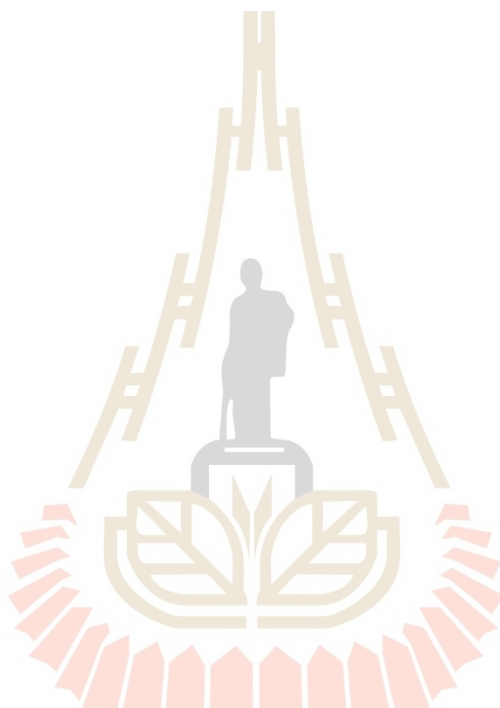


การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ปีการศึกษาที่ 1-2 / 2540
(ระหว่างวันที่ 3 มิถุนายน 2540 ถึง วันที่ 19 ธันวาคม 2540)

บริษัท นครหลวงโกสุม จำกัด



ผู้ปฏิบัติงาน :

นางสาวกิ่งเดือน ขาวประดา รหัสประจำตัวนักศึกษา B3751121

นางสาวมัลลิกา ธีระกุล รหัสประจำตัวนักศึกษา B3751190

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บริษัทนครหลวงกลูโกส จำกัด และคุณสุรพงษ์ สุขุมสุวรรณ เป็นอย่างยิ่งที่ได้เปิดโอกาสให้เข้ามาปฏิบัติงานในครั้งนี้ ทำให้คณะผู้จัดทำมีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการผลิตกลูโกสไซรัป, การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์, การเขียนคู่มือต่างๆ และการวิเคราะห์น้ำในโรงงาน ซึ่งถือเป็นประสบการณ์การทำงานที่มีคุณค่าก่อนที่จะได้ปฏิบัติงานจริง หลังจากจบการศึกษาแล้ว.



คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นผลการปฏิบัติงานที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยให้นักศึกษาได้มีโอกาสเข้ามาปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งภาครัฐและเอกชน เสมือนพนักงานทั่วไปของบริษัท โดยนักศึกษาจะปฏิบัติงานตามการจัดสรรของหัวหน้าผู้ดูแล เป็นระยะเวลา 6 เดือน (ระหว่างวันที่ 3 มิถุนายน ถึง 19 ธันวาคม 2540). การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้รับมอบหมายงานจากคุณสุรพงษ์ สุขุมสุวรรณ (ผู้จัดการฝ่ายโรงงาน) ให้ดำเนินการศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัป, สร้างตารางควบคุมงานฝ่ายผลิตและควบคุมคุณภาพ และเขียนคู่มือการปฏิบัติงาน. คณะผู้จัดทำหวังว่ารายงาน ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์และแนวทางการศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัปแก่ผู้อ่านได้พอสมควร. หากมีข้อผิดพลาดประการใดคณะผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย.

คณะผู้จัดทำ



สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
ประวัติความเป็นมาของบริษัท	1
การจัดแบ่งหน่วยงาน	1
หน้าที่ซึ่งได้รับมอบหมาย	3
โครงการที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงาน	3
โครงการที่ 1	3
โครงการที่ 2	9
โครงการที่ 3	11
สรุปผลการปฏิบัติงานตลอดช่วงเวลาทั้งหมด	13
ข้อเสนอแนะในการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	13
ภาคผนวก	14



I. บทนำ

การปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาของนักศึกษาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นระยะเวลาประมาณ 6 เดือน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโดยการปฏิบัติงานจริงภายในโรงงานอุตสาหกรรม. รายงานฉบับนี้เป็นการสรุปผลจากการศึกษาและการปฏิบัติหน้าที่ตามที่หัวหน้าผู้ดูแลได้จัดสรรให้. งานที่ได้รับมอบหมายเป็นการเขียนคู่มือปฏิบัติงานฝ่ายผลิต, ฝ่ายควบคุมคุณภาพ, คู่มือการวิเคราะห์น้ำในระบบ, และคู่มือที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพอื่นๆ.

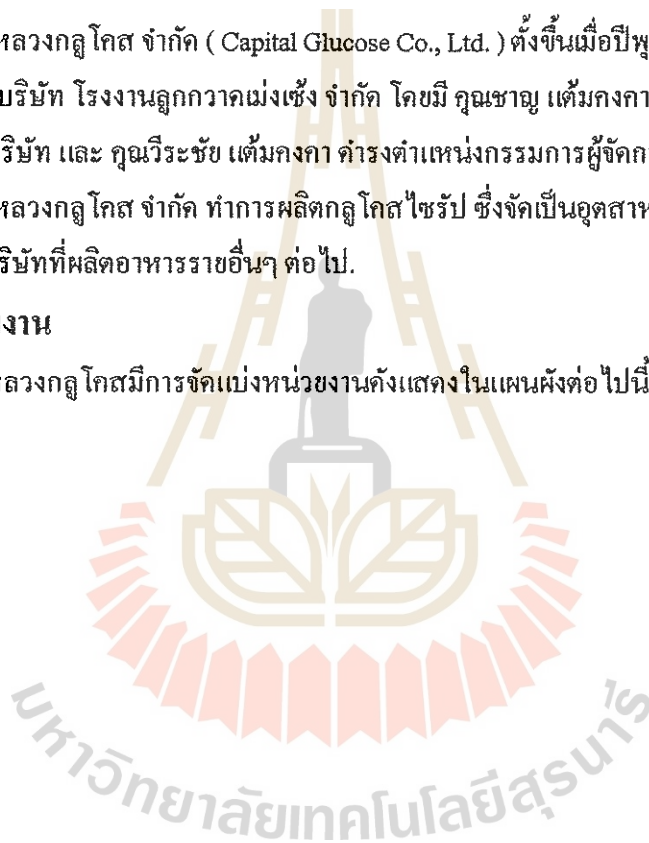
ประวัติความเป็นมาของบริษัท

บริษัท นครหลวงกลูโคส จำกัด (Capital Glucose Co., Ltd.) ตั้งขึ้นเมื่อปีพุทธศักราช 2521 เป็นบริษัทในเครือของ บริษัท โรงงานลูกกวาดเม่งเซ่ง จำกัด โดยมี คุณชาญ เต็มคงกา ดำรงตำแหน่งประธานกรรมการผู้จัดการบริษัท และ คุณวีระชัย เต็มคงกา ดำรงตำแหน่งกรรมการผู้จัดการบริษัท.

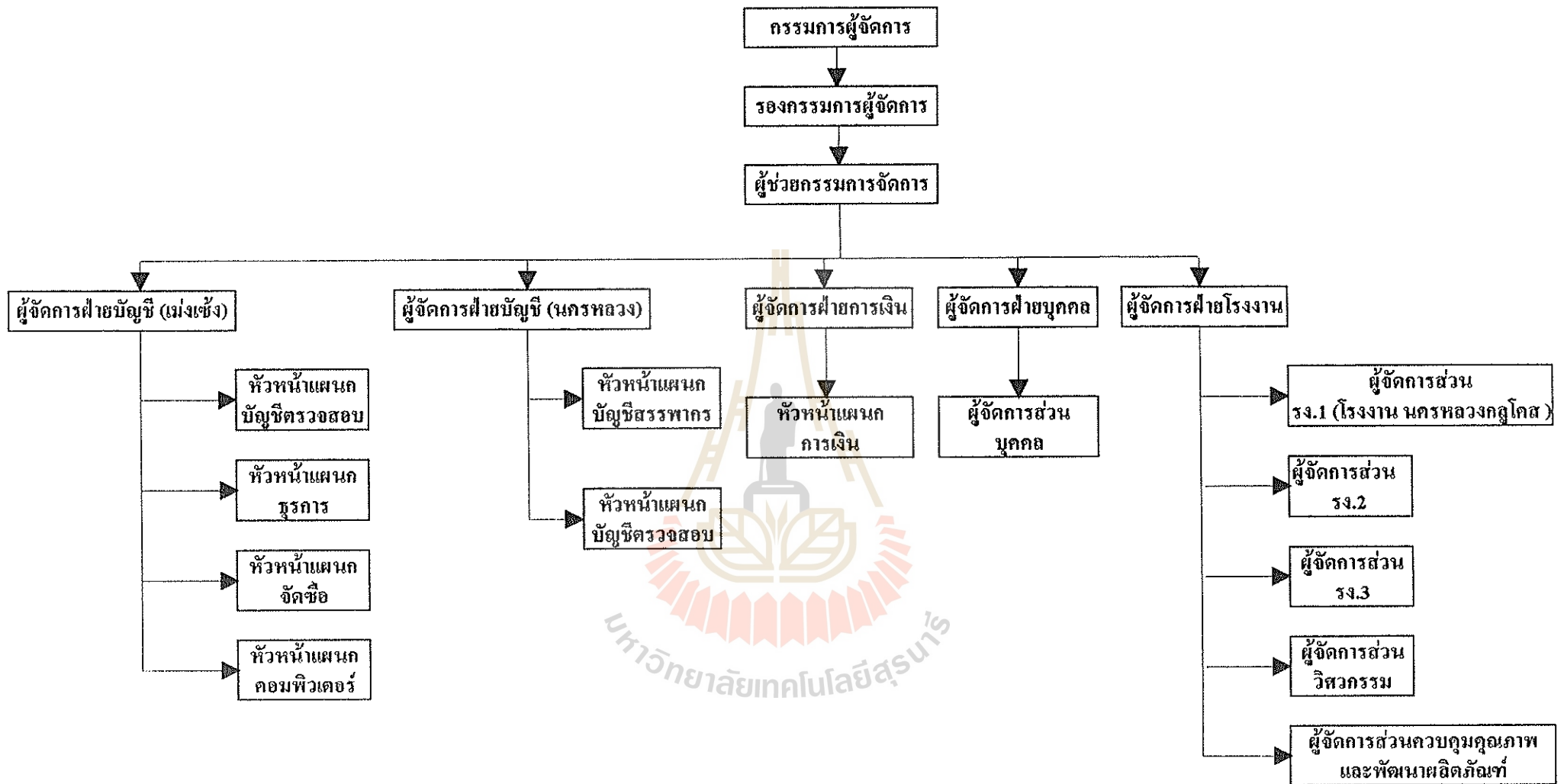
บริษัท นครหลวงกลูโคส จำกัด ทำการผลิตกลูโคสไซรัป ซึ่งจัดเป็นอุตสาหกรรมอาหาร โดยทำการผลิตเพื่อส่งให้กับบริษัทที่ผลิตอาหารรายอื่นๆ ต่อไป.

การจัดแบ่งหน่วยงาน

บริษัทนครหลวงกลูโคสมีการจัดแบ่งหน่วยงานดังแสดงในแผนผังต่อไปนี้.



โครงสร้างแสดงการจัดแบ่งหน่วยงานของเครือบริษัทโรงงานลูกกวาดเม่งเซ้ง



II. หน้าที่ซึ่งได้รับมอบหมาย

1. ศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัป.
2. สร้างตารางควบคุมงานฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพ.
3. เขียนคู่มือการปฏิบัติงาน.

III. โครงการที่ได้รับมอบหมาย

A. โครงการที่ 1 (ศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัป)

A.1 กระบวนการผลิตกลูโคสไซรัปโดยทั่วไป (Glucose Syrup Manufacturing)

กลูโคสไซรัป หมายถึง สารละลายซัคคาไรด์ (Saccharides) ที่ได้จากการย่อยแป้ง และ ได้ผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้นแล้ว โดยมีค่าสมมูลเดกซ์โตรส (Dextrose Equivalent) มากกว่า 20. กลูโคสไซรัป สามารถผลิตจากแป้งที่มาจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี, ข้าวโพด, มันสำปะหลัง, และมันฝรั่ง. การใช้แป้งจากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตกลูโคสไซรัปมีข้อดีที่ราคาถูก, มีปริมาณโปรตีนและ ไขมันต่ำ ทำให้ไม่ค่อยเกิดปัญหาในกระบวนการผลิต.

ในการย่อยแป้งสามารถแบ่งขั้นตอนการย่อย ได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. Liquefaction เป็นการย่อยแป้งให้เป็น Dextrin เพื่อลดความหนืดของแป้ง. ปกติต้องต้มแป้งให้สุกแล้วใช้กรดเกลือหรือเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสย่อยต่อ.
2. Saccharification เป็นการย่อยต่อจากขั้นตอน Liquefaction จะได้โพลีเมอร์ของน้ำตาลต่างๆ เช่น มอลโตส, มอลโตไตรโอส รวมทั้งกลูโคสเป็นต้น.

ในการผลิตกลูโคสไซรัปทางอุตสาหกรรมมีวิธีการในการผลิตให้เลือกได้ 3 วิธีดังนี้

1. ใช้กรดย่อย (Acid Conversion)

โดยการใช้กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) ย่อยที่อุณหภูมิประมาณ 130 - 140 °C, pH ประมาณ 1.8 ภายใต้ความดันประมาณ 5 bar. วิธีนี้จะไม่เหมาะสำหรับการผลิตกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE ต่ำ (DE < 35) เนื่องจากจะเกิดการขุ่นของกลูโคสไซรัป.

2. ใช้กรดและเอนไซม์ย่อย (Acid - Enzyme Conversion)

ในขั้นตอนแรกจะย่อยแป้งด้วยกรดไฮโดรคลอริก จนได้ค่า DE ประมาณ 15 - 20, แล้วย่อยต่อด้วยเอนไซม์.

3. ใช้เอนไซม์ย่อย (Enzyme Conversion)

จะใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งทั้ง 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอน Liquefaction จะใช้เอนไซม์อัลฟาอะไมเลส เพื่อลดความหนืดของน้ำแป้ง จนได้ค่า DE ประมาณ 15 - 20 จากนั้นในขั้นตอน Saccharification จะย่อยต่อด้วยเอนไซม์ เบต้าอะไมเลส เพื่อให้ได้ค่า DE 37 - 42 ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ลูกกวาด และชา. ในกรณีที่ต้องการผลิตกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE สูง (DE

มากกว่า 95) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต Fructose syrup หรือ Sorbitol จะต้องใช้เอนไซม์ Glucoamylase ซึ่งจะ ใช้ระยะเวลาประมาณ 60 - 72 ชั่วโมง. วิธีใช้เอนไซม์ย่อยมีข้อดีคือ

- สามารถควบคุมองค์ประกอบของน้ำตาลแต่ละชนิดได้ค่อนข้างสม่ำเสมอ.
- กลูโคสไซรัปที่ได้จากการย่อยจะไม่มีสีเข้ม.
- กลูโคสไซรัปที่มีค่า DE ต่ำ ($DE < 35$) จะ ไม่เกิดการขุ่น.

A.2 คุณสมบัติของกลูโคสไซรัป

1. ชนิดของการโบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบ

วิธีปกติที่ใช้ในการแบ่งประเภทกลูโคสไซรัป คือ การแบ่งโดยใช้ปริมาณสารรีดิวซ์(Glucose) วิธีการนี้ จะ ไม่แสดงอัตราส่วนของน้ำตาลแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบของกลูโคสไซรัป. วิธีที่เหมาะสมในการตรวจสอบปริมาณและชนิดของการโบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบ คือ การใช้เครื่อง HPLC. ปกติ กลูโคสไซรัปจะมีองค์ประกอบแตกต่างกันเมื่อกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกันและใช้เอนไซม์ต่างชนิดกัน.

2. ความหวาน

ปกติความหวานของกลูโคสไซรัป(โดยวิธีการชิม) มีผลกระทบจากปัจจัยต่างๆหลายอย่าง เช่น ความเปรี้ยว, pH, ความหนืด, อุณหภูมิ และวิธีในการชิม. โดยทั่วไปแล้วสามารถสรุปได้ว่า

- ก. ความหวานจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น.
- ข. ความหวานเพิ่มขึ้น เมื่อค่า DE เพิ่มขึ้น.
- ค. ความหวานเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น.
- ง. ความหวานลดลง เมื่อความเป็นกรดเพิ่มขึ้น.
- จ. ความหวานลดลง เมื่อความหนืดเพิ่มขึ้น.

3. ความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ

โดยปกติผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ERH (Equilibrium Relative Humidity) ต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม จะดูดความชื้นจากบรรยากาศ, ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ERH สูงกว่าสิ่งแวดล้อม จะสูญเสียความชื้น. กลูโคสไซรัปที่มีค่า DE สูง จะมีค่า ERH ต่ำ ทำให้อาหารที่มีกลูโคสไซรัปเป็นองค์ประกอบอยู่ สามารถเก็บความชื้นได้นาน และขณะเดียวกันอาจดูดความชื้นจากบรรยากาศได้ง่ายกว่าด้วย. ในทางตรงกันข้ามกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE ต่ำ อัตราการดูดความชื้นจากบรรยากาศของอาหารจะต่ำกว่าอาหารที่ประกอบด้วยกลูโคสไซรัปที่มี DE สูง. นอกจากนี้แล้วเกลืออนินทรีย์จะทำให้อัตราเร็วในการดูดความชื้นจากบรรยากาศเพิ่มขึ้น.

4. ความหนืด

ความหนืดของกลูโคสไซรัปขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ, ความเข้มข้น และอัตราส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบโดย

- ก. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปจะลดลง.
- ข. เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความหนืดของกลูโคสไซรัปจะเพิ่มขึ้น.
- ค. เมื่อน้ำตาล โมเลกุลใหญ่เพิ่มขึ้น ความหนืดจะเพิ่มขึ้น ในกรณีที่น้ำตาล โมเลกุลเล็กเพิ่มขึ้นความหนืดจะลดลง.

5. การหมักโดยจุลินทรีย์

เมื่อ DE ลดลง ปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะลดลง โอกาสที่จุลินทรีย์เจริญได้จะลดลง.

6. การเกิดสีน้ำตาลใหม่

ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลใหม่ คือ ปฏิกิริยามีลลาร์ด ซึ่งเกิดจากการโบไฮเดรตทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาล. วิธีการเกิดสีน้ำตาลใหม่ คือ การลดปริมาณโปรตีน, การเพิ่มซัลเฟอร์ไดออกไซด์, การลดค่า pH และการลดค่า DE ของกลูโคสไซรัป. การลดค่า DE จะทำให้หมู่อัลดีไฮด์อิสระลดลงจึงเกิดปฏิกิริยารว้างได้น้อย.

A.3 Functional Properties ของกลูโคสไซรัปในอาหาร

1. ความสามารถในการเกิดเจล

กลูโคส และมอลโตส จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเกิดเจล ในขณะที่น้ำตาลที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้นจะให้ผลตรงกันข้าม, ดังนั้นจึงควรเลือกชนิดของกลูโคสไซรัปให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ถ้าต้องการผลิตแยม หรือมาร์มาร์เลด ควรใช้กลูโคสไซรัปที่มีมอลโตสสูง.

2. การเกิดผลึก

ในการผลิตอาหารที่มีของแข็ง เช่น น้ำตาลทราย กลูโคส หรือแลคโตส ในปริมาณสูงจะเกิดการตกผลึกของน้ำตาลได้ง่าย, ดังนั้นจึงต้องป้องกัน โดยการใช่มอลโตเดรคซตรีนหรือกลูโคสไซรัปที่มี DE ต่ำ.

3. การช่วยเสริมกลิ่น

กลูโคสไซรัปที่มี DE สูง จะช่วยเสริมกลิ่น.

4. ความคงตัวของฟองอากาศ

กลูโคสไซรัป DE ต่ำ จะใช้ในการผลิต Instant Whips, Cream Toppings และ Walnut Whirls. กลูโคสไซรัปจะช่วยจับอากาศทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการคงตัว.

5. การเกิดเงา

กลูโคสไซรัปช่วยทำให้เกิดเงาในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ผลไม้แห้ง เค้ก และไอซิ่ง.

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า DE และคุณสมบัติของกลูโคไซรัป มีดังนี้

คุณสมบัติของกลูโคไซรัป	ค่า DE
	ต่ำ ปานกลาง ก่อนข้างสูง สูง
Bodilyng Agent	←
Browning Reaction	→
Cohesiveness	←
Fermentability	→
Flavor Enhancement	→
Flavor Transfer Medium	→
Foam Stability	←
Freezing Point Depression	→
Humactancy	←
Hygroscopicity	→
Nutritive Solids	←
Prevention of Sugar Crystalization	←
Prevention of Coarse Ice Crystals During Freezing	←
Sheen Producer	→
Sweetness	→
Viscosity	←

A.4 วัตถุดิบสำหรับผลิตกลูโคไซรัปในประเทศไทย

1. แป้งมันสำปะหลัง

1.1 องค์ประกอบของแป้ง

แป้ง (Starch) ประกอบด้วย

- อะไมโลส (Amylose) คือ โพลีเมอร์ของกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะอัลฟา 1,4.
- อะไมโลเพกติน (Amylopectin) คือ โพลีเมอร์ของกลูโคสที่มีการต่อกันด้วยพันธะ 2 แบบคือ พันธะ 1,4 และพันธะ 1,6 ฉะนั้นจึงมีลักษณะ โมเลกุลคล้ายแขนง.

1.2 คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ผลิตกลูโคไซรัป

คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังตามมาตรฐานของมอก. 274 - 2521 ที่กำหนดมีดังนี้

- ความชื้นไม่เกิน 13 %
- เชื้อไม่เกิน 0.2 %
- pH 4.5 - 7.0

2. เอนไซม์

2.1 ชนิดของเอนไซม์

ก. เอนไซม์อัลฟา - อะไมเลส แบ่งเป็น 2 ชนิด

- Low Temperature Enzyme เป็นเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสที่ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 70 - 80 °C .
- Heat Stable Enzyme เป็นเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสที่สามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 95 - 105 °C เหมาะสำหรับใช้กับ Jet Cooker.

ข. เอนไซม์เบต้า - อะไมเลส

2.2 ลักษณะการทำงานของเอนไซม์

ก. เอนไซม์อัลฟา - อะไมเลส

เอนไซม์อัลฟา - อะไมเลส จะย่อยแป้งที่พันธะ อัลฟา 1,4 แบบสุ่ม (Random) ได้เป็น เศรทรีน ทำให้ความหนืดของแป้งลดลงอย่างรวดเร็ว.

ข. เอนไซม์เบต้า - อะไมเลส จะย่อยแป้งที่พันธะ อัลฟา 1,4 ที่ละกู่ โดยเริ่มจากปลายของอะไมโลส หรืออะไมโลเปกติน ได้เป็นโมเลกุลของมอลโตส.

A.5 คำศัพท์ที่ควรทราบ

กลูโคส (GLUCOSE) น้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว มีสูตรทางเคมีเป็น $C_6H_{12}O_6$ น้ำหนักโมเลกุล 180 พบในน้ำผึ้ง และผลไม้ที่มีรสหวาน. กลูโคสเป็นองค์ประกอบหลักของแป้ง หรือคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ และเป็นน้ำตาลรีดิคัลชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีหมู่อัลดีไฮด์อิสระ.

มอลโตส (MALTOSE) น้ำตาล โมเลกุลคู่ที่เกิดจากกลูโคส 2 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ อัลฟา 1,4 มีลักษณะเป็นผลึกแข็ง ละลายน้ำได้ มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทราย, พบในข้าวมอลต์ มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิคัล.

มอลโตไตรโอส (MALTOTRIOSE) น้ำตาลที่เกิดจากกลูโคส 3 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ อัลฟา 1,4 มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทราย, มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิคัล.

โอลิโกแซคคาไรด์ (OLIGOSACCHARIDE) น้ำตาลที่น้ำหนักโมเลกุลสูง เกิดจากกลูโคส 4 - 10 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ อัลฟา 1,4, ไม่มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิคัล.

โพลีแซคคาไรด์ (POLYSACCHARIDE) น้ำตาลที่เกิดจากกลูโคสมากกว่า 10 โมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ อัลฟา 1,4 และ อัลฟา 1,6 ไม่มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซ์, มัก ได้จากการย่อยแป้งด้วยกรดหรือเอนไซม์.

LIQUEFACTION ขั้นตอนการย่อยแป้งให้ได้เป็นเดกซ์ทริน.

SACCHARIFICATION ขั้นตอนการย่อยให้ได้น้ำตาล เช่น กลูโคส และมอลโตส เป็นต้น.

DE (DREXTROSE EQUIVALENT) ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของน้ำตาลรีดิวซ์, กิจเป็นเดกซ์โตรสที่มีอยู่ในกลูโคสไซรัปที่แห้ง โดยใช้ปฏิกิริยาของ LANE & EYNON ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์จะทำปฏิกิริยากับคอปเปอร์ไอออน ภายใต้สภาวะที่เป็นด่าง และคำนวณค่า DE โดยใช้สูตร

$$\% DE = (\% \text{ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์} \times 100) / (\% \text{ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้})$$

บริกซ์ (BRIX) จำนวนของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในสารละลาย เช่น น้ำตาล 40 กรัม ละลายน้ำ 60 กรัม ได้สารละลายหนัก 100 กรัม เมื่อวัดความเข้มข้นจะได้ 40° Bx, วิธีการที่ใช้ในการวัดคือ การใช้ REFRACTOMETER ซึ่งอาศัยหลักการหักเหแสงผ่านปริซึม.

BAUME หน่วยวัดความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์, เป็นวิธีวัดความเข้มข้นที่ไม่ละเอียด.

ปฏิกิริยามิลลาร์ด (MAILLARD REACTION) ปฏิกิริยาที่เกิดจากกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลไหม้.

ความชื้นสัมพัทธ์ (RELATIVE HUMIDITY) ภาวะความชื้นในบรรยากาศซึ่งสามารถวัดได้จาก

1. อัตราส่วนระหว่างความดันของไอน้ำที่มีอยู่จริงในบรรยากาศ ต่อ ความดันของไอน้ำที่จะมีอยู่ได้เมื่อไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน.
2. อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำ ต่อ หนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ กับ มวลของไอน้ำ ต่อ หนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน.

EQUILIBRIUM RELATIVE HUMIDITY (E. R. H.) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนไอน้ำระหว่างวัตถุกับอากาศ, ดังนั้นจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นที่มีในวัตถุในบรรยากาศนั้นๆ.

Referances

- 1) Birch, G.C., Green, L. F. and Coulson, C. B. 1970. Glucose Syrups and Related Carbohydrates. Applied Science Publishers. London.
- 2) Dziedzic, S. Z. and Kearsley M. W. 1979. Glucose Syrups : Science and Technology.
- 3) Pancoast, H. M. and Junk, W. R. 1980. Handbook of Sugars. 2nd edition. AVI Publishing Company Inc. Connecticut.

A.6 ขั้นตอนในการผลิตกลูโคสไซรัปพอดังแบบป็นโรงงานนครหลวงกลุโคส

1. การเตรียมน้ำแป้ง

การเตรียมน้ำแป้ง ประกอบด้วยขั้นตอนในการทำงานดังนี้

- 1.1 เติมน้ำแป้งให้มีความเข้มข้น ประมาณ 22 Be° ปรับโดยใช้ไฮโครมิเตอร์.
- 1.2 ปรับ pH ของน้ำแป้งเป็น 5.8 - 6.2, ขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์.
- 1.3 เติมน้ำเอนไซม์อัลฟา - อะไมเลส ในปริมาณที่กำหนด.

2. Liquefaction

ในขั้นตอนนี้ น้ำแป้งจะถูกต้มที่อุณหภูมิ 90 °C จนสุก (Gelatinize) และใส. โมเลกุลแป้งจะถูกซึมน้ำเข้าไปจนอิมัลชัน และพร้อมที่จะให้เอนไซม์อัลฟา - อะไมเลส เข้าไปตัดสายโซ่ของโมเลกุลแป้งแบบสุ่ม เกิดเป็นเดกซทริน ซึ่งจะทำความหนืดของน้ำแป้งลดลงอย่างรวดเร็ว.

3. Saccharification

ในขั้นตอนนี้ เอนไซม์ เบต้าอะไมเลส และ อัลฟาอะไมเลสบางส่วนที่ยังสามารถทำงานได้จะย่อยเดกซทริน เกิดเป็น กลูโคส, มอลโตส, มอลโตไตรโอส และน้ำตาลโมเลกุลสูงอื่นๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์ที่ใช้.

4. การกำจัดกากและโปรตีน

เมื่อน้ำเชื่อมมีค่า DE ตามที่ต้องการ จะทำการเติมน้ำเชื่อมให้เดือด เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ และทำให้สารอินทรีย์ต่างๆ ที่ละลายในน้ำเชื่อม เช่น โปรตีน และ กาก ให้รวมตัวกันและลอยขึ้นสู่ผิว เพื่อง่ายต่อการช้อนหรือตักออก.

5. การกรอง

ในการกรองน้ำเชื่อมจะใช้เครื่องกรองชนิด Leaf Filter ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหลายๆแผ่นอยู่ในถังกรอง โดยสารเคลือบจะจับรอบๆแผ่นเหล่านี้และน้ำเชื่อมจะไหลผ่านแผ่นดังกล่าวและเกิดการกรองขึ้นพร้อมๆกัน โดยสามารถจับสีและกลิ่น ทำให้น้ำเชื่อมมีสีและกลิ่นดีขึ้น.

6. การฟอกสี

น้ำเชื่อมจะถูกฟอกสีโดยเรซิน ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- 6.1 Strong Cation Resin เมื่กระชั้นชนิดนี้จะจับอออนบวก เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} และ Fe^{2+} .
- 6.2 Weak Anion Resin เมื่กระชั้นชนิดนี้จะจับอออนลบ เช่น SO_4^{2-} , Cl^- และ สารโมเลกุลใหญ่.

B. โครงการที่ 2 (สร้างตารางควบคุมการปฏิบัติงานฝ่ายผลิตและควบคุมคุณภาพ)

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัปให้เข้าใจทุกขั้นตอน. (โครงการที่ 1)

6.1 Strong Cation Resin มีเครื่องชนิดนี้จะจับไอออนบวก เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} และ Fe^{2+} .

6.2 Weak Anion Resin มีเครื่องชนิดนี้จะจับไอออนลบ เช่น SO_4^{2-} , Cl^- และ สารโมเลกุลใหญ่.

B. โครงการที่ 2 (สร้างตารางควบคุมการปฏิบัติงานฝ่ายผลิตและควบคุมคุณภาพ)

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตทุกขั้นตอน (โครงการที่ 1)
2. ศึกษาการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายผลิตและควบคุมคุณภาพ.
3. ปฏิบัติงานจริงเสมือนพนักงานทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพ.
4. แบ่งขั้นตอนหลักๆ ในการปฏิบัติงานเป็นหัวข้อๆ.
5. สรุปข้อมูลสำคัญที่ต้องการทราบในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมการผลิตและคุณภาพสินค้า.
6. วางโครงสร้างของตารางที่จะใช้บันทึกข้อมูลที่ต้องการ. ตารางที่ดีควรเป็นตารางที่ทั้งผู้บันทึกและผู้ตรวจสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย.
7. หลังจากตรวจสอบความถูกต้องของตาราง แล้วส่งให้ผู้ที่มีความชำนาญหรือผู้เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานทำการตรวจสอบความถูกต้องและทำการแก้ไข.
8. ให้พนักงานทดลองใช้เพื่อหาจุดบกพร่องและทำการแก้ไขอีกครั้งก่อนนำตารางไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง.
9. เสนอตารางให้ผู้จัดการฝ่ายอนุมัติการใช้.

โครงสร้างตารางบันทึกข้อมูล

ตารางบันทึกข้อมูลที่ดีควรมีองค์ประกอบดังนี้

- ชื่อตาราง : ควรใช้ชื่อตารางซึ่งระบุขอบเขตของการบันทึกข้อมูล โดยพยายามใช้ชื่อที่สั้น, ได้ใจความ และเข้าใจง่าย.
- รหัสตาราง : แต่ละตารางควรมีรหัสเป็นของตัวเองไม่ซ้ำกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเก็บรักษาและค้นหาตารางในอนาคตเมื่อต้องการ.
- ตารางควรมีวัน เดือน ปีที่บันทึก, ชื่อผู้บันทึก, ชื่อผู้ตรวจสอบและหมายเหตุ.
- การบันทึกข้อมูลลงในตารางควรให้ข้อมูลซึ่งมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบและเปรียบเทียบ.
- ส่วนหัวของช่องบันทึกข้อมูลควรมีคำอธิบายซึ่งสั้นและชัดเจน ไม่ก่อให้เกิดความสับสนของผู้อ่านและแต่ละช่องจะต้องมีหน่วยวัดกำกับ (ถ้าจำเป็น). และควรมีตัวอักษรกำกับในแต่ละช่องของตารางเพื่อ

C. โครงการที่ 3 (เขียนคู่มือปฏิบัติงานฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ)

การสร้างคู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิต และควบคุมคุณภาพ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตกลูโคสไซรัป (Glucose Syrup) ให้เข้าใจในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต.
2. ศึกษาการบันทึกข้อมูลลงในใบรายงานจากพนักงาน และผู้เกี่ยวข้องในทุกๆขั้นตอนของกระบวนการผลิต.
3. ทดลองปฏิบัติงานจริงเสมือนพนักงานใน Line ผลิต โดยทำการบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น.
4. ศึกษาถึงปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งสอบถามถึงวิธีการแก้ปัญหากับผู้เกี่ยวข้อง เช่น หัวหน้าแผนกผลิต หรือพนักงานผลิตเอง.
5. เขียนโครงสร้างของคู่มือ ซึ่งประกอบด้วย บทนำ, จุดประสงค์, ผู้เกี่ยวข้อง, วิธีการเก็บข้อมูล, การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ และสรุป.
6. เขียนรายละเอียดของแต่ละหัวข้อตามลำดับขั้นตอนดังนี้
 - 6.1 บทนำ : จะกล่าวถึงรายละเอียด, จุดประสงค์ และ ประโยชน์โดยรวมของคู่มือปฏิบัติงาน.
 - 6.2 จุดประสงค์ของคู่มือ : บอกถึงจุดมุ่งหมายการจัดทำคู่มือ เพื่อเป็นแนวทางให้พนักงานหรือผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจในระบบการจัดเก็บข้อมูลให้ถูกต้อง และสามารถนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้มาใช้ประโยชน์ ก่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น.
 - 6.3 ผู้เกี่ยวข้องกับข้อมูล : จะระบุพนักงานตามจุดผลิตแต่ละขั้นตอนการผลิตว่าใครมีหน้าที่รับผิดชอบในการบันทึกข้อมูล โดยระบุหน้าที่และจำนวนพนักงานให้ละเอียด เช่น พนักงานฝ่ายผลิตแผนกห้องแป่งจะเป็นผู้รับผิดชอบการเก็บข้อมูลคิบบ้างภายในห้องแป่ง, ปัจจุบันมีจำนวน 2 คน โดยแบ่งเป็นกะละ 2 คน เป็นต้น. นอกจากนี้ผู้เกี่ยวข้องกับคู่มือยังอาจเป็นผู้ที่วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้วย.
 - 6.4 เอกสารที่เกี่ยวข้อง : กล่าวถึงใบรายงานต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตอันเกี่ยวข้องกับคู่มือนี้
 - 6.5 วิธีบันทึกข้อมูลคิบบในแต่ละตาราง :

จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการบันทึกข้อมูล ในแต่ละช่องของตาราง โดยระบุรวมถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและวิธีแก้ไขที่เร่งด่วนด้วย ดังตัวอย่างซึ่งคัดลอกจากคู่มือการปฏิบัติงานฝ่ายควบคุมคุณภาพ เช่น

ตาราง CQF 102 (บันทึกข้อมูลการวางแผนใช้แป่ง)

ก. พนักงาน QC วิเคราะห์แป่ง

- บันทึกชื่อโรงงานผลิตแป่ง วันที่รับแป่งเข้า และตำแหน่งที่เก็บแป่งในโกดัง ในช่อง A ถึง C.

- บันทึกผลการวิเคราะห์เป้่ง โดยจะทำการวิเคราะห์ความชื้น, เปอร์เซนต์กากอ่อน, ค่า pH, SO₂, เกรด และสีของเป้่งที่นึ่งสุก ในช่อง D ถึง I.
- บันทึกลำดับหม้อเป้่ง, สัดส่วนการใช้เป้่งตามที่ได้วางแผนไว้ โดยจะกำหนดเป้่งจากบริษัทที่จะใช้, โถงที่เก็บ และปริมาณที่ใช้ ในช่อง J ถึง O, กรณีสัดส่วนการใช้เป้่งในแต่ละหม้อเป้่ง จะดูจากคุณภาพของเป้่งที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว โดยจะใช้เป้่งคุณภาพดีผสมกับเป้่งคุณภาพต่ำในอัตราส่วน 2 : 1 แต่ในกรณีที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์เกรด A จะใช้เป้่งคุณภาพดีทั้งหมด.

- ข. ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์เป้่งไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ พนักงาน QC วิเคราะห์เป้่งจะต้องระบุลงในช่องหมายเหตุให้ละเอียด และแจ้งให้หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพทราบ ก่อนที่จะอนุญาตให้พนักงานฝ่ายผลิตแผนกห้องเป้่งทำการผสมเป้่ง.
- ก. เมื่อสิ้นสุดการทำงาน พนักงาน QC วิเคราะห์เป้่งจะต้องระบุชื่อและวันที่ทำการวิเคราะห์ และส่งใบรายงานไปยังหัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพเพื่อใช้ศึกษาข้อมูลต่อไป.

6.6 การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ : จะกล่าวถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับพนักงานและผู้เกี่ยวข้องซึ่งจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำ โดยจะมีการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังจากที่ได้มีการจัดเก็บไว้ ดังตัวอย่างซึ่งคัดลอกจากคู่มือการปฏิบัติงานฝ่ายควบคุมคุณภาพ ดังนี้

ตารางต่างๆที่ได้บันทึกข้อมูลไว้จะถูกเก็บเป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้สืบค้นย้อนหลังถ้าจำเป็น นอกจากนี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกหลายกรณี.

1. ในกรณีที่เกิดปัญหาเรื่องสีของน้ำเชื่อมผิดปกติ เช่น สีของน้ำเชื่อมในถังหมักเป็นสีแดง, หรือเกิดปัญหาการตันของหม้อกรองเร็วกว่า ซึ่งโดยปกติแล้วในการล้างและเคลือบหม้อกรองแต่ละครั้งควรจะผ่านน้ำเชื่อมได้มากกว่า 10 ถังพัก ถ้าผ่านได้น้อยกว่า 10 ถังพักถือว่าหม้อกรองผิดปกติ. ซึ่งทั้ง 2 กรณีนี้สามารถที่จะตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับ คุณภาพของเป้่ง และสัดส่วนการผสมเป้่งในใบรายงาน CQF 102 ในช่อง A ถึง O.

6.7 สรุป : กล่าวถึงเนื้อหาทั้งหมดโดยสรุป, ซึ่งจะเป็นข้อความที่สั้นกะทัดรัด และได้ใจความ.

ข้อเสนอแนะในการเขียนคู่มือ

1. ต้องมีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการผลิตอย่างแท้จริง.
2. ต้องเข้าใจหลักการและวิธีการบันทึกข้อมูลลงตารางควบคุมการทำงาน.
3. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเพื่อให้ผู้อ่านทั้งที่เป็นพนักงาน, หัวหน้าหน่วย, หัวหน้าแผนก และระดับผู้จัดการอ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้ถูกต้องตรงกัน.
4. ประโยคที่เขียนต้องไม่ซับซ้อน วากวน, มีข้อความกระชับและได้ใจความ.
5. กำหนดหัวข้อให้ชัดเจน และเป็นไปอย่างต่อเนื่อง.

6. ควรใส่มีเครื่องหมายวรรคตอนกันประโยค เพื่อให้อ่านง่าย และเกิดความเข้าใจถูกต้องไม่สับสนหรือตีความได้หลายแง่มุม เช่น
 - ทุกครั้งที่จบประโยคควรมีเครื่องหมาย “.” ท้ายประโยค เพื่อให้ผู้อ่านหยุดอ่านและทราบว่าจะเริ่มประโยคหรือข้อความใหม่.
 - หลังจุดควรเว้นระยะ 2 ตัวอักษรก่อนขึ้นประโยคใหม่ เพื่อให้สังเกตเห็นการแยกประโยคชัดเจน.
 - ในประโยคที่มีความยาวต่อเนื่องกันต้องใช้เครื่องหมาย “,” หรือคำเชื่อม (เช่น โดย, ซึ่ง) กันประโยค เพื่อให้ผู้อ่านแบ่งวรรคตอนได้ถูกต้อง.
7. คู่มือที่สร้างเสร็จในเมืองต้นต้องส่งเวียนให้ผู้เกี่ยวข้องได้ตรวจสอบแล้วจึงนำมาแก้ไข.
8. นำคู่มือที่แก้ไขแล้วให้พนักงานทดลองใช้เพื่อแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เช่น การใช้ภาษาในการสื่อสาร, ความเข้าใจของพนักงานว่าถูกต้องหรือไม่.
9. เสนอคู่มือให้ผู้จัดการฝ่ายอนุมัติการใช้.

IV. สรุปผลการปฏิบัติงาน

ตลอดระยะเวลาประมาณ 6 เดือนในการปฏิบัติงานภายใน บริษัท นครหลวงกลูโกส จำกัด ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิต, การควบคุมคุณภาพ, การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และควบคุมคุณภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างตารางบันทึกข้อมูลและเขียนคู่มือการปฏิบัติงาน. นอกจากนี้ยังศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์น้ำในโรงงานและทำการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ และปรับปรุงตารางแสดงผลการวิเคราะห์ให้เกิดความชัดเจนยิ่งขึ้น และยังสามารถศึกษาหลักการและวิธีการใช้เครื่อง HPLC เพื่อใช้ในการเขียนคู่มือประกอบการใช้เครื่อง HPLC เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องมีความรู้และความเข้าใจหลักการ และวิธีการใช้เครื่องดียิ่งขึ้น. นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาเบื้องต้นในการปรับปรุงตารางแสดงค่าการวิเคราะห์ของสินค้า เช่น DE, %Dry Solid, Brix, Refractive Index และ Buame เป็นต้น.

จากการปฏิบัติงานครั้งนี้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการผลิตกลูโกสไซรัป, การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์, การเขียนคู่มือต่างๆ และการวิเคราะห์น้ำในโรงงานตั้งที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งถือเป็นประสบการณ์การทำงานที่มีคุณค่าก่อนที่จะได้ปฏิบัติงานจริง หลังจากจบการศึกษาแล้ว.

ผู้ปฏิบัติงาน ขอขอบพระคุณ บริษัทนครหลวงกลูโกส จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่ได้เปิดโอกาสให้เข้ามาปฏิบัติงานในครั้งนี้.

V. ข้อเสนอแนะในการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. ควรลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานของนักศึกษาสหกิจศึกษาจากระยะเวลาเดิม 6 เดือนครึ่งเป็น 4 เดือนครึ่ง.
2. ควรมีการนิเทศงานสหกิจศึกษา 2 เดือนต่อครั้ง.

ภาคผนวก



