

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูล การศึกษาที่เกี่ยวข้อง และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ข้าวโพด [1]

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Zea mays</i> Linn.
ชื่อภาษาอังกฤษ	(Maize ,Corn)
ชื่อวงศ์	ZINGIBERACEAE
ชื่อสามัญ	Baby Corn.
ชื่ออื่นๆ	ข้าวสาลี สาลี (เหนือ) คง (กระบี่) โปด (ใต้) ป้อเคเสะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ข้าวโพดเป็นพืชพวกหญ้า มีลำต้นแข็งแรง และตั้งตรงคล้ายต้นอ้อย ความสูงของลำต้นแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ อาจมีความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ไปจนถึง 6 เมตร ลำต้นเป็นปล้องๆ อาจมีตั้งแต่ 8-20 ปล้อง ใบยาวเรียวเกาะติดกับต้น



รูปที่ 2.1 ลักษณะของต้นข้าวโพด [1]

ฝักข้าวโพดจะเกิดตรงข้ออยู่ตรงส่วนกลางของลำต้น โดยมีเปลือกเป็นกลีบต่างๆ สีเขียว มีหลายชั้นห่อหุ้มอยู่เปลือกชั้นนอกมีสีเขียวแก่กว่าชั้นใน ปลายฝักมีเส้นเล็กๆ สีเขียวอ่อนใสบางเหมือนเส้นผม เรียกว่า ไหมข้าวโพด หรือ ฝอยข้าวโพด ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีหลายฝักก็ได้ และเมล็ดข้าวโพดที่เรารับประทานมีหลายสี เช่น สีนวล สีเหลือง สีม่วง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดยจะเกาะติดอยู่ตรงส่วนที่เป็นแกนกลางเรียกว่า ชังข้าวโพด



รูปที่ 2.2 ลักษณะของซังข้าวโพด [1]

2.1.1 แหล่งปลูกข้าวโพด [1]

ข้าวโพดสามารถปลูกได้อย่างกว้างขวางทั่วโลกตั้งแต่ละติจูดที่ 58 องศา ในประเทศแคนาดา ผ่านเขตโซนร้อนลงมาจนถึงเขตตอนใต้ประมาณละติจูดที่ 35-40 ข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่ซึ่งมีระดับเดียวกับน้ำทะเลไปจนถึงพื้นที่ระดับสูงกว่าน้ำทะเล 3,000-3,900 เมตร ในประเทศเปรูและเม็กซิโก แหล่งผลิตข้าวโพดสำคัญๆ เรียงตามปริมาณการผลิตมากไปหาน้อย คือ สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียตรัสเซีย เม็กซิโก สหภาพแอฟริกาใต้ อาร์เจนตินารูมาเนีย ยูโกสลาเวีย อินเดีย อิตาลี ฝรั่งเศส และอินโดนีเซีย

สำหรับในประเทศไทยอาจกล่าวได้ว่า ข้าวโพดสามารถปลูกได้ดีทุกภาค จังหวัดที่ผลิตข้าวโพดมากในแต่ละภาค เรียงตามปริมาณการผลิตมากไปหาน้อย ดังนี้

ภาคกลาง มี เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ สระบุรี พิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย และปราจีนบุรี

ภาคเหนือ มี แพร่ น่าน เชียงราย และเชียงใหม่

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มี นครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ขอนแก่น และชัยภูมิ

ภาคใต้ ปลูกมากที่สุด สงขลา สุราษฎร์ธานี และ นครศรีธรรมราช

2.1.2 ประวัติและถิ่นฐานดั้งเดิมของข้าวโพด [1]

พันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ปลูกในปัจจุบันนี้ เป็นพืชที่ไม่สามารถขึ้นเองได้ถ้ามนุษย์ไม่ให้การปฏิบัติรักษาเท่าที่ควร ไม่มีใครทราบเกี่ยวกับรากฐานดั้งเดิมว่า พืชนี้เปลี่ยนจากพืชป่ามาเป็นพืชเลี้ยงเมื่อใด แต่คงเป็นเวลานานับพันๆ ปีมาแล้ว นักภูมิศาสตร์และนักโบราณคดีหลายท่านสันนิษฐานว่า มนุษย์รู้จักปลูกข้าวโพดกันมากกว่า 4,500 และในข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา และถิ่นฐานดั้งเดิมของข้าวโพดนั้น ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีผู้ใดทราบแน่ชัด ถึงแม้ว่าได้มีนักค้นคว้าหลายท่านได้ทำการศึกษา และให้ข้อสันนิษฐานต่างๆ มานาน แต่ก็ยังมีเหตุผลหลายประการที่ขัดแย้งกันอยู่บางท่านสันนิษฐานว่า ข้าวโพดอาจมีถิ่นฐานในแถบที่ราบสูงซึ่งเป็นที่ตั้งของประเทศเปรู โบลิเวีย และเอกวาดอร์ ในทวีปอเมริกาใต้ เนื่องจากมีผู้พบข้าวโพดพันธุ์พื้นเมืองหลายพันธุ์มีความแปรปรวนในด้านกรรมพันธุ์ และมีลักษณะต่างๆ ผิดแผกกันมาก นอกจากนี้ข้าวโพดบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายข้าวโพด

ปายังพบขึ้นในแถบนั้นอีกด้วย แต่บางท่านก็ให้ข้อคิดว่า ในแถบอเมริกากลางและตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก น่าจะเป็นแหล่งกำเนิดข้าวโพดมากกว่า เพราะมีหลักฐานพื้นเมืองของบริเวณนี้ 2 ชนิด คือ กล้วยาทรืซาคัม (Trip saxum) และกล้วยาทีโอซินเท (Teosinte) ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์หลายประการคล้ายคลึงกับข้าวโพดมาก นอกจากนี้ ยังมีนักโบราณคดี ได้ขุดพบซากซึ่งของข้าวโพดปนกันอยู่กับซากของโบราณวัตถุต่างๆ ซึ่งฝังอยู่ใต้ดินลึกถึง 28 เมตร บริเวณเมืองหลวงของประเทศเม็กซิโก ในบริเวณถ้ำ และสุสานหลายแห่ง จากการพิสูจน์ตามหลักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า ซากสิ่งของเหล่านี้มีอายุนานกว่า 4,000 ปี ซึ่งแสดงว่า มีข้าวโพดปลูกอยู่ในแถบนี้เป็นเวลานานนับพันปีมาแล้ว นอกจากนี้บางท่านได้ให้ความเห็นอีกว่า ข้าวโพดบางชนิดอาจมีรากฐานอยู่ในเอเชียก็ได้ เพราะพืชพื้นเมืองหลายอย่างในแถบนี้จะมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายข้าวโพดมาก เช่น ลูกเดือย และอ้อยน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งหมดนี้เป็นข้อสันนิษฐาน และเหตุผลของแต่ละท่าน ยังไม่มีประจักษ์พยานยืนยันแน่ชัดคงจะต้องถกเถียง และค้นคว้าหาความจริงกันต่อไปอีก

สำหรับพืชดั้งเดิมของข้าวโพดนั้น ได้มีนักพฤกษศาสตร์ และนักพันธุศาสตร์ ตั้งสมมุติฐานขึ้นต่างๆ กัน เนื่องจากข้าวโพดมีส่วนใกล้เคียงกับกล้วยาทรืซาคัม และทีโอซินเทมาก บางท่านจึงเชื่อว่า กล้วยาพวกนี้เป็นบรรพบุรุษของข้าวโพด อย่างไรก็ตาม จากการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างข้าวโพดกับกล้วยาทรืซาคัม ปรากฏว่า ได้ลูกผสมออกมาเป็นกล้วยาทีโอซินเท นอกจากนั้น ความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดกับกล้วยาทั้งสองชนิดนี้ทำให้หลายท่านสรุปได้ว่ากล้วยาทั้ง 2 ชนิดนั้นไม่ได้เป็นพืชดั้งเดิมของข้าวโพด ข้าวโพดที่ปลูกอยู่ทุกวันนี้ คงจะวิวัฒนาการมาจากข้าวโพดพันธุ์ป่า (pod maize) อย่างแน่นอน ดังนั้น กล้วยาทรืซาคัม และทีโอซินเท ก็ควรเป็นพืชดั้งเดิมเดียวกับข้าวโพด หากแต่ได้วิวัฒนาการมาคนละสาย จึงมีลักษณะแตกต่างกันในปัจจุบัน

การแพร่หลายของข้าวโพดจากถิ่นเดิมไปยังส่วนต่างๆ ของโลกนั้น เข้าใจว่า เกิดจากชาวอินเดียนแดง เจ้าถิ่นเดิมของทวีปอเมริกา เป็นผู้นำจากอเมริกากลางไปปลูกในส่วนต่างๆ ของทวีปอเมริกาและหมู่เกาะคาริบเบียน ชาวอินเดียนแดงเป็นชนชาติที่มีส่วนสำคัญ ในด้านวิวัฒนาการเกี่ยวกับการปลูกข้าวโพด ทั้งในด้าน การปลูก การคัดเลือกพันธุ์ เช่น รู้จักการคัดเลือกพันธุ์ โดยอาศัยลักษณะ และสีสันของเมล็ด รู้จักเลือกฤดูปลูก ที่เหมาะ คือ รอจนกว่าใบต้นโถ้วจะผลิออกมามีขนาดเท่าหูกระรอกเสียก่อน จึงจะปลูก และรู้จักการจับปลาในลำธารมาใส่ที่โคนต้นข้าวโพด เพื่อให้เน่าเปื่อยเป็นปุ๋ย เมื่อโคลัมบัสเดินทางมาพบทวีปอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2035 นั้น ได้พบว่า ข้าวโพดมีปลูกอยู่ทั่วไปในดินแดนแห่งนั้น จึงได้ลองนำเมล็ดกลับไปปลูกในยุโรป ซึ่งต่อมา ก็ได้แพร่หลายต่อไปยังทวีปแอฟริกา เอเชีย และออสเตรเลีย

ในโลกเก่าซึ่งได้แก่ ทวีปยุโรปและเอเชียนั้น มีการเรียกชื่อข้าวโพดต่างๆ กัน เช่น สเปนนิชคอร์น (spanish corn) โรมันคอร์น (roman corn) กินีคอร์น (guinea corn) เทอร์กิชคอร์น (turkish corn) อินเดียนคอร์น (indian corn) การที่เรียกชื่อไปต่างๆ กันเช่นนี้ เข้าใจว่าเรียกตามท้องถิ่นที่ปลูกนั่นเอง และการกล่าว ถึงคอร์น (corn) เฉยๆ อาจไม่ได้หมายถึงข้าวโพด แต่หมายถึงข้าวสาลีหรือธัญพืชชนิดอื่น ฉะนั้น บรรดาประเทศในภาคพื้นเหล่านี้ เมื่อจะกล่าวถึงข้าวโพด

มักจะใช้คำว่า เมซ (maize) หรืออินเดียนคอร์น มากกว่าคำว่า คอร์นเฉยๆ คำว่า เมซ สันนิษฐานว่า มาจากภาษาอินเดียนแดง คือ มาฮิซ (mahiz) หรือ มาริซิ (marisi)

2.1.3 ประวัติของข้าวโพดในประเทศไทย [1]

ปัจจุบันนี้ไม่อาจทราบแน่ชัดว่าบรรพบุรุษของไทยเรา รู้จักปลูกข้าวโพดกันมาตั้งแต่เมื่อใด ถึงแม้จะมีนักค้นคว้าบางท่านกล่าวว่า คนชาติไทยอาจรู้จักปลูกข้าวโพดกันมาก่อนที่จะอพยพมาตั้งถิ่นฐานอยู่ในแหลมทองเสียอีก บางท่านสันนิษฐานว่าได้รับข้าวโพดมาจากอินเดีย แต่ทั้งนี้ไม่มีหลักฐานยืนยันได้แน่ชัดเอกสารเก่าแก่ที่พบเป็นจดหมายเหตุของลูแบร์ (Monsieur De La Loubere) ชาวฝรั่งเศสที่เข้ามาเมืองไทยในสมัยแผ่นดินสมเด็จพระนารายณ์มหาราชระหว่างปี พ.ศ. 2230-2231 โดยได้เขียนไว้ว่า "คนไทยปลูกข้าวโพดแต่ในสวนเท่านั้น และต้มกินหรือเผากินทั้งฝักโดยมิได้ปอกเปลือก หรือกะเทาะเมล็ดเสียก่อน" เขายังได้อธิบายถึงข้าวโพดสาลี (kaou-possali) ว่าเป็นอาหารเฉพาะพระเจ้าแผ่นดิน จดหมายเหตุฉบับนี้ทำให้พอทราบว่าข้าวโพดมีปลูกในประเทศไทยมาตั้งแต่สมัยนั้นแล้ว หากแต่ปลูกกันไม่มากนักคงจะปลูกกันอย่างพิชหายาก หรือพืชแปลกที่นำมาจากที่อื่น

ข้าวโพดในสมัยโบราณของไทย อาจเป็นพืชหลวง หรือพืชหายากดังกล่าวมาแล้ว ราษฎรสามัญอาจไม่ได้ปลูกกันมาก แต่เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชที่มีความเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศของไทย และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ฉะนั้น ในระยะต่อมาจึงได้ขยายพันธุ์ออกไปในหมู่ประชาชนอย่างแพร่หลายแต่ก็คงมีการปลูกกันไม่มากนัก เพราะไม่ใช่เป็นอาหารหลักเหมือนข้าวเจ้า ส่วนมากคงปลูกในสวน ในที่ดอน หรือในที่ที่น้ำไม่ท่วม เพื่อรับประทานแทนข้าวบ้างในยามเกิดทุกข์ภัยเมื่อทำนาไม่ได้ผล การปลูกข้าวโพดในสมัยก่อนๆ นั้นจึงไม่สู้มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเท่าใดนัก

ในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 นับว่าเป็นยุคต้นๆ ของการกสิกรรมสมัยใหม่ของประเทศไทย หรือที่เรียกกันว่า "การกสิกรรมบดอน" โดยที่ได้มีนักเกษตรรุ่นแรกหลายท่านที่ได้ไปศึกษาการเกษตรแผนใหม่มาจากต่างประเทศ และได้เล็งเห็นความสำคัญของการปลูกพืชไร่ หรือพืชดอน เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ และเพื่อการทำไร่นามสม อันเป็นการบุกเบิกแนวใหม่ของการกสิกรรมในประเทศไทย ซึ่งแต่เดิมเคยยึดมั่นอยู่แต่ข้าวเพียงอย่างเดียว ให้ขึ้นอยู่กับพืชอื่นๆ อีกหลายชนิด ในบรรดาพืชไร่เหล่านี้ก็มีข้าวโพดรวมอยู่ด้วย แต่เดิมข้าวโพดที่มีปลูกกันในประเทศไทยขณะนั้น เป็นชนิดหัวแข็ง (flint corn) และมีสีเหลืองเข้มแต่เมล็ดมีขนาดเล็กมาก เป็นพันธุ์ที่นำมาจากอินโดจีน ต่อมา ม.จ. สิทธิพร กฤดากร อดีตอธิบดีกรมเพาะปลูก (กรมวิชาการเกษตรในปัจจุบัน) ซึ่งได้ลาออกไปทำฟาร์มส่วนตัวที่ตำบลบางเบิด อำเภอสะพานใหญ่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2463 ได้ทดลองส่งพันธุ์ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ (dent corn) มาจากสหรัฐอเมริกา และทดลองปลูกเป็นครั้งแรกในประเทศไทยจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นิโคลสันเยลโลเดนต (nicholson's yellow dent) ซึ่งมีเมล็ดสีเหลือง และพันธุ์เม็กซิกันจูน (mexican june) ซึ่งมีเมล็ดสีขาว โดยได้ทดลองปลูกที่ฟาร์มบางเบิด เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2467 เพื่อใช้เมล็ดเลี้ยงไก่ไข่ขายส่งตลาดกรุงเทพฯ และเลี้ยงสุกรขายตลาดปิ้ง นอกจากนี้ ท่านยังได้ส่งไปขายเป็นอาหารไก่ในประเทศญี่ปุ่นอีกด้วย และได้รายงานไว้ว่าข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์นี้ขึ้นได้ดีมาก

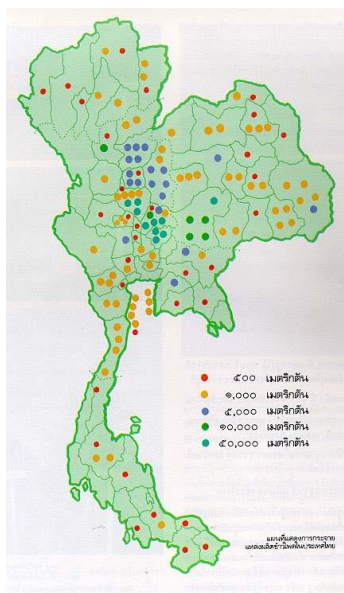
ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2469 โรงเรียนฝึกหัดครูประถมกสิกรรมของกระทรวงศึกษาธิการ ภายใต้การควบคุมของพระยาเทพศาสตรสถิตย์ ซึ่งตั้งอยู่ตำบลบางสะพานใหญ่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้นำไปทดลองปลูกที่โรงเรียนก็ได้ผลดีมาก ครั้นเมื่อโรงเรียนย้ายมาอยู่ทับกวาง ได้นำข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์มาปลูกแบบการค้าเป็นการใหญ่ โดยใช้เครื่องมือทุนแรงต่างๆ ปรากฏว่า ได้ฝึก

ใหญ่ และงามดีมาก เพราะดินเป็นดินใหม่ หลวงขุนหัทธสิกรได้รายงาน ว่า ข้าวโพดพันธุ์เม็กซิกัน-กันจน ซึ่งทดลองปลูกที่โรงเรียนฝึกหัดครูกรรมทัชกว้างได้ผลเฉลี่ย 2,300 ฝัก/ไร่ หรือเมล็ดแก่ 825 ปอนด์/ไร่ โดยพืชที่ปลูกระหว่างหลุมข้าวโพดมีถั่วฝักยาว ส่วนระหว่างแถวมีถั่วลิสง และพริกขี้หนู ดินที่ปลูกไม่ได้รับการบำรุงจากปุ๋ยอะไรเลย และขณะนั้น ชายได้ราคาปอนด์ละ 10 สตางค์ ปรากฏว่าได้กำไรไร่ละ 30 บาท ต่อมาโรงเรียนฝึกหัดครูกรรมทัชนี้ได้ทำการปลูกข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์เป็นการค้าเรื่อยมาเป็นเวลาหลายปี และเมล็ดพันธุ์ก็ได้แพร่หลายไปในหมู่กรรมจังหวัดใกล้เคียง เช่น ลพบุรี สระบุรี นครราชสีมา โดยกรรมได้คัดเลือก และเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง และรู้จักกันในนามของข้าวโพดพันธุ์ม้าบ่าง หรือข้าวโพดพันธุ์ปากช่องบ้าง ซึ่งต่อมาได้แพร่หลายไปตามแหล่งต่างๆ



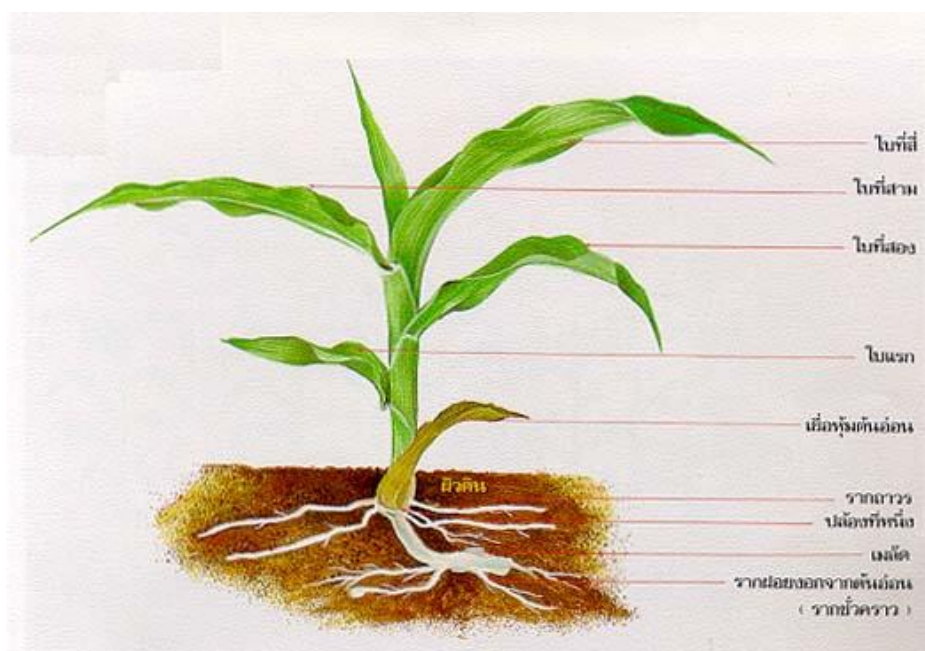
รูปที่ 2.3 ม.จ. สิทธิพร กฤดากร บิดาแห่งการเกษตรสมัยใหม่ของเมืองไทย [1]

ถึงแม้จะได้มีการส่งเสริมการปลูกพืชไร่ และข้าวโพดกันในระยะก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 บ้างก็ตาม แต่ปริมาณการปลูกข้าวโพดในระยะนั้น ก็ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย จนถึงเป็นสิ่งสำคัญ ต่อเมื่อหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ยุติลงในปี พ.ศ. 2486 ปริมาณการปลูกข้าวโพดจึงได้ค่อยทวีขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในระยะหลังจากปี พ.ศ. 2498 เป็นต้นมา เนื้อที่และผลผลิตของข้าวโพดได้เพิ่มขึ้นจากในปี พ.ศ. 2488 หลายร้อยเท่า และในปี พ.ศ. 2508 นับว่า เป็นปีแรกที่ผลผลิตข้าวโพดได้เพิ่มขึ้นถึงระดับ 1 ล้านเมตริกตัน และผลผลิตยังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แม้ในปัจจุบันนี้



รูปที่ 2.4 แผนที่แสดงการกระจายแหล่งผลิตข้าวโพดในประเทศไทย [1]

2.1.4 ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ [1]



รูปที่ 2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าวโพด [1]

ราก รากแรกที่ย่อออกมาจากคัพภะ (embryo) เป็นรากชั่วคราวเรียกว่า ไพรมารี (primary) หรือ เซมินัล (seminal) หลังจากข้าวโพดเจริญเติบโตได้ประมาณ 7-10 วัน รากถาวรจะงอกขึ้นรอบๆ ข้อปลายๆ ในระดับใต้พื้นดินประมาณ 1-2 นิ้ว รากถาวรนี้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แผ่ออกไปโดยรอบประมาณ 100 เซนติเมตร และแทงลึกลงไปใต้ดินแนวดิ่งยาวมากซึ่งอาจยาวถึง 300 เซนติเมตร รากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) นอกจากรากที่อยู่ใต้ดินแล้วยังมีรากยึดเหนี่ยว (bracer root) ซึ่งเกิดขึ้นรอบๆ ข้อที่อยู่ใกล้ผิวดิน และบางครั้งรากพวกนี้ยังช่วยหยั่งยึดพื้นดินอีกด้วย

ลำต้น ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ใสนั่นไม่กลวง มีความยาวตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 8 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ตามลำต้นมีข้อ (node) และปล้อง (internode) ปล้องที่อยู่ในดิน และใกล้ผิวดินสั้น และจะค่อยๆ ยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนประมาณ 8-20 ปล้อง พันธุ์ข้าวโพดส่วนมากลำต้นสดมีสีเขียว แต่บางพันธุ์มีสีม่วง ข้าวโพดแตกกอไม่มากนัก ส่วนมากไม่แตกกอทั้งนี้ แล้วแต่ชนิดพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม ข้าวโพดที่แตกกอได้ 3-4 ต้น เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดที่ปลูกในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากๆ อาจแตกกอได้ตั้งแต่ 7-10 ต้น

ใบ ข้าวโพดมีใบลักษณะยาวรี คล้ายพีชตระกูลหญ้าทั่วไป ประกอบด้วยตัวใบ กาบใบ และเขี้ยวใบ ลักษณะของใบรวมทั้งสีของใบแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ บางพันธุ์ใบสีเขียว บางพันธุ์ใบสีม่วง และบางพันธุ์ใบลายจำนวนใบก็เช่นเดียวกันอาจมีตั้งแต่ 8-48 ใบ

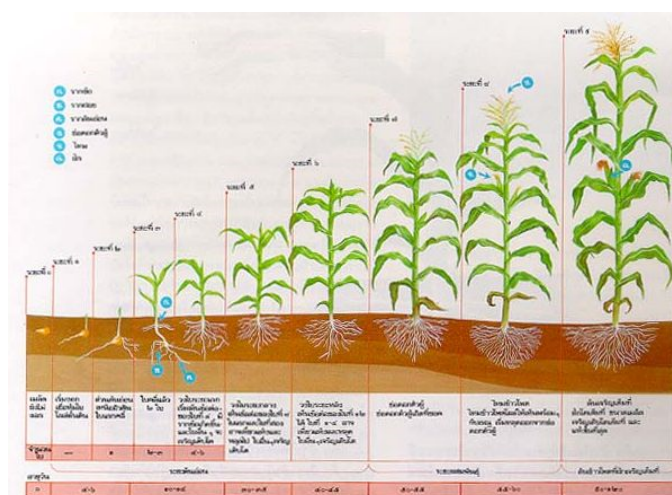
ดอก ข้าวโพดจัดเป็นพวกโมโนอีเซียส (monoecious) คือ มีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียแยกอยู่ในต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้ (tassel) อยู่ตอนบนสุดของลำต้น ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (anther) 3 อับ แต่ละอับจะมีเรณูเกสร (pollen grain) ประมาณ 2,500 เม็ด ดังนั้นข้าวโพดต้นหนึ่ง จึงมีเรณูเกสรอยู่เป็นจำนวนหลายล้าน และสามารถปลิวไปได้ไกลกว่า 2,000 เมตร ส่วนดอกตัวเมียอยู่รวมกันเป็นช่อ เกิดขึ้นตอนข้อกลางๆ ลำต้น ต้นหนึ่งอาจมีหลายช่อแล้วแต่ชนิดพันธุ์ ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร และยื่นปลายไหล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอกซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ ดอกพวกนี้พร้อมที่จะผสมพันธุ์ หรือรับละอองเกสรได้เมื่อเส้นไหมไหล่ออกมา หลังจากได้รับการผสมเส้นไหมจะแห้งเหี่ยว และรังไข่เจริญเติบโตเป็นเมล็ด ช่อดอกตัวเมียที่รับการผสมแล้วเรียกว่า ฝัก (ear) แต่ละฝักอาจมีเมล็ดมากถึง 1,000 เมล็ด แกนกลางของฝักเรียกว่า ชัง (cob) ปกติดอกตัวผู้จะบานพร้อมที่จะผสมก่อนดอกตัวเมีย ดังนั้นจึงเป็นพืชที่ผสมข้ามพันธุ์ (cross-pollination) ตามธรรมชาติ มีการผสมตัวเอง (self-pollination) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น



รูปที่ 2.6 ข้าวโพดฝักอ่อน [1]

2.1.5 การเจริญเติบโตของข้าวโพด [1]

เมล็ดข้าวโพดจัดเป็นพวกไม่มีระยะการพักตัว (seed dormancy) เมื่อเมล็ดแก่เก็บเกี่ยวแล้ว สามารถนำไปปลูกได้เลย เมื่อฝังเมล็ดลงไปในดิน เมล็ดจะงอกโผล่พ้นผิวดิน และใบแรกคลี่ออกให้เห็นภายในประมาณ 4-6 วัน (ระยะที่ 1-2 ในภาพ) ต่อมาจึงจะมีรากออกมาจากข้อแรก (nodal roots) เพิ่มจากรากชั่วคราวที่มีอยู่แล้ว การเจริญเติบโตของราก ลำต้น ใบ เป็นไปตามลำดับจนกระทั่งเห็นช่อดอกตัวผู้ ซึ่งในระยะนี้ข้าวโพดไร่จะมีอายุประมาณ 50 - 55 วัน หลังจากปลูก การเจริญเติบโตในระยะนี้เข้าสู่ระยะการผสมพันธุ์ (reproductive stage) เส้นไหมของดอกตัวเมียจะโผล่พ้นเปลือกหุ้ม (husk) ของฝัก พร้อมทั้งจะรับละอองเกสรได้ภายในประมาณ 55 - 60 วัน หลังจากปลูก หลังจากได้รับการผสมเกสรแล้ว รังไข่จะเจริญกลายเป็นเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ พร้อมทั้งจะเก็บเกี่ยวได้ภายในประมาณ 45 วัน หลังการผสมเกสร



รูปที่ 2.7 การเจริญเติบโตของข้าวโพด [1]

2.1.6 ชนิดของข้าวโพด [1]

ข้าวโพดอาจจำแนกออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

การจำแนกแบบนี้ถือเอาลักษณะของแป้ง และเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นหลัก จำแนกออกเป็น 7 ชนิด คือ

- ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อินเดนทา (Zea mays indentata) เมล็ดตอนบนมีรอยบุ๋ม เนื่องจากตอนบนมีแป้งอ่อน และตอนข้างๆ เป็นแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากเมล็ดให้แห้งแป้งอ่อนจะยุบหดตัวลง จึงเกิดลักษณะหัวบุบดังกล่าว ขนาดของลำต้น ความสูง เหมือนข้าวไร่ทั่วไป สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง หรือสีอื่นๆ แล้วแต่พันธุ์ นิยมปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา

- ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อินดูราตา (Zea mays in durata) เมล็ดมีแป้งแข็งห่อหุ้มโดยรอบ หัวเรียบไม่บุบเมล็ดค่อนข้างกลม มีปลูกกันมากในเอเชีย และอเมริกาใต้ ข้าวโพดไร่ของคนไทยมีนิยมปลูกกันอยู่ เป็นชนิดนี้ทั้งสิ้น สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง สีม่วง หรือสีอื่นแล้วแต่ชนิดของพันธุ์

- ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส แซคคาราตา (Zea mays saccharata) นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย เพื่อรับประทานฝักสด เพราะฝักมีน้ำตาลมาก ทำให้มีรสหวาน เมื่อแก่เต็มที่หรือแห้ง เมล็ดจะหดตัวเหี่ยวยุบ

- ข้าวโพดข้าว (pop corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อีเวอร์ตา (Zea mays everta) เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ใน ภายนอกห่อหุ้มด้วยเยื่อที่เหนียว และยึดตัวได้ เมล็ดมีความชื้นภายในอยู่พอสมควร เมื่อถูกความร้อน จะเกิดแรงดันภายในเมล็ดระเบิดตัวออกมา เมล็ดอาจมีลักษณะกลมหรือหัวแหลมก็ได้ มีสีต่างๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ม่วง

- ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส เซอราทินา (Zea mays ceratina) เมล็ดมีแป้งอ่อนคล้ายแป้งมันสำปะหลัง นิยมปลูกเพื่อรับประทานฝักสด คล้ายข้าวโพดหวานแม้จะไม่หวานมาก แต่เมล็ดนี้ม รสอร่อย ไม่ติดฟัน เมล็ดมีสีต่าง ๆ กัน เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือมีหลายสีในฝักเดียวกัน

- ข้าวโพดแป้ง (flour corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส อะมิโลเซีย (Zea mays amylocea) เมล็ดประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อนมาก เมล็ดค่อนข้างกลมหัวไม่บุบหรือบุบเล็กน้อย นิยมปลูกในอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และสหรัฐอเมริกา ชาวอินเดียนแดงนิยมปลูกไว้รับประทานเป็นอาหาร

- ข้าวโพดป้า (pod corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซี เมย์ส ทุนิกา (Zea mays tunica) มีลักษณะใกล้เคียงข้าวโพดพันธุ์ป้า มีลำต้น และฝักเล็กกว่าข้าวโพดธรรมดา ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กเท่าๆ กับเมล็ดข้าวโพดมีขั้วเปลือกหุ้มทุกเมล็ดและยังมีเปลือกหุ้มฝักอีกชั้นหนึ่งเหมือนข้าวโพดธรรมดาทั่วไป เมล็ดมีลักษณะต่างๆ กัน ข้าวโพดชนิดนี้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น



รูปที่ 2.8 ฝักข้าวโพดชนิดต่างๆ (จากซ้ายไปขวา) ข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวบุบ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดแป้ง ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดคั่ว [1]



รูปที่ 2.9 ฝักข้าวโพดพันธุ์ป่า [1]

2. การจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการปลูก

อาจจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

- ข้าวโพดใช้เมล็ด (grain corn) ปลูกเพื่อเก็บเมล็ดมาใช้เป็นอาหารสัตว์ และมนุษย์ หรือทำอุตสาหกรรมอย่างอื่น
- ข้าวโพดหมัก (silage corn) ปลูกเพื่อตัดต้นสดมาหมักใช้เป็นอาหารสัตว์
- ข้าวโพดอาหารสัตว์ (fodder corn) ปลูกเพื่อตัดต้นสดไปใช้เลี้ยงสัตว์

- ข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn) ในประเทศไทยนิยมปลูกเพื่อเก็บฝักอ่อนไปใช้ในการปรุงอาหาร

2.1.7 พันธุ์ข้าวโพด [1]

พันธุ์ข้าวโพดที่ปลูก เพื่อวัตถุประสงค์แต่ละอย่าง มีลักษณะไม่เหมือนกัน พวกปลูกเพื่อใช้เมล็ด ต้องใช้พันธุ์ที่มีผลผลิตของเมล็ดสูง แต่พวกที่ปลูกเพื่อตัดต้นสดไปหมัก หรือให้สัตว์กินโดยตรง มักจะใช้พันธุ์ที่มีลำต้นสูง หรือพันธุ์ที่มีการแตกกอมาก เพื่อจะได้ปริมาณต้นและใบมาก ส่วนข้าวโพดฝักอ่อนนั้น นิยมใช้พันธุ์ที่มีหลายฝักต่อต้น เช่น ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดที่นิยมปลูกกันอยู่ทั่วไป อาจจำแนกพันธุ์ได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. พันธุ์ลูกผสม (hybrids)

นิยมปลูกในประเทศที่วิทยาการทางการเกษตรเจริญมากแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดพวกนี้มีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมไม่ดี หรือเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม เช่น ไม้ได้ใส่ปุ๋ยเพียงพอ ไม่กำจัดวัชพืช มีน้ำไม่พอ ข้าวโพดพวกนี้จะให้ผลผลิตไม่ดี นอกจากนั้น การใช้ข้าวโพดลูกผสมจะต้องซื้อเมล็ดใหม่มาปลูกทุกปี เพราะถ้าใช้เมล็ดเก่าเก็บจากไร่จะกลายเป็นพันธุ์ไป

ข้าวโพดลูกผสมอาจเป็นพวกลูกผสมเดี่ยว (single cross) ลูกผสมคู่ (double cross) หรือลูกผสมสามทาง (three-way cross) ก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่จำนวนสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้อง ถ้าเป็นลูกผสมเดี่ยวก็มีสายพันธุ์ 2 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ ก x สายพันธุ์ ข) ลูกผสมคู่มี 4 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ ก x สายพันธุ์ ข) x (สายพันธุ์ ค x สายพันธุ์ ง) และลูกผสมสามทางมี 3 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ ก x สายพันธุ์ ข) x สายพันธุ์ ค ลูกผสมเดี่ยวโดยทั่วไป จะให้ผลผลิตสูงที่สุด แต่มีข้อเสียตรงที่ค่าใช้จ่ายในการผลิตเมล็ดพันธุ์สูง

2. พันธุ์ผสมปล่อย (open-pollinated variety)

พันธุ์ข้าวโพดชนิดนี้ หากได้รับการปรับปรุงพันธุ์อย่างดี อาจให้ผลผลิตได้ไม่แพ้พันธุ์ลูกผสม นอกจากนั้นพันธุ์พวกนี้ยังปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง แม้ดินฟ้าอากาศจะเปลี่ยนแปลงไป ก็ยังให้ผลผลิตพอใช้ได้ นอกจากนั้น ชาวไร่ยังสามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ต่อไปได้อีกอย่างน้อย 2-3 ปี หรือถ้ารู้จักคัดเลือกพันธุ์เอง อาจไม่ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ใหม่อีกก็ได้ พันธุ์ข้าวโพดพวกนี้ อาจแยกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- พันธุ์ผสมรวม (composite) เป็นการรวมพันธุ์ หรือสายพันธุ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน วิธีรวมง่ายๆ ก็โดยเอาเมล็ดจำนวนเท่าๆ กัน จากแต่ละพันธุ์ หรือสายพันธุ์มารวมกันเข้า แล้วนำไปปลูกในแปลงอิสระห่างไกลจากข้าวโพดพันธุ์อื่นๆ ปล่อยให้ผสมกันเองตามธรรมชาติแล้วเก็บเกี่ยวเมล็ดไว้ปลูกเป็นพันธุ์ต่อไป

- พันธุ์สังเคราะห์ (synthetics) เป็นพันธุ์ที่ได้จากการรวมสายพันธุ์ที่ได้รับการทดสอบการรวมตัว (combining ability) มาแล้ว วิธีการรวมสายพันธุ์อาจทำได้เช่นเดียวกับพันธุ์ผสมรวม



รูปที่ 2.10 ฝักข้าวโพดชนิดต่างๆ (จากซ้ายไปขวา) ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ (ฝักที่ 1 - 6)
ข้าวโพดสายพันธุ์ลูกผสม (ฝักที่ 7 - 8) [1]

2.1.8 การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา [1]

ฝักข้าวโพดจะแก่จัด และเก็บเกี่ยวได้ เมื่อเปลือกหุ้มฝักเริ่มมีสีฟาง ทางที่ดีควรปล่อยข้าวโพดทิ้งไว้ในแปลงให้แห้งดีเสียก่อน เพื่อทุ่นเวลาในการตาก และสะดวกในการเก็บรักษา โดยเฉลี่ยแล้วข้าวโพดไร่พันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ในประเทศไทย มีอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 90-120 วัน



รูปที่ 2.11 การเก็บข้าวโพด [1]

ในการเก็บเกี่ยวข้าวโพด ชาวไร่ทั่วๆ ไปยังใช้แรงคนเก็บ โดยหักฝักที่แห้งแล้วออกจากต้น แกะเปลือกหุ้มฝักออก หรือจะเอาไว้แกะเปลือกที่หลังก็ได้ การใช้เครื่องทุ่นแรงเก็บเกี่ยว

ข้าวโพดยังมีน้อยมากในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง และมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ เพราะพันธุ์ที่ชาวไร่ปลูกมีความสูงของลำต้น และฝักไม่เท่ากัน นอกจากนั้นต้นยังหักล้มมากอีกด้วย



รูปที่ 2.12 กองข้าวโพดที่เก็บและปอกเปลือกแล้ว [1]

หลังจากเก็บฝักข้าวโพด และปอกเปลือกออกแล้วควรตากพักไว้ภายในโรงเรือน หรือทำแคร่เตี้ยๆ กลางแจ้ง มีโครงไม้สำหรับใช้ผูก หรือผ้าพลาสติกคลุมเวลา ฝนตกได้ ถ้ามีข้าวโพดเป็นจำนวนมากควรสร้างฉางขนาดกว้างพอสมควร ยกพื้นสูงไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร พื้นเป็นไม้ระแนง ด้านข้างกรุด้วยลวดตาข่าย หรือไม้ระแนงเช่นเดียวกับพื้น ทั้งนี้เพื่อให้ลมโกรกผ่านเข้าออกได้ ด้านบนเป็นหลังคากันฝน

เมื่อฝักข้าวโพดแห้งดีแล้ว จึงทำการกะเทาะเมล็ดไม่ควรกะเทาะเมล็ดเมื่อความชื้นยังสูงอยู่ จะทำให้เมล็ดแตกมาก เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าวโพดในปัจจุบัน มีทั้งแบบมือหมุน และแบบที่หมุนด้วยเครื่องยนต์ เครื่องกะเทาะเมล็ดเหล่านี้สร้างในประเทศ ราคาจึงไม่แพงนัก เครื่องกะเทาะใหญ่ๆ อาจกะเทาะได้ถึง 1,000 ตัน/ชั่วโมง

เมล็ดที่กะเทาะออกจากฝักแล้ว ถ้ายังแห้งไม่สนิทควรตากต่อให้แห้งก่อนเก็บเข้ากระสอบควรมีความชื้นในเมล็ดไม่เกิน 15% จากนั้นอาจนำไปจำหน่ายหรือเก็บในยุ้งฉางต่อไป ถ้าจะเก็บไว้นานโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของเมล็ดที่เอาไว้พันธุ์ ควรคลุกยากันเชื้อราอโทโซด์ 75 หรือ ซีเรแซนเอ็ม ในอัตราประมาณ 1 กรัม/เมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม และใช้ยาป้องกัน และกำจัดแมลงศัตรูที่ผงชนิด 75% ในอัตรา 1 กรัม/เมล็ดข้าวโพด 10 กิโลกรัม คลุกไปด้วย สำหรับข้าวโพดเมล็ดที่เก็บไว้เลี้ยงสัตว์ หรือเก็บไว้จำหน่ายนานๆ ควรรมยาพวกเมทิลโบรไมด์เดือนละครั้ง

2.1.9 การใช้ประโยชน์ [1]

เมล็ดข้าวโพด และส่วนต่างๆ ของข้าวโพดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง อาจแบ่งการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ใช้เป็นอาหารมนุษย์

ในประเทศไทย ประชาชนนิยมรับประทานผักสดของข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่โดยการต้ม หรือเผาให้สุกเสียก่อน นอกจากนั้น ผักอ่อนของข้าวโพดยังนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย นับเป็นผักชนิดหนึ่งที่นำมาปรุงอาหาร นอกจากจะรับประทานในประเทศแล้ว ยังบรรจุกระป๋องส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งด้วย

ประชาชนในบางประเทศ อาศัยบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักในรูปต่างๆ กัน เช่น ในอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ใช้แป้งบดจากเมล็ดแก่มาทำเป็นแผ่นนึ่ง หรือย่างให้สุก รับประทานกับอาหารอื่นคล้ายกับการรับประทานขนมปัง ในฟิลิปปินส์นิยมตำเมล็ดข้าวโพดแก่ให้แตกเป็นชิ้นเล็กเท่าๆ เมล็ดข้าว แล้วต้มรับประทานแทนข้าว

- ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม

เมล็ด และผลิตผลจากเมล็ดข้าวโพด สามารถนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น ทำแอลกอฮอล์ แป้ง น้ำตาลชนิดต่างๆ น้ำเชื่อม และน้ำมัน ผลิตผลเหล่านี้ อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกต่อหนึ่ง เช่น ยารักษาโรค กระจก กระจกแก้ว ผ้าสังเคราะห์ กรด น้ำหอม น้ำมันใส่ผม และแบตเตอรี่ นอกจากเมล็ดแล้ว พวกฝัก ใบ และลำต้น อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กระจก ปุ๋ย และฉนวนไฟฟ้า

- ใช้เป็นอาหารสัตว์

ข้าวโพดนับเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีชนิดหนึ่ง การใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจทำได้หลายอย่าง เช่น ใช้เมล็ด กากน้ำตาล กากแป้งที่เหลือจากสกัดน้ำมัน ตัดต้นสดให้สัตว์กินโดยตรง ตัดต้นสดหมัก และใช้ต้นแก่หลังเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ในต่างประเทศนิยมใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กันมาก แต่ในประเทศไทยยังใช้กันน้อย ทั้งนี้เนื่องจากราคายังสูงอยู่ ถ้าสามารถลดต้นทุนการผลิตลง และราคาข้าวโพดอยู่ในระดับพอสมควร อาจมีการใช้เลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น

2.2 ถ่านและการใช้งาน [2]

2.2.1 ชนิดของถ่าน [2]

สามารถแบ่งประเภทของถ่านชนิดต่าง ๆ ออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1) ถ่านสีดำ (ถ่านที่เผาโดยทั่วไป) โดยทั่วไปแล้วถ่านสีดำจะมีเปลือกไม้ติดอยู่ ถ่านสีดำติดไฟง่ายและมีพลังความร้อนในการเผาผลาญพอที่จะหลอมละลายโลหะและเหล็กได้ ถ่านเกือบทั้งหมดที่มีการผลิตทั่วโลกจะมีความคล้ายคลึงกันกับถ่านนี้ เเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 500 ถึง 700 องศาเซลเซียส

2) ถ่านขาว White Charcoal (ถ่านที่เผาโดยกรรมวิธีพิเศษ) ถ่านขาวจะแข็งและไม่มีเปลือกไม้ติดอยู่ถ่านสีขาวจะให้พลังความร้อนสูง เเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1000 องศาเซลเซียส เมื่อทดลองหักถ่านดู จะเห็นผิวหน้าที่เรียบและแข็ง ถ่านนำถ่านนี้ไปเคาะดู จะได้ยินเสียงดังกังวานเหมือนโลหะ สามารถเผาไหม้ได้เป็นเวลานาน

2.2.2 ขั้นตอนการเผาถ่าน [2]

ขั้นตอนการเผาถ่านมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ไล่ความชื้น หรือคายความร้อน เริ่มจุดไฟเตา บริเวณที่อยู่หน้าเตาใส่เชื้อเพลิงให้ความร้อนกระจายเข้าสู่เตาเพื่อไล่ไอน้ำออกจากเตาและในเนื้อไม้ คว้นที่ออกมาจาก

ปล่องควันจะเป็นสีขาว ควันจะมีกลิ่นเหม็นซึ่งเป็น กลิ่นของกรดประเภทเมธาทอลที่อยู่ในเนื้อไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70 - 75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ใส่เชื้อเพลิงต่อไป ควันสีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้น อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 200 - 250 องศาเซลเซียส ควันมีกลิ่นเหม็นฉุน

2) เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน หรือ ปฏิกริยาคลายความร้อน เมื่อเผาไปอีกระยะหนึ่ง ควันสีขาวจะเริ่มบางลง และเปลี่ยนเป็นสีเทา อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300 - 400 องศาเซลเซียส ไม้ที่อยู่ในเตา จะคายความร้อนที่สะสมเอาไว้เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในเตาจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงนี้ค่อยๆ ลดการป้อน เชื้อเพลิงหน้าเตาจนหยุดการป้อนเชื้อเพลิง และเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ หลังจากการหยุดการป้อนเชื้อเพลิง หน้าเตาจะต้องควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาหรือลดพื้นที่หน้าเตาลงให้เหลือช่องพื้นที่หน้าเตา ประมาณ 20 - 30 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้า เพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิในเตาไว้ให้นานที่สุด และยืระยะเวลาการเก็บน้ำส้มควันไม้ให้นานที่สุด โดยช่วงที่เหมาะสมกับการเก็บน้ำส้มควันไม้ควรมีอุณหภูมิ บริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 85 - 120 องศาเซลเซียสเนื่องจากเป็นช่วงที่สารในเนื้อไม้ถูกขับออกมา จากนั้นควันก็เปลี่ยนจากควันสีเทาเป็นสีน้ำเงิน จึงหยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 100 - 200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 400 - 450 องศาเซลเซียส

3) ทำถ่านให้บริสุทธิ์ ขั้นตอนนี้เป็นช่วงที่ไม่จะเปลี่ยนเป็นถ่านต้องทำการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยการเปิดหน้าเตา ประมาณ 1 ใน 3 ของหน้าเตาทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เมื่อควันสีน้ำเงิน เป็นสีฟ้า แสดงว่าไม้เริ่มเป็นถ่านใกล้หมด จากนั้นควันสีฟ้าอ่อนลงและจะกลายเป็น ควันใสแทน เมื่อมีควันใสเริ่มทำการปิดหน้าเตา โดยใช้ดินเหนียวปิดรอยรั่ว และรอยต่อ จากนั้นทำการปิดปล่องควันให้สนิทและอุดรูรั่วทั้งหมด ไม่ให้อากาศภายนอกผ่านเข้าไปได้

4) ทำการให้ถ่านในเตาเย็นลง เกลี่ยดินบนเตาออกให้เห็นหลังเตา เพื่อระบายความร้อนในเตา จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน หรือประมาณ 8 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย เพื่อให้ถ่านดับสนิทแล้วจึงเริ่มการเปิดเตาเพื่อนำถ่านออกจากเตา และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.2.3 เตาที่ใช้ในการเผาถ่าน [2]

การเผาถ่านแบ่งตามประเภทของเตาเผาได้ดังนี้

1) เตาที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นเตาที่มีประสิทธิภาพสูง เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ ที่มีอยู่ในเตา ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน หรือเรียกว่า กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน นอกจากนี้โครงสร้างลักษณะปิดทำให้สามารถควบคุมอากาศได้ จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ผลผลิตที่ได้จึง เป็นถ่านที่มีคุณภาพ ขึ้นถ่านน้อยและผลพลอยได้จากกระบวนการเผาถ่านอีกอย่างหนึ่งคือ น้ำส้มควันไม้ โดยเริ่มเก็บน้ำส้มฯ ที่อุณหภูมิปากปล่องที่ 80 องศาและหยุดเก็บที่ 150 องศา ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวจะไม่มีสารก่อมะเร็ง ใช้เวลาเผา 10 ชั่วโมง ในการเผาไม้ลงถัง 200 ลิตร ประมาณ 80 กิโลกรัม จะได้ถ่าน 15 กิโลกรัม น้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร



รูปที่ 2.13 เตาที่ทำจากถังน้ำมัน [3]

2) เตาดินเหนียว ซึ่งการลงทุนก่อสร้างต่ำมากหรือไม่มีค่าวัสดุอุปกรณ์เลยก็ได้ การก่อสร้างก็ใช้ดินเหนียวก่อ ซึ่งดินเหนียวหาได้ตามพื้นที่ต่างๆได้ตลอด คุณภาพถ่านที่ได้ก็ถือว่าคุณภาพดี แต่การสูญเสียจะมากกว่าเตาแบบอื่น



รูปที่ 2.14 ลักษณะของเตาดินเหนียวก่อ [3]

3) เตาอิฐก่อ ซึ่งส่วนมากก่อสร้างเตาลักษณะนี้เพื่องานอุตสาหกรรม เป็นส่วนมากเนื่องจากว่า ผลิตถ่านได้ออกมาต่อการเปิดเตา 1 ครั้งได้จำนวน ถ่านมากกว่าเตาดินธรรมดา การลงทุนก่อสร้าง จะสูงกว่าเตาดินเหนียวเนื่องจากว่าต้องใช้อิฐก่อเป็นรูปเตา หลังจากนั้นก็ต้องใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานก้อนอิฐให้ติดกันเป็นรูปทรงของ เตา การก่อสร้างเตาอิฐก่อไม่ใช้ปูนซีเมนต์เนื่องจากว่าประสิทธิภาพการขยาย ตัวของอิฐกับปูนไม่เท่ากันเมื่อเตาร้อน จะทำให้เตาเผาถ่านแตกหรือว่าร้าวได้ ถ้าหากว่าเราใช้ดินเหนียวแทนปูนการขยายตัวก็จะน้อย รอยร้าว ร้อยแตกของเตาก็จะน้อย อายุการใช้งานของเตาก็นานด้วย



รูปที่ 2.15 ลักษณะของเตาอิฐก่อ [3]

4) เตาอิฐเตะ ซึ่งรูปแบบเตาลักษณะนี้นำต้นแบบมาจากประเทศญี่ปุ่นเพราะว่าประเทศญี่ปุ่นเป็นเจ้าของเทคโนโลยีของการผลิตถ่านเลยก็ว่าได้ ดังนั้นเตารูปทรงนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากเตาดิน และเตาอิฐ ให้ผลผลิตถ่านออกมาได้คุณภาพดี ผลผลิตถ่านได้ปริมาณมาก ได้น้ำส้มควันไม้ออกมาเยอะแต่การลงทุนก่อสร้างจะสูงกว่าเตาดินและเตาอิฐก่อ เนื่องจากว่าอิฐที่ใช้ก่อมีปริมาณ มากกว่า และการก่อสร้างยุ่งยากมาก ซึ่งต้องให้ผู้มีความรู้หรือว่า มีความเชี่ยวชาญในการก่อสร้างเป็นคนทำ เตาที่สร้างได้ถึงจะมีคุณภาพดี ในงานเผาถ่านภาคอุตสาหกรรม ถ้าใช้เตาลักษณะนี้ จะเป็นการรับประกันคุณภาพด้วยว่าใช้เทคโนโลยีจากเจ้าตำหรับทำถ่านจากญี่ปุ่น เป็นการยืนยันคุณภาพของถ่านด้วยว่า คุณภาพดี



รูปที่ 2.16 ลักษณะของเตาอิฐเตะ [3]

2.2.4 ประโยชน์ของถ่าน [4]

- 1) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ทอด อย่าง ได้อย่างปลอดภัย ไร้สารก่อมะเร็ง
- 2) ใช้เป็นวัสดุปลูกพืช เช่น กล้วยไม้ หรือผสมดินปลูกพืชต่างๆ ได้ช่วยให้ดินรักษาความชื้นได้นาน

3) ใช้เศษถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม่มีรุกรุนมากมาย เมื่อใส่ลงไปดินช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งยังดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนไม่ให้ระเหยสู่อากาศในรูปของแก๊สแอมโมเนีย ช่วยลดการใช้ปุ๋ย เพราะสมบัติต่างๆของแต่ละธาตุที่อยู่หลายชนิดในถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก

4) ใช้ผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ประมาณ 1% ถ่านจะช่วยดูดซับก๊าซในกระเพาะและลำไส้ช่วยลดอาการท้องอืด

5) ใช้บำบัดน้ำเสียโดยนำถ่านใส่กระสอบนำไปไว้ก้นบ่อ ใช้ได้ทั้งบ่อกุ้งและบ่อปลา

6) ใช้สำหรับดูดกลิ่น ใช้ได้ในทั้งตู้เย็น ห้องแอร์ รถยนต์ เป็นต้น

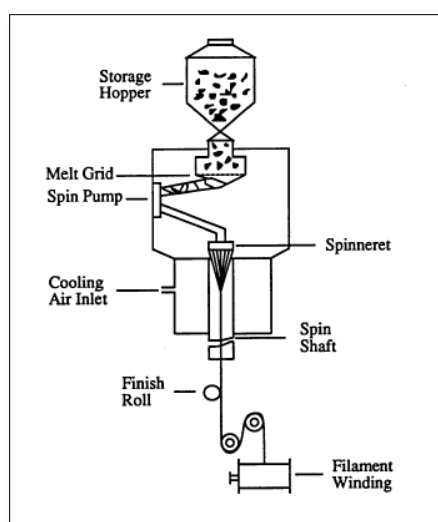
2.3 การขึ้นรูปเส้นใย [5]

2.2.1 การขึ้นรูปเป็นเส้นใย (Fiber spinning)

กระบวนการขึ้นรูปเป็นเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของพอลิเมอร์ตั้งต้น กระบวนการขึ้นรูปพื้นฐานมี 3 แบบคือ แบบปั่นแห้ง (dry spinning) แบบปั่นเปียก (wet spinning) และแบบปั่นหลอม (melt spinning)

1) การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง (dry spinning)

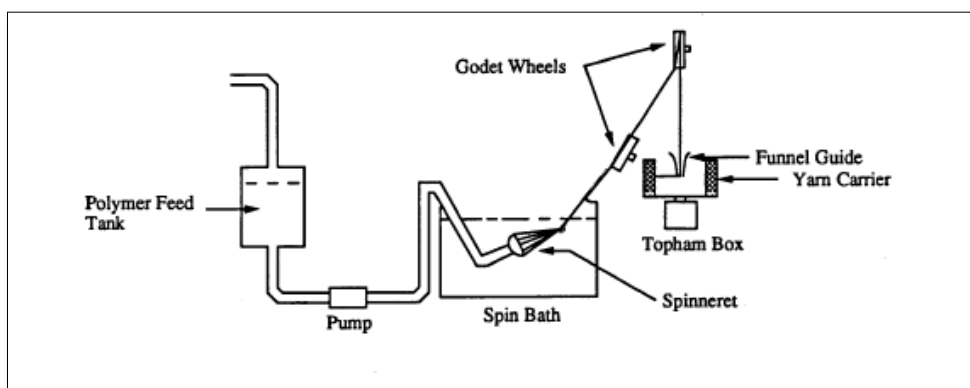
เริ่มต้นโดยการเตรียมพอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปสารละลาย แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (spinnerets) ทำการระเหยตัวทำละลายส่วนที่เหลือในเส้นใยที่ฉีดออกมาโดยใช้ลมร้อน (hot air) เป่า จากนั้นทำการดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใย ตัวอย่างเส้นใยที่ขึ้นรูปโดยวิธีนี้ได้แก่ พอลิอะซิเตต พอลิไทรอะซิเตต และพอลิอะไครลิก



รูปที่ 2.17 การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง (dry spinning) [6]

2) การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก (wet spinning)

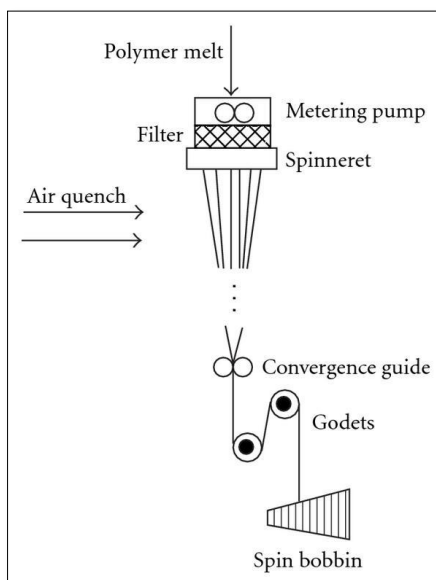
เริ่มจากการเตรียมสารละลายพอลิเมอร์แล้วฉีดผ่านหัวฉีด (spinnerets) ที่จุ่มอยู่ในอ่างของสารละลายตกตะกอน (coagulation bath) เส้นใยที่ตกตะกอนออกมาจากสารละลาย จะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง แล้วทำให้แห้งโดยใช้ลมร้อนเป่า ตัวอย่างเส้นใยที่ผลิตโดยวิธีนี้คือ เรยอน



รูปที่ 2.18 การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก (wet spinning) [6]

3) การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม (melt spinning)

เริ่มจากการหลอมพอลิเมอร์ในเครื่องปั่นหลอม (melt extruder) แล้วทำการฉีดผ่านหัวฉีด (spinnerets) เส้นใยที่ได้ที่เริ่มแข็งตัวจะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เส้นใยสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีนี้ เช่น ไนลอน พอลิเอสเตอร์ พอลิเอทิลีน เป็นต้น



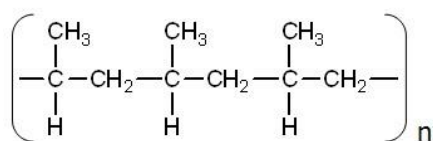
รูปที่ 2.19 การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม (melt spinning) [6]

2.4 พอลิพรอพิลีน (Polypropylene : PP) [7]

2.4.1 ชื่อทางเคมี (Chemical Name) : poly(1-methylethylene) [7]

ชื่อพ้อง (Synonyms) : Polypropene, Polipropene 25 [USAN], Propylene polymers, 1-Propene homopolymer

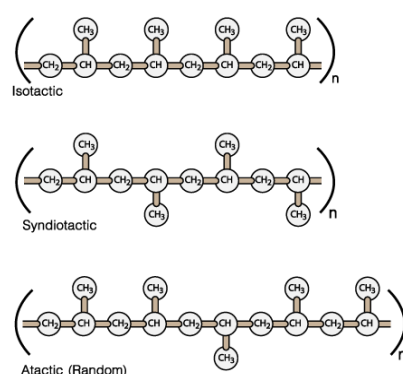
สูตรโครงสร้างทางเคมี (Chemical Structure) :



รูปที่ 2.20 สูตรโครงสร้างทางเคมีพอลิพรอพิลีน Polypropylene : PP คือ $(\text{C}_3\text{H}_6)_n$ [7]

2.4.2 พอลิพรอพิลีน (PP) คือ [7]

พอลิพรอพิลีน (PP) เป็นเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) คือพอลิเมอร์พลาสติกที่สามารถขึ้นรูปโดยใช้ความร้อนซ้ำๆ ได้หลายครั้ง พอลิพรอพิลีนเป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงประกอบด้วยโมโนเมอร์ของ propylene (C_3H_6) หลายๆ ตัว เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของก๊าซ propylene โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นสารประกอบพวกโลหะ เช่น ไทเทเนียมคลอไรด์ การใช้ชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาและสภาวะของการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน ทำให้ได้พอลิพรอพิลีนที่มีการจัดเรียงโครงสร้างต่างกัน 3 ชนิดคือ isotactic syndiotactic และ atactic ขึ้นอยู่กับทิศทางการจับของหมู่เมทิลกับอะตอมคาร์บอน



รูปที่ 2.21 ทิศทางการจับของหมู่เมทิลกับอะตอมคาร์บอน [7]

พอลิพรอพิลีนชนิด isotactic นำมาผลิตเป็นพลาสติกใซ้อยู่โดยทั่วไป เนื่องจากโครงสร้างมีการจัดเรียงของหมู่เมทิลอยู่ด้านเดียวกันอย่างเป็นระเบียบจึงมีความเป็นผลึกสูง ทำให้พอลิเมอร์มีความแข็ง ทนทาน ตรงข้ามกับชนิด atactic ที่จะมีความเหนียวมากกว่าเนื่องจากหมู่เมทิล มี

การจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (amorphous) ส่วนชนิด syndiotactic หมู่เมธิลจัดเรียงตรงข้ามกันมีความแข็งแรงน้อยกว่า แต่จะทนทานมากกว่าชนิด isotactic

2.4.3 ความเป็นมา [7]

PP เป็นพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นโดย Giulio Natta และนักเคมีชาวเยอรมัน Karl Rehn ในเดือนมีนาคม ปี ค.ศ. 1954 ในประเทศสเปน โดย PP ที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบผลึกชนิด isotactic การค้นพบครั้งนี้เป็นการบุกเบิกนำไปสู่การผลิตเพื่อการค้าต่อมาในปี 1957 และ Giulio Natta และผู้ร่วมงานยังได้สังเคราะห์ PP ชนิด syndiotactic ขึ้นเป็นครั้งแรก

2.4.4 สมบัติของพอลิพรอพิลีน [7]

สมบัติมีดังนี้คือ

- มีความแข็งแรงและความเปราะและแตกง่ายน้อยกว่า HDPE และมีความยืดหยุ่นน้อยกว่า LDPE มีผิวแข็ง ทนทานต่อการขีดข่วนคงตัวไม่เสียรูปง่ายมีความทนทานมากสามารถทำเป็นบานพับในตัว
- เมื่อไม่ได้ผสมสีมีลักษณะขาวขุ่น ไม่ทึบแต่ไม่ใส ทึบแสงกว่าพอลิเอทิลีน (PE) แต่ไม่ใสเท่ากับพอลิสไตรีน(PS)
- มีน้ำหนักเบา เนื่องจากมีความหนาแน่นน้อย ในช่วง 0.855 - 0.946 g/cm³ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถลอยน้ำได้เช่นเดียวกับพอลิเอทิลีน
- มีจุดหลอมเหลวสูง 130 – 171 °C จึงสามารถทนอุณหภูมิสูงที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (Sterilization : 100 °C) ได้
- เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก แม้ที่อุณหภูมิสูง
- มีความต้านทานการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซได้ดี
- ทนทานต่อสารเคมีส่วนมาก ได้แก่ กรด ต่าง แอลกอฮอล์ ตัวทำละลายอินทรีย์ แต่จะเกิดการพองตัว อ่อนนิ่ม หรือพื้นผิวเป็นรอยได้ในสารเคมี ที่มีองค์ประกอบเป็นคลอรีน หรือไฮโดรคาร์บอนทั้งชนิดอะโรมาติกและอะลิฟาติก เนื่องจากพอลิพรอพิลีนมีคุณสมบัติไม่มีขั้วสามารถดูดซึมสารที่ไม่มีขั้วได้ดี ดังนั้นจึงสามารถทนต่อสารที่มีขั้วได้ดีกว่า และพอลิพรอพิลีนจะพองตัวและสลายตัวได้ในสารเคมีที่เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง เช่น ไฮดรอกไซด์ กรดซัลฟิวริกเข้มข้นและร้อน

2.4.5 การสลายตัวของพอลิพรอพิลีน [7]

พอลิพรอพิลีนเกิดการสลายตัวได้ง่ายในสภาวะที่มีแรงกระแทกความร้อน ออกซิเจน แสง UV เนื่องจากโครงสร้างมี tertiary carbon atom ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย ทำให้ตัดพันธะ พอลิเมอร์สายสั้นลง และให้สารกลุ่มอัลดีไฮด์ กรดคาร์บอกซิลิก แลคโตน และ เอสเทอร์ออกมาทำให้พอลิเมอร์ไม่คงทนมีรอยแตกและหลือง

ดังนั้นเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของพอลิพรอพิลีน สำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร อาจต้องมีการเติม carbon black เพื่อป้องกันแสง UV และสารต้านออกซิเดชันเพื่อป้องกันพอลิเมอร์สลายตัว

2.4.6 การใช้งาน [7]

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพอลิพรอพิลีนที่พบเสมอคือ กล่องเครื่องมือ กระเป๋า ปกแฟ้มเอกสาร กล่องและตลับเครื่องสำอาง เครื่องใช้ในครัวเรือน กล่องบรรจุอาหาร อุปกรณ์ของรถยนต์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรม อุปกรณ์ทางการแพทย์ ขวดใส สารเคมี กระจองน้ำมันเครื่อง กระสอบข้าว และถุงบรรจุปุ๋ย

พลาสติกสำหรับใช้งานในทางการแพทย์หรือในห้องปฏิบัติการส่วนมากทำจาก PP ซึ่งมีข้อดีคือทนต่อความร้อนสูงได้สามารถนำไปอบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดัน (autoclave) เมื่อทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ก็สามารถนำเข้าเครื่องล้างจานอัตโนมัติและภาชนะบรรจุอาหารสำหรับไมโครเวฟได้



รูปที่ 2.22 ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโพลิพรอพิลีน [7]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 PET / PP ผสมกับถ่านไม้ไฟเพื่อเพิ่มการทำงานของวัสดุผสม งานวิจัยของ Ching-Wen Loua , Ching-Wen Lin , Chen-Hwan Lei , Kuan-Hua Su , Chan-Hung Hsu , Zheng-Horng Liu , Jia-Horng Lin [8]

- บทคัดย่อ

พอลิเมอร์เป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเคมี ซึ่งย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยาก นอกจากนี้ในกระบวนการสกัดและทำให้บริสุทธิ์นั้นจะต้องใช้พลังงานสูง ส่งผลทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการรีไซเคิลของเสียจากพลาสติกและรักษาสິงแวดล้อม การศึกษานี้จึงได้มุ่งเน้นไปที่การผสมและปรับปรุงกระบวนการ ของพอลิเอสเตอร์(PET)และพอลิพรอพิลีน(PP) เนื่องจากทั้งสองชนิดนี้มีปริมาณของเสียที่ต้องกำจัดเป็นจำนวนมาก การศึกษานี้เทอร์โมพลาสติกผสมนี้ผลิตขึ้นจาก พอลิเอสเตอร์บริสุทธิ์ และ พอลิพรอพิลีน ผสมกับถ่านไม้ไฟ โดยการทำให้หลอมละลายรวมกันแล้วฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ ปรากฏว่าสมบัติเชิงกลของ PET/PP_{ext} คอมโพสิต ดีกว่า PET/PP_{inj} คอมโพสิต ที่ 10 และ 20% ของ พอลิเอสเตอร์คอมโพสิต หลังจากผ่านกระบวนการอัดรีด 3 ครั้ง ค่าความต้านทานต่อแรงดึง ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทก และ Flexural modulus ของ PET/PP_{ext} composite อยู่ในช่วงประมาณ 32 MPa , 35 J/m และ 2000 MPa ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณของพอลิเอสเตอร์

ที่ 30% เกิดการแยกเฟส ระหว่าง PET และ PP ทำให้ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของ PET/PP_{ext} composite ในขณะที่ปริมาณของพอลิเอสเทอร์ที่ 20% สมบัติเชิงกลของ PET/PP_{inj} composite ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเติมผงถ่านไม้

- บทนำ

ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ เช่น เส้นใยสังเคราะห์ พลาสติกและยาง เป็นสารประกอบปิโตรเคมีและไม่ย่อยสลายในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ จากข้อมูลทางสถิติแสดงให้เห็นว่าของเสียจากอุตสาหกรรมพอลิเมอร์คิดเป็น 25% ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนั้นการ Recycle และ Reuse ของเสียจากพอลิเมอร์จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ถ่านไม้ที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิสูง ภายในโครงสร้างของถ่านจะมีลักษณะเป็นหลุมจำนวนมาก ซึ่งพื้นที่ผิวด้านในของถ่านไม้จะประมาณ 250 - 300 m²/g ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่พอที่จะสามารถดูดซับจุลินทรีย์ไว้ได้ ซึ่งจุลินทรีย์จะทำหน้าที่ช่วยย่อยสลายอย่างเห็นได้ชัด จากการประมวลผล ถ่านไม้ที่เผาที่อุณหภูมิสูงมาก (เกิน 1,200 °C) จะสามารถปล่อยรังสีอินฟราเรด ไอออนลบและดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ่านไม้ยังมีคุณสมบัติดูดซับด้วยแร่ธาตุตามธรรมชาติ เช่น แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม เหล็ก ฯลฯ ถ้าเทียบกับถ่านจากไม้ทั่วไป จำนวนหลุมจะมากกว่า 5 เท่า มีส่วนประกอบของแร่ธาตุมากกว่า 8 เท่า และคุณสมบัติในการดูดซับมากกว่า 10 เท่าและถ้าเทียบพื้นที่ผิวด้านใน ถ่านจากไม้ทั่วไปจะประมาณ 50 m²/g ส่วนถ่านไม้จะประมาณ 250 - 300 m²/g ถ่านไม้จึงมีการดูดซับที่ดีกว่า

ในการศึกษานี้ใช้ พอลิเอสเทอร์ (PET) บริสุทธิ์ และ พอลิพรอพิลีน(PP) โดยผสมตามสัดส่วนและทำให้หลอมละลายผสมรวมกับผงถ่านไม้โดยใช้เครื่อง Single screw extruder

- การเตรียมชิ้นงาน

นำเม็ดชิพพอลิเอสเทอร์และเม็ดชิพพอลิพรอพิลีน ผสมกับผงถ่านไม้ตามอัตราส่วนแล้วทำให้หลอมละลายและผสมรวมกันโดยเครื่อง Single screw extruder ความร้อนที่ใช้คือ 160 , 260 , 270 และ 270 °C และความเร็วรอบ 45 รอบ/นาที ฉีดลงในอ่างน้ำเย็นและตัดเป็นเม็ด จากนั้นนำเปิดที่ได้ทำตามกระบวนการข้างต้นอีกครั้ง และฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์

- สรุป

จากการศึกษานี้ เทอร์โมพลาสติกผสม ที่ทำจากการผสมเม็ด พอลิเอสเทอร์บริสุทธิ์และเม็ด พอลิพรอพิลีน กับถ่านไม้โดยการทำให้หลอมรวมกันแล้วฉีดเข้าแม่พิมพ์ แล้วตรวจสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุนี้ ซึ่งองค์ประกอบของอัตราส่วนยังศึกษาในงานนี้ ผลปรากฏว่า สมบัติเชิงกลของ PET/PP_{ext} composite ดีกว่า PET/PP_{inj} composite ที่ 10 และ 20% ของ พอลิเอสเทอร์คอมโพสิต หลังจากผ่านกระบวนการอัดรีด 3 ครั้ง ค่าความต้านทานต่อแรงดึง ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทก และ Flexural modulus ของ PET/PP_{ext} composite อยู่ในช่วงประมาณ 32 MPa , 35 J/m และ 2000 MPa ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณของพอลิเอสเทอร์ที่ 30% เกิดการแยกเฟสระหว่าง PET และ PP ทำให้ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของ PET/PP_{ext} composite ในขณะที่ปริมาณของพอลิเอสเทอร์ที่ 20% สมบัติเชิงกลของ PET/PP_{inj} composite ไม่ได้รับอิทธิพลจากการเติมผงถ่านไม้

2.5.2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของพอลิโอเลฟินผสมถ่านไม้ผง งานวิจัยของ Siriwan KITTINAOVARAT and Worawat SUTHAMNOI [9]

- บทคัดย่อ

คุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยผสมระหว่าง Polyolefin กับ ผงถ่านไม้ผงโดยใช้ polypropylene (PP) และ low density polyethylene (LDPE) ได้ทำการศึกษาความแตกต่างของระดับผงถ่านที่ผสม ระหว่าง 0 ถึง 20 PHR โดยใช้ Brabender mixer และ two – roll mill ใช้สำหรับการผสม ระหว่าง Polyolefin และผงถ่านไม้ผง แล้วอัดขึ้นรูปให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ในรูปของวัสดุเนื้อผสมความต้านทานต่อแรงดึง และค่า Young's modulus พบว่า เพิ่มขึ้น ขณะที่การยืดตัวก่อนถึงจุดขาดลดลง, ขึ้นอยู่กับปริมาณ ที่เพิ่มขึ้น ของถ่านไม้ผง ที่ผสมในวัสดุ ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength) ของ PP ผสม ผงถ่านไม้ผง มีค่าสูงขึ้นกว่าเดิมเมื่อเทียบกับ PP ปกติทั่วไปแต่ค่า Tensile strength ของ LDPE ผสม ผงถ่านไม้ผง มีค่าต่ำลงกว่าเดิม นอกจากนี้, การดูดซึมน้ำของ Polyolefin ผสมผงถ่านไม้ผงมีค่าสูงกว่า Polyolefin ปกติทั่วไปสุดท้าย ค่าความต้านทานต่อไฟฟ้า ของ polyolefin ผสมผงถ่านไม้ผงลดลงเมื่อเทียบกับ PP บริสุทธิ์

- บทนำ

ในเชิงพาณิชย์ และเชิงอุตสาหกรรม พอลิโอเลฟิน ที่สำคัญประกอบด้วย พอลิเอทิลีน PE และพอลิพรอพิลีน PP ซึ่งพอลิเอทิลีน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการ Polymerizing olefin ethylene ขณะที่พอลิพรอพิลีน ได้จาก Olefin propylene นอกจากนี้พอลิเอทิลีน ยังสามารถแบ่งประเภทตามความหนาแน่นและแบ่งย่อยโดยโครงสร้างผลึกและน้ำหนักโมเลกุล ซึ่งทั้งหมดนี้จะส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของพอลิเอทิลีน มีผลทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงลดลง ความเหนียวเพิ่มขึ้น เหมาะสำหรับการทำเป็นแผ่นฟิล์มหนา ภาชนะบรรจุอาหาร และพวกฟิล์มบาง เช่น ถุงพลาสติก และพลาสติกถนอมอาหาร

ถ่านไม้ผงได้ทำมาจากต้นไม้โดยการ pyrolysis (catbonizing) ภายใต้อุณหภูมิสูง โดยทั่วไปแล้วจะเผาในเตาดินที่มีประสิทธิภาพสูง ความร้อน ประมาณ 1,000 °C ซึ่งจะได้ เป็นถ่านไม้ผงคุณภาพสูง ถ่านไม้ผงที่ได้จะมีรูพรุนมากมายในโครงสร้างทำให้ดูดซับ สารระเหย (กลิ่น) ได้ดี ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ยับยั้งการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตและยังมีความสามารถในการดูดซับพลังงานรังสีอินฟราเรด จากสภาพแวดล้อม และปล่อยออกมาเพื่อช่วยการกระตุ้นเซลล์เพื่อส่งเสริมการไหลเวียนของโลหิตถ่านไม้ผงมีการใช้งานมากทั้งในงานทั่วไป และในอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสูง มันสามารถใช้เป็นส่วนผสมในยา เครื่องสำอาง การแปรรูปอาหาร ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพ ต้นไม้มีกว่า 1,000 สายพันธุ์ ซึ่งไม้จะโตเร็วและสามารถเก็บเกี่ยวและปลูกทดแทน มีความเสียหายน้อยต่อระบบนิเวศป่าไม้ส่วนผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อย ภายในข้อจำกัดผลิตภัณฑ์ที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมา

การศึกษานี้จะแสดงให้เห็นว่าการเติมสารที่เหมาะสม เช่นสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ดีขึ้นและสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์คอมโพสิต

- การเตรียมชิ้นงาน

การเตรียม polyolefin ผสมถ่านไม้ไฟ โดยผสมกับ PP และ PE กับถ่านไม้ไฟที่ 5 - 20% (phr) เช่น 0 , 5 , 10 , 15 และ 20 phr ของ PP ผสมถ่านไม้ ผสมถ่านไม้ไฟ และ LDPE ผสมถ่านไม้ไฟโดย หลอมและผสมโดยการcompound ใน mixing chamber โดยเครื่อง Brabeder W30EHT เป็นเวลา 10 นาที ที่ อุณหภูมิ 140 °C ถึง 170 °C ตามลำดับ Polyolefin ผสม จะถูกนำไปผสมอีกครั้ง โดยใช้ two-roll mill (LAB TECH) อีก 10 นาที สำหรับ PP ผสมผงถ่านไม้ไฟ ใช้ อุณหภูมิ 180 °C และ LDPE ผสมผงถ่านไม้ไฟใช้อุณหภูมิที่ 150 °C หลังจากผ่านกระบวนการผสมแล้วให้เตรียมตัวอย่างให้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 6x6 เซนติเมตร และหนา 1 มิลลิเมตร โดยอัดขึ้นรูปโดยวิธี compression moulding

- สรุป

สมบัติทางการดูดซึมน้ำและการนำไฟฟ้าเมื่อ มาทำการทดสอบพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงดึงและค่าความยืดหยุ่นของ PP และ LDPE ผสมผงถ่านไม้ไฟ น้อยกว่า PP และ LDPE บริสุทธิ์