวและลดอัตราการใช้

ปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากเห็ดแห้งสามารถตรึงไนโตรเจนผ่านไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในราก ทำให้นาข้าวมีแหล่งไนโตรเจนเสริม [8, 9] อย่างไรก็ตามยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการประยุกต์ใช้เห็ดแห้งอย่างเหมาะสมในการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งเพื่อให้มั่นใจว่าเห็ดแห้งจะสามารถเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้การจัดการน้ำนํ้าออก-เข้าแปลงนาเพื่อให้แปลงแห้ง

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของข้าวภายใต้การจัดการน้ำที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	กอข้าว (ต้น/กอ)	รวง (รวง/กอ)
1	121.2 ^b	20.0	15.5 ^a
2	122.0 ^{ab}	17.4	11.6 ^b
3	120.2 ^b	18.9	12.7 ^{ab}
4	117.5 ^b	17.2	13.1 ^{ab}
5	128.0 ^a	16.5	10.8 ^b
F-test	*	ns	*
C.V. (%)	5.78	27.06	31.04

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย * = $P < 0.05$ และ ns = ไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวภายใต้การจัดการน้ำที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ผลผลิต (kg/ha)	เมล็ด (เมล็ด/รวง)	นน.100 เมล็ด (g)
1	6,000 ^a	104.6 ^a	2.75 ^a
2	5,500 ^{ab}	95.6 ^{ab}	2.53 ^{ab}
3	5,375 ^{bc}	96.5 ^{ab}	2.55 ^{ab}
4	5,900 ^{ab}	96.2 ^{ab}	2.50 ^{ab}
5	4,585 ^c	88.4 ^b	2.18 ^b
F-test	*	*	**
C.V. (%)	12.06	28.09	7.41

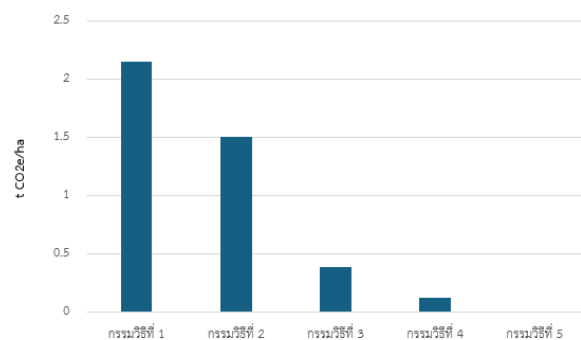
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย * = $P < 0.05$, ** = ที่ $P < 0.01$ และ ns = ไม่มีนัยสำคัญ

ศักยภาพในการสร้างคาร์บอนเครดิต

ผลการประเมินคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน พบว่าการทำนาแบบ AWD ร่วมกับการลดจำนวนวันน้ำขังนั้นสามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้ 1.50 และ 2.15 tCO₂e/ha สำหรับกรรมวิธีที่ 1 ที่ทำนา AWD แบบ Multiple aeration และกรรมวิธีที่ 2 ที่ทำนา AWD แบบ Single aeration ซึ่งค่าประเมินด้วยการใช้ Default value ของ IPCC [2] ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่ผ่านมาจากการวัดค่าการปล่อยก๊าซมีเทนในภาคสนามด้วยวิธี Chamber method ที่รายงานว่าการทำนาแบบ AWD สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ 0.27 – 2.93 tCO₂e/ha ในประเทศฟิลิปปินส์ [10] และ 0.58 – 3.08 tCO₂e/ha ในประเทศสหรัฐอเมริกา [11] และสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่รายงานว่าการใช้ค่า Default value ของ IPCC นั้นมีความเหมาะสมในการใช้ในการประเมินการลดการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อเทียบกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีการสำรวจไว้ก่อนหน้านี้ [12] อย่างไรก็ตามวิธีการประเมินนี้ยังมีข้อจำกัด เพราะสามารถนำไปใช้กับโครงการคาร์บอนเครดิตขนาดเล็กที่มีการขอรับรองไม่เกิน 60,000 tCO₂e ต่อปี [6]

นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการน้ำแบบ Multiple aeration นั้นสามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้สูงกว่า Single aeration เนื่องจากการเพิ่มความถี่ของการระบายน้ำสามารถลดระยะเวลาที่นาข้าวอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญของการเกิดก๊าซมีเทน [12] อย่างไรก็ตาม วิธี Single aeration มีแนวโน้มได้รับการยอมรับจากเกษตรกรมากกว่า เนื่องจากให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในปริมาณที่ใกล้เคียงกับวิธี Multiple aeration (ตารางที่ 2) และเป็นแนวปฏิบัติที่ง่าย ลดความเสี่ยงต่อผลผลิตจากความคลาดเคลื่อนในการปฏิบัติ และมีภาระด้านแรงงานน้อยกว่า [4, 7] ในขณะที่การลดจำนวนวันน้ำท่วมขังโดยการเอาน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น 10 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมในกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งเป็นวิธีการจัดการน้ำที่ง่ายที่สุด มีความซับซ้อนน้อยที่สุด และมีความเสี่ยงต่อผลผลิตลดลงน้อยที่สุด และสามารถสร้างคาร์บอนเครดิตได้ถึง 0.38 tCO₂e/ha แม้ว่าผลผลิตอาจจะไม่แตกต่างจากชุดควบคุมแต่อาจจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรกร ในขณะที่การเพิ่มการเลี้ยงแหนแดงในนาข้าวร่วมกันกับการลด

จำนวนวันน้ำท่วมขังในกรรมวิธีที่ 4 นั้น สามารถลดก๊าซมีเทนได้น้อยที่สุด ลดได้เพียง 0.12 tCO₂e/ha ซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่รายงานว่า การเติมแหนแดงลงในแปลงนามีส่วนช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนร้อยละ 10 - 40 เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใช้แหนแดง [13] เนื่องจากในวิธีการประเมินการลดการปล่อยก๊าซมีเทนของ Gold Standard นั้นไม่ได้ครอบคลุมถึงการใช้แหนแดงในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มแหนแดงในนาข้าวเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพิ่มลงไปในพื้นที่ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นในการคำนวณ [2, 6] จึงส่งผลให้กรรมวิธีนี้สร้างคาร์บอนเครดิตได้น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.12 tCO₂e/ha



ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ได้จากการประเมินการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการจัดการน้ำในนาข้าวที่แตกต่างกัน

บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการจัดการน้ำแบบ AWD ที่ออกแบบอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการทำ Multiple และ Single aeration ร่วมกับการจัดการช่วงน้ำขังให้เหมาะสม มีศักยภาพสูงทั้งด้านการเพิ่มผลผลิตและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งนำไปสู่การสร้างคาร์บอนเครดิต ในขณะที่การใช้แหนแดงมีข้อดีด้านการเพิ่มผลผลิตแต่ยังต้องมีการพัฒนาวิธีการประเมินคาร์บอนเครดิตที่เหมาะสมในอนาคต ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการจัดการน้ำจึงขึ้นอยู่กับความตัดสินใจของเกษตรกรตามบริบทของแต่ละพื้นที่ และปัจจัยด้านอื่นๆ ได้แก่ ศักยภาพด้านแหล่งน้ำ ความพร้อมด้านแรงงาน ความรู้ ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ตลอดจนความสามารถในการเข้าร่วมโครงการคาร์บอน

เครดิต ดังนั้น ความสำเร็จของการสร้างคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซมีเทนและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เงื่อนไขทรัพยากร และข้อจำกัดจริงของเกษตรกร เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ได้จริงในระดับพื้นที่และยั่งยืนในระยะยาว

คำนิยาม

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท CPP Myat Min Agro Co., Ltd. ในประเทศเมียนมา

เอกสารอ้างอิง

- USAID. (2023). *Rice area and production estimates for the 2022 monsoon season: Myanmar Agricultural Crop Yield Estimation Project*. United States Agency for International Development (USAID)
- IPCC. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Neue, H. U. (1997). Fluxes of methane from rice fields and potential for mitigation. *Soil Use and Management*, 13(4), 258–267.
- Bouman, B. A. M., Humphreys, E., Tuong, T. P., & Barker, R. (2007). Rice and water. *Advances in Agronomy*, 92(1), 187–237.
- Department of Agriculture. (2022). *Agriculture technology*. https://www.doa.gov.mm/fes/index.php?route=cms/category&path=13_16_26
- Gold Standard Foundation. (2023). *Methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation* (Version 1.0). Gold Standard. <https://globalgoals.goldstandard.org>
- Lampayan, R. M., Rejesus, R. M., Singleton, G. R., & Bouman, B. A. M. (2015). Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, 170(1), 95–108.
- Watanabe, I., & Liu, C. C. (1992). Improving nitrogen-fixing systems and integrating them into sustainable rice farming. *Plant and Soil*, 141(2), 57–67.
- Marzouk, S. H., Tindwa, H. J., Amuri, N. A., & Semoka, J. M. (2023). An overview of underutilized benefits derived from Azolla as a promising biofertilizer in lowland rice production. *Heliyon*, 9(1), 1–12.
- Samoy-Pascual, K., Sibayan, E. B., Grospe, F. S., Remocal, A. T., T-Padre, A., Tokida, T., & Minamikawa, K. (2019). Is alternate wetting and drying irrigation technique enough to reduce methane emission from a tropical rice paddy?. *Soil Science and Plant Nutrition*, 65(2), 203–207.
- Zhao, C. X., & Qiu, R. J. (2024). *Effects of alternate wetting and drying irrigation on methane and nitrous oxide emissions from rice fields: A meta-analysis*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14010496>
- Sander, B. O., Wassmann, R., & Siopongco, J. D. L. C. (2017). Mitigating greenhouse gas emissions from rice production through water-saving techniques: Potential, adoption and empirical evidence. *Irrigation Science*, 35(1), 89–103.
- Kimani, S. M., Bimantara, P. O., Kautsar, V., Torita, R., Hattori, S., Tawarayama, K., & Cheng, W. (2022). Influence of Azolla incorporation and/or dual cropping on CH₄ and N₂O emission from a paddy field. *Soil Science and Plant Nutrition*, 68(2), 246–255.

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองขอนแก่น

สายพันธุ์นางนวลและอีเหลืองน้อยในสภาพแปลง

The Study of Morphology and Photosynthesis in Khon Kaen Landrace rice var. Nangnual and E-leung noi under Field condition

ธัญญาณี ดิเรกศรี¹, สมิตร์ดา บุญวิจิตร¹, กนกวรรณ สุนนท์¹, ณัฐภัสสร สุทธิประภา², พุกกษา หล้าวงษา³, ปิยะดา ชีระกุลพิสุทธิ์^{4,5}, ประสิทธิ์ สมจินดา³ อโนมา คงแสนสุข^{1,5*}

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

³สาขาวิชาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁵กลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ข้าวพื้นเมืองไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีความหลากหลาย มีความสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมเฉพาะพื้นที่ ซึ่งมีศักยภาพต่อการพัฒนาสายพันธุ์ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน งานวิจัยนี้ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองสองสายพันธุ์ ได้แก่ **นางนวลและอีเหลืองน้อย** ที่ปลูกในสภาพแปลง ณ **ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น และ บ้านบึงเนียม จังหวัดขอนแก่น** ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.1% ส่วนที่ตำบลบึงเนียมเนื้อดินเป็นดินเหนียวและมีค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 4.25% ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวนางนวลมีแผ่นใบเขียว ข้อต่อกาบใบเขียว ความสูงและลำต้นใหญ่กว่าข้าวอีเหลืองน้อยมีแผ่นใบเขียว ข้อต่อกาบใบสีเขียวน้อย และลำต้นเล็กกว่า สำหรับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของข้าวนางนวลทั้งสองพื้นที่มีค่า $21-23 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ส่วนข้าวอีเหลืองน้อยเท่ากับ $20-26 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ส่วนประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ระบบแสงสองในสภาพมืด (F_v/F_m) และในสภาพที่มีแสง ($\Delta F/F_m$) ของข้าวนางนวลและอีเหลืองน้อยทั้งสองพื้นที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าอยู่ระหว่าง 0.81-0.83 และ 0.55-0.59 ตามลำดับ และพบว่าข้าวนางนวลมีค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงกว่าในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นถึงแม้มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าบ้านบึงเนียม แสดงให้เห็นว่าข้าวนางนวลสามารถปรับตัวได้ดีในพื้นที่ที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ แต่ถึงอย่างไรในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ข้าวอีเหลืองน้อยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงกว่าข้าวนางนวล ส่วนปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงพบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์ปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นและบ้านบึงเนียมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.17-2.85 mg/gFW และ 0.03-0.87 mg/gFW ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าข้าวปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นมีปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าปลูกที่บ้านบึงเนียม และพบว่าข้าวอีเหลืองน้อยปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นมีค่าสูงที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้าวนางนวลมีการปรับตัวในด้านการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในสภาพดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่วนข้าวอีเหลืองน้อยถึงแม้มีลักษณะลำต้นขนาดเล็กกว่าตามพันธุกรรมของข้าว แต่มีปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงจึงส่งผลทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงมีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์

คำสำคัญ: ข้าวพื้นเมือง, การสังเคราะห์ด้วยแสง, อินทรีย์วัตถุ, ลักษณะสัณฐานวิทยา

การประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาและการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองขอนแก่น
สายพันธุ์ก่ำใบเขียวและขาวก้นในสภาพแปลง

The Evaluation of Morphology and Photosynthetic performance in Khon Kaen Landrace
rice var. Kum bai kaew and Khow kon under Field condition

สมิตรา บุญจิตร¹, ธัญญา นิเรกศรี¹, กนกวรรณ สุนนท์¹, ณัฐภัสสร สุทธิประภา², พกษา หล้าวงษา³, ปิยะดา ธีระกุลพิสุทธิ์^{4,5}, ประสิทธิ์ สม
จินดา³ อโนมา ดงแสนสุข^{1,5*}

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

³สาขาวิชาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁵กลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการปรับตัวได้ดีของข้าวพื้นเมืองไทยต่อสภาพแวดล้อมเฉพาะพื้นที่ ช่วยให้ข้าวพื้นเมืองเหล่านี้เหมาะต่อการพัฒนาเพื่อให้ทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวน งานวิจัยนี้ได้ประเมินลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของข้าวพื้นเมืองสองสายพันธุ์ ได้แก่ ก่ำใบเขียวและขาวก้น ที่ปลูกในสภาพแปลง ณ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น และ บ้านบึงเนียม จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า เนื้อดินในแปลงพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่นเป็นดินร่วนปนทรายมีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.1% ซึ่งตรงกันข้ามกับบ้านบึงเนียมที่เป็นดินเหนียวและมีอินทรีย์วัตถุสูงเท่ากับ 4.25% ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวก่ำใบเขียว มีแผ่นใบเขียว ข้อต่อกาบใบสีม่วง ความสูงและลำต้นเล็กกว่าข้าวขาวก้นซึ่งมีแผ่นใบเขียว ข้อต่อกาบใบสีเขียว ลำต้นแผ่กว้างและความสูงมากกว่า สำหรับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของข้าวก่ำใบเขียวและข้าวขาวก้นทั้งสองพื้นที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอยู่ระหว่าง $23-25 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ส่วนประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ระบบแสงสองในสภาพมืด (F_v/F_m) และในสภาพที่มีแสง ($\Delta F/F_m'$) ของข้าวก่ำใบเขียวและข้าวขาวก้นทั้งสองพื้นที่มีค่าไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-0.82 และ 0.56-0.64 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าข้าวทั้งสองสายพันธุ์สามารถรักษาสภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงภายใต้สภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันได้ดี และพบค่า NPQ ของข้าวขาวก้นทั้งสองพื้นที่สูงกว่าข้าวก่ำใบเขียวแสดงให้เห็นว่าข้าวขาวก้นสามารถปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินได้มากกว่าส่วนปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงพบว่าข้าวก่ำใบเขียวและข้าวขาวก้นที่ปลูกทั้งสองพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-1.41 mg/gFW และ 0.09-2.07 mg/gFW ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าข้าวขาวก้นที่ปลูกทั้งสองพื้นที่มีปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าข้าวก่ำใบเขียว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีศักยภาพในการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในทั้งสองพื้นที่ แต่ถึงอย่างไรข้าวขาวก้นมีรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงและการจัดการเมื่อได้รับความเข้มแสงสูงได้ดีกว่าจึงส่งผลทำให้มีการเจริญเติบโตสูง

คำสำคัญ : ข้าวพื้นเมือง, การสังเคราะห์ด้วยแสง, รงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง, ลักษณะสัณฐานวิทยา

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการพัฒนาการตลาดข้าว Japonica ในจังหวัดเชียงราย

Production Technology Improvement and Marketing Development of Japonica Rice in Chaing Rai Province

รศ.ดร.ปวีณา ลีตระกูล^{1*}, ผศ.ดร.นฤมล อินทรกุล², นายพายุพิบูลเบศวร์ มากกุล³, นางสาวเอริ นากุ⁴

^{1,2,4} มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

³ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย

บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการพัฒนาการตลาดข้าว Japonica หรือข้าวญี่ปุ่นในจังหวัดเชียงราย เพื่อต้องการลดการนำเข้าข้าวญี่ปุ่นของประเทศไทยควบคู่กับการส่งเสริมเกษตรปลอดภัย โดยทำการวิจัยแบบครบวงจรทั้งห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่การผลิต การสร้างมาตรฐานและการส่งเสริมการตลาดข้าวญี่ปุ่นในจังหวัดเชียงราย สำหรับการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เพื่อขยายผลแปลงต้นแบบเทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับการผลิตข้าว Japonica ในจังหวัดเชียงรายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 2) เพื่อขยายผลการรับรองมาตรฐานการผลิตของกลุ่มเกษตรกรและพัฒนาการผลิตของผู้ประกอบการโรงสีต้นแบบในการผลิตข้าว Japonica ตามมาตรฐาน Q Rice และ 3) เพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดและการสื่อสารการตลาดข้าว Japonica ของจังหวัดเชียงราย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) โดยได้แบ่งกลุ่มประชากรและตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกข้าว Japonica ในจังหวัดเชียงราย จำนวน 130 คน และ ผู้ประกอบการโรงสีต้นแบบ 2 ราย

ผลการศึกษาพบว่า การขยายผลแปลงต้นแบบเทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับการผลิตข้าว Japonica ในจังหวัดเชียงราย ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยใช้ชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าว Japonica โดยเกษตรกรมีส่วนร่วมในจังหวัดเชียงราย ได้ผลผลิตเฉลี่ย 945 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าคิดเป็นร้อยละ 2 ต้นทุนการผลิตข้าว Japonica ต่ำกว่าวิธีการของเกษตรกร ร้อยละ 14 และผลตอบแทนหรือกำไรสุทธิ สูงกว่า ร้อยละ 19 สำหรับการยกระดับมาตรฐานโดยใช้มาตรฐานการผลิต GAP เพิ่มขึ้นจำนวน 40 ราย และการพัฒนาการผลิตของผู้ประกอบการโรงสีต้นแบบได้มาตรฐาน GHPs/HACCP และได้รับรองมาตรฐานข้าว Q rice ซึ่งเป็นการพัฒนามาตรฐานการผลิตทั้งกลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการโรงสี เพื่อรองรับตลาดเกษตรปลอดภัยควบคู่กับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทำให้ข้าวญี่ปุ่นที่ผลิตในประเทศมีคุณภาพ ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัย

ในส่วนด้านการตลาดมีการเพิ่มช่องทางการตลาดและการสื่อสารการตลาดข้าว Japonica ของจังหวัดเชียงราย โดยได้แบ่งกลุ่มลูกค้าให้มีความชัดเจนทั้งแบบ Business-to-Business-to-Customer : B2B2C และ กลุ่มลูกค้าแบบ Business-to-Customer : B2C เพื่อสร้างการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายทั้งในแบบออฟไลน์และออนไลน์ สำหรับการกลยุทธ์การสื่อสารเพื่อสร้างการรับรู้ได้แก่เน้นการสร้าง Storytelling ข้าวปลอดภัยและเกษตรกรทำเองขายเอง และราคาสินค้าถูกกว่าเมื่อเทียบข้าวญี่ปุ่นนำเข้า

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการผลิต, การตลาด , ข้าว Japonica, ข้าวญี่ปุ่น, เชียงราย

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม เทคโนโลยีการผลิตข้าว

Optimizing 2-Acetyl-1-Pyrroline (2-AP): Shading and Alternate Wetting and Drying (AWD) Strategies for Aromatic Rice

Jerico F. Noynay^{1,2}, Cattleya Chutteang³, Chanate Malumpong³

¹ Department of Agriculture- Bureau of Plant Industry, Philippines

² Research and Development Program, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand

³ Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand

ABSTRACT

Aromatic rice is prone to abiotic stress, which affects both yield and grain quality. Intriguingly, such stress can elevate levels of 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP), a key aromatic compound in rice. This study investigated the impact of alternate wetting and drying (AWD) and shading on 2-AP content, agronomic traits, physiological responses, and grain quality in Pathum Thani 1 (PTT1) and Hom Malaiman (HMM) rice cultivars. A factorial experiment was conducted over three seasons (DS2023, WS2023, DS2024), using continuous flooding without shade (CF-N), continuous flooding with shade (CF-S), AWD without shade (AWD-N), and AWD with shade (AWD-S) treatments. Results indicated a positive correlation between proline and 2-AP content under shaded conditions. While AWD alone did not significantly increase 2-AP, the CF-S and AWD-S treatments notably elevated 2-AP levels during the dry season, with only AWD-S showing a significant increase in the wet season. Shading negatively affected growth, yield, and grain quality, decreasing photosynthetic rate (P_n), transpiration rate (E), and leaf temperature (T_{leaf}), while increasing intercellular CO_2 concentration (C_i), stomatal conductance (g_s), and SPAD values. AWD generally promoted growth and yield, with physiological responses contrasting shading effects, except for P_n and SPAD values. Both shading and AWD compromised grain quality by increasing chalkiness and reducing amylose content and alkali digestion. PTT1 and HMM exhibited increased proline under shading, with temperature influencing gas exchange parameters and SPAD values. In conclusion, combining AWD and shading during the grain-filling stage can enhance 2-AP content without compromising yield.

Keywords: 2-Acetyl-1-Pyrroline, AWD, Shading

นวัตกรรมการใช้ข้อมูลระยะไกลทางการเกษตร: บูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลระยะไกล
เพื่อหาดัชนีจากดาวเทียมสามารถติดตามผลผลิตข้าวในจังหวัดลำปาง

Innovation in Remote Sensing for Agriculture: Integrating Field Surveys and Satellite
Data to Develop Indices for Monitoring Rice Yield in Lampang Province, Thailand.

ชนากานต์ วงษาพรหม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, โจนาลิษา แอล เชียงหลิว¹, วศิน ผลชีวิน¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹, มีชัย เชียงหลิว¹, วินิตชาญ รื่นใจชน¹,
กัญญณัฐ ศิริธัญญา² และ ธิรยุทธ ตูจันดา³

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

³ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

บทคัดย่อ

การใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม (Remote Sensing) เพื่อติดตามการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบเกษตรสมัยใหม่ที่อาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาที่แม่นยำ ทั้งนี้ ข้อมูลภาคสนามเชิงลึกระดับแปลงยังเป็นจุดสำคัญในการสร้างความสัมพันธ์ของผลผลิตกับดัชนีจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นอย่างมาก โดยการบูรณาการข้อมูลดังกล่าวช่วยพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตข้าว (Predictive Model) เพื่อใช้ในการคาดการณ์ เตือนภัย และสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการผลิตข้าว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศผู้ผลิตข้าว อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายและการช่วยเหลือเกษตรกรอย่างมีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่ความยั่งยืนของภาคการเกษตรไทย

การศึกษานี้เป็นการบูรณาการงานวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงานด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เทคโนโลยีการผลิตพืช และการจัดการทรัพยากรน้ำ ได้แก่ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ศูนย์วิจัยข้าว โครงการชลประทาน และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตข้าวในพื้นที่จังหวัดลำปาง จำนวน 60 แปลง ในฤดูเพาะปลูกปี 2564 ผ่านการบูรณาการข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 39 ดัชนี เช่น ARVI, BI, EVI, GNDVI, NDVI และ SAVI ร่วมกับข้อมูลภาคสนาม

ผลการศึกษาพบว่าผลผลิตเฉลี่ยข้าวเหนียวจังหวัดลำปาง อยู่ที่ 1,012 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าต่ำสุด 900 กิโลกรัมต่อไร่ และค่าสูงสุด 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ ดัชนีจำนวน 8 ดัชนี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตข้าว โดยเฉพาะดัชนี BI, GEMI และ GNDVI ที่มีค่าความสัมพันธ์สูงสุด ($R^2 = 0.617, 0.613$ และ 0.562 ตามลำดับ) แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Model) ที่พัฒนาขึ้นมีค่า R^2 เท่ากับ 0.965 และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Model) เพื่อพยากรณ์ผลผลิตข้าวในจังหวัดลำปางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม, BI, GEMI, GNDVI

การทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิต ของข้าวพันธุ์ กข41 กข111 และ KU80 นิลกาน ที่ใช้ปุ๋ยเคมีผสม กับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม

Evaluation of Growth and Yield of Rice Varieties RD41, RD111, and KU80 Ninlakan Using Chemical Fertilizers Combined with Secondary Nutrients and Trace Elements

พงศธร อังปอง^{1*}, สุดาภรณ์ นิตยกระโทก¹, จิรภัทร จันทนาตาล¹, วิรญา งามสุข¹, ศิลป์ศุภม ติมพัฒน์พงษ์¹, เกษมาภรณ์ สุขหอม¹, พิระ ยิ่ง
ซุขวาลย์², นพดล ยิ่งซุขวาลย์² และ วีรชัย มัธยัสต์ถาวร¹

¹ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² บริษัท โปรเวสท์ จำกัด เลขที่ 119 ซอยรามคำแหง 36/1 (ศรีสุขวิทย) ถนนรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

บทคัดย่อ

ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินนํามีไม่เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จึงจำเป็นต้องใส่เพิ่มเพื่อให้ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ อย่างไรก็ตามธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต เพียงแต่ใช้ในปริมาณน้อย การใส่ปุ๋ยตามความต้องการของต้นข้าวจึงมีความจำเป็น หากใส่มากเกินไปจนความจำเป็นย่อมเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต อีกทั้งยังทำให้ต้นข้าวหักล้มง่ายและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้ง่าย ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ทดสอบการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว ที่ใช้ปุ๋ยเคมีผสมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ บริษัท โปรเวสท์ จำกัด เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำและวิธีปฏิบัติของเกษตรกร โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ดำเนินการทดลองในเดือนพฤษภาคม – เดือนกันยายน พ.ศ. 2568 ที่แปลงนาเกษตรกร ต.บึงสนั่น อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี ชุดดินอะเชิงเทรา (Chachoengsao; Cc) ผลการทดลองพบว่า การใส่สูตรปุ๋ยต่าง ๆ ในการทดลองครั้งนี้ไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโตของข้าวทั้งสามพันธุ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาด้านผลผลิตพบว่าการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ที่ใช้สารปรับปรุงบำรุงดินที่มีส่วนผสมของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ปริมาณ 12 กก. ร่วมกับปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปริมาณ 8 กก. รวม 20 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 ที่ใช้สูตร 15-5-15 ผสมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ปริมาณ 20 และ 10 กิโลกรัม ตามลำดับ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด โดยข้าวพันธุ์ กข41 กข111 และ KU80 นิลกาน ให้ผลผลิต 1,139 1,235 และ 875 กิโลกรัมต่อไร่ (ความชื้น 14%) ตามลำดับ ลองลงมาคือการใส่ปุ๋ยสูตร 13-3-10 ผสมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ให้ผลผลิต 1,047 1,144 และ 827 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยตามคำแนะนำและวิธีปฏิบัติของเกษตรกร พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตสูงสุดนั้นให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวทั้งสามพันธุ์เฉลี่ย 32 และ 19 % ตามลำดับ ซึ่งวิธีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ ครั้งที่ 1 ใช้สูตร 16-20-0 ปริมาณ 20 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ใช้สูตร 46-0-0 ปริมาณ 20 และ 10 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร ครั้งที่ 1 ใช้สูตร 46-0-0 ปริมาณ 20 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 สูตร 16-16-8 ปริมาณ 20 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 สูตร 15-15-15 และ 46-0-0 ปริมาณสูตรละ 5 กก. รวม 10 กก./ไร่ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุหลักร่วมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม จะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการปุ๋ย, ปุ๋ยเคมี, ธาตุอาหารรอง, ธาตุอาหารเสริม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้าน Climate-Smart Rice เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน กลุ่มเกษตรกรอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร

Technology and knowledge transfer on climate-smart rice for greenhouse gas mitigation among farmers in Pho Prathap Chang district, Phichit province

อำพล รุ่งอมรพงศ์¹, ขนิษฐา ปั่นเอี่ยม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, โจนาลิษา แอล เชียงหลิว¹, มีชัย เชียงหลิว¹, ชนกานต์ วงษาพรหม¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹,
วศิน ผลชีวิน¹, ธีรยุทธ ตูจันดา², กัญญณัช ศิริธัญญา³, สุรพล ใจวงศ์ษา³, มาโนช คุ่มพนาลัยสถิต³ และ วินิตชาญ รื่นใจชน^{1*}

¹ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและสินค้าเกษตรส่งออกสำคัญของไทย แต่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวนมากยังมีรายได้ต่ำ เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่ำ และได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ สภาพดินเสื่อมโทรม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะการขาดความรู้ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีไว้ใช้เอง การถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงมีความจำเป็นต่อการยกระดับศักยภาพการผลิตข้าว การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความรู้และความเข้าใจของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตข้าวที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying: AWD) และการทำนาร่วมกับการเลี้ยงแหนแดง (Azolla) โดยดำเนินการอบรมเกษตรกรจำนวน 356 คน ในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร และประเมินผลด้วยแบบทดสอบก่อน-หลังการอบรม (Pretest-Posttest) ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าการถ่ายทอดองค์ความรู้ช่วยเพิ่มความเข้าใจของเกษตรกรในประเด็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะแนวปฏิบัติการทำนาแบบเปียกสลับแห้งและการใช้แหนแดงร่วมในการทำนา นอกจากนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตข้าวให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และตระหนักถึงบทบาทของตนในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวอย่างมีส่วนร่วมภายใต้แนวคิด BCG Model สามารถพัฒนาองค์ความรู้ของเกษตรกรให้สามารถปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, ก๊าซเรือนกระจก, การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง, แหนแดง, BCG Model

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพสูงเพื่อยกระดับผลผลิตข้าวในพื้นที่
อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร

Effects of High-Quality Rice Seed Production Technology Transfer on Enhancing Rice
Yield Productivity in Pho Prathap Chang District, Phichit Province

ชนิษฐา ปันเอี่ยม¹, ศรีสวัสดิ์ ชันทอง¹, อำพล รุ่งอมรพงศ์¹, โจนาลิษา แอล เชียงหลิว¹, มีชัย เชียงหลิว¹, ชนาภานต์ วงษาพรหม¹, บุรินทร์ ธัญน้อม¹,
วศิน ผลชีวิน¹, ธีรยุทธ ตูจินดา² กัญญณัช ศรีธัญญา³, สุรพล ใจวงศ์ษา³, มาโนช คุ่มพนาลัยสถิต³ และ วินิตชาญ รื่นใจชน^{1*}

¹ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

³ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและสินค้าเกษตรส่งออกสำคัญของไทย แต่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวนมากยังมีรายได้ต่ำ เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่ำ และได้รับผลกระทบจากการขาดแคลนน้ำ สภาพดินเสื่อมโทรม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะการขาดความรู้ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีไว้ใช้เอง การถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงมีความจำเป็นต่อการยกระดับศักยภาพการผลิตข้าว โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีในรูปแบบการผลิตแบบ Tailor-made ที่ชุมชนมีส่วนร่วม โดยดำเนินการอบรมเกษตรกรจำนวน 356 คน ในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร และประเมินผลด้วยแบบทดสอบก่อน-หลังการอบรม (Pretest-Posttest) ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการอบรมเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์โดยรวมเพียง 46.7% และหลังการอบรมความรู้เพิ่มขึ้นเป็น 97.4% โดยทุกหัวข้อมีการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ความรู้ด้านขั้นเมล็ดพันธุ์ ความไวต่อช่วงแสง การผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เอง การตัดพันธุ์ปน การเปลี่ยนพันธุ์ปลูก และความชื้นที่เหมาะสมของเมล็ดพันธุ์ ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีชี้ว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยเพิ่มสมรรถนะของเกษตรกรในการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ส่งเสริมการพึ่งพาตนเอง ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงในชุมชน ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพการผลิตข้าวและรายได้ของเกษตรกรอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการผลิตข้าว, เมล็ดพันธุ์ข้าว, สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

การใช้ภาพถ่ายมัลติสเปกตรัมร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ในการประเมินธาตุไนโตรเจนในแปลงข้าว

Approach of Using Multispectral Imaging with Artificial Intelligence to Assess Nitrogen Content in Rice Fields

ประสิทธิ์ สมจินดา^{1*}, ศศิธร ไชยาจันทร์¹, ศราวุฒิ โคตรทุม¹, จุฑาทิพย์ นาคอก¹, วันวิสา สุวรรณชัยรบ¹, กนกนพ กลิ่นละอ², อธิพงษ์ อัครานูรักษ์²

¹ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

² กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การจัดการธาตุไนโตรเจนในแปลงอย่างแม่นยำเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกษตรกรเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนในแปลงนาโดยใช้ภาพถ่ายมัลติสเปกตรัมจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (AI) ปลูกข้าวทดสอบ 4 พันธุ์ ได้แก่ ปทุมธานี 1 กข97 ขาวดอกมะลิ 105 และ กข6 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา และศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ กำหนดระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (3 กิโลกรัมต่อไร่) กลาง (6 กิโลกรัมต่อไร่) และสูง (12 กิโลกรัมต่อไร่) ใช้โดรน DJI Mavic 3 Multispectral บันทึกภาพใน 2 ช่วงอายุข้าว จากนั้นดึงค่าการสะท้อนแสงของจุดภาพ (Digital Number) มาคำนวณค่าดัชนี 5 แบบ ได้แก่ NDVI, NDWI, GNDVI, GCL และ NDRE และสร้างโมเดลทำนายผลด้วยแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ 10 โมเดล ได้แก่ 1) Random Forest 2) Gradient Boosting 3) SVM 4) KNN 5) Decision Tree 6) MLP 7) CNN 8) RNN 9) LSTM และ 10) GRU แบ่งข้อมูลออกเป็นชุดข้อมูลฝึกสอน ชุดข้อมูลตรวจสอบ และชุดข้อมูลทดสอบ พบว่า ค่าดัชนีประเมินไนโตรเจนในแปลงมีความแตกต่างกัน โดยดัชนีที่มีความใกล้เคียงกับค่าคลอโรฟิลล์และรงควัตถุในใบข้าวให้ความแม่นยำสูงกว่า เมื่อพิจารณาระหว่างพันธุ์พบว่า ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงให้ความแม่นยำมากกว่าที่ข้าวไวต่อช่วงแสง และข้าวพันธุ์ที่ตอบสนองต่อปุ๋ยให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย โดยเฉพาะข้าวยังมีใบสีเขียว สำหรับผลการทดสอบโมเดล พบว่า โมเดล LSTM, GRU, MLP และ RNN ให้ความแม่นยำสูงสุดและใกล้เคียงกัน ขณะที่โมเดล SVM, Gradient Boosting และ Random Forest ให้ผลแม่นยำรองลงมา ทั้งนี้การประเมินด้วยปัญญาประดิษฐ์ให้ความแม่นยำสูงกว่าการประเมินด้วยค่าดัชนีพืชเพียงอย่างเดียวอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี UAV ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินธาตุไนโตรเจนในแปลงข้าวได้อย่างแม่นยำ และสนับสนุนการจัดการธาตุอาหารพืชแบบแม่นยำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว

คำสำคัญ: ไนโตรเจน, ภาพมัลติสเปกตรัม, ปัญญาประดิษฐ์

การตอบสนองของต้นกล้าข้าวที่ใช้ไรโบฟลาวินภายใต้สภาพดินเค็ม

The response of riboflavin-pretreated rice seedlings on saline soil

กมลทิพย์ เจียดคง^{1*}, Akihiro Ueda²

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง 222 ม.2 ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93210

² Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชที่ไวต่อเกลือและได้รับความเสียหายจากความเครียดออกซิเดชันอันเป็นผลมาจากความเครียดออสโมติกและไอออนิกในพืชภายใต้ความเครียดจากความเค็ม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุผลกระทบของการใช้ไรโบฟลาวิน riboflavin (RIB) ต่อการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้สภาพดินเค็ม ต้นกล้าข้าว IR29 (พันธุ์ที่ไวต่อเกลือ) อายุ 2 สัปดาห์ ได้รับการเสริมด้วย RIB 0.5 μM และได้รับ NaCl 50 mM เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งทำให้เกิดสภาพดินเค็ม ผลการทดลองพบว่าต้นกล้าที่ได้รับการปรับสภาพล่วงหน้าด้วย RIB มีมวลชีวภาพของพืชสูงกว่า อัตราการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์ (ELR) ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ต่ำกว่า มีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ แมกนีเซียม (Mg) และเหล็ก (Fe) ในใบสูงกว่า และมีความเข้มข้นของ Na^+ ในใบต่ำกว่า ต้นกล้าข้าวที่ไม่ได้รับการปรับสภาพด้วย RIB (NaCl) และเพื่อทำความเข้าใจกลไกที่อยู่เบื้องหลังความแตกต่างในการเจริญเติบโตของพืชระหว่างต้นกล้า RIB และต้นกล้าที่ไม่ใช้ RIB การวิเคราะห์ระดับโมเลกุลพบว่าต้นกล้า RIB มีการแสดงออกของยีน *OsNHX1* และ *OsHKT1;5* เพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากการเพิ่มความเข้มข้นของ Na^+ ในรากของต้นกล้า RIB โดยควบคุมการดูดซึม Na^+ และลดความเข้มข้นของ Na^+ ในใบ โดยรวมแล้วผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า RIB เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการเจริญเติบโตของพืชภายใต้สภาพดินเค็ม

คำสำคัญ: ดินเค็ม ไรโบฟลาวิน การแสดงออกของยีน กลไกการทนเค็ม

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม ข้าวไทยกับสุขภาพหนึ่งเดียว: จากนา สู่วงจรชีวิต

การวิเคราะห์องค์ประกอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องในกลุ่มข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทย

Analysis of Bioactive Compound Composition in Brown Rice of Thai Indigenous Rice Varieties

ชนันต์ธร ดนัยสิริชัยชล¹, ผกามาศ วงศ์เตย์¹, สุพัตรา นราวัฒน์¹, บังอร ธรรมสามิสรณ์¹, นางสาวพัฒนจิตา เวชสาร²

¹ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ ต.รั้วใหญ่ อ.เมืองจ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340

² ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมืองจ.อุบลราชธานี 34000 โทร. 0-4534-4104

บทคัดย่อ

ข้าวไทยมีความโดดเด่นด้านคุณภาพเมล็ด โดยเฉพาะมีเอกลักษณ์ด้านความหอมและรสชาติที่ผู้บริโภคทั่วไปยอมรับ อีกทั้งยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง โดยเฉพาะข้าวพันธุ์พื้นเมืองซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวพื้นเมืองไทย จำนวน 300 พันธุ์ ประกอบไปด้วยพันธุ์ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล แดง และสีดำ ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม อยู่ในช่วง 240.10 – 3,345.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เช่นเดียวกับปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยรวม ที่พบในช่วง 289.41 – 3,273.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสารทั้งสองประเภทถูกพบสูงสุดที่พันธุ์ดอกลาย รองลงมาคือข้าวหอมกระดังงาซึ่งทั้ง 2 พันธุ์จัดเป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ส่วนผลจากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี ทั้ง 8 รูปแบบ พบการสะสมของปริมาณวิตามินอีในรูปของแกมมาโทโคไตรอีนอลสูงที่สุด โดยมีค่าระหว่าง 0.32 – 37.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบข้าวพันธุ์ดอแพร่ ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงที่มีค่าการสะสมสารสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์ข้าวขาวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล ส่วนปริมาณแกมมา-ออโรซานอลพบในช่วง 129.91 – 389.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพันธุ์หอมภูเขียวมีค่าการสะสมของปริมาณแกมมา-ออโรซานอลสูงที่สุด และรองลงมาคือข้าวหอมทุ่ง (เยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยบางพันธุ์มีศักยภาพสูงในการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าว และใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงในอนาคต

คำสำคัญ: ข้าวพันธุ์พื้นเมือง, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, สารประกอบฟีนอลิก, สารฟลาโวนอยด์, วิตามินอี

คำนำ

ข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารสำคัญทั้งในระดับธาตุอาหารหลักและรอง นอกจากนี้สารอาหารเหล่านี้ เมล็ดข้าวยังประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) จำนวนมาก ที่มีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรคในมนุษย์ ปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการตื่นตัวในเรื่องของการศึกษาองค์ประกอบและคุณค่าทางชีวภาพของข้าว โดยเฉพาะข้าวพื้นเมืองของไทยที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์, วิตามินอี และ แกมมา-ออโรซานอล การบริโภคสาร

เหล่านี้ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรัง เช่น ต้อกระจก, อัลไซเมอร์, มะเร็ง และภาวะความบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับอายุ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้ ส่วนใหญ่พบสะสมในเยื่อหุ้มเมล็ด (Pericarp) และรำข้าว (Brand) ทั้งนี้พบว่าข้าวพื้นเมืองมักมีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงกว่าข้าวพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงมาแล้ว ซึ่งสารสำคัญที่มักพบในข้าว ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (เช่น กรดฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน) และสารโทโคล (โทโคไตรอีนอล และ โทโคฟีรอล) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มวิตามินอี (Dewan et al., 2023) เป็นต้น

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) มักพบบริเวณรำข้าวเป็นหลัก โดยข้าวไทยมีปริมาณสารฟีนอลิกระหว่าง 98.53 – 999.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งข้าว

ไทยที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและสีดำ พบปริมาณสารฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนสารฟลาโวนอยด์ เช่น quercetin, myricetin, และ rutin ซึ่งจัดเป็นสารประกอบฟีนอลิก ก็ถูกพบในข้าวพื้นเมืองทั้งที่มีสี และไม่มีสีด้วย (ผกามาศ และคณะ 2568)

ในขณะที่สารโทคอล (Tocols) หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า วิตามินอี (Vitamin E) แบ่งได้ 2 กลุ่มหลัก คือ โทโคไตรอีนอล (tocotrienols) และโทโคฟีรอล (tocopherol) แต่ละกลุ่มประกอบด้วย 4 รูปแบบ ได้แก่ แอลฟา(α) เบต้า(β) แกมมา(γ) และเดลต้า(δ) ทั้งหมด 8 รูปแบบ พบว่าวิตามินอีในข้าวมีความเข้มข้นสูงบริเวณรำข้าว (Bran) โดยมักจะพบ โทโคไตรอีนอล ในปริมาณสูงกว่า โทโคฟีรอล

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในข้าวกล้องจากเชื้อพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองของไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและต่อยอดงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติทางโภชนาการและส่งเสริมสุขภาพ นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวไทย สำหรับนักวิจัย ผู้บริโภค รวมถึงผู้ประกอบการที่สนใจผลิตภัณฑ์จากข้าวที่มีคุณภาพทางชีวภาพสูงในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้าวพื้นเมืองจำนวน 300 พันธุ์ คัดเลือกจากชุดประชากร ARDA400 ที่รวบรวมจากหลายภูมิภาค ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี นำมาปลูกขยายเมล็ด ณ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2566–2567 หลังเก็บเกี่ยวนำเมล็ดข้าวเปลือกมากะเทาะเป็นข้าวกล้อง โดยแบ่งเป็น ข้าวกล้องดำ 5 ตัวอย่าง ข้าวกล้องแดง 11 ตัวอย่าง และข้าวกล้องน้ำตาล 284 ตัวอย่าง จากนั้นคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ และจัดเก็บแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทดสอบ

2. การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดำเนินการตามวิธีการของ Yu และคณะ (2016) โดยนำตัวอย่างข้าวกล้องที่บดด้วยความละเอียด 80-100 เมช มาชั่งน้ำหนัก 0.5 กรัม ผสมกับ เมทานอล 80% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิห้อง (250 รอบ/นาที่) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปปั่นตกตะกอนที่ 4,000 รอบ/นาที่ นาน 15 นาที นำส่วนใสของสารสกัดที่ได้ไปจัดเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสารฟีนอลิกโดยรวม (Total phenolic compounds content : TPC) ใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetry ที่ดัดแปลงจาก Qiu และคณะ (2010) นำข้าวปริมาตร 50 ไมโครลิตร กับสารละลาย Folin-Ciocalteu 25 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 4 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 125 ไมโครลิตร บ่มในที่มืดอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader รุ่น EZ Read 2000 ยี่ห้อ Biochrom คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานผลออกมาในหน่วย มิลลิกรัม Gallic acid ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยรวม (Total flavonoid compounds content: TFC) แบบ colorimetric method ดัดแปลงจาก Huang และ คณะ (2016) โดยผสมสารสกัดจากข้าว 100 ไมโครลิตรกับสารละลายโซเดียมไนไตรต์ ความเข้มข้น 5% ปริมาตร 30 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มา คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยใช้กราฟมาตรฐานของ Catechin ที่ความเข้มข้นต่างๆ และรายงานผลเป็นหน่วย มิลลิกรัม Catechin ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง

5. วิเคราะห์ปริมาณโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) , และ โทโคฟีรอล (tocopherol) ดัดแปลงตามวิธีของ Chen และ Bergman (2005) เตรียมสารละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทานอล อัตราส่วน 3: 2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับตัวอย่างข้าวกล้อง 1 กรัม เขย่าเป็นเวลา 60 นาที แล้วปั่นตกตะกอนที่ 3000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที นำส่วนใสมาทำแห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบไนโตรเจน แล้วละลายตะกอนด้วยวัฏภาคเคลื่อนที่ B ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และกรองผ่านตัวกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำสารละลายที่ได้ 20 ไมโครลิตร มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค RP-HPLC โดยใช้

คอลัมน์ Luna PFP100A (4.6 x 150 mm ; 3 µm) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยมีวัฏภาคเคลื่อนที่ A คือ เมทานอล : น้ำ (93.5 : 6.5) และวัฏภาคเคลื่อนที่ B คือ อะซิโตนไนโตรล : เมทานอล : ไอโซ-โพรพานอล (25:70:5) ที่มีกรดอะซิติก 0.1% โดยมีสภาวะการชะแบบ Gradient คือ ที่ 0–12 นาที : A 100%, 12 -17 นาที : A 100% แล้วตามด้วย 0%, ที่ 17-25 นาที : B 100% อัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้ตัวตรวจวัดแบบ Diode array Detector (DAD) ที่ความยาวคลื่น 325 nm และ Fluorescence Detector (FLD) ที่ความยาวคลื่น Excitation wavelength 298 นาโนเมตร และ Emission wavelength 328 นาโนเมตร

6. ข้อมูลจาก 3 ซ้ำต่อตัวอย่างถูกนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) สำหรับแต่ละสายพันธุ์ จากนั้นวิเคราะห์ด้วย One-way ANOVA เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์และศึกษาความแปรปรวนภายในผลการทดสอบ

ปริมาณสาร TPC สูงที่สุด 10 อันดับแรก ประกอบไปด้วยข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง 8 ตัวอย่าง คือ ข้าวพันธุ์ดอกลาย ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด (ภาพที่ 1) รองลงมาคือ หอมกระดังงา ข้าวนก ข้าวซูโบ ข้าวขาว แพร่กลาง บือกวา และข้าวแพร่ และเป็นข้าวสีดำ 2 ตัวอย่างคือ หอมภูเขา และกล้าหอม จากผลการทดลองบ่งชี้ว่าข้าวพันธุ์ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและสีดำมีปริมาณสารฟีนอลิกสูงสุด สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ (ผกามาศ และคณะ, 2568) ที่พบว่าสีของเยื่อหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยรวมพบปริมาณ TFC ที่ได้จากข้าว 300 พันธุ์อยู่ในช่วง 289.41 – 3,273.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งข้าวหอมภูเขา คือข้าวที่มีปริมาณของสารฟลาโวนอยด์ในเมล็ดสูงที่สุดและมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ รองลงมาคือ ข้าวขาว (สีแดง) หอมกระดังงา (สีแดง) กล้าหอม (สีดำ) ข้าวนก (สีแดง) กำเลี้ยว (สีดำ) ดอกลาย (สีแดง) ข้าวซูโบ (สีแดง) ดอกขาว ซึ่งจัดเป็นข้าวที่มีเยื่อ



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดข้าวเปลือก (ล่าง) และข้าวกล้อง (บน) ของข้าวพื้นเมืองที่มีศักยภาพสูงด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (เช่น ดอกลาย, ดอแพร่, และหอมกระดังงา) จากเขตประชากร ARDA400

ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่มสารฟีนอลิกโดยรวม ในข้าวกล้องทั้งหมด 300 ตัวอย่างพบมีปริมาณ TPC อยู่ระหว่าง 240.10 – 3,345.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อทำการวิเคราะห์ ANOVA พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ ($P < 2 \times 10^{-16}$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนที่เกิดจากลักษณะทางพันธุกรรมด้วย ตัวอย่าง 70% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉลี่ยอยู่ที่ 457.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตัวอย่างที่มี

หุ้มเมล็ดสีน้ำตาลที่มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุด และข้าวเหนียวดำ (สีดำ) ตามลำดับ ซึ่งพบว่าข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและดำ จะพบปริมาณสารฟลาโวนอยด์สะสมในเมล็ดสูงกว่าข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล (Ray et al., 2021)

3. การวิเคราะห์สารโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) , และ โทโคฟีรอล (tocopherol) ในข้าวพื้นเมือง 300 พันธุ์ โดย แกมมา-โทโคไตรอีนอล คือฟอร์มที่ถูกพบในปริมาณสูงสุดในเมล็ดข้าว โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.32-37.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบสูงสุดในข้าวพันธุ์ดอแพร่ (สีแดง) รองลงมาคือพันธุ์ข้าว (สีน้ำตาล) สำหรับ

เดลต้า-โทโคไตรอีนอล (0 - 1.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบปริมาณสูงสุดในข้าว CNT90098-PSL-1-1-2-2-1 (สีน้ำตาล) โดยที่ร้อยละ 96.25 ของตัวอย่างข้าวทั้งหมด มีปริมาณ เดลต้า-โทโคไตรอีนอลเฉลี่ยที่ 0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้า-โทโคไตรอีนอล กลับพบในข้าวเพียงสองพันธุ์เท่านั้นคือ ดอกขาว (0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ ดอกแสมมะพร้าว (0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนแอลฟา-โทโคไตรอีนอล (0-2.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบสูงสุดในข้าวพันธุ์ตาบาน ซึ่งร้อยละ 25 ของตัวอย่างทั้งหมดไม่พบว่ามีปริมาณสารแอลฟา-โทโคไตรอีนอล อยู่ในปริมาณที่สามารถวิเคราะห์ได้ในส่วนของโทโคฟีรอล พบว่าเดลต้า-โทโคฟีรอลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0 - 0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ เบต้า-โทโคฟีรอล พบในช่วง 0-1.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณของสาร แกมมา-โทโคฟีรอล ที่วิเคราะห์ได้พบมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 8.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ แอลฟา-โทโคฟีรอล พบในช่วง 0-1.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการวิเคราะห์ปริมาณ วิตามินอีทั้ง 8 รูปแบบ พบว่าโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลที่มีโครงสร้างเป็น แกมมาจะถูกพบในปริมาณสูงกว่าวิตามินอีที่มีโครงสร้างเป็นแบบเดลต้า เบต้าและแอลฟา นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่าจากผลการวิเคราะห์ข้าวทั้ง 300 พันธุ์พบโทโคไตรอีนอลในปริมาณที่สูงกว่าโทโคฟีรอลซึ่ง สอดคล้องกับงานของ Dewan et al. (2023) ส่วนปริมาณแกมมา-ออโรซานอลพบในช่วง 129.91 – 389.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบมากในพันธุ์หอมภูเขียว รองลงมาคือหอมทุ่ง (378.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงและมีศักยภาพในการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายกลุ่ม โดยเฉพาะในพันธุ์ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและสีดำ ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์สำหรับ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติทางโภชนาการ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวที่มีมูลค่าเพิ่มในเชิงสุขภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ผกามาศ วงศ์เตย์, รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร, นฤมล เสือแดง , กัลยาณี วงษ์พาศกลาง, และคณะ. 2568. คุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในข้าวกล้องจากเชื้อพันธุกรรมข้าวไทย. วารสารวิชาการข้าว 16(1) : 74-86
- Chen, M.H. and C.J. Bergman. 2005. A rapid procedure for analysing rice bran tocopherol, tocotrienol and gamma oryzanol contents. Journal of Food Composition and Analysis 18: 319-331
- Dewan, M.F., Ahiduzzaman, M., Islam, M.N., and Shozib, H.B., 2023. Potential benefits of bioactive compounds of traditional rice grown in south and southeast asia. Rice science. 30(6): 537-551.
- Huang, P.Y and H. M. Lai. 2016. Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran. Journal of food and drug analysis 24: 564-574.
- Qiu, Y., L. Qin and B. Trust. 2010. Antioxidant properties of commercial wild rice and analysis of soluble and insoluble phenolic acids. Food Chemistry 121: 140-147.
- Yu, L., G. Li, M. Li, F. Xu, T. Beta and J. Bao. 2016. Genotypic variation in phenolic acid, vitamin E and fatty acids in whole grain rice. Food Chemistry 197: 776-782.

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม เทคโนโลยีการแปรรูปข้าวและ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากข้าว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากสารสกัดรำข้าวเล็บนก

Development of Facial Serum from Lep-nok Rice Bran Extract

อมรรัตน์ ถนอมแก้ว^{1*}, วิไลลักษณ์ กล่อมพงษ์¹, พรพิมล มะยงะเหียว¹, ฐานิยา เหลืองนุชชาบ¹, เฉลิมพงษ์ แสนจุ่ม² และ มาริสา วงศ์วิเชียร³

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม

จังหวัดพัทลุง 93210

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

³วิสาหกิจชุมชนเกษตรแปรรูปพิศุทอง OK DEE 37/1 หมู่ที่ 3 ตำบลควน อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี 94190

*ผู้เขียนหลัก อีเมล : tamonrat@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าวเล็บนกปัตตานี ซึ่งเป็นข้าวพื้นถิ่นที่อุดมด้วยสารกาบาและสารต้านอนุมูลอิสระสูง โดยการนำรำข้าวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สกินแคร์ ในรูปแบบเซรั่มบำรุงผิวหน้า งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยวิสาหกิจชุมชนเกษตรแปรรูปพิศุทอง OK DEE จังหวัดปัตตานี การสกัดสารสำคัญจากรำข้าวเล็บนกด้วยเอทานอล ร้อยละ 80 ได้ผลผลิตสารสกัดร้อยละ 10.71 ผลการวิเคราะห์พบว่าสารสกัดรำข้าวเล็บนกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 221.17 ไมโครกรัม GAE/100 กรัม ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 445.07 ไมโครกรัม QE/มิลลิกรัม และมีแกมมา-โอโรซานอล 4.44 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและช่วยลดริ้วรอย ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการต้านอนุมูลอิสระและชะลอความเสื่อมของเซลล์ผิว นอกจากนี้ยังได้พัฒนาเทคโนโลยีห่อหุ้มสารสกัดด้วยไลโปโซม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการซึมผ่านผิวหนังและลดการระคายเคืองผลิตภัณฑ์ต้นแบบ “MORA Facial Serum” ได้รับการปรับสูตรให้เหมาะสมในด้านความหนืด ความคงตัว และความเป็นกรด-ด่าง โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง pH 5.5-6.5 ซึ่งเหมาะสมกับสภาพผิวหน้า ผ่านการทดสอบทางกายภาพ เคมี และชีวภาพตามมาตรฐาน มอก. เอส 15-2561 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงให้เห็นว่าสารสกัดรำข้าวเล็บนกและผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเม็ดสีผิว การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้จำนวน 30 คน พบว่าร้อยละ 93 ให้ความพึงพอใจในเนื้อสัมผัส กลิ่น และประสิทธิภาพในการบำรุงผิว ไม่พบการระคายเคืองหรืออาการแพ้ ผลิตภัณฑ์ได้รับเลขจดแจ้งจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา การทดสอบตลาดพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุด โดยเฉพาะด้านความชุ่มชื้นและความกระชับของผิว งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการแปรรูปรำข้าวเล็บนกปัตตานีที่เคยเป็นของเหลือทิ้งจากการสีข้าว ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่มีมูลค่าสูง ได้มาตรฐาน อย. สามารถจำหน่ายเชิงพาณิชย์ได้จริง สร้างรายได้เพิ่มให้ชุมชนอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งเป็นแรงจูงใจให้ชาวนายังคงปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่อไป ช่วยอนุรักษ์ข้าวเล็บนกปัตตานีซึ่งเป็นมรดกทางภูมิปัญญาของภาคใต้ไม่ให้สูญหายไป

คำสำคัญ: รำข้าวเล็บนก, เซรั่มบำรุงผิวหน้า, ไลโปโซม, สารต้านอนุมูลอิสระ

การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเกรียบว่าวเสริมสารสกัดรากย่านางโสมและสีธรรมชาติ

Development of a Production Process for Khao Krieb Waw Enriched with Yan Pang Hom Root Extract and Natural Colorants

สุกัญญา กลุ่มจอหอ¹, ปทุมพร โสตรัตนพันธุ์², ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน³, สุทธิชาติ ใจชอบสันเทียะ⁴

^{1,2,3} สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

⁴ สาขาออกแบบนิเทศศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาวัตกรรมการผลิตข้าวเกรียบว่าวสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อพัฒนาวัตกรรมการผลิตข้าวเกรียบว่าวให้สามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ 2) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว 3) เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยใช้แป้งข้าวจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 เป็นวัตถุดิบในการผลิต ปรับกระบวนการขึ้นรูปเพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานโดยการนวดส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากันด้วยเครื่องนวดแป้ง นำไปนึ่งให้สุก นำมานวดด้วยเครื่อง รีดก่อนแบ่งสุกให้แผ่เป็นแผ่น และอบแห้ง ใช้สารสกัดรากย่านางโสม 10 มิลลิลิตร เติมน้ำมันผสมการผลิตข้าวเกรียบว่าวที่มีน้ำหนักรวม 2,122 กรัม อุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าวที่เหมาะสม คือ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง รูปร่างและขนาดของข้าวเกรียบว่าวที่เหมาะสม คือ แผ่นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคมีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.38 ความชื้นร้อยละ 3.01 โดยน้ำหนัก ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ปลอดภัยต่อการบริโภค ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบที่มีต่อข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมในระดับ ชอบมาก และความชอบด้านสีอยู่ในระดับชอบปานกลาง ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค 1 หน่วยบริโภค (27 กรัม) มีพลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 0.5 กรัม คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 1% ปริมาณโปรตีน 2 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 23 กรัม คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 8% ปริมาณโซเดียม 25 มิลลิกรัม คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 1% ข้าวเกรียบว่าวแผ่นดิบและข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่ต่ำกว่า 90 วัน สีธรรมชาติที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการปรับปรุงสีของข้าวเกรียบว่าวคือ ผงฟักทองสีเหลือง

คำหลัก : ข้าวเกรียบว่าว สารสกัดรากย่านางโสม สีธรรมชาติ

คำนำ

ข้าวเกรียบว่าว เป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่มีมานาน เป็นภูมิปัญญาอาหารพื้นบ้าน ภาคกลางและภาคอีสาน เรียก ข้าวโป่ง ภาคเหนือ เรียกข้าวควบหรือข้าวพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียวมานึ่งให้สุก โขลกหรือบดให้ละเอียด หรืออาจใช้แป้งข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วเติมน้ำมันประกอบอื่นๆ เช่น น้ำอ้อย น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลทราย น้ำสมุนไพร ผสมให้เข้ากัน ทำเป็นแผ่นบาง ทาด้วยน้ำมันเพื่อไม่ให้ติดภาชนะ ทำแห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น ก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อน

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบว่าวในสมัยก่อนและสมัยปัจจุบันไม่แตกต่างกัน โดยเริ่มจากการนึ่งข้าวเหนียวหรือต้มก่อนแบ่งข้าวเหนียว ตำข้าวเหนียวที่นึ่งแล้วให้ละเอียด ขึ้นรูป ตากแดด และการปิ้ง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะพบปัญหา ขาดความสม่ำเสมอของคุณภาพข้าวเกรียบว่าวที่ผลิตได้ ขาดคุณลักษณะที่ดีในการผลิต รวมทั้งรูปแบบของผลิตภัณฑ์ยังไม่เหมาะสมต่อการบริโภคในรูปแบบของขนมเบเกอรี่ และยังไม่สามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ตลอดกระบวนการได้

ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาสูตรเพื่อให้ได้รสชาติที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รูปแบบและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เหมาะสมต่อการบริโภค

กระบวนการผลิตที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพที่ได้มาตรฐาน มีความสม่ำเสมอ ลดข้อจำกัดของสภาพอากาศทำให้ผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ โดยผลิตภัณฑ์จะมี 2 รูปแบบ คือ ข้าวเกรียบว่าวดิบ และข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืดแบบเร็ว (Rapid visco analyzer: RVA: รุ่น RVA-4D, ประเทศออสเตรเลีย)
2. เครื่องวัด a_w (รุ่น Lab Master- a_w neo, ประเทศสวีตเซอร์แลนด์)
3. เตอบไฟฟ้า (รุ่น EO-19K ประเทศไทย)
4. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl protein Analyzer: รุ่น B-435 ประเทศสวีตเซอร์แลนด์)
5. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet extractor: รุ่น B-811, ประเทศสวีตเซอร์แลนด์)
6. เครื่องวัดสี (Colormeter: รุ่น Miniscan EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา)
7. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer: รุ่น TA.XT plus ประเทศอังกฤษ)

วิธีการ

ศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากรากย่านางที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

ศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากรากย่านางที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยเปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม กับการใช้สารสกัดจากรากย่านาง ดังนี้ 1) ชุดควบคุม (ไม่เติมสารสกัดจากรากย่านาง) 2) เติมสารสกัดจากรากย่านาง โดยศึกษาปริมาณการเติมสารสกัดจากรากย่านาง โดยนำสารสกัดเติมในกระบวนการผลิต 3 ระดับ

ขึ้นรูปเป็นแผ่นกลม ความหนา 1 มิลลิเมตร อบในตู้อบลมร้อนจนความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 จะได้ข้าวเกรียบว่าวดิบ ทำให้สุกพองด้วยการอบด้วยเตอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส บรรจุข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) ขนาด 6x11 นิ้ว ปิดผนึก ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าว

เกรียบว่าวพร้อมบริโภค ได้แก่ ปริมาณความชื้น น้ำอิสระ ค่าสี $L^* a^* b^*$ วัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer อัตราการขยายตัวในแนวรัศมี อัตราการขยายตัวด้านความหนา และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ศึกษาสภาวะการอบแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าว และความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเกรียบว่าวดิบ

ศึกษาสภาวะการอบแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าวดิบ โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อหาแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าวดิบให้มีความชื้นในระดับที่เหมาะสมต่อการทำให้สุกพอง ดังนี้

นำข้าวเกรียบว่าวดิบแผ่นกลม ความหนา 1 มิลลิเมตร ไปเข้าอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นสุ่มตัวอย่างทุกๆ 30 นาที เพื่อวัดความชื้นของแผ่นข้าวเกรียบว่าว เก็บแผ่นข้าวเกรียบว่าวดิบในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ขนาด 6x11 นิ้ว ปิดผนึก นำข้าวเกรียบว่าวดิบที่มีความชื้นระดับต่างๆ ซึ่งต้องไม่เกินร้อยละ 15 ไปทำให้สุกพองด้วยการอบโดยใช้เตอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส บรรจุข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) ขนาด 6x11 นิ้ว ปิดผนึก ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค ได้แก่ ปริมาณความชื้น น้ำอิสระ วัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer อัตราการขยายตัวในแนวรัศมี อัตราการขยายตัวด้านความหนา และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ศึกษารูปร่าง และขนาดของแผ่นข้าวเกรียบว่าวที่เหมาะสม

ศึกษารูปร่าง และขนาดของแผ่นข้าวเกรียบว่าวที่เหมาะสม โดยศึกษา 1) แผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร 2) แผ่นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร 3) แผ่นสี่เหลี่ยม และ 4) แผ่นสามเหลี่ยม

ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค ได้แก่ ปริมาณความชื้น น้ำอิสระ วัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง อัตราการขยายตัวในแนวรัศมี อัตราการขยายตัวด้านความหนา และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อม บริโภคและข้าวเกรียบว่าวดิบ และข้อมูลทางโภชนาการ

นำข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคที่พัฒนาแล้ว มา
ตรวจสอบคุณภาพ ด้านเคมีและกายภาพ ได้แก่ ความชื้น
 a_w เนื้อสัมผัส ค่าสี L^* a^* b^* ตรวจสอบคุณภาพด้าน
จุลินทรีย์สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค
ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มผช.
107/2554 ทดสอบผู้บริโภค (Consumer test) โดย
ประเมินความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อม
บริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบ
100 คน ข้อมูลทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ
ว่าวพร้อมบริโภคที่ต้องระบุบนฉลากโภชนาการ เช่น
พลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียม ตามประกาศ
กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 394/2561 โดยหน่วยงาน ที่
ผ่านการรับรอง ISO 17025 เพื่อจัดทำฉลากโภชนาการ
ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Shelf-life study) สำหรับข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคและข้าว เกรียบว่าวดิบ

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค
และข้าวเกรียบว่าวดิบที่บรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิดที่ผ่าน
การพัฒนาที่อุณหภูมิห้อง ซักตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อ
ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์
และประสาทสัมผัสทุกๆ 15 วัน โดยทำการตรวจสอบ
คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

1. ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค

ตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ a_w โดยนำ
ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคบดให้ละเอียดแล้วนำไปวัดค่า a_w
วัดค่าสี โดยวัดค่าความสว่าง (L^*) สีแดง (a^*) สีเหลือง
(b^*) ค่าเนื้อสัมผัส คุณภาพด้านจุลินทรีย์ (มาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มผช.107/2554)
คุณภาพด้านเคมี (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าว
เกรียบ มผช.107/2554) ได้แก่ ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ
4 โดยน้ำหนัก ค่าเพอร์ออกไซด์ ต้องไม่เกิน 30
มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม ด้าน

ประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Hedonic Scale (คะแนน 1-9) กับผู้
ทดสอบ 30 คน

2. ข้าวเกรียบว่าวดิบ

ตรวจสอบโดยวัดค่า a_w ความชื้น ต้องไม่เกิน
ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าว
เกรียบว่าว : มผช. 1143/2549) ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 500
โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าว
เกรียบว่าว : มผช.1143/2549)

ปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวจากสี ธรรมชาติของผักและผลไม้ เพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ ผู้บริโภค

สีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ จะเป็นสีธรรมชาติจากผัก
และผลไม้ ได้แก่ สีเหลืองจากฟักทอง สีม่วงจากอัญชัน สี
แดงจากแก้วมังกรแดง สีเขียวจากใบเตย (สีเขียวดัดแปลง
จากสิทธิบัตรเลขที่ 67175 ของปรรัตน์ เซ็นกลาง และ
ปราณี อานเปื้อง)

โดยนำมาเติมในสูตรการผลิตข้าวเกรียบว่าวที่
ร้อยละ 1 4 และ 8 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวดิบและ
ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค ได้แก่ ปริมาณความชื้น น้ำ
อิสระ วัดค่าเนื้อสัมผัส อัตราการขยายตัวในแนวรัศมี
อัตราการขยายตัวด้านความหนา และทดสอบทาง
ประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติคุณภาพด้านกายภาพ ด้าน
เคมี และประสาทสัมผัส โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน
(ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปรียบเทียบ
ค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธีของดันแคนท์
(DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลอง

ผลของการเติมสารสกัดจากรากย่านางที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

ใช้สารสกัดรากย่านางผง 10 มิลลิกรัม
(กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสเท่ากับ 4321.70 หน่วย)
เป็นปริมาณสารสกัดรากย่านางผงที่เหมาะสมสำหรับ

การผลิตข้าวเกรียบว่าวที่มีน้ำหนักส่วนผสมรวม 2,122 กรัม เนื่องจากเป็นปริมาณการใช้สารสกัดรากย่านางที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบ (มผช.107/2554) คือความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคไม่เกินร้อยละ 4 มีค่าสีใกล้เคียงกับสูตรควบคุมซึ่งยังไม่เกิดสีน้ำตาลสูงมากนัก มีอัตราการขยายตัวทั้งแนวรัศมีและความหนาในระดับสูง มีค่าความแข็งใกล้เคียงกับข้าวเกรียบว่าวสูตรควบคุม และได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ผลการศึกษาสภาวะการอบแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าว และความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเกรียบว่าวดิบ

จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งแผ่นข้าวเกรียบว่าว และความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเกรียบว่าว พบว่าการอบแผ่นข้าวเกรียบว่าวเพื่อลดความชื้นที่ระยะเวลา 7 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้แผ่นข้าวเกรียบว่าวมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 8 เป็นสภาวะที่เหมาะสม ที่จะทำให้เมื่อนำแผ่นข้าวเกรียบว่าวไปอบเพื่อการบริโภค มีการขยายตัวที่เหมาะสม จึงส่งผลให้มีคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสที่สูงในทุกคุณลักษณะ

ผลการศึกษารูปร่าง และขนาดของแผ่นข้าวเกรียบว่าวที่เหมาะสม

คัดเลือกข้าวเกรียบว่าวที่มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นข้าวเกรียบว่าวก่อนอบ 5 เซนติเมตร เป็นรูปร่างและขนาดที่เหมาะสม เนื่องจากข้าวเกรียบว่าวมีการขยายตัวสูง มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีคุณภาพด้านความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคไม่เกินร้อยละ 4 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบ (มผช.107/2554) และได้รับคะแนนความชอบ จากผู้ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวมสูงที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลาง

คุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวดิบ ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค และข้อมูลทางโภชนาการ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคด้านเคมี กายภาพ และด้านจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มผช.107/2554 คือ มีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.38 ปริมาณความชื้นร้อยละ 3.01 โดยน้ำหนัก ไม่พบ Total Plate Count, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, Yeast and Mold, และพบ *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ผลการทดสอบผู้บริโภค (Consumer test) โดยประเมินความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบ 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมในระดับ ชอบมาก และความชอบด้านสี อยู่ในระดับ ชอบปานกลาง

ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค 1 หน่วยบริโภค (27 กรัม) มีพลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี (มีไขมันทั้งหมด 0.5 กรัม คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 1% ปริมาณโปรตีน 2 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 23 กรัม คิดเป็น ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 8% ปริมาณโซเดียม 25 มิลลิกรัม คิดเป็นร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 1%

คุณภาพของข้าวเกรียบว่าวดิบ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบว่าว : มผช.1143/2549 คือ มีค่า a_w เท่ากับ 0.56 ความชื้น ร้อยละ 8.60 ไม่พบยีสต์ และรา

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Shelf-life study) สำหรับข้าวเกรียบว่าวดิบและข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มผช. 107/2554 มีความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 3.03-3.16 ค่าเพอร์ออกไซด์ อยู่ระหว่าง 1.42-4.98 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์

ออกไซด์ออกซิเจน/กิโกรัม น้ำหนัก ไม่พบ Total Plate Count, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *lostridium perfringens*, Yeast and Mold, และพบ *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ตลอดอายุการเก็บรักษา 90 วัน ดังนั้นข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่ต่ำกว่า 90 วัน

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวดิบ เก็บรักษาได้ 90 วัน โดยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 90 วัน ข้าวเกรียบว่าวดิบมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบว่าว : มผช. 1143/2549 มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.57-0.59 ความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 8.80-9.39 ไม่พบ ยีสต์และรา

ผลการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวจากสีธรรมชาติของผักและผลไม้ เพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภค

การเติมสีความชื้นของข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ข้าวเกรียบ : มผช.107/2554 แต่การเติมสีเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งของข้าวเกรียบว่าวสูงเพิ่มขึ้น การเติมผงใบเตยทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าสี ชนิดอื่นๆ เนื่องจากใบเตยผงที่ใช้มีส่วนประกอบของใบที่มีเส้นใยละเอียดเป็นองค์ประกอบทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น การเติมสีส่งผลต่อทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยมีค่าคะแนนการยอมรับแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การเติมสีผงจากธรรมชาติทำให้ความชอบแตกต่างจากสูตรควบคุมทั้งสูงขึ้นและลดลง เมื่อเปรียบเทียบคะแนนกับสูตรควบคุม พบว่าสูตรควบคุมได้คะแนนความชอบโดยรวมที่ระดับชอบมาก (คะแนน 8) สูตรที่ได้คะแนนยอมรับโดยรวมสูงกว่าชุดควบคุมมี 4 สูตร คือการเติมสีผงจากผักทองที่ร้อยละ 4 และ 8 และการเติมสีผงจากแก้วมังกร ร้อยละ 4 และ 8 ความชอบโดยรวมคือชอบมากที่สุด (8.25-8.75) การเติมสีจากผงผักทองและสีจากผงแก้วมังกรแดง ช่วยทำให้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความกรอบสูงขึ้นกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้เติมสี สำหรับสูตรที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคือ อัญชัน ร้อยละ 1 และใบเตย ร้อยละ 1 ได้คะแนนความชอบคือ ชอบปานกลาง (7.50)

ตารางที่ 1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบว่าวที่เติมสีธรรมชาติ

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

สภาวะ	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
ควบคุม	8.25 ^{ab} ± 0.96	7.00 ^{bcd} ± 0.81	7.25 ^{ab} ± 0.95	7.50 ^{abc} ± 0.57	8.00 ^{abc} ± 0.82	8.00 ^{abc} ± 0.00
ผงผักทอง 1%	6.25 ^c ± 1.71	6.50 ^d ± 1.29	6.25 ^b ± 1.71	6.75 ^{cd} ± 1.25	6.75 ^d ± 1.50	6.25 ^{de} ± 1.71
ผงผักทอง 4%	8.50 ^a ± 1.00	8.75 ^{ab} ± 0.50	7.75 ^{ab} ± 1.89	8.50 ^a ± 1.00	8.25 ^{ab} ± 0.96	8.75 ^a ± 0.50
ผงผักทอง 8%	8.25 ^{ab} ± 1.00	8.75 ^{ab} ± 0.50	7.75 ^{ab} ± 1.25	8.75 ^a ± 0.50	8.25 ^{ab} ± 0.96	8.75 ^a ± 0.50
ผงอัญชัน 1%	8.25 ^{ab} ± 0.50	7.00 ^{bcd} ± 1.41	7.50 ^{ab} ± 0.58	7.50 ^{abc} ± 1.00	8.50 ^a ± 0.58	7.50 ^{abcde} ± 1.00
ผงอัญชัน 4%	7.00 ^{bc} ± 0.82	6.25 ^d ± 0.50	6.75 ^{ab} ± 0.96	6.50 ^{cd} ± 0.57	7.25 ^{bcd} ± 1.26	6.75 ^{bcde} ± 0.50
ผงอัญชัน 8%	7.75 ^{ab} ± 0.96	6.25 ^d ± 1.25	7.50 ^{ab} ± 1.29	7.50 ^{abc} ± 1.00	8.00 ^{abc} ± 1.15	6.75 ^{bcde} ± 0.96
ผงแก้วมังกร 1%	8.50 ^a ± 0.57	7.25 ^{abcd} ± 0.96	7.75 ^{ab} ± 1.50	7.75 ^{abc} ± 0.96	8.25 ^{ab} ± 0.96	7.75 ^{abcd} ± 0.96
ผงแก้วมังกร 4%	8.75 ^a ± 0.50	8.50 ^{abc} ± 1.00	8.25 ^a ± 0.95	8.25 ^{ab} ± 0.95	8.50 ^a ± 0.58	8.25 ^{ab} ± 0.96
ผงแก้วมังกร 8%	8.75 ^a ± 0.50	8.75 ^a ± 0.50	8.50 ^a ± 0.57	8.25 ^{ab} ± 0.50	8.75 ^a ± 0.50	8.75 ^a ± 0.50
ผงใบเตย 1%	7.75 ^{ab} ± 0.96	7.50 ^{abcd} ± 0.57	7.50 ^{ab} ± 1.29	7.00 ^{bc} ± 0.82	7.75 ^{abcd} ± 0.96	7.50 ^{abcde} ± 1.00
ผงใบเตย 2%	7.00 ^{bc} ± 1.12	6.75 ^{cd} ± 0.95	6.25 ^b ± 1.26	5.50 ^d ± 0.57	7.00 ^{cd} ± 0.82	6.00 ^e ± 0.00
ผงใบเตย 3%	5.75 ^c ± 0.50	6.00 ^d ± 1.63	6.25 ^b ± 0.50	6.75 ^{cd} ± 0.50	6.75 ^d ± 0.50	6.50 ^{cde} ± 1.00



ภาพที่ 1 การเติมสีผงจากฟักทองในข้าวเกรียบว่าว (ก) ร้อยละ 1 (ข) ร้อยละ 4 และ (ค) ร้อยละ 8



ภาพที่ 2 การเติมสีผงจากอัญชันในข้าวเกรียบว่าวสุก (ก) ร้อยละ 1 (ข) ร้อยละ 4 และ (ค) ร้อยละ 8



ภาพที่ 3 การเติมสีผงจากแก้วมังกรแดงในข้าวเกรียบว่าวสุก (ก) ร้อยละ 1 (ข) ร้อยละ 4 และ (ค) ร้อยละ 8



ภาพที่ 4 การเติมสีผงจากใบเตยในข้าวเกรียบว่าวสุก (ก) ร้อยละ 1 (ข) ร้อยละ 2 และ (ค) ร้อยละ 3

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดรากย่านางผงไหม 10 มิลลิลิตร (กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสเท่ากับ 4321.70 หน่วย) เป็นปริมาณสารสกัดรากย่านางผงไหมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวเกรียบว่าวที่มีน้ำหนักส่วนผสมรวม 2,122 กรัม การอบแผ่นข้าวเกรียบว่าวเพื่อลดความชื้นที่ระยะเวลา 7 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะทำให้แผ่นข้าวเกรียบว่าวมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 8 เป็นสภาวะที่เหมาะสม ข้าวเกรียบว่าวที่มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นข้าวเกรียบว่าวก่อนอบ 5 เซนติเมตร เป็นรูปร่างและขนาด

ที่เหมาะสม คุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค เป็นไปตามมาตรฐานชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มพช.107/2554 ข้าวเกรียบว่าวดิบมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบว่าว : มพช. 1143/2549 ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคและข้าวเกรียบว่าวดิบ มีอายุการเก็บรักษา 90 วัน การเติมสีจากผงฟักทองและสีจากผงแก้วมังกรแดง ช่วยทำให้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความกรอบสูงขึ้นกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้เติมสี

คำนิยม

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร
(องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กมลวรรณ แจ่มชัด และคณะ. (2547). **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและผลไม้แห้ง**. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.
2. Jane, J., Y.Y. Chen, Lee, L.F., McPherson, A.E., Wong, K.S., Radosavljevic, M., and T. Kasemsuwan. (1999). Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. **Cereal Chem.** 76 (5) : 629–637.
3. Sriroth and Piyachomkwan. 2000) Sriroth, K., and Piyachomkwan, K. (2000). **Starch Technology**. 2nd ed. Bangkok; Kasetsart University Press.

การศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีของข้าวหอมมะลิ 105 ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเพื่อประยุกต์ใช้ในการพิมพ์

อาหารแบบ 3 มิติ

Tailoring Rheological Properties of Khao Dawk Mali Rice 105 combined with Mung bean Protein for 3D Food Printing

อรอมล นียม¹, ขวัญญู นิตกรวรกุล^{1*}

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการพิมพ์อาหารสามมิติ (3D food printing) เป็นนวัตกรรมที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถออกแบบรูปร่าง เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ตามต้องการ จึงเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนาอาหารแห่งอนาคตและการสร้างผลิตภัณฑ์เฉพาะบุคคล (personalized nutrition) ด้วยศักยภาพดังกล่าว การคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการพิมพ์จึงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างผลิตภัณฑ์คุณภาพสูง ในงานวิจัยนี้ใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวหอมไทยที่มีชื่อเสียงระดับสากล มีความหอมเฉพาะตัว เนื้อสัมผัสนุ่ม และคุณภาพแป้งที่เหมาะสมต่อการเกิดโครงสร้างเจล

มาผสมร่วมกับโปรตีนถั่วเขียว ซึ่งเป็นโปรตีนจากพืชที่โดดเด่นทั้งด้านคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นสูง และมีคุณสมบัติเจลาตินในซิติ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการสร้างผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความสมดุลทั้งด้านเนื้อสัมผัสและสารอาหาร งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของแป้งข้าวขาวดอกมะลิที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 ผสมโปรตีนถั่วเขียวที่ระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 โดยขึ้นรูปเป็นทรงลูกบาศก์ขนาด 15 x 15 มม. พบว่าการเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเขียวส่งผลให้ความหนืดลดลงเมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้น แสดงความเป็น pseudoplastic ที่ดีต่อการฉีดขึ้นรูป มีพฤติกรรมการไหลแบบ shear-thinning เมื่อวัสดุถูกบีบผ่านหัวฉีด ความหนืดจะลดลงเพื่อให้ไหลได้ง่าย แต่ทันทีที่ออกจากหัวฉีดความเค้นเฉือนลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ความหนืดกลับมาสูงขึ้นทันที การฟื้นตัวของความหนืดที่รวดเร็วนี้ช่วยป้องกันไม่ให้ชั้นของวัสดุที่พิมพ์ออกมาแผ่กระจายหรือยุบตัวลง ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการพิมพ์แบบสามมิติ อีกทั้งโครงสร้างเจลมีความเสถียรของโมเลกุลแป้งและโปรตีนทำให้สามารถคงรูปได้ระหว่างการพิมพ์แต่ละชั้นโดยไม่ยุบตัว เมื่อเพิ่มสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียว ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มของค่าความแข็ง (hardness) ความยืดหยุ่น (springiness) และความหนึบ (chewiness) เพิ่มขึ้น ขณะที่ความเหนียวติด (adhesiveness) ลดลง โดยอัตราส่วนโปรตีนถั่วเขียวที่ร้อยละ 20 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด ต่อคุณภาพของการพิมพ์ทั้งในด้านความสามารถในการฉีดขึ้นรูปได้โดยไม่เกิดการอุดตัน และความคงรูปหลังพิมพ์ซ้อนทับกันได้โดยไม่ยุบตัว ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แป้งข้าวขาวดอกมะลิร่วมกับโปรตีนถั่วเขียว

สามารถพัฒนา

เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงนวัตกรรมผ่านเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ อาทิเช่น เนื้อสัตว์ทางเลือก อาหารสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นการ

เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลข้าวไทย และตอบรับแนวโน้มอาหารเพื่อสุขภาพ ความยั่งยืน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์แห่งอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ข้าวขาวดอกมะลิ 105, โปรตีนถั่วเขียว, สมบัติรีโอโลยี, เทคโนโลยีการพิมพ์อาหารแบบสามมิติ

แผนธุรกิจคุกกี้อาหารสังขยัตเพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชนภายใต้อัตลักษณ์จังหวัดพัทลุง

Business Plan for Sangyod Rice Cookies to Enhance Community Economy through the Identity of Phatthalung Province

กัญธิมา รามยัง¹, รอฟีร์ แก้วมณี¹, สุทธิชนา ภาพนตร¹, อรอนงค์ อำภา¹, ทวนธง ครุฑจ้อน¹

¹ วิทยาลัยการจัดการเพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

โครงการนี้วัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแผนธุรกิจคุกกี้อาหารสังขยัตในการยกระดับเศรษฐกิจชุมชนภายใต้อัตลักษณ์ท้องถิ่นของจังหวัดพัทลุง ข้าวสังขยัตเป็นผลิตภัณฑ์เด่นของจังหวัดพัทลุง ซึ่งได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication: GI) ชนิดแรกของประเทศไทย ผลิตภัณฑ์คุกกี้อาหารสังขยัตถูกพัฒนาขึ้นภายใต้แนวคิดหลักของการนำเสนอสินค้าใหม่ที่มีอัตลักษณ์ท้องถิ่น โดยใช้ข้าวสังขยัตอินทรีย์เป็นวัตถุดิบหลักแทนแป้งสาลี เพื่อตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและผู้แพ้อาหาร นอกจากนี้ยังได้ออกแบบคุกกี้และบรรจุภัณฑ์ให้มีรูปร่าง “ภูเขาอกทะเล” ซึ่งเป็นสัญลักษณ์สำคัญของจังหวัด เพื่อตอกย้ำอัตลักษณ์และสร้างภาพลักษณ์ที่ทันสมัย แผนธุรกิจครอบคลุมการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า การตลาดที่เน้นการเล่าเรื่องทางวัฒนธรรม แผนการผลิตในชุมชน และแผนการบริหารและการจัดการ ผลการดำเนินงานพบว่า การแปรรูปเศษข้าวที่เกิดจากกระบวนการผลิตข้าวสารสังขยัตเป็นแป้งข้าวสังขยัต สามารถนำมาต่อยอดเป็นคุกกี้ข้าวสังขยัตร้อยละ 70 รูปร่างภูเขาอกทะเล เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและทางเลือกใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพแก่ผู้บริโภค รวมถึงเป็นการยกระดับผลิตภัณฑ์คุกกี้อาหารสังขยัตภูเขาอกทะเลให้เป็นสินค้าของฝากประจำจังหวัดพัทลุง

คำสำคัญ: คุกกี้อาหารสังขยัต, แผนธุรกิจ, ภูเขาอกทะเล, พัทลุง

คำนำ

พัทลุงเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของภาคใต้ของประเทศไทยนั้นเป็นจังหวัดอู่น้ำของภาคใต้ (สิริลักษณ์ ทองพูน และคณะ, 2561) การทำนาถือเป็นอาชีพเกษตรกรรมที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจจังหวัดพัทลุง และข้าวสังขยัตเป็นซึ่งเป็นสินค้าลำดับต้น ๆ และเป็นข้าวชนิดแรกของประเทศไทยที่จดทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication หรือ GI) พ.ศ. 2546 (สุชาติพิทย์ คงกัน และ อรวัลย์ อุปถัมภานนท์, 2565) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงความเชื่อมโยงระหว่างความเป็นเอกลักษณ์ของสินค้ากับแหล่งกำเนิดในฐานะเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของคุณภาพสินค้า โดยใช้ชื่อว่า "ข้าวสังขยัตเมืองพัทลุง" ในปัจจุบันข้าวพันธุ์นี้ถือเป็นสินค้าเกษตรที่มีชื่อเสียงของจังหวัดพัทลุง และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่เน้นอาหารเพื่อสุขภาพ รวมทั้งกลุ่มผู้บริโภคที่

ความสำคัญกับคุณภาพของอาหาร (ปฐวิญญ์ พิตยาภินันท์, 2563)

ข้าวสังขยัตเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้เป็นข้าวพื้นเมืองพันธุ์ มีคุณสมบัติเบา เมล็ดเรียวยาว มีสีขาวปนแดง เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่มมาก และยังคงนุ่มอยู่เมื่อเย็นตัวลง และอุดมไปด้วยคุณค่าทางสารอาหารอย่างสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ แกมมาโอไรซานอลและกาบา มีประโยชน์ในการชะลอความแก่ และป้องกันการเกิดโรคหลายชนิด อีกทั้งยังมีใยอาหารและวิตามินบี ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการขับถ่ายและช่วยป้องกันโรคเหน็บชา นับได้ว่าข้าวสังขยัตของจังหวัดพัทลุงเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางภูมิปัญญาและคุณค่าทางโภชนาการอย่างสูง (สุชาติพิทย์ คงกัน และอรวัลย์ อุปถัมภานนท์, 2565)

วิสาหกิจชุมชนบ้านไสยาว หมู่ที่ 9 ตำบลโดนต้ว อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง นำส่วนของข้าวสังขยัต

หอยที่เสียหายจากการสี การซ่อมข้าว เพื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่นนอกเหนือจากข้าวซ้อมมือ เช่น ขนมทองพับ ขนมขมจันทร์ และขนมจีนเส้นสด เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มให้มากขึ้นอีกด้วย (U2T, มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2565) จากคุณสมบัติของข้าวที่กล่าวมาในข้างต้น แหล่งผลิตข้าวสังข์หยดที่มีคุณภาพและเพิ่มทางเลือกของการบริโภคแก่ผู้บริโภค จึงเป็นที่มาของการพัฒนาแผนธุรกิจคุกกี้อาหารสังข์หยดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชนภายใต้อัตลักษณ์ท้องถิ่นของจังหวัดพัทลุง ซึ่งมีภาพ “ภูเขาอกทะลุ” เป็นสัญลักษณ์ประจำจังหวัด (ประพนธ์ เรืองณรงค์, 2552) ภูเขาอกทะลุตั้งตระหง่านอยู่กลางเมือง ที่สามารถมองเห็นได้อย่างเด่นชัดจากทุกทิศทาง เสมือนสถานที่สำคัญอันเป็นจุดสังเกตหรือสัญลักษณ์ที่โดดเด่นของภูมิประเทศของจังหวัด (Landmark)

อุปกรณ์และวิธีการ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจึงเป็นที่มาของแผนธุรกิจฉบับนี้ โดยนิสิตสาขาวิชาเอกการจัดการการประกอบการทางสังคม วิทยาลัยการจัดการเพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา พบว่า วิสาหกิจชุมชนบ้านไสยาว บ้านเกิดของตนเองนั้น มีข้าวสังข์หยดที่มีคุณภาพและมีเศษเหลือจากกระบวนการผลิต เช่น เศษข้าวหัก ข้าวเมสัดแตก เมสัดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ จะถูกแยกทิ้ง และนำมาผลิตเป็นแป้งข้าวสังข์หยดจำหน่ายในชุมชน นิสิตจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาคุกกี้อาหารสังข์หยด

โดยการนำแป้งข้าวสังข์หยดจากวิสาหกิจชุมชนบ้านไสยาว หมู่ที่ 9 ตำบลโดนดด้วน อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง มาทดสอบทำคุกกี้อาหารสังข์หยดร่วมกับผู้ประกอบการร้านผลิตเบเกอรี่ในชุมชน โดยคุกกี้อาหารสังข์หยดดังกล่าว ให้ผลิตเป็นรูปภูเขาอกทะลุ แสดงอัตลักษณ์ของจังหวัดพัทลุงไว้ในตัวสินค้า จึงได้ผลิตภัณฑ์คุกกี้อาหารสังข์หยดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 คุกกี้อาหารสังข์หยดร้อยละ 100

จากการพัฒนาสินค้าแบบที่ 1 คุกกี้อาหารสังข์หยดร้อยละ 100 พบว่า ไม่สามารถขึ้นรูปได้ สินค้าแตกหักและผิวสัมผัสร่วนซุยไม่นุ่มละมุน จึงไม่เหมาะแก่การจัดจำหน่ายเพื่อสินค้ากระด้างและแตกหักง่ายยากต่อการขนส่งไปสู่มือผู้บริโภค จึงนำไปสู่การปรับปรุงสูตรแบบที่ 2 คุกกี้อาหารสังข์หยดร้อยละ 70 และแบ่งทำขนมร้อยละ 30 ทำให้สินค้านี้มีคุณภาพที่ดีขึ้น เนื้อสัมผัสละเอียดขึ้น แต่คงความเป็นเนื้อสัมผัสจากแป้งข้าวสังข์หยดอยู่ และคงรูปดีขึ้น สามารถขนส่งได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 คุกกี้อาหารสังข์หยดร้อยละ 70

ผลการทดลอง

1. การทดลองปรับปรุงสูตร มีการทดลองใช้แป้งข้าวสังข์หยดในสัดส่วนต่าง ๆ แทนแป้งสาลี เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพของคุกกี้ ดังนี้

ตารางที่ 1 การทดลองปรับสูตรคุณสมบัติเนื้อคุกกี้

สัดส่วนแป้งข้าวสังข์หยด	คุณสมบัติเนื้อคุกกี้
ร้อยละ 30	เนื้อคุกกี้มีความกรอบดี แต่สีของผลิตภัณฑ์ยังไม่เด่นชัดตามเอกลักษณ์ข้าวสังข์หยด
ร้อยละ 50	ความกรอบอยู่ในระดับดี เนื้อคุกกี้เกาะตัวพอเหมาะ สีออกน้ำตาลอมแดงตามธรรมชาติของข้าว
ร้อยละ 70	เนื้อคุกกี้เริ่มแข็งขึ้นเล็กน้อย ร่วนกว่าเดิม ต้องปรับเพิ่มเนยและไข่เพื่อให้เนื้อ cohesive
ร้อยละ 100	เนื้อร่วน แดงง่ายขึ้น รูปทรงภูเขาไม่คงตัว ต้องเสริมสารให้ความเหนียวหรือผสมแป้งอื่นร่วม

ผลการคัดเลือกสูตรเบื้องต้น สูตรที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 50-70 เป็นสูตรที่ให้คุณภาพดีที่สุดในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความคงตัวของรูปทรงภูเขาอกทะเล สูตรร้อยละ 50 ให้ปริมาณไขมันสูงสุด เนื่องจากแป้งสาลีช่วยกักเก็บไขมัน และสูตรร้อยละ 100 ไขมันลดลงเล็กน้อยแต่ร่วน

ผลการทดสอบความคงตัวของรูปทรงภูเขาอกทะเล แป้งข้าวสังข์หยดสูงกว่าร้อยละ 70 ทำให้รูปทรงพังทลายหลังอบ สูตรร้อยละ 50 สามารถขึ้นรูปและคงรูปได้ดีที่สุดและการเพิ่มไข่ ร้อยละ 10 และลดเนยลงเล็กน้อยช่วยให้รูปทรงคงตัวมากขึ้นสูตรคุกกี้ที่เหมาะสม (แป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 50-70)

2. การพัฒนาสูตร การพัฒนาสูตรเริ่มจากการคัดเลือกแป้งข้าวสังข์หยดเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากมีสีแดงธรรมชาติจากสารแอนโทไซยานิน และมีใยอาหารสูงกว่าแป้งสาลี จากนั้นทำการทดลองปรับสัดส่วนระหว่าง แป้งข้าวสังข์หยด เนยหรือไขมันพืช น้ำตาลทราย ผงฟูไข่ไก่ เกลือ และกลีนาวนิลลา รวมทั้งสูตรที่ผสมแป้งสังข์หยดกับแป้งสาลีในอัตรา 100 อัตรา 70:30 และอัตรา 50:50 เพื่อเพิ่มความกรอบและลดความแตกง่ายของคุกกี้ สัดส่วนที่ดีที่สุดพบว่า สูตรแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 70 และแป้งสาลีร้อยละ 30 ให้ความกรอบดีทีุ่ดและยังคงเอกลักษณ์ของแป้งสังข์หยดได้เด่นชัด

3. ผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวสังข์หยดรูปทรงภูเขาอกทะเล เป็นสินค้าของฝากที่ใช้วัตถุดิบพื้นเมืองพัทลุง คือ ข้าวสังข์หยด ซึ่งมีคุณค่าโภชนาการสูงและสีแดงธรรมชาติ ผสานกับการออกแบบรูปทรง ภูเขาอกทะเล เพื่อสะท้อนอัตลักษณ์ของจังหวัดทั้งในรูปตัวสินค้าและบรรจุภัณฑ์ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 บรรจุภัณฑ์คุกกี้ข้าวสังข์หยดภาพ “ภูเขาอกทะเล” (ต้นแบบ)

ตลาดหลักคือกลุ่มผู้ซื้อของฝาก นักท่องเที่ยว และกลุ่มรักสุขภาพ มุ่งสร้างแบรนด์เป็นของฝากประจำจังหวัด และสามารถต่อยอดสู่ร้านค้าทั่วประเทศหรือจำหน่ายออนไลน์ได้ และการพัฒนาสูตรคุกกี้เพื่อสุขภาพ ใช้วัตถุดิบท้องถิ่น สร้างงานและรายได้ให้ชุมชนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสังข์หยด ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มาตรฐานความปลอดภัย พัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้สะท้อนอัตลักษณ์จังหวัดชัดเจน

4.แผนการผลิต คัดแป้งสังข์หยด ผสมวัตถุดิบตามสูตรมาตรฐาน ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ภูเขาอบด้วยอุณหภูมิควบคุม 160-180°C ทดสอบคุณภาพ (ความกรอบ สี ความชื้น) บรรจุซองฟอยล์และใส่กล่อง เก็บในโกดังควบคุมอุณหภูมิ สิ่งที่จะต้องพัฒนาต่อเนื่องคือ มาตรฐานที่ต้องมี

อย. GMP เพื่อให้สินค้าสามารถจำหน่ายได้หลากหลายช่องทาง

5. ผลลัพธ์สะท้อนการพัฒนาจริง ด้านสูตรและรสชาติแป้งสังข์หยดร้อยละ 50-70 ให้ความกรอบ รสชาติหอมหวานพอดี ด้านรูปร่างภูเขาอกทะเลคงรูปสวย หลังอบไม่ยุบด้านบรรจุภัณฑ์ของฟอยล์และกล่องลดทลายภูเขาสีแดง-น้ำตาล เก็บรักษาได้นาน 6-8 สัปดาห์

6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้น้ำสังข์หยดรูปทรงภูเขาอกทะเล การสร้างมูลค่าเพิ่มและเอกลักษณ์วัฒนธรรมท้องถิ่นจังหวัดพัทลุง

7. ศักยภาพตลาดดึงดูดนักท่องเที่ยวและผู้ซื้อของฝากสามารถขายทั้งออฟไลน์ (ร้านของฝาก) และออนไลน์มีโอกาสด้อยดเป็นแบรนด์ประจำจังหวัดผลิตภัณฑ์นี้โดดเด่นทั้ง ด้านโภชนาการ รูปร่างเอกลักษณ์ ท้องถิ่นและสุขภาพทำให้เป็นคุกกี้ที่ไม่ใช่แค่ของกิน แต่เป็นตัวแทนวัฒนธรรมและสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจ (นพดล อินทร์จันทร์ และ อภิขญา อิงคะวิภาต, 2565)

8. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ ศึกษาตลาดของฝากและขนมเพื่อสุขภาพรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้บริโภค เช่น รสชาติ กรอบ สุขภาพดี และรูปแบบของฝาก

สรุปแผนธุรกิจแนวคิดการใช้ข้าวสังข์หยดเป็นวัตถุดิบหลัก เพื่อสร้างคุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสะท้อน เอกลักษณ์วัฒนธรรมจังหวัดพัทลุง การพัฒนาสูตรทดลองสัดส่วนแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 30 ร้อยละ 50 ร้อยละ 70% และร้อยละ 100 ปรับปริมาณไขมัน น้ำตาล ไข่ และวัตถุดิบอื่นๆ เพื่อให้ได้เนื้อคุกกี้กรอบ หอม และคงรูปทดสอบความกรอบ ความชื้น และสีหลังอบสูตรร้อยละ 50-70 แป้งข้าวสังข์หยด เป็นสูตรเหมาะสมที่สุด การออกแบบรูปร่างและบรรจุภัณฑ์ออกแบบแม่พิมพ์รูป ภูเขาอกทะเล ทดลองอบเพื่อให้คุกกี้คงรูปสวยไม่ยุบตัว และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของฟอยล์และกล่องกระดาษลดทลายภูเขา เพื่อสะท้อนเอกลักษณ์ท้องถิ่นและความพรีเมียม กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ ทำให้คุกกี้ข้าวสังข์หยดเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพและของฝากที่มีเอกลักษณ์

เอกสารอ้างอิง

นพดล อินทร์จันทร์ และ อภิขญา อิงคะวิภาต. (2565). การออกแบบอัตลักษณ์จังหวัดพัทลุง เพื่อเพิ่ม

ศักยภาพการท่องเที่ยว. วารสารวิชาการ
นวัตกรรมสื่อสารสังคม. 13(1) ,48-58.

ประพนธ์ เรืองณรงค์. (2552). พัทลุง (1). วารสารภูมิแล.
30(3), 75-82.

ปฐวิชัย พิทยาภินันท์. (2563). จากเมล็ดข้าวสังข์หยดเมือง
พัทลุงสู่อาหารว่าง: ทางเลือกในการสร้างรายได้
บนฐานแนวคิดที่ว่าด้วยการพึ่งตนเอง. วารสาร
จันทร์เกษมสาร, 26(2), 194-210.

สุธาทิพย์ คงกัน และ อรวัลย์ อุปถัมภานนท์. (2565). การ
พัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสสมัน.
วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 20(2), 201-219.

สิริลักษณ์ ทองพูน, ชุตินา หวังเบญหมัด, คณินจิต หนูเช็ก
, คัมภีร์ ทองพูน, บุตรี บุญโรจน์พงศ์, และจุฑามาศ
พรหมนตรี. (2561). แนวทางการขยายตลาด
"เครื่องดื่มธัญพืชพิชิตะวัน"ของวิสาหกิจชุมชน
ข้าวซ้อมมือบ้านควนป้อม จังหวัดพัทลุง. วารสาร
วิจัยการพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์ และ
สังคมศาสตร์). 11(3), 1-9.

U2T, มหาวิทยาลัยทักษิณ. (2565). ผลิตภัณฑ์ "ข้าวสังข์
หยด ซ้อมมือ" บ้านไสยาว: "ข้าวสังข์หยดซ้อมมือ".
[https://www.u2t.ac.th/communitybusiness/
detail/147](https://www.u2t.ac.th/communitybusiness/detail/147)

การพัฒนาอาหารสุนัขสูตร Plant Based จากพืชในท้องถิ่น ที่มีคุณภาพดี และต้นทุนต่ำ

Development of Plant Based Dog Foods from Local Plants with Good Quality and Low Cost

นพคุณ เดชะผล
ศูนย์กิจกรรมอำเภอทองแสนขัน

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยเป็นครอบครัวเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี โดยขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการศึกษา การพัฒนาอาหารสุนัขสูตร Plant based จากพืชในท้องถิ่น ที่มีคุณภาพดีและต้นทุนต่ำ ชนิดแห้ง (dry foods) จุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพผลของอาหารสำเร็จรูป ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบพืชในท้องถิ่นที่สำคัญ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ (1) สูตรปลายข้าว และกากถั่วเหลือง (2) สูตรปลายข้าว-มันเส้น และกากถั่วเหลือง-รำถั่วเขียว (3) สูตรข้าวโพด-มันเส้น และกากถั่วเหลือง-รำถั่วเขียว มีความมุ่งหวังต่อประโยชน์ที่จะได้รับ 3 ข้อ ดังนี้ (1) สามารถผลิตอาหารสุนัขสูตร Plant based จากพืชในท้องถิ่น ที่มีคุณภาพดี และต้นทุนต่ำ เพื่อจัดจำหน่ายให้แก่ผู้ที่เลี้ยงสุนัข ในราคาถูก หรือราคาที่ไม่สูงจนเกินไป และสามารถร่วมแบ่งปัน หรือบริจาคอาหารสัตว์เลี้ยงให้แก่สถานรับเลี้ยงสุนัขจรจัด ที่มีความขาดแคลนอาหาร และแจ้งความประสงค์ต้องการรับอาหารสัตว์เลี้ยง (2) สามารถร่วมส่งเสริมระบบเกษตรกรรมยั่งยืน ที่มีความเกื้อกูลต่อกันระหว่างมนุษย์ สรรพสัตว์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชุมชน โดยการเป็นผู้ผลิตพืช-วัตถุดิบพืชอาหารสัตว์ หรือ สนับสนุนกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ชุมชน ให้เป็นผู้ผลิตพืช และรับซื้อผลผลิตจากกลุ่มเกษตรกร เข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุนัขสูตร Plant based ร่วมพัฒนาเศรษฐกิจครัวเรือน และพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน ตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และ (3) สามารถผลิตอาหารสุนัขสูตร Plant based จากพืชในท้องถิ่น ที่มีคุณภาพดี และต้นทุนต่ำ โดยไม่มีส่วนผสมจากเนื้อสัตว์ ช่วยลดการฆ่า และเบียดเบียนสรรพสัตว์ต่างๆ ร่วมส่งเสริมเมตตาธรรมในสังคมไทย โดยมีความสอดคล้องกับอุปนิสัยของคนไทยที่เป็นพุทธศาสนิกชน มีความรักและเมตตาต่อกัน ตั้งแต่รุ่นบรรพบุรุษ ถึงลูกหลาน จวบจนปัจจุบันนี้ การวางแผนทดลองเริ่มจากการผลิตอาหารทดลอง 3 สูตรสำหรับสุนัขโตเต็มวัย น้ำหนัก 25 กิโลกรัม เป็นอาหารสุนัขที่มีโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,700 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งปัจจุบันนี้ (ณ วันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ.2568) อยู่ระหว่างกระบวนการผลิตอาหารทดลอง และปรับปรุง พัฒนาสูตรอาหาร-การเลือกใช้กลิ่นอาหารสุนัข และหลังจากนี้ จึงนำไปทดสอบความน่ากินในอาหารสุนัขปกติ จำนวน 16 ตัว เพื่อประเมินประสิทธิผลของอาหาร และการยอมรับอาหารของสุนัข จะทดสอบกับสุนัขเป็นเวลา 1 สัปดาห์ในแต่ละสูตร รวมทั้งการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพด้านต่างๆ นำส่งตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาเบื้องต้น (Proximate composition) ทางห้องปฏิบัติการ รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และสรุปผลการศึกษาลำดับต่อไป ซึ่งทางผู้วิจัยเป็นครอบครัวเกษตรกร และบุคลากรอีก 1 รายของภาคการเกษตร ได้มีความตระหนักถึงคุณค่าประโยชน์ของข้าว-ปลายข้าว เป็นอาหาร 1 ในปัจจัย 4 ที่สำคัญ ในระดับต้นน้ำ-กลางน้ำ-ปลายน้ำ โดยเป็นอาหารหล่อเลี้ยงชีวิตของมนุษย์และสรรพสัตว์ทางด้านสุขภาพร่างกายและจิตใจ มีความสัมพันธ์เกื้อกูลต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เป็นอีก 1 ปัจจัย ช่วยสร้างรากฐานทางเศรษฐกิจครัวเรือนและชุมชน ตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ร่วมสร้างระบบเกษตรกรรมยั่งยืนในระยะยาวต่อไปได้

คำสำคัญ: ปลายข้าว ,วัตถุดิบพืชในท้องถิ่น , อาหารสัตว์เลี้ยง , อาหารสุนัขสูตร Plant based

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮาง ต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าด้านโภชนาการและสารออกฤทธิ์ ของข้าวฮางที่ปลูกในพื้นที่ดินภูเขาไฟ

The Study of Storage Methods of Brown Rice on Chemical Composition, Nutritional Value and Active Ingredients of Brown Rice Grown in Volcanic Soil Area

สุชาดา สานุสันต์^{1*}, พิรยุทธ สิริสุนทร¹, นิจพร ณ พัทลุง¹ โชติ ราชวิชา² คณางค์ ช่อชู³ วณิดา สำราญรัมย์¹ และสุชานาถ สำรวมจิตร⁴

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

² สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

³ การพัฒนาลังคม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

⁴ ห้องปฏิบัติการพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮาง ต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าด้านโภชนาการและสารออกฤทธิ์ของข้าวฮางของข้าวหอมมะลิอินทรีย์ที่ในดินภูเขาไฟ พบว่า กรรมวิธีการเก็บเมล็ดข้าวเปลือกฮางไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิคงที่ 25 °C มีปริมาณน้ำตาลที่รีดิวซ์ได้ของข้าวฮางลดลง 186.25±78.36 มิลลิกรัมต่อกรัม มีปริมาณกาบ้า 58.11±0.56 mg/100g และฟีนอลิกทั้งหมด 286.25±64.25 mg/100g ซึ่งปัจจัยการใช้ระยะปีเก็บเกี่ยวข้าวที่แตกต่างกัน พบว่า ข้าวฮางจ๊ับและข้าวฮางใหม่มะลิ 105 มีปริมาณสารกาบามากที่สุด ส่วนปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวฮางนั้นการใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวจ๊ับและข้าวฮางใหม่มะลิ 105 มีค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด การวัดค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ DPPH ของข้าวฮางอกพบว่า การใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวจ๊ับที่เป็นข้าวพื้นเมืองจะมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ส่วนการใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวฮางเก่ามะลิ 105 ทำให้มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด อีกทั้งความสามารถในการรีดิวซ์ Fe^{2+} ของข้าวฮางจ๊ับมีค่ามากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากข้าวฮางใหม่มะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และการใช้ข้าวเปลือกข้าวฮางเก่า มะลิ 105 มีค่ารีดิวซ์ Fe^{2+} ของข้าวฮางน้อยที่สุด

คำสำคัญ : วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮาง องค์ประกอบทางเคมี คุณค่าด้านโภชนาการ สารออกฤทธิ์

คำนำ

ข้าวเป็นกลุ่มธัญพืชที่สำคัญรองจากข้าวสาลีและข้าวโพด ผลผลิตข้าวมีมากในแถบเอเชีย คือมีผลผลิตทั้งหมดเกือบ 92% ของโลก และยังเป็นสินค้าหลักทางการเกษตรของไทยที่มีปัญหาด้านการแข่งขันในตลาดข้าว ดังนั้น จึงจำเป็นต้องปรับปรุงแนวทางพัฒนาข้าวตั้งแต่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพ การแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ข้าวฮาง คือ การนำข้าวเปลือก

ไปแช่น้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดการงอก ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดข้าว โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของปริมาณสาร “กาบ้า” GABA (Gamma Amino Butyric Acid) ในเมล็ดมากเป็น 10 เท่าของข้าวสาร และเกิดสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แกมมาออริซานอล วิตามินอี และสารฟีนอลิกไลซีน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อให้อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง

* Corresponding author: สุชาดา สานุสันต์ suchada.sn@bru.ac.th

ให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะการแปรรูปข้าวกล้องให้เป็น ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) จากการศึกษาผลการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง ทำให้ข้าวมีสารโอรีซานอลสูง และการเก็บรักษาทำให้สารโอรีซานอลลดลงตามเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อุไรวรรณ วัฒนกุลและคณะ, 2554) การแช่ข้าวเพื่อให้มีการงอกของข้าวกล้องต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกแอซิด (GABA) ในข้าวกล้องงอกพบว่าข้าวที่ผ่านการเพาะข้าวให้งอกทำให้ GABA สูงขึ้นจากข้าวธรรมดา 9.2 เท่า (จารุรัตน์ สันเต, 2550) Veluppillai et al. (2009) พบว่าหลังจากเมล็ดข้าวงอกได้ 4 วัน มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และกรดอะมิโนอิสระเพิ่มขึ้น เท่ากับ 50.58 และ 3.69 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ มีการศึกษาว่าข้าวฮางมีสารประกอบฟีนอลและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวกล้องงอกและข้าวขาว นอกจากนี้ข้าวฮางยังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง (กิริติพร และคณะ, 2551) ข้าวฮางงอกจัดเป็นข้าวหนึ่งงอกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารกาบาจากค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตข้าวฮางและข้าวฮางงอกที่แตกต่างกัน เช่น การเติมสารเร่งในการแช่ข้าวเปลือก (Bello et al., 2004; อภิชาติ อาณาเจียว (2553) อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ข้าวเปลือก อุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้ง (เทวีภา กิริติบุรณะ และ วรณช ศรีเจษฎารักษ์, 2011) ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Bualuang et al., 2012) หรือแม้แต่การใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวเก่าหรือการใช้ข้าวใหม่ ซึ่งส่งผลให้ข้าวฮางและข้าวฮางงอกที่ได้ มีคุณภาพทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน อีกทั้งกระบวนการวิธีการทำข้าวฮางที่จะสามารถเป็นการเพิ่มคุณภาพของข้าวฮางงอก โดยขั้นตอนก่อนการสีข้าวฮางงอกนั้น หากมีการ เก็บรักษาข้าวเปลือกไว้ในถังข้าวควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิคงที่ 25 °C ก่อนจะนำมาเพาะเปลือกให้เป็นข้าวกล้อง เพื่อบรรจุลงถุงภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะจัดเก็บในตู้แช่ ณ จุดขายที่อุณหภูมิ 15 °C อาจทำให้ข้าวที่ได้มีกลิ่นหอมกว่าและมีคุณค่าประโยชน์มากกว่าข้าวสารโดยทั่วไป หรือแม้แต่การใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวเก่าหรือการใช้ข้าวใหม่ ซึ่งส่งผลคุณค่าทางโภชนาการของข้าวฮางงอกที่ได้มีคุณภาพทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน

ถึงแม้จะมีงานวิจัยจำนวนมากที่มีการศึกษาวิเคราะห์สารในข้าวฮางงอก แต่งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษา

การผลิตการใช้ข้าวเปลือกที่ปลูกในพื้นที่ดินภูเขาไฟ ในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งยังมีงานวิจัยเป็นส่วนน้อย โดยเฉพาะการทำข้าวฮางในพื้นที่พื้นที่เมือง ซึ่งข้าวจีบที่เป็นพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ในดินภูเขาไฟ ในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์เท่านั้น ซึ่งเป็นการศึกษาการใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ต่างกันและมีระยะเวลาเก็บที่แตกต่างกันที่มีผลต่อคุณค่าด้านโภชนาการและสารออกฤทธิ์ของข้าวฮางงอก และเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตข้าวฮางของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตข้าวฮาง

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวฮางงอก โดยนำวัตถุดิบข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่เขตดินภูเขาไฟในอำเภอบางขัน จังหวัดบุรีรัมย์ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 (ข้าวเปลือกเก่า) และปีเก็บเกี่ยว 2561 (ข้าวเปลือกใหม่) แลข้าวเปลือกพันธุ์พื้นเมืองคือ ข้าวจีบปีการเก็บเกี่ยว 2561 นำมาทำความสะอาดโดยการแยกเอาฝุ่น เศษไม้ ดิน หินออก วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 Factorial in CRD (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางหลังจากที่มีการนึ่งและตากแล้วจนแห้งแล้ว 2-3 วัน โดยมีวิธีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันก่อนการนำไปสี 2 วิธี โดยวิธีที่ 1 คือ การเก็บด้วยกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชม. แล้วนำไปสี และวิธีที่ 2 คือ เก็บเมล็ดข้าวเปลือกฮางอุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 24 ชม. ก่อนนำไปสีกระเทาะเปลือก เมื่อสีกระเทาะเสร็จแล้วเรียบร้อยแล้วทำการบรรจุลงละ 500 กรัม บรรจุลงถุงภายใน 24 ชั่วโมง ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะที่เก็บข้าวเปลือก มี 3 ระยะ คือ ข้าวใหม่ (ปีการเพาะปลูกที่เก็บเกี่ยว 2561) และข้าวเก่า (ที่มีการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในปีการเพาะปลูก 2560) และ การใช้พันธุ์ข้าวจีบ คือ ระยะเก็บข้าวใหม่ (ปีเก็บเกี่ยว 2561)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวฮางงอก

วิเคราะห์โปรตีนตามวิธีการ Micro kjelghal method และค่าน้ำตาล วิตามินบี 1 ปริมาณสารกาบา (GABA content)การวิเคราะห์ปริมาณสาร gamma (γ)-aminobutyric acid (GABA) ซึ่งตัวอย่างของข้าวฮางงอก

จำนวน 0.2 กรัม บดและเติมน้ำปริมาณ 1.8 ml เติม 3% sulfosalicylic acid ปริมาณ 200 μ l แล้วปั่นเหวี่ยงเป็นเวลา 30 นาที และนำส่วนใสผสมกับ 25 mM NaHCO₃ พร้อมกับเติม 200 μ l dabsyl chloride (dabsyl-CL, Sigma-Aldrich, US) ผสมให้เข้ากัน นำสารละลายไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นทำการเติม 95% ethanol (QREC) และ 25mM Phosphate buffer pH 6.8 (sodium phosphate mono basis/di-sodium phosphate) ผสมให้เข้ากัน

วิเคราะห์กลุ่มสารแอนติออกซิแดนท์

ปริมาณสารฟีนอลิก (phenolic compound) ตามวิธีการ Folin-Ciocalteu method สกัดข้าวกล้องปริมาณ 100 กรัมด้วยตัวทำละลายเมทานอล แล้วนำไปประเหยตัวทำละลายออกด้วย เครื่องระเหยแบบสูญญากาศ นำสารสกัดมาเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรในเมทานอลแล้ว เจือจางในน้ำกลั่น จากนั้นเติมสารละลายที่เจือจางปริมาตร 40 ไมโครลิตร ในน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิตร แล้วผสมกับสารละลาย Folin –Ciocalteu’s phenol reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที เติม 35 %Na₂CO₃ ผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที นำมาวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร หาปริมาณโพลีฟีนอลในสารสกัดโดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (gallic acid)

วิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี (DPPH radical scavenging activity, DPPH) ตามวิธีของ Rice, Miller, and Paganga (1997)

โดยเจือจางตัวอย่างด้วยเมทานอล ที่ความเข้มข้นของสารละลาย คือ 100 200 300 400 และ 500 มก./ลิตร บีบอัดสารละลายสารสกัด ปริมาตร 0.1มล. ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย ABTS ปริมาตร 2.9 มล. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาที (ใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm แล้วคำนวณหาร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (% inhibition) ดังนี้ คือ

จากสูตร % inhibition = $[(Abs_{control} - Abs_{sample}) / Abs_{control}] \times 100$ เมื่อ $Abs_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ control และ Abs_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง หลังจากนั้นนำค่า IC₅₀ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % inhibition กับปริมาณของสารสกัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ;ANOVA) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Statistic 8.1

ผลการทดลอง

ปริมาณโปรตีน วิตามินบี 1 และน้ำตาลรีดิวซ์

จากตารางที่ 1 ผลของการใช้วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางหลังจากที่มีการนึ่งและตากแล้วจนแห้งเป็นเวลา 2-3 วัน ทำการเก็บที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันก่อนการนำไปสีมี 2 กรรมวิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 คือ เก็บด้วยกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องก่อนเป็นเวลา 24 ชม. (อุณหภูมิห้อง) แล้วนำไปสี ส่วนวิธีที่ 2 คือ เก็บเมล็ดข้าวในห้องเย็นที่อุณหภูมิคงที่ 25 °C (อุณหภูมิ 25 °C) เป็นเวลา 24 ชม. ก่อนนำไปสี กระเพาะเปลือก พบว่าโปรตีนและวิตามิน บี 1 ไม่มีผลต่อความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ การใช้วิธีเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มีผลต่อน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวเปลือกฮาง โดย วิธีการเก็บเมล็ดข้าวเปลือกฮางไว้ในห้องเย็นที่ อุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ได้ของข้าวฮางลดลง 186.25±78.36 มิลลิกรัมต่อกรัม การบริโภคการบริโภคข้าวกล้องงอก (germinated brown rice - GBR) ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ซึ่งก็คือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย) ต่ำนั้นส่งผลดีต่อสุขภาพ (Imam, et al., 2012; Hsu et al., 2008)

ส่วนการนำข้าวเปลือกจากปีการเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน นั้น จะพบว่าปริมาณโปรตีน วิตามิน บี 1 และน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวเปลือกฮางจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ข้าวฮางจีบมีปริมาณโปรตีน วิตามิน บี 1 และน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้ข้าวขาวดอกมะลิใหม่ และเก่าตามลำดับ ซึ่งการนำข้าวพื้นเมืองมาทำเป็นข้าวฮาง

งอกนั้นจะได้สารอาหารได้สูง ดังงานทดลองของ วรัมพร และคณะ (2555) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในข้าวกล้อง 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมนิล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวดำ พบว่าเมื่อผ่านการงอกข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีปริมาณกาบา และวิตามิน B1 เพิ่มขึ้น ข้าวที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือข้าวเหนียวดำในขณะที่ข้าวที่มีปริมาณกาบาสูงที่สุดหลังจากการงอกคือข้าวหอมนิล มีกาบาเท่ากับ 17.42 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 1 โภชนาการบางประการในข้าวฮางอก

กรรมวิธี	โปรตีน (%)	วิตามิน บี1	น้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวฮาง (mg/g)
ปัจจัยที่ 1			
อุณหภูมิห้อง	7.88±0.25	0.51±0.256	196.91±21.36 a
อุณหภูมิ 25°C	8.11±0.26	0.52±0.125	186.25±78.36 b
ปัจจัยที่ 2			
ข้าวฮางเก่ามะลิ 105	7.08±0.14 b	0.40±0.140 b	266.91±23.08 b
ข้าวฮางใหม่มะลิ 105	7.44±0.09 b	0.44±0.024 b	195.83±87.42 bc
ข้าวฮางจีบ (ใหม่)	8.10±0.07 a	0.54±0.003 a	382.26±6.47 a

ปริมาณกาบา แทนนิน และฟีนอลิกทั้งหมด

จากตารางที่ 2 ผลของการใช้วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังจากที่มีการนึ่งและตากแล้วจนแห้งแล้ว 2-3 วัน ให้ทำการเก็บที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันก่อนการนำไปสี 2 วิธี พบว่า ปริมาณกาบา และฟีนอลิกทั้งหมด มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณแทนนินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณกาบา และฟีนอลิกทั้งหมด จะมีค่าสูงใน กรรมวิธีการเก็บเมล็ดข้าวเปลือกฮางไว้ในที่อุณหภูมิคงที่ 25 °จะมีปริมาณกาบา 58.11±0.56 mg/100g และฟีนอลิกทั้งหมด 286.25±64.25 mg/100g

ส่วนการใช้ระยะปีเก็บเกี่ยวข้าวที่แตกต่างกันพบว่า ปริมาณกาบาของข้าวฮางมีแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยพบว่าข้าวฮางจีบและข้าวฮางใหม่มะลิ 105 มีค่ามากที่สุด ส่วนข้าวฮางเก่ามะลิ105 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนปริมาณแทนนินของข้าวฮางไม่มีแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของข้าวฮางมีแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) พบว่า ข้าวจีบและข้าวฮางใหม่มะลิ105 มีค่ามากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกัน ส่วนข้าวฮางเก่ามะลิ 105 มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งข้าวจีบเป็นข้าวพื้นเมือง ที่มีลักษณะเป็นข้าวแดง ซึ่งข้าวที่มี

มีสีจะส่งผลต่อการทำให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้น ดังงานทดลองของ ในส่วนของการนึ่งข้าวฮางงอกนั้น อรัญญา พรหมกุลและคณะ (2557) กล่าวว่า ระยะเวลาในการนึ่ง ต่อปริมาณสารกาบา และสมบัติเชิงกายภาพและเคมีของข้าวฮางพันธุ์สีดำ โดยการเตรียมข้าวฮางและข้าวฮางออกจากข้าวพันธุ์สีดำ 2 พันธุ์ ได้แก่ หอมนิลและเหนียวดำ ระยะเวลาในการนึ่งข้าวฮาง 30 60 และ 90 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำเดือด จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณสารกาบา ระดับการเกิดเจล และสมบัติทางความเหนียวของข้าวฮางและข้าวฮางงอก เปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่ใช้เป็นตัวอย่างควบคุม ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาในการนึ่งนานขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณกาบาที่สามารถตรวจได้ในข้าวฮางมีปริมาณเล็กน้อย ข้าวฮางงอกที่ผลิตจากข้าวหอมนิลมีปริมาณกาบาสูงกว่าข้าวฮางงอกจากข้าวเหนียวดำ

ตารางที่ 2 ปริมาณกาบา แทนนิน และฟีนอลิกทั้งหมดของข้าว (mg/100g)

ชนิดข้าว	GABA (mg/100g)	Tennin (mg/100g)	Total Phenolic (mg/100g)
ปัจจัยที่ 1			
อุณหภูมิห้อง	46.25±2.56 b	87.56 ±0.25	270.91±44.25 b
อุณหภูมิ 25°C	58.11±0.56 a	90.23±0.12	286.25±64.25 a
ปัจจัยที่ 2			
ข้าวฮางเก่า มะลิ 105	30.20±0.10 b	88.32±12.00	210.51±45.06 b
ข้าวฮางใหม่ มะลิ 105	47.33±3.43	85.75±13.60	321.23±41.41
ข้าวฮางจีบ	48.06±3.04	90.35±16.58	353.76±90.61

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

จากตารางที่ 3 ผลของการใช้วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังจากที่มีการนึ่งและตากแล้วจนแห้งแล้ว 2-3 วัน ให้ทำการเก็บที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันก่อนการนำไปสี 2 กรรมวิธี คือ เก็บด้วยกระสอบป่านที่อุณหภูมิห้องก่อนเป็นเวลา 24 ชม. ก่อนนำไปสี และเก็บเมล็ดข้าวในห้องเย็นที่อุณหภูมิคงที่ 25 °C เป็นเวลา 24 ชม.ก่อนนำไปสีกระเทาะเปลือก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนการใช้ระยะเก็บเกี่ยวข้าวที่แตกต่างกันพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ DPPH ของข้าวฮางงอก พบว่า ข้าวฮางจีบมีค่ามากที่สุด และข้าวฮางเก่ามะลิ 105 มีค่าน้อยที่สุด ความสามารถในการรีดิวซ์ Fe²⁺ ของข้าวฮางจีบมีค่ามากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากข้าวฮางใหม่

มะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และข้าวฮางเก่า มะลิ 105 มีค่าน้อยที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งในข้าวพื้นเมืองนั้นจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งเช่นเดียวกันกับสำราญ พิมราช และคณะ (2558) พบว่าปริมาณของสารแกมมา-อะมิโนบิวทริกแอซิด (Gamma - aminobutyric acid; GABA) และเพื่อศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเจ้าแดง ข้าวเจ้าเหลือง ข้าวเจ้าดอ ข้าวเจ้าส้มพันธุ์แดง และข้าวเจ้าโสมมาลี สำหรับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่วัดด้วยวิธี DPPH พบมากในข้าวเจ้าส้มพันธุ์แดง ข้าวเจ้าโสมมาลี และข้าวเจ้าแดง ตามลำดับ ส่วนข้าวเจ้าดอ และข้าวเจ้าเหลืองมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าข้าวเจ้าพันธุ์อื่นๆ เช่นเดียวกันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบมากที่สุดในข้าวเจ้าส้มพันธุ์แดง รองลงมา คือ ข้าวเจ้าแดง ข้าวเจ้าโสมมาลี และข้าวเจ้าดอ ตามลำดับ

Shokrzadeh and Ebadi (2006) ได้ศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดข้าวทั้ง 4 ชนิด คือ Tarom, Khazar, Neda และ Sadri พบว่า ข้าว Tarom มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงสุดเนื่องจากข้าว Tarom มีสีเขมนั่นคือ มีแอนโท-ไซยานินปริมาณสูงทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ Chung and Shin (2007) ได้ศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของข้าว 5 สายพันธุ์โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80% ในการสกัดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากการทดลองพบว่าข้าวสายพันธุ์ *Oryza sativa* cv. *Heugjinjubyeo* มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อใช้ DPPH เป็นอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าว

ชนิดข้าว	%DPPH Inhibition	FRAP (mM Fe(II)/100g)
ปัจจัยที่ 1		
อุณหภูมิห้อง	36.25±0.12	22.36±1.23
อุณหภูมิ 25°C	35.63±0.11	23.23±1.36
ปัจจัยที่ 2		
ข้าวฮางเก่ามะลิ 105	26.95±0.08 b	20.05±1.03 b
ข้าวฮางใหม่มะลิ 105	38.93±0.07 b	21.32±0.61 ab
ข้าวฮางจีบ	44.52±0.45 a	22.35±0.65 a

สรุป

วิธีการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางหลังจากที่มีการนึ่งและตากแล้วจนแห้งในเวลา 2-3 วัน ซึ่งการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 24 ชม. ก่อนนำไปสี กระเทาะเปลือก จะส่งผลให้ข้าวฮางงอกมีปริมาณน้ำตาลที่รีดิวซ์ได้ของข้าวฮางลดลง ส่วนการใช้ข้าวฮางจีบจะมีปริมาณโปรตีน วิตามิน บี 1 สูง เช่นเดียวกันที่การใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวจีบและข้าวฮางใหม่มะลิ 105 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด ซึ่งข้าวจีบเป็นข้าวพื้นเมืองที่มีลักษณะเป็นข้าวแดง ซึ่งข้าวที่มีสีจะส่งผลต่อการทำให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงขึ้น เช่นเดียวกันที่ การใช้ข้าวเปลือกที่เป็นข้าวจีบเป็นข้าวฮาง ทำให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ DPPH ของข้าวฮางงอกค่ามากที่สุด ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวเปลือกฮางที่อุณหภูมิ 25 °C ก่อนนำไปสีและการใช้ข้าวไม่ว่าจะเป็นข้าวจีบหรือข้าวหอมมะลิ 105 เป็นข้าวฮางจะทำให้ข้าวฮางมีคุณค่าและองค์ประกอบทางโภชนาการที่สูงขึ้นได้

คำนิยม

การทดลองการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้รับการสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน ประจำปีงบประมาณ 2562 สำนักงานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และห้องปฏิบัติการพืชศาสตร์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

เอกสารอ้างอิง

กิริติพร จูเปาะ, วิไล รัตนกร, และ สมหมาย แก้วคำไสย์.

(2551). ปริมาณสารแกมมาออริซานอลและฤทธิ์ต้าน

อนุมูลอิสระของข้าวฮางงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์*

เกษตร, 39(6), 183-186.

จารุรัตน์ สันเต. 2550. ผลของกระบวนการแช่และ

กระบวนการงอกของข้าวกล้อง (หอมมะลิ 105) ต่อ

ปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกแอซิดในข้าวกล้อง

งอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.

ขอนแก่น: มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.

เทวีกา กิริติบุณยะ และ วรณช ศรีเจษฎารักษ์. (2554). ผล

- ของชนิดเครื่องอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวกล้อง
งอก. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 19 (1), 1-8.
- วรัณพร ศิริพงศ์, นงนุช รุ่งศรี, และ สมชาย วงศ์เกษม.
(2555). ผลของกระบวนการผลิตข้าวฮางต่อปริมาณ
สารต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการ.
วารสารวิชาการ, ปีที่ 4 ฉบับที่ 1, หน้า 119-131.
- สำราญ พิมราช, สุรศักดิ์ สุพรรณกุล, และ อรุณศรี รัตนศักดิ์.
(2558). การวิเคราะห์ปริมาณสารแกมมา-อะมิโนบิวทา
ริกแอซิด (GABA) ในข้าวฮางจากกระบวนการผลิตแบบ
ต่างๆ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 46(2), 161-164.
- อรัญญา พรหมกุล พัทธราภรณ์ ถิ่นจันทร์ และ เกรียงไกร
พิทยากร. (2557). ผลของการนึ่งต่อสารกาบาและสมบัติ
เชิงกายภาพและเคมีของข้าวฮางและข้าวฮางอกสีดา.ว.
วิทย. กษ. 45(2) (พิเศษ): 469-472.
- อภิชาติ อาจนาเจียว. (2553). อิทธิพลของอุณหภูมิและ
ระยะเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของข้าวฮางงอก
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน).
- อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล นพรัตน์ มะเหและ
พิฑูรย์ จรุงรัตน์. 2554. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและ
การเก็บรักษาต่อคุณสมบัติทางโภชนาการของข้าว
กล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง.วารสาร
มหาวิทยาลัยทักษิณปีที่ 14 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษ.50-
58.
- Bello, M., Igbeka, S. O., & Ofi, F. A. (2004). Soaking
and cooking effect on physicochemical
properties of two local rice varieties. *Journal
of Food Engineering*, 63(2), 185-191.
- Bualuang, N., Benjamas, O., & Songsak, S. (2012).
Effect of drying methods on physical and
chemical properties of germinated brown rice
(Hom Mali 105). *Journal of Food Science and
Agricultural Technology*, 2(2), 65-71.
- Chung, H. S., & Shin, J. C. (2007). Antioxidant
activity of ethanol extracts from five different
varieties of rice. *Journal of the Korean
Society for Applied Biological
Chemistry*, 50(3), 211-214.
- Hsu, C. C., et al. (2008). "Effects of germinated
brown rice on blood glucose and lipid
levels in type 2 diabetes mellitus
patients". (อ้างถึงใน Imam et al., 2012,
Food Science Journal)
- Imam, S. Z., et al. (2012). "Effect of germination on
brown rice and its role in human
health". *Food Science Journal*, 5(2), 27-34.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997).
Antioxidant activity assays: An overview of
methods. *Journal of the Science of Food and
Agriculture*, 73(3), 289-296.
- Shokrzadeh, M., & Ebadi, A. (2006). Antioxidant
activity of various rice bran extracts (*Oryza
sativa* L.) in comparison to some synthetic
antioxidants. *Journal of Biological
Sciences*, 6(1), 166-170.
- Velupillai, S., K. Nithyanantharajah, S.
Vasantharuba, S. Balakumar, and V.
Arasaratnam. 2009. Biochemical changes
associated with germinating rice grains and
germination improvement. *Rice Science* 16(3):
240-242.

สารเซราไมด์มูลค่าสูงจากรำข้าว: การสกัดและศักยภาพเป็นสารออกฤทธิ์เชิงเวชสำอาง

High-Value Rice Bran Ceramides: Extraction and Potential for Cosmeceutical Product

ณัฏฐา เล่ากุลจิตต์^{1,2} อรพรรณ เสลามาศกุล² อภิรติ อุทัยรัตนกิจ^{1,2} ณัฏฐพล ไช้แสงศรี² รัชฎาภรณ์ คะประสบ² ภาวินี ศรีนวล²

¹ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

² ห้องปฏิบัติการวิจัยกลุ่มเกษตรแปรรูปและอาหารเชิงหน้าที่ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

49 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสภาวะการสกัดสารเซราไมด์จากกากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่สกัดน้ำมันออกแล้ว ด้วยตัวทำละลายร่วมกับการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงและทำบริสุทธิ์สารเซราไมด์ด้วยวิธีการสกัดเป็นลำดับขั้นและคอลัมน์โครมาโทกราฟี พบว่าตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดเซราไมด์ ได้แก่ น้ำผสมกับเอทานอล โดยมีสภาวะการสกัดที่เหมาะสมด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง คือ การสกัด กากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยสารละลายผสมอัตราส่วนน้ำต่อเอทานอลเท่ากับ 12.07 ต่อ 87.93 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 34.5 นาที สกัดร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงที่ 260 วัตต์ ได้สารเซราไมด์มากที่สุด โดยพบสารกลูโคเซราโบไซด์เท่ากับ 29.45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมรำข้าว ซึ่งปริมาณสารกลูโคเซราโบไซด์ที่ได้นี้สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (ไอโซโพรพานอล:เฮกเซน:น้ำ เท่ากับ 55:20:25 ปริมาตรต่อปริมาตรต่อปริมาตร) จากนั้นนำสารสกัดจากคลื่นเสียงความถี่สูงสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ไปทำให้บริสุทธิ์ต่อด้วยวิธีการสกัดเป็นลำดับขั้น ด้วยคอลโรฟอร์มและเมทานอล พบว่าสารสกัดส่วนใหญ่ละลายอยู่ในคอลโรฟอร์ม (55.37 กรัม, ร้อยละ 53.08 ของน้ำหนักสารสกัด) รองลงมาคือเมทานอล (29.66 กรัม, ร้อยละ 28.44 ของน้ำหนักสารสกัด) และส่วนที่ไม่ละลายในเมทานอล (0.36 กรัม, ร้อยละ 0.34 ของน้ำหนักสารสกัด) เมื่อทดสอบด้วย โครมาโทกราฟีแบบผิวบาง พบว่าสารเซราไมด์อยู่ในส่วนของคอลโรฟอร์ม นำส่วนนี้มาทำบริสุทธิ์ต่อด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ได้ทั้งหมด 7 แพรคชั่น พบว่าแพรคชั่นที่ 1 มีสารเซราไมด์ จึงได้นำแพรคชั่นที่ 1 ทำบริสุทธิ์ต่อด้วยวิธีการตกผลึกแบบเย็นได้ผงสีขาว ซึ่งมีลักษณะเหมือนเซราไมด์ทางการค้า เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของสารสกัดเซราไมด์ด้วยก๊าซโครมาโทกราฟี พบว่าเซราไมด์จากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 14 ถึง 22 อะตอม เมื่อวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรด สารเซราไมด์จากกากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีลักษณะของสเปกตรัมใกล้เคียงกับสารเซราไมด์ทางการค้า และพบการสั่นสะเทือนพันธะเคมีของไฮโดรคาร์บอนและเอไมด์ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของกลูโคเซราโบไซด์ นอกจากนี้สารสกัดเซราไมด์ที่ได้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2'-ไดฟีนิล-1-พิกิริลไฮดราซิล (DPPH⁺) มีความเข้มข้นที่ยับยั้งที่ร้อยละ 50 (IC₅₀) เท่ากับ 1.84 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร, และ 2,2'-อะซิโน-บิส (3-เอซิลเบนโซโทอะโซลีน-6-ซัลโฟนิคแอซิด (ABTS⁺)) มี IC₅₀ เท่ากับ 0.20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเทส คอลลาจีเนส และไทโรซิเนส เท่ากับร้อยละ 68.08, 86.53 และ 57.76 ตามลำดับ โดยสารสกัดเซราไมด์สกัดด้วยสารละลายผสมน้ำและเอทานอลร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงมีความบริสุทธิ์สูงมากกว่าร้อยละ 91.28 การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดเซราไมด์จากรำข้าวมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีศักยภาพในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางบำรุงผิว

คำสำคัญ: กากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ คลื่นเสียงความถี่สูง เซราไมด์ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เวชสำอาง

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม งานวิจัยข้าวระดับท้องถิ่น และวิถีชีวิตชาวนา

เทคนิคการปลูกข้าวนาปี (พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105) แบบลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น
Techniques for Rainfed Rice Cultivation (Jasmine 105 rice variety) to
Reduce Costs and Increase Production

นายวสิน โต๊ะสิงห์¹, ดร.ปิยศักดิ์ สิดา²

¹ สาขาเกษตรศาสตร์การพัฒนากฎหมาย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เลขที่ 186 หมู่ที่ 1 ถนนสุรินทร์ – ปราสาท ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

² คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เลขที่ 186 หมู่ที่ 1 ถนนสุรินทร์ – ปราสาท ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

¹ Wasin0099@hotmail.com ² Piyasak@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการทดลองภาคสนามในช่วงปี 2566–2568 เพื่อพัฒนาเทคนิคการทำนาแบบประหยัดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตข้าวนาปี โดยใช้พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ภายใต้สภาพพื้นที่ของชุมชนในจังหวัดสุรินทร์ ศึกษาองค์ประกอบสำคัญต่อการลดต้นทุน ได้แก่ 1) การคัดเลือกพันธุ์ 2) การเตรียมดิน 3) การเพาะกล้าและการย้ายกล้า 4) การใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม 5) การจัดการน้ำ 6) การควบคุมศัตรูพืช และ 7) การเก็บเกี่ยวผลผลิต การปลูกข้าวนาปีเป็นระบบการผลิตสำคัญของเกษตรกรไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูงและผลผลิตไม่แน่นอน การยกระดับเทคนิคการทำนาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง การศึกษานี้มุ่งพัฒนาวิธีการปลูกข้าวนาปีพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จริงของเกษตรกร เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นและลดต้นทุนลงอย่างเป็นรูปธรรม จากการทดลองสามปีพบว่า การปรับปรุงเทคนิคดังกล่าวทำให้ต้นทุนลดลงเฉลี่ย 15–20% และเพิ่มผลผลิตจากเดิมเฉลี่ย 1,400 กิโลกรัม/ไร่ในปี 2566 เป็น 1,800 กิโลกรัม/ไร่ในปี 2567 และ 2,000 กิโลกรัม/ไร่ในปี 2568 แนวทางนี้สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรในชุมชนผ่าน “กลุ่มนวัตกรรมข้าวนา” และเป็นต้นแบบหลักสูตรบริการวิชาการพัฒนาการทำนาในอนาคตได้

คำสำคัญ: เทคนิค, การปลูกข้าวนาปี, ข้าวขาวดอกมะลิ 105, การลดต้นทุนการผลิต

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลของวัสดุไคติน-ไบโอชาร์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ผลผลิตและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Effects of Chitin-biochar Materials on Rice Growth, Yield, and Greenhouse Gas Emissions

ลาลักษณ์ ป้ากระโทก^{1*}, ณัฐวดี จินตโกวิท¹, มาสุทล สัณยพิง^{1,2}, สุพิน แสงสุข³, รัฐ พิษยางกูร⁴, บุญลือ คะเชนทร์ชาติ⁵, ณัฐวุฒิ สิงห์คำ⁶, ศุภจิตรา ชัชวาลย์¹

¹ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

² ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

³ สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

⁴ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

⁵ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ถนนพุทธมณฑลสายสี่ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

⁶ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส์ จำกัด, อาคารฟอร์จูนทาวน์ (ซีพี ทาวเวอร์ 2) ถนนรัชดาภิเษก แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

บทคัดย่อ

ภาวะโลกร้อนคือปรากฏการณ์ที่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโดยเฉพาะก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว มีการศึกษาพบว่าการใช้ไบโอชาร์ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากคุณสมบัติการมีพื้นที่ผิวสูง มีความสามารถในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนลงดินได้เป็นเวลานาน และมีการศึกษาพบว่าไคตินหมัก (FC) มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุไคติน-ไบโอชาร์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าว โดยการทดลองในกระถางที่ศึกษาผลของวัสดุไคติน-ไบโอชาร์ที่ผลิตจากแกลบ (RHB) และไม้ (BBB) ทั้งหมด 9 ชุดการทดลองต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ ‘เบญจมาณี 1’ และ ‘ปทุมธานี 1’ พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดไม่ส่งผลกระทบต่อความเครียดของข้าวหรือความเขียวของใบอย่างมีนัยสำคัญ ดังที่เห็นได้จากค่า NDVI และ SPAD ที่ค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ในส่วนของผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่าการใช้ FC เพียงอย่างเดียวทำให้จำนวนต้นตอกเพิ่มขึ้นสูงสุดในพันธุ์ ‘เบญจมาณี 1’ และที่น่าสนใจคือชุดการทดลองที่ใช้ FC+RHB (อัตราส่วน 2:1) และ FC+RHB (อัตราส่วน 1:2) แสดงเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดดีต่อรวงสูงที่สุดและให้ผลผลิตสูงกว่าชุดควบคุม ในทำนองเดียวกันข้าวพันธุ์ ‘ปทุมธานี 1’ ที่ให้ FC+RHB (อัตราส่วน 2:1) สามารถเพิ่มจำนวนต้นตอกและผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ชุดการทดลองที่มีการใช้ FC ร่วมกับ BBB สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดดีและผลผลิตได้เช่นกันแต่ต่ำกว่า FC+RHB ดังนั้น จึงเลือกใช้ชุดการทดลอง FC+RHB (อัตราส่วน 2:1) สำหรับการทดลองในแปลง ซึ่งการทดลองในแปลงพบว่าการเติม FC+RHB ลงดินในทุกชุดการทดลองสามารถลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ได้ และพบว่าการพ่นสารละลายไคโดซานความเข้มข้น 50 ppm ในระยะแตกกอสูงสุดและระยะตั้งท้อง สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนและเพิ่มจำนวนรวงและผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้วัสดุไคติน-ไบโอชาร์ร่วมกับไคโดซานสามารถส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวได้

คำสำคัญ: ไบโอชาร์, ไคตินหมัก, ก๊าซเรือนกระจก, การผลิตข้าว

โครงการพัฒนาความยั่งยืนให้แก่เครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974

ในจังหวัดเชียงราย

The Sustainable Development of Klaw-Ngu Glutinous Rice 8974 Farmer Group Network in Chiang Rai Province

รศ.ดร.ปวีณา ลีตระกูล^{1*}, ผศ.ดร.นุกูล อินทรกุล², นายพายุพิบูลเบศวร์ มากกุล³, อาจารย์กฤษฎณกัณฑ์ ภาโพธิรัตน์⁴

^{1,2,4} มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

³ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการสร้างความยั่งยืนให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ควบคู่กับการอนุรักษ์ข้าวประจำถิ่น โดยในแนวคิดเกษตรผสมผสาน โดยการการพัฒนาและยกระดับข้าวทั้งห่วงโซ่อุปทาน สำหรับการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เพื่อสร้างเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 จังหวัดเชียงราย ให้คงความบริสุทธิ์และเป็นอัตลักษณ์ของสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ของจังหวัดเชียงราย 2) เพื่อสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 จังหวัดเชียงรายผ่านแนวคิด “Eco Rice” และสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) และ 3) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและพัฒนาการตลาดข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 จังหวัดเชียงรายภายใต้แนวคิด “Eco Rice” และสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) สำหรับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษามีจำนวน 200 รายในพื้นที่อำเภอเชียงแสน อำเภอแม่จัน อำเภอแม่สายและอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

สำหรับการพัฒนาการผลิตต้นทาง ได้เครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ จำนวน 106 ราย และพัฒนาแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ต้นแบบ 2 แปลง และได้เมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 ในระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ฤดูนาปี 2564/2565 จำนวน 860 กิโลกรัม และได้รวงข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 จำนวน 2,000 รวง สำหรับใช้ปลูกรักษาความบริสุทธิ์

การพัฒนาของกลุ่มเกษตรกรผ่านแนวคิด “Eco Rice” ได้เครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974 ของจังหวัดเชียงราย ผ่านแนวคิด “Eco Rice” จำนวน 92 ราย และมีเกษตรกรต้นแบบ 17 ราย ซึ่งผลการพัฒนาเกษตรกรต้นแบบ พบว่าส่วนใหญ่มีการเพิ่มรายได้โดยการปลูกข้าวหลากหลายพันธุ์ ปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เสริม และมีแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร อีกทั้งส่วนใหญ่มีการลดต้นทุนโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ และใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ และได้มีการพัฒนามาตรฐานการผลิตตามมาตรฐานสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ข้าวเหนียวเขี้ยววงเชียงราย ส่งผลให้เครือข่ายทั้ง 92 รายสามารถได้รับการขึ้นทะเบียนผู้ใช้ตราสัญลักษณ์ GI ได้

การพัฒนาด้านการตลาดเพื่อสร้างความยั่งยืนในกับเกษตรกร ได้แก่ การพัฒนาตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ โดยการเล่าเรื่อง (Story Telling) ผ่านตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์และการสื่อสารการตลาดในกลุ่มผู้ใส่ใจสุขภาพ มีความพึงพอใจในการดำเนินธุรกิจอาหารและใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้นและเพื่อผลักดันให้เป็นสินค้าข้าวพรีเมียมต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวเขี้ยววง 8974, ECO RICE ,สินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) , เชียงราย

ภาคโปสเตอร์

กลุ่ม การอารักขาข้าว แบบบูรณาการ

ศักยภาพของสารระเหยอินทรีย์จาก *Trichoderma asperelloides* TSU1 ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านทานและควบคุมโรคกาบใบไหม้ในข้าว

Volatile Organic Compound from *Trichoderma asperelloides* TSU1 : Induces Defense Response and sheath blight disease control.

ปริศนา วงศ์ล้อม¹, อรุณา เรืองวงษ์², วศิน พลาชีวิน³, ศิวเรศ อารีกิจ⁴, กัญจน์อมล เรืองวงษ์⁵ และอนุรักษ์ สันป่าเป้า⁶

¹ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

² ภาควิชาภูมิวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

³ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 10120

⁴ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

⁵ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม 73000

⁶ สาขาวิศวกรรมและการจัดการเกษตร (การจัดการศัตรูพืช) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Trichoderma asperelloides* TSU1 แยกได้จากดินปลูกดอกหน้าวัว และจำแนกชนิดโดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอบริเวณ ITS, rpb2 และ tef1- α การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราของสารระเหยอินทรีย์ (volatile organic compounds: VOCs) ที่ผลิตโดยเชื้อดังกล่าวดำเนินการด้วยวิธี sealed plate ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า VOCs ของ *T. asperelloides* TSU1 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่เป็นโรคเกิดใหม่ในประเทศไทย ได้แก่ *Corynespora cassiicola*, *Fusarium incarnatum*, *Neopestalotiopsis clavispora*, *N. cubana* และ *Sclerotium rolfsii* โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 38.88–68.33% นอกจากนี้ การทดสอบด้วยวิธี dual-culture พบว่า *T. asperelloides* TSU1 มีศักยภาพในการยับยั้ง *Rhizoctonia solani* สาเหตุโรคไหม้ในข้าว ได้ถึง 70.48% ในสภาพ in vitro และช่วยกระตุ้นกลไกป้องกันโรคของข้าว โดยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase (POD) และ polyphenol oxidase (PPO) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ข้าวที่ปลูกในดินที่ได้รับ ผสม *T. asperelloides* TSU1 มีอุบัติการณ์โรคไหม้ในข้าวที่เกิดจาก *R. solani* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า *T. asperelloides* TSU1 มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมโรคพืช ทั้งในรูป VOCs และในรูปวัสดุปรับปรุงดินชีวภาพ

คำสำคัญ *Trichoderma asperelloides* TSU1 volatile organic compounds: VOCs โรคกาบใบไหม้ในข้าว

การเสริมซิลิคอนเพื่อกระตุ้นความต้านทานต่อเพลี้ยอ่อนในข้าวพันธุ์เหนียวดำชื่อไม้ไผ่ 49: แนวทางนวัตกรรมเพื่อการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

Silicon-Induced Resistance in Rice (*Oryza sativa* L. cv. Niaw Dam Chor Mai Pai 49): An Eco-Innovative Strategy for Sustainable Aphid Management

อนุรักษ์ สันป่าเป้า¹, นริศ ท้าวจันทร์¹

¹ สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

บทคัดย่อ

การผลิตข้าวอย่างยั่งยืนจำเป็นต้องลดการพึ่งพาสารเคมีกำจัดแมลงและหาวิธีการใหม่ที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมซิลิคอน (Si) ต่อการสะสมซิลิคอนในเนื้อเยื่อพืช การระบาดของเพลี้ยอ่อน (*Hysteroneura setariae*) และการกระตุ้นเอนไซม์ป้องกันโรคในข้าวพันธุ์เหนียวดำชื่อไม้ไผ่ 49 ภายใต้สภาพโรงเรือน โดยใช้แคลเซียมซิลิเกต (Ca_2SiO_4) ในอัตรา 0%, 2% และ 4% ต่อดินหนึ่งกรัม ผลการทดลองพบว่า การเสริมซิลิคอนในอัตรา 2% และ 4% สามารถลดความรุนแรงของการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ข้าวที่ได้รับซิลิคอนมีการสะสมซิลิคอนในใบเพิ่มขึ้น มีเซลล์ซิลิกาที่มีขนาดใหญ่และหนาแน่นมากขึ้นจากการวิเคราะห์ด้วยกล้อง SEM-EDS นอกจากนี้ กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันโรค ได้แก่ peroxidase (POD), polyphenol oxidase (PPO) และ phenylalanine ammonia-lyase (PAL) มีค่าสูงขึ้นในพืชที่ได้รับซิลิคอนเมื่อถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย แสดงให้เห็นถึงกลไกการกระตุ้นความต้านทานของพืชทั้งในเชิงกายภาพและชีวเคมี ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การเสริมซิลิคอนสามารถเพิ่มความต้านทานต่อเพลี้ยอ่อนในข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางการจัดการศัตรูพืชแบบยั่งยืนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เหมาะสำหรับบูรณาการเข้ากับระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) เพื่อส่งเสริมการผลิตข้าวอย่างยั่งยืนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

คำสำคัญ: ข้าว, ซิลิคอน, เพลี้ยอ่อน, เอนไซม์ป้องกันโรค, การจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

บทบาทสำคัญของเชื้อราโรคแมลง *Cordyceps javanica* PSUC002 ต่อการส่งเสริม

การเจริญเติบโตของข้าวสาลี

An Important Role of Entomopathogenic Fungus *Cordyceps javanica* PSUC002 on the growth promoting *Oryza sativa* L.

นริศ ท้าวจันทร์^{1*} และ พีรศักดิ์ บุญศัพท์¹

¹ สาขาวิชาวนวัฒนกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

บทคัดย่อ

เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงสำหรับควบคุมแมลงศัตรูพืชนิยมใช้อย่างเนืองและจัดเป็นวิธีการหนึ่งที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืชเศรษฐกิจ แต่ยังไม่มีการประยุกต์ใช้สำหรับข้าวสาลี *Oryza sativa* L. ที่เป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เลือกใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง *Cordyceps javanica* PSUC002 และศึกษาบทบาทของเชื้อราสาเหตุโรคนี้นต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวสาลีหอยดระยะต้นกล้า ทำการปลูกต้นข้าวสาลีหอยดครบ 14 วัน และนำมาแบ่งเพื่อทำการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับเชื้อราสาเหตุโรคของแมลง *C. javanica* PSUC002 หลังจากนั้นสุ่มเก็บต้นข้าวที่อายุ 7 14 21 28 และ 60 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะที่วัดได้ และปริมาณคลอโรฟิลล์ (เอ บี และรวม) ผลการทดสอบพบว่าต้นข้าวสาลีหอยดอายุ 15 วัน หลังได้ใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง *C. javanica* PSUC002 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กว่ากลุ่มควบคุม ส่วนการเจริญของต้นข้าวที่อายุ 7 และ 21 วัน หลังได้รับที่ได้รับเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงมีความยาวของรากสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) มากกว่าชุดควบคุม สำหรับต้นข้าวสาลีหอยดที่อายุ 28 และ 60 วัน หลังได้ใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง *C. javanica* PSUC002 มีความสูงของต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับต้นข้าวสาลีหอยดที่อายุ 60 วัน หลังได้ใช้เชื้อราสาเหตุโรคของแมลงชนิดเดียวกันมีจำนวนรากมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งให้เห็นว่าเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงชนิดนี้มีบทบาทที่สำคัญต่อการส่งเสริมการเจริญของต้นข้าวสาลีหอยด และควรมีการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับส่งเสริมเกษตรกรปลูกข้าวสาลีหอยดในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง, *Cordyceps javanica*, การส่งเสริมการเจริญเติบโต, ข้าว

การประเมินสายพันธุ์ *Metarhizium* สำหรับการควบคุมเพลี้ยกระโดดในนาข้าว

Evaluation of *Metarhizium* strains for rice planthopper control

นนท์ แสงแก้ว^{1*}, นพพล คบหมื่น^{2*}, วชิรวิวัฒน์ แจ่มบุญศรี², อลงกรณ์ อำนวยกาญจนสิน², เจนนีเฟอร์ เหลืองสอาด², Clive Darwell, ศิวเรศ อารีกิจ³

¹ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

³ คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae) เป็นหนึ่งในแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบภูมิภาคเอเชีย การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีถือเป็นแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการการระบาดของแมลงศัตรูพืช เชื้อราก่อโรคแมลง เช่น เชื้อราเมตาไรเซียม *Metarhizium* sp. ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในฐานะชีวภัณฑ์สำหรับควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก 34 จังหวัดของประเทศไทย พร้อมทั้งทำการหาลำดับจีโนม เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลทางพันธุกรรม นอกจากนี้ ยังได้คัดเลือกประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจาก 3 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดพัทลุง บุรีรัมย์ และเพชรบูรณ์ เพื่อนำมาทดสอบความรุนแรงของเชื้อราเมตาไรเซียม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์เมตาไรเซียมที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองพบว่าเชื้อเมตาไรเซียมบางสายพันธุ์ โดยเฉพาะ BCC4849 (*M. neoanisopliae*) และ ARSEF 7450 (*M. neoanisopliae*) แสดงความรุนแรงต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่างพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ ตรงกันข้าม สายพันธุ์อื่น เช่น ARSEF11637 (*M. clavatum*) และ ARSEF7486 (*M. acridum*) แสดงความรุนแรงค่อนข้างต่ำ

คำสำคัญ: ข้าว, *Metarhizium*, ความรุนแรงการก่อโรค, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาและความรุนแรงของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* และ *Exserohilum rostratum* ในการก่อโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว

Morphological Differences and Pathogenicity of *Bipolaris oryzae* and *Exserohilum rostratum* Causing Brown Spot Disease in Rice

วัฒนะชัย จาวสุวรรณวงศ์^{1*}, มนูญยา จุจิวิ¹, จินตนา อันอาดมั่งงาม¹

¹ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

บทคัดย่อ

โรคใบจุดสีน้ำตาลในข้าวเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพการเพาะปลูก โดยมีสาเหตุหลักจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ในช่วงหลังมีรายงานการพบเชื้อรา *Exserohilum rostratum* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคอุบัติใหม่ในหลายประเทศ และก่อให้เกิดอาการใบจุดที่แตกต่างจากอาการที่เกิดจาก *B. oryzae* อย่างชัดเจน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดเชื้อราก่อโรคใบจุดสีน้ำตาลในประเทศไทยและประเมินความผันแปรของเชื้อรา จากการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าว 4 จังหวัด พบการระบาดของเชื้อราทั้งสองชนิด การจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ในตำแหน่ง ITS rDNA, 28S rDNA และ GAPDH ยืนยันการพบเชื้อรา *B. oryzae* และ *E. rostratum* เมื่อนำเชื้อราทั้งสองชนิดไปทดสอบความสามารถในการก่อโรคบนพันธุ์ข้าวอ่อนแอและสายพันธุ์ทดสอบ พบว่าเชื้อทั้งสองทำให้เกิดอาการและความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน โดย *B. oryzae* ทำให้เกิดจุดกลมหรือรี สีน้ำตาลเข้ม พร้อมขอบสีเหลือง ในขณะที่ *E. rostratum* ก่อให้เกิดจุดสีน้ำตาลขนาดเล็ก รูปร่างไม่แน่นอน และในพันธุ์อ่อนแอพบการเชื่อมต่อของจุดเล็กจนกลายเป็นรอยไหม้ขนาดใหญ่ ผลจากการจำแนกชนิดและการทดสอบการก่อโรคชี้ให้เห็นว่าเชื้อรา *B. oryzae* และ *E. rostratum* มีความผันแปรในระดับสายพันธุ์ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการวางแผนประเมินความต้านทานของข้าวต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลและการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อโรคในอนาคต

คำสำคัญ: ข้าว, โรคใบจุดสีน้ำตาล, *Bipolaris oryzae*, *Exserohilum rostratum*

การตรวจหา *Bacillus velezensis* ไอโซเลต Ch6 ที่ผลิตแมโครแลกตินและบาซิลไลซิน และคุณสมบัติการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าว

Detection of Macrolactin- and Bacilysin-producing *Bacillus velezensis* Isolate Ch6 and Its Antagonistic Activity Against Rice Bacterial Pathogens

กรรณิกา ป้อมคำ¹, สุกุมาร สังข์วรรณ², สุวพัชร พรหมรักษา¹, จุฑาทิพย์ วัชรไชยคุปต์^{3,4}, สุจินต์ ภัทรภูวดล^{1*}

¹ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

³ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

⁴ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author, e-mail: agrsujp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus velezensis* นิยมใช้เป็นชีวภัณฑ์ควบคุมโรคพืชหลายชนิด จากการศึกษาจีโนมของเชื้อ *B. velezensis* พบว่ามีกลุ่มยีนเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเมตาบอไลต์ทุติยภูมิซึ่งมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งเชื้อก่อโรคและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหายีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารปฏิชีวนะของเชื้อ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 และทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวใบแห้งและใบขีดโปรงแสงของข้าวเทียบกับสารเคมีป้องกันโรคนี้คือ Gentamicin sulfate + oxytetracycline hydrochloride ผลจากการศึกษาข้อมูลจีโนมของเชื้อ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 (GenBank accession number JAVKYR000000000.1) และค้นหายีนเป้าหมาย ตรวจพบข้อมูลของยีน *pks2B* ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ *pks2* gene cluster ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสาร Macrolactin และยีน *ywfG* ซึ่งเป็นยีนที่อยู่ใน Bacilysin gene cluster มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสาร Bacilysin ซึ่งเป็นสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิซึ่งมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งเชื้อก่อโรคที่ออกฤทธิ์กว้าง จึงนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาออกแบบไพรเมอร์จำเพาะต่อส่วนของยีน *pks2B* และยีน *ywfG* และเมื่อการตรวจหายีนทั้งสองด้วยเทคนิค PCR กับเชื้อ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 และแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ผลการทดลองพบยีน *pks2B* และยีน *ywfG* ขนาดประมาณ 1,386 bp. และ 1,056 bp. ตามลำดับ ในเชื้อ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 เท่านั้น ดังนั้นไพรเมอร์ที่ออกแบบจะนำมาใช้ในการตรวจติดตามเชื้อนี้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชในสภาพโรงเรือนและแปลงทดสอบต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเป็นปฏิปักษ์ของ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวใบแห้งและใบขีดโปรงแสงของข้าว ในระดับห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Dual culture พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคข้าวใบแห้งและใบขีดโปรงแสงได้ดีกว่าสารเคมี Gentamicin sulfate + oxytetracycline hydrochloride อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเชื้อ *B. velezensis* ไอโซเลต Ch6 ในการนำมาพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมโรคข้าวใบแห้งในข้าวต่อไป

คำสำคัญ: *Bacillus velezensis*, โรคข้าว, แมโครแลกติน, บาซิลไลซิน

คณะกรรมการจัด
ประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 6

คณะกรรมการอำนวยการ

1. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาถ มั่งคั่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์ คงศิลา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
4. ดร.ดรุณี เอ็ดเวิร์ดส มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์	กรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวรีย์ อรรถล้งรอง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
6. ดร.ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)	กรรมการ
7. นางสุภาพร โชคเฉลิมวงศ์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	กรรมการ
8. นายศพล เวณโกเศศ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)	กรรมการ
9. นายณรงค์ชัย เจริญรุจิทรัพย์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)	กรรมการ
10. ดร.บดีศร พุ่มรุ่งเรือง กรมการข้าว	กรรมการ
11. นางกัลย์จิตา สวงโท กรมการข้าว	กรรมการ
12. ว่าที่ร้อยโท มิตรชัย ดุลยลา ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.)	กรรมการ

คณะกรรมการฝ่ายดำเนินงาน

1. ศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ชนษฎ์ ม้าลำพอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
3. ดร.ศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
4. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล จันทราสุริยรัตน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ

5.	ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา อีระกุลพิศุทธิ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
6.	ดร.กัญญณ์ช์ ศิริธัญญา มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์	กรรมการ
7.	ดร.สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
8.	นางสุภาพร โชคเฉลิมวงศ์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	กรรมการ
9.	นายธนภัทร แสงจันทร์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)	กรรมการ
10.	นางสาวยุพดี รุ่งเรือง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)	กรรมการ
11.	นางสาวปาริชาติ พัฒน์พงษ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)	กรรมการ
12.	นายพัฒนพงศ์ เนียมมีศรี ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.)	กรรมการ
13.	ศาสตราจารย์ ดร.ชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
14.	ดร.วินิตชาญ รื่นใจชน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
15.	ดร.โจนาลิษา แอล เชียงหลิว สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
16.	ดร.มีชัย เชียงหลิว สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
17.	ดร.สามารถ วันชนะ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
18.	ดร.วัชรวิรรณ แจ่มบุญศรี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
19.	นางศิริพร วัฒนศิริรังกุล สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
20.	ดร.วิรัชดา ภูตะคาม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
21.	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร เกตุงาม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	กรรมการ

- | | |
|--|---------|
| 22. รองศาสตราจารย์ ดร.วโรตม เจริญสุวรรณ
มหาวิทยาลัยมหิดล | กรรมการ |
| 23. รองศาสตราจารย์ ดร.ปฐมพงษ์ แสงวิไล
มหาวิทยาลัยมหิดล | กรรมการ |
| 24. ดร.พัฒนชิตา เวชสาร
กรรมการข้าว | กรรมการ |
| 25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิยา พนมจันทร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ | กรรมการ |

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

- | | |
|--|---------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 2. ดร.ธีรยุทธ ตูจันทา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ ภัทรภูวาล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี รัตนสุมาวงศ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้องนุช ศิริวงศ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.ปาริสุทธิ์ เณลิชัยวัฒน์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.เมธาวี เพียรภักดิ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวัญญู นิตกรวรากุล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติยา เชื้อนเพชร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ | กรรมการ |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.อรชส นภสินธุ์วงศ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิญญารัตน์ กงประโคน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | กรรมการ |
| 12. ดร.วินัย กมลสุขยืนยง
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) | กรรมการ |

13	ดร.ปราโมทย์ ไตรบุญ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
14	ดร.วศิน พลชีวิน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	กรรมการ
15	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรานิษฐ์ กลิ่นมาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
16	ศาสตราจารย์ ดร.ศุภจิตรา ชัชวาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรรมการ
17	รองศาสตราจารย์ ดร.อินทาวุธ สรรพวรสถิตย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรรมการ
18	รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรรมการ
19	รองศาสตราจารย์ ดร.สมักร แก้วสุกแสง มหาวิทยาลัยทักษิณ	กรรมการ
20	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงศ์ จันทร์แก้ว มหาวิทยาลัยขอนแก่น	กรรมการ
21	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุไลมาน เจ๊ะอาบู มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์	กรรมการ
22	ศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ สันป่าเป้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	กรรมการ
23	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญจน์อมล เรียงวงษ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	กรรมการ
24	นายนิทัศน์ เจริญธรรมรักษา ศูนย์เรียนรู้วิถีชีวิตและจิตวิญญาณชาวนาไทย	กรรมการ
25	นายพศวัต นฤมลต์ ศูนย์เรียนรู้วิถีชีวิตและจิตวิญญาณชาวนาไทย	กรรมการ
26	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิวเรศ อารีกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการและเลขานุการ
27	นายกฤติเดช ถาวรตั้งเจริญกิจ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ผู้ช่วยเลขานุการ
28	นายอาณัติ สุชีวงศ์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ผู้ช่วยเลขานุการ
29	นางสาวพิมพ์นิภา ฤกษ์ประทานชัย ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ผู้ช่วยเลขานุการ

ประชุมวิชาการ ข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ ๖

“ข้าวเปลี่ยนวิถี อาหารเปลี่ยนโลก”

5 - 6 ธันวาคม 2568

ร่วมจัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มก.)

ที่อยู่: 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์: www.ku.ac.th

กรมการข้าว

ที่อยู่: 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์: www.ricethailand.go.th

ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.)

ที่อยู่: 469 ถนนนครสวรรค์ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

เว็บไซต์: www.baac.or.th

มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ที่อยู่: อาคารวิจัยและพัฒนา ชั้น 3 ห้อง 317-320 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์: www.thairice.org

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)

ที่อยู่: ถนนราชดำเนินนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

เว็บไซต์: www.vec.go.th

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

ที่อยู่: 2003/61 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนนอก เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์: www.arda.or.th

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ที่อยู่: 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เว็บไซต์: www.nstda.or.th

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ที่อยู่: 196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เว็บไซต์: www.nrct.go.th

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กรมการข้าว สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร และ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

<http://nationalrice6th.org>