

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยนำข้าวที่ระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน 2 ระยะ ได้แก่ ระยะเฒ่า และระยะข้าวแก่ โดยนำมาศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 25.48- 49.88 mg GAE/g extract โดยสารสกัดตัวอย่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเฒ่า มีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่าเท่ากับ 49.88mg GAE/g extract ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ระยะแก่ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 25.48 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดตัวอย่างข้าวแต่ละระยะการเก็บเกี่ยวมีปริมาณแตกต่างกัน โดยข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเฒ่าจะมีปริมาณฟลาโวนอยด์ สูงกว่าในข้าวไรซ์เบอร์รี่ระยะแก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 31.71 และ 21.48 mg QE/g extract ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดตัวอย่างข้าวแต่ละระยะการเก็บเกี่ยว พบว่า มีปริมาณแตกต่างกัน โดยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเฒ่ามีค่าสูงกว่า ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะแก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.12 และ 0.33 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบในข้าวมีความสอดคล้องกันกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้โดยวิธี DPPH assay โดยข้าวที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่ระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน 2 ระยะ ได้แก่ ระยะเฒ่า และระยะแก่ พบว่า ปริมาณโปรตีนของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเฒ่า และระยะแก่ ไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 15.97 และ 16.07 ตามลำดับ การศึกษาปริมาณไขมันของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเม่า และระยะแก่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณไขมันเท่ากับ 3.26 และ 3.39 ตามลำดับ การศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเม่า และระยะแก่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 66.35 และ 65.71 ตามลำดับ การศึกษาปริมาณเส้นใยหยาบ พบว่า ปริมาณเส้นใยหยาบในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะแก่ มีค่าสูงกว่าในระยะเม่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.62 และ 2.51 ตามลำดับ การศึกษาปริมาณเถ้า พบว่า ปริมาณเถ้าในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเม่า และระยะแก่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.33 และ 1.34 ตามลำดับ ส่วนการศึกษาปริมาณความชื้น พบว่า ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ระยะแก่มีปริมาณความชื้นสูงกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ ระยะเม่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่าเท่ากับ 10.85 และ 10.56 ตามลำดับ โดยองค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากสายพันธุ์ สภาพการปลูก ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องข้าวสาร

การศึกษาปริมาณของเมโทเซล ที่ใช้เป็นสารก่อโฟม และศึกษาเวลาที่ใช้ในการตีโฟม โดยนำน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ มาตีผสมกับสารละลายเมโทเซล โดยแปรผันปริมาณของสารก่อโฟม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และแปรผันเวลาที่ใช้ในการตีโฟม 2 ระดับ คือ 10 และ 15 นาที ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์หาค่าโอเวอร์รัน และความหนาแน่นของโฟม พบว่าเมื่อปริมาณเมโทเซลเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้โฟมมีค่าโอเวอร์รันเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยโฟมที่มีค่าโอเวอร์รันสูงสุดเท่ากับร้อยละ 339.68 ที่ปริมาณของเมโทเซลร้อยละ 5 ใช้เวลาในการตีโฟม 15 นาที รองลงมา คือ การใช้ปริมาณของเมโทเซลร้อยละ 4 ใช้เวลาในการปั่นโฟม 15 นาที ได้โฟมที่มีค่าโอเวอร์รัน 330.25 เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการตีโฟม พบว่า เวลาตีโฟมที่ 15 นาที โฟมมีค่าโอเวอร์รันมากกว่า เวลาปั่นโฟม 10 นาที ในทุกระดับปริมาณของเมโทเซลที่ใช้ ผลของความหนาแน่นของโฟม พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของเมโทเซลจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ความหนาแน่นของโฟมมีค่าลดลง โดยความหนาแน่นของโฟม มีค่าอยู่ในช่วง 0.230 – 0.317 กรัม/มิลลิลิตร โดยการใช้ความเข้มข้นของเมโทเซล ร้อยละ 5 และเวลาที่ใช้ตีปั่น 15 นาที จะได้โฟมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด คือ 0.230 กรัม/มิลลิลิตร ส่วนการใช้ความเข้มข้นของเมโทเซล ร้อยละ 3 และเวลาที่ใช้ตีปั่น 10 นาที จะได้โฟมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือ 0.317 กรัม/มิลลิลิตร

ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกายภาพของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่ได้จากการทำแห้งแบบโพน-แมท โดยนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่ได้จากการทำแห้งแบบโพน-แมท ที่มีการใช้ปริมาณของเมโทเซลที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 4 และ 5 โดยน้ำหนัก มาศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกายภาพบางประการ ได้แก่ ดัชนีการดูดซับน้ำ, ดัชนีการละลายน้ำ, เวลาในการคินตัว (วินาที) ค่าสี L^* , a^* และ b^* และ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่ได้จากการทำแห้งแบบโพน-แมท ที่มีการใช้ปริมาณของเมโทเซลที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 4 และ 5 พบว่า ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่มีการใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 5 มีค่าการดูดซับน้ำสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับการใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) กับการใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 3 ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำ ได้ผลในการทำงานเดียวกัน ซึ่งพบว่า เมื่อใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 5 มีค่าดัชนีการละลายน้ำสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับการใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 4 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) กับการใช้ปริมาณเมโทเซล ในการตีโพน ร้อยละ 3

การทดสอบระยะเวลาการคินตัว พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่มีการใช้ปริมาณเมโทเซล ร้อยละ 3, 4 และ 5 มีระยะเวลาการคินตัวใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 30-40 วินาที ส่วนค่าความหนาแน่น ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง พบว่า เมื่อใช้เมโทเซลเป็นสารก่อโพนในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลต่อค่าความหนาแน่นของฝงข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ต่ำลง การวิเคราะห์ค่าสี L , a^* และ b^* ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง พบว่า ค่าสี L , a^* และ b^* ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่ใช้ปริมาณเมโทเซลในการให้โพนร้อยละ 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) กับการใช้ปริมาณเมโทเซลในการให้โพนร้อยละ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝงที่ใช้ปริมาณเมโทเซลในการให้โพนร้อยละ 3, 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่า A_w อยู่ในช่วง 0.47-0.49 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุว่าอาหารแห้งต้องมีค่า A_w ไม่เกิน 0.6 การที่ค่า A_w อยู่ในช่วง 0.6 - 0.7 หรือต่ำกว่า ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

จากการพิจารณาในเรื่องโอเวอร์รัน ความหนาแน่นของโพน ค่าดัชนีการดูดซับน้ำ และค่าดัชนีการละลายน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง จึงทำให้เลือกใช้ปริมาณของเมโทเซลที่ร้อยละ 5 และใช้เวลาในการตีโพน 15 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่มีค่าโอเวอร์รันของโพนสูง และมีค่าความหนาแน่นของโพนในระดับต่ำ ซึ่ง

เป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการทำแห้งแบบโพน-แมท และยังมีค่าดัชนีการดูดซับน้ำ และค่าดัชนีการละลายน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง ในระดับสูง

ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญญาหารสำเร็จรูปจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง โดยได้พัฒนากลิ่นรส โดยแบ่งเป็น 3 กลิ่นรส ได้แก่ รสธรรมชาติ รสชาเขียว และรสช็อกโกแลต ได้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ได้แก่ กลิ่น สี รสชาติ ความมัน และความชอบรวม ผลการทดสอบคุณลักษณะด้านกลิ่น พบว่า เครื่องดื่มธัญญาหารสูตรรสช็อกโกแลต ได้คะแนนการทดสอบสูงสุด คือ 7.58 ส่วนผลการทดสอบด้านสี พบว่า เครื่องดื่มธัญญาหารสูตรรสชาเขียว ได้รับคะแนนสูงสุด คือ 7.50 สถิติ ($p>0.05$) ส่วนคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า เครื่องดื่มธัญญาหารสูตรรสชาเขียว ได้รับคะแนนสูงสุด คือ 7.42 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับเครื่องดื่มธัญญาหารสูตรรสธรรมชาติ และสูตรรสช็อกโกแลต

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สามารถพัฒนาต่อยอดงานวิจัยการผลิตการทำข้าวไรซ์เบอร์รี่ฝง โดยวิธีโพน-แมท ซึ่งสามารถทำได้ง่าย กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ต้นทุนต่ำ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน หรือในอุตสาหกรรมขนาดย่อม สามารถผลิตขายในเชิงพาณิชย์ได้ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผงข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในระหว่างการเก็บรักษา
2. ควรมีการศึกษาการพัฒนากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ธัญญาหารสำเร็จรูปจากผงข้าวไรซ์เบอร์รี่ให้มีความหลากหลายมากขึ้น