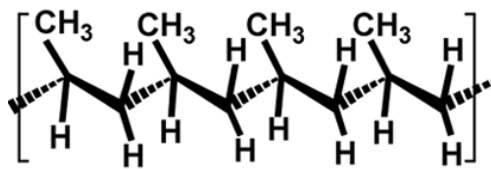


บทที่ 12 รายละเอียดข้อมูลพลาสติกชีวภาพประเภท พลาสติกชีวภาพพอลิพรอพิลีน (Bio-Polypropylene)

1. ข้อมูลทั่วไป ^[1-4]

พลาสติกชีวภาพพอลิพรอพิลีน (Bio-polypropylene: Bio-PP) คือพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ แต่ยังมีใช้ในงานอื่น ๆ เช่น สิ่งทอ ขวด สติกเกอร์ลูกบิด และธนบัตรพอลิเมอร์ เป็นต้น โดยการจัดเรียงตัวของ Bio-PP จัดแบบไอโซแทกติก (Isotactic) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณสมบัติของ Bio-PP กล่าวคือ สามารถทนทาน ยืดหยุ่น และสามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทำให้เหมาะสำหรับการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยโครงสร้างของ Bio-PP แสดงดังภาพที่ 1 เนื่องจากการใช้พลาสติกชีวภาพมีข้อดีคือ ลดปัญหาโลกร้อน ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ลดการใช้น้ำมันดิบจากการผลิตพลาสติก สร้างมูลค่าเพิ่ม ลดปริมาณขยะ ย่อยสลายได้ไม่ตกค้างเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ลดเนื้อที่การใช้งานของบ่อฝังกลบขยะ ประหยัดพลังงานการผลิตพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิตพลาสติกทั่วไป แต่ทั้งนี้ยังมีจำกัดคือ คุณสมบัติด้านการซึมผ่านของก๊าซ คุณสมบัติการทนความร้อน ความสามารถในการผลิต จากข้อจำกัดนี้จึงต้องพัฒนาพลาสติกชีวภาพให้สามารถใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้อย่างแพร่หลาย



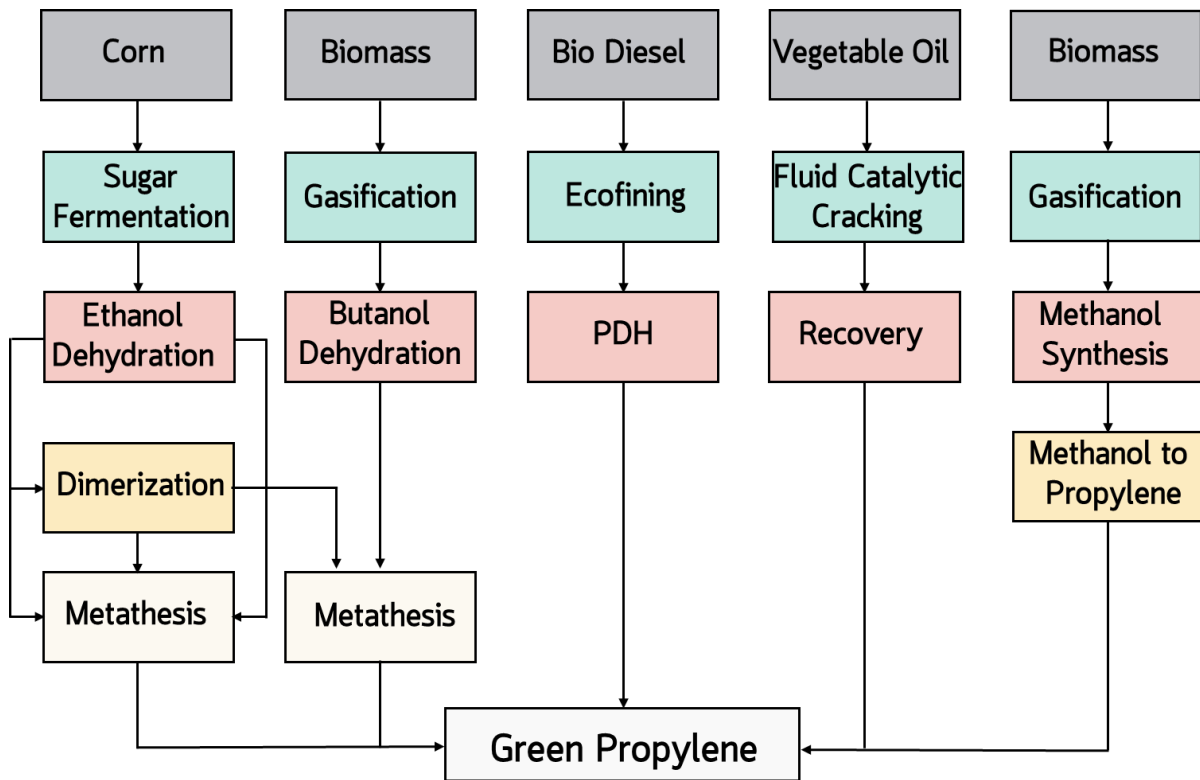
ภาพที่ 1 โครงสร้างของ Bio-PP ⁵

Bio-PP มีชื่อทางเคมี คือ Polypropylene และชื่อทางการค้าของ Bio-PP จะขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อทางการค้า (Trade name) ของ Bio-PP ตามบริษัทผู้ผลิต ^[6]

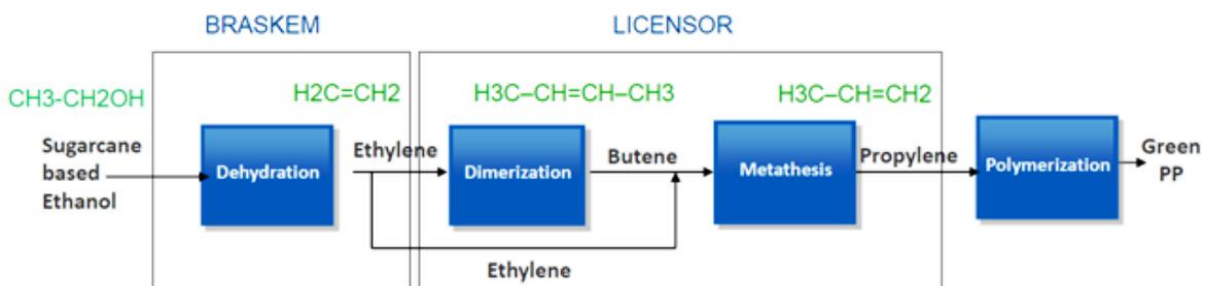
Manufacturers	Trade name	Note
Braskem	Green PP	Pure
Prospector®	Terratek® WC100300	30 wt% wood fiber
Prospector®	Terratek® SC50 50%	50 wt% wheat starch

การสังเคราะห์ Bio-PP คล้ายกับการสังเคราะห์ PP ทั่วไป แต่ยังมีความแตกต่างในด้านการสังเคราะห์ คือ การได้มาของมอนอเมอร์ โดย Bio-PP สามารถแบ่งเทคนิคการสังเคราะห์พอลิพรอพิลีนเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ ได้แก่ การสังเคราะห์ทางชีวเคมี (Biochemical) หรือการหมัก (Fermentation) และการสังเคราะห์แบบเคมีเชิงความร้อน (Thermochemical) หรือการทำให้เป็นก๊าซ (Involving gasification) ภาพที่ 2 แสดงถึงเส้นทางการผลิตพอลิพรอพิลีนโดยใช้วัตถุดิบต่างกัน พบว่าการสังเคราะห์ทางชีวเคมี จะใช้วัตถุดิบจาก ข้าวโพด (Corn) และการสังเคราะห์แบบเคมีเชิงความร้อน จะใช้วัตถุดิบจาก ชีวมวล (Biomass) ไบโอดีเซล (Biodiesel) และน้ำมันพืช (Vegetable oil) ^[4,7,8]



ภาพที่ 2 แผนผังการสังเคราะห์ Bio-PP [8]

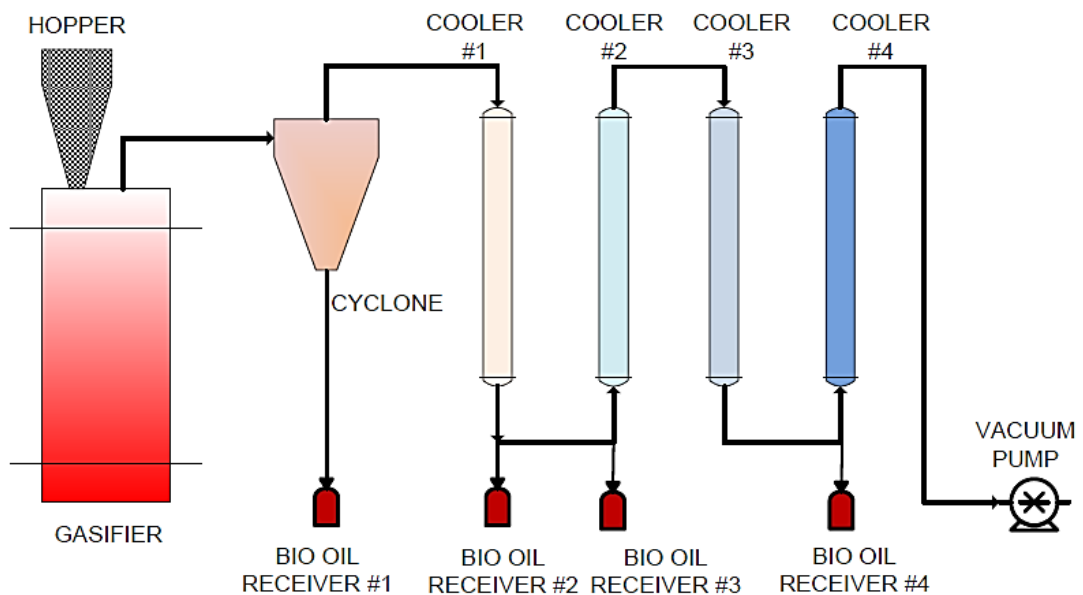
การสังเคราะห์ Bio-PP ทางชีวเคมี (ภาพที่ 3) เริ่มต้นจากการหมักวัตถุดิบทางธรรมชาติ เช่น ข้าวโพด อ้อย หรือผักเหลือใช้ โดยอาศัยเอนไซม์เพื่อให้ได้เป็นน้ำตาลและเมื่อหมักต่อเป็นเวลานานขึ้นจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเอทานอล จากนั้นนำเอทานอลมาทำปฏิกิริยากำจัดน้ำออก (Dehydration reaction) จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเอทิลีนชีวภาพ และนำมาไดเมอร์ไรส์ (Dimerized) เพื่อผลิตเป็น นอร์มอลบิวทีน (n-butene) จากนั้นจึงทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนจนได้เป็นพรอพิลีนชีวภาพ เพื่อทำไปทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรส์เซชัน (Polymerization) เพื่อผลิต Bio-PP



ภาพที่ 3 แผนผังการผลิตพลาสติกชีวภาพพอลิพรอพิลีนจากการหมักน้ำตาล [8]

การสังเคราะห์แบบเคมีเชิงความร้อน หากวัตถุดิบตั้งต้นคือ ชีวมวลจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไบโอดีเซลก่อน โดยผ่านเครื่องปฏิกรณ์เพื่อทำปฏิกิริยาแก๊ซซิฟิเคชัน (Gasification) ผลิตเป็นก๊าซสังเคราะห์ (Syngas) และนำไปผลิตเป็น Bio-PP ต่อไป งานวิจัยของ Daniyanto และคณะได้ศึกษาการผลิตก๊าซสังเคราะห์จากอ้อย ระบบการสังเคราะห์ประกอบด้วย เครื่องปฏิกรณ์เพื่อทำปฏิกิริยาแก๊ซซิฟิเคชัน (Gasification reactor)

ไซโคลน (Cyclone) คอลัมน์หล่อเย็น (Cooler column) และปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) กลไกการทำงานเริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบชีวมวลที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งใส่ลงในเครื่องปฏิกรณ์เพื่อทำปฏิกิริยาแก๊ซซิฟิเคชัน โดยอาศัยความร้อน โดยก๊าซที่เกิดขึ้นจะลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนเครื่องปฏิกรณ์เพื่อเข้าสู่ไซโคลน ในกระบวนการนี้ของแข็งจะถูกแยกส่งด้านล่างและก๊าซจะเคลื่อนที่ไปยังคอลัมน์หล่อเย็นเพื่อแยกไปโอดีเซลให้ตกสู่ด้านล่างจากนั้นก๊าซจะเคลื่อนที่ไปยังปั๊มสุญญากาศเพื่อเป็นการแยกก๊าซขั้นสุดท้าย แผนผังแสดงกระบวนการทำงานแสดงดังภาพที่ 4^[9] และในการผลิตไบโอดีเซลจะได้ผลพลอยได้เป็นโพรเพนชีวภาพสามารถนำโพรเพนชีวภาพมาทำปฏิกิริยากำจัดน้ำเพื่อผลิตเป็นพอลิโพรพิลีนชีวภาพ อีกทั้งเมื่อใช้น้ำมันพืชเป็นวัตถุดิบโดยป้อนเครื่องซีตาร์แบบเร่งปฏิกิริยาเหลวโดยใช้ความร้อนจะได้พอลิโพรพิลีนชีวภาพเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตไบโอดีเซลผ่านเครื่องปฏิกรณ์ Gasifier^[9]

2. กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

เนื่องจากการสังเคราะห์ Bio-PP ได้พอลิโพรพิลีนจากวัตถุดิบและกระบวนการที่ต่างกัน แต่ในกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน เพื่อสังเคราะห์เป็น Bio-PP นั้นมีกระบวนการเหมือนการพอลิเมอไรเซชันของ PP ดังนั้นกระบวนการนำไปขึ้นรูปเพื่อประยุกต์ใช้งานต่างๆ นั้นจึงมีวิธีขึ้นรูปคล้ายกับการขึ้นรูป PP

2.1 กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection molding)

กระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ขึ้นรูปสามารถทำได้โดยใส่ส่วนผสมและเม็ดพลาสติกลงในกรวยกระบอกลแล้วอัดเข้าสู่เกลียวหนอนที่มีความร้อนทำให้เม็ดพลาสติกหลอมเหลว จากนั้นอัดพลาสติกเหลวด้วยความดันสูงเข้าสู่ช่องว่างภายในแม่พิมพ์ หล่อเย็นให้พลาสติกเย็นตัวลงจะได้รูปร่างชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เปิดแม่พิมพ์ออกเพื่อนำชิ้นงานออกจะผลิตชิ้นงานได้ในครั้งเดียว หลังจากนั้นจะปิดแม่พิมพ์และเริ่มฉีดเข้าแม่พิมพ์ถัดไปเรื่อยๆ ตัวอย่างของสภาวะในกระบวนการขึ้นรูปของเม็ดพลาสติกพอลิพโรพิลีนในการผลิตด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเข้าแม่พิมพ์ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตด้วยกระบวนการฉีดขึ้นรูปเข้าแม่พิมพ์

Process guidelines for injection molding	
Melt flow	0.200 - 2000 g/10min
Processing temperature	87.8 - 320 °C
Feed temperature	180 - 210 °C
Rear barrel temperature	177 - 274 °C
Middle barrel temperature	191 - 274 °C
Front barrel temperature	199 - 274 °C
Nozzle temperature	204 - 243 °C
Head temperature	210 °C
Mold temperature	5.00 - 80.0 °C
Ejection temperature	26.7 - 54.4 °C
Roll temperature	40.0 - 50.0 °C
Drying temperature	60.0 - 100 °C
Dry time	1.00 - 4.00 hour
Moisture content	0.0500 - 1.00 %
Injection pressure	2.76 - 103 MPa
Hold pressure	2.07 - 8.27 MPa
Back pressure	0.172 - 1.03 MPa

2.2 กระบวนการการอัดรีด (Extrusion)

กระบวนการรีดรีดหรือกระบวนการเอ็กซ์ทรูดเป็นกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกที่สามารถขึ้นรูปร่างของชิ้นงานที่มีภาคตัดขวางเท่ากันได้ กระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการใส่ส่วนผสมและเม็ดพลาสติกลงในกรวย จากนั้นอัดเข้าสู่เกลียวหนอนและให้ความร้อนทำให้พลาสติกหลอมไหลผ่านหัวดายที่มีรูปทรงตามลักษณะชิ้นงานที่ต้องการผลิตอย่างต่อเนื่องแล้วจึงทำการหล่อเย็น เพื่อให้ชิ้นงานคงรูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ ตัวอย่างของสภาวะในกระบวนการขึ้นรูปของเม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนในการผลิตด้วยกระบวนการอัดรีดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการอัดรีด

Process guidelines for extrusion molding	
Melt flow	0.250 - 1480 g/10 min
Processing temperature	120 - 330 °C
Middle barrel temperature	190 - 280 °C
Front barrel temperature	190 - 230 °C
Die temperature	200 - 310 °C
Head temperature	200 - 230 °C

2.3 กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่า (Blow molding)**กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่าเข้าแม่พิมพ์ (Extrusion blow molding)**

กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่าเข้าแม่พิมพ์ มีขั้นตอนคือ ทำการเอ็กซ์ทรูดท่ออ่อนลงภายในแม่พิมพ์ที่มีระบบการหล่อเย็นด้วยระบบน้ำไหลวนแล้วจึงทำการปิดแม่พิมพ์ จากนั้นใช้ลมเป่าให้ท่อพลาสติกพองตัวออก กระทั่งกับผนังแม่พิมพ์ที่เย็นเพื่อให้พลาสติกเกิดการแข็งตัว จะได้รูปร่างขึ้นงานตามลักษณะแม่พิมพ์

กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเป่าเข้าแม่พิมพ์ (Injection blow molding)

กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเป่าเข้าแม่พิมพ์ เป็นการขึ้นรูปโดยใช้เทคนิคการฉีดและการเป่าร่วมกัน ประกอบด้วยเครื่องฉีดเหมือนเครื่องฉีดพลาสติกทั่วไปเพื่อขึ้นรูปท่ออ่อนก่อนที่จะเป่าให้ขึ้นงานมีรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่รอยต่อที่คอและก้นของภาชนะ ผิวภาชนะมีความหนาเฉลี่ยที่แน่นอนและใกล้เคียงกัน ไม่มีส่วนเกินที่ต้องตัดทิ้ง

กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่าแล้วยืด (Stretch blow molding)

กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่าแล้วยืด เป็นการฉีดเป่าที่ทำการดึงพลาสติกหลอมบนแกนหรือตัวรองรับให้ยืดออกในแนวแกนแม่พิมพ์ ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลมีระเบียบมากขึ้น ทำให้มีสมบัติเชิงกลมากขึ้น เช่น การทนแรงกระแทก การทนต่อแรงดึง ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะโปร่งใสมากขึ้น มีความมัน และลดความสามารถในการส่งผ่านโมเลกุลก๊าซได้ดีขึ้น โดยตัวอย่างสภาวะในกระบวนการขึ้นรูปของเม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนในการผลิตด้วยกระบวนการเป่าขึ้นรูปแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการเป่าขึ้นรูป^[10]

Process guidelines for blow molding	
L/D ratio	20:1
Compression ratio	3.5:1
Melt flow	0.500 - 50.0 g/10 min
Processing temperature	177 - 249 °C

2.4 กระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัดด้วยความร้อน (Compression molding)

กระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัดด้วยความร้อนเริ่มต้นจากการนำเม็ดพลาสติกใส่เข้าแม่พิมพ์ เมื่อเม็ดพลาสติกได้รับความร้อนผ่านแม่พิมพ์จะทำให้สายโซ่ภายในโมเลกุลเริ่มขยับส่งผลให้เกิดการคลายตัวของสายโซ่จึงเกิดการหลอม จากนั้นเมื่ออัดด้วยความร้อนจะทำให้พลาสติกมีจัดเรียงตัวใหม่ เมื่อทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลงพลาสติกจะเกิดการจัดเรียงตัวในส่วนของผลึก จากนั้นจึงแกะออกจากแม่พิมพ์ โดยตัวอย่างสภาวะในกระบวนการขึ้นรูปของเม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนในการผลิตด้วยกระบวนการกดอัดด้วยความร้อนแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการกดอัดด้วยความร้อน ^[11]

Process guidelines for compression molding	
Processing temperature	180 to 220 °C
Processing pressure	3-20 MPa

2.5 กระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (Thermoforming)

กระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นเป็นกระบวนการขึ้นรูปที่ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การทำให้แผ่นพลาสติกอ่อนตัวด้วยความร้อน หลังจากนั้นจึงทำให้พลาสติกยึดตัวออกให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างตามแม่พิมพ์ โดยใช้วิธีอัดอย่างใดอย่างหนึ่งได้แก่ แรงดันลม แรงดันสุญญากาศ การกระทำเชิงกล หรือใช้แรงทั้งสามชนิดร่วมกัน พลาสติกวัตถุดิบที่ใช้กันมากที่สุดคือ แผ่นพลาสติก แต่บางกรณีอาจใช้ฟิล์มพลาสติก โดยตัวอย่างของสภาวะในกระบวนการขึ้นรูปของเม็ดพลาสติกพอลิพรอพิลีนในการผลิตด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

Process guidelines for molding	
Melt flow	0.450 - 8.00 g/10 min
Processing temperature	199 – 260 °C

3. บริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย

3.1 บริษัทผู้ผลิต Bio-PP

3.1.1 ภายในประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รายชื่อบริษัทผู้ผลิต Bio-PP ภายในประเทศ

บริษัทผู้ผลิต	ที่อยู่	เบอร์โทร	ประเทศ	เว็บไซต์
บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด	สำนักงานใหญ่ 1 ถนนพูนซิเมนต์ไทย บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800	0-2586-3333, 0-2586-4444	ไทย	http://www.scg.co.th/landing/
บริษัท ดาวเคมีคัล จำกัด	4 นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซอย จี2 ตำบลมาบตาพุด อําเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง 21150	0-3868-7400, 0-3868-3824	ไทย	http://www.dow.com/thailand/

บริษัทผู้ผลิต	ที่อยู่	เบอร์โทร	ประเทศ	เว็บไซต์
บริษัท ตะล่อมสิน พลาสติก จำกัด	924 ถนนพระราม 3 แขวง บางโพงพาง เขตยานนาวา กทม. 10120	0-2294- 6300-12	ไทย	talomsin.yellow pages.co.th

3.1.2 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 รายชื่อบริษัทผู้ผลิต Bio-PP ในต่างประเทศ

Manufacturers	Address	Contact	Country	Web site
Braskem	Rua Lemos Monteiro, 120, Edifício Odebrecht São Paulo – Butantã, SP Brasil.	05501-050	Brasil	https://www.braskem.com.br/ busca?q=bio+P P
Zahid- Agroinvest	Ukraine, Ternopol region, Lanovtsy, g.Lanovcy, vul.Zagrebelna	+31 183 695 695	Netherlands	http://zahidagr oinvest.biz- gid.com/
Prospector®	UL do Brasil Avenida Engenheiro Luis Carlos Berrini 105 – 24º andar. São Paulo – SP	04571-010	Brasil	https://www.ul prospector.com /en/about

3.2 บริษัทผู้จัดจำหน่าย Bio-PP

3.2.1 ภายในประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 รายชื่อบริษัทผู้จัดจำหน่าย Bio-PP ภายในประเทศ

บริษัทผู้จำหน่าย	ที่อยู่	เบอร์โทร	ประเทศ	เว็บไซต์
บริษัท ปูนซิเมนต์ ไทย จำกัด	สำนักงานใหญ่ 1 ถนนปูนซี เมนต์ไทย บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800	0-2586- 3333, 0- 2586-4444	ไทย	http://www.scg. co.th/landing/
บริษัท ดาวเคมี คัล จำกัด	4 นิคมอุตสาหกรรมมาบตา พุด ซอย จี2 ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมืองระยอง จังหวัด ระยอง 21150	0-3868- 7400, 0- 3868-3824	ไทย	http://www.do w.com/thailand /
บริษัท ตะล่อมสิน พลาสติก จำกัด	924 ถนนพระราม 3 แขวง บางโพงพาง เขตยานนาวา กทม. 10120	0-2294- 6300-12	ไทย	talomsin.yellow pages.co.th

3.2.2 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รายชื่อบริษัทผู้จัดจำหน่าย Bio-PP ในต่างประเทศ

Manufacturers	Address	Contact	Country	Web site
Braskem	Rua Lemos Monteiro, 120, Edifício Odebrecht São Paulo – Butantã, SP Brasil.	05501-050	Brasil	https://www.braskem.com.br/busca?q=bio+PP
Zahid-Agroinvest	Ukraine, Ternopol region, Lanovtsy, g.Lanovcy, vul.Zagrebelna	+31 183 695 695	Netherlands	http://zahidagroinvest.biz-gid.com/
Prospector®	UL do Brasil Avenida Engenheiro Luis Carlos Berrini 105 – 24° andar. São Paulo – SP	04571-010	Brasil	https://www.ulprospector.com/en/about

4. การประยุกต์ใช้ Bio-PP ในอุตสาหกรรม

4.1 ผลิตภัณฑ์พลาสติกทางการเกษตร

การนำ Bio-PP มาประยุกต์ใช้ในการเกษตรนั้นจะส่งผลให้ลดปริมาณขยะลงได้ เนื่องจาก Bio-PP มีความสามารถในการย่อยสลายได้ด้วยตัวเอง ทำให้ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เช่น กระสอบข้าว ถุงปุ๋ย และตัวกรองอากาศในบ่อปลา เป็นต้น



กระสอบข้าว [12]



ถุงปุ๋ย [13]



ตัวกรองอากาศในบ่อปลา [14]

ภาพที่ 5 ตัวอย่างพลาสติกทางการเกษตรที่ผลิตจาก Bio-PP

กระสอบข้าว	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Extrusion molding
ถุงปุ๋ย	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Extrusion molding
ตัวกรองอากาศในบ่อปลา	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Injection molding

ตารางที่ 11 คุณสมบัติของ Bio-PP เมื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดฟิล์มเคลือบผ่านเกลียว [15]

Typical Properties	Family	MFR	Density	Flexural Modulus (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Tensile Strain (%)	Charpy Notched Impact Strength at 23°C	Charpy Notched Impact Strength at -20°C	Heat Deflection Temperature- Under Load66 psi (0.45 MPa), Unannealed
ISO Method		ISO 1133	ISO 1183	ISO 178	ISO 527-2	ISO 527-2	ISO 179-1/1eA	ISO 179-1/1eA	ISO 75-2/B
Units		g/10 min	g/cm ³	MPa	MPa	%	kJ/m ²	kJ/m ²	°C
DC7057.01	Impact copolymer	7	0.900	1300	27	6	10	5	95
Speciality film									
DH357.01	Homopolymer	9.5	0.900	1200	32	13	5	-	
Speciality film									

ตารางที่ 12 คุณสมบัติของ Bio-PP เมื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดขึ้นรูป [16]

Current Resin	New Grade	Family	MFR	Flexural Modulus (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Tensile Strain (%)	Charpy Notched Impact Strength at 23°C	Charpy Notched Impact Strength at 0°C	Heat Deflection Temperature- Under Load66 psi (0.45 MPa), Unannealed	Haze (39.4 mil) (1000 µm)
Method			ISO 1133	ISO 178	ISO 527-2	ISO 527-2	ISO 179-1/1eA	ISO 179-1/1eA	ISO 75-2/B	ASTM D1003
Units			g/10 min	MPa	MPa	%	kJ/m ²	kJ/m ²	°C	%
H734-52RNA	DH789.01	Homopolymer	50	1700	35	8	2.5	-	105	-
New grade has excellent organoleptic properties, high flow resin										
Inspire 364 DR7052.01	D364.01	Random	42	1050	28	12	6	2	83	12
Cost reduction possibility by improved down-gauging, excellent organoleptic performance										
D382.01		Random	70	1060	30	13	5	2	83	11
Designed for critical applications where excellent taste & odor performance and good optics are required										
C791-30NA		Impact copolymer	30	1300	26	9	7	3	96	-
Good balance of mechanical properties										
C7082-30NA		Impact copolymer	30	1300	25	5	8.5	5	98	-
Excellent balance of flowability with mechanical properties										
C7070-35N		Impact copolymer	35	1350	25	5	6.5	4.5	85	-
Thin wall consumer goods, thin wall rigid packaging.										
C7070-44NAHP Inspire 702	DC705.01	Impact copolymer	50	1400	28	40	7	4	97	-
High flow, excellent organoleptic properties										
C711-70RNA	DC707.01	Impact copolymer	70	1300	24	5	6	3	95	-
Very high flow, excellent organoleptic properties										
C7069-100NA		Impact copolymer	100	1580	28	5	4	2.5	105	-
Very high flow resin										

4.2 ผลกระทบพลาสติกบรรจุภัณฑ์

การใช้งาน Bio-PP นิยมใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น ขวดพลาสติก กล่องเก็บของ และฟิล์มห่ออาหาร เป็นต้น



ขวด [17]

ฝาขวด [18]



กล่องเก็บอาหาร [19]

กล่องใส่ของ [20]

ห่ออาหาร [21]

ห่อสินค้า [21]

ภาพที่ 6 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจาก Bio-PP

ขวด	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Blow molding
ฝาขวด	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Injection molding
กล่องเก็บอาหาร	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Thermoforming
กล่องใส่ของ	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Thermoforming
ห่ออาหาร	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Extrusion molding
ห่อสินค้า	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Extrusion molding

ตารางที่ 13 คุณสมบัติของ Bio-PP เมื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการเป่าขึ้นรูป [22]

Current grade	New grade	MFR	PP family	Tensile Modulus	Tensile Strain at Yield	Charpy Notched Impact Strength at 23°C	Charpy Notched Impact Strength at 0°C	Charpy Notched Impact Strength at 20°C	Heat Deflection Temperature 0.45 MPa	Haze, 1 mm plaque
Method		ISO 1133		ISO 527-2/1A	ISO 527-2/1A	ISO 179-1/1eA	ISO 179-1/1eA	ISO 179-1/1eA	ISO 75-2/B	ASTM D1003
Units		g/10 min		MPa	%	kJ/m ²	kJ/m ²	kJ/m ²	°C	%
Inspire137	D137.01	0.75	Heterophasic copolymer	1000	13	40 (no break)	5	3	71	n.m.
C123-01N		1.2	Heterophasic copolymer	1350	8	15	6.5	4.5	87	n.m.
C7061-01N	DC7061.01	1.5	Heterophasic copolymer	1300	9	15	6.5	4.5	85	n.m.
R7050-02N	DR155.01	2	Random copolymer	900	12	18 (hinge break)	n.m.	n.m.	68	10
DR152.00	Inspire 152	2	Random copolymer	1100	11	8,500	n.m.	n.m.	79	10
DR7051.01		10	Random copolymer	1200	28	12	6	2.5	80	12

ตารางที่ 14 สมบัติของ Bio-PP เมื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการเป่าขึ้นรูปฟิล์ม [22]

Former grade	New grade	MFR	PP family	Density	Tensile Modulus	Tensile Strength at Yield	Tensile Strain at Yield	Tensile Strain at Break	Charpy Notched Impact Strength at 23°C	Heat Deflection Temperature 0.45 MPa	Haze, 1 mm plaque
Method		ISO 1133		ISO 1183	ISO 527-2/1A	ISO 527-2/1A	ISO 527-2/1A	ISO 527-2/1A	ISO 527-2/1A	ISO 179-1/1eA	ASTMD1003
Units		g/10 min		g/cm ³	MPa	MPa	%	%	kJ/m ²	°C	%
Inspire137	D137.01	0.8	Impact copolymer	0.905	1000	24	12	>50	40 (no break)	71	n.m.
High molecular weight Heterophasic PP copolymer ensures stable film production and supplies high toughness stiffness and excellent sensorik											
Inspire136	DC7056.05	3.5	Impact copolymer	0.905	1000	24	12	>50	10,000	68	n.m.
Medium molecular weight Heterophasic PP copolymer offering a good stiffness to toughness balance											
Inspire361	DR155.01	1.8	Random copolymer	0.905	900	26	12	>50	18 (hinge break)	68	10
Random PP copolymer delivers an optimum on high toughness, excellent sensorik and optical properties											
DR152.00	Inspire 152	2	Random copolymer	0.905	1100	29	11	>50	8,500	79	10
Random PP copolymer on higher stiffness level, very good test and odor and transparency											

ตารางที่ 15 คุณสมบัติของ Bio-PP เมื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น [22]

Typical Properties	Family	MFR	Density	Flexural Modulus (MPa)	Tensile Stress (MPa)	Tensile Strain (%)	Charpy Notched Impact Strength at 23°C	Charpy Notched Impact Strength at -20°C	Heat Deflection Temperature-Under Load66 psi (0.45 MPa), Unannealed
ISO Method		ISO 1133	ISO 1183	ISO 178	ISO 527-2	ISO 527-2	ISO 179-1/1eA	ISO 179-1/1eA	ISO 75-2/B
Units		g/10 min	g/cm ³	MPa	MPa	%	kJ/m ²	kJ/m ²	°C
DC7061-01N	Impact copolymer	1.5	0.900	1300	27	7	18	6	95
Rigid packaging sheet and thermoforming									
DC7056.05	Impact copolymer	3.5	0.9	1150	26	10	12	5	88
Rigid packaging, sheet and thermoforming									
H105-03NA	Homopolymer	3.2	0.900	1600	35	11	5.5	35	120
Rigid packaging, sheet and thermoforming									
Inspire 234	Homopolymer	3.2	0.900	2100	45	10	3.5	30	123
Rigid packaging, high stiffness, sheet and thermoforming									
D105.01	Homopolymer	2.1	0.900	1750	37	9	5		100
Rigid packaging, transparent and excellent organoleptic									

4.4 ผลกระทบพลาสติกสำหรับของเล่น

การผลิตของเล่นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรก เนื่องจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่อยู่ในวัยเด็ก ดังนั้นการผลิตของเล่นจาก Bio-PP จึงเป็นที่สนใจ เช่น ลูกบอล เมื่อเด็กนำเข้าปากหรือสัมผัสจะไม่ทำให้เกิดอันตราย เป็นต้น



ลูกบอล [23]

ภาพที่ 7 ตัวอย่างของเล่นที่ผลิตจาก Bio-PP

ลูกบอล

ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Injection molding

4.5 ผลิตภัณฑ์พลาสติกสำหรับเครื่องใช้ในบ้าน

ปัจจุบันมีของใช้ในบ้านนิยมทำจากพลาสติก แต่เพื่อความปลอดภัยด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การนำ Bio-PP มาใช้งานจึงน่าสนใจมากขึ้น ตัวอย่างเครื่องใช้ที่ผลิตจาก Bio-PP เช่น ถาดอาหาร ถูใส่ของ ลังใส่ขวด แผ่นกันลื่น และวัสดุปูพื้น เป็นต้น



ถาดอาหาร [24]



ถูใส่ของ [25]



ลังใส่ขวด [26]



แผ่นกันลื่น [27]



วัสดุปูพื้น [28]

ภาพที่ 8 ตัวอย่างเครื่องใช้ในบ้านที่ผลิตจาก Bio-PP

ถาดอาหาร

ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Thermoforming

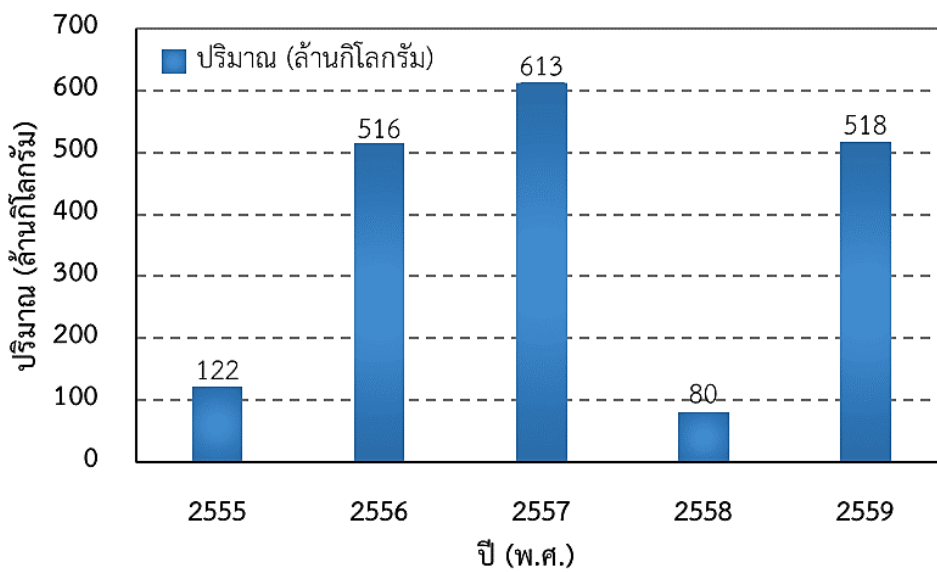
ถูใส่ของ

ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Extrusion molding

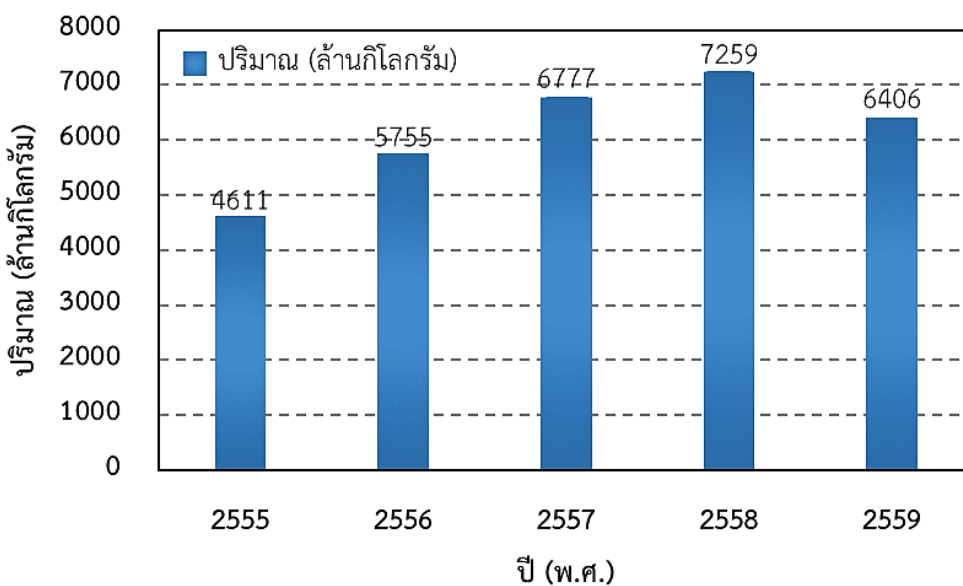
ลึงใส่ขวด	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Injection molding
แผ่นกันลื่น	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Thermoforming
วัสดุปูพื้น	ขึ้นรูปด้วยกระบวนการ	Thermoforming

5. ความรู้และข่าวสารใหม่ๆ

เนื่องจากการผลิต Bio-PP สามารถผลิตได้จากผลิตผลทางเกษตรกรรมและประเทศไทยถือเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สามารถผลิต ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น โดยผลิตผลทางการเกษตรเหล่านี้จะถูกส่งออกไปต่างประเทศมูลค่าหลายล้านบาท ซึ่งลักษณะการส่งออกอยู่ในรูปวัตถุดิบหรือการแปรรูปเบื้องต้นจากภาพที่ 9 และ 10 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกของข้าวโพดและมันสำปะหลังหลายล้าน กิโลกรัม มูลค่ากว่าพันล้านบาท แต่หากนำผลิตผลทางเกษตรกรรมมาแปรรูปเป็นพลาสติกชีวภาพจะส่งผลให้มูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์ประมาณ 2-3% ของ GDP



ภาพที่ 9 สถิติการส่งออกข้าวโพดระหว่างปี 2555-2559 [29]



ภาพที่ 10 สถิติการส่งออกมันสำปะหลังระหว่างปี 2555-2559 [30]

นโยบายด้านพลังงานจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ของประเทศไทยได้กล่าวถึงการใช้พลาสติกชีวภาพในหัวข้อ “การพัฒนาภาคอุตสาหกรรมพัฒนาต่อยอดความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพปัจจุบันเพื่อยกระดับไปสู่อุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง” โดยต้องการพัฒนานวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิด ทางด้านอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ชีวภาพและพลาสติกชีวภาพได้ ดังนั้นในอนาคตคาดว่าปริมาณการผลิตและการใช้พลาสติกชีวภาพจะมีปริมาณสูงขึ้น^[31]

แนวโน้มการขยายตัวของ Bio-PP ในต่างประเทศ คาดว่าตลาดของ Bio-PP จะพุ่งแตะ 18.1 กิโลกรัม ภายในปี 2565 เนื่องจากรายได้จากตลาด Bio-PP เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเพราะมีการใช้งานทั้งด้านสาธารณสุข โภชนาการ ยานยนต์ การแพทย์ และบรรจุภัณฑ์ ตามข้อมูลเชิงลึกของตลาดโลกความต้องการที่เพิ่มขึ้นของวัสดุที่มีน้ำหนักเบาในการผลิตยานพาหนะเพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำมันคาดว่าจะขับเคลื่อนขนาดตลาด Bio-PP คล้ายกับ PP สังเคราะห์ เนื่องจากเป็นพอลิเมอร์เทอร์โมพลาสติกที่ได้รับแหล่งธรรมชาติ เช่น ปืท ข้าวโพด และอ้อย ผ่านกระบวนการหมักหรือการทำให้ก๊าซ และยังมีคุณสมบัติโดดเด่น เช่น จุดหลอมเหลวสูง สามารถยึดได้ ทนต่อความล้าติ และน้ำหนักเบา เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานในอุตสาหกรรมผู้ใช้นั้นหลาย เช่น พิล์ม BOPP เป็นการประยุกต์ใช้ Bio-PP เพื่อใช้ในบรรจุภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ประเทศออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ แคนาดา และสิงคโปร์กำลังใช้ BOPP สำหรับบันทึกสกุลเงิน "ประเทศอังกฤษ ใช้ BOPP ในการผลิตธนบัตรพลาสติก ในเดือนกันยายน 2560" ซึ่งขอบเขตของการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นจะเพิ่มการใช้ Bio-PP ในระบบท่อ สิ่งทอ รถยนต์ การแพทย์ และบรรจุภัณฑ์ เพราะพลาสติกส่วนใหญ่ที่ใช้ในรถยนต์เป็น PP ดังนั้นเพื่อลดน้ำหนัก และให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง จึงหันมาใช้ Bio-PP เป็นวัสดุสำหรับผลิต^[32]

เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://biopol.free.fr/index.php/to-make-green-polypropylene-from-sugarcane/>
- [2] <http://www.icis.com/blogs/green-chemicals/2010/11/braskem-to-build-bio-pp-plant.html>
- [3] <http://www.bioplastics24.com/content/view/1345/2/lang,en/>
- [4] <http://www.biopolypropylene.com/>
- [5] <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/Designer/session5.html>
- [6] <https://books.google.co.th/books?id=TSqOAwAAQBAJ&pg=PA39&lpg=PA39&dq=trade+name+of+bio+based+of+pp&source=bl&ots=IH1CBYsfsZ&sig=XdYevu7Nz9IGwPjdA0AgbaGwjQ&hl=th&sa=X&ved=0ahUKEwja7cX4ncrTAhVGul8KHZFWC94Q6AEILjAB#v=onepage&q=trade%20name%20of%20bio%20based%20of%20pp&f=false>
- [7] <http://www.icis.com/blogs/green-chemicals/2010/11/braskem-to-build-bio-pp-plant/>
- [8] <https://polymerinnovationblog.com/bio-based-polypropylene-multiple-synthetic-routes-under-investigation/>
- [9] Daniyanto, Sutidjan, Deendarlianto, Arief Budiman, (2015) Torrefaction of Indonesian sugar-cane bagasse to improve bio-syngas quality for gasification process. Energy Procedia 68:157 – 166.
- [10] IRPC Public Company Limited, Polypropylene (PP) 3342M. Polimaxx.

- [11] Wang C, Tsai W, Sun S, Hsu C, Chang R, CoreTech System (Moldex3D) Co., Ltd., Chupei City, Hsinchu County, 302, Taiwan.
- [12] https://www.alibaba.com/product-detail/new-product-BIO-pp-woven-25kg_60120595910.html
- [13] https://www.alibaba.com/product-detail/laminated-pp-woven-bio-organic-fertilizer_621025806.html
- [14] https://www.alibaba.com/product-detail/bio-ball-aquarium-filter_60574183184.html?s=p
- [15] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Braskem%20Portfolio%202014_final.pdf
- [16] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Thin%20wall%20injection%20molding%20Europe%202013correct%20copy_ok.pdf
- [17] <https://translate.google.co.th/?hl=th#en/th/packaging>
- [18] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Cap_Europe.pdf
- [19] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Thin%20wall%20injection%20molding%20Europe%202013correct%20copy_ok.pdf
- [20] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Thin%20wall%20injection%20molding%20Europe%202013correct%20copy_ok.pdf
- [21] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Blown%20Film%20Europe%202013correct_ok.pdf
- [22] http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/1230/Blow%20Molding%20Europe%202013correction_ok.pdf
- [23] <http://yuki0799.sell.everychina.com/p-98618927-pp-pe-bio-suspended-ball-for-water-treatment-polypropylene-hollow-balls-price-amp-polypropylene-hollow-balls-price.html>
- [24] <http://www.buykorea.org/product-details/Bio-PP-BPA-free-Whale-Foodtray-cup-holder-five-spaces-blue-pink--3082343.html>
- [25] https://www.alibaba.com/product-detail/Cheap-wholesale-pp-non-woven-shopping_60078705858.html?s=p
- [26] <http://www.bioplasticsmagazine.com/en/news/meldungen/20150806-FKUR-launches-new-biobased-PP-compound.php>
- [27] <https://www.amazon.co.uk/Grant-Instruments-BIO-PP-4-Platform-Non-Slip/dp/B0090QYH6S>
- [28] https://www.alibaba.com/product-detail/Ground-bio-green-PP_875706042.html?s=p
- [29] http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php
- [30] http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php

- [31] ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133 ตอนที่ 115 ก. 30 ธันวาคม พ.ศ. 2559
- [32] http://www.abnewswire.com/pressreleases/bio-polypropylene-pp-market-is-projected-to-hit-181-kilo-tons-by-2022-fractovia_94668.html