

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการทดลอง

1 จากการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในน้ำนม Alacta-NF โดยการย่อยตัวอย่างแบบ wet digestion (AOAC, 1995) แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 248.3 นาโนเมตร โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer พบว่ามีความถูกต้องและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 104.85 และ 5.53 ตามลำดับ ส่วน % Recovery ของการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กเท่ากับร้อยละ 99.43 ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ปริมาณเหล็กมีความถูกต้องและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2 ในการเสริมธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวด้วยวิธีการเคลือบด้วยเจลแบ่งข้าว จะมีปริมาณเหล็กที่สูงสูญเสียไประหว่างการผสมเจลแบ่งข้าวกับข้าว ในงานวิจัยนี้ต้องการเสริมให้มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวเท่ากับ 3.33 mg/100g ดังนั้นต้องมีการเติมธาตุเหล็กเพิ่มจากปริมาณที่ต้องเติมอีกร้อยละ 20

จากการศึกษาผลของพันธุ์ข้าวและชนิดของเหล็กที่มีการเสริมธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว โดยทำการทดลองเคลือบข้าวจำนวน 1,500 กรัม พบว่า ข้าวเสริมธาตุเหล็กที่ได้มีปริมาณธาตุเหล็กในช่วง 3.045-3.397 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม น้ำหนักเปียก

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมธาตุเหล็กมีดัชนีความขาวเพิ่มขึ้น สำหรับข้าวก่ำดอยสะเก็ด นั้น ตัวอย่างข้าวก่ำดอยสะเก็ดที่เคลือบด้วยเฟอร์ริสซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีนมีสีเทาดำ โดยค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และดัชนีความขาว (white index) มีค่าลดลง ส่วนข้าวก่ำดอยสะเก็ดที่เคลือบด้วยเฟอร์ริกไพโรฟอสเฟตยังคงมีสีแดงม่วง

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมด้วยเฟอร์ริสซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีนมีปริมาณธาตุเหล็กที่เหลือหลังการล้างสูงสุด ในขณะที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวก่ำดอยสะเก็ดที่เคลือบด้วยเฟอร์ริกไพโรฟอสเฟตมีปริมาณธาตุเหล็กที่เหลือหลังการล้างต่ำสุด และข้าวขาวดอกมะลิ 105 เสริมธาตุเหล็กมีปริมาณเหล็กหลังการหุงมากกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ดเสริมธาตุเหล็ก

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็ก และดัชนีความขาวของข้าวเสริมธาตุเหล็กทุกตัวอย่างตลอดระยะเวลาการเก็บ 9 เดือน มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ของข้าวเสริมธาตุเหล็กพบว่า ข้าวเสริมธาตุเหล็กทุกตัวอย่างมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ โดยข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอัตราการเพิ่มของค่าเปอร์ออกไซด์มากกว่าข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวที่เสริมด้วยเฟอร์ริสซัลเฟตมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือข้าวที่เสริมด้วยไอร์ออนไกลซีนและเฟอร์ริกไพโรฟอสเฟต ตามลำดับ แต่ค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

ตลอดระยะเวลาการเก็บในทุกตัวอย่าง มีค่าไม่เกิน 20 meq/kg ดังนั้นการเกิดออกซิเดชันของไขมันในข้าวจึงไม่ส่งผลกระทบต่อกรยอมรับของผู้บริโภค

พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมสำหรับการเสริมธาตุเหล็กคือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมธาตุเหล็กยังคงมีสีข้าวเหลืองใกล้เคียงกับสีของข้าวตามธรรมชาติ ไม่มีการเปลี่ยนสีเมื่อเสริมด้วยเฟอร์ริซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีน รวมทั้งปริมาณเหล็กที่เหลือหลังการล้างและการหุงมีค่าสูงกว่าปริมาณเหล็กที่เหลือในข้าวเก่าโดยสะกัดที่เสริมธาตุเหล็ก นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพในระหว่างการเก็บ 9 เดือน ยังเป็นที่ยอมรับได้ เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เสริมธาตุเหล็กหุงสุก พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมธาตุเหล็กทุกตัวอย่างมีคะแนนด้านสี กลิ่นหอม กลิ่นเหม็นอับ และรสชาติไม่แตกต่างจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ได้เสริมธาตุเหล็ก เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบรวมพบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมและไม่เสริมธาตุเหล็กทุกตัวอย่าง มีคะแนนในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้สารประกอบเฟอร์ริซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีน สำหรับเสริมธาตุเหล็กบนเมล็ดข้าวโดยการเคลือบด้วยเจลแบ่งข้าว อีกทั้งสารประกอบเหล็กทั้งสองชนิดมี iron bioavailability สูง

3 ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเสริมธาตุเหล็กในแบ่งข้าว โดยวิธีการผสมแบบแห้ง เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บ 9 เดือนของแบ่งเสริมธาตุเหล็ก พบว่าปริมาณเหล็กของแบ่งเสริมธาตุเหล็กที่เก็บที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากการกระจายตัวของธาตุเหล็กในแบ่งไม่สม่ำเสมอ สำหรับค่าดัชนีความขาวของแบ่งทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อย ส่วนค่าเปอร์ออกไซด์ของแบ่งทุกตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ โดยแบ่งที่เสริมด้วยเฟอร์ริซัลเฟตมีค่าเปอร์ออกไซด์มากที่สุด ใกล้เคียงกับค่าเปอร์ออกไซด์ของแบ่งที่เสริมด้วยไอร์ออนไกลซีน ในขณะที่แบ่งที่เสริมด้วยเฟอร์ริกไพโรฟอสเฟตมีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างจากค่าเปอร์ออกไซด์ของแบ่งที่ไม่ได้เสริมธาตุเหล็ก

เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแบ่งเสริมธาตุเหล็กที่เก็บไว้ที่ระยะเวลา 0 5 และ 9 เดือน พบว่าคะแนนทางด้านสี และกลิ่นของแบ่งเสริมธาตุเหล็กทุกตัวอย่างไม่แตกต่างจากแบ่งที่ไม่ได้เสริมธาตุเหล็ก

ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งที่ทำจากแบ่งเสริมธาตุเหล็ก มีปริมาณธาตุเหล็กใกล้เคียงกับปริมาณธาตุเหล็กในแบ่ง และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวสุกทางด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อ และความชอบรวมไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เสริมธาตุเหล็ก

ดังนั้นเราสามารถทำการเสริมธาตุเหล็กในแบ่งข้าวเจ้าได้ โดยสารประกอบเฟอร์ริซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีนเหมาะสำหรับการเสริมในแบ่งที่ไม่ต้องการเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน และแบ่งนั้นเหมาะสำหรับนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีสารประกอบ ซึ่งสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับ

เหล็กทั้งสองชนิด ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนสี สำหรับเฟอร์ริกไฟโรฟอสเฟตไม่มีผลต่ออายุ การเก็บของแป้ง เพราะไม่กระตุ้นให้เกิดออกซิเดชันของไขมันในแป้ง ทำให้สามารถใช้เสริมในแป้ง ที่ต้องการเก็บไว้เป็นระยะเวลาาน และแป้งที่เสริมด้วยเฟอร์ริกไฟโรฟอสเฟตสามารถนำไปใช้ทำ ผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลาย โดยไม่ต้องคำนึงถึงการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของเฟอร์ริกไฟโร ฟอสเฟตกับองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร ที่มีผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ทางด้านสี

4 ในการเสริมธาตุเหล็กร่วมกับไอโอดีนในเมล็ดข้าว โดยการเคลือบด้วยเจลแป้งข้าวนั้น พบว่าข้าวที่เคลือบได้มีสีขาวเหลืองนวล โดยมีปริมาณเหล็กและไอโอดีน เท่ากับ 3.298 มิลลิกรัม และ 44.80 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม ตามลำดับ

5 ร่างกายสามารถดูดซึมไอโอดีนที่เสริมในเมล็ดข้าวได้ดี ดังนั้นการเสริมไอโอดีนในเมล็ด ข้าวจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้ประชาชนที่บริโภคข้าวเป็นอาหาร หลักในพื้นที่ห่างไกลทะเล และประชาชนที่มีโอกาสบริโภคอาหารทะเลน้อยได้รับสารไอโอดีนมาก ขึ้น เป็นการป้องกันโรคขาดสารไอโอดีนได้

### ข้อเสนอแนะ

1 ควรทำการศึกษา iron bioavailability ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมด้วยเฟอร์ริซ ซัลเฟตและไอร์ออนไกลซีน เนื่องจากสารประกอบเหล็กทั้งสองชนิดเป็น non-haem iron ซึ่งการ ดูดซึม non-haem iron ในร่างกายจะขึ้นกับสารยับยั้งหรือสารเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กที่มีใน อาหาร

2 สำหรับการเสริมธาตุเหล็กในข้าวกำลังยสะเก็ดนั้น สามารถทำได้เช่นกัน แต่สาร ประกอบเหล็กที่เลือกใช้ ควรเป็นสารประกอบที่ไม่ทำปฏิกิริยากับ anthocyanins ที่เป็นรงควัตถุใน ข้าวกำลังยสะเก็ด และควรทำการศึกษหา iron bioavailability ด้วยเช่นกัน

3 สำหรับการศึกษากการเสริมธาตุเหล็กร่วมกับไอโอดีนในเมล็ดข้าว นั้น ควรมีการศึกษา อายุการเก็บของข้าวที่เคลือบได้ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี ปริมาณเหล็ก และ ปริมาณไอโอดีนในเมล็ดข้าว