

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ข้าว นอกจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณประโยชน์ เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย แคลเซียม และวิตามินแล้ว ในส่วนของรำข้าว (rice bran) ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ นั่นคือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (บังอร ศรีพานิชกุลชัย และคณะ. 2548 : 4-9) โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบใน ข้าวที่มีรงควัตถุ (pigmented rice) เช่น ข้าวเหนียวดำ ข้าวแดง และข้าวนิล เป็นต้น รงควัตถุสีม่วง ดำหรือสีแดงที่พบในข้าวเป็นรงควัตถุที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ฟลาโวนอยด์ในต้นข้าว ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน (Yawadio and Morita. 2007 : 421-427) ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ที่สำคัญอีกหลายชนิด เช่น แกมมาออริซานอล (γ -oryzanol), โทโคเฟอรอล (tocopherols), โทโคไตรเอนอล (tocotrienols), ฟิโตสเตอรอล (phytosterols) และกรดไฟติก (phytic acid) เป็นต้น (Renuka Devi and Arumughan. 2007 : 3037-3043) ซึ่งสารออกฤทธิ์ชีวภาพตามที่กล่าวมานี้มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างสุขภาพและการป้องกันโรคได้หลายชนิด เช่น ช่วยลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล คอเลสเตอรอล (low density lipoprotein cholesterol; LDL-C) (Xia and others. 2006 : 220-2225) และเพิ่มระดับของเอชดีแอล คอเลสเตอรอล (high density lipoprotein cholesterol; HDL-C) ในเลือด ป้องกันการออกซิเดชันของแอลดีแอล คอเลสเตอรอล (LDL oxidation) (Chiang and others. 2006 : 797-803) และยังสามารถลดภาวะดื้ออินซูลิน อันเป็น สาเหตุของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Guo and others. 2007 : 1-6) ป้องกันการเกิดโรค หลอดเลือดแดงแข็งตัว (atherosclerosis) (Ling and others. 2001 : 1421-1426 ; Xia and others. 2003 : 744-751) นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการเกิดเซลล์เนื้องอกและมะเร็ง (Chen and others. 2006 : 218-229 ; Nam and others. 2005 : 741-745) รวมทั้งส่งเสริมการทำงานของ เอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย (Chiang and others. 2006 : 797-803)

ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นภูมิภาคที่นิยมปลูกและ บริโภคข้าวเหนียวขาวเป็นหลัก ส่วนความนิยมในการบริโภคข้าวเหนียวดำยังไม่แพร่หลายมากนัก

โดยข้าวเหนียวดำหรือภาษาพื้นเมืองของทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า “ข้าวดำ” ซึ่งจะเรียกชื่อตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีแดงดำ หรือสีม่วงเข้มออกดำ (คำเนิน กาละดี และคณะ. 2545) ซึ่งเกิดจากรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานินที่ส่วนมากจะพบกระจายอยู่ในชั้นอูโรน (aleurone layer) (Guo and others. 2007 : 1-6) และเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) ซึ่งเป็นส่วนของรำข้าว (Boonsit and others. 2006 : 1-4) โดยทั่วไปแอนโทไซยานินนอกจากเป็นสารที่ให้สีแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อสุขภาพอีกด้วย แต่ปัจจุบันการนำแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำมาใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายมากนัก โดยเฉพาะการใช้เป็นสีผสมในอาหารหรือสารเสริมสุขภาพ อย่างไรก็ตามมีรายงานการวิจัยที่ทำการศึกษากการใช้ประโยชน์จากพืชชนิดอื่น ๆ ที่มีสีม่วงเข้มหรือสีแดงของแอนโทไซยานินในการเป็นสีผสมอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น สีแดงจากกระเจี๊ยบแดง (Duangmal and others. 2008 : 1437-1445) หรือสีม่วงจากเอไค (acai) (Coisson and others. 2005 : 893-897) เป็นต้น แต่รายงานการวิจัยที่ผ่านมามีการประเมินศักยภาพการใช้ประโยชน์ของแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำยังไม่มากนัก เนื่องจากสีของแอนโทไซยานินเป็นสารที่มีความคงตัวต่ำ (Yawadio and Morita. 2007 : 421-427) จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดความคงตัวมากขึ้น ซึ่งในกระบวนการผลิตสีจากส่วนของรำข้าวเหนียวดำ นอกจากจะได้สารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นประโยชน์แล้ว ยังมีสารออกฤทธิ์ชีวภาพอื่น ๆ ที่เหนือกว่าพืชทั่วไป และหากมีกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจนได้สารสกัดที่มีคุณภาพ เมื่อนำไปเติมในผลิตภัณฑ์อาหารนอกจากจะช่วยเพิ่มสีส้มจากธรรมชาติที่ปลอดภัยแล้วยังมีฤทธิ์เสริมสุขภาพช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้อีกด้วย ดังนั้นจึงเรียกได้ว่าสารสกัดจากรำข้าวเหนียวดำมีคุณสมบัติเป็นทั้งสารให้สีและสารเสริมสุขภาพในเวลาเดียวกัน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษากรรมวิธีการผลิตสีปรุงแต่งอาหารจากรำข้าวเหนียวดำในการผลิตเป็นสีผสมอาหารและสารเสริมสุขภาพ และศึกษาศักยภาพการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อส่งเสริมและพัฒนาข้าวเหนียวดำให้เป็นพืชเศรษฐกิจ ด้วยการใช้ประโยชน์เป็นสีผสมอาหารและสารเสริมสุขภาพในผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวเหนียวดำ ได้แก่ ปริมาณสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการสกัดรำข้าวเหนียวดำร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ทริน ต่อปริมาณผงสีปรุงแต่งอาหาร แอนโทไซยานิน ค่าสี ค่าความสามารถในการละลายและค่าออกฤทธิ์-แอคติวิตีของผงสีปรุงแต่งอาหารที่ผลิตได้

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตสีปรุงแต่งอาหารร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพการต้านอนุมูลอิสระ และค่าสีของผงสีปรุงแต่งอาหาร

4. เพื่อเปรียบเทียบระดับการเติมสีปรุงแต่งอาหารที่คัดเลือกจากกรรมวิธีที่เหมาะสมในโยเกิร์ตร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาโยเกิร์ตต่อค่าพีเอช ปริมาณกรด และค่าสีของโยเกิร์ต

สมมุติฐานของการวิจัย

1. วิธีการสกัดรำข้าวเหนียวดำและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณผงสีปรุงแต่งอาหาร ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี ค่าความสามารถในการละลายและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของผงสีปรุงแต่งอาหารที่ผลิตได้แตกต่างกัน

2. กรรมวิธีการผลิตสีปรุงแต่งอาหารและระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพการต้านอนุมูลอิสระ และค่าสีของผงสีปรุงแต่งอาหารแตกต่างกัน

3. ระดับการเติมสีปรุงแต่งอาหารที่คัดเลือกจากกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมลงในโยเกิร์ต ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาโยเกิร์ตที่ต่างกัน มีผลทำให้ค่าพีเอช ปริมาณกรด และค่าสีของโยเกิร์ตแตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปผลิตสีผสมอาหารที่มีฤทธิ์เสริมสุขภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต อันก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวเหนียวดำ และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากรำข้าวเหนียวดำให้มากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในอนาคต ที่อาจเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณประโยชน์ให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร และสามารถพัฒนาศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวอย่างข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองจาก อ.บรบือ จ.มหาสารคาม ทำการขัดสีและเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

2. ขั้นตอนการเตรียมสปีร่งแต่งอาหารประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

2.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการคัดเลือกกรรมวิธีการผลิตสปีร่งแต่งอาหารมา 6 วิธี จากวิธีการสกัด 4 วิธีคือ รำข้าวสกัดโดยใช้เอทานอล (อัตราส่วนของรำข้าวต่อเอทานอลเป็น 1:5), รำข้าว 40 กรัมสกัดด้วยเอโนไซม์, รำข้าว 50 กรัมสกัดด้วยเอโนไซม์ และรำข้าว 60 กรัมสกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตริน 4 ระดับ คือ 0, 2%, 3% และ 4% (w/v) ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

2.1.1 ตัวแปรอิสระ

- 2.1.1.1 การสกัดด้วยเอทานอล ไม่มีการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตริน
- 2.1.1.2 การสกัดด้วยเอทานอล ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 2%
- 2.1.1.3 การสกัดด้วยเอทานอล ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 3%
- 2.1.1.4 การสกัดด้วยเอทานอล ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 4%
- 2.1.1.5 การใช้รำข้าวปริมาณ 40 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ไม่มีการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตริน
- 2.1.1.6 การใช้รำข้าวปริมาณ 40 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 2%
- 2.1.1.7 การใช้รำข้าวปริมาณ 40 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 3%
- 2.1.1.8 การใช้รำข้าวปริมาณ 40 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 4%
- 2.1.1.9 การใช้รำข้าวปริมาณ 50 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ไม่มีการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตริน
- 2.1.1.10 การใช้รำข้าวปริมาณ 50 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 2%
- 2.1.1.11 การใช้รำข้าวปริมาณ 50 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 3%
- 2.1.1.12 การใช้รำข้าวปริมาณ 50 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 4%
- 2.1.1.13 การใช้รำข้าวปริมาณ 60 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ไม่มีการเติมสารมอลโตเด็กซ์ตริน
- 2.1.1.14 การใช้รำข้าวปริมาณ 60 กรัม สกัดด้วยเอโนไซม์ ร่วมกับการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 2%

2.1.1.15 การใช้รำข้าวปริมาณ 60 กรัม สกัดด้วยเอนไซม์ ร่วมกับการเติม มอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 3%

2.1.1.16 การใช้รำข้าวปริมาณ 60 กรัม สกัดด้วยเอนไซม์ ร่วมกับการเติม มอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณ 4%

2.1.2 ตัวแปรตาม

2.1.2.1 ปริมาณผลผลิตของผงสีปรุงแต่งอาหาร

2.1.2.2 ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง ความเข้มสีและค่ามุมของสี

2.1.2.3 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี

2.1.2.4 ความสามารถในการละลาย

2.1.2.5 ปริมาณแอนโทไซยานิน

2.2 การคัดเลือกกรรมวิธีการผลิตที่ดีที่สุดจาก 6 วิธีที่เลือกมาจากข้อ 2.1 โดยนำสี ปรุงแต่งอาหารที่ได้จากกรรมวิธีทั้ง 6 วิธีมาศึกษาความคงตัวต่อการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาสี ปรุงแต่งอาหารไว้ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์ ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

2.2.1 ตัวแปรอิสระ

2.2.1.1 สูตรการเตรียมสีปรุงแต่งอาหารจากข้อ 2.1 คัดเลือกมา 6 สูตร ได้แก่

2.2.1.1.1 รำข้าว 50 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 2%

2.2.1.1.2 รำข้าว 50 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 3%

2.2.1.1.3 รำข้าว 50 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 4%

2.2.1.1.4 รำข้าว 60 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 2%

2.2.1.1.5 รำข้าว 60 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 3%

2.2.1.1.6 รำข้าว 60 กรัมสกัดด้วยเอนไซม์ เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 4%

2.2.1.2 ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษา 7 ระดับ ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์

2.2.2 ตัวแปรตาม

2.2.2.1 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ แอลฟาโทโคเฟอรอล แกมมา-ออร์ซานอล สารประกอบฟีนอลและแอนโทไซยานิน

2.2.2.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ total antioxidant capacity, ABTS⁺⁺ radical scavenging activity และ FRAP assay

2.2.2.3 ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง ค่าความเข้มสีและค่ามุมของสี

3. การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 ระดับความเข้มข้นของสีปรุงแต่งอาหาร (สูตรที่เหมาะสม) 4 ระดับ คือ 0, 0.2%, 0.4% และ 0.6% (w/v)

3.1.2 ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาโยเกิร์ต 8 ระดับ ที่เวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, และ 21 วัน

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ค่าพีเอชของโยเกิร์ต

3.2.2 ค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ต

3.2.3 ค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง ค่าความเข้มสีและค่ามุมของสี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ข้าวเหนียวดำ (black waxy rice or purple rice) คือเมล็ดพืชในตระกูลหญ้าจัดอยู่ในวงศ์ Gramineae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. เป็นข้าวที่มีสีของเปลือก (hull) และเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) เป็นสีแดงดำหรือสีม่วงเข้มออกสีดำ ซึ่งเกิดจากสารสีของแอนโทไซยานิน (anthocyanin) (Boonsit and others. 2006 : 1-4) โดยพบแอนโทไซยานินมากในเยื่อออเลอริน (aleurone layer) (Guo and others. 2007 : 1-6)

2. รำข้าว (rice bran) คือส่วนของเพอริคาร์พและคัพพะของเมล็ดข้าว รำข้าวเป็นแหล่งที่ดีของสารให้สีในข้าวเหนียวดำ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารต้านอนุมูลอิสระ (Parrado and others. 2006 : 742-748)

3. สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เป็นกลุ่มสารที่เมื่อให้ในปริมาณต่ำแก่สารออกซิแดนท์ แล้วให้ผลยับยั้งชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ร่างกายสามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้ปริมาณหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยเอนไซม์และโปรตีนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ประณีต โอปนระโสภิต และวัลลภ วิชะรังสรรค์. 2548 : 73-79)

4. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive components) เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กระตุ้นให้เกิดการกำจัดสารพิษออกจากร่างกาย ยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอล ซึ่งมีผลต่อสุขภาพในการป้องกันและยับยั้งการเกิดโรค (Pennington. 2002 : 419-434) สารที่พบในรำข้าวได้แก่ แอนโทไซยานิน แกมมาออริซานอล โทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอล สารประกอบฟีนอล และไฟโตสเตอรอล เป็นต้น (Renuka Devi and Arumughan. 2007 : 3037-3043)

5. แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นสารประกอบในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์กลุ่มย่อยที่สำคัญของสารประกอบฟีนอล (phenols) แอนโทไซยานิน

เป็นเม็ดสี (pigment) ที่พบทั่วไปในผักผลไม้และธัญพืชหลายชนิด ให้สีหลายเฉดสี ได้แก่ สีฟ้า สีน้ำเงิน สีม่วง จนถึงสีแดงเข้ม (Yawadio and Morita. 2007 : 421-427)

6. แกมมาออริซานอล (γ -oryzanol) เป็นเอสเทอร์ของกรดเฟอร์ูลิก มีองค์ประกอบหลัก คือ 24-Methylene cycloartanyl ferulate, cycloartenyl ferulate, campesteryl ferulate, campestanol ferulate และ beta-sitosterol (Miller and others. 2003 : 403-410) มีลักษณะสีขาวหรือขาวเหลือง ลักษณะโปร่งใสคล้ายผงแป้ง ไม่มีกลิ่น ละลายได้ในน้ำมันและละลายได้บ้างในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่ละลายน้ำ (บังอร ศรีพานิชกุลชัย และคณะ. 2538 : 4-9)

7. โทโคเฟอรอล (tocopherols) และโทโคไตรอีนอล (tocotrienols) แต่ละชนิดของวิตามินอีมี 4 รูปแบบย่อย ได้แก่ α , β -, γ - และ δ -tocopherol และ α , β -, γ - และ δ -tocotrienol ลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลือง ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายไขมัน ทนต่อความร้อนและกรด สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง ออกซิเจนและด่าง (นิธิยา รัตนานนท์. 2545 : 244-345)

8. สีผสมอาหารจากธรรมชาติ (natural food colorant) คือสีที่ได้จากการสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ ผ่านการพิจารณาในเรื่องส่วนประกอบ กรรมวิธีการผลิต ความบริสุทธิ์และอื่นๆ จนแน่ใจว่าปลอดภัยต่อการบริโภค (ลาวัลย์ ฉัตรวิรุพห์ และคณะ. ม.ป.ป. : เว็บไซต์)