บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์ของข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice: GBR) และข้าวฮางงอก (Parboiled germinated rice: PGR) (ดูข้อมูลเพิ่มเติมในหัวข้อ 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียกชื่อข้าวทั้งสองประเภท) โดยข้าวกล้องงอก หมายถึงการนำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการงอกเพื่อให้มีสารอาหารจำพวก Gamma aminobutyric acid (GABA) ซึ่งช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน นอกจากนี้ GABA ยังถือเป็นสารสื่อประสาทประเภทสารยับยั้ง (Inhibitor) โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้นซึ่งช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย (ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี, 2550 : เว็บไซต์) ส่วนข้าวฮางงอก หมายถึงข้าวที่ผ่านการทำให้สุกด้วยกระบวนการให้ความร้อนชื้น (Hydrothermal process) โดยการนำข้าวเปลือกแช่น้ำทำให้เกิดกระบวนการงอก จากนั้นแยกน้ำออกจากข้าวเปลือก นำไปผ่านกระบวนการนึ่งข้าวเปลือกด้วยไอน้ำเพื่อให้เนื้อในเมล็ดสุกบางส่วนโดยเฉพาะบริเวณผิวรอบนอกของเมล็ด จากนั้นนำข้าวเปลือกไปผึ่งให้แห้ง (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547)

แม้ว่าข้าวทั้งสองชนิดมีคุณค่าทางสารอาหารที่สูงและมากกว่าข้าวขัดขาว ยกตัวอย่างเช่น วิตามิน B1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามิน B2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอกและวิตามิน B3 ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารเป็นปกติ และมีราคาสูงกว่าข้าวสารทั่วไปโดยกลุ่มลูกค้าคือกลุ่มที่สนใจด้านผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ แต่เนื่องจากข้าวงอกทั้ง 2 ประเภทมีแนวโน้มที่จะเกิดการสูญเสียคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะการเกิดกลิ่นเหม็นหืน (ไชยรัตน์ สัมฉุน, 2557) และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าว (Allen and Hamilton, 1994) ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้การบรรจุระบบสุญญากาศสำหรับข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก ซึ่งเป็นระบบการบรรจุภายใต้สภาวะก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ และเป็นวิธีการบรรจุแบบหนึ่งที่มีศักยภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาข้าว (Sharp and Timme, 1986) เนื่องมาจากการเกิดกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยา ซึ่งมีก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญของปฏิกิริยาทั้งไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) และออโต-ออกซิเดชัน (Auto-oxidation) ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในข้าว ส่งผลให้เกิดกรดไขมันอิสระและสามารถเร่งการทำงานของเอนไซม์ลิพอซิจีเนส (Lypoxygenase) ทำให้เกิดการผลิตไอระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะตัวคือกลิ่นเฮกซาแนล (Hexanal) ที่มีกลิ่นเหม็นเขียว นอกจากนี้ก๊าซออกซิเจนยังจำเป็น

ต่อการเจริญของมอดข้าวที่ส่งผลทำให้ข้าวมีคุณภาพต่ำและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (Tananuwong and Lertsiri, 2010)

ในระบบการบรรจุแบบสุญญากาศโดยทั่วไป บรรจุภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการบรรจุสุญญากาศจะนิยมใช้ฟิล์มหลายชั้น (Multilayer film) ที่มีส่วนประกอบของฟิล์มพลาสติกชนิด Nylon (Polyamine) และ/หรือฟิล์มพลาสติก PET (Polyethylene Terephthalate) ที่มีการเชื่อมประกบ (Lamination) เข้ากับฟิล์มประเภทอื่นๆ ตัวอย่างเช่นฟิล์ม Linear Low Density Polyethylene (LLDPE), Aluminium foil (Al foil) หรือ Metallized Oriented Polypropylene (OPP) ทั้งนี้ฟิล์ม Nylon และ PET มีคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่าน (Film permeability to oxygen: FPO) ใน ระดับที่ต่ำ รวมทั้งมีคุณสมบัติที่ทนทานต่อมุมแหลมคมของเมล็ดข้าวสารที่อาจมีการทิ่มทะลุเข้าไปยังเนื้อพลาสติกเมื่อเกิดการหดรัดตัวของฟิล์มพลาสติกภายใต้การบรรจุสุญญากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์ม Nylon ที่มีความสามารถในการต้านทานการทิ่มทะลุสูง มักเป็นที่นิยมในการนำมาบรรจุข้าวสาร ขัดขาว ข้าวกล้องงอก และข้าวฮางงอก

อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์สุญญากาศของข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกมีแนวโน้มที่จะสูญเสียความเป็นสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาได้ระยะเวลาหนึ่ง เช่น 4-6 เดือน ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ดังนั้น จึงมีผู้ประกอบการบางรายจึงต้องใช้ฟิล์มพลาสติกหุ้มบรรจุภัณฑ์สุญญากาศซ้ำอีกชั้นหนึ่ง เพื่อชะลอการสูญเสียสภาวะบรรยากาศหรือทำให้เมล็ดข้าวที่บรรจุยังอยู่ในรูปทรงแท่งสี่เหลี่ยม เนื่องจากผู้บริโภคไม่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์สุญญากาศที่เสียรูปทรง ปัญหาดังกล่าวของการบรรจุสุญญากาศข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาการจัดการข้าวกล้องโดยสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2550 : เว็บไซต์) อีกทั้งอัญชลี ประเสริฐศักดิ์ และคณะ (2550) ได้รายงานผลว่าข้าวกล้องบรรจุสุญญากาศในถุงพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C จะเริ่มมีการทำลายจากมอดและเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาข้าวในระบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษาและคุณภาพที่ดีกว่าการบรรจุข้าวในถุงพลาสติก Polyethylene ซึ่งเป็นถุงที่นิยมบรรจุข้าวสารทั่วไป ทั้งนี้ Tananuwong and Lertsiri (2010) รายงานว่าไอระเหยเฮกซาแนลและโนนาแนล (Nonanal) ซึ่งเป็นไอระเหยที่ให้กลิ่นผิดปกติในข้าวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงขึ้นภายหลังจากการเก็บรักษาข้าวอินทรีย์เป็นระยะเวลา 6 เดือนในถุงพลาสติกชนิด Nylon/LLDPE

ปัญหาการสูญเสียสภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ข้าวสารที่กล่าวข้างต้นนั้น อาจเกิดจากการดูดซับไขมันจากข้าวสารของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ ซึ่งการดูดซับดังกล่าวส่งผลให้ความสามารถในการยอมให้ซึมผ่านฟิล์มของก๊าซ O_2 และไอน้ำสูงขึ้น (Dury et al., 2007) แม้ว่าฟิล์มไนลอน-

ลามิเนตมีค่า FPO ในระดับต่ำ ดังนั้น หากตั้งสมมติฐานว่าการปิดผนึกมีความสมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาดหรือ Pinhole อยู่ในระดับที่ต่ำ ตลอดจนฟิล์มลามิเนตของผู้ผลิตที่ต่างกันมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน จากการพิจารณาเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้องพบว่าค่า FPO ของฟิล์มพลาสติก ยกตัวอย่างเช่น ฟิล์มชนิด High Density Polyethylene (HDPE) และPolypropylene (PP) เพิ่มขึ้นเมื่อฟิล์มมีการสัมผัส (Contacting) กับไขมันซึ่งส่งผลต่อลักษณะหรือการจัดเรียงโครงสร้างของพอลิเมอร์พลาสติก ทำให้ออกซิเจนสามารถแพร่ผ่านฟิล์มได้ง่ายขึ้น (Johansson and Leufven, 1994; Dury et al., 2007) ทั้งนี้ข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกมีองค์ประกอบไขมันที่สูงกว่าข้าวขัดขาวถึง 1.6-2.8 % เนื่องจากมี จมูกข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารอื่นๆ และไขมัน (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547) โดยฟิล์มชั้นในสุดของฟิล์มไนลอนลามิเนตมักเป็นฟิล์มชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) หรือ LLDPE ซึ่งมีการดูดซับไขมันเข้าสู่ช่องว่างของฟิล์มและส่งผลให้ฟิล์มพลาสติกที่ดูดซับไขมันของข้าวสัมผัสกับออกซิเจนได้ง่ายขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกได้ง่ายมากขึ้น

จากการค้นคว้าเอกสารอ้างอิงจากฐานข้อมูลที่สำคัญพบว่ายังไม่มีรายงานหรือการศึกษาในประเด็นการเปลี่ยนแปลงค่า FPO ของฟิล์มไนลอนลามิเนตในระหว่างการเก็บรักษาข้าวสารบรรจุสุญญากาศ ดังนั้น ข้อเสนองานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อเติมเต็มในองค์ความรู้ของประเด็นดังกล่าว และผลการศึกษาสามารถใช้ประโยชน์ในการประมาณการอายุการเก็บรักษาหรือการออกแบบการบรรจุสุญญากาศสำหรับข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกได้อย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับปริมาณไขมันในข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกที่ถูกดูดซับเข้าสู่ฟิล์มที่ทำการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุสุญญากาศ

1.2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกในระหว่างการเก็บรักษาภายใต้การบรรจุสุญญากาศ

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

หากไม่มีรอยรั่วของรอยปิดผนึกและฟิล์มพลาสติก การเพิ่มขึ้นของออกซิเจนในถุงสุญญากาศอาจมีผลมาจากการเพิ่มขึ้นของสมบัติการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านฟิล์มพลาสติก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการดูดซับไขมันของฟิล์มพลาสติกจากข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่ใช้คือฟิล์มพลาสติกชนิดไนลอนลามิเนตชนิด Nylon/PE ซึ่งเป็นฟิล์มที่นิยมใช้กับการบรรจุสุญญากาศข้าวสาร และฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับฟิล์มพลาสติกชนิด Nylon/PE

1.4.2 ข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศและพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

1.4.3 ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า FPO ทั้งนี้ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักวิจัยเข้าใจถึงผลของปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณไขมันในข้าว และระยะเวลาของฟิล์มที่มีการสัมผัสกับข้าวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FPO ของฟิล์มพลาสติก

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในข้อเสนองานวิจัยต่อ สวทช. ได้มีการระบุชนิดของข้าวคือข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก อย่างไรก็ตาม คำว่าข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอกในการตลาดนั้นยังมีความสับสน จากการสอบถามผู้ผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบัญญัติศัพท์สำหรับข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก (ภาวดี สุพรรณสาย, 2555) พบว่าปัจจุบันผู้ขายและผู้บริโภคต่างเข้าใจผิดเกี่ยวกับข้าวฮางงอกว่าคือข้าวที่มีกระบวนการผลิตโดยการนำข้าวเปลือกมานึ่งและทำแห้ง แต่แท้จริงแล้วกระบวนการผลิตข้าวฮางงอกคือเป็นข้าวเปลือกระยะพลับพลึง ซึ่งปัจจุบันไม่มีการผลิตแล้วในประเทศ แต่จะเป็นการนำข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวระยะปกติมาทำในรูปแบบของข้าวฮางและปัจจุบันนิยมทำให้เกิดการงอกก่อนนำไปอบและทำแห้งเพื่อเพิ่มปริมาณสาร GABA ดังนั้นคำว่า ข้าวฮางงอกจึงควรเปลี่ยนชื่อเป็น “ข้าวงอกจากข้าวเปลือก” พร้อมกันนี้ข้าวกล้องที่จะใช้ในการศึกษาจะเป็น “ข้าวงอกจากข้าวกล้อง” ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมในท้องตลาด เนื่องจากมีระดับของสาร GABA ในปริมาณที่สูง และเพื่อความสะดวกในการอ้างอิงในเล่มวิทยานิพนธ์ คำว่าข้าวงอกจากข้าวกล้อง และข้าวงอกจากข้าวเปลือกแทนด้วยคำว่า “ข้าวกล้องงอก” (GBR) และ “ข้าวฮางงอก” (PGR) ตามลำดับ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ข้อมูลและองค์ความรู้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติในการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่ถูกดูดซับเข้าสู่ฟิล์มจากข้าวงอกที่เก็บรักษาภายใต้การบรรจุสุญญากาศ

1.6.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับปริมาณไขมันที่ถูกดูดซับเข้าสู่ฟิล์มจากข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก

1.7 ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice) คือข้าวกล้องงอกที่นำมาผ่านกระบวนการงอกจากข้าวกล้อง

1.7.2 ข้าวฮางงอก (Parboiled germinated rice) คือข้าวเปลือกที่นำมาผ่านกระบวนการงอกแล้วนำไปนึ่งด้วยความร้อนทำให้แห้ง และกะเทาะเปลือกออก