บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าว (Rice) เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งทั้งยังเป็นอาหารหลักของชาวไทย และชาวโลกมาเป็นเวลาช้านานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพวก *Indica* ปัจจุบันจัดเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยมากกว่าสินค้าเกษตรอื่น ๆ ถ้าแบ่งข้าวตามชนิดของแป้งที่รวมกันเป็นเอ็นโดสเปิร์มจะแบ่งได้เป็นข้าวเหนียว และข้าวเจ้า ถ้าแบ่งตามลักษณะของสีเมล็ดข้าวจะแบ่งได้เป็น ข้าวขาว ข้าวแดง และข้าวดำ เป็นต้น ข้าวมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสารปฐมภูมิ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน โดยเฉพาะวิตามินบีรวม แร่ธาตุที่จำเป็น เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี ไนอะซีน เส้นใยอาหาร และสารทุติยภูมิ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก เช่น กรดเฟอรูลิก และสารกาบา (GABA) นอกจากนี้ยังพบสารอาหารไขมัน เช่น แกมมา ออริซานอล (γ-Oryzanol), โทโคพีรอล (Tocopherol), ไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) และ แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) เป็นต้น ซึ่งพบมากในรำข้าว ทั้งนี้ปริมาณของสารอาหารดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว สภาวะการปลูก การขัดสีข้าว และสายพันธุ์ข้าว (มัณฑนา นครเรียบ, 2555 : 70)

ข้าวฮาง หรือ “ข้าวหอมทอง” ในภาษาไทย ผลิตครั้งแรกในหมู่บ้านนาบ่อ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย เนื่องจากชาวนามีข้าวไม่พอบริโภค พวกเขาจึงเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวในระยะที่ยังไม่แก่แต่ก่อตัวเป็นแป้งเต็มที่ประมาณ 85% ของระยะสุกแก่ของเมล็ดข้าว ข้าวเหล่านี้จะแตกและร้าวในขั้นตอนการสีข้าวขาวและไม่สามารถแยกแกลบออกได้ โดยที่ชาวนาจะนำข้าวดังกล่าวไปนึ่งและผึ่งให้แห้งก่อนขัดสี ซึ่งข้าวสารที่ได้จะมีสีเหลืองทองและมีกลิ่นหอม ชาวนาเรียกว่า “ข้าวฮาง” หรือ “ข้าวหอมทอง” (Kerdpiboon & Puttongsiri, 2015 : 26)

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ข้าวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีสารที่ช่วยในการเผาผลาญไขมัน คลอเลสเตอรอล ที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ไขมันในเลือด สารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในข้าว (สำราญ พิมราช และคนอื่นๆ. 2558 : 36) ยกตัวอย่างเช่น

1) Gamma-aminobutyric acid (GABA) เกิดจากกระบวนการ Decarboxylation ของกรดกลูตามิก (Glutamic Acid) ซึ่งเป็นกรดแอมิโนชนิดหนึ่ง เป็นสารที่มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ (Functional food) ช่วยในการรับส่งข้อมูลระหว่างเซลล์สมอง

2) แมกนีเซียม (Magnesium) มีความสำคัญต่อการเผาผลาญของแคลเซียม และวิตามินซี ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ถ้าขาดแมกนีเซียมจะส่งผลให้ภูมิคุ้มกันโรคต่าง ๆ ลดลง

3) โพแตสเซียม (Potassium) จะทำงานร่วมกับโซเดียม ช่วยควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกาย ลดความดันโลหิต และช่วยให้หัวใจทำงานเป็นปกติ

4) สังกะสี (Zinc) ช่วยกระตุ้นระบบสืบพันธุ์ จำเป็นต่อการสร้าง DNA ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ ช่วยในการสร้างฮอร์โมนอินซูลิน

5) วิตามินบี 1 (Thiamine) เป็นวิตามินที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Vitamin) ทำหน้าที่ในการช่วยกระตุ้นการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ทำให้เกิดพลังงานในการดำรงชีวิต อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการส่งกระแสประสาท หากร่างกายขาดวิตามินบี 1 จะทำให้เกิดโรคเหน็บชา วิตามินบี 1 สามารถใช้รักษาอาการทางสมองของผู้ที่ติดสุรา

6) วิตามินบี 2 (Riboflavin) หรืออีกชื่อวิตามินจี (Vitamin G) เป็นส่วนของโคเอ็นไซม์เฟล-วินโมโนนิวคลีโอไทด์ (Flavin Mononucleotide; FMN) และเฟลวินอะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ (Flavin Adenine Dinucleotide; FAD) ที่ช่วยในการสร้างพลังงานในรูป ATP ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย บำรุงผิวและเส้นผม ช่วยลดการเจ็บปวดจากไมเกรน การขาดวิตามินบี 2 จะทำให้เป็นโรคปากนกกระจอก (Angular Stomatitis)

7) โปรตีน (Protein) ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนหลายสายมาต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ ซึ่งโปรตีนจะช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกายทั้งกล้ามเนื้อ กระดูก ผิวหนัง น้ำย่อย เม็ดเลือด ฮอร์โมน และการสร้างภูมิคุ้มกัน

8) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) คาร์โบไฮเดรตในข้าวจะพบมากถึงร้อยละ 90 ซึ่งจะพบในรูปของแป้งที่เกิดจากการรวมตัวของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน

9) ไขมัน (Fat) ไขมันที่พบในข้าวส่วนใหญ่คือ ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด ไกลโคลิพิด และเทอร์พีนอยด์ ไขมันช่วยในเรื่องของการรักษาสมดุลของผิวหนัง ควบคุมการเผาผลาญคอเลสเทอรอล

10) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic) ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ของพืช และมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ และทางการแพทย์ (สุนันทา ทองทา, 2556 : 64) สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่เป็นวงแหวนอะโรมาติก และมีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ รวมไปถึงอนุพันธุ์ของสารประกอบฟีนอลซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชันต่างๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ ลิกนิน กรดซินนามิก และโคเอ็นไซม์คิว กดรฟีนอลิกเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.3 ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากข้าว

จากองค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่มีสาระสำคัญเป็นองค์ประกอบหลายชนิดทำให้ข้าวถูกนำมาศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ มากมายเพื่อหวังว่าการบริโภคข้าวนั้น นอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานหลักของร่างกายแล้ว ยังจะเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายอีกด้วย เช่น (อัครเกียรติ พวงแสง และศุภกาญจน์ รัตนกร, 2563 : BMO6-8) ได้ทำการศึกษาการสกัดสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากรำข้าวโดยการให้ความร้อนแบบไฮโดรเทอร์มอลร่วมกับการใช้คลื่นอัลตราซาวด์ โดยใช้ตัวอย่างคือข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 มาสกัดด้วย เอทานอล และเอทิลอะซิเตทเพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และใช้ในการยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอช พบว่าสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอลในการสกัด ร่วมกับการให้ความร้อนแบบไฮโดรเทอร์มอล และใช้คลื่นอัลตราซาวด์ช่วยสกัด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระดีพีพีเอชมากที่สุด (ชัชวิน เพชรเลิศ และธรรมนูญ แสงประทุม, 2563 : 36-41) ได้ทำการการเปรียบเทียบฟีนอลิก และแอนโทไซยานินในกลุ่มข้าวดิบ และข้าวสุก 4 ชนิดได้แก่ข้าวหอมแม่พญาทองดำ ข้าวเหนียวดำ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวหอมมะลิ หุงข้าวให้สุกด้วยอัตราส่วนน้ำต่อข้าวที่ 1:1 และแช่ในเอทานอล 2 วัน แล้วนำมาหาปริมาณฟีนอลิกด้วยวิธี Folin Ciocalteu colorimetric และหาปริมาณแอโทไซยานิน พบว่าปริมาณฟีนอลิกและปริมาณแอโทไซยานินในข้าวสามารถเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้คือข้าวเหนียวดำ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมแม่พญาทองดำ และข้าวหอมมะลิ นอกจากนี้ (พิมใจ สุวรรณวงค์ และวัชรี วรัจฉรียกุล, 2563 : 526) พบว่าสารสกัดหยาบโปรตีนจากข้าวพันธุ์แม่พญาทองดำและข้าวพันธุ์ล้นยุ้งมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และสารสกัดเมทานอลของข้าวพันธุ์ล้นยุ้งมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสดีกว่าสารสกัดไดคลอโรมีเทนและสารสกัดเฮกเซน ตามลำดับ อีกทั้งยังมีรายงานว่าสารสกัดโปรตีนจากข้าวมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย P. *gingivalis*, P. *acnes* และ C. *albicans* รวมถึงมีกิจกรรมในการช่วยสร้างหลอดเลือดฝอยใหม่ (Angiogenic activities) (Taniguchi et al., 2017 : 76) ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ต้านอนุมูลอิสระ ลดความดันโลหิต สามารถดักจับโลหะ ต้านการอักเสบ และช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ (M. Chalamaiah. et al. 2018 : 205-222 ; Wu. et al., 2017 : 3180)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free Radicals) คือสารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (Unpaired Electrons) ในอะตอม หรือโมเลกุลซึ่งจะมีความว่องไวในการเข้าทำปฏิกิริยามากสามารถดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาแทนที่อิเล็กตรอนที่ขาดหายไปเพื่อให้ตัวเองเกิดความสมดุลหรือเสถียร อนุมูลอิสระจะเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย ทำลายสมดุลของระบบต่าง ๆ ในร่างกายโดยการทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ อันนำไปสู่การตายของเซลล์ การทำลายดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นสาเหตุของการ

เกิดการกลายพันธุ์ และการเกิดมะเร็ง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดสภาวะทางพยาธิสภาพในโรคสำคัญบางโรค ได้แก่ โรคหัวใจ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ไขข้ออักเสบ ต้อกระจก ภูมิต้านทานโรคติดเชื้อ โรคอัลไซเมอร์ และความชราภาพ เป็นต้น (บังอร วงศ์รักษ์ และศศิลักษณ์ ปิยะสุวรรณ์, 2549 : 33)

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidans) คือสารที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันอันเนื่องมาจากจากอนุมูลอิสระได้ โดยโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระจะให้อิเล็กตรอนแก่สารอนุมูลอิสระแก่อนุมูลอิสระทำให้มีความเสถียร ดังนั้นปฏิกิริยาลูกโซ่จึงสิ้นสุดลง และไม่เกิดเป็นสารอนุมูลอิสระตัวใหม่ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ทั้งในธรรมชาติและที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ เช่น สารประกอบฟีนอล แคโรทีนอยด์ วิตามิน เอนไซม์ และวิตามินบางชนิด เช่น โทโกฟีรอล (Tocopherol) โทโคไทรอินอล (Tocotrienol) ไทออล (Triol) กลูโคซิเนต (Glucosinate) และกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) เป็นต้น

จากรายงานวิจัยเกี่ยวกับสารสำคัญที่พบในเมล็ดข้าว ซึ่งพบว่าเมล็ดข้าวเป็นแหล่งของสารสำคัญหลายชนิด จึงมีนักวิจัยทั่วโลกได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ ต่าง ๆ ดังเช่น

กาญจนา เสือมั่น และคนอื่นๆ (2562 : 95) ได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ข้าวกล้องที่มีสีและไม่มีสี ทั้งที่ผ่านกระบวนการงอกและกระบวนการหุง จากการทดสอบพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสีม่วงแดงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 ที่มีสีขาว จากปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้ด้วยวิธีดีพีพีเอชพบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 883.03 ไมโครโมลต่อกรัม เมื่อเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิ 105 พบว่าสูงกว่าถึง 1.28 เท่า เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดแอนโทไซยานินสูงกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 และจากการศึกษากระบวนการงอกว่ามีผลต่อค่าทีอีเอซีหรือไม่ พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณทีอีเอซีเท่ากับ 883.03 ไมโครโมลต่อกรัม หลังจากผ่านกระบวนการงอกเป็นระยะเวลา 2 วันมีปริมาณทีอีเอซีลดลงเท่ากับ 861.11ไมโครโมลต่อกรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมดอกมะลิ 105 พบว่า หลังจากงอกมีสารต้านอนุมูลอิสระค่าลดลงเมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่งอก

สุพิชญา คำคม (2562 : 2025) ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในระดับที่แตกต่างกัน (ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แสดงให้เห็นว่าแป้งจากข้าวไรซ์เบอรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม สารฟลาโวนอยด์รวม สารแอนโท-ไซยานินรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในแป้งสาลี 1.54-41.05 เท่า ซึ่งการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ที่ร้อยละ 10-50 ในสูตรซาลาเปา ส่งผลให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ฟลาโวนอยด์รวม และสารแอนโทไซยานินรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากถึง 9.23, 3.13 และ 12.82 เท่าตามลำดับ เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ประกอบด้วยกรดโปรโตคาทีคูอิก (Proto-Catechuic

Acid) และกรดเฟอรูลิก (Ferulic Acid) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก และไซยานิดิน-3-กลูโคซิเดส (Cyanidin-3-Glucoside) เป็นองค์ประกอบหลักในกลุ่มของสารแอนโทไซยานิน ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

จิราภรณ์ ทองตัน และวรพงศ์ ภู่พงศ์ (2560 : 43) ได้ทำการเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ดีพีพีเอช และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธีโฟลิน-ซีโอแคลทู ของสารสกัดกากรำข้าวหอมมะลิแดง พบว่ามีค่าความเข้มข้นในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ร้อยละ 50 เท่ากับ 0.437 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณสารฟีนอลิกรวมคือ 150.82 มิลลิกรัม จากนั้นได้นำสารสกัดจากข้าวหอมมะลิแดงไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางพบว่าน้ำมันรำข้าว และสารสกัดกากรำข้าวหอมมะลิแดงมีศักยภาพในการนำมาใช้ในเครื่องสำอางได้

Manosroi et al. (2020 : 622) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ในการต้านริ้วรอยของสารสกัดจากข้าวเหนียวดำ โดยการสกัดด้วยเมทานอลพบว่าข้าวเหนียวดำมีค่าเอสซี 50 (SC50) ไอพีซี50 (IPC50) ซีซี50 (CC50) และไอซี50 (IC50) มีค่าเท่ากับ 32.31±1.28, 57.40±2.12, 85.05±5.43 และ 43.89±2.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบกับอาสาสมัครจำนวน 20 คนเป็นเวลา 28 วันพบว่าครีมที่มีสารสกัดจากข้าวเหนียวดำสามารถทำให้เม็ดสีเมลานินลดลง และช่วยลดความหยาบกร้านได้

Hetharia et al. (2020 : 1) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช และเอฟอาร์เอพี ด้วยสารสกัดจากข้าวดำโดยการใช้เอทานอล และกรดซิตริกเป็นตัวทำละลาย พบว่าอนุมูลอิสระดีพีพีเอช ที่มีอยู่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ถูกยับยั้งด้วยสารสกัดแอนโทไซยานินถึงร้อยละ 55 ในขณะที่ใช้วิธีเอฟอาร์เอพี ผลของสารสกัดแอนโทไซยานินมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 824 ± 17.24 ไมโครโมลาร์ ดังนั้นจากงานวิจัยจึงสรุปได้ว่าข้าวดำมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงคาดว่าจะพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวพันธุ์ลายปลาทองเพื่อให้สารสำคัญจากข้าวสายพันธุ์นี้เป็นทางเลือกในการช่วยส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี