



รายงานแผนงานวิจัย

ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร่ลิ้มฝัวในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมดุลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

The Study of The Inhibition of Enzyme (BAD2) to The Synthesis of Fragrance (2-Acetyl-1-Pyrroline) and Quantitatively Comparison of The Rice Substances for Its Fragrance (2-Acetyl-1-Pyrroline), γ -Aminobutyric Acid (GABA), and Antioxidants Activity in Germinated Luempua Rice from The Maturation Stages to Post-Harvest Stages to Find The Effective Balance of Substance for Value Added of The Luempua Rice Production and Healthy Diet Productions for The Elderly, at Organic Agriculture Group, Khao Kho District, Phetchabun Province

วิไลพร ปองเพียรและคณะ
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2558

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณ การสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร่ลิ้มฝัวในระยะปลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมดุลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวไร่ลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

The Study of The Inhibition of Enzyme (BAD2) to The Synthesis of Fragrance (2-Acetyl-1-Pyrroline) and Quantitatively Comparison of The Rice Substances for Its Fragrance (2-Acetyl-1-Pyrroline), γ -Aminobutyric Acid (GABA), and Antioxidants Activity in Germinated Luempua Rice from The Maturation Stages to Post-Harvest Stages to Find The Effective Balance of Substance for Value Added of The Luempua Rice Production and Healthy Diet Productions for The Elderly, at Organic Agriculture Group, Khao Kho District, Phetchabun Province

วิไลพร ปองเพียร	สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนอมนวล พรหมบุญ	สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชะหน่าย มังคลารัตนศรี	สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สมพงษ์ แสนเสนา	สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบ
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2558

(ก)

ชื่องานวิจัย	ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	วิไลพร ปองเพียร
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ผศ.ถนอมนวล พรหมบุญ ผศ.ชะหน่าย มังคลารัตนศรี และ ดร.สมพงษ์ แสนเสนา
สาขาวิชา	เคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 เพื่อเพิ่มปริมาณสารหอม คือ 2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน และเพิ่มมูลค่าข้าวไร้ลิ้มฟัว 2) เปรียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารแกมมาแอมิโนบิวทีริก (กาบา) สารหอม และประสิทธิภาพของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวที่เก็บเกี่ยวในระยะพลับพลึง 3) พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน ในการดำเนินการวิจัยได้เก็บข้าวไร้ลิ้มฟัวจากตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การยับยั้งของเอนไซม์ ใช้เทคนิคการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มต่างๆ แล้วนำข้าวมาปลูกตั้งแต่ช่วงอายุ 7 วัน ถึงเวลาเก็บเกี่ยว 101 วัน สำหรับการเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดข้าวกล้องงอกคือ เอทานอลและน้ำ และได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ มีดังนี้ ข้าวเกรียบ ข้าวต้มมัด ข้าวแต่น้ วนกะทิ และโจ๊ก ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลของรังสีแกมมามีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและปริมาณสารหอมที่มากขึ้น นั่นคือการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มเท่ากับ 20 Gy จะมีปริมาณสารหอมจากต้นมากที่สุดในช่วงอายุ 52 วัน มีค่าเท่ากับ 67.13 ไมโครกรัมต่อกรัม 2) ตัวทำละลายที่สกัดสารกาบา สารหอม และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องงอกในระยะพลับพลึงพบว่าใช้ตัวทำละลายเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงสุด

(ข)

3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้รับการยอมรับและมีผลประเมินดีที่สุดคือ โจ๊กข้าวลิ่มผัวยิ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนถั่ว จากงานวิจัยดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับกลุ่มเกษตรกร ประชาชนที่สนใจ ณ ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อส่งเสริมแหล่งเรียนรู้ และนับว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ่มผั่วให้กับชุมชน

คำสำคัญ : ข้าวไร้ลิ่มผั่ว, เอมไซม์BAD2, สารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน), กรดแกมมาแอมมิโนบิวทีริก (กาบา), รังสีแกมมา และผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

Research Title	The Study of The Inhibition of Enzyme (BAD2) to The Synthesis of Fragrance(2-Acetyl-1-Pyrroline) and Quantitatively Comparison of The Rice Substances for Its Fragrance (2-Acetyl-1-Pyrroline), γ -Aminobutyric Acid (GABA), and Antioxidants Activity in Germinated Luempua Rice from The Maturation Stages to Post-Harvest Stages to Find The Effective Balance of Substance for Value Added of The Luempua Rice Production and Healthy Diet Productions for The Elderly, at Organic Agriculture Group, Khao Kho District, Phetchabun Province
Name	Wilaiporn Pongpian
Co – Researcher	Assistant Professor Thanomnual Promboon Assistant Professor Chanai Mungkalaratanasri Dr.Sompong Sansenya
Faculty	Chemistry Phetchabun Rajabhat University Year 2016

Abstract

This research aims 1) to study the inhibition of the BAD2 enzyme to increase the aroma compound is 2-acetyl-1-pyrroline and value-added in Leum Phua rice. 2) to compare solvent used in the extraction of the gamma aminobutyric acid (GABA), aromatic compound and the efficiency of the antioxidant activity in germinated Leum Phua brown rice in milk stage 3) to develop the health food products for older person in community. This research was carried out the Leum Phua rice from Nong Mae Na Khao Kho, Phetchabun Province. The inhibition of enzyme used gamma radiation technique at different intensities. Then, the rice was planted since the age of seven days at harvest time until 101 days. The ethanol and water as the solvents used to compare the extraction the germinated brown rice and developed of health food products for the

older person were rice cracker, bananas with sticky rice, coconut milk jelly and rice gruel. The results showed that 1) the effect of gamma radiation affect the growth of rice and the amount of the increasing aromatic compounds found that the radiation intensity is equal to 20 Gy to the amount of aromatic substances from the most over the age of 52 days is equal to 67.13 micrograms per gram. 2) the solvent extraction of GABA compound, aromatic compounds and the efficiency of antioxidant of the germinated brown rice in milk stage was ethanol. 3) the development of health food products for the older person who have been recognized and effective evaluation was the best as Leum Phua rice gruel with bean protein flavour. From this research, researchers have organized a workshop to a group of agriculturist and interested citizens at Nong Mae Na, Khao Kho, Phetchabun Province to promote the learning source so that increases the value of Leum Phua rice to communities.

Keywords: Leum Phua Rice, BAD2 Enzyme, Aromatic compounds (2-acetyl-1-pyrroline), γ -Aminobutyric acid (GABA), Gamma radiation and Health food products.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารงานวิจัย เรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มผิวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มผิว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายที่ทำให้กำลังใจ ทั้งนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ หลักสูตรสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทำวิจัย และอำนวยความสะดวกด้าน อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้สนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านผู้รู้ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และเป็นกำลังใจในการจัดทำมาโดยตลอด และหวังเป็นอย่างยิ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา อันจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาต่อไป ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึง ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

วิไลพร ปองเพียร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....		ค
กิตติกรรมประกาศ.....		จ
สารบัญ.....		น
สารบัญตาราง.....		ช
สารบัญรูป.....		ฉ
บทที่ 1	บทนำ.....	1
	1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
	2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	3
	3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
	4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
	1 สารหอมในข้าว.....	7
	2 กาบ (GABA).....	10
	3 สารต้านอนุมูลอิสระ.....	11
	4 ข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มผั่ว.....	14
	5 คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวลิ้มผั่ว.....	15
	6 อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ.....	17
	7 เกษตรอินทรีย์.....	18
	8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	23
	1 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	23
	2 เลือกพื้นที่ทำวิจัย.....	25
	3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	25
	4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
	5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	25
	6 วิธีการทดลอง.....	26
	7 การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว”.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการการวิจัย	28
1 การศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการผลผลิต	28
2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโน บิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ล้ิมฝั้วใน ระยะ พลั้บพลั้งถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภพของ ปริมาณสาร ต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ล้ิมฝั้ว”	30
3 ผลการศึกษาหาสมคูลที่มีประสิทธิภพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ล้ิมฝั้ว” สู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์	33
4 ผลการศึกษาการบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ให้ได้ ปริมาณสารหอม- สารกาบของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ล้ิมฝั้วสูงที่สุดเพื่อสร้าง ความมั่นคงทางอาหาร เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ล้ิมฝั้ว สำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน	34
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	37
1 สรุปผลการวิจัย	37
2 อภิปรายผล	39
3 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ประวัติคณะผู้วิจัย	46

(ซ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของ “ข้าวไร้ลืมฝัว”.....	16
4-1 ฐานข้อมูลบริบทวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเป้าหมายระดับกลุ่ม	29
4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม	36

(ณ)

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างของสาร 2-acetyl-1-pyrroline	8
2-2 แสดงวิธีการสังเคราะห์ γ -Aminobutyraldehyde (GABald)	9
2-3 โครงสร้างทางเคมีของกาบา.....	10
2-4 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน	12
2-5 เมล็ดข้าวพันธุ์สีม่วง	14

ลิ้มรส มีอัตลักษณ์เด่นเป็นของตนเอง ตั้งแต่ชื่อ ไปจนถึงรสชาติ กลิ่น และสรรพคุณทางยา คุณค่าโภชนาการ โดยเฉพาะกลิ่นจะมีความหอมมาก ลักษณะสำคัญของข้าวหอม คือ ความสามารถพิเศษในการผลิตสารหอม ที่จะถูกเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้น โดยเฉพาะที่เมล็ด จากการศึกษาวีเคราะห์สารเคมีในเมล็ดข้าว พบว่าสารที่ทำให้เกิดความหอมในต้นและเมล็ดข้าว คือสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) หรือ 2AP (2 เอพี) ซึ่งมีการค้นพบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2525 เป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างแบบวงแหวน (heterocyclic) มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตยหรือกลิ่นข้าวโพดคั่วกลิ่นหอมของข้าวหอมอยู่ในรูปของสารน้ำมันที่ระเหยได้ (Essential oil) ข้าวลิ้มรส จะให้กลิ่นหอมตั้งแต่ ระยะเวลาเป็นต้นกล้า ระยะเวลาแตกกอ ระยะเวลาออกดอก และเป็นเมล็ดทั้งข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร รวมถึงขณะที่กำลังหุงต้ม ซึ่งคาดว่า สารกำเนิดความหอมมีการสะสมตัวอยู่ในใบ แล้วเคลื่อนย้ายไปสู่เมล็ดข้าวซึ่งจะได้กลิ่นเมื่อเกี่ยวเมล็ด หรือนำไปหุงต้มเพื่อให้สารหอมระเหยออกมาสารประกอบ 2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน เป็นสารที่มีกลิ่นหอมและมีอยู่ในข้าวหอมทุกชนิด สามารถตัดต่อพันธุกรรมข้าวเพื่อให้มีการสร้างสารนี้มากขึ้นกว่าในธรรมชาติได้ โดยการลดการแสดงออกของยีน Os2AP และโปรตีนที่มีผลต่อการแสดงออกของสารหอมในข้าว ซึ่งจะทำให้ข้าวสร้างสารหอมและมีความหอมมากยิ่งขึ้นการเปลี่ยนจากกรดอะมิโน ไพโรลีน ไปเป็น 2-Acetyl-1-pyrroline ต้องผ่านหลายขั้นตอน โดย Bradbury et al. (2008) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการเปลี่ยน γ -Aminobutyraldehyde (GABald) ไปเป็นสารสำคัญสองตัวคือ γ -Aminobutyric acid (GABA) และ 1-pyrroline ซึ่งในขั้นตอนนี้ถูกควบคุมด้วยเอนไซม์ Betaine Aldehyde Dehydrogenase (BAD2) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม Amino Aldehyde Dehydrogenase ในสถานะที่มีเอนไซม์ BAD2 สาร GABald จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสาร γ -Aminobutyric acid (GABA) กรดนี้จะมียบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ GABA ยังถือเป็นสารสื่อประสาทประเภท สารยับยั้ง (inhibitor) โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับผลกระทบซึ่งช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย อีกทั้งยังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ (anterior pituitary) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (HGH) ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับและเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกันการสะสมไขมัน

ดังที่กล่าวมา ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอม ให้มีกลิ่นหอมนั้นการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ BAD2 โดยการยับยั้ง (inhibition) การทำงานของเอนไซม์จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มการสร้างสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline ในข้าวสายพันธุ์ที่ไม่มีกลิ่นหอม ให้มีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นเพื่อจะได้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่เกษตรกร และเพิ่มมูลค่าข้าวเพื่อความมั่นคงของเศรษฐกิจชุมชน

ยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติให้ความสำคัญในการสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมีหลักการมุ่งเน้นเสริมสร้างมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันและการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่า เป็นสินค้าหลักของประเทศ แนวทางการพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศโดยเฉพาะข้าว เป็นความจำเป็นเร่งด่วน ครอบคลุมทั่วประเทศและคนในชาติต้องพึ่งพาข้าวเพื่อเลี้ยงคนในประเทศและเป็นสินค้าส่งออก เพื่อสร้างเศรษฐกิจของประเทศ

ข้าวไร้ลิ้มฟัวมีอัตลักษณ์เด่นเป็นของตนเองตั้งแต่ชื่อ ไปจนถึงรสชาติ กลิ่น และสรรพคุณทางยา คุณค่าโภชนาการที่ได้รับการรับรองแล้วว่า เป็นข้าวสายพันธุ์ท้องถิ่นที่ควรค่าแก่การสร้างมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันและการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตร เพื่อเป้าหมายการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนของประเทศได้อย่างยั่งยืนคณะวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการสร้างสารหอมในการเพิ่มมูลค่าข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ BAD2

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฟัว” สู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

2.3 เพื่อบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม-สารกาบาของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร

2.4 เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฟัวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

2.5 เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาเอนไซม์ BAD2 ในการสร้างสารหอม และเปรียบเทียบสารหอม สารกาบา สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ้มฝัว และผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีขั้นตอนในการปฏิบัติการดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 ศึกษาสถานการณ์ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับเรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 สำนวจวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับ เรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2.3 ทำการทดลองเรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2

ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2.4 สรุปผลการศึกษาเรื่อง การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3 พัฒนาชุดโครงการวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฟัวสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์เพชรบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 3 โครงการ ดังต่อไปนี้

3.3.1 เพื่อศึกษาการสร้างสารหอมในการเพิ่มมูลค่าข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2

3.3.2 ศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฟัว” ผู้เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.3 เพื่อบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม - สารกาบาของข้าวไร้ลิ้มฟัวสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร

3.4 จัดทำรายงานวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 ได้สร้างสารหอมเพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงาน เอนไซม์ BAD2
- 4.2 ได้ผลเปรียบเทียบสารหอม- สารกาบา-สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหารและเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฟัว” คู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนจังหวัดเพชรบูรณ์
- 4.3 ได้บริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม - สารกาบาของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร
- 4.4 ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฟัวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน
- 4.5 ได้ส่งเคราะห์งานวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาเอนไซม์ BAD2 ในการสร้างสารหอม และเปรียบเทียบสารหอม- สารกาบา-สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ้มฟัว และผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
- 4.6 ได้เผยแพร่ รูปแบบ กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนเรื่อง การศึกษาเอนไซม์ BAD2 ในการสร้างสารหอม และเปรียบเทียบสารหอม- สารกาบา-สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหารรวมทั้งเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ้มฟัว และผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
- 4.7 มีการเขียนรายงานการวิจัย เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ และมีการนำเสนอในการประชุมทางวิชาการระดับประเทศ
- 4.8 มีข้อมูลต่างๆ เช่น เอกสารรายงานวิจัย บทเรียนชุมชน ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโน บิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะ พลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่ม มูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอ เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

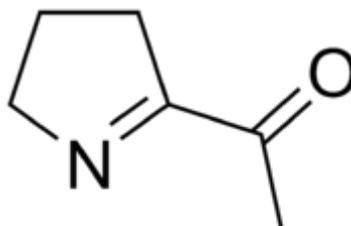
1. สารหอมในข้าว

สารหอมในข้าวมีกลิ่นเฉพาะตัว เกิดจากการผสมผสานระหว่างสารหอมระเหยและสารกึ่ง หอมระเหยมากมายหลายชนิด จนกลายเป็นกลิ่นหอมที่มีเอกลักษณ์และเป็นจุดเด่นของข้าวหอมแต่ ละพันธุ์ ที่จะถูกเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้น โดยเฉพาะที่เมล็ด กลิ่นหอมในข้าวเกิดจาก โดยสารหอมที่พบในข้าวมีมากกว่า 200 ชนิด เช่น hydrocarbon, alcohol, aldehyde, ketone, acid, ester, phenol, pyridine, pyrazine 2-acetyl-1-pyrroline, alkanal, alk-2-enal, alka-2,4-dienal, 2-pentylfuran, 2-phenylethanol, 2-aminoacetophenone และ 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2 (5H) furanone เป็นต้น (Yajima et al. 1979; Petrov et al. 1996 ; Widjaja et al. 1996 ; Mahatheeranont et al. 2001 ; Vanavichit and Yoshihashi. 2010) การรวมตัวของสารหอมระเหยหลายชนิดที่พบในข้าวนี้ ทำให้ข้าวแต่ละชนิดมีกลิ่นหอมแตกต่างกัน (Bryant and McClung. 2011) เช่น ข้าวหอมมะลิจะมี กลิ่นหอมเหมือนดอกไม้ (flowery aroma) ข้าวบาสมาดิมีกลิ่นหอมเหมือนถั่วหอม (nutty aroma) ข้าวลิ้มฟัวกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตยหรือกลิ่นข้าวโพดคั่ว เป็นต้น อย่างไรก็ตามสารให้ความหอม หลักที่พบในข้าว คือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1982 โดยมีกลิ่น หอมคล้ายใบเตย หรือข้าวโพดคั่ว โดยข้าวหอมจะสร้างสาร 2AP ขึ้นมาเมื่ออยู่ในสภาวะเครียด และ เก็บสะสมไว้ในทุกส่วนของต้นข้าว ยกเว้นส่วนของราก (Buttery et al. 1983) สารที่ให้กลิ่นหอมจะ ถูกสะสมตั้งแต่ ระยะเป็นต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะออกดอก และเป็นเมล็ดทั้งข้าวเปลือก ข้าว

กล็อง และข้าวสาร รวมถึงขณะที่กำลังหุงต้ม ซึ่งคาดว่า สารกำเนิดความหอมมีการสะสมตัวอยู่ในใบ แล้วเคลื่อนย้ายไปสู่เมล็ดข้าวซึ่งจะได้กลิ่นเมื่อเคี้ยวเมล็ด หรือนำไปหุงต้มเพื่อให้สารหอมระเหยออกมา สารประกอบ 2AP เป็นสารที่มีกลิ่นหอมและมีอยู่ในข้าวหอมทุกชนิด สามารถตัดต่อพันธุกรรมข้าวเพื่อให้มีการสร้างสารนี้มากขึ้นกว่าในธรรมชาติได้ โดยการลดการแสดงออกของยีน Os2AP และ โปรตีนที่มีผลต่อการแสดงออกของสารหอมในข้าว ซึ่งจะทำให้ข้าวสร้างสารหอมและมีความหอมมากยิ่งขึ้น

1.1 โครงสร้างของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP)

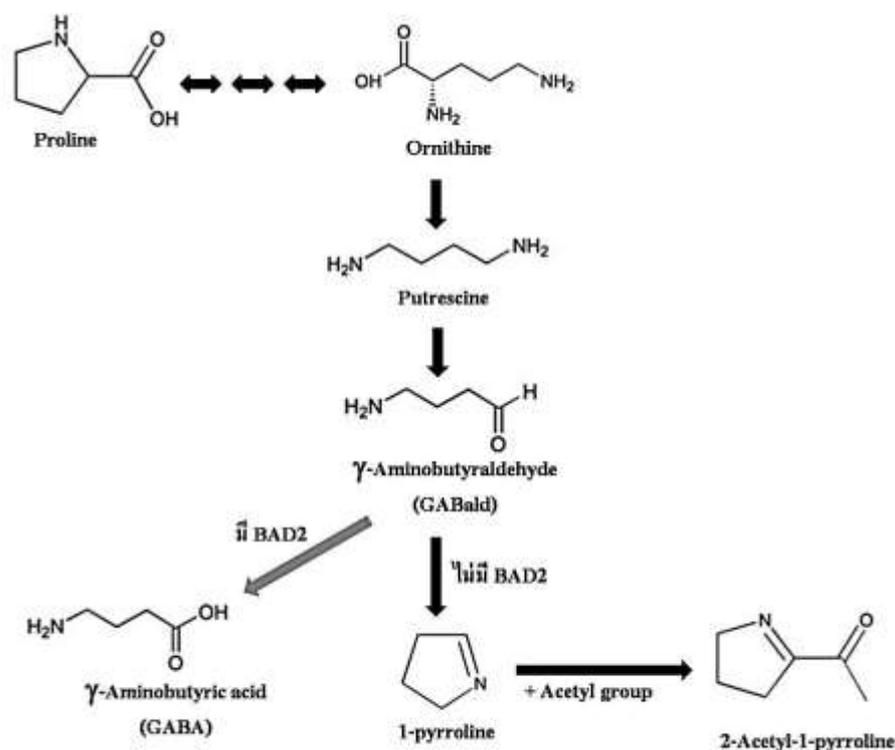
สารหอม 2AP เป็นสารประกอบในกลุ่ม pyrrole มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนห้าเหลี่ยมที่มีไนโตรเจนเกาะอยู่ภายในวงแหวน โดยมีพันธะระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนเป็นพันธะคู่ 1 พันธะ และมีหมู่ acetyl เกาะกับคาร์บอนตำแหน่งที่สองมีสูตรโมเลกุล คือ C_6H_9NO (ภาพที่ 2-1) ซึ่งสาร 2AP มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า 5-acetyl-3,4-dihydro-2H-pyrroline มีคุณสมบัติทางกายภาพเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีคุณสมบัติเป็นเบสเล็กน้อย เมื่อเก็บไว้นานจะเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาลเข้ม ระเหยง่าย และไม่เสถียรเมื่ออยู่ในรูปสารบริสุทธิ์ (Buttery et al. 1982)



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของสาร 2-acetyl-1-pyrroline

สาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งถูกสังเคราะห์ผ่านวิถี polyamine โดยมีกรดอะมิโนโพรลีน (proline) เป็นสารตั้งต้น โดยไนโตรเจนที่อยู่ในวงแหวนของกรดอะมิโนโพรลีนจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในวงแหวนของ 1-pyrroline ซึ่งเป็นเมื่อรวมกับ Acetyl group ก็จะเปลี่ยนไปเป็น 2-Acetyl-1-pyrroline (Yoshihashi et al. 2002)

การเปลี่ยนจากกรดอะมิโนโพรลีนไปเป็น 2-Acetyl-1-pyrroline (ภาพที่ 2-2) ต้องผ่านหลายขั้นตอน ขั้นตอนการเปลี่ยน γ -Aminobutyraldehyde (GABald) ไปเป็นสารสำคัญสองตัวคือ γ -Aminobutyric acid (GABA) และ 1-pyrroline ซึ่งในขั้นตอนนี้ถูกควบคุมด้วยเอนไซม์ Betaine Aldehyde Dehydrogenase (BAD2) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม Amino Aldehyde Dehydrogenase ในสถานะที่มีเอนไซม์ BAD2 สาร GABald จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสาร γ -Aminobutyric acid (GABA) แต่ในขณะเดียวกันในสถานะที่ขาดเอนไซม์ BAD2 หรือเอนไซม์นี้อยู่ในรูปที่ทำงานไม่ได้ inactive form สาร GABald จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสาร 1-pyrroline และก็จะเปลี่ยนไปเป็นสาร 2-Acetyl-1-pyrroline ในที่สุด (Bradury et al. 2008)



ภาพที่ 2-2 แสดงวิถีการสังเคราะห์ γ -Aminobutyraldehyde (GABald)
(Bradury et al. 2008)

1.2 โครงสร้างและหน้าที่ของยีน BADH

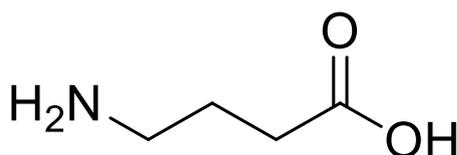
ยีนที่ควบคุมลักษณะความหอมมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 4 และ 8 โดยยีน BADH1 มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 4 และยีน BADH2 มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 8 ซึ่งมีโครงสร้างและหน้าที่คล้ายคลึงกัน แต่ยีน BADH2 มีการแสดงออกของยีนมากกว่ายีน BADH1

(Amarawathi et al. 2008) ยีน BADH มีความยาวของลำดับนิวคลีโอไทด์ประมาณ 5,800 คู่เบส ประกอบด้วย 15 Exons และ 14 Intron สร้างกรดอะมิโนจำนวน 503 ตัว ทำให้ข้าวที่มียีนนี้อย่างสมบูรณ์ (BADH) ไม่มีกลิ่นหอม (Bradbury et al. 2005 ; Chen et al. 2008 ; Shi et al. 2008)

ยีนที่ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ BAD2 เป็นยีนซึ่งพบบนโครโมโซมคู่ที่ 8 ซึ่งประกอบไปด้วย 15 exon และ 14 intron โดยกำหนดรหัสการสร้างโปรตีนประกอบด้วย กรดอะมิโน 503 ตัว (Shi et al. 2008) กรณีที่ยีนดังกล่าวเกิดความผิดปกติของลำดับเบส เช่น การขาดหายไปของลำดับเบสจำนวน 8 เบส (8 bp deletion) บริเวณ exon 7 (Vanavichit et al. 2004) จะส่งผลให้เอนไซม์ BAD2 ที่ถูกสร้างขึ้นมาไม่สามารถทำหน้าที่ได้ ส่งผลให้ข้าวมีกลิ่นหอม และโดยปกติข้าวสายพันธุ์ที่ไม่มีกลิ่นหอมจะไม่พบความผิดปกติบนลำดับเบสของยีนดังกล่าว ส่งผลให้เอนไซม์ BAD2 ที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้ สารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline จึงไม่ถูกสร้างขึ้นมา

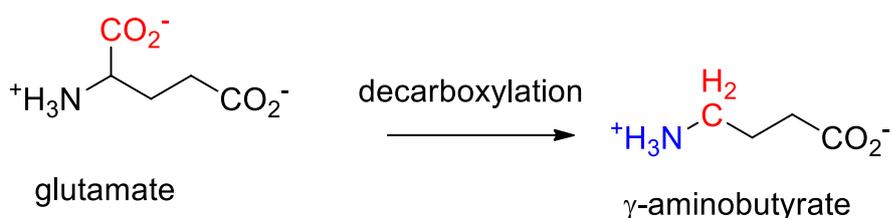
2. กาบ (GABA)

กาบ (GABA) เป็นตัวต่อที่มาจากคำว่า กรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก (gamma amino butyric acid) เป็นสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่รู้จักกันแพร่หลายในผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ มีมากในข้าวฮางอก และข้าวฮางอบในส่วนของจมูกข้าวหรือคัพกะ กาบเกิดในเมล็ดข้าวที่กำลังงอก (malting) ที่ภาวะนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดข้าว เริ่มจากเมื่อน้ำแทรกเข้าไปในเมล็ดข้าว จะกระตุ้นให้เอนไซม์ในเมล็ดข้าวทำงาน สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการทางชีวเคมี คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก (oligosaccharide) และน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) โปรตีนจะถูกย่อยให้เป็น กรดอะมิโน และเพปไทด์ นอกจากนี้ยังพบการการสะสมสารเคมีสำคัญต่างๆ เช่น แกมมาโอไรซานอล โทโคฟีรอล (tocopherol) และโทโคโทรอินอล (tocotrienol) ปริมาณกาบจะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวฮางอกมีอายุ 1-2 วัน หลังจากนั้นจะลดลง โครงสร้างทางเคมีของกาบ แสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 โครงสร้างทางเคมีของกาบ

กาบา จากข้าวสางอก เป็นนวัตกรรมหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจจากผู้ประกอบภาคเอกชนทั้งไทยและต่างประเทศเป็นอย่างมาก กาบาสผลิตจากกระบวนการ decarboxylation กรดกลูตามิก (glutamic acid) ดังสมการ



กาบาเป็นสารอาหารกลุ่มโปรตีน จะมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง เป็นสารสื่อประสาทประเภทสารยับยั้ง (inhibitor) โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย อีกทั้งยังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (growth hormone) ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ ป้องกันการเกิดริ้วรอยได้ และเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกันการสะสมไขมัน ในทางการแพทย์มีการนำสารกาบาไปใช้เป็นยาและรักษาโรคทางระบบประสาท หรือจิตเภท (schizophrenia) หลายโรค อาทิ โรควิตกกังวล นอนไม่หลับ ลมชัก ซึ่งหากได้รับสารกาบาอย่างต่อเนื่องและเพียงพอจะช่วยให้ความดันโลหิตลดลง นอนหลับได้ดีขึ้น ช่วยให้การทรงตัวของร่างกายในกลุ่มผู้สูงอายุเป็นไปได้ปกติ ทั้งยังช่วยควบคุมน้ำหนัก และมีรายงานการวิจัยพบว่าสารกาบา สามารถป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ พาร์กินสัน และลดการเกิดเซลล์มะเร็งได้

3. สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) คือ สารที่ชะลอการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมไปถึงถึงการเกิดปฏิกิริยาถูกโอโซน ของสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่างๆของเซลล์ร่างกาย รวมไปถึงไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารพันธุกรรม เมื่อร่างกายสร้างสารต้านอนุมูลอิสระได้น้อย จะก่อให้เกิดโรคต่างๆได้ ในพืชทั่วไปมีกลไกการป้องกันตัวเองจากสารอนุมูลอิสระโดยจะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาจับเพื่อป้องกันการเกิดสารพิษที่มีผลเสียต่อเซลล์ สารนี้พบได้ใน ใบ ลำต้น ดอก และผล เช่น ผักที่มีกากใย เมล็ดธัญพืช เป็นต้น (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556)

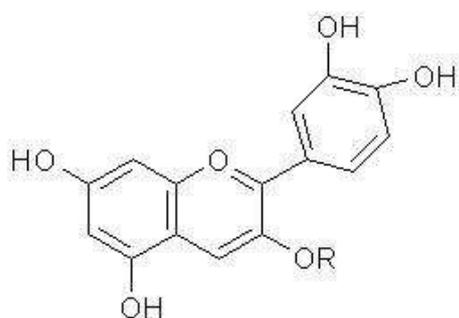
ในร่างกายมีระบบต้านอนุมูลอิสระ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกป้องกันการเกิดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์ superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, peroxidase, cytochrome C peroxidase ทองแดง สังกะสี ซีลีเนียม โปรตีนซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล

(ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาถูกโซ่นี้ ได้แก่ วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone, uric acid, bilirubin, albumin, sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และ สารกลุ่ม flavanoids ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่น่าสนใจด้วย

ข้าวกล้องงอกมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ เพอร์ริคาบ (pericarp) คือ เยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ซึ่งส่วนนี้เต็มไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวกล้องงอกก็คือ ฟีนอลิก (phenolic compounds) ภาพที่ 2-4 ประโยชน์ต่อสุขภาพสารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) และเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอล จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และ โมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาถูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

อีกทั้งข้าวกล้องงอกมีกากและใยอาหารมาก ซึ่งกากอาหารนี้ช่วยป้องกัน โรคท้องผูกและ มะเร็งลำไส้ใหญ่ได้นอกจากนี้ แคลเซียมและฟอสฟอรัสซึ่งมีในข้าวกล้องงอกยังสามารถป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ในระยะเริ่มต้นได้

นอกจากนี้ข้าวกล้องงอกมีส่วนประกอบที่สำคัญ แอนโทไซยานิน ภาพที่ 2-4 เป็น สารประกอบไกลโคไซด์ หรือเอซิดไกลโคไซด์จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ทั้งหมดพบในธัญพืชชนิดต่างๆ ที่มีสีแดงถึงดำ โดยพบมากบริเวณเยื่อหุ้มชั้นนอก (pericarp) และเยื่อหุ้มชั้นใน (aleurone layer) ของเมล็ดพืช เช่น ไชยานิดิน-3-กลูโคไซด์ และ ฟิโอนิดิน-3-กลูโคไซด์ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) วิตามิน E ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน
(ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. 2010)

แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant) ที่พบทำให้แอนโทไซยานินมีบทบาทต่อการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular disease) โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน นอกจากนี้ประสิทธิภาพของแอนโทไซยานินในไวน์แดงมีประสิทธิภาพในการกำจัด Reactive oxygen species และยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน (lipoprotein) และการตกตะกอนของเกล็ดเลือด (อรรษา เชาวณลิขิต. 2554) นอกจากนี้ยังสามารถลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มระดับ high density lipoprotein (HDL) ในเลือด และยังมีผลต่อการทำงานของต่อมไธมัส มีการวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณสารแอนโทไซยานินในตัวอย่างทั้งหมด 76 ชนิด พบว่า มีปริมาณแอนโทไซยานิน อยู่ในช่วง 2.44 - 394.53 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และข้าวเหนียวดำไร่ (ข้าวลิ้มผั่ว) มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด (ชนิษฐา สุกใสเมือง. 2552)

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นสารให้สีตามธรรมชาติ โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่างแอนโทไซยานินมีโครงสร้างเป็นแบบ C6-C3-C6 ซึ่งเป็นไกลโคไซด์ของ 2-phenylbenzopyrylium หรือ flavylium cation ที่มีด้วยกันหลายชนิด แต่มีอยู่ 6 ชนิดเท่านั้นที่พบบ่อย ได้แก่ pelargonidin cyaniding delphinidin peonidin petunidin และ malvidin ในสารละลายตัวกลางแอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH indicator) คือให้สีแดงที่ pH ต่ำ ให้สีน้ำเงินที่สภาวะเป็นกลางและไม่มีสีที่ pH สูง โดยปัจจัยที่มีผลต่อสีและความเสถียรของแอนโทไซยานินคือปัจจัยทางเคมีและฟิสิกส์ เช่น โครงสร้าง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง กรดแอสคอร์บิกน้ำตาล และปัจจัยอื่นๆ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของแอนโทไซยานินเป็นการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของแอนโทไซยานินในพืช เพื่อที่จะนำแอนโทไซยานินไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยแอนโทไซยานินสามารถสกัดจากพืชได้ถึง 539 โครงสร้าง โดยใช้การสกัด การทำให้บริสุทธิ์และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีวิธีวิเคราะห์ที่นิยมใช้คือการแยกสารด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (Thin-layer chromatography ; TLC) และ High performance liquid chromatography (HPLC) (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553)

4. ข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลีมฝั้ว

4.1 ข้าวไร้ลีมฝั้ว

“ข้าวไร้ลีมฝั้ว” หรือที่เรียกกันว่า “ข้าวเหนียวดำ” หรือ “ข้าวกำ” เป็นข้าวกล้องข้าวเหนียวที่มีลักษณะพิเศษมีกลิ่นหอม รสชาติอร่อย เมื่อเคี้ยวจะรู้สึกมันและนุ่มแบบหนุบๆ ด้วยรสชาติที่อร่อยนี้ จึงเป็นที่มาของชื่อข้าว ที่เมื่อภรรยารับประทานเพลินจนหมด ลืมแบ่งไว้ให้สามี คืออร่อยจนลืมฝั้ว ไม่ได้หมายความว่ารับประทานแล้วจะลืมสามี เดิม “ข้าวไร้ลีมฝั้ว” ปลูกเพียงเพื่อใช้ทำขนมพิเศษในโอกาสปีใหม่ของกลุ่มพี่น้องม้ง โดยนึ่งข้าวแล้วตำให้เหนียวก่อนห่อใบตอง ฆ่าไฟจนหอม รับประทานกับน้ำอ้อย นมข้นหวาน หรือน้ำตาล เรียกว่า “จ้าว” ปัจจุบัน “ข้าวไร้ลีมฝั้ว” ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีการนำมาบริโภคทั้งแบบข้าวเหนียวนึ่งรับประทานกับอาหารผสมข้าวต้มทำให้มีสีม่วงอ่อนสวยงาม ทำเป็นชาข้าวคั่วแบบ pearl barley หรือเครื่องดื่มทั้งแบบมีแอลกอฮอล์หรือปราศจากแอลกอฮอล์ มีสีคล้ายทับทิมสวยงาม ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 เมล็ดข้าวพันธุ์ลีมฝั้ว

จุดเด่นของข้าวลีมฝั้ว เมื่อหุงสุกแล้วจะมี กลิ่นหอม ผิวมัน รสชาติดี มีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับวิตามินอี แต่คุณสมบัติดีกว่า เนื่องจากโครงสร้างของสารสำคัญมีขั้วมากกว่าในวิตามินอี ทำให้การยึดเกาะพื้นผิวมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยในเรื่องต่อกระดูก และยังใช้เป็นยารักษาโรคตามภูมิปัญญาท้องถิ่น ทั้งอาการตกเลือดหลังคลอด โรคท้องร่วงและโรคผิวหนังและมะเร็งได้ด้วย

4.2 ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) คือ ข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการสีเพียงครั้งเดียว เพื่อเอาเปลือก (แกลบ) ออกไปทำให้ข้าวที่เหลือยังมีจมูกข้าว และเชื้อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่ครบถ้วน จากนั้นทำให้งอกโดยนำข้าวกล้องมาแช่น้ำทำให้งอก ในตัวข้าวกล้องเองประกอบด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าจำนวนมาก เช่น กรดโฟลิก วิตามินซี วิตามินอี และสารกาบา (gammaaminobutyric acid , GABA)

คุณประโยชน์จากจมูกข้าวกล้องงอกมีสาร GABA บำรุงระบบประสาทและผ่อนคลายความเครียด ช่วยให้เกิดความผ่อนคลาย นอนหลับได้ดี กระตุ้นฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต มีวิตามินอีและวิตามินบีรวม ให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ ป้องกันไขมัน ป้องกันการทำลายสมอง สาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำ

ขั้นตอนการเพาะข้าวกล้องงอก

1) ข้าวกล้องที่ยังมีชีวิตอยู่ ควรเลือกข้าวที่เก็บเกี่ยวไม่เกิน 2 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ดีที่สุดหรือเลือกข้าวที่เก็บเกี่ยวไม่เกิน 2-6 เดือน วิธีสังเกตว่าเป็นข้าวใหม่คือไม่เป็นยุ่ยและไม่มีผงสีน้ำตาลของเปลือกข้าวในถุงข้าว ปลายเมล็ดข้าวมีสีเขียว ถ้าข้าวบรรจุในถุงสุญญากาศจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 50% แต่หากบรรจุในถุงปกติจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพียง 25%

2) นำไปแช่น้ำประมาณ 4-6 ชั่วโมง โดยให้น้ำไหลผ่านเพื่อล้างข้าว สะเด็ดน้ำ ห่อด้วยผ้าขาวบาง หรือใส่ในภาชนะปิดทิ้งไว้ 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาดังกล่าวอีกครั้ง สะเด็ดน้ำ ห่อด้วยผ้าขาวบาง หรือใส่ในภาชนะปิดทิ้งไว้ 14 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจะได้เมล็ดข้าวกล้องงอกสด ซึ่งอุณหภูมิที่ข้าวกล้องจะงอกได้ดีจะอยู่ที่ประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส (ข้าวพื้นเมือง. 2557)

5. คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวลีมฝัว

เมล็ดข้าวลีมฝัวเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยสารอาหารและวิตามินที่สำคัญหลายชนิด รวมทั้งสารในกลุ่มของพอลิฟีนอล ในเมล็ดข้าวลีมฝัวต่างๆที่เป็นอาหารของคนไทยข้าวที่มีสีดำและข้าวสีแดงจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่เด่นเป็นพิเศษ ผลการเมื่อวิเคราะห์ห้ทันทีหลังเก็บเกี่ยวฤดูนาปี 2552 ได้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของ “ข้าวไร้ลิมฟ์ว”

รายการทดสอบ	ลิมฟ์ว (เขาค้อ)	ลิมฟ์ว (แพร่)	หน่วย
-Saturated Fat	0.76	0.78	g/100g
-Monounsaturated fatty acid	1.16	1.03	g/100g
-Polyunsaturated fatty acid	1.19	1.09	g/100g
-Unsaturated fat	2.35	2.12	g/100g
-Omega 3	33.94	30.83	mg/100g
-Omega 6	1,160.08	1,057.55	mg/100g
-Omega 9	1,146.1	1,021.72	mg/100g
-Vitamin B1	0.05	0.17	mg/100g
-Vitamin B2	0.035	0.043	mg/100g
-Niacin	6.48	6.07	mg/100g
-Dietary Fiber	2.33	4.87	mg/100g
-Vitamin E (Alpha-Tocopherol)	16.83	16.58	mg/kg
-Vitamin E (Gamma-Tocopherol)	6.48	4.72	mg/kg
-Vitamin E (Delta-Tocopherol)	0.39	0.34	mg/kg
-Gamma Oryzanol	490.49	508.09	mg/kg
-Phytate	4,801.15	6,086.04	mg/kg
-Iron (Fe)	84.18	17.70	mg/kg
-Calcium (Ca)	169.75	172.10	mg/kg
-Zinc (Zn)	23.60	31.03	mg/kg
-Manganese (Mn)	35.38	23.79	mg/kg
-Protein (dry basis)	10.63	-	%
-Antrocyenin (as cyaniding-3-glucoside)	46.56	14.35	mg/100g
-Total antioxidant	833.77	401.63	mg Ascorbic acid/100g

(กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2556)

6. อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

อาหารสุขภาพ หมายถึง อาหารที่สะอาด ปลอดภัย มีคุณค่าทางโภชนาการครบของอาหารหลัก 5 หมู่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ ช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายให้แข็งแรงและมีสุขภาพดี รวมทั้งอาหารที่ทำจากวัตถุดิบ หรือใส่วัตถุดิบที่มีสารอาหารที่คุณค่าทางโภชนาการเฉพาะตัว เช่น ข้าวฮางอก ข้าวไร้ลิ้มผั่ว สมุนไพรต่างๆซึ่งจะทำให้อาหารนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการเช่นนั้นด้วย

ปริมาณพลังงานและสารอาหารที่ผู้สูงอายุควรได้รับ

1) **พลังงาน** ผู้สูงอายุจะต้องการพลังงานน้อยลง เนื่องจากอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย เช่น หัวใจ ปอด ตับ ทำงานน้อยลง ดังนั้นกองโภชนาการ กรมอนามัยของไทยจึงแนะนำให้ลดพลังงานลง 100 กิโลแคลอรี ทุก 10 ปีที่อายุเพิ่มขึ้น ดังนี้

อายุ 50 – 59 ปี ต้องการพลังงาน 1,550 กิโลแคลอรี

อายุ 60 – 69 ปี ต้องการพลังงาน 1,450 กิโลแคลอรี

อายุ 70 ปีขึ้นไป ต้องการพลังงาน 1,250 กิโลแคลอรี

พลังงานที่ผู้สูงอายุได้รับไม่ควรต่ำกว่า 1,200 กิโลแคลอรี ถ้าได้รับพลังงานน้อยกว่า 1,200 กิโลแคลอรี ก็ควรได้รับวิตามินและเกลือแร่ในรูปของยาเสริมให้ด้วย

2) **โปรตีน** ผู้สูงอายุจำเป็นต้องได้รับโปรตีนให้เพียงพอเพื่อใช้ในการซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหรอ ซึ่งจะได้จากอาหารจำพวกน้ำนม ไข่ เนื้อสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้งต่างๆ แต่ผู้สูงอายุควรหลีกเลี่ยงการกินอาหารโปรตีนมากเกินไป เพราะร่างกายจะเก็บสะสมไว้ในรูปของไขมัน ทำให้อ้วนได้ และยังทำให้ไตต้องทำงานหนักขึ้น ในการขับสารยูเรียซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการเผาผลาญโปรตีนออกทางปัสสาวะมากขึ้น แต่ถ้าได้รับโปรตีนน้อยเกินไป จะทำให้เกิดโรคขาดโปรตีน และยังได้รับอาหารที่ให้พลังงานไม่เพียงพอด้วย ร่างกายก็จะสลายโปรตีนออกมาใช้เป็นพลังงาน ทำให้ร่างกายทรุดโทรม และติดโรคต่างๆ ได้ง่าย

3) **ไขมัน** ผู้สูงอายุควรกินอาหารที่มีไขมันแต่พอควร ไม่ควรเกินร้อยละ 25 – 30 ของปริมาณพลังงานที่ได้รับ การได้รับอาหารที่มีไขมันมากเกินไปจะทำให้น้ำหนักเพิ่มและเกิดโรคต่างๆ ตามมาได้ง่ายขึ้น และผู้สูงอายุควรเลือกใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไลโนเลอิกมาก แทนไขมันจากสัตว์

4) **วิตามิน** ความต้องการวิตามินในผู้สูงอายุจะทำเท่าเดิมหรือลดลงเล็กน้อย แต่ผู้สูงอายุควรได้รับอาหารที่มีวิตามินให้เพียงพอ โดยเฉพาะวิตามินบีหนึ่ง บีสอง บีสิบสอง กรดโฟลิกและวิตามินซี ผู้สูงอายุมักมีปัญหาได้รับวิตามินซีไม่เพียงพอ เนื่องจากฟันไม่ดี ทำให้เคี้ยวผักสดผลไม้สดไม่ได้ ผู้สูงอายุจะต้องการวิตามินซีวันละ 30 มิลลิกรัม ซึ่งจะได้เพียงพอเพียงจากการดื่มน้ำส้มวันละ 1 แก้ว

5) เกลือแร่

- **แคลเซียม** ผู้สูงอายุมักมีปัญหาเกี่ยวกับโรคกระดูกพรุน เนื่องจากเซลล์ของกระดูกมีการสลายมากกว่าการสร้าง นอกจากนี้แคลเซียมจากอาหารที่กินยังดูดซึมไม่ได้ดีอีกด้วย การได้รับอาหารที่มีแคลเซียมอย่างเพียงพอจะช่วยเพิ่มความแน่นของกระดูก และป้องกันโรคกระดูกพรุนได้ ผู้สูงอายุควรได้รับแคลเซียมอย่างน้อยวันละ 1,000 มิลลิกรัม ซึ่งจะได้จากนมและผลิตภัณฑ์จากนม (นมเปรี้ยว โยเกิร์ต) ปลาเล็กปลาน้อย กุ้งแห้ง และผักใบเขียว (คะน้า กวางตุ้ง ชะพลู บร็อกโคลี และถั่วเมล็ดแห้ง) เพิ่มขึ้น

- **เหล็ก** ความต้องการเหล็กในผู้สูงอายุไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในหญิงจะลดลงเล็กน้อย เนื่องจากไม่มีการสูญเสียทางประจำเดือน ผู้สูงอายุควรได้รับเหล็กประมาณวันละ 6 มิลลิกรัม ผู้สูงอายุจึงควรกินอาหารที่มีธาตุเหล็กสูง ได้แก่ ตับ เนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ ไข่แดง และผักใบเขียวให้เพียงพอ และเพื่อให้การดูดซึมธาตุเหล็กดีขึ้น ผู้สูงอายุควรกินผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง ปริมาณธาตุเหล็กอ้างอิงที่ผู้สูงอายุชาย ควรได้รับคือวันละ 10.4 มิลลิกรัมต่อวัน และผู้สูงอายุหญิงวันละ 9.4 มิลลิกรัมต่อวัน

6) **น้ำ** ผู้สูงอายุควรดื่มน้ำให้พอเพียงทุกวันอย่างน้อยวันละ 1.5 ลิตร และในวันที่มีอากาศร้อนจัด ควรได้รับน้ำเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียทางผิวหนัง และเพื่อช่วยให้ไตขับถ่ายของเสียได้ดีขึ้น น้ำที่ได้รับจะเป็นน้ำสะอาดหรือเครื่องดื่มจำพวกน้ำผลไม้หรือน้ำนมก็ได้

7. เกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ คือการทำการเกษตรด้วยหลักธรรมชาติ บนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมีทางดิน ทางน้ำ และทางอากาศเพื่อส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความหลากหลายทางชีวภาพ ในระบบนิเวศน์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีแผนการจัดการอย่างเป็นระบบในการผลิตภายใต้มาตรฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตสูงอุดมด้วยคุณค่าทางอาหารและปลอดภัยจากพิษ โดยมีต้นทุนการผลิตต่ำเพื่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจพอเพียง แก่มวลมนุษยชาติ และสรรพชีวิต

แนวคิดพื้นฐานของเกษตรอินทรีย์คือ การบริหารจัดการการผลิตทางการเกษตรแบบองค์รวม ที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน, การรักษาแหล่งน้ำให้สะอาด และการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพของฟาร์ม ทั้งนี้เพราะแนวทางเกษตรอินทรีย์อาศัยกลไกและกระบวนการของระบบนิเวศในการทำการผลิต จากแนวคิดดังกล่าวเกษตรอินทรีย์จึงปฏิเสธการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

และปุ๋ยเคมี เนื่องจากสารเคมีการเกษตรเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและกระบวนการของระบบนิเวศ นอกเหนือจากการปฏิเสธการใช้สารเคมีการเกษตรแล้ว เกษตรอินทรีย์ยังให้ความสำคัญกับการสร้างสมดุลของวงจรของธาตุอาหาร, การประหยัดพลังงาน, การอนุรักษ์ระบบนิเวศการเกษตร และการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ เกษตรอินทรีย์ยังให้ความสำคัญกับเกษตรกรผู้ผลิตและชุมชนท้องถิ่น เกษตรอินทรีย์มุ่งหวังที่จะสร้างความมั่นคงในการทำการเกษตรสำหรับเกษตรกร ตลอดจนอนุรักษ์และฟื้นฟูวิถีชีวิตของชุมชนเกษตรกรรม แต่ในขณะเดียวกัน เกษตรอินทรีย์ก็ไม่ได้ปฏิเสธการผลิตเพื่อการค้า เพราะตระหนักว่าครอบครัวเกษตรกรส่วนใหญ่จำเป็นต้องพึ่งพาการจำหน่ายผลผลิตเพื่อเป็นรายได้ในการดำรงชีพ

ดังนั้นเกษตรกรที่หันมาทำเกษตรอินทรีย์จึงจำเป็นต้องพัฒนาการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการบริหารจัดการฟาร์มของตนเพิ่มขึ้นด้วย ผลที่ตามมาคือเกษตรอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางการเกษตรที่ตั้งอยู่บนกระบวนการแห่งการเรียนรู้และภูมิปัญญา เพราะเกษตรกรต้องสังเกต, ศึกษา, วิเคราะห์-สังเคราะห์ และสรุปบทเรียนเกี่ยวกับการทำการเกษตรของฟาร์มตนเอง ซึ่งจะมีเงื่อนไขทั้งทางกายภาพ (เช่น ลักษณะของดิน ภูมิอากาศ และภูมินิเวศ) รวมถึงเศรษฐกิจ-สังคมที่แตกต่างจากพื้นที่อื่น เพื่อคัดสรรและพัฒนาแนวทางเกษตรอินทรีย์ที่เฉพาะและเหมาะสมกับฟาร์มของตัวเองอย่างแท้จริง จะเห็นได้ว่าเกษตรอินทรีย์นั้นเป็นระบบการเกษตรที่มีลักษณะเป็นองค์รวม ที่ให้ความสำคัญในเบื้องต้นกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศการเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติ แต่ขณะเดียวกันก็ไม่ได้ละเลยมิติด้านสังคมและเศรษฐกิจ เพราะความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อมไม่อาจดำรงอยู่ได้ โดยแยกออกจากความยั่งยืนทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Zhou Z. และคณะ (2014) ได้วิจัยข้าว 2 ชนิด คือ ข้าวเปลือกสีน้ำตาลดำ และสีน้ำตาลอ่อน เพื่อศึกษาผลของการเก็บเกี่ยวเกี่ยวกับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของข้าว โดยพิจารณาจากความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิก พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในข้าวกล้องสีน้ำตาลดำ 355.4 mg ซึ่งมีปริมาณ free phenolic compound สูงกว่าข้าวกล้องสีน้ำตาลอ่อน 9.3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารต้านอนุมูลอิสระ การสกัด free phenolic compounds ให้ปริมาณสูงกว่า การสกัด bound phenolic compounds เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาข้าวเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิ 37°C จากการสกัด free phenolic compounds free และ bound phenolic compounds มีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดลง 15–20%

Caceres P. และคณะ (2013) การวิจัยข้าวกล้องงอกพันธุ์เอกวาดอร์ จะมีเวลาการงอกและอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อศึกษา สารกาบา สารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอก พบว่าการสกัดข้าวกล้องงอกพันธุ์เอกวาดอร์ ที่อุณหภูมิ 34 °C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ให้ปริมาณสารกาบา และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สูงสุดจะ ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด พบในสภาวะการสกัดที่อุณหภูมิ 28 °C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ดังนั้นข้าวกล้องงอกพันธุ์เอกวาดอร์ สามารถนำมาใช้ในการจัดทำอาหารเพื่อป้องกันและต่อสู้กับโรคเรื้อรังได้

Kanjoo V. และคณะ (2013) พบว่าลักษณะความหอมในข้าวเป็นลักษณะที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ถูกควบคุมด้วยยีน *Os2AP* มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม 8 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจสอบความหอม ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวไร่ของไทยจำนวน 618 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ 4 ตำแหน่งที่จำเพาะต่อยีน *Os2AP* ได้แก่ Aromarker, 3In2AP, 3'Indel-UTR และ 5'SSR ตลอดจนวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มและ ความหนาแน่นของธาตุเหล็กในเมล็ด จากผลการตรวจสอบจีโนมไทป์พบว่า Aromarker สามารถคัดแยกข้าวไร่ที่มีความหอมออกจากข้าวไร่ไม่หอมได้ โดยมีข้าวไร่หอมจำนวน 78 ตัวอย่าง แบ่งเป็นข้าวเจ้า 20 ตัวอย่าง ข้าวเหนียว 57 ตัวอย่าง และตัวอย่างที่เป็นเฮเทอโรไซกัส จำนวน 1 ตัวอย่าง ส่วน 3In2AP marker ไม่สามารถคัดแยกข้าวไร่หอมในประเทศไทยออกมาได้ นอกจากนี้ยังพบข้าวไร่ 1 ตัวอย่างที่มีความหอม แต่ Aromarker และ 3In2AP marker ไม่สามารถแยกจีโนมไทป์ได้ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสาร 2AP โดยวิธี Headspace-GC/MS พบว่ามีปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) เท่ากับ 2.52 ppm เมื่อวิเคราะห์ความหลากหลายของยีน *Os2AP* พบว่าตำแหน่ง 3'Indel-UTR มี 3 แอลลีล และ 5'SSR มี 9 แอลลีล เมื่อวิเคราะห์คุณภาพหุงต้มของข้าวไร่ พบว่า ประชากรข้าวไร่ชนิดข้าวเจ้าส่วนใหญ่มีปริมาณแป้งอะไมโลสต่ำ (10-19%) โดยมีจำนวนถึง 223 ตัวอย่าง ค่าอุณหภูมิแป้งสุกส่วนใหญ่จะต่ำกว่า 70°C

เมื่อตรวจสอบความหนาแน่นของธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวไร้โดยใช้วิธี Perls' Prussian blue พบว่าข้าวไร้ส่วนใหญ่มีระดับธาตุเหล็กอยู่ที่ระดับคะแนน 2 (334 ตัวอย่าง) และพบข้าวไร้ที่มีปริมาณธาตุเหล็กสูง (คะแนน 3) จำนวน 57 ตัวอย่าง จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมและคุณค่าทางเศรษฐกิจของข้าวไร้ในประเทศไทย สามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูก เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้าวพันธุ์ปลูกต่อไป

Vongsudin W. และคณะ (2012) การวิจัยการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอกของข้าวกล้อง 3 ชนิด ได้แก่ข้าวหอมมิล ข้าวหอมมิล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวดำที่ผ่านกระบวนการงอกที่อุณหภูมิ 30°C ระยะเวลางอก 48 ชั่วโมง พบว่า ข้าวทั้ง 3 พันธุ์ที่ผ่านกระบวนการงอกมีปริมาณวิตามินบี 1 สารพอลิฟีนอล และสารกาบา เพิ่มขึ้น 1-4 เท่า เทียบกับธัญพืช control ที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก นอกจากนี้ธัญพืชงอกยังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น โดยข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด

Poonlaphdecha J. และคณะ (2010) การวิจัยเกี่ยวกับข้าวที่มีกลิ่นหอมซึ่งประกอบด้วย 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นชนิดเดียวกับข้าวโพดอบ การศึกษาส่วนมากจะคำนึงถึงเงื่อนไขของสารประกอบอินทรีย์ เช่นเกลือและปริมาณน้ำ ที่ส่งผลต่อปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ในข้าวสำหรับการสังเคราะห์สารจำพวก pyrroline นั้นมีกรดอะมิโนเป็นส่วนประกอบหลักซึ่งจะมีมากในระยะต้นข้าวอ่อน ซึ่งทดลองให้เจริญเติบโตในสภาวะเกลือ ดังนั้นสรุปได้ว่า ภายใต้สภาวะเกลือสามารถสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ได้เป็นเพราะมีปริมาณจำพวก pyrroline มาก

Yahya F. และคณะ (2010) การวิจัยเกี่ยวกับกลิ่นของข้าวซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของคุณภาพข้าว องค์ประกอบทางเคมีที่บ่งบอกลักษณะของกลิ่นในข้าวคือ 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) สารระเหยชนิดนี้จะพบมากในใบเตย งานวิจัยนี้ ตรวจสอบการดูดซึม 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) จากข้าวที่ไม่มีกลิ่นผสมกับใบเตยที่นำมาทำอาหาร โดยจะใช้ข้าวที่ไม่มีกลิ่นซึ่งจะถูกปรุงด้วยใบเตยสดและน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ผลของปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ในเมล็ดข้าวจะลดลงเมื่อต้มข้าวในน้ำ 10 นาที สำหรับเวลาในการต้มข้าวเหมาะสม ควรลดลงมาแค่ 5 นาที สามารถการดูดซึม 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) ในเมล็ดข้าวได้ดีที่สุด

นภาพร ธรรมชูเชาวรัตน์ (2554) ศึกษา Betaine Aldehydehydrogenase 2 (BADH 2) เกี่ยวข้องกับการสร้างสารหอมหลักชนิดหนึ่งในข้าว นั่นคือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) โดยพบยีน BADH2 อยู่ในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความหอม (fgr gene) บนโครโมโซมคู่ที่ 8 ยีนดังกล่าว พบได้ในข้าวหอม และข้าวไม่หอมโดยในข้าวหอม พบว่า เกิดการขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์ 8 นิวคลีโอไทด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงนิวคลีโอไทด์ (single nucleotide polymorphisms, SNPs) 3 ตำแหน่งในเอกซอนที่ 7 ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าที่ของยีนไป ส่งผลให้ข้าวนี้มีการผลิตสารหอม 2AP ขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเอนไซม์ BADH2 กลายพันธุ์ในข้าว โดยทำการกลายพันธุ์ด้วยวิธี Site Directed Mutagenesis โดยการเพิ่มกรดอะมิโนไทโรซีนในตำแหน่ง 420 (Y420 insertion) และทำการกลายพันธุ์แบบแทนที่ด้วยกรดอะมิโนอะลานีนที่ตำแหน่ง 162 260 และ 294 (N162A E260A และ C294) ตามลำดับ พบว่าการกลายพันธุ์ที่ตำแหน่ง Y420 N162A และ E260A ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจับกับโคแฟกซ์เตอร์ NAD^+ และ NADH แต่ทำให้การจับกับเอนไซม์กลายพันธุ์ที่ตำแหน่ง C294A มีประสิทธิภาพลดลง เมื่อจับกับโคแฟกซ์เตอร์ NAD^+ และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อจับกับ NADH เมื่อเทียบกับ BADH2 ดั้งเดิม การศึกษาสมบัติทางจลนศาสตร์ของเอนไซม์ BADH2 กลายพันธุ์ต่อสับสเตรท aminobutyraldehyde (AB-ald) และ Betaine aldehyde (Bet-ald) ($K_m k_{cat}$ และ k_{cat}/K_m) พบว่าเอนไซม์ BADH2 ดั้งเดิมทำปฏิกิริยากับสับสเตรททั้ง 2 ชนิดได้ดีกว่าเอนไซม์ BADH2 กลายพันธุ์ทั้ง 4 แบบ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนงานวิจัยศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม(2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาถ้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย จำนวน 3 โครงการ คือ 1. ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 2. ศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฟัว” ผู้เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์ และ 3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฟัวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

1. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีขั้นตอนในการปฏิบัติการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฟัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฟัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาถ้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ขั้นตอนที่ 2 สํารวจวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับ เรื่อง ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของ

ข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ล้ิมฝ้้วในระยะปล้บปล้ิงถึงระยะหล้ังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภัพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค้าของข้าวล้ิมฝ้้ว และการผลิตอาหารสุภัพภัพสำหรับผู้สูงอายู ในกลุ่้มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัคเพชรบูรณ์

ข้ันตออนที่ 3 ทำการทคดลองตามโครงการย้อยในแผนงานวิจัย

1) คีถษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค้าผลผลิตข้าวไร้ล้ิมฝ้้ว โดยการข้บย้ังการทำงานของเอนไซม์ BAD2

2) คีถษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรคแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารด้้านอนมูลติสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ล้ิมฝ้้วในระยะปล้บปล้ิงถึงระยะหล้ังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภัพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค้า “ข้าวไร้ล้ิมฝ้้ว” สู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างข้ย้งยืนของจังหวัคเพชรบูรณ์

3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุภัพภัพข้าวไร้ล้ิมฝ้้วสำหรับผู้สูงอายูเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

ข้ันตออนที่ 4 สรุปลคการคีถษาเรื่อง การข้บย้ังการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรคแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารด้้านอนมูลติสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ล้ิมฝ้้วในระยะปล้บปล้ิงถึงระยะหล้ังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภัพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค้าของข้าวล้ิมฝ้้ว และการผลิตอาหารสุภัพภัพสำหรับผู้สูงอายู ในกลุ่้มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัคเพชรบูรณ์

ข้ันตออนที่ 5 พัฒนาชุดโครงการวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่อง คีถษาการข้บย้ังการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรคแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารด้้านอนมูลติสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ล้ิมฝ้้วในระยะปล้บปล้ิงถึงระยะหล้ังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภัพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค้าของข้าวล้ิมฝ้้ว และการผลิตอาหารสุภัพภัพข้าวไร้ล้ิมฝ้้วสำหรับผู้สูงอายู ในกลุ่้มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัคเพชรบูรณ์เพชรบูรณ์

ข้ันตออนที่ 6 เผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง คีถษาการข้บย้ังการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรคแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารด้้านอนมูลติสระ ของข้าวกล้องงอก

ของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะปล้บปล้งถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาคือ จังหวัดเพชรบูรณ

2. เลือกพื้นที่ทำวิจัย

ดำเนินการเลือกพื้นที่ทำวิจัยคือ ชุมชนตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาคือ จังหวัดเพชรบูรณ

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรกลุ่มเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทำวิจัยจำนวน 3 กลุ่ม ดังนี้ วิสาหกิจชุมชนเกษตรลุ่มน้ำเข็ก วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์เขาคือ วิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกและแปรรูปแก้งบางระจัน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ คือ กระบวนการแบบมีส่วนร่วม (PAR) แบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยโดยการลงพื้นที่จัดกิจกรรมกระบวนการแบบมีส่วนร่วม ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก การสนทนากลุ่มย่อย การศึกษาเอกสาร การใช้แบบสัมภาษณ์แบบประเมิน การศึกษาค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ในที่ต่างๆ และการติดตามการนำองค์ความรู้และผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

5.1 ข้อมูลจากการลงพื้นที่ หรือข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) ได้จากกระบวนการแบบมีส่วนร่วม โดยการลงพื้นที่ทำการสังเกต การสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น การสนทนากลุ่มย่อย การประเมิน การอบรมเชิงปฏิบัติการการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางงอก “ข้าวไร้ลิ้มฝัว” สำหรับผู้สูงอายุ และปฏิบัติการการส่งเสริมแหล่งเรียนรู้บุคคลด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางงอก “ข้าวไร้ลิ้มฝัว” สำหรับผู้สูงอายุ

5.2 ข้อมูลจากเอกสารหรือข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ได้จากการศึกษาเอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บริบทชุมชนและสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

5.3 ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ แบบประเมิน จากการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” สำหรับผู้สูงอายุ จากการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” และจากการติดตามการนำองค์ความรู้และผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

5.4 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

- ผู้วิจัยลงพื้นที่ แจกการทำวิจัยกับนายกองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้นำชุมชนอย่างไม่เป็นทางการ
- ทำหนังสือแจ้งอย่างเป็นทางการต่อนายกองค์การบริหารส่วนตำบล
- ดำเนินการตามกระบวนการแบบมีส่วนร่วม
- ผู้วิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง

6. วิธีการทดลอง

การศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มผั่ว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 และเปรียบเทียบสารหอม กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผั่วในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” ที่เก็บเกี่ยวในวันที่ที่ต่างกัน และเก็บเกี่ยวในระยะปลับปลิงซึ่งเป็นช่วงเวลาประมาณ 30 วัน หลังจากวันที่ต้นข้าวออกดอก เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดสารหอมและสารคุณประโยชน์ในข้าวกล้องงอก และนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

6.1 ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มผั่ว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2

6.2 ศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผั่วในระยะปลับปลิงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” สู่เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

6.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

7. การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผิว”

7.1 การเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ข้าวไร้ลิ้มผิวที่มี สารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมา แอมิโนบิวทีริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผิวในระยะ พลัปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว และ ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้ว ให้แก่กลุ่มเกษตรกร บุคคล นักเรียน นักศึกษา และประชากรผู้สนใจ ในชุมชน ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พร้อมทั้งให้ ประเมินความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์และให้ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าว โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

- 1) การอบรมเชิงปฏิบัติการการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิว สำหรับผู้สูงอายุ
- 2) การปฏิบัติการส่งเสริมแหล่งเรียนรู้บุคคลในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร สุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุ

7.2 การนำองค์ความรู้และผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็น รูปธรรมมีการนำองค์ความรู้และผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ดังนี้

- 1) การนำไปทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุใช้ เป็นสินค้าสัญลักษณ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
- 2) การนำไปจัดกิจกรรมบริการวิชาการสู่ชุมชน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

แผนงานวิจัย การศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทิริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมคูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฝัว” ผู้เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม-สารกาบาของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฝัวสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฝัวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน และเพื่อสังเคราะห์งานวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาเอนไซม์ BAD2 ในการสร้างสารหอม และเปรียบเทียบสารหอม สารกาบา สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะปลับปลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ้มฝัวและผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ผลการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. การศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการผลผลิต

การแปรรูปและการตลาดสินค้าอินทรีย์ “ข้าวไร้ลิ้มฝัว” มีเป้าหมายหรือยุทธศาสตร์มุ่งศึกษาปฐมภูมิองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการผลผลิต ปฐมภูมิองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแปรรูป และปฐมภูมิองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการตลาด โดยมีกลยุทธ์วิธีการคือ ประชุมสัมมนา สัมภาษณ์ บันทึกข้อมูลปฐมภูมิด้านการจัดการผลผลิต ประชุมสัมมนาสัมภาษณ์ บันทึกข้อมูลปฐมภูมิด้านการแปรรูป และประชุมสัมมนาสัมภาษณ์บันทึกข้อมูลปฐมภูมิด้าน

การตลาด ซึ่งใช้เครื่องมือการจัดประชุมสัมมนาและออกแบบสัมมนา มุ่งผลลัพธ์ของการได้มาซึ่งข้อมูลปฐมภูมิ ด้านการจัดการผลผลิต การแปรรูปและการตลาด

จากการใช้เครื่องมือ การจัดประชุมสัมมนาและออกแบบสัมมนา “แบบรายงานบริบทระดับกลุ่ม วิสาหกิจชุมชน ผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัว (ค1จ1-01)” ในการศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการผลผลิตการแปรรูปและการตลาดสินค้าอินทรีย์ “ข้าวไร้ลิ้มฟัว” ในระดับกลุ่มสรุปผลการศึกษาจากรายงานบริบทระดับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัว

ตารางที่ 4-1 ฐานข้อมูลบริบทวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเป้าหมายระดับกลุ่ม

ลำดับ	ชื่อวิสาหกิจ	ที่ทำการ	กระบวนการผลิต	ประธาน/หรือผู้แทน	โทรศัพท์	จำนวน	พื้นที่	ผลผลิตรวม (กิโลกรัม)	ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่
1	วสช.เกษตร ลุ่มน้ำเข็ก	41/3 ต. หนอง แม่นา อ.เขาค้อ	เกษตร เคมี	นาย สมศักดิ์ ทอง จันทร์	081- 9712- 581	6 ราย	30 ไร่	9,300	310
2	วสช.เกษตร อินทรีย์ เขาค้อ	3 หมู่ 3 ต.หนอง แม่นา อ.เขาค้อ	เกษตร ปรับเปลี่ยน	นายดำรง พรมลัทธ	088- 5453- 962	8 ราย	40 ไร่	15,570	349.37
3	วสช.ปลูกพืช และแปรรูป แก่ง บางระจัน	15 หมู่ 6 ต.หนอง แม่นา อ.เขาค้อ	เกษตร อินทรีย์	นาง ลำควน สุพรม	089- 8855- 710	8 ราย	40 ไร่	15,320	436.12
			รวม			22	110	40,190	365

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเป้าหมาย ตั้งที่ทำการอยู่ในตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย วิสาหกิจชุมชนเกษตรลุ่มน้ำเข็ก มีสมาชิกผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัวจำนวน 6 ราย พื้นที่ 30 ไร่ มีนายสมศักดิ์ ทองจันทร์ เป็นผู้แทนกลุ่มปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัว กลุ่มยังปลูกข้าวด้วยระบบเกษตรเคมี มีการใช้ปุ๋ยเคมี ยาคุมและฆ่าหญ้า อยู่ในแปลง ผลผลิตรวมในรอบฤดูกาลปี 2556 ที่ผ่านมา 9300 กิโลกรัม คิดเฉลี่ย 310 กิโลกรัมต่อไร่ วิสาหกิจชุมชน เกษตรอินทรีย์เขาค้อมีสมาชิกผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัวจำนวน 7 ราย พื้นที่ 35 ไร่ มีนายดำรง พรมลัทธ เป็นผู้แทนกลุ่มปลูกข้าวไร้ลิ้มฟัว กลุ่มปลูกข้าวด้วยระบบเกษตรปรับเปลี่ยน คือ มีการใช้ปุ๋ยเคมีอยู่ใน

แปลงผสมผสานเกษตรอินทรีย์ ผลผลิตรวมในรอบฤดูกาลปี 2556 ที่ผ่านมา 15,570 กิโลกรัม คิดเฉลี่ย 349 กิโลกรัมต่อไร่ วิสาหกิจชุมชนปลูกพืชและแปรรูปแกงบางระจัน สมาชิกผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มผั่ว จำนวน 8 ราย พื้นที่ 40 ไร่มีนางลำควน สุพรม เป็นผู้แทนกลุ่มปลูกข้าวไร้ลิ้มผั่ว กลุ่มปลูกข้าวด้วยระบบปรับเปลี่ยนเตรียมสู่เกษตรอินทรีย์ ผลผลิตรวมในรอบฤดูกาลปี 2556 ที่ผ่านมา 15,320 กิโลกรัม คิดเฉลี่ย 436 กิโลกรัมต่อไร่ รวมเกษตรกรสมาชิกผู้ปลูกข้าวไร้ลิ้มผั่วจำนวน 22 ราย พื้นที่ 110 ไร่

2. ผลการศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผั่วในระยะปลั่งถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว”

2.1 ผลของรังสีแกมมาต่อความสูงของต้นข้าวไร้ลิ้มผั่ว

จากผลการศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อความสูงของต้นข้าวไร้ลิ้มผั่ว พบว่ารังสีแกมมามีผลต่อความสูงของต้นข้าว โดยทุกความเข้มของรังสีทำให้ความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกลุ่มที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา ยกเว้นที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20Gy ความสูงของต้นข้าวมีค่าลดลง เมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาพบว่าแนวโน้มความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้นจากความเข้มของรังสี 40 Gy ถึง 150 Gy และหลังจากนั้นความสูงของต้นข้าวมีแนวโน้มลดลงที่ความเข้มของรังสีเท่ากับ 200 Gy และ 250 Gy และพบว่าความสูงของต้นข้าวสูงที่สุดเมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นเท่ากับ 150 Gy

เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวไร้ลิ้มผั่วที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมา พบว่าความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้นจากระยะต้นกล้าอายุ 7 วัน จนถึงระยะ ออกดอก 74 วัน (4.43 ± 0.83 (7 วัน) cm to 40.96 ± 1.06 cm (74 วัน) และเมื่อศึกษาแนวโน้มความสูงของต้นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมา พบว่ามีแนวโน้มความสูงเพิ่มขึ้นจากระยะต้นกล้าคือ 7 วัน ถึงระยะออกดอก ยกเว้นที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20 Gy ความสูงของต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นจากระยะต้นกล้าถึงช่วงอายุ 32 วัน (ระยะแตกกอ) (3.99 ± 0.42 cm ถึง 20.20 ± 0.69 cm) หลังจากนั้นที่ระยะตั้งท้อง (52 วัน) ความสูงของต้นข้าวไม่เพิ่มขึ้น (20.81 ± 0.60 cm) และหลังจากระยะนี้ต้นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นรังสีเท่ากับ 20 Gy ก็ตาย และนอกจากนี้ต้นข้าวที่ได้รับความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 40 Gy มีความสูงลดลงเล็กน้อย เมื่อข้าวเข้าสู่ช่วงออกดอก (74 วัน) (47.91 ± 0.51 cm) เทียบกับต้นข้าวที่อยู่ในช่วงตั้งท้อง (52 วัน) (49.67 ± 0.96 cm)

2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอมระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวไร่ลิ้มผั่ว

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2-AP ในข้าวไร่ลิ้มผั่ว ได้ศึกษาจากปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากต้นข้าว และรากข้าว ตั้งแต่ช่วงอายุ 7 วัน จนถึงการเก็บเกี่ยว 101 วัน seedling stage I (7 วัน) seedling stage II (14 วัน) middle tillering (37 วัน) panicle initiation (52 วัน) flowering (74 วัน) และ harvested stage (101 วัน) จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารหอมสูงสุดวิเคราะห์ได้จากส่วนของลำต้นข้าวเมื่อข้าวอายุได้ 14 วัน ($55.52 \mu\text{g.g}^{-1}$) และส่วนของรากข้าวเมื่อข้าวอายุได้ 7 วัน ($30.67 \mu\text{g.g}^{-1}$) และปริมาณสารหอมต่ำสุดวิเคราะห์ได้จากส่วนของลำต้นเมื่อข้าวอายุได้ 52 วัน ($14.31 \mu\text{g.g}^{-1}$) และ ส่วนของรากข้าวเมื่อข้าวอายุได้ 14 วัน ($1.54 \mu\text{g.g}^{-1}$) แนวโน้มปริมาณสารหอมในช่วงการเจริญเติบโตของข้าวค่อนข้างไม่แน่นอน โดยพบว่าปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์จากลำต้นของข้าวในช่วงอายุ 14 วัน มีปริมาณมากกว่าปริมาณสารหอมในช่วงอายุ 7 วัน ประมาณ 3.9 เท่า และหลังจากข้าวอายุได้ 14 วัน ปริมาณสารหอมลดลงในช่วงอายุของข้าว 37 วัน และ 52 วัน และปริมาณสารหอมกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อข้าวเข้าสู่ช่วงตั้งท้องคืออายุ 74 วัน ปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากรากของข้าวก็มีแนวโน้มที่คล้ายกับปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากลำต้นของข้าว โดยพบว่าปริมาณสารหอมในช่วงอายุ 14 วัน มีปริมาณน้อยกว่าช่วงอายุ 7 วัน ประมาณ 19.9 เท่า หลังจากข้าวอายุได้ 14 วัน ปริมาณสารหอมมีค่าเพิ่มขึ้นจนเมื่อข้าวอายุได้ 52 วัน ปริมาณสารหอมมีปริมาณลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับข้าวในช่วงอายุ 37 วัน

2.3 ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์จากต้นและรากของข้าว

การศึกษาผลของรังสีต่อปริมาณสารหอมในช่วงการเจริญเติบโตของข้าวไร่ลิ้มผั่วที่วิเคราะห์จากลำต้นและรากของข้าวในช่วงอายุตั้งแต่ 7 วัน ถึงช่วงการเก็บเกี่ยว 101 วัน (seedling stage I (7 วัน) seedling stage II (14 วัน) middle tillering stage (37 วัน) panicle initiation stage (52 วัน) flowering stage (74 วัน) and harvested stage (101 วัน) ผลการทดลอง ปริมาณสารหอมของข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่วิเคราะห์จากลำต้นของข้าวในช่วงอายุต่างๆ พบว่ามีปริมาณอยู่ระหว่าง $14.12 \mu\text{g.g}^{-1}$ - $55.52 \mu\text{g.g}^{-1}$ ในขณะที่ปริมาณสารหอมของข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่วิเคราะห์จากลำต้นของข้าวในช่วงอายุต่างๆ มีปริมาณอยู่ระหว่าง $11.88 \mu\text{g.g}^{-1}$ - $67.13 \mu\text{g.g}^{-1}$ จากผลการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20 Gy ปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์จากต้นของข้าวมีปริมาณมากที่สุดที่ช่วงอายุ 52 วัน และปริมาณสารหอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงอายุ 7 วันจนถึงช่วงอายุ 52 วัน ($21.92 \mu\text{g.g}^{-1}$ - $67.13 \mu\text{g.g}^{-1}$) และหลังจากนั้นข้าวที่ได้รับการปริมาณรังสีในความเข้มข้นนี้ก็ตาย ในความเข้มข้นของรังสีอื่น (40-150 Gy) ปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากลำต้นของข้าวมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน ข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้น

20-250 Gy ในช่วงอายุของการตั้งท้อง (52 วัน) และช่วงการเก็บเกี่ยว (101 วัน) ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้นในข้าวที่ได้รับการฉายรังสีเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา ซึ่งปริมาณสารหอมจะอยู่ในช่วง $14.51 \mu\text{g.g}^{-1}$ - $67.13 \mu\text{g.g}^{-1}$ (20-250 Gy) เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา $14.31 \mu\text{g.g}^{-1}$ (0 Gy) ในช่วงอายุ 52 วัน และปริมาณสารหอมจะอยู่ในช่วง $33.50 \mu\text{g.g}^{-1}$ - $53.60 \mu\text{g.g}^{-1}$ สำหรับข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ 20-250 Gy ในขณะที่ข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาจะมีค่าเท่ากับ $32.40 \mu\text{g.g}^{-1}$ (0 Gy) ซึ่งวัดจากข้าวในช่วงอายุ 101 วัน

การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมที่พบในรากข้าว พบว่าในงานวิจัยนี้เป็นครั้งแรกที่มีการตรวจพบปริมาณสารหอมในรากของข้าว โดยจากผลการทดลองพบว่า ปริมาณสารหอมที่พบในรากของข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาอยู่ในช่วง 1.54 - $30.67 \mu\text{g.g}^{-1}$ และปริมาณสารหอมที่พบในรากของข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (20-250 Gy) อยู่ในช่วง 0.72 - $19.80 \mu\text{g.g}^{-1}$ ปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากรากของต้นข้าวที่พบปริมาณสูงสุดพบช่วงอายุ 7 วันของข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา $30.67 \mu\text{g.g}^{-1}$ โดยในข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณสารหอมพบมากที่สุดในช่วงอายุ 7 วันเช่นเดียวกัน และพบที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20 Gy ปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากรากของต้นข้าว พบว่ามีแนวโน้มลดลงหลังจากข้าวอายุได้ 7 วันในทุกความเข้มข้นของรังสีแกมมา รวมทั้งข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาด้วย รังสีแกมมาทำให้ปริมาณสารหอมในข้าวลดลง โดยพบว่าปริมาณสารหอมลดลงประมาณ 1.5 ถึง 4.2 เท่า ในข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาในระยะต้นกล้า 7 วัน และในขณะเดียวกันปริมาณสารหอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 1.6 ถึง 7.1 เท่า เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาในช่วงอายุของข้าวเท่ากับ 14 วัน

2.4 ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณสารหอมในเมล็ดข้าวและต่อน้ำหนักของเมล็ด

ปริมาณสารหอมที่พบในเมล็ดข้าวไร้ลิ้มผั่วอยู่ในช่วง 7.76 - $25.10 \mu\text{g.g}^{-1}$ โดยปริมาณสารหอมที่พบปริมาณมากที่สุด พบเมื่อข้าวได้รับรังสีที่ความเข้มข้น 80 Gy ($25.10 \mu\text{g.g}^{-1}$) โดยปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากเมล็ดข้าวที่ได้รับรังสีที่ความเข้มข้นนี้มีปริมาณมากกว่าปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากเมล็ดข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีประมาณ 3 เท่า ($8.90 \mu\text{g.g}^{-1}$) และจากผลการทดลองพบว่าปริมาณสารหอมที่วิเคราะห์ได้จากเมล็ดข้าวไร้ลิ้มผั่วที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีปริมาณมากกว่าที่พบในเมล็ดข้าวไร้ลิ้มผั่วที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ยกเว้นที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 100 Gy ปริมาณสารหอมมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในเมล็ดข้าวไร้ลิ้มผั่วที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ข้าวไร้ลิ้มผั่วเป็นข้าวเหนียวมีสีชนิดหนึ่ง เมื่อนำปริมาณสารหอมไปเปรียบเทียบกับข้าว

เหนียวมีสีชนิดอื่นที่มีรายงานก่อนหน้านี้ พบว่าปริมาณสารหอมที่พบในเมล็ดข้าวไร้ลีมฟ์มีปริมาณมากกว่าประมาณ 13 เท่าที่พบในข้าว (Lower Land Black Glutinous rice from Lao PDR) ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณสารหอมที่พบในข้าวไร้ลีมฟ์ มีค่าเท่ากับ $8.90 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ แต่ที่พบในเมล็ดข้าว Lower Land Black Glutinous rice from Lao PDR มีค่าเท่ากับ $0.688 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Bounphanousay et al., 2008) ซึ่งความแตกต่างตรงนี้อาจจะมาจากวิธีของการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันก็เป็นได้

รังสีแกมมาทำให้ให้น้ำหนักของเมล็ดข้าวไร้ลีมฟ์มีน้ำหนักที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ซึ่งน้ำหนักของเมล็ดข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจะอยู่ในช่วง 1.37-5.68 g (100-grain weight) เปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาซึ่งอยู่ที่ 6.52 g (100-grain weight) ยกเว้นเมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นเท่ากับ 150 Gy น้ำหนักของเมล็ดข้าวมีค่ามากกว่าน้ำหนักเมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา โดยน้ำหนักของเมล็ดข้าวอยู่ที่ 7.12 g (100-grain weight)

3. ผลการศึกษาหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลีมฟ์” ผู้เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

จากการดำเนินงานศึกษาและทดลองทำการสกัดสารกาบา สารหอม และทดสอบประสิทธิภาพฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวกล้องงอกพันธุ์ข้าวไร้ลีมฟ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การสกัดสารกาบา

การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและน้ำ ตามสัดส่วน 0:1 v/v ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สามารถสกัดสารกาบาปริมาณ $1.97 \text{ mg/g}_{\text{ข้าว}}$ จะได้ว่า การสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีปริมาณสารกาบามากที่สุด

สารสกัดข้าวกล้องงอกพันธุ์ข้าวไร้ลีมฟ์ด้วยตัวทำละลายน้ำตามระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวพบว่า วันที่ 5 มีปริมาณความเข้มข้นมากที่สุด คือ $4.47 \text{ mg/g}_{\text{ข้าว}}$

3.2 การสกัดสารหอม

การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นั้นข้าวกล้องงอกพันธุ์ข้าวไร้ลีมฟ์ที่เก็บเกี่ยวในช่วงระยะพลับพลึง เป็นช่วงเวลาประมาณ 30 วัน นับตั้งแต่ที่ข้าวออกดอก ตัวอย่างข้าววันที่ 1 นั้นมีปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) มากที่สุด คือ $5.64 \text{ mg/g}_{\text{ข้าว}}$

3.3 ประสิทธิภาพฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ

ประสิทธิภาพฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดข้าวกล้องงอกพันธุ์ข้าวไร้ลิ้มผั่ว ด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเมทานอลสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ 92% และ 87% ตัวทำละลายน้ำสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือ 50%

ประสิทธิภาพของฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดข้าวกล้องงอกด้วยตัวทำละลายน้ำและเอทานอล ตามระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวพบว่าวันที่ 5 สามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ 50% และ 92.55% และ 90.78% วันที่ 1 สามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือ 24.1% และ 90.42% ตามลำดับ

ประสิทธิภาพของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดข้าวกล้องงอกด้วยตัวทำละลายน้ำและเอทานอลที่ความเข้มข้น 60-140 ppm พบว่าสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 2.41-34.13% และ 89.96-91.34% โดยที่ Ascorbic acid ประสิทธิภาพเท่ากับ 88.23-93.03%

4. ผลการศึกษาการบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม-สารกาบของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผั่วสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

ได้ดำเนินการวิจัย การพัฒนาองค์ความรู้และต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหาร และนำมาเพิ่มมูลค่า ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่ว สำหรับผู้สูงอายุ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์ ในพื้นที่ชุมชน ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” สำหรับผู้สูงอายุ และติดตามการนำองค์ความรู้และผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุคัดเลือกสูตรโดยการค้นคว้า และเรียนรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบลิ้มผั่ว ข้าวต้มมัดลิ้มผั่ว ข้าวแต่นลิ้มผั่ว โจ๊กข้าวลิ้มผั่วกึ่งสำเร็จรูป และวุ้นข้าวลิ้มผั่ว การศึกษาความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์อาหารทางประสาทสัมผัส โดยผู้ประเมิน 52 คน พบว่าข้าวเกรียบลิ้มผั่ว ข้าวแต่นลิ้มผั่ว มีระดับความพึงพอใจคือชอบมาก สำหรับข้าวต้มมัดลิ้มผั่ว โจ๊ก

ข้าวลิ้มผั่วกิ่งสำเร็จรูป และวุ้นข้าวลิ้มผั่วได้คะแนนโดยรวมระดับชอบ ซึ่งผู้ประเมินส่วนมากจะชอบรับประทานอาหารว่างกินง่าย และชอบความกรอบของข้าวเกรียบลิ้มผั่วและข้าวแต๋นลิ้มผั่ว ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพทั้งหมดมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” โดยการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ การทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุ ให้แก่กลุ่มเกษตรกรประชาชน ผู้สนใจ และส่งเสริมแหล่งเรียนรู้บุคคลด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วได้ผู้มีความรู้พื้นฐานในการทำอาหารสุขภาพที่ได้จากข้าวลิ้มผั่ว เป็นการแปรรูปข้าวและเพิ่มมูลค่าของข้าว ซึ่งสามารถนำไปเป็นอาชีพเสริมรายได้ในครอบครัว ส่งเสริมธุรกิจชุมชน ซึ่งช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของครอบครัว และชุมชนได้อย่างยั่งยืน

ผลการสังเคราะห์งานวิจัยในแผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาเอนไซม์ BAD2 ในการสร้างสารหอม และเปรียบเทียบสารหอม สารกาบา สารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผั่วในระยะปลัปลงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร รวมทั้งเพิ่มมูลค่าของข้าวไร้ลิ้มผั่ว และผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ได้ทำการเผยแพร่สูตรผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผั่ว” ที่ศึกษา พัฒนา และผ่านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้ว ให้แก่กลุ่มเกษตรกร ประชาชนผู้สนใจ ในชุมชน ณ ศูนย์จำหน่ายผลิตภัณฑ์ชุมชน หมู่ 6 ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผั่วสำหรับผู้สูงอายุ ให้แก่กลุ่มเกษตรกร ประชาชน ผู้สนใจ จำนวน 37 คน ในวันที่ 27 – 28 กุมภาพันธ์ 2559 และวันที่ 5 มีนาคม 2559

จากการเผยแพร่สูตรผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพโดยการจัดกิจกรรมข้างต้น ได้ผู้ผ่านกิจกรรมทั้งหมดจำนวน 37 คน เป็นผู้ชาย 3 คน ผู้หญิง 34 คน คิดเป็นร้อยละของผู้เข้าอบรมทั้งหมดเท่ากับ 8 และ 92 ตามลำดับ เป็นผู้มีความรู้พื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบลิ้มผั่ว ข้าวต้มมัดลิ้มผั่ว ข้าวแต๋นลิ้มผั่ว โจ๊กข้าวลิ้มผั่ว กิ่งสำเร็จรูป และวุ้นข้าวลิ้มผั่ว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งได้แหล่งเรียนรู้บุคคลด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางอก ซึ่งเป็นบุคคลที่มีพื้นฐานความชอบ ความสนใจ และประสบการณ์ในการทำอาหาร สามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอด บอกสอนให้กับบุคคลและ

ชุมชนได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อบุคคล และชุมชนโดยรวม จากความรู้และประสบการณ์ตรงที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้รับ สามารถนำไปใช้เป็นอาชีพเสริมรายได้ ช่วยพัฒนาเศรษฐกิจให้กับครอบครัวได้

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าว ในด้านระดับความรู้การเข้าใจ กระบวนการและขั้นตอนการจัดอบรม วิทยากร การบริการที่ท่านได้รับ ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม ผลการประเมินดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

สิ่งที่ประเมิน	\bar{x}	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านระดับความรู้การเข้าใจ	4.13	0.673	ความพึงพอใจมาก
กระบวนการและขั้นตอนการจัดอบรม	4.47	0.592	ความพึงพอใจมาก
วิทยากร	4.42	0.618	ความพึงพอใจมาก
การบริการที่ท่านได้รับ	4.25	0.697	ความพึงพอใจมาก
ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม	4.52	0.503	ความพึงพอใจมากที่สุด
ความพึงพอใจในภาพรวม	4.42	0.485	ความพึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4-2 พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ยในระดับ 4 คือพอใจมาก และมีข้อเสนอแนะให้มีการจัดอบรมอย่างต่อเนื่อง และต้องการอาหารแปรรูปที่สามารถเก็บไว้ได้นาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานแผนงานวิจัย การศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าวลิ้มฝัว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ในกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถสรุปผลการทดลองดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 การศึกษาเปรียบเทียบสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) กรดแกมมาแอมิโนบิวทริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มฝัวในระยะพลับพลึงถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มฝัว”

ข้าวเมื่อได้รับการฉายรังสีแกมมามีความสูงของต้นข้าวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 150 Gy ทำให้ความสูงของต้นข้าวสูงสุด และที่ความเข้มข้นของรังสีนี้ด้วยที่ทำให้น้ำหนักของเมล็ดข้าวมีน้ำหนักมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา โดยที่ความเข้มข้นของรังสีอื่น ทำให้ข้าวมีน้ำหนักของเมล็ดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา ปริมาณสารหอมในข้าวไร้ลิ้มฝัวมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในช่วงของการเจริญเติบโตของข้าวโดยช่วงอายุที่มีปริมาณสารหอมสูงสุดอยู่ที่ช่วง 14 วัน การฉายรังสีแกมมาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม โดยพบว่าบางความเข้มข้นของรังสีแกมมาทำให้ปริมาณสารหอมลดลง และบางความเข้มข้นทำให้ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา โดยปริมาณสารหอมสูงสุดเมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20 Gy ในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรกที่ได้มีการรายงานเกี่ยวกับปริมาณสารหอมที่อยู่ในรากของข้าว โดยพบว่าปริมาณสารหอมในรากของข้าวมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยพบปริมาณสารหอมมากที่สุดช่วงข้าวอายุ 7 วันแล้วหลังจากนั้นปริมาณของสารหอมมีปริมาณลดลง ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ที่ปริมาณสารหอมมีการเคลื่อนที่จากรากไปส่วนอื่นของข้าว โดยเฉพาะส่วนที่โพล่พ้นดิน

1.2 การศึกษาหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผิว” ผู้เศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

การสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ตัวอย่างข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะปลับปลิง (30-36 วัน หลังจากต้นข้าวออกดอก) มีปริมาณกาบาสูงสุดที่ 4.09-4.47 mg/g_{ข้าว} และได้ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline สูงสุดในตัวอย่างข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว 24 วัน หลังจากต้นข้าวออกดอก มีปริมาณ 5.64 mg/g_{ข้าว} สารสกัดข้าวกล้องงอกที่สกัดตัวทำละลายเอทานอลและน้ำ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 92% และ 50% ตามลำดับ พบกว่าสารสกัดข้าวกล้องงอกด้วยน้ำ และเอทานอลที่มีความเข้มข้น 60-140 ppm มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 2.41-34.13% และ 89.96-91.34% ตามลำดับ โดยที่ Ascorbic acid 88.23-93.03%

1.3 การศึกษาการบริหารจัดการ การแปรรูปข้าวของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ให้ได้ปริมาณสารหอม- สารกาบาของข้าวกล้องงอกข้าวไร้ลิ้มผิวสูงที่สุดเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ ข้าวฮางอก “ข้าวไร้ลิ้มผิว” เป็นข้าวที่มีปริมาณสารกาบาสูง เนื่องจากเป็นข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้มีการงอกแล้ว ข้าวไร้ลิ้มผิวเป็นข้าวมีลักษณะหนึ่งซึ่งมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูง การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุได้ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบ ข้าวต้มมัด ข้าวแต่น้ำ โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และขนมวุ้น ทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการปรับเปลี่ยนปริมาณข้าวลิ้มผิว และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่ยอมรับมากที่สุดของแต่ละผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวเกรียบที่เติมปริมาณข้าวลิ้มผิวออกร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง ข้าวต้มมัดและข้าวแต่น้ำให้ผลเหมือนกัน คืออัตราส่วนข้าวลิ้มผิว : ข้าวเหนียวข้าววุ้น 1 : 2 สำหรับโจ๊กที่ให้ผลการยอมรับมากที่สุดคือ โจ๊กข้าวลิ้มผิวกึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 1 และขนมวุ้นข้าวลิ้มผิวใช้อัตราส่วนวุ้นข้าวลิ้มผิว : วุ้นกะทิ 2 : 1 จากนั้นประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดสอบพบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยรวมอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก จากนั้นได้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ โดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับกลุ่มเกษตรกร ประชาชน ผู้สนใจ ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และส่งเสริมแหล่งเรียนรู้บุคคลด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิว นับได้ว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน

2. อภิปรายผล

จากงานวิจัยที่มีรายงานก่อนหน้านี้ในข้าวสายพันธุ์ (M₂-2 line) ซึ่งเป็นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ 50 Gy พบว่าลำต้นของต้นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีมีความยาวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา (Kim et al. 2008) และในข้าวที่ทำให้กลายพันธุ์ด้วยรังสีสายพันธุ์ MRXII ซึ่งเมื่อวัดความยาวของต้นข้าวที่ระยะเวลา 7 วัน พบว่าลำต้นของข้าวมีความยาวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (DA) (Hwang et al. 2014) ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวไร้ลิมส์ซึ่งเป็นข้าวเหนียวมีสี โดยพบว่าในระยะที่ข้าวอายุได้ 7 วัน และ 14 วัน ความยาวของลำต้นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมา มีความยาวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตคล้ายกับที่พบในข้าวสายพันธุ์ Donganbyeo (Kim et al. 2004 and Hwang et al. 2014) และนอกจากข้าวแล้วในพืชที่ใกล้เคียง เช่น ข้าวโพด (*Zea mays*) โดยเมื่อนำข้าวโพดไปฉายรังสีที่ 100, 200, 300, 500, 700, 1000 Gy พบว่าเมื่อความเข้มข้นของรังสีมากกว่า (≤ 500 Gy) ข้าวโพดไม่สามารถมีชีวิตรอดได้ภายในเวลา 10 วัน (Marcu et al. 2013) ในข้าวไร้ลิมส์เช่นกัน เมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นของรังสีที่ 200 และ 250 Gy ทำให้ลำต้นของข้าวมีความสูงน้อยลง และน้ำหนักของเมล็ดข้าวก็มีน้ำหนักลดลง เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาและต้นข้าวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ 200 Gy ข้าวไม่สามารถออกรวงได้ และจากการศึกษาในข้าวไร้ลิมส์แดง พบว่าส่วนของลำต้นของข้าวมีความยาวลดลงเมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นของรังสีมากกว่า 250 Gy แต่ที่น่าแปลกใจที่พบว่าเมื่อข้าวได้รับการฉายรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 20 Gy ความยาวของต้นข้าวกับมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของรังสีอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้ฉายรังสีด้วย และข้าวก็ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ถึงระยะออกรวง ในกรณีนี้ข้าวเมื่อได้รับการฉายรังสีแกมมาซึ่งรังสีจะทำให้อนุมูลอิสระเกิดขึ้นภายในเซลล์ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้อาจจะทำให้เกิดการเสียหายของอแกเนลที่อยู่ภายในเซลล์หรือทำให้เกิดความเสียหายต่อวิถีเมตาบอลิซึม ซึ่งทำให้พืชไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (Al-Salhi et al. 2004 and Hameed et al. 2008)

ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ของข้าวมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และช่วงอายุของต้นข้าว (Gay et al. 2010 and Poonlaphdecha et al. 2012) ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณของ 2-acetyl-1-pyrroline ที่เก็บตัวอย่างจากใบข้าว เพิ่มขึ้นในช่วงที่ข้าวแตกกอถึงระยะเก็บเกี่ยวจาก 4444.60 $\mu\text{g/Kg}$ ถึง 4729.80 $\mu\text{g/Kg}$ Aychade (*Oryza sativa* L.) (Poonlaphdecha et al. 2012) ในกรณีศึกษาข้าวสายพันธุ์ Aychade ของประเทศฝรั่งเศส พบว่าเมื่อมีการปลูกข้าวสายพันธุ์นี้ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือที่แตกต่างกัน จะทำให้ปริมาณสารหอมของ

ข้าวสายพันธุ์นี้แตกต่างกันไปด้วย โดยเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้นปริมาณสารหอมจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จาก 592 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ เป็น 733-998 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (Poonlaphdecha et al. 2012) และในกรณีข้าวหอมดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่มีแหล่งเพาะปลูกกระจายอยู่ทั่วประเทศไทย แต่บริเวณที่ทำให้ข้าวหอมดอกมะลิ 105 มีปริมาณสารหอมสูงที่สุดคือที่แหล่งเพาะปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้มีปริมาณความชื้นต่ำ และมีคุณภาพของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกต่ำ ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณสารหอมสูงกว่าบริเวณอื่นที่มีความชื้นสูง และมีคุณภาพของดินที่ดีกว่า จากงานวิจัยนี้ได้แนะนำว่าในช่วงที่ข้าวกำลังออกดอกและเป็นเมล็ดเมื่อข้าวขาดน้ำ จะให้ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้น (Yoshihashiet et al. 2004) และในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในช่วงอายุ 7 วัน 14 วัน ระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง ใบธงคลี่เต็มที่ ระยะออกรวง (ดอก) และระยะสุกแก่ทางสรีระ (เมล็ด) ของข้าวไร้ลิ้มฟัว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสารหอมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดในแต่ละช่วงอายุของข้าว โดยพบว่าปริมาณสารหอมมีปริมาณสูงสุดเมื่อข้าวอยู่ในช่วงอายุ 14 วัน แล้วปริมาณสารค่อยลดลง และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อข้าวตั้งท้องและเพิ่มขึ้นในเมล็ดหลังจากเก็บเกี่ยว เมื่อนำเมล็ดข้าวไร้ลิ้มฟัวไปผ่านกระบวนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปหาปริมาณสารหอมของข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และไม่ผ่านกระบวนการฉายรังสีแกมมา พบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาคือ ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 20 Gy และช่วงของเวลาที่ทำให้ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้นคือ ช่วงอายุของข้าวเท่ากับ 52 วัน สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ถูกสร้างผ่านวิถี polyamine โดยมีกรดอะมิโน proline เป็นสารตั้งต้น โดยสาร GAbald จะมีการเปลี่ยนในสองทิศทางคือ เมื่อเอนไซม์ BADH2 ทำงานได้จะเปลี่ยนสาร GAbald เป็นสาร GABA แต่ในขณะเดียวกันถ้ากรณีที่เอนไซม์ BADH2 ทำงานไม่ได้สาร GAbald จะถูกเปลี่ยนเป็นสาร 2-acetyl-1-pyrroline ในที่สุด โดยเอนไซม์ BADH2 ถูกควบคุมการแสดงออกด้วยยีน BADH2 (Bradbury et al. 2008 and Vanavichit and Yoshihashi. 2010) จากกรณีที่มีการเพิ่มขึ้นของสารหอมในข้าวที่ผ่านกระบวนการฉายรังสีแกมมา อาจเนื่องจากเกิดความผิดปกติขึ้นกับยีน BADH2 ซึ่งส่งผลทำให้เอนไซม์ BADH2 ไม่สามารถทำงานได้ ทำให้มีปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้น ซึ่งในกรณีการเพิ่มขึ้นของสารหอมอาจจะทำให้เกิดการเสียหายของดีเอ็นเอทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งวิธีนี้จึงทำให้เกิดทิศทางของการสร้างสารหอมเพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ในรายงานการวิจัยเล่มนี้ยังเป็นครั้งแรกที่ได้มีการค้นพบสารหอมที่อยู่ในรากของข้าว โดยไม่มีรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ที่มีรายงานว่ามีการพบสารหอมที่อยู่ในข้าว ในรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้บอกว่ามีการพบสารหอมในทุกส่วนของข้าวยกเว้นราก (Buttery et al. 1983b and Yoshihashi et al. 1999) แต่เมื่อศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมเกี่ยวกับการสร้าง

สารหอมในข้าว พบว่ายีนนี้มีการแสดงออกในทุกส่วนของข้าว โดยเฉพาะเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตใหม่ ๆ ยีนนี้จะมีการแสดงออกมากขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าเมื่อมีการสร้างสารหอมในส่วนของรากแล้วสารหอมมีการเคลื่อนที่จากรากขึ้นมาตรงส่วนอื่นของข้าว เช่น ส่วนที่โผล่พ้นดิน เป็นต้น (Chen et al. 2008 and Niu et al. 2008)

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 งานวิจัยเรื่อง ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 เป็นงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ สภาวะที่เหมาะสมในการทำให้ปริมาณสารหอมเพิ่มขึ้น และข้าวไร้ลิ้มฟัวยังให้ผลผลิตสูงนั้นต้องมีการปลูกในแปลงทดลอง เพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ต่อไป

3.2 การสกัดสารหอมควรเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ และเมื่อสกัดเสร็จทำการวิเคราะห์ค่าทันที ควรศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่นๆ และใช้วิธีทดสอบฤทธิ์ต้านของสารอนุมูลอิสระหลากหลาย

3.3 หน่วยงานในท้องถิ่นควรเข้ามาส่งเสริมการทำและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มฟัว และข้าวท้องถิ่นที่ปลูกในท้องถิ่นนั้นให้มีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ รวมทั้งการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพรูปแบบอื่นๆ สร้างรายได้ให้กับชุมชน

บรรณานุกรม

- ทองวิจัยและพัฒนาข้าว. (2556). **ข้าวความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ tocopherol และ gamma aminobutyric acid ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=article&id=962%3A-tocopherol-gamma-aminobutyric-acid-&catid=82%3A-2556&Itemid=37 (วันที่ค้นข้อมูล: 23 ต.ค. 2557).
- ข้าวพื้นเมือง. (2557). **ข้าวกำลังล้มแล้ว.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://siamlocalrices.blogspot.com/p/blog-page_8330.html (วันที่ค้นข้อมูล: 18 ต.ค. 2557).
- ขนิษฐา สุกใสเมือง. (2552). **การตรวจหาปริมาณสารแอนโทไซยานินในพืชที่มีสี.** ปริญญาโท สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- นภาพร ธรรมชูเชาวรัตน์. (2554). **การศึกษาเอนไซม์ BADH2 กลายพันธุ์จากข้าว (*Oryza sativa* L.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาชีวเคมี ภาควิชาชีวเคมี. Ph.D. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. (2553). **แอนโทไซยานิน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1103/anthocyanin-%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B9%84%E0%B8%8B%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%99> (วันที่ค้นข้อมูล: 23 ต.ค. 2557).
- สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). **ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้แอนโทไซยานิน (Anthocyanin).** กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มิถุนายน 2553.
- อรุษา เขาวนลิขิต. (2554). **การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน.** วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 3 ฉบับที่ 6 กรกฎาคม-ธันวาคม 2554.
- Al-Salhi, M., Ghannam, M.M., Al-Ayed, M.S., El-Kameesy, S. U. and Roshdy, S. (2004). Effect of gamma irradiation on the biophysical and morphological properties of corn. **Nahrung**, 48: 95-98.

- Amarawathi, Y., Singh, R., Singh, A.K., Singh, V.P., Mohapatra, T., Sharma, T.R., Singh, N.K. (2008). Mapping of quantitative trait loci for basmati quality traits in rice. **Mol. Breed**, 21: 49-65.
- Bradbury, L.M., Fitzgerald, T.L., Henry, R.J., Jin, Q. and Waters, D.L. (2005). The gene for fragrance in rice. **Plant Biotech. J.**, 3:363–370.
- Bradbury, L.M., Gillies, S.A., Brushett, D.J., Waters, D.L. and Henry R.J. (2008). Inactivation of an aminoaldehyde dehydrogenase is responsible for fragrance in rice. **Plant Mol. Biol.**, 68: 439–449.
- Bryant, R.J. and McClung, A.M. (2011). Volatile profiles of aromatic and non-aromatic rice cultivars using SPME/GC–MS. **Food Chem.**, 124: 501–513.
- Buttery, R.G., Ling, L.C. and Juliano, B.O. (1982). 2-acetyl-1-pyrroline an important aroma component of cooked rice. **Chem. Ind.**, 12: 958–959.
- Buttery, R.G., Ling, L.C., Juliano, B.O. and Turnbough, J.G. (1983a). Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline. **J. Agr. Food Chem.**, 31: 823–826.
- Buttery, R.G., Juliano, B.O. and Ling, L.C. (1983b). Identification of rice aroma compound 2-Acetyl-1-Pyrroline in Pandan Leaves. **Chem. Ind. (Lond)**, 478–479.
- Caceres, P.J., Martínez-Villaluenga, C., Amigo, L. and Frias, J. (2013). Maximising the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions. **Food Chem.**, 152: 407-414.
- Chen, S., Yang, Y., Shi, W., Ji Q., He, F. and Zhang, Z. (2008). BADH2, encoding betaine aldehyde dehydrogenase, inhibits the biosynthesis of 2-acetyl-1-pyrroline, a major component in rice fragrance. **Plant Cell**, 20: 1850–1861.
- Gay, F., Hien, P.P., Thu Huong, N.T., Buu, B.C., Quoc, H.T. (2006). Investigation on sources of variability in aromatic quality of a famous traditional scented rice variety grown in Mekong Delta. In: **Proceedings of the 2nd International Rice Research Congress**, New Delhi, India, 9–13 October 2006, p. 121.
- Hameed, M. and M. Ashraf. (2008). Physiological and biochemical adaptations of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. from the Salt Range (Pakistan) to salinity stress. **Flora**, 203: 683-694.
- Hwang, S.G, Hwang, J.G., Kim, D.S. and Jang, C.S. (2014). Genome-wide DNA polymorphism and transcriptome analysis of an early-maturing rice mutant. **Genetica**, 142:73–85.

- Kim, M.S., Kim, K.H. and Yook, H.S. (2009). The effects of gamma irradiation on the microbiological, physiochemical, and sensory quality of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv Dangeumdo). **J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.**,38: 364-371.
- Marcu, D., Cristea, V. and Daraban, L. (2013). Dose dependent effects of Gamma radiation on Lettuce seedlings. **Int. J. Radia. Bio.**, 89(3): 219-223.
- Mahatheeranont, S., Keawsa-ard, S. and Dumri, K. (2001). Quantification of the rice aroma compound, 2-acetyl-1-pyrroline, in uncooked Khao Dawk Mali 105 brown rice. **J. Agr. Food Chem.**, 49: 773-779.
- Niu, X., Tang, W., Huang, W., Ren, G., Wang, Q., Luo, D., Xiao, Y., Yang, S., Wang, F., Lu, B.R., Gao, F., Lu, T. and Liu, Y.(2008). RNAi-directed down-regulation of OsBADH2 results in aroma (2-acetyl-1-pyrroline) production in rice (*Oryza sativa* L.). **BMC Plant Biol.**, 8: 100. 10.1186/1471-2229-8-100.
- Petrov, M., Danzart, M., Giampaoli, P., Faure, J. and Richard, H. (1996). Rice aroma analysis: discrimination between a scented and a non-scented rice. **Sci. Aliments**, 16: 347–360.
- Poonlaphdecha, J., Maraval, I., Roques, S., Audebert, A., Boulanger, R. and Gunata, Z. (2010). 2-Acetyl-1-Pyrroline Synthesis during Rice Plant (*Oryza sativa* L.) Growth under Controlled Salinity Conditions. **Flavour Science: Chapter 60**. Elsevier Inc. Chapters.
- Poonlaphdecha, J., Maraval, I., Roques, S., Audebert, A., Boulanger, R., Bry, X. and Gunata Z. (2012). Effect of Timing and Duration of Salt Treatment During Growth of a Fragrant Rice Variety on Yield and 2-Acetyl-1-Pyrroline, Proline, and GABA Levels. **J. Agric. Food Chem.**, 60(15): 3824–3830
- Shi, W., Yang, Y., Chen, S. and Xu, M. (2008). Discovery of a new fragrance allele and the development of functional markers for the breeding of fragrant rice varieties. **Mol. Breed**, 22: 185–192.
- Vaiphot Kanjoo, Suganya Ruengkham, Sumon Hoymala, Anucha Plabpla, Apichart Vanavichit and Theerayut Toojinda. (2013). Detection of aroma in Thai upland rice germplasm using DNA markers specific to *Os2AP* gene and analysis of its cooking qualities and seed Fe content. **Thai J. Genet.**, 6(1): 11-24.
- Vanavichit, A. and Yoshihashi, T. (2010). Molecular aspects of fragrance and aroma in rice. **Adv. Botan. Res.** 56: 49-73.

- Vanavichit, A., Yoshihashi, T., Wanchana, S., Areekit, S., Saengsraku, D., Kamolsukyonyong, W., Lanceras, J., Toojinda, T. and Tragoonrung, S. (2004). **Positional cloning of Os2AP, the aromatic gene controlling the biosynthetic switch of 2-acetyl-1-pyrroline and gamma aminobutyric acid (GABA) in rice.** Proceedings of the 1st International Conference on Rice for the Future. 31 Aug–3 Sep 2004, Bangkok.
- Vongsudin, W., Ratthanatham, P., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. (2012). Change of Bioactive Compounds in Germinated Rice. **Agr. Sci. J.**, 43(2): 553-556.
- Widjaja, R., Craske, J.D. and Wootton, M. (1996). Comparative studies on volatile components of non-fragrant and fragrant rices. **J. Sci. Food Agric.**, 70: 151–161.
- Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakibara, H. and Habu, T., (1979). Volatile flavor components of cooked rice kaorimai (scented rice, *O. sativa japonica*). **Agr. Biol. Chem.**, 43: 2425–2429.
- Yahya, F., Lua, T., Santosa, R.C.D., Fryera, P.J. and Bakalis, S. (2010). Supercritical carbon dioxide and solvent extraction of 2-acetyl-1-pyrroline from Pandan leaf: The effect of pre-treatment. **J. of Supercritical Fluids**, 55 (1): 200–207.
- Yoshihashi, T. (2002). Quantitative analysis on 2-acetyl-1-pyrroline of an aromatic rice by stable isotope dilution method and model studies on its formation during cooking. **J. Food Sci.**, 67: 619-622.
- Yoshihashi, T., Huong, N.T.T., and Kabaki, N. (1999). Quality evaluation of Khao Dawk Mali 105, an aromatic rice variety of northeast Thailand. **JIRCAS Working Report 30**: 151–160.
- Yoshihashi, T., Nguyen, T.T.H. and Kabaki, N. (2004). Area dependency of 2-acetyl-1-pyrroline content in an aromatic rice variety, Khao Dawk Mali 105. **JARQ.**, 38: 105–109.
- Zhou, Z., Chen, X., Zhang, M. and Blanchard C. (2014). Phenolics, flavonoids and antioxidant activity of brown rice with different pericarp colors following storage. **J. of stored Products**, 59: 120-125.

ประวัติคณะผู้วิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววิไลพร ปองเพียร
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Wilaiporn Pongpian
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-6705-00335-37-0
- ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
- หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง
จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2713 โทรสาร (056) 717110
โทรศัพท์มือถือ 081-9538551 E-mail : atom2414@gmail.com
- ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ชื่อสถานการศึกษา	ประเทศ
2546	ตรี	วท.บ. (เคมี)	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์	ไทย
2552	โท	วท.ม. วิทยาศาสตร์ ศึกษา(เคมี)	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์	ไทย

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
สาขาวิชาเคมีอนินทรีย์ เคมีสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ

- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน

- ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะขามของชุมชน จังหวัดเพชรบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2549
- ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วง ในปี พ.ศ. 2550 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2550

3. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผักแม้ว ทุนอุคหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2551

4. ทำงานวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ แอนโท-ไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในพืชพื้นบ้านที่มีสีม่วงแดง เป็นงานวิจัยระดับปริญญาโท 2552

5. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากงา เพื่อช่วยยับยั้งการหมื่นหืน ในปี พ.ศ. 2552 ทุนอุคหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2552

6. ทำงานวิจัย เรื่อง การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สารประกอบไอออนิก เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาที่มีข้อจำกัดในการสืบค้นเอกสารตำรา ทุนอุคหนุนการวิจัยประเภทการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2553

7. ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว ทุนอุคหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

8. ผู้ร่วมวิจัย เรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์จากฝักมะขามที่เสียหายจากราเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

9. ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่ข้าวลิ้มผิวและสบู่ถ่านฝักมะขาม ทุนอุคหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

10. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอาง เพื่อเพิ่มมูลค่า “ข้าวไร้ลิ้มผิว” คู่เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน จังหวัดเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

11. หัวหน้าแผนงาน เรื่อง การพัฒนาศักยภาพการผลิต เชื่อมโยงการตลาดสินค้า “ข้าวไร้ลิ้มผิว” ในระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

12. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวฮางอกพญาลิ้มแกง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

13. ศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 ต่อการสร้างสารหอม และการเปรียบเทียบปริมาณการสร้างสารหอม(2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน)กรดแกมมาเอมิโนบิวทริก (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอกของข้าวไร้ลิ้มผิวในระยะปลับพลึงถึง ระยะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อหาสมมูลที่มีประสิทธิภาพของปริมาณสารต่อการเพิ่มมูลค่าของข้าว ลิ้มผิว และการผลิตอาหารสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในกลุ่มเกษตรอินทรีย์ อำเภอเขาค้อ จังหวัด เพชรบูรณ์

7.2 การเผยแพร่งานวิจัย: ชื่อผลงานวิจัย ชื่อวารสารที่เผยแพร่ ปีที่พิมพ์

1. นำเสนอผลงานวิจัยปากเปล่า ในงานเกษตรแห่งชาติ ปี 2551 (สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร) ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร เรื่อง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของแอนโทไซยานิน และสารประกอบ ฟีนอลิกจากพืชพื้นบ้านที่มีสี
2. งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสูตรสบู่แฟนซีจากน้ำมันที่ใช้แล้ว พ.ศ. 2554 และได้ตีพิมพ์ลงในราชภัฏเพชรบูรณ์สาร ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๑
3. งานวิจัย เรื่อง การเตรียมและวิเคราะห์ค่าการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากขังข้าวโพดโดยวิธีกระตุ้นทางเคมี นำเสนอในรูปแบบโปรเตอร์ ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”
4. งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาศักยภาพการผลิต เชื่อมโยงการตลาดสินค้า“ข้าวไร้ลิ้มผิว” ในระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ ๑๖ และการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ ๓ “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางถนอมนวล พรหมบุญ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Thanomnual promboon
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 6799 00194 61 5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ประธานหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717122 ต่อ 2713 โทรสาร (056) 717123 40 ซ. พระพุทธบาท 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ รหัสไปรษณีย์ 67000 โทรศัพท์ (056) 711186 โทรศัพท์มือถือ 0-9640-9309 E – mail : thanomnual @yohoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
วท.บ.(เคมี)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2516	ประเทศไทย
วท.ม. (การสอนเคมี)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2522	ประเทศไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ เคมีเครื่องสำอาง เคมีของน้ำหอม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

1. งานวิจัย การวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือตอนล่าง มิดิการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ” รับผิดชอบวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปี พ.ศ.2548

2. งานวิจัย การสร้างและพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นด้านการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพจากป่าในหมู่บ้านเขตภาคเหนือตอนล่าง รับผิดชอบวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปี พ.ศ.2550

3. งานวิจัย การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพบน ภูเขาสูง ภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความสนับสนุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2551

4. งานวิจัย การจัดการความรู้และการพัฒนาเครือข่ายภูมิปัญญาท้องถิ่น อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความสนับสนุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2552 เป็นรอง ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

5. การบริหารจัดการป่าชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ เพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับความสนับสนุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2553

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. งานวิจัยสาขาเคมีวิเคราะห์ เรื่อง Separation of halides และเขียนเผยแพร่ที่ จุลสารเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 5 ฉบับที่ 38

พ.ศ. 2516

2. งานวิจัย สาขาชีวเคมี เรื่อง การศึกษาเพื่อยืดอายุการเก็บผักและผลไม้สด ปี พ.ศ.2522

3. เขียนผลงานวิจัย เรื่อง เอทิลีน จากผักและผลไม้ต่าง ๆ ระหว่างเก็บ เผยแพร่ใน Journal of Science Faculty of Chiangmai University ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม ถึง มีนาคม 2522 หน้า 28 – 35
4. งานวิจัย เรื่อง “ผลกระทบของน้ำทิ้งชุมชนต่อคุณภาพของน้ำในแม่น้ำป่าสักตอนบน” ได้รับทุนวิจัยจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2536 และได้เผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ ซึ่งร่วมกันจัดขึ้นระหว่างสำนักงานสถาบันราชภัฏกับองค์การไจกา ของประเทศญี่ปุ่น (RCE) ที่ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2537
5. งานวิจัย เรื่อง การสกัดแยกสารขมในมะขามป้อม ได้รับทุนวิจัยจากสำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2537
6. งานวิจัย เรื่อง การศึกษาการสกัดน้ำหอมจากดอกไม้หอม ได้รับทุนวิจัยจากสำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2538
7. ทำงานวิจัย เรื่อง การศึกษาการทำสบู่สมุนไพร ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักวิจัยและบริการ วิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2539
8. งานวิจัย เรื่อง สุวคนธบำบัด ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2540
9. งานวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนา ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสมุนไพรจากกลุ่มแม่บ้านเนินพัฒนา อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์
10. งานวิจัย เรื่อง การศึกษาศักยภาพและพัฒนาขีดความสามารถของชุมชนบ้านคอยน้ำเพียงดินและบ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อจัดตั้งและพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ชุมชน และส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2550
- 11.งานวิจัย การศึกษาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพบนภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2551
- 12.งานวิจัย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของความหลากหลายทางธรรมชาติบนภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2551

13. งานวิจัย การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2552

14. งานวิจัย ศักยภาพชุมชนในการบริหารจัดการป่าชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ อุนร์ักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ ในการดำรงชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ.2553

7.3 ผู้ร่วมวิจัย

1. งานวิจัย การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชท้องถิ่นเขามะค่าของหิน บ้านพล้า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์จาก สกอ. เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี พ.ศ.2548

2. งานวิจัย การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเกี่ยวกับพันธุกรรม โครโมโซม หรือ DNA ของพืชบนภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2551

3. งานวิจัย การศึกษาและพัฒนาอาหารสุขภาพของชุมชนบ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2551

4. งานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ ภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2551

5. งานวิจัย ศักยภาพชุมชนในการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านสมุนไพรเพื่อดูแลสุขภาพ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2552

6. งานวิจัย การศึกษากำล้างการผลิตอาหาร เพื่อจัดทำธนาคารอาหารชุมชนในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2553

7. งานวิจัย การพัฒนาอาหารสุขภาพชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2553

8. งานวิจัย การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์บ้านพัฒนารพงษ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ วิทยานิพนธ์ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผู้ร่วมวิจัย ปี 2553

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวชะหน่าย มังคลารัตนศรี
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Chanai Mungkalaratanasri
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 – 6601 – 00760 – 92 – 8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำพิเศษสาขาวิชาเคมี
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2713 โทรสาร (056)717123
e - mail : chanai001@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ชื่อสถานการศึกษา	ประเทศ
2517	ตรี	กศ.บ. (เคมี-ภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน	ไทย
2523	โท	วท.ม. (การสอนเคมี)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ- ชีวเคมี

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. งานวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์หาความกระด้างของน้ำบาดาลและน้ำบ่อในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2536
2. งานวิจัย เรื่อง การสร้างโฮมเพจโปรแกรมวิชาเคมี ได้รับทุนวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2536
3. งานวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในกึ่งกำมกรวมโดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2546
4. งานวิจัย เรื่อง การศึกษาการผลิตซอสข้าวโพด ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2550

5. งานวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์สบู่แฟนซีเพื่อเศรษฐกิจชุมชนได้รับ
ทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2551

6. งานวิจัย การศึกษาและพัฒนาอาหารสุขภาพของชุมชนบ้านทับเบิก อำเภอ
หล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

7.งานวิจัย ศักยภาพชุมชนในการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านสมุนไพร เพื่อ
ดูแลสุขภาพ อำเภอกะท้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับวิจัยทุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ ปี พ.ศ 2552

8. งานวิจัย การพัฒนาอาหารสุขภาพชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ อำเภอกะท้อ
จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2553

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

1. งานวิจัย เรื่อง การวิจัยและพัฒนารายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น
เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือตอนล่าง มติการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความ
หลากหลายทางชีวภาพ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในปี พ.ศ. 2548

2. งานวิจัย การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช
ท้องถิ่นเขมาค่าของหิน บ้านพล้า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงาน
คณะกรรมการการอุดมศึกษา ปี พ.ศ. 2548

3.งานวิจัย การศึกษาศักยภาพและพัฒนาขีดความสามารถของชุมชนบ้านคอยน้ำ
เพียงดินและบ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อจัดตั้งและพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ชุมชน
และส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี
พ.ศ.2550

4. งานวิจัย การศึกษาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพบน
ภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

5. งานวิจัย การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเกี่ยวกับพันธุกรรม โครโมโซม
หรือ DNA ของพืชบนภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอ
น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

6. งานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ ภูทับเบิก บ้านทับเบิก อำเภอหล่มเก่า และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

7. งานวิจัย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของความหลากหลายทางธรรมชาติบนภูเขาสูงภูทับเบิก บ้านทับเบิก และบ้านฟองใต้ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2551

8. งานวิจัย การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2552

9. งานวิจัย ศักยภาพชุมชนในการบริหารจัดการป่าชุมชน บ้านพัฒนารพงษ์ อนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ ในการดำรงชีวิตตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2553

10. งานวิจัย การศึกษากำล้างการผลิตอาหาร เพื่อจัดทำธนาคารอาหารชุมชน ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านพัฒนารพงษ์ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2553

11. งานวิจัย การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบ้านพัฒนารพงษ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2553

ประวัติผู้ร่วมวิจัย 3

1. ชื่อ -นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมพงษ์ แสนเสนยา
ชื่อ -นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sompong Sansenya
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-4501-00582-48-7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
5. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-3529 โทรสาร 02-549-3526
โทรศัพท์มือถือ 09-0564-8177 E – mail : sompong_biochem@yahoo.co.th

6. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ชื่อสถานการศึกษา	ประเทศ
2548	ตรี	วท.บ. (เคมี)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย
2552	โท	วท.ม. (ชีวเคมี)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย
2556	เอก	วท.ด. (ชีวเคมี)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ไทย

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

เอนไซม์วิทยา อนุชีววิทยาพฤกษศาสตร์ของโมเลกุลโปรตีน

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าแผนงานวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

1. ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BAD2 (The study of the inhibition of enzyme (BAD2) to the fragrance (2-acetyl-1-pyrroline) synthesis of Leumpua Purple Sticky Rice for value adding to the rice production) งบประมาณแผ่นดิน ปี 2558

2. The study of the inhibition of enzyme (BAD2) to the fragrance (2-acetyl-pyrroline) synthesis of Leumpua Purple Sticky Rice for value adding to the rice production) งบประมาณแผ่นดิน ปี 2558 (หัวหน้าโครงการ)

3. จัดทำฐานข้อมูลดีเอ็นเอมะขามเพื่อหาความสัมพันธ์กับยีนต้านเชื้อราด้วยเทคนิค ไมโครแซทเทลไลท์ งบประมาณแผ่นดิน ปี 2558 (ผู้ร่วมวิจัย)

งานวิจัยที่ตีพิมพ์ระดับนานาชาติ เรื่อง

1. Sansenya, S., Maneesan, J, and Ketudat Cairns, J.R. (2012). Exchanging a single amino acid residue generates or weakens a +2 cellooligosaccharide binding subsite in rice beta-glucosidase. *Carbohydrate Research*. 351,130-133.

2. Sansenya, S., Opassiri, R., Kuaprasert, B., Chen. C.J. and Ketudat Cairns, J.R. (2011). The crystal structure of rice (*Oryza sativa* L.) Os4BGlu12, an oligosaccharide and tuberonic acid glucoside-hydrolyzing beta-glucosidase with significant thioglucohydrolase activity. *Arch. Biochem. Biophys.* 510, 62-72.

3. **Sansanya, S.**, Ketudat Cairns, J.R, and Opassiri, R. (2010). Expression, purification, crystallization and preliminary X-ray analysis of rice (*Oryza sativa* L.) Os4BGlu12 beta-glucosidase. *Acta. Cryst F*66. 320-323-801.
4. Kutadat Cairns, J.R., Pengthaisong S., Luang S., **Sansanya S.**, Tankrathok, A. and Svasti J. (2012). Protein-carbohydrate interactions leading to hydrolysis and transglycosylation in plant glycoside hydrolase family 1 enzyme. *J. Appl. Glycosci.* 59, 51-62.
5. Himeno, N., Saburi, W., Wakuta, S., Takeda, R., Matsuura, H., Nabeta, K., **Sansanya, S.**, Ketudat Cairns, J.R., Mori, H., Imai, Ryozo., and Matsui, H. (2013). Identification of rice beta-glucosidase with high hydrolytic activity towards salicylic acid beta-D-glucosidase. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77 (5), 120889-1-6.
6. Hua, Y., **Sansanya, S.**, Saetang, C., Wakuta, S., and Ketudat Cairns, J.R. (2013). Structural and enzymatic characterization of Os3BGlu6 and its mutants hydrolyzing gibberellin glucosyl ester to release free Gibberellin GA₄. *Arch. Biochem. Biophys.* 537, 39-48.
7. **Sansanya, S.**, Wakuta, S., Matsui, H. and Ketudat Cairns, J.R. (2013). The structure basis of natural substrate binding in rice Os4BGlu12 beta-glucosidase. (Manuscript in preparation).