

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

เพื่อสนองตอบนโยบายการส่งเสริมการลงทุนของรัฐบาลที่จัดลำดับความสำคัญของการให้ความสำคัญสนับสนุนในด้านการลงทุนกับอุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าไว้ให้เป็นอันดับแรกๆ และเพื่อให้รับกับอัตราการขยายตัวที่เพิ่มขึ้นของตลาดส่งออกและระบบการตลาดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือแบบสั่งโดยตรงซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการส่งสินค้าผ่านระบบขนส่งและจำเป็นต้องพึ่งระบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถลดอัตราความเสียหายของผลิตภัณฑ์ซึ่งแตกหักหรือบุบสลายได้ง่ายลง งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งที่การพยายามค้นหากรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ทางธรรมชาติจากผลผลิตทางการเกษตรที่ประเทศไทยผลิตได้ในปริมาณมากเป็นหลัก

วัสดุกันกระแทกที่ใช้กันในอุตสาหกรรมไทยส่วนมากจะผลิตมาจากวัสดุพอลิเมอร์ เช่น polystyrene polyurethane และ polyolefin ซึ่งจำเป็นต้องนำเข้าวัสดุกันกระแทกจากต่างประเทศหรือผลิตในประเทศแต่ใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ของต่างประเทศส่งผลให้ราคาสินค้าโดยเฉพาะในเรื่องบรรจุภัณฑ์มีมูลค่าค่อนข้างสูง นอกจากปัญหาด้านราคาแล้วขณะนี้ทั่วโลกได้มีการรณรงค์เพื่อลดการผลิตหรือการใช้วัสดุกันกระแทกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางธรรมชาติเพราะผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้สร้างปัญหาต่อการกำจัดทั้งจนกระทั่งประเทศคู่ค้าสำคัญของไทยทั้งในสหภาพ ยุโรป และสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายหรือระเบียบข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการเลือกใช้วัสดุกันกระแทกที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุกันกระแทกแบ่งตามรูปแบบของการใช้งานได้สองประเภท คือ วัสดุกันกระแทกชนิดขึ้นเป็นรูปทรงให้เข้ากับช่องว่างระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรจุภัณฑ์ (foam-in-place) และ วัสดุกันกระแทกชนิดที่ใช้เติมเข้าช่องว่างแต่ไม่ได้มีรูปทรงพอดีตามช่องว่าง (loose-fill foam) เป็นที่น่าสนใจว่าวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ทางธรรมชาติที่เป็นที่ยอมรับใช้ในเชิงการค้ายังจำกัดการใช้อยู่แค่วัสดุกันกระแทกชนิด loose-fill foam และมีเพียงผลิตภัณฑ์เดียวภายใต้ชื่อ ENVIROMOLD® ของบริษัท EnPac ที่เพิ่งจะขายเทคโนโลยีการทำวัสดุกันกระแทกชนิด foam-in-place ด้วยวิธีการประสานขึ้นวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ชนิด loose-fill foam ด้วยน้ำ วัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ทางธรรมชาติชนิด loose-fill foam ที่ผลิตขายเชิงการค้าที่ว่านี้ทำมาจากวัตถุดิบจำพวกแป้งเป็นหลักอันได้แก่ สินค้าภายใต้เครื่องหมายการค้าชื่อ CLEAN GREEN® ENVIROFIL® ECO-FOAM® FLO-PAK BIO® RENATURE® และ STAR-KORE® และผู้ผลิตกลุ่มนี้ล้วนแล้วแต่เป็นบริษัทของสหรัฐอเมริกาทั้งสิ้นเพราะการผลิตเชิงการค้านี้ทำโดยอาศัยผลงานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับแป้งข้าวโพดที่สหรัฐผลิตได้มากและรัฐบาลของสหรัฐสนับสนุนงานวิจัยเกี่ยวกับข้าวโพดอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อหาประโยชน์ของการใช้ข้าวโพดให้มากที่สุดซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการยกระดับราคาข้าวโพด จากสถิติข้อมูลของ Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, USA รายงานว่าปริมาณการใช้วัสดุกันกระแทกชนิด loose-fill foam ในสหรัฐเฉลี่ยอยู่ที่ 42.5 ล้านกิโลกรัมต่อปี ในจำนวนนี้คิดเป็นวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้อยู่ราว 15-20% หรือราว 6.38-8.5 ล้านกิโลกรัมต่อปี และประมาณการอัตราการเติบโตไว้ที่ 2% ต่อปีสำหรับช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 90 (USDA, ค.ศ. 1996) ตัวเลขการใช้วัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ที่ยังน้อยเป็นเพราะว่า

หนึ่งสาเหตุด้านราคาที่สูงกว่าราว 30% เมื่อเทียบกับราคาของวัสดุกันกระแทกชนิด loose-fill foam ที่ทำจาก expanded polystyrene (ราคาขายเฉลี่ยในสหรัฐประมาณ 21.6 ต่อ 16.4 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต) และสองสาเหตุเรื่องความแตกต่างด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ ซึ่งปัจจุบันนี้รัฐบาลสหรัฐก็ยังสนับสนุนงานวิจัยเพื่อพัฒนาให้เทคโนโลยีการผลิตวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้จากแป้งให้สามารถแข่งขันกับวัสดุกันกระแทกที่ทำจากพอลิเมอร์ได้มากขึ้น (USDA, ค.ศ. 1996) จากการสำรวจข้อมูลด้านงานวิจัยของเมืองไทยและข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ตระหนักได้ว่าเราไม่มีงานวิจัยพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ขึ้นจากผลผลิตที่เมืองไทยเพาะปลูกได้ในปริมาณมากอย่างจริงจัง หรือกล่าวได้ว่าเรายังคงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้จากต่างประเทศและยังจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเข้มงวดต่อกฎหมายคุ้มครองเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะกับตลาดส่งออก

ผลผลิตทางการเกษตรของไทยที่ผู้วิจัยสนใจเป็นพิเศษที่กล่าวมาข้างต้นคือหัวมันสำปะหลัง จากสถิติการประเมินปริมาณผลผลิตหัวมันสำปะหลังโลกโดย FAO ประจำปี 2544 ประเทศไทยมีผลผลิตสูงถึงเกือบ 20 ล้านตัน นับได้ว่าสูงเป็นอันดับที่สามของโลก (กล้าณรงค์ และ เสรี, พ.ศ. 2545) ด้านราคาผลผลิตและผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังภายในประเทศในหน่วยบาทต่อกิโลกรัม ประจำปี 2544 แบ่งตามประเภทได้ดังนี้คือ หัวมันสด 0.87 แป้งมัน 6.84 มันเส้น 2.30 และมันอัดเม็ด 2.20 (Anon, ค.ศ. 2003) จำนวนครึ่งหนึ่งของผลผลิต 20 ล้านตันได้รับการแปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลังประมาณ 2 ล้านตันต่อปีและถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศเพียงปีละ 7-8 แสนตัน เช่น อุตสาหกรรมสารปรุงแต่งรส สารให้ความหวาน อาหารกระป๋อง และสิ่งทอ ปริมาณแป้งมันที่เหลือและผลผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดจำนวนมากถูกส่งออกไปขายยังต่างประเทศซึ่งมีราคาต่อกิโลกรัมค่อนข้างต่ำ จะเห็นว่าปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังที่ผลิตได้น่าจะมีการแปรรูปเป็นแป้งมากขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าแต่ทั้งนี้ภาคอุตสาหกรรมจะให้ความสนใจเพิ่มกำลังการผลิตก็ต่อเมื่อมีความต้องการจากอุตสาหกรรมภายในประเทศที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลของงานวิจัยนี้จะเป็นอย่างอื่นหนึ่งในการเปิดตลาดใหม่ขึ้นมาด้วย จากการประเมินสถานการณ์การค้าและการส่งออกมันสำปะหลังในอนาคตโดยนายกสมาคมการค้ามันสำปะหลัง คุณเสรี เด่นวรลักษณ์ (กล้าณรงค์ และ เสรี, พ.ศ. 2545) ระบุว่า การปรับเปลี่ยนกฎระเบียบการค้าภายใต้ WTO และ AFTA และสภาพความอ่อนตัวของเงินยูโรจะมีผลกระทบในแง่ลบต่อสถานะการส่งออก ประกอบกับทั้งราคาส่งออกผลผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดที่ค่อนข้างแปรปรวนขึ้นกับราคาผลผลิตอื่นที่นำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้ของประเทศคู่ค้า นอกจากประเด็นเรื่องปริมาณและราคาผลผลิตมันสำปะหลังที่ทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นถึงความพร้อมของการได้รับความสนับสนุนในด้านวัตถุดิบจำนวนมากเกินพอต่อการทำวิจัยและความเป็นไปได้ในการแข่งขันได้ทางการตลาดของการนำผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อเพื่อการค้า ความพร้อมด้านเทคโนโลยีของการผลิตแป้งและแป้งดัดแปลง (native and modified starch) จากมันสำปะหลังของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศจะยิ่งช่วยส่งเสริมให้ความสำเร็จขั้นต้นของงานวิจัยนี้มีความเป็นไปได้ในการได้รับความสนใจพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง

การนำวัสดุที่เกิดขึ้นใหม่ได้ในธรรมชาติมาผลิตเป็นวัสดุด้านบรรจุภัณฑ์ถือได้ว่าเป็นการปฏิรูปทางวัสดุศาสตร์ก็ว่าได้ทั้งนี้เพราะว่าเทคโนโลยีขณะนี้สามารถสังเคราะห์หรือแปรรูปวัสดุดังกล่าวขึ้นเพื่อทำเป็นบรรจุภัณฑ์บางประเภทที่ใช้งานได้ดีราวกับที่ทำมาจากวัสดุพอลิเมอร์สังเคราะห์ และมีข้อดีเหนือกว่าอีกตรงที่วัสดุ

เกิดขึ้นใหม่ได้ในธรรมชาตินี้เกิดการย่อยสลายได้สมบูรณ์แบบกลับเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารทำให้มีการผลิตกลับมาทดแทนขึ้นใหม่ได้ วัสดุที่เกิดขึ้นใหม่ได้ในธรรมชาติในกลุ่มของ biopolymer ที่กล่าวมานี้แบ่งเป็นที่ได้สามประเภทหลัก ได้แก่ วัสดุที่สกัดมาจากผลผลิตทางเกษตรโดยตรง เช่น แป้งจากพืช และ โปรตีนจากพืช (casein และ wheat gluten) สอง คือวัสดุที่เกิดจากสารที่ได้จากกระบวนการทางเคมีหรือกระบวนการหมักของผลผลิตทางการเกษตร เช่น polylactate ที่ทำจาก lactic acids และ chitosan ซึ่งจัดเป็นสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตที่มาจากผนังเซลล์ของพืชชั้นต่ำ หรือมาจากเปลือกหุ้มเนื้อเยื่อของสัตว์ชั้นต่ำพวก arthropods และ mollusks (Harish et al., ค.ศ. 2002) สามคือวัสดุที่ผลิตจากสารที่ได้จากจุลินทรีย์ เช่น polyhydroxyalkanoate จากแบคทีเรีย (Peterson et al., 1999) ระหว่างสามกลุ่มนี้วัสดุในกลุ่มแรกกำลังได้รับความนิยมมากที่สุดในการนำมาพัฒนาเป็นวัสดุกันกระแทกทั้งประเภทที่เรียกว่า “loose-fill foam” และ “foam in place” การวิจัยและพัฒนาที่นำแป้งจากผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ผลิตเป็นวัสดุกันกระแทกประเภทนี้สืบเนื่องมาจากการทราบกันมานานแล้วในอุตสาหกรรมอาหารว่าแป้งมีคุณสมบัติจัดเป็นพอลิเมอร์ โดยเฉพาะเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนและการทำให้เย็นตัวลง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของแป้งที่สังเกตเห็นกันในอุตสาหกรรมอาหารแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะที่คล้ายกับคุณลักษณะที่จำเป็นต้องมีของวัสดุกันกระแทกที่ทำจากพอลิเมอร์ เช่น ความคงตัว การขยายตัวอันเนื่องมาจากเซลล์อากาศ ความยืดหยุ่น ความสามารถในการรับแรงกดทับ และความแข็งแรงเชิงกล เป็นต้น จุดนี้เองทำให้องค์กรทั้งภาคเอกชนและรัฐของหลายประเทศที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการดูแลผลผลิตเกษตรที่แปรรูปเป็นแป้งได้ให้ความสำคัญกับงานวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแป้งกันเป็นจำนวนมาก

สาเหตุที่จำเป็นและยังต้องมีการทำวิจัยก็เพราะว่าคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้งที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นวัสดุกันกระแทกยังมีคุณลักษณะเหมือนอาหารจำพวกขนมขบเคี้ยวอยู่มาก เป็นต้นว่าคุณสมบัติทางกลที่ค่อนข้างห่างไกลกับคุณสมบัติที่ได้จากพอลิเมอร์ ความเปราะบางของวัสดุ ความยืดหยุ่นที่ต่ำ การสูญเสียลักษณะทางกายภาพเมื่อได้รับความชื้นหรือความไวต่อความชื้น และปัญหาการคงสภาพหรืออายุของวัสดุกันกระแทกที่ทำขึ้นมาได้ เป็นต้น นอกจากปัญหาในเรื่องของคุณสมบัติพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ที่มาจากวัสดุธรรมชาติแล้ว สิ่งที่เป็นหัวใจของการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแป้งก็คือกระบวนการแปรรูปส่วนผสมของสารที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักนี้ไปเป็นวัสดุกันกระแทก อันที่จริงน่าจะกล่าวได้ว่ากรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกนี้เป็นตัวกำหนดส่วนผสมที่จะใช้เป็นวัตถุดิบมากกว่าหรือเป็นปัจจัยกำหนดคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบนั่นเอง ปัญหาเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าประเทศไทยยังขาดทั้งงานวิจัยและศูนย์ปฏิบัติการวิจัยขั้นสูงที่มุ่งทำวิจัยในเรื่องการพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้จากวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (renewable resources เน้นที่วัสดุ จำพวก biomaterial) ทุนวิจัยนี้จะถูกนำมาใช้ในการวางรากฐานที่สำคัญนี้เพื่อตอบปัญหาและให้ความช่วยเหลือถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากวัสดุจากผลผลิตทางการเกษตรที่มีความเป็นไปได้สูงมากโดยเฉพาะแป้งมันสำปะหลังในการนำมาพัฒนาเป็นวัสดุกันกระแทก ด้วยสภาพความพร้อมทางด้านเครื่องมือหลักที่สำคัญต้องงานวิจัยขั้นนี้ที่มีอยู่ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสภาพที่ตั้งที่ใกล้กลับแหล่งผู้ผลิตแป้งมันสำปะหลังผู้วิจัยเชื่อว่าโครงการต้นแบบนี้จะสามารถพัฒนาให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ และจะเป็นแรงจูงใจให้ภาคอุตสาหกรรมร่วมลงทุนพัฒนาศูนย์วิจัยขั้นสูงอย่างต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคิดค้นพัฒนาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบสำหรับการผลิตเป็นวัสดุกันกระแทกชนิด “loose-fill foam”
2. พัฒนาระบวนการผลิตวัสดุกันกระแทก “loose-fill foam” โดยใช้เครื่อง Extruder

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เน้นความสำคัญของการทำวัสดุกันกระแทกย่อยสลายได้ชนิด loose-fill foam ขึ้นมาจากวัตถุดิบหลักที่เป็นแป้งมันสำปะหลัง ผสมกับสารเติมแต่งที่คัดเลือกโดยให้ความสำคัญกับวัตถุดิบที่ย่อยสลายได้ที่ผลิตได้ในประเทศเป็นหลัก กระบวนการผลิตที่ใช้คือการผลิตด้วยเครื่อง extruder การวิจัยมุ่งที่ผลสัมฤทธิ์ของการได้มาซึ่งสูตรส่วนประกอบของวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปเป็นวัสดุกันกระแทกที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุกันกระแทกที่อยู่ในระดับใช้งานได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สูตรส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ทำวัสดุกันกระแทกที่ย่อยสลายได้ชนิด loose-fill foam ที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลัก
2. กรรมวิธีการผลิต biodegradable loose-fill foam ด้วยเครื่อง extruder และจุดเหมาะสมของการตั้งค่าตัวแปรควบคุมกระบวนการผลิต
3. จดสิทธิบัตรในกรณีที่วิจัยพบวัตถุดิบใหม่ซึ่งไปเพิ่มความแข็งแรงเชิงกลให้กับวัสดุกันกระแทกที่ทำขึ้นได้ด้วยวิธี extrusion
4. บทความเชิงวิชาการเรื่องกรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลัง