บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย

4.1 การศึกษาการดึงหมึกพิมพ์บนพลาสติกด้วยสารลดแรงตึงผิว

ผลจากการดึงหมึกพิมพ์ระบบเฟล็กโซกราฟีออกจากผิวหน้าของพลาสติก LLDPE โดยใช้สารลดแรงตึงผิว สรุปได้ว่า สารลดแรงตึงผิวชนิด PO-EO Block Copolymer มีประสิทธิภาพในการดึงหมึกได้ดีกว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดAlcohol Ethoxylate

4.1.1 สรุปผลการศึกษาการหาชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม

จากการทดลองหาชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมสำหรับการดึงหมึกสรุปได้ว่า สารลดแรงตึงผิวชนิด PO-EO Block Copolymer มีค่าแรงตึงผิวของสารละลายที่เหมาะสมสำหรับการดึงหมึก โดยสารลดแรงตึงผิวจะมีค่าแรงตึงผิวประมาณ 25 มิลลินิวตันต่อเมตร (mN/m) ซึ่งสามารถดึงหมึกพิมพ์ระบบเฟล็กโซกราฟีฐานตัวทำละลายออกได้ และความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวไม่ส่งผลต่อค่าแรงตึงผิวของสารละลายแต่สารลดแรงตึงผิวชนิด Alcohol Ethoxylate มีค่าแรงตึงผิวประมาณ 31 มิลลินิวตันต่อเมตร มีค่าแรงตึงผิวที่ไม่เหมาะสมต่อการดึงหมึกออก ดังนั้นค่าแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมต่อการดึงหมึกของสารละลายจะมีค่าอยู่ที่ 25 มิลลินิวตันต่อเมตร

4.1.2 สรุปผลการศึกษาการหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม

จากการทดลองหาความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมต่อการดึงหมึก สรุปผลได้ว่า ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวชนิด Alcohol Ethoxylate ที่เหมาะสมต่อการดึงหมึก ในสภาวะที่เป็นกลางนั้นไม่มีระดับความเข้มข้นใดตั้งแต่ 1 – 20 % ของสารละลายที่จะสามารถดึงหมึกพิมพ์ออกจากพลาสติกฟิล์มและไม่สามารถผสมให้สารละลายมีความเข้มข้นมากกว่านี้ได้ในการทดลองเนื่องจาก สารลดแรงตึงผิวจะอิ่มตัวเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 20 % ของสารละลาย ส่วนสารลดแรงตึงผิวชนิดPO-EO Block Copolymer นั้นสามารถดึงหมึกออกที่ความเข้มข้น 3 – 5 % ของสารละลาย โดยจะดึงหมึกออกได้หมดตั้งแต่ความเข้มข้น 5 % เป็นต้นไป

4.1.3 สรุปผลการศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดึงหมึกด้วยสารลดแรงตึงผิว

ในการทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการดึงหมึกออก สรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการดึงหมึกด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิด Alcohol Ethoxylate ที่ความเข้มข้น 15 % คือสภาวะที่เป็นด่าง แต่ที่สภาวะเป็นกรด และเป็นกลาง ไม่สามารถดึงหมึกได้ ส่วนสารลดแรงตึงผิวชนิด PO-EO Block Copolymer ที่ความเข้มข้น 3 % คือสภาวะที่เป็นกรดและด่าง จะทำให้สามารถดึงหมึกออกได้ดีกว่าในสภาวะที่เป็นกลาง

4.2 การศึกษาการขึ้นรูปและสมบัติของพลาสติกพอลิเอทิลีนผสมแป้งข้าวเจ้า

4.2.1 สรุปผลการศึกษาสัดส่วนของพลาสติกผสมแป้งข้าวเจ้า

เมื่อพิจารณาด้วยภาพถ่าย SEM จะพบว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่สามารถผสมกับพลาสติกพอลิเอทิลีนได้มากที่สุดคือ 3%โดยน้ำหนัก และปริมาณกรดซิตริก 0.5-1.5%โดยน้ำหนัก ณ อุณหภูมิหลอมฉีดที่ 160-170 องศาเซลเซียส สามารถฉีดขึ้นรูปได้ โดยกรดซิตริกสามารถช่วยให้หลอมผสมและฉีดขึ้นรูปได้ พบว่าถ้าอุณหภูมิหลอมฉีดมากขึ้นจะมีผลให้แป้งไหม้และพลาสติกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม

4.2.2 สรุปผลการวัดค่าดัชนีการหลอมไหลของพลาสติกผสมแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าที่ผสมในพลาสติกมีผลต่อค่าดัชนีการหลอมไหลและมีผลแตกต่างกันเมื่อชนิดของพลาสติกเปลี่ยนแปลง พลาสติกผสมจากเม็ดพลาสติกใหม่มีดัชนีหลอมไหลเพิ่มขึ้น พลาสติกผสมจากเม็ดพลาสติกรีไซเคิลทั่วไปมีดัชนีหลอมไหลลดลงเล็กน้อย ส่วนพลาสติกผสมจากเม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่ผ่านการดึงหมึกออกด้วยสารลดแรงตึงผิวมีดัชนีหลอมไหลลดลงน้อยมาก

4.2.3 สรุปผลการทดลองการหาค่าความทนทานต่อแรงดึงของพลาสติก

ความทนทานต่อแรงดึงของพลาสติกแป้ง สรุปผลได้ว่า พลาสติกรีไซเคิลที่ผ่านการดึงหมึกผสมแป้ง มีค่าความทนทานต่อแรงดึงในช่วง 450-480 นิวตัน ซึ่งพลาสติกแป้งที่มีอัตราส่วนผสมแป้งข้าวเจ้า 2%โดยน้ำหนัก และ กรดซิตริก 1%โดยน้ำหนัก มีค่าทนต่อแรงดึงสูงที่สุด ในขณะที่พลาสติกแป้ง ซึ่งเป็นพลาสติกที่ผ่านการดึงหมึกและมีอัตราส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 3%โดยน้ำหนัก และ กรดซิตริก 1.5%โดยน้ำหนัก มีค่าทนต่อแรงดึงต่ำที่สุด เนื่องจากปริมาณแป้งที่ใส่เข้าไปนั้นส่งผลต่อค่าความทนทานต่อแรงดึง ยิ่งมีปริมาณแป้งมากจะทำให้ค่าความทนทานต่อแรงดึงลดลง แสดงให้เห็นว่าการรวมตัวของพลาสติกกับแป้งยังไม่ดีพอ

พลาสติกรีไซเคิลที่ผ่านการดึงหมึกผสมแป้ง มีค่าการยืดตัวในช่วง 340-360 นิวตัน ซึ่งพลาสติกพอลิเอทิลีนบริสุทธิ์จะมีค่าการยืดตัวสูงที่สุด ส่วนพลาสติกรีไซเคิลผสมแป้งที่มีอัตราส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 1%โดยน้ำหนัก และกรดซิตริก 1%โดยน้ำหนัก กับที่อัตราส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 2%โดยน้ำหนัก และ กรดซิตริก 1%โดยน้ำหนัก จะมีค่าการยืดตัวใกล้เคียงกัน ส่วนพลาสติกผสมแป้งที่ผ่านการดึงหมึก ซึ่งมีอัตราส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 2%โดยน้ำหนัก และ กรดซิตริก 1%โดยน้ำหนัก จะค่าการยืดตัวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกประเภทเดียวกัน ในขณะที่พลาสติกแป้งที่ผ่านการดึงหมึก ที่มีอัตราส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 1%โดยน้ำหนัก และ กรดซิตริก 1%โดยน้ำหนัก มีค่าการยืดตัวต่ำที่สุด ซึ่งค่าการยืดตัวของพลาสติกแป้งนั้นจะมากขึ้นเมื่อมีปริมาณแป้งเป็นส่วนผสมมากขึ้น

4.2.4 สรุปผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

พลาสติกผสมแป้งข้าวเจ้ามีอัตราการย่อยสลายมากกว่าพลาสติกที่ไม่มีการผสมแป้งประมาณ 2 เท่า และพลาสติกที่มีปริมาณแป้งผสมมากขึ้นจะมีอัตราการย่อยสลายเพิ่มขึ้นด้วย สามารถสรุปได้ว่าการผสมแป้งข้าวเจ้าลงในพลาสติกฐานปิโตรเลียมนั้นสามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพให้กับพลาสติกปิโตรเลียมได้ นอกจากนี้ยังทำให้สรุปได้อีกว่ามีปริมาณแป้งข้าวเจ้าผสมอยู่ในเนื้อพลาสติกปิโตรเลียมได้ด้วยวิธีการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

4.3 อภิปรายผล

จากการทดลองดึงหมึกออกจากพลาสติกฟิล์มด้วยสารลดแรงตึงผิว PO-EO block copolymer พบว่า สารลดแรงตึงผิว จะสามารถดึงหมึกออกได้ดีในสภาวะที่เป็นด่าง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hatice Gecol, John F. Scamehorn, Sherril D. Christian, Fred E. Riddell เรื่อง Use of Surfactants to Remove Solvent-Based Inks from Plastic Films ที่กล่าวว่า "สารลดแรงตึงผิวจะสามารถดึงหมึกออกได้หมด เมื่อสารละลายมีค่าสภาวะเป็นด่าง (pH 11) หรือมากกว่า"

กรดซิตริกช่วยให้พลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำและแป้งข้าวเจ้ารวมตัวกันได้ จากการทดลองได้ใส่กรดซิตริก 2 % โดยน้ำหนักรวมของพลาสติก มีผลช่วยให้พลาสติกและแป้งที่ผสมกันอยู่สามารถรวมตัวกันได้ดีในระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang Ning, Yu Liogao, Ma Xiaofei, Wu Ying เรื่อง The Influence of Citric Acid on the Properties of Thermoplastic Starch/linear Low-Density Polyethylene Blends ที่กล่าวว่า "พลาสติกที่ขึ้นรูปโดยใส่กรดซิตริก 2 % มีลักษณะและคุณสมบัติคล้ายกับพลาสติกที่ไม่ได้ทำการผสมแป้ง" ความทนทานต่อแรงดึงของพลาสติกแป้งมีค่าน้อยกว่าพลาสติกรีไซเคิลที่ไม่ได้ผสมแป้ง และมีการการยืดตัวของพลาสติกแป้งมีค่าน้อยกว่าพลาสติกรีไซเคิลที่ไม่ได้ผสมแป้ง ซึ่งสอด คล้องกับงานวิจัยของ Wang Ning, Yu Liogao, Ma Xiaofei, Wu Ying เรื่อง The Influence of Citric Acid on the Properties of Thermoplastic Starch/linear Low-Density Polyethylene Blends ที่กล่าวว่า "ค่าความทนทานต่อแรงดึงของพลาสติกแป้งที่ได้จากการทดลอง พบว่ามีค่าน้อยกว่าพลาสติกที่ไม่ได้ผสมกับแป้ง"