

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าว (*Oryza sativa*, L.) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ปริมาณการส่งออกข้าวปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 8,328,468 ตันข้าวสาร คิดเป็นมูลค่า 168,193 ล้านบาท ประเทศไทยจึงเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นของโลก โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของปริมาณและมูลค่าของข้าวหอมมะลิ (Hom Mali rice) (กรมการค้าภายใน, 2553) ในการส่งออกข้าวของไทยมาตรฐานการส่งออกข้าวมักพิจารณาเกรดข้าวเป็นเกณฑ์ ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดคุณภาพข้าวสารทางกายภาพของข้าวและจำนวนสิ่งเจือปนที่ติดมาเท่านั้น ได้แก่ รูปร่างของเมล็ดข้าว ความยาวของเมล็ดข้าว ความขาวของเมล็ดข้าว สัดส่วนปริมาณข้าวหัก ปริมาณสิ่งเจือปน ข้าวเหนียว ข้าวเมล็ดเหลือง เป็นต้น (กรมการค้าภายใน, 2543) ดังนั้น ข้าวสารที่บรรจุอยู่ในกระสอบเดียวกันจึงอาจประกอบด้วยข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ผสมกัน ถึงแม้ว่าข้าวนั้นจะมีลักษณะตรงกับมาตรฐานข้าวสารที่กำหนดไว้ แต่ข้าวที่มาจากพันธุ์ต่างกันจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพข้าว ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าว (Physicochemical properties) เช่น ปริมาณแอมิโลส (Apparent amylose content) ปริมาณโปรตีน ค่าความคงตัวของเจล (Gel consistency) อุณหภูมิแป้งสุก (Gelatinization temperature) การสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายด่าง (Alkali spreading value) และคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าว (Pasting properties) เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน (Cooking and eating quality) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Cooked rice texture) การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ รวมถึงการนำข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอีกด้วย (งามชื่น คงเสรี, 2547, หน้า 27; Juliano, 1985, p. 443-524)

การตรวจสอบคุณภาพข้าวส่วนใหญ่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งการศึกษาคุณสมบัติเคมีกายภาพของข้าวส่วนใหญ่จะใช้วิธีทางเคมี (Chemical method) เช่น การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสจะใช้หลักการการเกิดสีของสารประกอบเชิงซ้อนแอมิโลส-แอมิโลเพกทิน (Amylose-iodine complex) การหาปริมาณโปรตีน ค่าความคงตัวของเจล ค่าการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายด่าง และคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าว ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้ต้องใช้เวลาทดสอบนานกว่าจะทราบผลการทดลอง นอกจากนี้การใช้สารเคมีในการวิเคราะห์ทำให้สิ้นเปลืองและทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของนักวิจัย ซึ่งอาจนำไปสู่ความผิดพลาดของการทดลองได้ (Bao, Cai & Corke, 2001, pp. 936-939)

การประยุกต์ใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near infrared spectroscopy; NIR spectroscopy) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการสั่นแบบโอเวอร์โทน (Overtone vibration) และการสั่นแบบรวม (Combination vibration) ของพันธะคาร์บอน-ไฮโดรเจน (C-H) ออกซิเจน-ไฮโดรเจน (O-H) และไนโตรเจน-ไฮโดรเจน (N-H) ในโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดขององค์ประกอบต่าง ๆ

ร่วมกับวิธีทางเคมีเมตริกซ์ (Chemometrics) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมและยอมรับในการตรวจสอบคุณภาพข้าวทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายตัวอย่าง รวดเร็ว และลดการใช้สารเคมี (Delwiche *et al.*, 1995. pp. 182-187 ; Shimizu *et al.*, 2001, pp. 104-109; Workmand & Weyer, 2008, p. 1-2; ธงชัย สุวรรณสิขณณ์ และปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2552, หน้า 6-2 ถึง 6-33) อาทิเช่น การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส ปริมาณโปรตีน (Delwiche *et al.*, 1995; pp. 182-187; Delwiche *et al.*, 1996, pp. 257-263) ไขมัน (Wang *et al.*, 2006, pp. 402-406) ค่าความคงตัวของเจล ค่าการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายต่าง และค่าความหนืดของข้าว ((Bao, Cai & Corke, 2001, pp. 936-939) ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (Champagne *et al.*, 2001, pp. 1589-1594) นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสมการทำนายการแบ่งกลุ่มข้าวได้อีกด้วย (Osborne *et al.*, 1993, pp. 77-83) ในการเตรียมตัวอย่างข้าวสำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะเน้นตัวอย่างกลุ่มข้าวหอมมะลิที่เพาะปลูกในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยเป็นหลักเนื่องจากต้องการให้ตัวอย่างข้าวหอมมะลิที่มีความหลากหลายสำหรับการทดลองในส่วนของการศึกษาการปลอมปนข้าวหอมมะลิ ในขณะที่ตัวอย่างข้าวในกลุ่มปริมาณแอมิโลสต่ำ ปานกลาง และสูงมีจำนวนน้อย เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ในการขยายช่วง (Range) ของคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวให้เพิ่มขึ้นสำหรับการทำนายคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารไทยแบบใช้ตัวอย่างข้าวเต็มเมล็ดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีย่านใกล้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์การใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้มาใช้ในการสร้างสมการเพื่อทำนายค่าคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวและสร้างสมการเพื่อทำนายการแบ่งกลุ่มข้าว ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพข้าวเพื่อการซื้อขาย และการตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิไทยได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างสมการสำหรับทำนายคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารไทยแบบใช้ตัวอย่างข้าวเต็มเมล็ดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้

1.2.2 เพื่อสร้างสมการสำหรับการทำนายการปลอมปนข้าวหอมมะลิไทยด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 สามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสาร ได้แก่ ปริมาณแอมิโลส ปริมาณโปรตีน ค่าความคงตัวของเจล ค่าการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายต่าง และคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้

1.3.2 สามารถตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิไทยด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการดูดกลืนแสงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงจำนวนคลื่นที่ $10,000-4,000 \text{ cm}^{-1}$ โดยมีการสั่นแบบโอเวอร์โทนและการสั่นแบบผลรวมรวมของพันธะคาร์บอน-ไฮโดรเจน ออกซิเจน-ไฮโดรเจน และไนโตรเจน-ไฮโดรเจนในสารประกอบต่าง ๆ เทคนิคนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง ลดการใช้สารเคมี มีความรวดเร็ว และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในไลน์การผลิตได้อีกด้วย จากการที่คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารมีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดแป้งที่มีอยู่ในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ดังนั้น จึงตั้งสมมติฐานว่าการใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ซึ่งจะเกิดสเปกตรัมจากการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของพันธะคาร์บอน-ไฮโดรเจนจะสะท้อนถึงปริมาณคุณสมบัติเหล่านั้น และการใช้ตัวอย่างข้าวแบบเต็มเมล็ดโดยไม่ต้องบดข้าวจะช่วยให้การนำไปใช้ในเชิงวิชาการและพาณิชย์เป็นไปได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารได้โดยไม่ต้องบดข้าว และใช้เครื่องมือและเทคนิคที่ทันสมัย ได้ข้อมูลรวดเร็ว ไม่ต้องใช้วิธีการทางเคมีซึ่งต้องใช้สารเคมี สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลา หน่วยงานที่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการวิจัยพันธุ์ข้าว หน่วยงานเอกชน ได้แก่ โรงสีข้าว ผู้ค้าขายข้าว หรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าว (Physicochemical properties) คือ คุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อคุณภาพการหุงต้ม รับประทาน และการแปรรูปข้าว และการตรวจสอบคุณภาพข้าวสำหรับการซื้อขายข้าว ประกอบด้วยปริมาณแอมิโลส ปริมาณโปรตีน ค่าความคงตัวของเจล ค่าการสลายของเมล็ดข้าวในสารละลายต่าง อุณหภูมิการเกิดเจลลาตินในเซชัน และความหนืดของแป้ง เป็นต้น คุณสมบัตินี้ได้รับอิทธิพลมาจากพันธุ์ข้าว สภาวะแวดล้อมในการเพาะปลูก วิธีการเพาะปลูก พื้นที่เพาะปลูก ตลอดจนการขัดสีข้าว

1.6.2 เทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ คือ การศึกษาอันตรกิริยาระหว่างรังสีอินฟราเรดย่านใกล้กับสสารที่โมเลกุลประกอบด้วยพันธะไฮโดรเจน (X-H) อะตอม อะตอม X ได้แก่ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ซัลเฟอร์ (S) ฯลฯ อันตรกิริยาดังกล่าว คือ การที่โมเลกุลดูดกลืนรังสีอินฟราเรดย่านใกล้เข้าไป ซึ่งจะมีผลต่อการสั่นของพันธะต่าง ๆ ในโมเลกุล ระดับการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดย่านใกล้ของสสารที่ความยาวคลื่นของพันธะต่าง ๆ ในโมเลกุล ระดับการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดย่านใกล้ของสสารที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ จะปรากฏในลักษณะของสเปกตรัมอินฟราเรดย่านใกล้ โดยจะวิเคราะห์ผลร่วมกับวิธีทางเคมีเมตริกซ์ก็จะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลเชิงปริมาณและคุณภาพขององค์ประกอบที่ต้องการศึกษาได้

1.6.3 การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial least square regression; PLSR) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis) ที่สามารถลดจำนวนตัวแปรได้ การสร้างสมการ PLSR นั้นจะทำการลดจำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวแปร x) โดยในช่วงจัดกลุ่มลดจำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวแปร Y) จะต้องมีการสร้างตัวแปรใหม่ที่เรียกว่า “ค่าคะแนนปัจจัย” (Factor loading) หรือ “แฟกเตอร์” โดยนำข้อมูลของตัวแปรตาม (ตัวแปร Y) เข้ามาร่วมในการสร้างแฟกเตอร์ด้วย โดยค่าคะแนนปัจจัยหรือแฟกเตอร์ที่สร้างขึ้นมานี้จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเสมอ

1.6.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis; PCA) เป็นวิธีการหนึ่งทางสถิติในการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว โดยใช้เทคนิคการลดจำนวนตัวแปรอิสระด้วยการแบ่งกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเพื่อสร้างตัวแปรขึ้นมาใหม่ ที่เรียกว่า “ปัจจัย หรือ องค์ประกอบ” (Factors or principal components; PCs) โดยที่จำนวนตัวแปรใหม่ที่เรียกว่าปัจจัยหรือองค์ประกอบหลักจะต้องมีจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวแปรเดิม