

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร
Modified Starch Process

โดย

นางสาวจิราวัฒน์ สุขสบาย

รหัส B3953082

นางสาวปรานี ส่งเสริมสกุล

รหัส B3953655

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัทสงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด

120 หมู่ 4 ถนน ราชสีมา-โชคชัย อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทร (6644) 212723-6, 212420-1, 327015 FAX. (6644) 212727, 327016

วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา อ.ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

ตามที่ข้าพเจ้านางสาวจิราวัฒน์ สุขสบาย และนางสาวปรานี ส่งเสริมสกุล นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา(รหัสวิชา 305497) ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2542 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ในหน่วยประสานงาน ISO ณ บริษัท สงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Job supervisor ให้ทำรายงานเรื่อง กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร (Modified Starch Process)

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับการปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

คณะผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำรายงานเรื่อง กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร (Modified Starch Process) สำเร็จได้ด้วย
 เนื่องจากความร่วมมือและสนับสนุนของหลายฝ่าย ดังนี้

1. บริษัท สวณวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดนครราชสีมา ที่อนุเคราะห์ให้ผู้เขียนมาปฏิบัติงาน
 สหกิจศึกษาในสถานประกอบการจริง
2. คุณจำลอง เติมกลาง Co-op supervisor ที่ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานและตรวจสอบ
 รายละเอียด ความสมบูรณ์ของรายงาน
3. คุณนพภรณ์ พิมพ์เชื้อ และคุณรัฐพร สรวลศิริ เจ้าหน้าที่แผนกแป้งเคมีดัดแปร ที่กรุณาให้
 คำปรึกษาและข้อมูลเท่าที่จะเอื้อให้ได้
4. คุณสุมาตรา จุฑมานพ คุณธีระชน ไชยราช และคุณวีรพงศ์ ปัจฉิม ขอบขอบคุณสำหรับกำลังใจ
 ไม่ตรีจิต ตลอดระยะเวลาการฝึกงานและอยู่เป็นเพื่อนจัดพิมพ์รายงานตอนเด็ก
5. คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และใคร่ขอแสดงความขอบคุณต่อสถานประกอบการ และ
 บุคคลดังกล่าวมาข้างต้นทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

2 ธันวาคม 2542

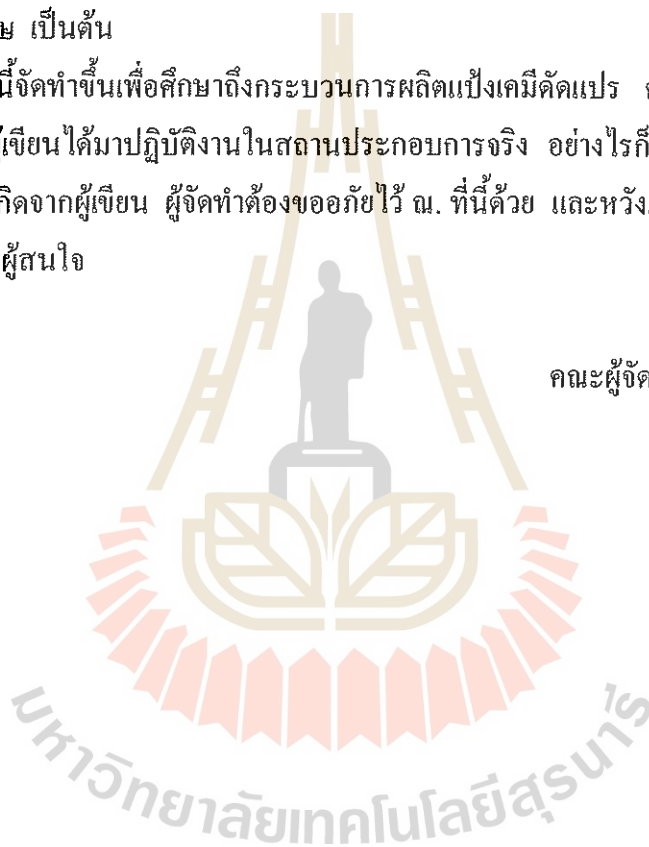
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

มันสำปะหลัง จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย สามารถเพาะปลูกได้ในพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดอื่นไม่ได้ผลดี คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตแป้งเคมีดัดแปร (Modified Starch) กำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อาหาร กระดาษ เป็นต้น

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาถึงกระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร คุณสมบัติ ประเภทและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งผู้เขียนได้มาปฏิบัติงานในสถานประกอบการจริง อย่างไรก็ตามในการจัดทำรายงานฉบับนี้อาจมีข้อผิดพลาดอันเกิดจากผู้เขียน ผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
ส่วนที่ 1	
-บทนำ	1
-กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร	2
-ชนิดและองค์ประกอบของแป้งเคมี	6
-คุณสมบัติของแป้งเคมี	7
-ประโยชน์และการนำไปใช้	19
ส่วนที่ 2	
-บทที่ 1 ลักษณะการประกอบการของสถานประกอบการ	22
-บทที่ 2 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้	23
-บทที่ 3 งานหรือโครงการที่ปฏิบัติ	24
-บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	29
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร	3
รูปที่ 2 แสดงหมู่ฟังก์ชันที่เข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แป้งอีเทอร์	9
รูปที่ 3 ปฏิกิริยา Hydroxyalkylation ระหว่างแป้งกับโพรพิลีนออกไซด์ ได้ผลิตภัณฑ์ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช	11
รูปที่ 4 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับโซเดียมโมโนคลอโรแอซิเตต ได้คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ช	11
รูปที่ 5 แสดงหมู่ฟังก์ชันที่สามารถเข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสให้ได้แป้งเอสเทอร์	13
รูปที่ 6 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับแอซิดิกแอนไฮไดรด์ ได้แป้งแอซิเตต	14
รูปที่ 7 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับไวนิลแอซิเตต ได้แป้งแอซิเตต	15
รูปที่ 8 การทำปฏิกิริยาของแป้งกับสารโครสลิง	17
รูปที่ 9 โครงสร้างแป้งโครสลิง	18

บทนำ

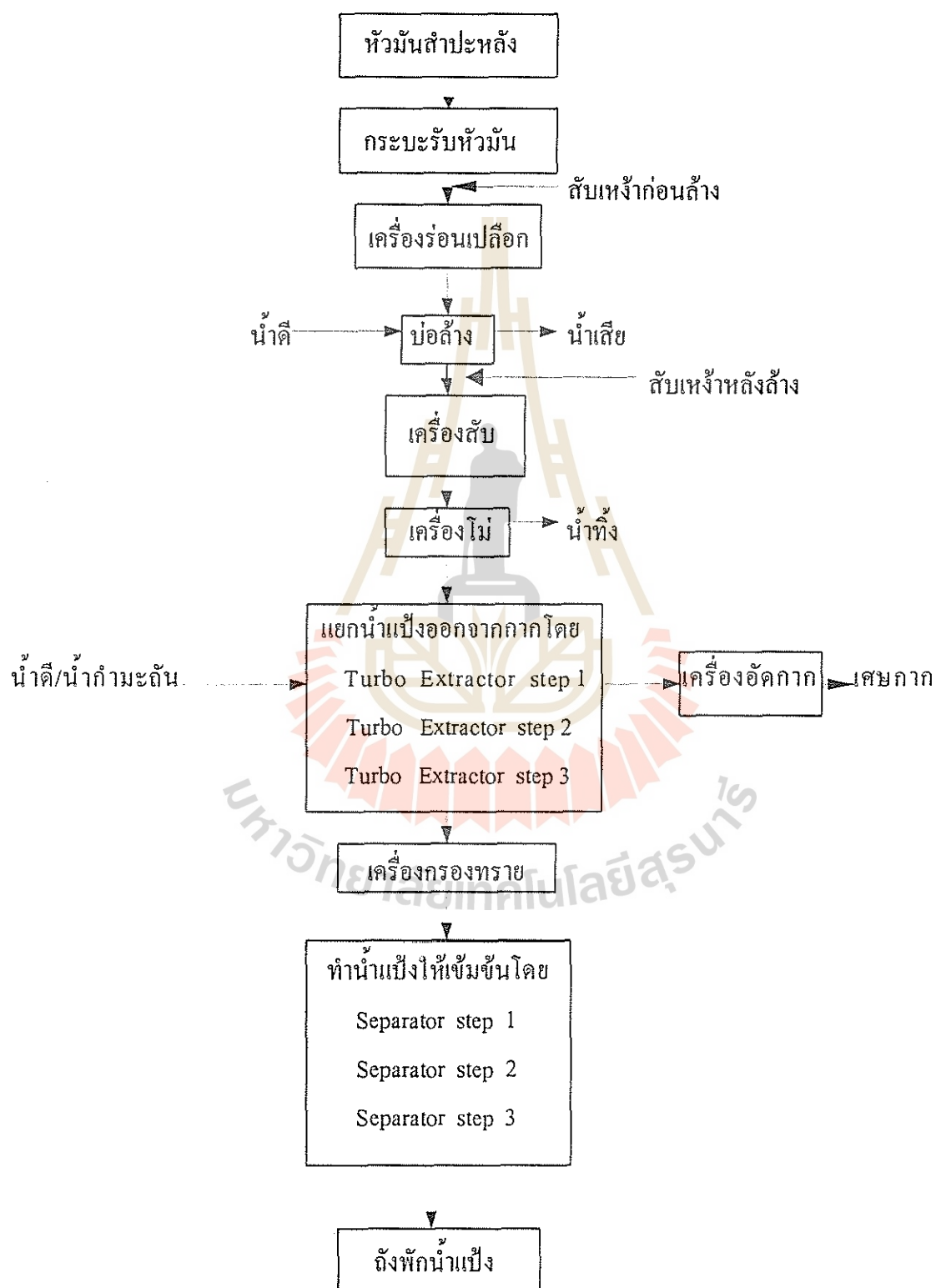
มันสำปะหลังมีถิ่นกำเนิดมาจากอเมริกาใต้ บราซิล / เม็กซิโก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz. และมีการเรียกชื่อตามรากศัพท์ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน โปรตุเกส เช่น Cassava , Mandioca , Yucca และ Tapioca ในปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยใช้ในแง่อุตสาหกรรมแป้งและแป้งแปรรูป ที่มีบทบาทสำคัญคือใช้เป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงของมนุษย์

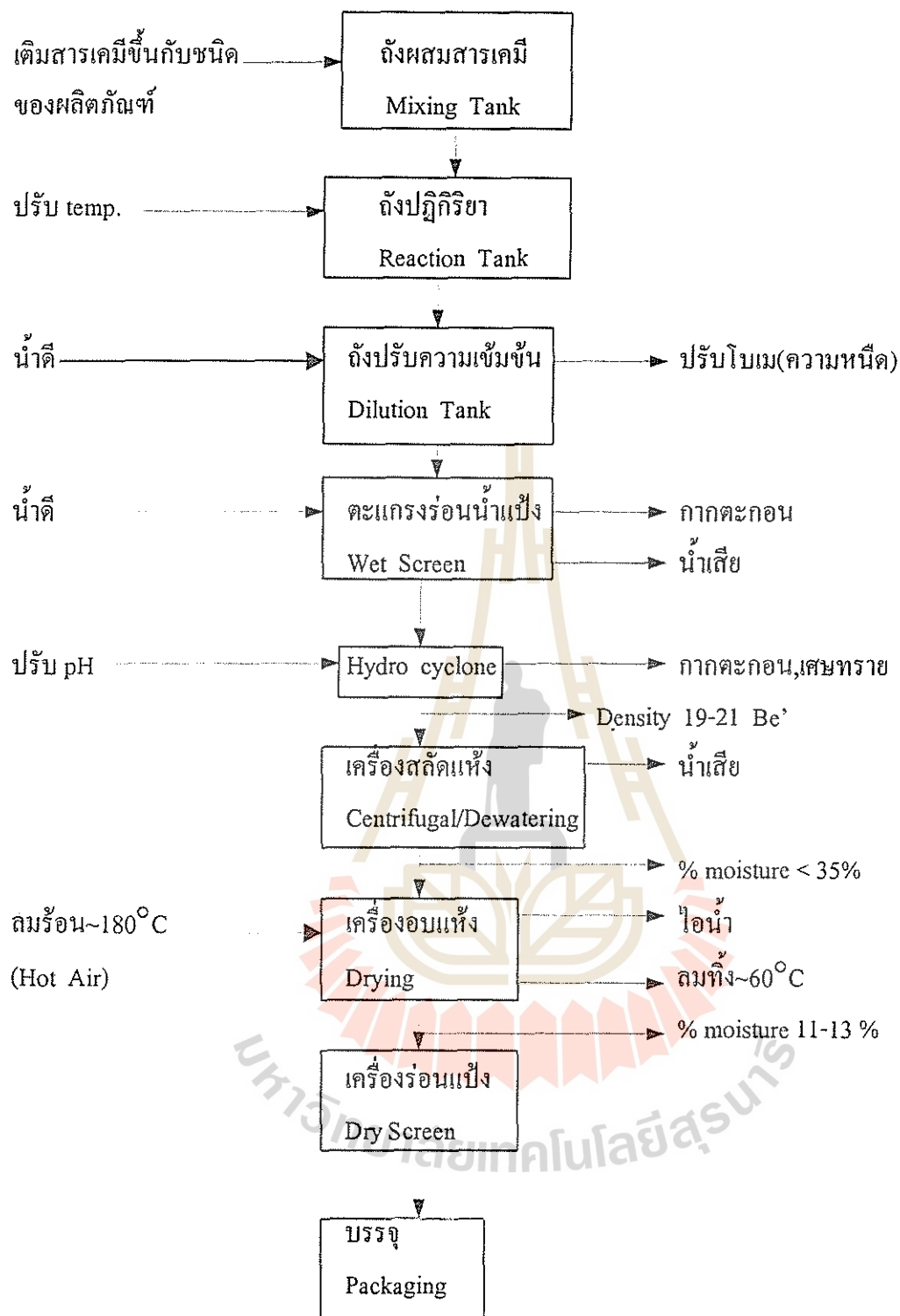
เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งบางครั้งไม่เป็นที่ต้องการต่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรมหรือไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่าง จึงต้องมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 แป้งดัดแปร (Modified Starch) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (Starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือ ทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อนและ/หรือ เอนไซม์ และ/หรือ สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ชี้บ่งต่าง ๆ ของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2535)

คุณสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมและถูกปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการผลิตในอุตสาหกรรม ได้แก่ ช่วงความหนืดแคบ ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี ความคงทนต่อแรงเฉือนในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สูญเสียผลิตภัณฑ์และสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นจึงมีการดัดแปรคุณสมบัติเหล่านี้เพื่อให้เหมาะสมกับประเภทอุตสาหกรรมที่จะนำไปใช้ คือ อุตสาหกรรมอาหาร ใช้เพื่อปรับปรุงความคงตัวและเนื้อสัมผัส การแช่แข็งและการคืนรูป การทำพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurization) สเตอริไรเซชัน (sterilization) อุตสาหกรรมกาว ในอุตสาหกรรมสิ่งทอใช้เคลือบเส้นด้ายทำให้เส้นใยผ้าแข็งแรง และทนต่อการเสียดสีระหว่างการทอ ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเคลือบเพื่อกันไม่ให้ น้ำหมึกซึมผ่านกระดาษ ได้กระดาษที่มีผิวหน้าเรียบ มีคุณสมบัติในการพิมพ์ที่ดี เป็นต้น ซึ่งจะใช้คุณสมบัติเฉพาะของแป้งแต่ละชนิด จะกล่าวในลำดับต่อไป

กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร

(Modified Starch Process)





รูปที่ 1 กระบวนการผลิตแป้งเคมีดัดแปร

อธิบายขั้นตอนกระบวนการผลิตแป้งเคมี

1. การเตรียมวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต

การเตรียมรับมันสำปะหลัง ทางโรงงานรับซื้อจากเกษตรกรเข้าสู่โรงงานโดยรถบรรทุก พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างมันสำปะหลังมาตรวจวัดความหนาแน่น โดยใช้เครื่องวัดแบบ Reimann scale เพื่อให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังซึ่งทางโรงงานใช้ในการตกลงราคาซื้อขายมันสำปะหลัง ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกนำไปกองไว้บนลานเพื่อรอเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป จากนั้นใช้รถตัดตัดมันสำปะหลังเข้าสู่กระบะรับหัวมัน (Hopper) แล้วผ่านระบบสายพานลำเลียง ซึ่งในระหว่างนี้จะมีการสับเหง้ามันสำปะหลังออกก่อน แล้วเข้าสู่เครื่องร่อนเปลือกมีลักษณะเป็นถังตะแกรงกลมที่มีการหมุนตามแนวอน หัวมันจะถูกหมุนไปกับตัวเครื่องเพื่อแยกดินทรายและเศษเปลือกออกไป จากนั้นหัวมันจะถูกล้างให้สะอาดในบ่อล้างหัวมัน ภายในบ่อล้างหัวมันมีใบพัดหมุนกววหัวมันและตัดหัวมันจากช่องหนึ่งไปยังช่องถัดไปเรื่อย ๆ เพื่อล้างเอาเศษดินทรายที่ยังติดอยู่กับหัวมันออกไปกับน้ำ หัวมันหลังล้างจะถูกส่งผ่านสายพานลำเลียงและสับเหง้าหลังล้างอีกครั้ง

2. การม่หัวมันสำปะหลัง

หลังจากหัวมันสำปะหลังผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบแล้ว จะถูกส่งผ่านสายพานลำเลียงเข้าสู่เครื่องสับ (Chopper) ภายในเครื่องมีใบพัดสับหัวมันให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นหัวมันขนาดเล็กจะผ่านท่อลงสู่เครื่องม่ (Rasper) ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งที่มีใบมีดขนาดเล็ก ๆ ในระหว่างการม่มีการเติมน้ำเพื่อให้สามารถม่หัวมันได้ง่ายขึ้น ในขั้นตอนนี้จะได้ของเหลวที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสิ่งเจือปนต่าง ๆ

3. การสกัดแป้ง

น้ำแป้งจากเครื่องม่จะถูกปั๊มเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง (Turbo extractor) ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้แยกน้ำแป้งออกจากเส้นใยและกาก มีลักษณะเป็นตะกร้ากรองที่อาศัยแรงหนีศูนย์กลางโดยการเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบต่ำ ๆ น้ำแป้งจะเข้าไปกรองที่ชุดสกัดหยาบ (Coarse extractor) ก่อนเพื่อแยกกากหยาบออก แล้วผ่านสู่ชุดสกัดขนาดกลาง (Medium extractor) และชุดสกัดละเอียด (fine extractor) ตามลำดับ เมื่อน้ำแป้งถูกส่งเข้าเครื่องสกัด ในระหว่างนี้จะมีการคั้นน้ำสะอาดหรือน้ำกำมะถันอย่างสม่ำเสมอ โดยน้ำกำมะถันที่เติมในช่วงนี้จะช่วยกำจัดการเกิดเมือกที่จะไปอุดตันแผ่นกรอง ป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียแป้งจากจุลินทรีย์ และช่วยฟอกสีแป้งให้ขาว แรงเหวี่ยงภายในเครื่องจะทำให้แป้งที่มีขนาดเล็กกว่ากากและเส้นใยผ่านแผ่นกรองออกไปทางด้านล่าง ส่วนกากและเส้นใยที่มีขนาดใหญ่กว่าจะติดบนแผ่นกรองแล้วจะถูกใบมีดของเครื่องปาดออกไปด้านบนของเครื่อง กากสุดท้ายที่ได้ผ่านเข้าเครื่องอัดกากมัน (Screw press) ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวเพื่อรีดน้ำออก

น้ำแป้งเมื่อผ่านเข้าสู่เครื่องสกัดหยาบแล้วจะเข้าสู่เครื่องสกัดขนาดกลางและเครื่องสกัดละเอียด เพื่อให้บริสุทธิ์ขึ้น โดยผ่านผ้ากรองที่มีขนาดเล็กลงตามลำดับ จากนั้นน้ำแป้งจะถูกนำมาทำให้เข้มข้นโดยเข้าสู่เครื่องแยก (Separator) ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้แยกแป้งซึ่งอยู่ในรูปสารละลายคอลลอยด์ออกจากน้ำแป้ง ทำให้น้ำแป้งที่ได้มีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขั้นตอนนี้อาศัยหลักการเหวี่ยงแยกโดยหมุนปั่นของเหลวด้วยความเร็วสูง พร้อมทั้งเติมน้ำสะอาดเข้าแทนที่สิ่งเจือปนในน้ำแป้ง สิ่งเจือปนในน้ำแป้งจะถูกแยกออกมาเนื่องจากความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะของสารต่างกันแรงเหวี่ยงภายในเครื่องจะทำให้น้ำไหลขึ้นไปทางด้านบนของเครื่อง ส่วนน้ำแป้งที่เข้มข้นกว่าจะไหลออกทางด้านล่าง ในขั้นตอนนี้จะได้น้ำแป้งที่ออกจากเครื่องแยกที่มีความเข้มข้น 19-20 Be'

4. การเติมสารเคมี

หลังจากน้ำแป้งถูกทำให้เข้มข้นโดยเครื่องแยกแป้งแล้ว จะถูกส่งเข้าสู่ถังพักน้ำแป้ง (Storage tank) แล้วเข้าสู่ถังผสมสารเคมี (Mixing tank) ซึ่งจะมีการเติมสารเคมีต่าง ๆ เช่น VAM, NaOH, Na_2CO_3 เป็นต้น ภายในถังผสมสารเคมีจะมีใบพัดหมุนกวนน้ำแป้งอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ น้ำแป้ง และสารเคมีผสมกันอย่างทั่วถึง การเติมสารเคมีแต่ละชนิดจะขึ้นกับชนิดของแป้งเคมีที่ต้องการ หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของลูกค้า น้ำแป้งเมื่อเติมสารเคมีครบตามปริมาณและชนิดที่ต้องการแล้ว จะถูกส่งเข้าสู่ถังปฏิกิริยา (Reaction tank) ภายในถังมีใบพัดหมุนกวนน้ำแป้งตลอดเวลา เพื่อรอให้สารเคมีต่าง ๆ เข้าทำปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์แล้วจะส่งเข้าสู่ Dilution tank โดยการเติมน้ำแป้งเข้าไปเพื่อทำการปรับค่าโบทมิให้ได้ตามกำหนดจะได้น้ำแป้งเคมี จากนั้นส่งน้ำแป้งเคมีเข้าผ่านตะแกรงร่อนน้ำแป้ง (Wet screen) ซึ่งมีลักษณะเป็นตะแกรงมีผ้ากรองเพื่อกรองกากตะกอนที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำแป้ง โดยกากตะกอนจะติดอยู่บนผ้ากรอง ส่วนน้ำแป้งจะผ่านผ้ากรองออกไปทางด้านล่างของตะแกรงร่อนน้ำแป้ง

5. การลดความชื้นของน้ำแป้ง

น้ำแป้งที่ผ่านตะแกรงร่อนน้ำแป้งแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนการลดความชื้น จะใช้ Hydrocyclone ซึ่งอาศัยแรงปั่นเหวี่ยง โดยน้ำแป้งจะถูกส่งเข้าส่วนบนด้านข้าง แล้วหมุนรอบ ๆ ภายในกระบอกเกิดแรงเหวี่ยง ทำให้น้ำแป้งตกลงสู่ส่วนล่างไหลออกมา (Underflow) ส่วนน้ำจะแยกออกที่ส่วนบน (Overflow) จากนั้นน้ำแป้งจะแยกออกสู่ถังพักแล้วปั๊มเข้าสู่เครื่องสไลด์แห้ง (Centrifugal หรือ Dewatering) ซึ่งเป็นเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกน้ำออกจากน้ำแป้งเคมีเข้มข้นที่ได้ผ่านตะแกรงร่อนน้ำแป้งแล้ว โดยน้ำแป้งจะถูกป้อนเข้าสู่ส่วนกลางของเครื่อง เมื่อเหวี่ยงแป้งไปปะทะกับผ้ากรองภายในเครื่อง น้ำที่ผสมอยู่ในน้ำแป้งจะซึมผ่านผ้ากรองแล้วถูกเหวี่ยงออกไป ส่วนที่กรองได้จะเป็นแป้งหมาดเกาะตัวกันเป็นแผ่นหนาขึ้นและเมื่อมีความหนาพอสมควรจะถูกใบมีดของเครื่องกรีดให้เป็นแป้งตกลงไปข้างเครื่องจะได้แป้งหมาดที่มีความชื้นประมาณ 35-40 % จากนั้นจะส่งเข้าสู่การรอบแห้งต่อไป

6. การอบแห้ง

แป้งหามาถูกอบด้วยลมร้อน (hot air) ด้วยอุณหภูมิประมาณ 180-200 °C จากเตาเผา (air heater) ขึ้นไปปล่องอบแห้ง (flash dryer) แล้วตกลงมาเข้าสู่ไซโคลนร้อน (drying cyclone) ความชื้นจะถูกกระเหยออกไปบางส่วน ในขั้นตอนนี้จะมีการตรวจสอบความชื้นของแป้ง ถ้าแป้งมีความชื้นมากอาจปรับอัตราเร็วของแป้งที่เข้าปล่องอบแห้งโดยการลดปริมาณแป้งเข้าหรือลดอัตราเร็วของลมร้อนที่เป่า เพื่อให้แป้งมีความชื้นลดน้อยลงตามที่ต้องการ หลังจากนั้นแป้งจะถูกดูดเข้าสู่ไซโคลนเย็น (cooling cyclone) แล้วผ่านเข้าเครื่องร่อนแป้ง (dry screen) เพื่อแยกขนาดของแป้ง แป้งที่มีขนาดใหญ่จะติดอยู่บนตะแกรงไม่สามารถผ่านตะแกรงไปได้จะส่งออกไปรอทำการผลิตใหม่ (Reprocess) ส่วนแป้งละเอียดจะผ่านตะแกรงลงไปตามด้านล่างสู่ถังเก็บแป้งพร้อมทั้งบรรจุถุงหรือกระสอบต่อไป

7. การบรรจุและเก็บรักษา

แป้งที่ได้หลังจากการอบแห้งจะมีความชื้นต่ำ ประมาณ 11-13 % ความหนาแน่นต่ำฟุ้งกระจายระหว่างการบรรจุ การเก็บรักษาแป้งหลังจากการบรรจุแล้วทำได้โดยการวางเรียงกระสอบแป้งบนที่รองรับ (pallet) แล้วซ้อนถุงแป้งเป็นชั้น ๆ พร้อมทั้งหลีกเลี่ยงการซ้อนทับกันสูง ๆ การเคลื่อนย้ายถุงแป้งควรใช้แบบมาก่อนใช้ก่อน (First-in First-out)

ชนิดและองค์ประกอบของแป้งเคมี

แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีความบริสุทธิ์สูง มีการปนเปื้อนของสารประกอบเคมีอื่นๆต่ำเหมาะต่อการนำมาทำปฏิกิริยาเคมี ส่วนอสัณฐาน (amorphous) ของอะมิโลเพกทิน จะเป็นส่วนที่ทำปฏิกิริยาได้ดีที่สุด ชนิดของแป้งเคมีจัดแบ่งกลุ่มตาม Bemiller (1997) ดังนี้

1. การดัดแปรทางเคมี (Chemical modification) แบ่งออกเป็น

1.1 การเกิดอนุพันธ์ (derivatization)

- การแทนที่สารโมเลกุลเดี่ยวของแป้ง (monosubstitution) ทั้งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งแอซิเตต (acetate starch) หรือ ปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งไฮดรอกซีเอทิล (hydroxyethyl starch)
- การแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เช่น แป้งครอสลิง (cross-linked starch)

1.2 การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (acid thinning) เช่น แป้งย่อยด้วยกรด

1.3 เดกซ์ทรีไนเซชัน (dextrinization) เป็นการลดขนาดหรือเปลี่ยนการจับเกาะโดยใช้ความร้อนหรือความร้อนกับกรด เช่น มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin)

1.4 ออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้เกิดการฟอกสีและลดขนาดของโมเลกุลโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (bleaching และ depolymerization) เช่น แป้งออกซิไดซ์

- 1.5 การย่อยสลาย (hydrolysis) โดยใช้เอนไซม์หรือกรด เพื่อย่อยสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เช่น enzymatically modified starch
2. การดัดแปรทางกายภาพ (Physical Modification)
 - 2.1 เจลาติไนเซชัน (gelatinization) เป็นการให้ความร้อนแก่แป้งจนผ่านขั้นตอนของเจลาติไนเซชันแล้วทำแห้งทันที เช่น แป้งพรีเจลาติไนซ์
 - 2.2 แป้งละลายน้ำเย็น (Granular-Cold-Soluble-Starch : GCWSS) เป็นการแปรรูปจนได้แป้งที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนเซชัน
 - 2.3 การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล การทำให้เม็ดแป้งแตกโดยทางกลจะได้เม็ดแป้งขนาดเล็กกว่าปกติ
 - 2.4 annealing เป็นการให้ความร้อนในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาติไนเซชัน
 - 2.5 การแปรรูปด้วยความร้อน (heat moisture treatment) เป็นการให้ความร้อนสูงกว่าจุดเจลาติไนเซชันแก่แป้งในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ
3. การดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological Modification) การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
 - 3.1 waxy starch คือ แป้งที่มีอะไมโลสต่ำหรือไม่มีเลย
 - 3.2 high amylose คือ แป้งที่มีอะไมโลสสูง

เนื่องจากแป้งดัดแปรสามารถเกิดขึ้นได้หลายลักษณะและมีการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันด้วย ในรายงานฉบับนี้จะศึกษาถึงแป้งเคมีดัดแปรชนิดการเกิดอนุพันธ์ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของแป้งเคมีดัดแปร

คุณสมบัติของแป้งเคมี

การเกิดอนุพันธ์(Derivatization)

แป้งดัดแปรที่ได้จากการเกิดอนุพันธ์เรียกว่า อนุพันธ์ของแป้ง แป้งชนิดของปฏิกิริยาการดัดแปรออกเป็น 3 ชนิดคือ

- อีเทอร์ริฟิเคชัน(Etherification) เกิดการแทนที่ในโมเลกุลเด็วของแป้งโดยแฮนอีเทอร์($R=-CH_3$)
- เอสเทอร์ริฟิเคชัน(Esterification) เกิดการแทนที่ในโมเลกุลเด็วของแป้งโดยแฮนเอสเทอร์($R=-COCH_3$)
- ครอสลิงกิง(Cross-linking) เกิดการแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่

ทั้งแป้งอีเทอร์และแป้งเอสเทอร์จัดเป็นแป้งที่ให้ความคงตัว (stabilized starch) ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเม็ดแป้งกับสารเอสเทอร์หรือสารอีเทอร์ในสภาวะเบสโดยทั่วไปแป้งอีเทอร์และแป้งเอสเทอร์ที่ใช้ในทางการค้ามีระดับการแทนที่ต่ำกว่า 0.2 หมู่ฟังก์ชันต่างๆจะเข้าแทนที่ภายในกลูโคสที่หมู่ไฮดรอกซิลของคาร์บอนตำแหน่งที่ 2,3 และ 6 โดยส่วนใหญ่แป้งแอซีเทต ไฮดรอกซีแอคิลสตาร์ช คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ช และ

แคทไอออนิกสตาบิลไรเซอร์ จะมีหมู่แทนที่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ส่วนหมู่แทนที่อื่นๆจะเข้าแทนที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 สำหรับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 จะมีหมู่ฟังก์ชันเข้าแทนที่น้อยมาก

การเข้าแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชัน 1 หมู่ภายในโมเลกุลกลูโคสของแป้งอีเทอร์และแป้งเอสเทอร์ทำให้โมเลกุลอะมิโลสและโครงสร้างของเม็ดแป้งดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป มีผลให้เกิดการยับยั้งการคืบตัวของเม็ดแป้งและทำให้แป้งมีความหนืดคงตัวแสดงลักษณะเป็นสารคงตัว(stabilized starch) สำหรับการเข้าแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ของแป้งครอสลิงมีจุดประสงค์เพื่อสร้างพันธะเชื่อมข้ามระหว่างหมู่อะมิโลเพกตินทำให้อัตราการพองตัวลดลง

โดยปกติแป้งอนุพันธ์จะมีคุณสมบัติดังนี้

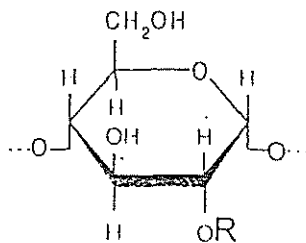
1. จะมีคุณสมบัติการเกิดเจลลาคือในซึ่ต่ำกว่าแป้งดิบ
2. จะมีการพองตัว การละลายและความชื้นมากกว่าแป้งดิบ
3. ความหนืดมาก/น้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการเข้าแทนที่ของสารให้อนุพันธ์และขนาดโมเลกุลของอนุพันธ์ ทั้งนี้จะไม่แปรผันในทางเดียวกันเช่น เพิ่มการแทนที่ระดับหนึ่ง แป้งอนุพันธ์ให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอีกระดับหนึ่งอาจจะให้ความหนืดน้อยลง เป็นต้น
4. จะให้คุณสมบัติเป็น Stabilizing agent เช่น ทนต่อการคืบตัวหลังการแช่แข็ง (Freeze-thaw) เป็นต้น

อีเทอร์ริฟิเคชัน(Etherification)

ปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชันเกิดขึ้นระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่อีเทอร์(Etherifying agent) ได้แป้งดัดแปรที่เรียกว่า แป้งอีเทอร์ แบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. ไฮดรอกซีแอลคิลสตาบิลไรเซอร์หรือแป้งไม่มีประจุ
 - ไฮดรอกซีเอทิลสตาบิลไรเซอร์
 - ไฮดรอกซีโพรพิลสตาบิลไรเซอร์
 - ไฮยาโนเอทิลสตาบิลไรเซอร์
2. คาร์บอกซีเมทิลสตาบิลไรเซอร์หรือแป้งประจุลบ
3. แคทไอออนิกสตาบิลไรเซอร์หรือแป้งประจุบวก
 - เทอร์เทียรีอะมิโนแอลคิลสตาบิลไรเซอร์อีเทอร์
 - ควอเตอร์นารีแอมโมเนียมสตาบิลไรเซอร์อีเทอร์

หมู่ฟังก์ชันที่สามารถเข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แป้งอีเทอร์มีดังนี้



รูปที่ 2 แสดงหมู่ฟังก์ชันที่เข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แป้งอีเทอร์
ที่มา : กล้าณรงค์, 2542

คุณสมบัติของแป้งอีเทอร์โดยทั่วไป

แป้งเกิดการคืนตัวน้อยลงแต่ละหมู่ที่เข้ามาแทนที่จะทำให้แป้งมีประสิทธิภาพในการลดการคืนตัวของแป้งได้ต่างกัน หมู่แทนที่สายยาวจะมีประสิทธิภาพมากกว่าหมู่แทนที่ที่มีความยาวเท่ากัน หมู่ที่มีประจุจะมีประสิทธิภาพมากกว่าหมู่ที่ไม่มีประจุ อุณหภูมิในการเกิดเจลาคิในซ์ต่ำลง ทำให้แป้งสามารถพองตัวได้ในน้ำเย็น โดยที่ไฮดรอกซีเอทิลสตาร์ซสามารถพองตัวได้ในน้ำเย็น เมื่อมีระดับการแทนที่(DS) เท่ากับ 0.3 และควอเทอร์นารีแอมโมเนียมเอทิลอีเทอร์สตาร์ซพองตัวได้เมื่อมีระดับการแทนที่ (DS) เท่ากับ 0.07 แป้งเปียกมีความเหนียวคงตัว และยึดติดได้ดี ฟิล์มที่ได้มีความใสมากขึ้น เป็นมันเงา ยึดหยุ่นมากขึ้น ได้แผ่นฟิล์มที่มีความต่อเนื่อง

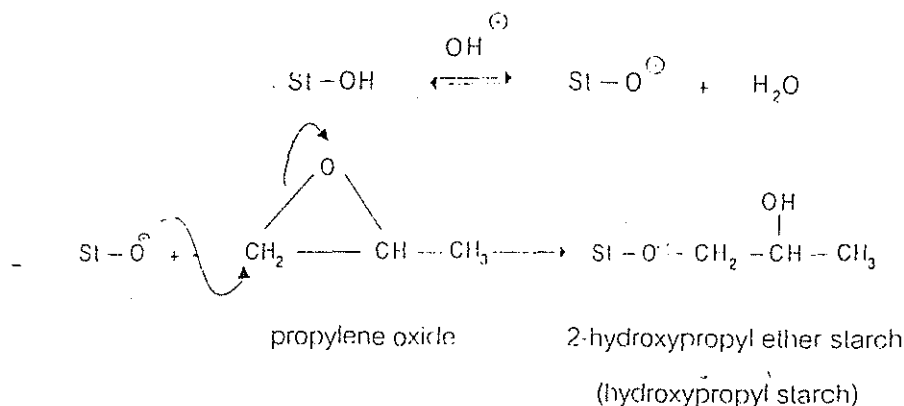
และละลายน้ำได้มากขึ้น แป้งที่มีความทนทานต่อการทำงานของกรด เบส และสารออกซิไดซ์อย่างอ่อนได้นอกจากนี้แป้งเปียกและฟิล์มสามารถต้านการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ คุณสมบัติทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า มีลักษณะเป็นสารเพิ่มความคงตัว มีความหนืดสูงกว่าแป้งปกติ

1. ไฮดรอกซีแอลคิลสตาร์ช (Hydroxyalkyl starch)

ไฮดรอกซีแอลคิลสตาร์ชเป็นแป้งดัดแปรทางเคมีที่ได้จากการทำปฏิกิริยาไฮดรอกซีแอลคิเลชัน (Hydroxyalkylation) ระหว่างสารละลายแป้ง (ของแข็งประมาณ 40 %) กับอัลคิลีนออกไซด์ (Alkylene- oxides) เช่น โพรพิลีนออกไซด์ หรือเอทิลีนออกไซด์ ในสภาวะเบส ที่อุณหภูมิไม่เกิน 50°C ได้แป้งดัดแปรที่ไม่มีประจุ มีความเหนียวสูงกว่าแป้งทั่วไป มีความคงตัวต่อสภาวะการแช่แข็งและการละลายและมีความหนืดคงตัว ตัวอย่างการผลิตแป้งไฮดรอกซีแอลคิลสตาร์ช มีดังนี้

การผลิตแป้งไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ชโดยใช้น้ำ

การดำเนินปฏิกิริยาทำในสภาวะเบส ส่วนใหญ่เกิดการแทนที่ตรงหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ดังแสดงกลไกในรูปที่ 2 การผลิตไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ชในสภาวะที่มีน้ำ ใช้แป้งที่มีความหนืด $18-21^{\circ}\text{Be}$ เดิมโซเดียมซัลเฟตหรือโซเดียมคลอไรด์ผสมกับน้ำแป้งภายในถังปฏิกรณ์ เพื่อป้องกันเม็ดแป้งพองตัวระหว่างดำเนินปฏิกิริยา เดิมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5-1% ของน้ำหนักแป้งแห้งในรูปสารละลาย 5-7 % เพื่อเร่งปฏิกิริยา กวนอย่างรวดเร็วและเติมโพรพิลีนออกไซด์ 5-10 % ของน้ำหนักแป้งแห้ง ปิดถังปฏิกรณ์ทำปฏิกิริยาประมาณ 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $37-52^{\circ}\text{C}$ ถ้าดำเนินปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 37°C ปฏิกิริยาจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ แต่ถ้าทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงกว่า 52°C จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้ หลังจากนั้นปรับให้เป็นกลาง กรอง ล้างสิ่งเจือปนออกและทำให้แห้ง ข้อดีของการผลิตไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ชด้วยวิธีนี้คือ ได้เม็ดแป้งที่มีลักษณะคงเดิม และสามารถกำจัดผลพลอยได้หลังจากผลิตเสร็จสิ้นโดยการกรองหรือล้าง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง เหมาะสมสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากนี้การผลิตในระบบที่มีน้ำยังสามารถนำแป้งดัดแปรที่ได้ไปดัดแปรด้วยวิธีอื่นต่ออย่างสะดวก ทำให้ได้แป้งดัดแปรที่มีคุณสมบัติยิ่งขึ้น โดยไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับโพรพิลีนออกไซด์ในสภาวะเบส ใช้เป็น direct food additive มีความคงตัวต่อการแช่แข็งและการละลาย มีความคงตัวต่อการเก็บในที่เย็น ได้แป้งเปียกที่มีความใสและเนื้อสัมผัสที่ดีเหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ต้องเก็บในสภาวะที่เย็น



รูปที่ 3 ปฏิกิริยา Hydroxyalkylation ระหว่างแป้งกับโพรพิลีนออกไซด์ได้ผลิตภัณฑ์ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช
ที่มา : Sanders, 1996.

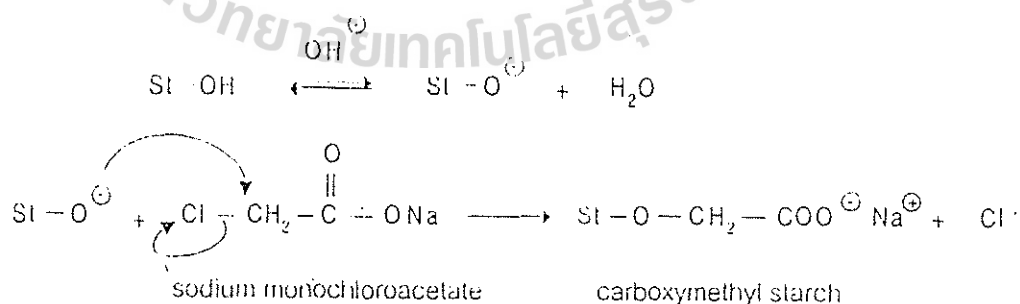
*St-OH : Starch แสดงในส่วนที่มีหมู่ไฮดรอกซิล

คุณสมบัติและการนำไปใช้

การแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในเม็ดแป้ง ทำให้ความแข็งแรงของพันธะในเม็ดแป้งลดลง อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนรูป (Pasting Temperature) ลดลง แป้งสามารถพองตัวได้ในน้ำเย็น แป้งเปียกมีความเหนียวมากขึ้น ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็น blood extender ครีมเทียม (Coffee whitener) และสารให้ความข้น ในอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอใช้ผลิตฟิล์ม ใช้เคลือบกระดาษและสิ่งทอ และใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น ใช้เป็นสารยึดเกาะ (binder) สำหรับวัสดุก่อสร้างและใช้เป็นสารเร่งให้เกิดเจล สำหรับสารละลายอินทรีย์และน้ำหอม

2. คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ช (Carboxymethyl starch)

แป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาคาร์บอกซีเมทิลเลชัน (Carboxymethylation) ระหว่างแป้งกับโซเดียมโมโนคลอโรแอซิเตต หรือกรดโมโนคลอโรแอซิก ในสภาวะเบส แสดงปฏิกิริยาดังรูป 4



รูปที่ 4 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับโซเดียมโมโนคลอโรแอซิเตต ได้คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ช
ที่มา : Sander, 1996.

การผลิตคาร์บอกซีเมทิลสตาร์ช

การผลิตคาร์บอกซีเมทิลสตาร์ชสามารถทำปฏิกิริยาได้หลายวิธี

- การทำปฏิกิริยากับแป้งในส่วนของน้ำกับแอลกอฮอล์ และทำให้บริสุทธิ์โดยการกรอง ล้าง และทำให้แห้ง
- การทำปฏิกิริยากับแป้งเปียก และกำจัดผลพลอยได้โดยการสกัดด้วยแอลกอฮอล์หรือไดอะไลซิส (dialysis) และทำให้แห้งด้วยดรัม ครายเออร์ (Drum drier)
- การทำปฏิกิริยากับแป้งโดยผสมแป้งที่มีความชื้น 10-20 % กับเบส และโซเดียมโมโนคลอไรด์ - เทต ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องหรือสูงกว่า หลังจากนั้นทำให้บริสุทธิ์โดยการสกัดด้วยแอลกอฮอล์
- การทำปฏิกิริยาในสารละลายต่างที่มีโซเดียมซัลเฟตหรือโซเดียมคลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้บริสุทธิ์โดยการกรองหรือสกัดด้วยแอลกอฮอล์

คุณสมบัติและการนำไปใช้

คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ชสามารถละลายในน้ำเย็นได้อย่างสมบูรณ์ แป้งเปียกมีความใสและเหนียว มีแนวโน้มในการเกิดเจลและคืนตัวน้อยลง มีความหนืดสูงทนต่อสารเคมีต่างๆ พืชมีลักษณะใสละลายน้ำได้ง่าย และไวต่อความชื้น

ในด้านเภสัชกรรมใช้เป็นสารยึดเกาะหรือสารแตกตัว. (disintegrant) ในการผลิตยาเม็ด ในอุตสาหกรรมกระดาษใช้สำหรับฟอกเยื่อหรือเป็นสารเคลือบกระดาษ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอใช้สำหรับพิมพ์สิ่งทอ ใช้ในอุตสาหกรรมและด้านอื่น ๆ ใช้เป็นสารตกตะกอนและใช้ผลิตยาสีฟัน

3. แคทไอออนิกสตาร์ช (Cationic starch)

แคทไอออนิกสตาร์ชเป็นแป้งดัดแปรที่มีประจุบวก ได้จากสารเคมีที่มีหมู่อะมิโน อิมิโน แอมโมเนียมซัลโฟเนต หรือฟอสโฟเนียม ใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมกระดาษ สิ่งทอ อุตสาหกรรมกาว

การผลิตแคทไอออนิกสตาร์ช

ปฏิกิริยาเกิดขึ้นระหว่างแป้งกับสารเคมีในสภาวะเบส ที่อุณหภูมิ 20-50 °C ที่ pH 10.5-12.0 เป็นเวลาประมาณ 8-16 ชั่วโมง ในระหว่างปฏิกิริยามีการเติมโซเดียมซัลเฟตหรือเกลืออื่น ๆ เพื่อป้องกันการพองตัวของเม็ดแป้ง หลังจากนั้นเติมกรดเจือจางเพื่อปรับ pH ให้ได้ 3-7 ขั้นตอนนี้เป็นปฏิกิริยาเติมโปรตอนให้แก่แป้ง เกิดเป็นหมู่ประจุบวกต่อจากนั้นสกัดผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยการกรอง ล้าง และทำให้แห้ง ปฏิกิริยาการแทนที่ส่วนใหญ่เกิดตรงหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2

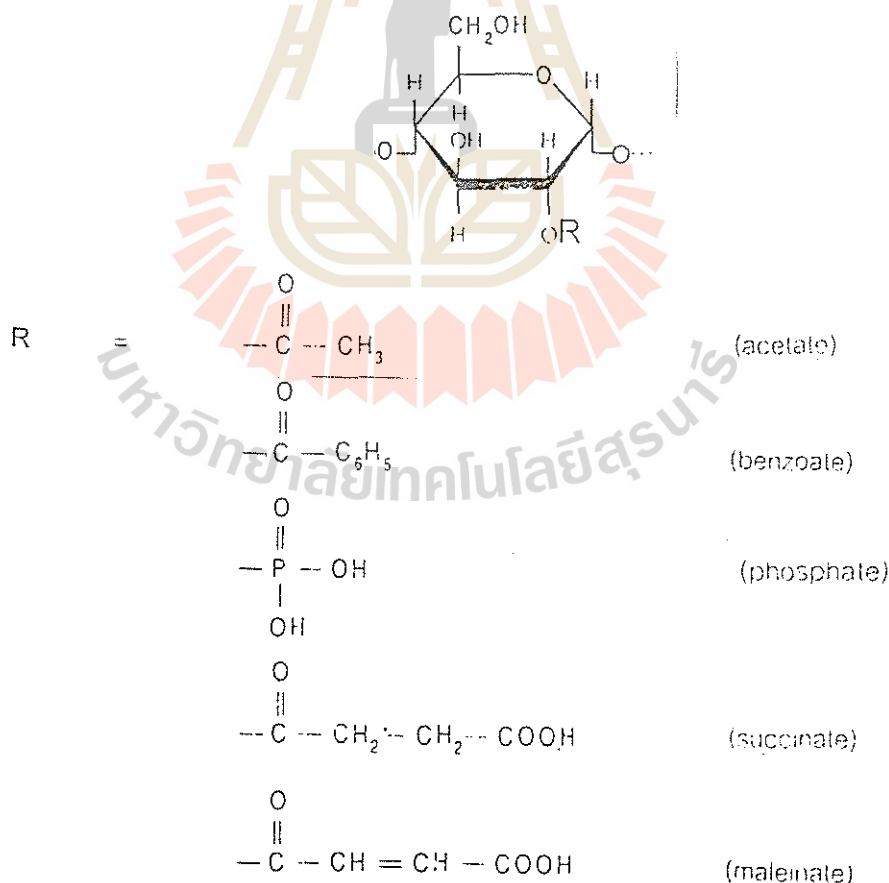
คุณสมบัติและการนำไปใช้

แคทไอออนิกสตาร์ชมีความเสถียรมากขึ้น มีอัตราการคืนตัวลดลงสามารถละลายน้ำได้สูง พองตัวได้ในน้ำเย็น และสามารถเกิดพันธะไอออนิกระหว่างประจุบวกกับประจุลบของเซลล์โลสที่ใช้ทำกระดาษได้ดีจึงมีการนำไปใช้มากในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยใช้เพิ่มความเหนียวให้กับกระดาษ ใช้เคลือบกระดาษ ทำให้ทนต่อการขีดหรือถลอก ดานทานการแทรกซึมของหมึกหรือของเหลว ป้องกันฝุ่นละออง และทำให้ค่า BOD COD ของน้ำทิ้งมีค่าต่ำ เป็นผลดีต่อสภาวะแวดล้อม ในอุตสาหกรรมสิ่งทอใช้ในการเคลือบผ้า

และผสมในน้ำยาซักแห้งเพื่อเพิ่มความเหนียวนุ่มและความเรียบให้แก่เส้นใยผ้าหลังจากซักแห้ง ในอุตสาหกรรมการใช้ผลิตกาสำหรับฉลากติดขวดกา แลกของจดหมาย กาสำหรับบอร์ด ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ใช้เป็นสารตกตะกอน สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่มีประจุลบ และใช้กำจัดโลหะหนักที่มีประจุลบ เช่น โครเมต ไดโครเมต เฟอร์ไรต์ไฮไดรด์ เป็นต้นจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตฟิล์มถ่ายรูป ใช้ผสมกับการเคมีสำหรับผลิตน้ำยาสระผม สเปรย์แต่งผม น้ำยาล้างจาน

เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Esterification)

แป้งเอสเทอร์เป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน (ปฏิกิริยาของกลุ่มแอลกอฮอล์กับกรด) ระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของแป้งกับหมู่เอสเทอร์ของสารเคมี แป้งเอสเทอร์ที่นิยมใช้ทางการค้า ได้แก่ แป้งแอซีเทต และสตาร์ชฟอสเฟตโมโนเอสเทอร์ แป้งดัดแปรทั้งสองชนิดมีความหนืดสูงกว่าแป้งดิบ และรักษาความหนืดไว้ได้ดี เมื่อเกิดเป็นเจลจะมีความใส มีความอ่อนตัวและยืดเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน มีความคงตัวต่อสภาวะการแช่แข็งและการละลาย เหมาะสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการเป็นสารช่วยแตกตัวที่ดีและมีราคาถูก จึงมีการนำแป้งเอสเทอร์มาใช้เป็นสารช่วยแตกตัวในการผลิตยาเม็ด หมู่ฟังก์ชันที่สามารถเข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แป้งเอสเทอร์มีดังนี้



รูปที่ 5 แสดงหมู่ฟังก์ชันที่สามารถเข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในหน่วยกลูโคสให้ได้แป้งเอสเทอร์
ที่มา : กุลฉัตร, 2542

ในการผลิตแป้งเอสเทอร์สามารถแบ่งระดับการทำปฏิกิริยาออกเป็น 3 ชนิด คือ

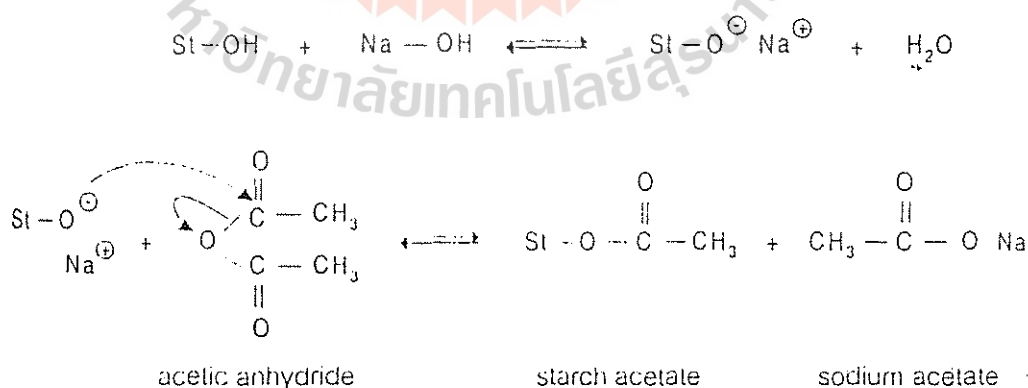
1. การทำปฏิกิริยาโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง ให้ระดับการแทนที่ต่ำกว่า 0.2 นิยมทำโดยทั่วไป
2. การทำปฏิกิริยาโดยไม่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง ให้ระดับการแทนที่สูงประมาณ 3 ใช้ไพรีดีน (pyridine) เป็นตัวทำละลาย
3. การทำปฏิกิริยาโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง ให้ระดับการแทนที่ปานกลาง ใช้กรดแอซิติกเป็นตัวทำละลาย

ตัวอย่างการผลิตแป้งแอซิเตต (starch acetate)

แป้งแอซิเตตเป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาแอซิทิเลชัน (acetylation) ระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่แอซิติก เช่น แอซิติกแอนไฮไดรด์ ไวนิลแอซิเตต หรือกรดแอซิติก หมู่แอซิติกที่เข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลภายในโมเลกุลของแป้งจะยับยั้งการรวมตัวกันของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน ทำให้แป้งสามารถต้านทานการคืนตัวหลังจากเกิดแป้งเปียกและทำให้เย็นลง แป้งดัดแปรชนิดนี้ใช้เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) และสารให้ความข้น (thickener) ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผงชูรส ผงชูรส ผงชูรส ฯลฯ และใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ

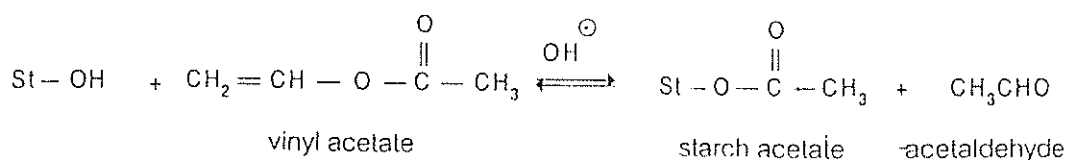
สารเคมีที่สามารถใช้ได้ในการดัดแปรเพื่ออุตสาหกรรมอาหารมี 2 ชนิด ได้แก่ แอซิติกแอนไฮไดรด์ และ ไวนิลแอซิเตต โดยอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 7.5 และมีหมู่แอซิติกไม่เกินร้อยละ 2.5 แป้งดัดแปรที่ได้ต้องมีความหนืดสูงกว่าแป้งดิบที่นำมาดัดแปรและรักษาความหนืดไว้ได้ดี มีลักษณะเจลใสชัดเจนเป็นเนื้อเดียวกัน และมีลักษณะอ่อนตัว

ปฏิกิริยาแอซิทิเลชันเกิดขึ้นระหว่างเม็ดแป้งหรือแป้งที่ผ่านการเจลาติไนซ์แล้วกับสารเคมี โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการควบคุม pH ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับแอซิติกแอนไฮไดรด์ ได้เป็นแป้งแอซิเตต

ที่มา : Sanders, 1996.



รูปที่ 7 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับไวนิลเอซีเตต ได้เป็นแป้งเอซีเตต

ที่มา : SANDERS, 1996.

การผลิตแป้งเอซีเตตโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (DS ต่ำ)

เติมสารเคมี เช่น แอซีติกแอนไฮไดรด์หรือไวนิลเอซีเตตอย่างช้า ๆ ลงในสารแขวนลอยของแป้ง ความเข้มข้นของแป้งที่ผสมกับน้ำอยู่ในช่วง 30-55 % ขึ้นอยู่กับเทคนิคของการผสมเพื่อให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงที่สุดในด้านของการผลิตผล (yield) ในการทำปฏิกิริยาใช้ที่อุณหภูมิ 25-30 °C และควบคุมพีเอช (pH) ให้อยู่ที่ 7-11 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 % หลังจากนั้นใช้กรดเจือจางปรับให้สารแขวนลอยมี pH เท่ากับ 5.5-6.5 กรอง ล้างเกลือและผลพลอยได้ออก ทำให้แห้ง จะได้แป้งเอซีเตตที่มีหมู่ อะซีติล (acetyl) ไม่เกิน 5 % มีระดับการแทนที่ต่ำกว่า 0.2

การผลิตแป้งเอซีเตตโดยไม่ใช้น้ำเป็นตัวกลาง (DS สูง)

แป้งทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอกซิลิกแอนไฮไดรด์ โดยใช้ไพริดีน (pyridine) เป็นตัวทำละลาย สามารถผลิตแป้งเอซีเตตที่มีระดับการแทนที่เท่ากับ 3 แต่สำหรับการผลิตในทางการค้าโดยใช้สารละลายชนิดนี้ยังมีปัญหาอยู่ เนื่องจากไพริดีนมีราคาแพง มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ล้างออกจากผลิตภัณฑ์ได้ยากและมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดสูง

การผลิตแป้งเอซีเตตโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (DS ปานกลาง)

แป้งเอซีเตตที่มีระดับ DS ปานกลางสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีคุณสมบัติเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ในการผลิตปรับคุณสมบัติของแป้งด้วยแอซีติกแอนไฮไดรด์ 40 % ควบคุม pH ให้อยู่ที่ 8.0 เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 % ปรับคุณสมบัติของแป้งหลาย ๆ ครั้งจะได้ระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น

คุณสมบัติและการนำไปใช้

โครงสร้างของเม็ดแป้งดัดแปรเหมือนกับแป้งดิบ แป้งดัดแปรสามารถละลายได้มากขึ้น ถ้าระดับการแทนที่ของหมู่เอซีติลเพิ่มขึ้น มีอุณหภูมิในการเกิดเจลาคีในซ้ต่ำลง มีอัตราการคืนตัวลดลง ความหนืดคงที่ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ไม่เกิดการบีบตัวของน้ำออกมานอกเจล (syneresis) และทำให้สีของแป้งไม่ขุ่น ฟิล์มจากแป้งเอซีเตต มีความใส มั่นคง ยืดหยุ่น ละลายน้ำได้มาก และมีแนวโน้มที่จะแตกน้อยลง

ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้แป้งเอซีเตตเป็นส่วนประกอบในอาหารแช่แข็งเนื่องจากคุณสมบัติสามารถละลายน้ำได้มาก แป้งเอซีเตตที่ดัดแปรพร้อมกับวิธีครอสลิงใช้เป็นสารเพิ่มความข้นในอาหารกระป๋อง อาหารแช่แข็ง อาหารแห้ง เบเกอรี่ อาหารเด็กอ่อน หรือแป้งเอซีเตตที่ดัดแปรพร้อมกับพรีเจลาตินในเซชัน ใช้สำหรับ

ผลิตน้ำเกรวี่ พุดดิ้ง โดยแป้งแอซีเทตที่ใช้กับอาหารต้องมีปริมาณแอซีทิลไม่เกิน 2.5 % ตามข้อกำหนดของ FDA(The Food and Drug Administration)

ในอุตสาหกรรมกระดาษ ใช้ผลิตกระดาษกาวที่มีความยืดหยุ่น เป็นมันเงา และเนื่องจากแป้งแอซีเทตมีคุณสมบัติในการยึดติดกับเซลลูโลสได้ดีจึงนำมาใช้ในการเคลือบกระดาษ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการพิมพ์ดีขึ้น

ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้แป้งแอซีเทตเคลือบเส้นด้าย ทำให้เส้นด้ายแข็งแรง ยืดหยุ่น ยึดเกาะกันได้ดี และแยกออกได้ง่าย เนื่องจากละลายน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังมีการผสมแป้งแอซีเทตกับ thermoset resin ใช้ผลิตน้ำมันชักเงา

การเชื่อมขวาง (Cross linking)

โดยทั่วไปแป้งเชื่อมขวางหรือที่มีการเรียกชื่ออื่นๆว่า crossbonded starch หรือ inhibit starch เป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ (multifunctional reagent) เรียกสารเคมีนั้นว่า cross-linking reagent หรือ inhibiting reagent เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันหรืออีเทอร์ริฟิเคชัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่ใช้ ซึ่งสามารถจะทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งได้มากกว่า 1 หมู่ ทำให้เกิดพันธะเชื่อมขวาง(crosslink หรือ bridge) ระหว่างโมเลกุลของแป้งในสภาพของสารแขวนลอย พันธะโควาเลนต์จะช่วยให้พันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างของเม็ดแป้งไว้มีความแข็งแรงมากขึ้น ช่วยลดการพองตัวของเม็ดแป้ง เพิ่มความแข็งแรงให้กับเม็ดแป้งโดยเพิ่มความต้านทานต่อสภาวะการเป็นกรด ความร้อน และสภาพที่มีแรงเฉือน เพิ่มความหนืดของแป้งเปียกที่ร้อน ทำให้แป้งเปียกมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง เพิ่มความเหนียวให้แก่เม็ดแป้งที่พองตัว ทำให้เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวกัน ไม่แตกออก มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความข้นที่มีความหนืดสูง ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งให้เหมาะสมแก่การหุงต้ม เมื่อเพิ่มระดับการทำเชื่อมขวางจะเพิ่มความแข็งแรงให้กับเม็ดแป้ง

โดยทั่วไปการทำเชื่อมขวางจะช่วยเสริมพันธะไฮโดรเจนในเม็ดแป้งด้วยพันธะเคมี ซึ่งจะทำหน้าที่เสมือนสะพานเชื่อมระหว่างโมเลกุล ดังนั้น เมื่อให้ความร้อนแก่แป้งเชื่อมขวางในน้ำ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย แต่เม็ดแป้งยังคงอยู่ในสภาพปกติ

การทำเชื่อมขวางเป็นการควบคุมคุณสมบัติในระดับเม็ดแป้ง ซึ่งพันธะเชื่อมขวางในแป้งจะน้อยมาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักของแป้งและปริมาณหน่วยกลูโคสทั้งหมดที่มีภายในเม็ดแป้ง แป้งเชื่อมขวางโดยส่วนใหญ่จะมีพันธะเชื่อมขวาง 1 พันธะ ต่อกลูโคส 100-3000 หน่วย

ในอุตสาหกรรมอาหารมีเกณฑ์กำหนดและลักษณะขี้ผึ้งของแป้งดัดแปรประเภทไดสตาร์ชฟอสเฟต คือ ปริมาณฟอสเฟต(คำนวณเป็นฟอสฟอรัส) ไม่เกินร้อยละ 0.14 สำหรับแป้งดัดแปรที่มาจากแป้งมันฝรั่งหรือแป้งจากข้าวสาลี และไม่เกินร้อยละ 0.04 สำหรับแป้งจากพืชชนิดอื่นๆ เจลของแป้งดัดแปรที่ได้จะต้องมีความคงตัว และเกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งดิบโดยทั่วไป

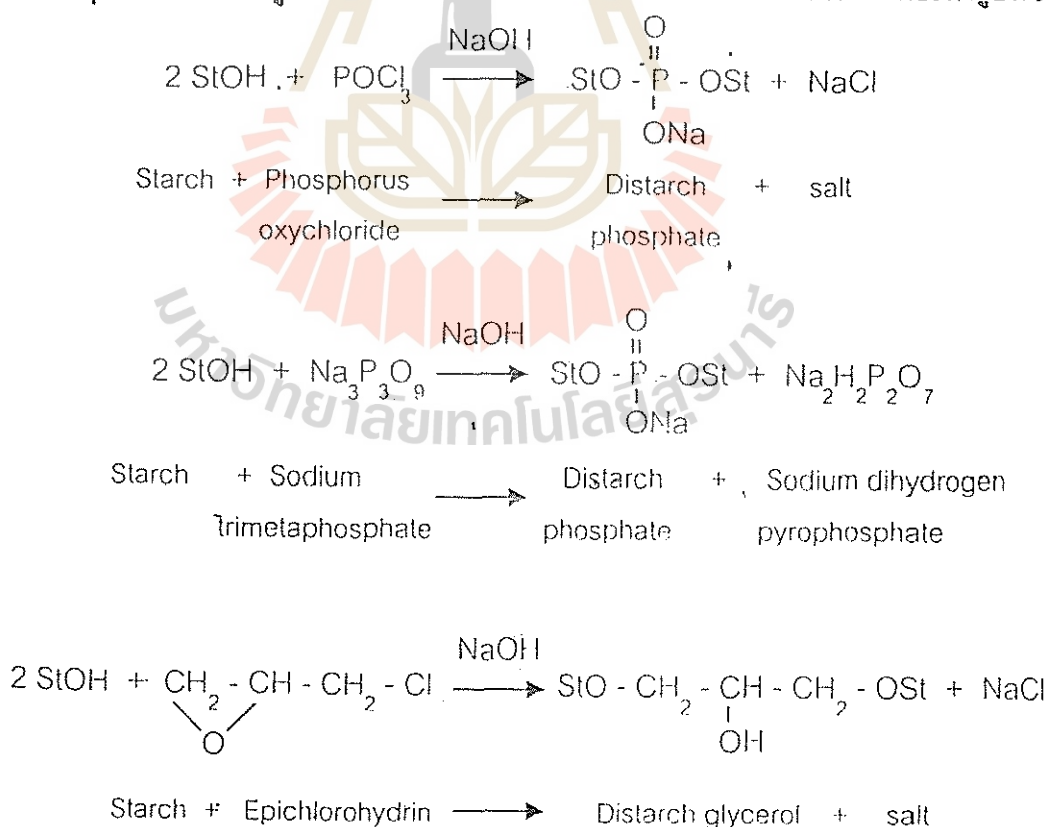
การผลิตแป้งครอสติง

สภาวะที่ใช้ผลิตแป้งครอสติงจะแตกต่างกันไปตามสารเคมีที่ใช้ โดยทั่วไปจะทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์ คือ ช่วงอุณหภูมิห้องจนถึง 50 °C ภายใต้สภาวะเป็นกลางค่อนข้างเบส แต่ต่ำกว่าระดับที่ทำให้เม็ดแป้งพองตัว ต่อมาวัดระดับความหนืด หรือทดสอบคุณสมบัติการไหล(rheology) เพื่อวัดระดับของการเกิดครอสติง เมื่อถึงระดับครอสติงที่ต้องการ หยุดปฏิกิริยาโดยปรับ pH ให้เป็นกลางด้วยกรดเจือจางแล้วกรองเกลือหรือสารเคมีที่ไม่ทำปฏิกิริยาและสิ่งเจือปนอื่นๆ ออก ล้าง และอบแห้ง

แป้งครอสติงมีหลายชนิด เช่น ไดสตาร์ชอะดิเปต (distarch adipate) ไดสตาร์ชฟอสเฟต (distarch phosphate) ไดสตาร์ชกลีเซอรอล (distarch glycerol) แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ใช้ในการผลิต อัตราการเกิดปฏิกิริยาและพันธะที่เกิดครอสติง

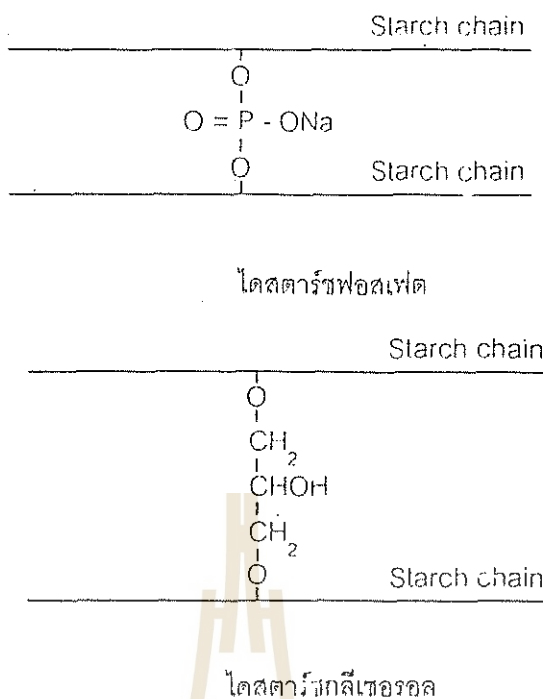
ตัวอย่างการผลิตไดสตาร์ชฟอสเฟต

ไดสตาร์ชฟอสเฟตสามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตโดยปรับคุณสมบัติของสารแขวนลอย แป้งด้วยฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์ หรือ โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต ในสภาวะเบสดังรูปที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาของฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์จะดำเนินไปอย่างรวดเร็ว สำหรับอัตราการเกิดปฏิกิริยาของโซเดียมไตรเมตาฟอสเฟตจะเป็นไปอย่างช้าๆ สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาให้เร็วขึ้นโดยทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงไดสตาร์ช-ฟอสเฟตมีพันธะ inorganic ester เชื่อมหมู่ไฮดรอกซิลภายในโมเลกุลแป้ง ทำให้สามารถต้านทานความเป็นกรดและเบสอ่อนๆ ได้ แต่สามารถถูกย่อยในสภาวะที่เป็นเบสปานกลาง แสดงโครงสร้างพันธะดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 การทำปฏิกิริยาของแป้งกับสารครอสติง

ที่มา : กล้าณรงค์, 2542



รูปที่ 9 โครงสร้างแป้งครอสลิง

ที่มา : กล้าณรงค์, 2542

คุณสมบัติและการนำไปใช้

ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเม็ดแป้งครอสลิงไม่มีการเปลี่ยนแปลง พันธะเคมีที่เกิดขึ้นเสริมพันธะไฮโดรเจนทำให้เม็ดแป้งแข็งแรงและเสถียรมากขึ้น ไม่แตกง่าย มีการละลายลดลง มีอุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนซ์สูงขึ้น แป้งเปียกมีความต้านทานต่อแรงเฉือนและความเป็นกรดมากขึ้น ลักษณะเนื้อครีมเนียนคล้ายขี้ผึ้งใช้เป็นสารเพิ่มความข้นในอาหาร เหมาะสำหรับผลิตอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน และมีแรงเฉือนจากการกวนของเครื่องมือหรือส่งผ่านตามท่อโดยใช้ปั๊ม รวมทั้งชะลอการเกิดเจลลาติไนซ์เซชัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความข้นหนืดที่ต้องการเมื่อเย็นตัวลง ผลิตภัณฑ์จากแป้งครอสลิงมีคุณสมบัติที่ดี มีความหนืดคงตัว เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในการผลิตร่วมกับกระบวนการตัดแปรอื่น ๆ พร้อม ๆ กันหรือต่อเนื่องกัน เช่น การตัดแปรด้วยกรด การออกซิเดชัน การเกิดสารอนุพันธ์ สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของแป้ง ให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ยิ่งขึ้น แป้งตัดแปรครอสลิงร่วมกับเอซิติเลชันจะทำให้แป้งมีความหนืดคงตัวดีขึ้น เหมาะสำหรับผลิตอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ต้องผ่านความร้อนสูงเป็นเวลานาน และต้องเก็บรักษาในสภาพแช่เย็นเป็นเวลานาน โดยสามารถรักษาความข้นหนืดไว้ได้ เช่น ซุป ซอส น้ำสลัด ไข่พาย อาหารเด็กอ่อน รวมทั้งช่วยให้เกิดการยึดเกาะอาหารได้ดีขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอด แป้งตัดแปรครอสลิงร่วมกับแคทไอออนไนเซชัน มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ผลิตกระดาษ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการยึดติดสูง สามารถใช้ที่ระดับความเข้มข้นเจือจางได้

ในอุตสาหกรรมอาหาร อาศัยคุณสมบัติของแป้งครอสลิงที่ไม่สูญเสียความหนืดที่ pH ต่ำ นำมาใช้เป็นสารให้ความข้นสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น ซอส น้ำสลัด และอาศัยคุณสมบัติของแป้งที่มีอัตราการพองตัว และการเกิดเจลาคีโนเซชันลดลงที่อุณหภูมิสูง นำมาใช้กับอาหารกระป๋องที่ต้องการความร้อนสูง และต้องการความหนืดต่ำในช่วงแรก ซึ่งทำให้การนำความร้อนในกระป๋องเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อยลงและผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดตามต้องการเมื่อเย็นตัวลง นอกจากนี้ยังใช้ผลิตอาหารว่างได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโพรงอากาศละเอียดและสม่ำเสมอกว่าเมื่อผลิตโดยใช้แป้งคิบ ใช้แป้งครอสลิงเป็นสารทำให้เกิดความคงตัวในซอสมะเขือเทศ ทำให้ซอสมะเขือเทศมีความหนืด และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเหมาะสม และรักษาความคงตัวในซอสมะเขือเทศได้เป็นเวลานาน

ประโยชน์ของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นผลผลิตเกษตรที่เพาะปลูกกันมากในประเทศไทย สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งมนุษย์และอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร ได้แก่

อุตสาหกรรมกระดาษ ไม้อัด ลังทอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการใช้มันสำปะหลังในการทำบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้

ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง

1. อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังจะถูกนำไปใช้ในรูปของแป้งแท้ ๆ และดัดแปลง เช่น แป้งประกอบอาหารโดยตรง ผลิตอาหารเด็ก ขนมหุง บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ก๋วยเตี๋ยว รวมถึงซอสปรุงรสต่าง ๆ และใช้เป็นสารให้ความหวานในเครื่องดื่ม
2. สารความหวาน ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำเชื่อม ฟรุคโตสและใช้แทนน้ำตาลซูโครส ในผลไม้กระป๋อง แยม และอื่น ๆ
3. อุตสาหกรรมสิ่งทอ แป้งมันสำปะหลังจะใช้ในกระบวนการผลิตถึง 3 ขั้นตอน ได้แก่ การชุบเพื่อให้ด้ายลื่นและไม่มีขนเวลาทอ ช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของสีขณะพิมพ์ เพื่อความคงทนและเงางามของเนื้อผ้าในขั้นตอนสุดท้าย (Finishing)
4. อุตสาหกรรมกระดาษ ใช้แป้งมันสำปะหลังในขั้นตอนการบดเยื่อกระดาษก่อนทำให้เป็นแผ่น ทำให้กระดาษมีความเหนียวและใช้ ในขั้นตอนการรีดและขัดมันหน้ากระดาษ รวมถึงการใช้แป้งเพื่อเป็นตัวยึดและตัวเพิ่มความหนาของกระดาษบางประเภท อาทิ กระดาษปฏิทิน กระดาษกล่อง

5. อุตสาหกรรมการทำาว

แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบสำคัญที่สุดในการทำาว

6. อุตสาหกรรม ไม้อัด

ใช้แป้งมันผสมกาวซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตไม้อัด ซึ่งคุณภาพความแข็งแรงทนทานของไม้อัดจะขึ้นอยู่กับกาวเป็นสำคัญ

7. วัสดุย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ

นำแป้งมันสำปะหลังมาแปรรูปคล้ายพลาสติก ซึ่งเมื่อเค็มสารโพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ก็จะทำให้เกิดเป็นสารผสมที่สามารถนำไปทำเป็นวัสดุภัณฑ์เพื่อใช้ทดแทนพลาสติก

8. ยารักษาโรค

ใช้เป็นตัวย่อยในยาประเภทแก้ปวดและยาเม็ด

9. อุตสาหกรรมผงชูรส

แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตผงชูรสซึ่งนิยมใช้กันทั่วไป

มันสำปะหลังเส้นและมันอัดเม็ด ได้แก่

1. อาหารสัตว์

ปัจจุบันมันเส้นและมันอัดเม็ดถูกนำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบยุโรป ปริมาณการสั่งซื้อมันอัดเม็ดเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์จะมีปริมาณสูง

2. แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังจัดเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมและแอลกอฮอล์ยังถูกนำไปใช้ในการผลิตสุรา และยาฆ่าเชื้อโรค

มันสำปะหลังกับอุตสาหกรรมอาหาร

แป้งมันสำปะหลัง แป้งแปรรูป สาเหตุและสารให้ความหวาน สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่าง ๆ ดังนี้

อุตสาหกรรมเบเกอรี่ มีการใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งแปรรูปในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง คุกกี้ โดยใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี ซึ่งสามารถคงคุณค่าอาหารของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้การใช้แป้งแปรรูปในขนมปังยังช่วยเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

อุตสาหกรรมลูกกวาด ปัจจุบันได้มีการใช้สารให้ความหวาน คือ เดกซ์โทรส และกลูโคสเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตลูกกวาด เพื่อให้ความหวานและรักษาคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากลูกกวาดแล้ว ยังมีการใช้มากในอุตสาหกรรมซ็อกโกแลต หมากฝรั่ง เป็นต้น

อุตสาหกรรมผงชูรส แป้งมันสำปะหลังนับว่าเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตผงชูรส เพื่อใช้ในประเทศและเพื่อการส่งออก

อุตสาหกรรมเครื่องดื่มน้ำผลไม้ น้ำตาลกลูโคสที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง มีการใช้กันในปริมาณมาก ในการผลิตเครื่องดื่มและน้ำผลไม้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และกลิ่น รส ดีขึ้น

อุตสาหกรรมอาหารกึ่งสำเร็จรูป การผลิตบะหมี่ ก๋วยเตี๋ยว หรืออาหารเส้นกึ่งสำเร็จรูปเป็นอุตสาหกรรมอาหารที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่มีการใช้แป้งแปรรูปจากมันสำปะหลัง เพื่อเสริมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

อุตสาหกรรมอาหารขบเคี้ยว อาหารขบเคี้ยวประเภท ข้าวเกรียบต่าง ๆ เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ฯลฯ ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ส่วนอาหารขบเคี้ยวประเภทอื่น ๆ ก็มีการใช้แป้งมันสำปะหลังร่วมกับแป้งชนิดอื่น เพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ มีการใช้แป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้แก่ เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ ซอสชนิดต่าง ๆ อาหารกระป๋อง อาหารเด็กอ่อน เป็นต้น



ส่วนที่ 2

บทที่ 1

ลักษณะการประกอบการของสถานประกอบการ

บริษัท สวอนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด

สถานที่ตั้ง

120 หมู่ 4 ถนนราชสีมา-โชคชัย ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

Tel. 212723-6, 212420-1

Fax. 212727

- ก่อตั้งเมื่อ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2517 โดยคุณ ทศพล ตันติวงษ์ และครอบครัว ด้วยทุนจดทะเบียน 31 ล้านบาท กำลังการผลิต 30 ตันต่อวัน
- ปัจจุบัน พ.ศ. 2542 มีกำลังการผลิต 500 ตันต่อวัน มีคนงานประมาณ 540 คน

ลักษณะการประกอบการของบริษัท

บริษัทผลิตผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้ แป้งมันสำปะหลัง, แป้งมันสำปะหลังคัดแปร, และแป้งมันสำปะหลังแปรรูป (กลูโคส) เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมกระดาษ และอุตสาหกรรมอื่นๆ

งานที่ได้รับมอบหมาย

- จัดทำเอกสารข้อปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต (GMP)
- จัดทำระเบียบข้อบังคับว่าด้วยสุขลักษณะส่วนบุคคล
- สำรวจปัญหาด้านสุขาภิบาลโรงงาน

Co-op supervisor คือ คุณจำลอง เจริญกลาง

ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่ 31 สิงหาคม 2542 ถึง 9 ธันวาคม 2542

บทที่ 2
วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. ฝึกฝนด้านทักษะ ความรู้ ความสามารถของตน
2. ฝึกการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในการทำงาน
3. ฝึกฝนด้านการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น
4. ฝึกการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้
5. ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
6. ฝึกฝนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
7. มีความกระตือรือร้นสนใจในงานที่รับผิดชอบ
8. มีความมั่นใจในตนเอง และมีระเบียบวินัยในตนเอง
9. รู้จักการแก้ไขปัญหา
10. เพื่อให้มีประสบการณ์เกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ



บทที่ 3

งานหรือโครงการที่ปฏิบัติ

1. ข้อปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต

ข้อปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต(Good Manufacturing Practice) หรือเรียกว่า GMP เป็นข้อปฏิบัติซึ่งเกี่ยวข้องกับ สถานที่ ตัวอาคารการผลิต สภาพแวดล้อมในการทำงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงาน การควบคุมและป้องกันสัตว์พาหะ ตลอดจนการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานนั้นๆเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่ดีและก่อให้เกิดความปลอดภัยในโรงงาน

ข้อปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต ได้แก่

1. อาคารและสถานที่ในการผลิต

อาคารการผลิตมีขนาดเหมาะสมในการปฏิบัติงาน ตัวอาคารตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดปราศจากเขม่า ควัน ผุ่น โคลนและสารเคมี อาคารการผลิตแยกจากที่พักอาศัยโดยเด็ดขาดและไม่อยู่ในบริเวณที่น้ำท่วมถึง ไม่เป็นแหล่งกำเนิดสิ่งปนเปื้อน อาคารและสถานที่ผลิตได้รับการทำความสะอาดอยู่อย่างสม่ำเสมอ อาคารการผลิตจัดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการผลิตจนถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ ห้องปฏิบัติการทางเคมีและซ่อมบำรุง

ตัวอาคารการผลิตของโรงงานเป็นแบบเปิดเพื่อระบายอากาศนอกจากนี้ยังมีระบบการระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ และมีผ้าม่านปิดทับชายคาเพื่อป้องกันนก

ภายในอาคารมีการแยกส่วนปฏิบัติงานออกเป็นสัดส่วนตามความเหมาะสมของกระบวนการผลิต ได้แก่ ส่วนเตรียมการผลิต การผลิต การบรรจุ การขนส่ง การควบคุมคุณภาพและการซ่อมบำรุง การจัดบริเวณห้องปฏิบัติงานและส่วนการผลิตต่างๆอยู่ในลักษณะที่ทำความสะอาดได้

การจัดการด้านสุขาภิบาลของโรงงาน เริ่มตั้งแต่พื้นที่ของโรงงานซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่เปียกและพื้นที่แห้ง ร่องระบายน้ำ ผนังอาคาร ประตูและช่องเปิดต่างๆ เพดาน บันได แสงสว่างภายในโรงงาน การระบายอากาศ ห้องน้ำห้องสุขา อ่างล้างมือ และการกำจัดขยะจัดให้มีการทำความสะอาดและการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

2. เครื่องจักรและอุปกรณ์

มีการจัดตั้งเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์การผลิตให้สะดวกต่อการใช้งานและจัดเก็บให้เป็นระเบียบอยู่เสมอตลอดจนมีการทำความสะอาดและดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ

3. การควบคุมและการป้องกันสัตว์พาหะ

สัตว์พาหะที่ก่อปัญหาในโรงงานได้แก่ นก หนู มด แมลงวัน เป็นต้น ซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรคต่างๆ เข้าสู่กระบวนการผลิตก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้จึงได้มีการควบคุมและป้องกันสัตว์พาหะเหล่านี้ คือ มีการติดผ้าม่านตามชายคาและช่องเปิดในส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันนกพิราบ นกกระจอก มีการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ห่างจากผนังและมุมผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกระสอบแล้วด้วยพลาสติกอีกชั้นเพื่อป้องกัน

หมุนนอกจากนี้ยังใช้การควบคุมและป้องกันสัตว์พาหะเหล่านี้โดยใช้บริการของบริษัทกำจัดพาหะพร้อมทั้งมีการกำหนดโปรแกรมการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอหรือทุกครั้งที่มมีปัญหา

4. การจัดการระบบสุขาภิบาลโรงงาน

ในการจัดการระบบสุขาภิบาลในโรงงานจัดออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้คือ

บุคลากรที่เกี่ยวข้อง : บุคลากรที่เกี่ยวข้องในส่วนของการผลิตในแต่ละแผนกมี หน้าที่รับผิดชอบในส่วนที่ตนปฏิบัติงานตลอดจนเครื่องจักรอุปกรณ์และการดูแลรักษาความสะอาดบริเวณนั้นๆ

การสุขาภิบาลในระหว่างการปฏิบัติงานตามจุดต่างๆ : ในแต่ละส่วนของการ ผลิตจะมีการจัดการสุขาภิบาลด้านการดูแลรักษาความสะอาด การจัดเก็บรักษาอุปกรณ์ การบำรุงรักษาและ ซ่อมบำรุงในระหว่างการปฏิบัติงานตามความเหมาะสมและสม่ำเสมอ

การควบคุมการปฏิบัติงาน : พนักงานควบคุมคุณภาพเป็นผู้ตรวจสอบประสิทธิภาพก่อนการผลิตและหลังการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการของลูกค้า

5. สุขลักษณะส่วนบุคคล

พนักงานทุกคนในโรงงานต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบของโรงงานอย่างเคร่งครัดและปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับว่าด้วยสุขลักษณะส่วนบุคคลแต่ละแผนกอย่างถูกต้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในกระบวนการผลิต ข้อปฏิบัติสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานเริ่มตั้งแต่การแต่งกายที่ถูกระเบียบ การสวมอุปกรณ์ป้องกันภัยที่แต่ละแผนกต้องปฏิบัติ เช่น ผ้าปิดจมูก ที่อุดหู (ear plug) ถุงมือยาง การดูแลความสะอาดส่วนบุคคล เป็นต้น นอกจากนี้พนักงานต้องปฏิบัติตัวขณะปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม เช่น ล้างมือก่อนเข้าปฏิบัติงาน ปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังตลอดจนข้อปฏิบัติในการดูแลห้องน้ำห้องสุขาในโรงงาน

2. การจัดทำระเบียบข้อบังคับว่าด้วยสุขลักษณะส่วนบุคคล

- สำรวจและเก็บข้อมูล การปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละแผนก
- ศึกษาการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องของพนักงานแต่ละแผนก
- วิเคราะห์การปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละแผนกที่ปฏิบัติจริงในโรงงาน
- หลแนวทางแก้ปัญหาเรื่องการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตของพนักงานเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่ถูกต้องและปลอดภัยของพนักงาน
- สรุปผลการปฏิบัติงาน

2. เปรียบข้อบังคับว่าด้วยสัญลักษณ์ส่วนบุคคล

แผนการผลิต

1. ต้องแต่งกายให้รัดกุมปลอดภัย โดยสวมชุดยูนิฟอร์ม หมวกคลุมผม ผ้าปิดปาก ถุงมือ รองเท้าหุ้มส้น และ ที่อุดหู ในพื้นที่การปฏิบัติงานหรือก่อนเข้าพื้นที่การผลิตทุกครั้ง
2. สำหรับพนักงานผู้รับผิดชอบเตาเผาถ่านดิน ต้องสวมใส่หน้ากากกรองสารพิษ ถุงมือชนิดป้องกันกรด และ ป้องกันความร้อนในขณะปฏิบัติงาน
3. สำหรับพนักงานที่ควบคุมชุดตะแกรงร่อนน้ำแป้ง ต้องสวมแว่นตานิรภัยหรือหน้ากากป้องกันสารเคมีและ ถุงมือในขณะปฏิบัติงาน
4. ควรถอดเครื่องประดับออกก่อนปฏิบัติงาน เช่น ต่างหู สร้อยข้อมือ สร้อยคอและแหวน ยกเว้นแหวนแต่งงานและสร้อยพระ
5. ล้างมือก่อนเข้าพื้นที่การผลิต หลังจากออกจากห้องน้ำ ก่อนและหลังรับประทานอาหาร
6. ต้องตัดเล็บสั้น ดูแลรักษามือและเล็บให้สะอาดอยู่เสมอ และห้ามทาเล็บหรือใช้สารเคลือบเล็บ
7. หากมีบาดแผลให้ทำความสะอาดและปิดแผลด้วยผ้าพันแผล
8. พนักงานที่เจ็บป่วย เช่น มีแผลเรื้อรัง แผลติดเชื้อ โรคติดต่ออื่นๆ อาทิเช่น โรคทางเดินอาหาร เป็นต้น ต้อง แจ้งให้หัวหน้างานทราบก่อนได้รับอนุญาตเข้าสู่พื้นที่การผลิต
9. ห้ามนำพาหนะไปจอดในตัวอาคารการผลิต และต้องนำไปจอดในบริเวณที่จอดรถ

แผนกบรรจุ

1. ต้องแต่งกายให้รัดกุม ปลอดภัย โดยสวมชุดยูนิฟอร์ม หมวกคลุมผม ผ้าปิดปาก รองเท้าหุ้มส้น ในพื้นที่การปฏิบัติงาน หรือก่อนเข้าพื้นที่การผลิตทุกครั้ง
2. ห้ามสวมใส่เครื่องประดับทุกชนิดในขณะปฏิบัติงาน เช่น ต่างหู สร้อยคอ สร้อยข้อมือ แหวน และนาฬิกา
3. ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณพื้นที่การปฏิบัติงาน หรือพื้นที่การผลิตโดยเด็ดขาด ยกเว้น สถานที่ที่กำหนดให้เป็นที่พักสูบบุหรี่
4. ล้างมือก่อนเข้าพื้นที่การบรรจุ หลังจากออกจากห้องน้ำ ก่อนและหลังรับประทานอาหาร
5. ควรดูแลผมให้สะอาดอยู่เสมอและควรเก็บผมให้เรียบร้อยด้วยหมวกคลุมผม
6. ต้องตัดเล็บสั้น ดูแลรักษามือและเล็บให้สะอาดอยู่เสมอและห้ามทาเล็บหรือใช้สารเคลือบเล็บ
7. ห้ามนำเอาดินสอ บุหรี่ หรือสิ่งที่สามารถตกลงได้หลุดหรือใส่กระเป๋าสี้อ (ไม่เหน็บ) ในขณะปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการตกลงลงในผลิตภัณฑ์
8. หลีกเลี่ยงการปฏิบัติที่ไม่ถูกสัญลักษณ์และเสี่ยงต่อการปนเปื้อนลงในผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น ใช้นิ้วแคะจมูก ตา แกะตามร่างกาย หยิบจับผลิตภัณฑ์โดยไม่สวมถุงมือ
9. หลีกเลี่ยงการไอหรือจามในระหว่างการปฏิบัติงานหรือถ้ามีการ ไอหรือจามจะต้องปิดปากหรือมีสิ่งปกปิด หรือออกนอกพื้นที่การบรรจุ

10. ห้ามนำพาหนะไปจอดในตัวอาคารการผลิต และต้องนำไปจอดในบริเวณที่จอดรถ
11. ห้ามนำวัสดุประเภทแก้ว อาหาร เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และเครื่องดื่มชนิดต่างๆ เข้าสู่ส่วนการผลิต เช่น ขวดน้ำอัดลม ขวดเหล้าและภาชนะบรรจุที่ทำจากแก้ว เป็นต้น
12. ห้ามหยอกล้อเล่นกันขณะปฏิบัติงานและควรทำงานอย่างระมัดระวัง

แผนกควบคุมคุณภาพ

1. ต้องแต่งกายให้รัดกุมปลอดภัย โดยสวมเสื้อกาวทับอีกครึ่งและสวมรองเท้าหุ้มส้น
2. สำหรับพนักงานที่เก็บตัวอย่างแป้งต้องแต่งกายให้รัดกุมโดยสวมหมวกคลุมผมและรองเท้าหุ้มส้น และห้ามสวมเครื่องประดับทุกชนิดเข้าพื้นที่การบรรจุเพื่อเก็บตัวอย่าง
3. กรณีที่มีการใช้สารเคมีที่มีอันตราย เช่น กรดและด่างเข้มข้น ควรสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย ผ้าปิดปากทุกครั้ง และควรผสมสารเคมีอันตรายในตู้ดูดควัน
4. ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน ยกเว้น สถานที่ที่กำหนดให้เป็นที่พักสูบบุหรี่
5. ควรรักษาความสะอาดของชุดแต่งกายอย่างสม่ำเสมอ
6. ต้องรักษาความสะอาดห้องปฏิบัติการเป็นประจำทุกวันและทุกครั้งหลังการปฏิบัติงาน
7. ห้ามนำพาหนะไปจอดภายในตัวอาคารการผลิตและต้องนำไปจอดในบริเวณที่จอดรถ

แผนกซ่อมบำรุง

1. ต้องแต่งกายให้รัดกุมปลอดภัย โดยสวมชุดยูนิฟอร์ม หมวกนิรภัย ที่อุดหู ในพื้นที่การปฏิบัติงานหรือก่อนเข้าพื้นที่การปฏิบัติงาน
2. ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อใส่หน้ากากหรือแว่นตานิรภัย
3. ห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณพื้นที่การปฏิบัติงานโดยเด็ดขาด ยกเว้นสถานที่ที่กำหนดให้เป็นที่พักสูบบุหรี่
4. ควรดูแลรักษาความสะอาดของชุดแต่งกายและร่างกายอย่างสม่ำเสมอ
5. ควรจัดเก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานให้เป็นระเบียบ
6. ต้องมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน
7. ห้ามนำพาหนะไปจอดในตัวอาคารการผลิต และต้องนำไปจอดในบริเวณที่จอดรถ

ข้อปฏิบัติในการดูแลรักษาห้องน้ำห้องสุขา

สำหรับพนักงานทำความสะอาด ต้องรักษาความสะอาดภายในห้องน้ำโดยการล้างถังด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำและใช้

1. แปรงขัด ต้องล้างทำความสะอาดเป็นประจำทุกวัน และสำหรับวันเสาร์หลังการปฏิบัติงานต้องทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่โลปีสสาวะและโลส้วม
2. ต้องเก็บขยะในถังขยะตามห้องส้วมลงถังขยะให้มิดชิด แล้วนำไปทิ้งทุกวันหลังการปฏิบัติงาน

3. ต้องเติมลูกเห็บหรืออุปกรณ์ดับกลิ่น เมื่อเห็นว่ามียกกลิ่นไม่พึงประสงค์
4. หลังการใช้ห้องน้ำห้องสุขาทุกครั้งต้องช่วยกันดูแลรักษาความสะอาด
5. ในเวลากลางวันควรปิดไฟทุกครั้งหลังการใช้ห้องน้ำ



บทที่ 4

สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการปฏิบัติงานตลอดระยะเวลา 13 สัปดาห์ ได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ กล่าวคือได้จัดทำเอกสารข้อปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิต(GMP) จัดทำเอกสารระเบียบข้อบังคับว่าด้วยสุขลักษณะส่วนบุคคล พร้อมทั้งสรุปปัญหาด้านสุขาภิบาลของโรงงาน ซึ่งการปฏิบัติงานดังกล่าวได้เสริมทักษะในด้านการฝึกฝนความรู้ความสามารถ ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นต้น โดยได้รับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์และเื้อื่อต่อการทำงานจาก Co-op supervisor และพนักงานของโรงงานทุกท่าน



เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เทคโนโลยีของแป้ง. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 225 หน้า

ประโยชน์ของมันสำปะหลังและการนำไปใช้. กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ .

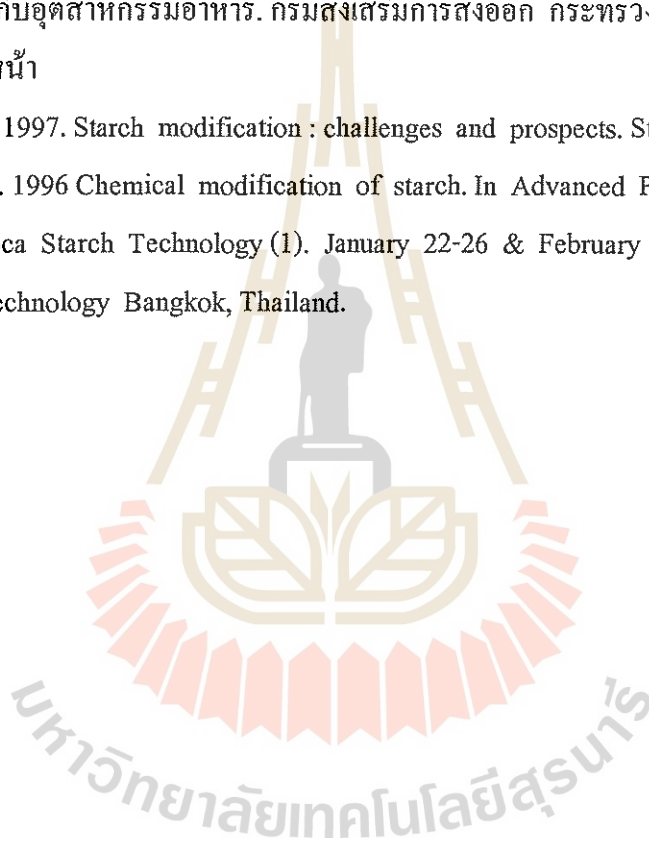
2 หน้า

มันสำปะหลังกับอุตสาหกรรมอาหาร. กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ .

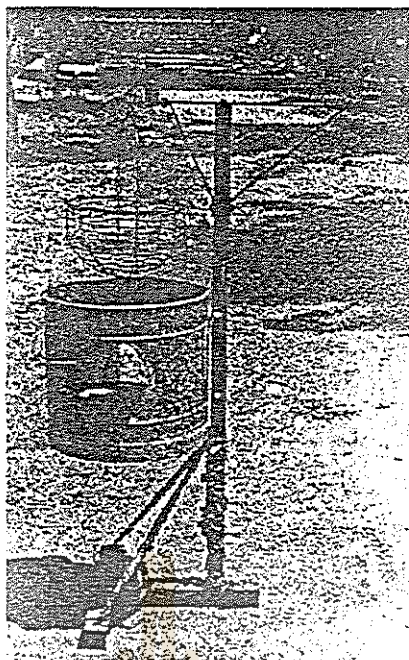
3 หน้า

BeMiller, J.N. 1997. Starch modification : challenges and prospects. Starch/Starke . 49:127-131

Sanders, J.P.N. 1996 Chemical modification of starch. In Advanced Post Academic Course on Tapioca Starch Technology (1). January 22-26 & February 19-23, 1996. Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.







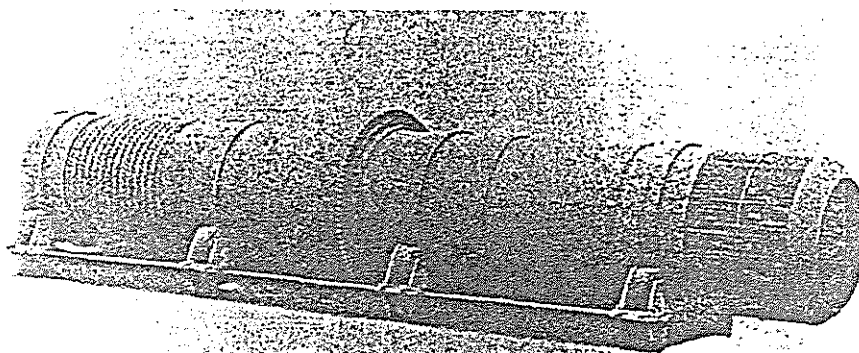
ภาพที่ 1 เครื่องมือวัดความหนาแน่นของหัวมัน



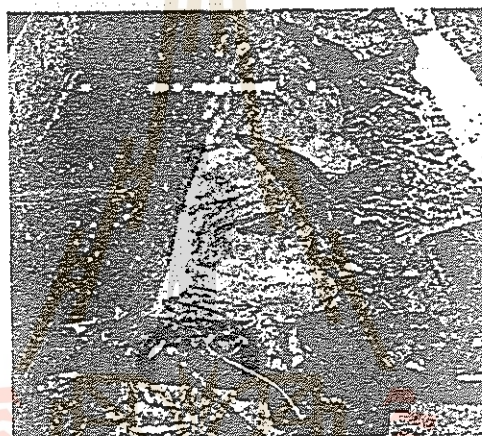
ภาพที่ 2 ลานกองมันล่าปะหลัง



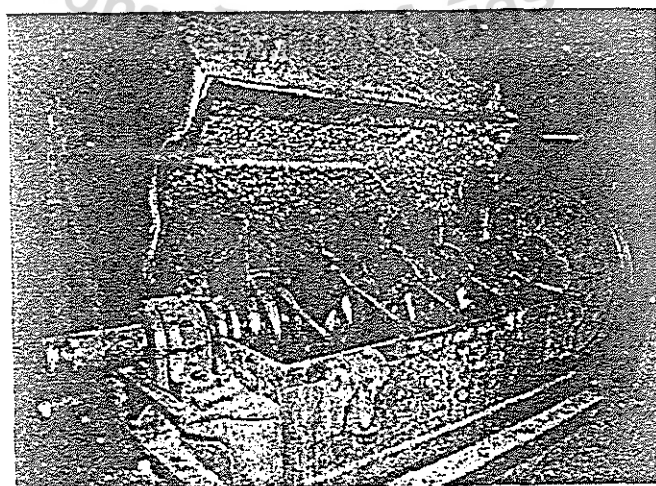
ภาพที่ 3 สายพานลำเลียง



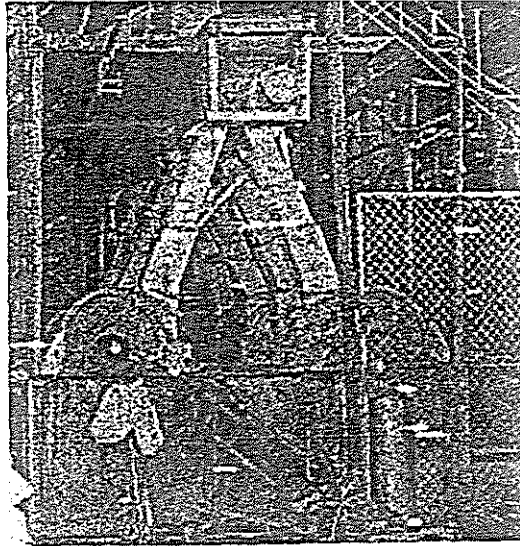
ภาพที่ 4 เครื่องร่อนดินทราย (root siever)



ภาพที่ 5 เครื่องล้างหัวมัน (root washer)



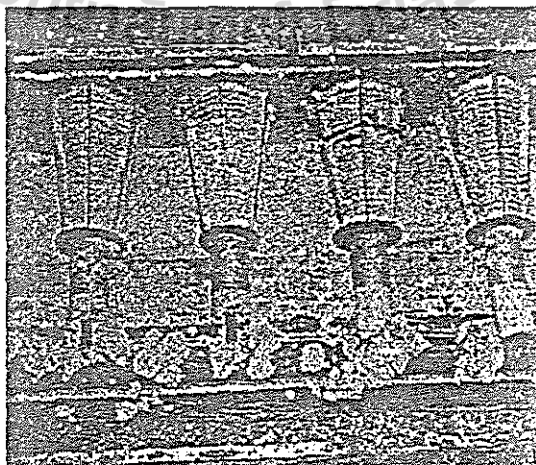
ภาพที่ 6 เครื่องตัดหัวมัน (root chopper)



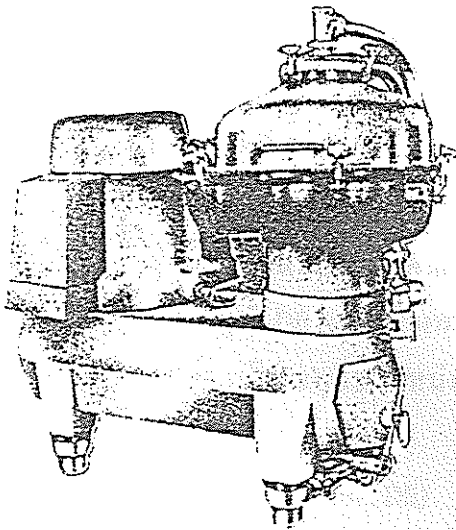
ภาพที่ ๗ เครื่องไม้หั่นมัน (rasper)



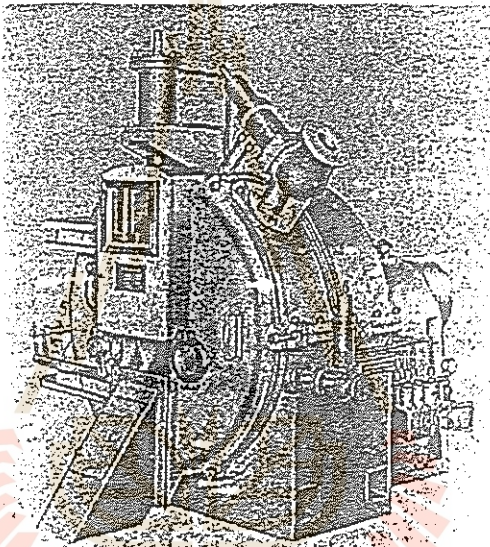
ภาพที่ ๘ เครื่องสกัดน้ำยาง (extractor)



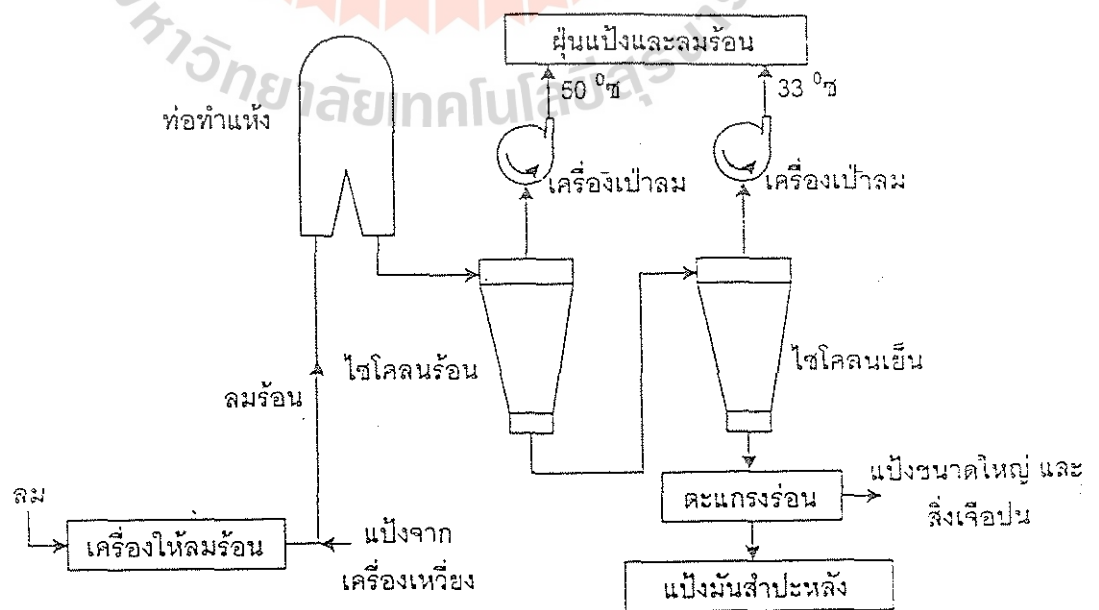
ภาพที่ ๙ เครื่องอัดกากมัน (screw press)



ภาพที่ 10 เครื่องแยกแป้ง (separator)



ภาพที่ 11 เครื่องสลัดแห้ง (dewatering centrifugal)



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการอบแห้ง

คำนิยามศัพท์

Degree of substitution (DS) คือ จำนวนหมู่ฟังก์ชันที่มาแทนที่ไฮดรอกซิลต่อจำนวนหน่วยกลูโคส ในโมเลกุลกลูโคสมีหมู่ไฮดรอกซิลที่ถูกแทนที่ได้ 3 หมู่ คือ คาร์บอนตำแหน่งที่ 2, 3 และ 6 ถ้าหมู่ไฮดรอกซิลทั้ง 3 หมู่ถูกแทนที่จะมีค่า DS=3 ถ้าแทนที่ 2 หมู่ มี DS=2 และแทนที่ 1 หมู่ มี DS=1 ดังนั้นค่า DS จะบ่งถึงจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลที่ถูกแทนที่เท่านั้น แต่ไม่ระบุถึงตำแหน่งที่ถูกแทนที่ การแสดงค่า DS จะเป็นการแสดงค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่มโมเลกุล

ระดับการแทนที่ (Degree of substitution, DS)

$$DS = \frac{\text{โมลของหมู่ไฮดรอกซิลที่ถูกแทนที่โดยเฉลี่ย}}{\text{โมลของหมู่แอนไฮโดรกลูโคส}}$$

มีค่าได้มากที่สุด = 3

$$DS = \frac{\text{โมลของรีเอเจนต์ที่ใช้}}{\text{โมลของแอนไฮโดรกลูโคสที่เหลืออยู่}}$$

มีค่าได้มากกว่า 3

การเกิดเจลาตินไนเซชัน (gelatinization) คือ ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบ ๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลงเม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี