

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ” ซึ่งมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ที่ใช้เรซินหรือวาร์นิชต่างชนิดกันบนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายได้ของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่พิมพ์ด้วยหมึกจากวาร์นิชต่างชนิดกัน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของหมึกพิมพ์ที่ใช้วาร์นิชต่างกันให้สามารถเป็นแนวทางไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในโครงการได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบพิมพ์ของหมึกที่ผลิตจากวาร์นิชจากธรรมชาติ และวาร์นิชจากน้ำมันปิโตรเลียมบนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และ 2) การเปรียบเทียบการย่อยสลายของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพเมื่อพิมพ์ด้วยหมึกและวาร์นิชชนิดต่างกัน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 ผลการทดสอบพิมพ์ของหมึกที่ผลิตจากวาร์นิชจากธรรมชาติ และวาร์นิชจากน้ำมันปิโตรเลียมบนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

จากการทดสอบพิมพ์ พบว่า หมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองมีสภาพการพิมพ์ดีและมีค่าความมันเงามากที่สุด โดย สภาพการพิมพ์ดีของหมึกทั้ง 3 ชนิดสามารถพิมพ์ลงบนพลาสติกได้ โดยหมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองถ่ายทอดลงได้ดีที่สุด รองลงมาคือหมึกจากไนโตรเซลลูโลส และหมึกจากน้ำมันปิโตรเลียมตามลำดับ ในส่วนของ สมบัติการยึดติดของหมึกพิมพ์ และความทนทานต่อการขัดถูของหมึกนั้น หมึกที่ผลิตจากวัตถุดิบทางธรรมชาติทั้ง 2 ชนิด มีสมบัติการยึดติดของหมึกพิมพ์ และมีความทนทานต่อการขัดถู ไม่มีการหลุดลอกของหมึกพิมพ์ออกมาเช่นเดียวกันกับหมึกจากน้ำมันปิโตรเลียม

5.1.2 ผลการย่อยสลายของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพเมื่อพิมพ์ด้วยหมึกและวาร์นิชชนิดต่างกัน

จากการทดสอบการย่อยสลายของฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพเมื่อพิมพ์ด้วยหมึกชนิดและวาร์นิชชนิดต่างกัน พบว่า ลักษณะผิวหน้าของพลาสติกที่ฝังดินนั้นมีการเปลี่ยนแปลง โดยพลาสติกที่ไม่พิมพ์นั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือเกิดรูขนาดเล็กบนผิวหน้าของพลาสติกโดยสังเกตจากภาพถ่ายกำลังขยายสูงด้วยเครื่อง SEM ส่วนพลาสติกที่พิมพ์และเคลือบนั้น ผิวหน้าของพลาสติก

จะเกิดการเปลี่ยนแปลงคือเกิดลักษณะเป็นร่างแห โดยพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลือง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากในโตรเซลลูโลส ส่วนพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากปิโตรเลียมนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในส่วนของคุณสมบัติทางกล ได้แก่ความสามารถในการต้านทานแรงดึง (Tensile strength) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) หลังฝังดินมีค่าลดลงทั้งในแนวนอนเครื่อง (MD) และแนวขวางเครื่อง (CD) ซึ่งเห็นได้ชัดในแนวนอนเครื่อง (MD) โดยพลาสติกที่ไม่เคลือบนั้นจะมีคุณสมบัติทางกลลดลงมากที่สุด รองลงมาคือ พลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลือง พลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากในโตรเซลลูโลส และ พลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรือเคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันปิโตรเลียม ตามลำดับ โดยพลาสติกที่เคลือบด้วยวาร์นิช มีคุณสมบัติทางกลลดลง มากกว่าพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึก การหาจุดหลอมเหลวที่เปลี่ยนแปลงไป และ น้ำหนักโมเลกุล ของพลาสติกที่เคลือบด้วยวาร์นิชชนิดต่างกันพบว่า น้ำหนักโมเลกุล และจุดหลอมเหลวของพลาสติกที่ฝังดินมีค่าลดลง โดยพลาสติกที่ไม่เคลือบนั้น มีค่าลดลงมากที่สุด รองลงมาคือ พลาสติกที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลือง และ พลาสติกที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากในโตรเซลลูโลส และพลาสติกที่เคลือบด้วยวาร์นิชจากน้ำมันปิโตรเลียม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การฝังดินนั้นทำให้ พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ผ่านการพิมพ์และเคลือบ มีแนวโน้มที่จะย่อยสลายได้ และทำให้คุณสมบัติทางกลของพลาสติก ได้แก่ความสามารถในการต้านทานแรงดึง (Tensile strength) เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%Elongation) นั้นลดลง อีกทั้ง ชนิดและส่วนประกอบของหมึกพิมพ์ ก็ส่งผลต่อการย่อยสลายได้ของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยหมึกพิมพ์ที่มีส่วนประกอบเป็นวัตถุดิบจากธรรมชาตินั้นมีแนวโน้มการชะดขวางการย่อยสลายได้ของพลาสติก น้อยกว่าหมึกพิมพ์ที่มีส่วนประกอบเป็นวัตถุดิบจากน้ำมันปิโตรเลียม

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางการพิมพ์ระหว่าง หมึกที่ใช้วาร์นิชจากธรรมชาติ และหมึกที่ใช้วาร์นิชจากปิโตรเลียม ทำให้ทราบว่า หมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองและหมึกจากในโตรเซลลูโลสสามารถถ่ายทอดลงบนพลาสติกย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี หมึกจากในโตรเซลลูโลสมีค่าความดำสูง เนื่องจากมีปริมาณของผงสีมาก เพราะเป็นหมึกนำเข้า มีคุณภาพสูง ให้งานพิมพ์ที่มีสีสันสดใส และหมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองมีความมันเงาสูง เพราะมีรือซิน หรือชันสน เป็นเรซิน ที่มีคุณสมบัติเหนียวข้นให้ความเงาสูง [13] ทำให้ได้คุณภาพงานพิมพ์ดีกว่าหมึกจากปิโตรเลียม ซึ่งหมึกทั้งสองมีความทนทานต่อการขัดถู และมีความสามารถในการยึดติดดีเช่นเดียวกับหมึกจากปิโตรเลียม และเมื่อเปรียบเทียบผลของหมึกพิมพ์ต่อการย่อยสลายของฟิล์มพลาสติก โดยทดสอบพิมพ์ด้วยหมึกและวาร์นิชทั้ง 3 ชนิด แล้วฝังในดินนาน 90 วัน พบว่า ลักษณะผิวหน้าของพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกและวาร์นิช มีการเปลี่ยนแปลง

ไปน้อยกว่าพลาสติกที่ไม่ได้พิมพ์ คือมีลักษณะแตกเป็นเส้นร่างแหเกิดขึ้น และมีคุณสมบัติเชิงกลด้อยลง ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง และการยึดตัวลดลง รวมทั้งจุดหลอมเหลวและน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์มก็มีการลดลง โดยพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ผ่านการพิมพ์ด้วยหมึกหรืออวาร์นิชจากน้ำมันถั่วเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาคือ พลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรืออวาร์นิชจากไนโตรเซลลูโลส อาจเป็น เพราะว่า หมึกจากไนโตรเซลลูโลส มีส่วนประกอบ ของอวาร์นิชสูง ส่วนฟิล์มพลาสติกที่พิมพ์ด้วยหมึกหรืออวาร์นิชจากปิโตรเลียมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และเมื่อเปรียบเทียบหมึกกับอวาร์นิช พบว่าผงสีในหมึกพิมพ์มีผลขัดขวางการย่อยสลายเล็กน้อย เนื่องจากพลาสติกที่เคลือบด้วยอวาร์นิช (ไม่มีผงสี) มีการเปลี่ยนแปลงหลังฝังดินมากกว่าหมึกพิมพ์ (มีผงสี) สรุปได้ว่าหมึกหรืออวาร์นิชจากธรรมชาติมีผลขัดขวางการย่อยสลายของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพน้อยกว่าหมึกจากปิโตรเลียม แต่มีคุณสมบัติทางการพิมพ์ใกล้เคียงกับหมึกจากปิโตรเลียม ดังนั้นหมึกหรืออวาร์นิชจากธรรมชาติ สามารถนำมา ทดแทน หมึกหรืออวาร์นิชจากปิโตรเลียม ในการพิมพ์บนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

อย่างไรก็ตาม หมึกจากไนโตรเซลลูโลสมีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีคุณสมบัติที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งเป็นหมึกนำเข้า ราคาจึงสูงกว่าหมึกจากปิโตรเลียม ส่วนหมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองนั้นทำการผลิตตามสั่ง ยังไม่มีการจำหน่ายโดยทั่วไป แต่อุตสาหกรรมหมึกพิมพ์ควรสนับสนุนการผลิตหมึกจากน้ำมันถั่วเหลือง และปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถนำมาใช้พิมพ์บนพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ทดแทนการใช้หมึกจากปิโตรเลียมซึ่งมีข้อจำกัดมากกว่า รวมทั้งเป็นการสนับสนุนการใช้วัตถุดิบทางธรรมชาติในประเทศ เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองสามารถผลิตได้ในประเทศไทย เพื่อทำให้บรรจุภัณฑ์มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้งาน

1. สามารถใช้หมึกจากไนโตรเซลลูโลส และหมึกจากน้ำมันถั่วเหลืองไปเป็นวัสดุทางการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ที่เป็นฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพได้
2. หมึกหรืออวาร์นิชจากธรรมชาติ สามารถนำมาใช้ทดแทน หมึกหรืออวาร์นิช จากปิโตรเลียม ในการพิมพ์บนฟิล์มพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพได้
3. สำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการสีสดใส สามารถใช้หมึกพิมพ์จากไนโตรเซลลูโลส แทนหมึกพิมพ์จากปิโตรเลียมได้ เพราะ หมึกพิมพ์จากไนโตรเซลลูโลส มีส่วนประกอบของผงสีมาก และมี

ความหนืดมาก สามารถพิมพ์งานให้มีสีสันสดใสมาก จ่ายหมึกได้บางกว่า ทำให้พิมพ์งานได้ปริมาณมากกว่า

4. สำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความเงาสูง สามารถเลือกใช้หมึกพิมพ์จากน้ำมันถั่วเหลือง แทนหมึกปิโตรเลียมได้ เนื่องจาก รอซิน หรือ ชันสน ซึ่งเป็นเรซินในหมึกจากน้ำมันถั่วเหลือง มีคุณสมบัติเหนียวขึ้นให้ความเงาสูง อีกทั้งยังสามารถถ่ายทอดลงบนวัสดุพิมพ์ได้ดีกว่า เนื่องจากมีความหนืดน้อยกว่า หมึกจากปิโตรเลียม

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการปรับส่วนประกอบของหมึกพิมพ์ชนิดที่ต่างกัน ให้มีส่วนประกอบของผงสี วาร์นิช และตัวทำละลาย เท่ากัน เพื่อศึกษาว่า ปริมาณของส่วนประกอบในหมึกพิมพ์มีผลต่อคุณภาพงาน หรือ การย่อยสลายของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือไม่
2. ควรเพิ่มชนิดของหมึกพิมพ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบทางธรรมชาติให้มากกว่า 2 ชนิด เพื่อทำการเปรียบเทียบการย่อยสลาย และคุณภาพงานพิมพ์บนพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพกับพลาสติกทั่วไป
3. ควรทำการเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์ของหมึกพิมพ์ที่ผลิตจากวาร์นิชจากธรรมชาติ กับหมึกพิมพ์ที่ผลิตจากวาร์นิชปิโตรเลียม บนวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ
4. ควรมีการทดสอบการย่อยสลายของพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่พิมพ์ด้วยวัสดุต่างชนิดกัน ตามวิธีการมาตรฐานแบบการฝังกลบ (Landfill)