บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก ซึ่งสถิติการค้าข้าวในปี พ.ศ. 2549/2550 พบว่าประเทศไทยสามารถผลิตข้าวสารได้ถึง 18.3 ล้านตัน (กรมการข้าว, 2554) โดยมีรำข้าวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าวสูงถึง 1.4 ล้านตันต่อปี เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการของรำข้าวจะพบว่า ในรำข้าวที่ต้องทิ้งไปในแต่ละปี อุดมไปด้วยสารอาหารมากมาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเส้นใย นอกจากนี้รำข้าวยังเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินอี (โทโคฟีรอล และโทโคไตรอินอล) แกมมา-ออริซานอล และแอนโทไซยานิน (เฉพาะในข้าวสี) (Shin and Godber, 1994; Xu and Godber, 2001; Akihisa *et al.*, 2000) โดยมีรายงาน พบว่าวิตามินอีในรำข้าวสามารถยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล และลดระดับของคอเลสเตอรอลในซีรัมได้ (Qureshi *et al.*, 1997) แกมมา-ออริซานอลมีปริมาณสูงในรำข้าว โดยเฉพาะในกลุ่มของข้าวสี ซึ่ง Boonsit และคณะ (2010) รายงานว่า ข้าวสีมีปริมาณของแกมมา-ออริซานอลสูงกว่าข้าวขาวกว่า 2 เท่า และยังเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินชนิดไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (cyanidin-3-glucoside) ที่จะไม่พบในข้าวขาว (Xu *et al.*, 2001) นอกจากนี้ แกมมา-ออริซานอลมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูง มีความสามารถในการลดระดับคอเลสเตอรอล รวมถึงไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (Nakayama *et al.*, 1987; Scavariello *et al.*, 1998; Berger *et al.*, 2004) ช่วยเพิ่มการผลิตและปลดปล่อยฮอร์โมนเพศ และบำบัดอาการผิดปกติของสตรีวัยหมดประจำเดือนได้ (Boonsit *et al.*, 2010; Ishihara *et al.*, 1982)

การเหม็นหืนและเสื่อมคุณภาพของรำข้าวจะเกิดขึ้นหลังจากกระบวนการขัดสีข้าว เนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างเอนไซม์ไลเปสและไขมันภายในรำข้าว ทำให้ไตรกลีเซอไรด์สลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระและกลีเซอรอล ซึ่งกรดไขมันอิสระเหล่านี้ ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้รำข้าวเกิดการเหม็นหืน และส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าวลดลง (Randall *et al.*, 1985; Sayre *et al.*, 1982; Ramezanzadeh *et al.*, 2000) การเสื่อมคุณภาพของรำข้าวด้วยปัจจัยดังกล่าว จึงเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากรำข้าวในวงจำกัด ส่วนใหญ่จะอยู่ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำ จึงมีความพยายามในการคงสภาพรำข้าวด้วยวิธีการต่างๆ โดยวิธีการที่นิยมมากที่สุด คือ การใช้ความร้อนในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัด คือ การใช้ความร้อนจะทำลายสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดภายในรำข้าว (Zullaikah *et al*., 2005) ทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ รำข้าวที่ผ่านการคงสภาพส่วนใหญ่จะถูกนำมาผลิตเป็นน้ำมันรำข้าว จากนั้นนำส่วนที่เหลือทิ้งหรือเป็นอาหารสัตว์ต่อไป ไม่นิยมนำมาเป็นส่วนผสมอาหารเพราะองค์ประกอบในรำข้าวส่วนใหญ่เป็นสารไม่มีขั้วจึงมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ (Parrado *et al.,* 2006)

การใช้เอนไซม์โปรติเอสในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสภายในรำข้าว เป็นอีกวิธีการในการคงสภาพรำข้าว ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในรำข้าวต่ำที่สุด (Parrado *et al*., 2006) ขั้นตอนจะเริ่มจากการนำรำข้าวหลังจากการสีมาเติมเอนไซม์โปรติเอสลงไป และควบคุมสภาวะให้เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาไม่นาน และมีรายงานของ Parrado และคณะ (2006) พบว่า การใช้เอนไซม์โปรติเอสยังทำให้โปรตีนภายในรำข้าวถูกย่อยให้กลายเป็นโมเลกุลที่เล็กลง และมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีขึ้น (water solubility) และเป็นผลดีต่อหน้าที่ทางโภชนาการของโปรตีน (nutritional functionality) และสามารถใช้รำข้าวเป็นส่วนผสมในอาหารเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงสมบัติของรำข้าวให้เหมาะสมต่อการนำไปในอุตสาหกรรมอื่นได้โดยเฉพาะอาหารเหลว ซึ่งการนำรำข้าวก่ำมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มจะสามารถเพิ่มมูลค่าให้รำข้าวได้อย่างมาก รำข้าวทั่วไปมีราคา 5-9 บาทต่อกิโลกรัม (กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) ถ้านำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพอาจสามารถเพิ่มมูลค่าให้รำข้าวได้หลายสิบเท่า

ปัจจุบันผู้บริโภคห่วงใยเรื่องสุขภาพมากขึ้นทำให้ตลาดผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเติบโตอย่างต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมีมูลค่าของตลาดสูงถึง 4,000 ล้านบาทต่อปี (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2545) เมื่อเทียบกับธัญพืชที่นิยมนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มอื่น รำข้าวมีข้อได้เปรียบหลายประการกล่าวคือ อุดมไปด้วยสารอาหาร อาทิ วิตามินบี วิตามินอี แร่ธาตุ โปรตีน เส้นใยอาหาร กรดไขมันจำเป็น อีกทั้งยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารแอนโทไซ-ยานินที่เป็นสารสีที่พบในข้าวก่ำมีรายงานถึงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และมีงานวิจัยจำนวนมากรายงานถึงประโยชน์ของการบริโภคสารแอนโทไซยานิน เช่น ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ เป็นต้น (Andersen and Jordheim, 2006) นอกจากนั้นข้าวก่ำยังมี

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวโดยทั่วไปอีกด้วย (Nam *et al*., 2006) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอนโทไซยานินเพื่อสุขภาพจากข้าวก่ำจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ห่วงใยเรื่องสุขภาพ อย่างไรก็ตามสารแอนโทไซยานินไม่เสถียรและสลายตัวได้ง่าย โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ พีเอช อุณหภูมิการเก็บรักษา แสง ออกซิเจน เอนไซม์ ความเข้มข้น และการมีอยู่ของสารอื่นๆ เช่น แร่ธาตุ โปรตีน และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอาจส่งผลให้สารแอนโทไซยานินสลายตัว ดังนั้นการควบคุมกระบวนการให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญยิ่ง นอกจากนั้นการเพิ่มเสถียรภาพของแอนโทไซยานินโดยการทำโคพิกเมนท์กับสารประกอบอื่นในธรรมชาติ เช่น สารในกลุ่มของฟลาโวนอยด์และกรดฟีนอลิค การปรับพีเอช และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันแสงยังอาจช่วยให้แอนโทไซยานินทนต่อกระบวนการฆ่าเชื้อและลดการสลายตัวในระหว่างการเก็บรักษาได้

จากการทบทวนเอกสาร พบว่า มีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้เอนไซม์โปรติเอสในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสน้อยมาก และยังไม่พบงานวิจัยเกี่ยวกับการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าวสี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสด้วยการใช้เอนไซม์โปรติเอสเปรียบเทียบกับกระบวนการใช้ความร้อน ตลอดจนปรับปรุงคุณลักษณะภายในรำข้าวที่ได้จากข้าว กข 6 และข้าวก่ำดอยสะเก็ด และศึกษาผลของการทำโคพิเมนท์ ที่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซ-ยานินหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และศึกษาการสลายตัวของแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มระหว่างการเก็บรักษา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยใช้เอนไซม์โปรติเอส 5 ชนิดพร้อมทั้งศึกษาลักษณะทางกายภาพบางอย่างของรำข้าว

1.2.2 เพื่อศึกษาความคงตัวของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยเอนไซม์โปรติเอสเปรียบเทียบกับการคงสภาพด้วยความร้อนในระหว่างการเก็บรักษา

1.2.3 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้รำข้าวที่ผ่านการคงสภาพแล้วเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง

1.2.4 เพื่อศึกษาชนิดและความเข้มข้นของโคพิกเมนท์ที่มีต่อเสถียรภาพของแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มหลังการพาสเจอร์ไรส์และระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์โปรติเอส 5 ชนิด ได้แก่ โบรมิเลน ปาเปน ทริปซิน ไคโม-ทริปซิน และฟลาโวไซม์ ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าวพันธุ์ กข 6 และก่ำดอย-สะเก็ด เปรียบเทียบกับการคงสภาพด้วยการนึ่งไอน้ำร้อน และผันแปรความเข้มข้นของเอนไซม์ 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ติดตามผลทุกๆ 15 นาที นาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้มีปริมาณสารออกฤทธิ์คงเหลือมากที่สุด และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของรำข้าวให้สามารถนำไปใช้งานได้กว้างขึ้น ติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส ระดับการไฮโดรไลซิส และความสามารถในการละลายของโปรตีน นำรำข้าวทั้งสองมาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกส่วน ต่อด้วยการทำแห้งแบบสุญญากาศ ศึกษาเสถียรภาพของรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากรำข้าวที่ได้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูง โดยทำการสำรวจผู้บริโภค 400 คน และศึกษาโคพิกเมนท์ 3 ชนิด คือ สารสกัดจากชาเขียว กรดแกลลิก และกรดแอสคอร์บิค และผันแปรอัตราส่วนของโคพิกเมนท์ต่อแอนโทไซยานิน คือ 0.10 : 1.00, 0.25 : 1.00, 0.50 : 1.00, 0.75 : 1.00 และ 1.00 : 1.00 จากนั้นติดตามปริมาณแอนโทไซยานินหลังการพาสเจอร์ไรส์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างการเก็บรักษาภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ตลอด 24 ชั่วโมง ติดตามผลทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สภาวะที่เหมาะสมสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าวได้อย่างสมบูรณ์ด้วยกระบวนการความร้อนและเอนไซม์โปรติเอส และคงเหลือปริมาณสารออกฤทธิ์สูง

1.4.2 ได้เทคนิคในการยับยั้งเอนไซม์ไลเปสในรำข้าวโดยใช้เอนไซม์โปรติเอส

1.4.3 ได้รำข้าวที่มีเสถียรภาพในระหว่างการเก็บรักษานานอย่างน้อย 2 เดือน

1.4.4 ได้ผลิตภัณฑ์อาหารมูลค่าสูงที่ใช้รำข้าวเป็นวัตถุดิบที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่