มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สำนักเทคโนโลยีการเกษตร
สาขาเทคโนโลยีอาหาร

รายงานการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

"MASS BALANCE AND PINEAPPLE PROCESSING"

โรงงาน บริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน)
218 หมู่ 4 ต.หนองอิรุณ
อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี

โดย
นางสาว ฤทัยรัตน์ สุทธิศิลป์ B3751077
นางสาว สายขวัญ สนิทบุรุษ B3751589

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 305491และ305492 สหกิจศึกษา 1และ 2
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 25 ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 1 และ 2

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา

ตามที่ดิฉันได้ไปปฏิบัติงานในตำแหน่งนักเทคโนโลยีอาหาร ณ บริษัทอาหารสยามจำกัด (มหาชน) ในวิชาสหกิจศึกษา 1 และ 2 ซึ่งได้ทำโครงการ "MASS BALANCE AND PINEAPPLE PROCESSING" ในช่วงเวลาตั้งแต่ 3 มิถุนายน 2540 ถึง 20 ธันวาคม 2540 ดิฉันขอส่งรายงานการปฏิบัติงานพร้อมผลการศึกษาที่ได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาตรวจรับรายงานดังกล่าว

ขอแสดงความนับถือ

ฤทัยรัตน์ สุทธิศิลป์

(นางสาวฤทัยรัตน์ สุทธิศิลป์)

สายขวัญ สนิทบุรุษ

(นางสาวสายขวัญ สนิทบุรุษ)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 305491 , 305492 สหกิจศึกษา 1 , 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยทำการรวบรวมงานที่ได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ในฝ่ายวิศวกรรม และค้นคว้าบางส่วนเพิ่มเติมจากในกระบวนการผลิต ซึ่งได้นำเสนอเป็นรูปเล่มรายงานในหัวข้อ Mass balance and pineapple processing โดยเนื้อหาของรายงานแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนแรก จะกล่าวถึงกระบวนการผลิตสับประรดกระป๋องโดยรวม ส่วนที่ 2 เป็นการคำนวณค่าไฟฟ้าอย่างคร่าวๆในกระบวนการผลิตสับประรดกระป๋อง โดยคิดเทียบกับสับประรด 100 ตันเสมอ และส่วนที่ 3 เป็นการคำนวณสมดุลมวลเพื่อหาประสิทธิภาพอัตราการทำงานของเครื่องคั้นน้ำและเครื่องระเหย ในกระบวนการผลิตสับประรดเข้มข้นเกรด A และ B โดยได้ทำการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อหาข้อมูลจริงในการปฏิบัติงาน ทำให้คณะผู้จัดทำได้พบกับปัญหาต่างๆรวมทั้งแนวทางแก้ไข อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มเติมความรู้ที่มีอยู่เดิมให้มากขึ้นด้วยประสบการณ์การทำงานที่แท้จริง ณ บริษัทอาหารสยามจำกัด (มหาชน) แห่งนี้ ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและทางบริษัทเป็นอย่างมาก หากมีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำต้องขอลภัยไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

ธันวาคม 2540

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงเป็นรูปเล่มได้ เนื่องจากได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณพนักงานและคนงานทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในฝ่ายวิศวกรรม , ฝ่ายน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด A และ B , ฝ่ายกระบวนการผลิต และฝ่ายประกันคุณภาพ และต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับงานที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมและ Job Supervisor เพราะงานนี้ได้นำมาซึ่งประสบการณ์และความรู้ในด้านต่าง ๆ ที่นอกเหนือจากตำราเรียน ทำให้คณะผู้จัดทำได้เรียนรู้วิธีการวางแผนการทดลอง การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งทั้งหมดล้วนเป็นประโยชน์ต่อตนเองเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ที่ทำให้คณะผู้จัดทำได้พบกับประสบการณ์ในการฝึกงานในครั้งนี้ตลอดระยะเวลา 7 เดือน

คณะผู้จัดทำ

ธันวาคม 2540

สารบัญ

เรื่อง หน้า

ส่วนที่ 2 การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตสับปะรดอย่างคร่าวๆ

เรื่อง หน้า

ส่วนที่ 3 การคำนวณหาประสิทธิภาพอัตราการทำงานของเครื่องต้นน้ำและเครื่องระเหยในกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น เกรด A และ B

สารบัญรูป

รูป หน้า

รูป หน้า

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตาราง หน้า

วัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้

1) ศึกษากระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

2) คำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างคร่าวๆ

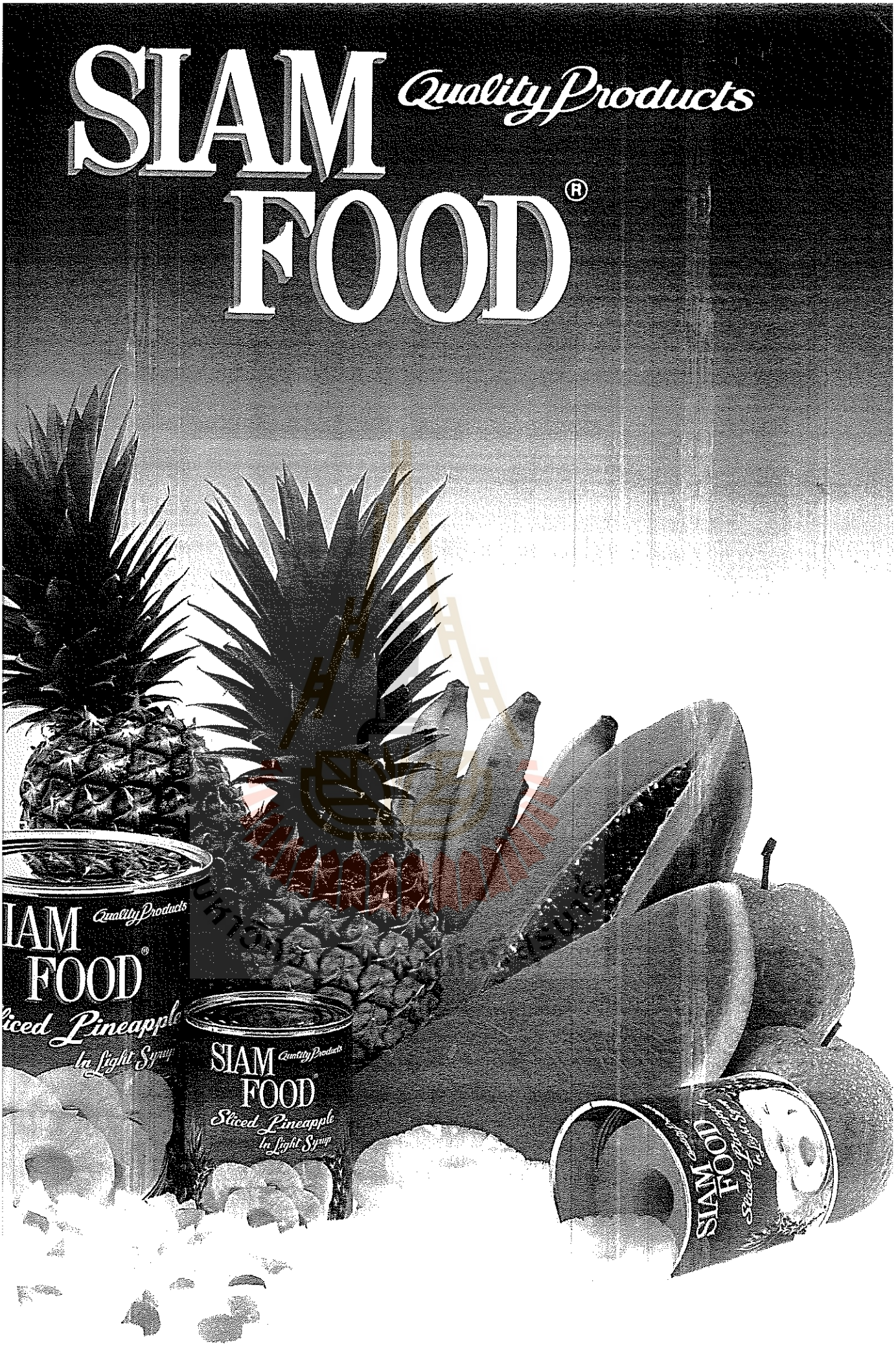
3) คำนวณหาสมดุลมวลของสับปะรด ในกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น เกรด A และ B

4) เพื่อคำนวณหาอัตราการทำงานหรือประสิทธิภาพของเครื่องคั้นน้ำ และอัตราการระเหยของเครื่องระเหย ในกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น เกรด A และ B

สถานประกอบการ

ชื่อ : โรงงานบริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน)

ที่ตั้ง : 218 หมู่ 4 ต. หนองอิรุณ อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี


SIAM FOOD®
Quality Products
SIAM FOOD®
Quality Products
Sliced Pineapple
In Light Syrup
SIAM FOOD
Quality Products
Sliced Pineapple
In Light Syrup
SIAM FOOD

ประวัติความเป็นมาของบริษัท

บริษัท อาหารสยาม จำกัด ก่อตั้งเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2513 โดยมีจุดประสงค์ก็เพื่อที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารกระป๋องคือ สับปะรดกระป๋อง และเนื่องจากความต้องการตลาดโลกมีมากขึ้น โดยความเห็นที่ว่า ประเทศไทยมีดินที่เหมาะสมจึงได้เริ่มการก่อตั้งจากนั้นเป็นต้นมา

การลงทุนตั้งโรงงานที่ จ.ชลบุรี เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2514 โรงงานมีการติดตั้งเครื่องจักรและทำการผลิตได้ในปี พ.ศ. 2515 นอกจากนี้โรงงานยังมีไร่สับปะรดเป็นของตัวเอง ในตอนแรก ผลผลิตต่อไร่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3000-4000 ตัน แต่ในปัจจุบันนี้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเป็น 8000-10000 ตัน

ทุนจดทะเบียนของบริษัทครั้งแรก คือ 25 US million และทำการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญจากประเทศอเมริกาเป็นเวลาหลายปี ในเรื่องการจัดระบบการผลิต การควบคุมคุณภาพ มาจนกระทั่งปี พ.ศ. 2521 เมื่อการผลิตลงตัวแล้วและพนักงานเริ่มมีความชำนาญจึงสามารถดำเนินการด้วยตนเอง ก่าวว่าจ้างพนักงานมีจำนวนเพียง 300 คน ในส่วนของสำนักงาน และ 2000 คน ในส่วนของกระบวนการผลิต

ตั้งแต่เริ่มทำการผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 จนกระทั่งปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์จะผลิตตาม Order ของลูกค้าต่างประเทศประมาณ 98 %

ตลอดเวลาที่ผ่านมาทางบริษัทได้ทำการเพิ่มทุนจดทะเบียนตลอดเวลา ซึ่งมีระยะเวลา ดังนี้

กุมภาพันธ์ 2514	35 ล้านบาท
มกราคม 2521	80 ล้านบาท
กันยายน 2527	99 ล้านบาท

รวมทรัพย์สินปัจจุบันทั้งสิ้นมีมูลค่ากว่า 700 ล้านบาท และมีการนำหุ้นเข้าขายในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) ในวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2527 โดยเป็นของคนไทยทั้งสิ้น 100 % จากการเติบโตของบริษัท ซึ่งสามารถดูได้จาก การมีพื้นที่ไร่ปลูกสับปะรดในปัจจุบันถึง 20000 ไร่ และมีผลผลิตกว่า 50000 ตันต่อปี

และที่สำคัญก็คือ นโยบายการจ้างแรงงานในท้องถิ่น ซึ่งสามารถว่าจ้างแรงงานได้มากกว่า 2000 คน นับได้ว่าเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของ จ.ชลบุรี อีกด้วย

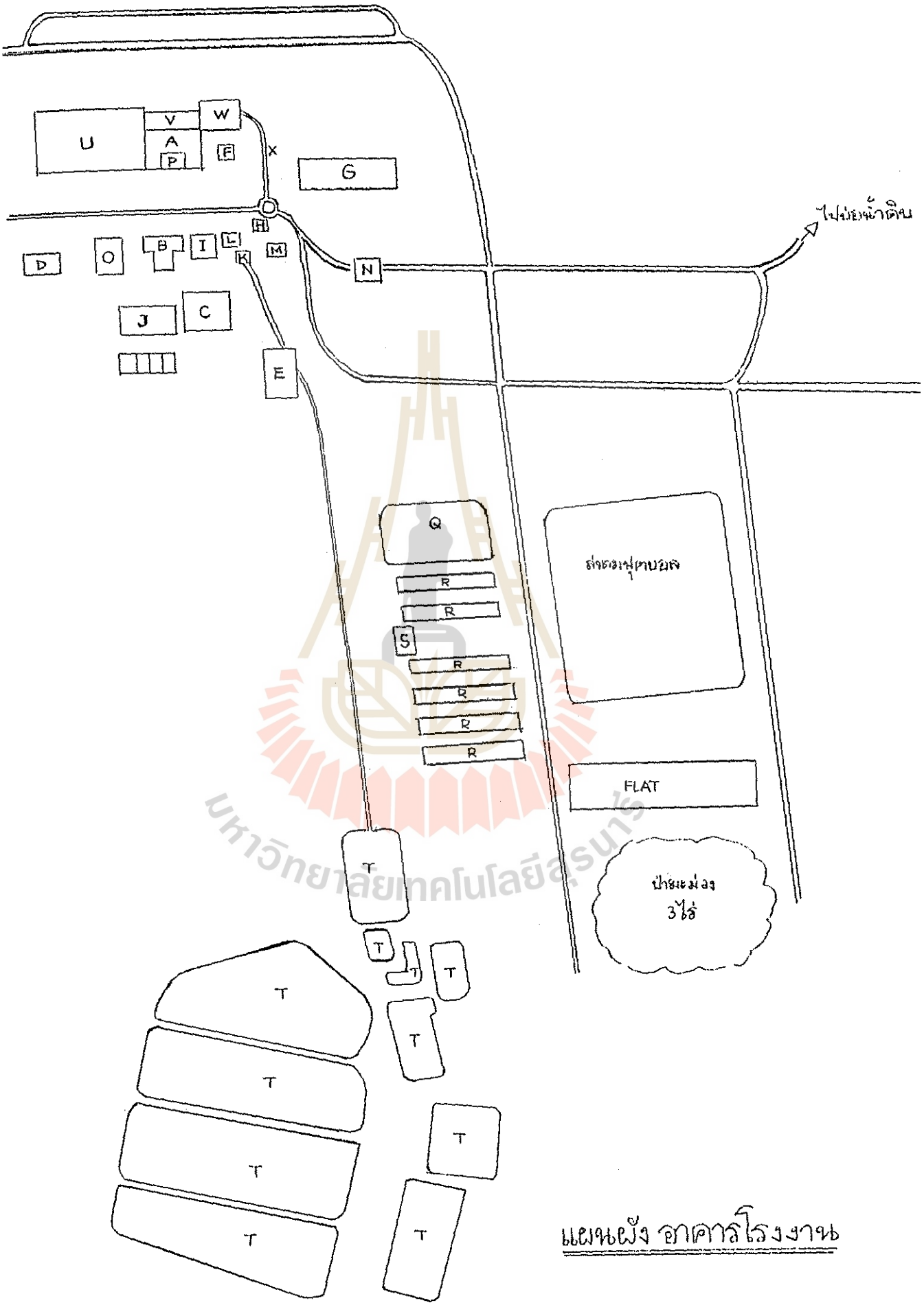
ชื่อหน่วยงาน บริษัท อาหารสยาม จำกัด (มหาชน)

ที่ตั้ง 218 หมู่ 4 ต.หนองอิรุณ อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี

เนื้อที่ 1,248 ไร่ 3 งาน 23 ตารางวา

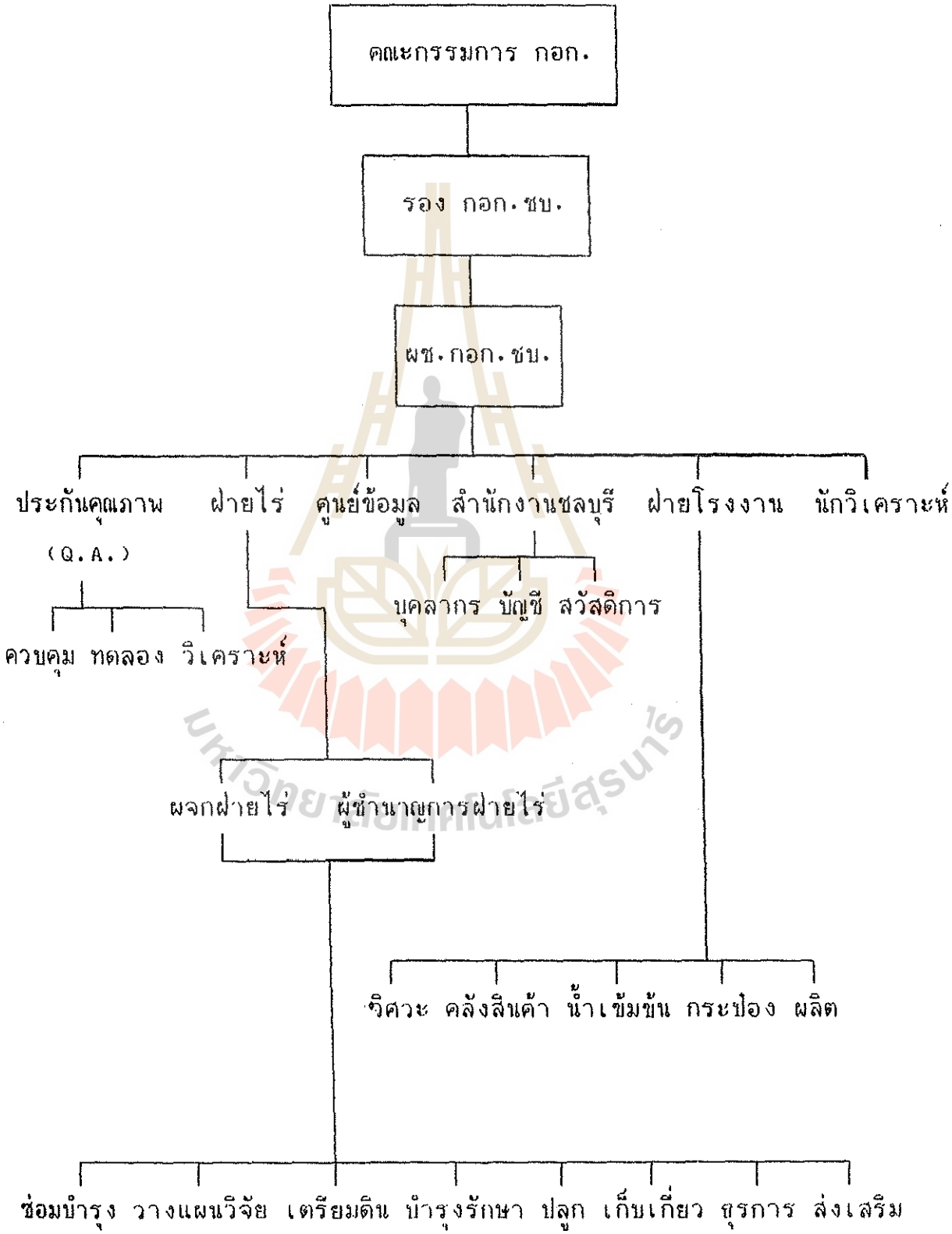
สัญลักษณ์ในผังโรงงาน

สัญลักษณ์	สถานที่	ปีที่สร้างเสร็จ
A	โรงงาน	2513
B	โรงหม้อน้ำ	2513
C	โรงงานฝ่ายวิศวกรรม	2524
D	โรงอาหาร	2513
E	โรงไม้	2524
F	โรงกรองน้ำประปา	2513
G	โรงเก็บปุ๋ย	-
H	ถังเก็บน้ำ	2513
I	อาคารยานพาหนะ	2520
J	ห้องเย็น	2525
K	เครื่องกรองน้ำเสีย	2513
L	เครื่องชั่งน้ำหนัก	-
M	ที่ปั๊มบัตร	2518
N	อาคารสถานเลี้ยงเด็ก	2518
O	อาคารแผนกไฟฟ้า	2526
P	สำนักงาน	2513
Q	บ้านพักหัวหน้างาน	2514-32
R	บ้านพักพนักงานและคนงาน	2514-32
S	อาคารสหภาพแรงงาน	2514-32
T	บ่อน้ำเสีย	2520
U	อาคารคลังสินค้าและกระป๋อง	2513
V	อาคารผลิตภัณฑ์ใหม่	-
W	อาคารลงวัตถุดิบ	-
X	ถนนสำหรับลูกไร่ลงวัตถุดิบ	-



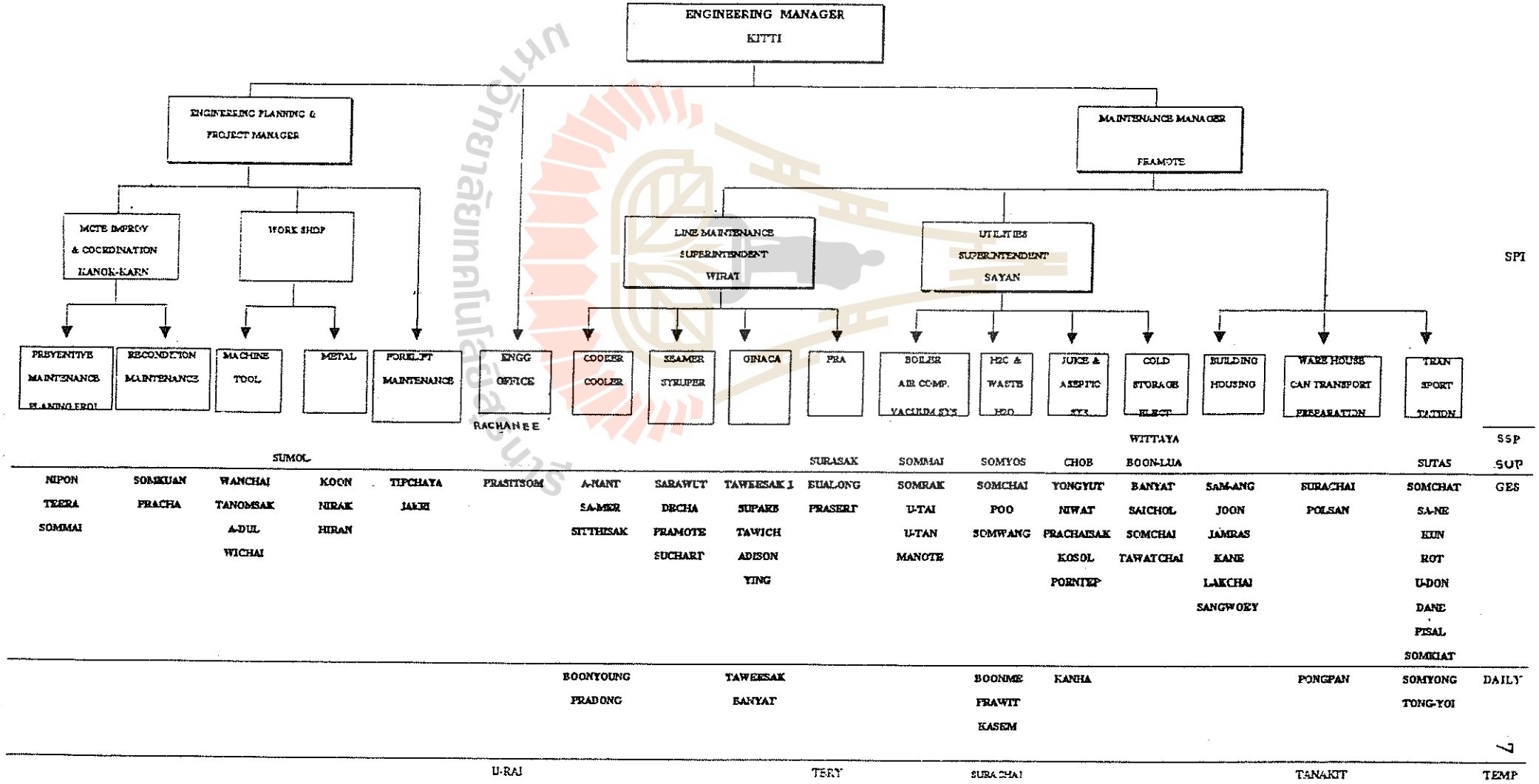
แผนผัง อาคารโรงงาน

Company Organization



SIAM FOOD PRODUCTS CO., LTD

ENGINEERING DEPARTMENT



Production Process

ชนิดของ Product

ผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัท อาหารสยาม จำกัด ได้ทำการผลิตนั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า เช่น ฟรุ๊ตสลัด มะม่วง ถั่วงอก เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วการผลิตหลักของโรงงานจะเป็นสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดเข้มข้น ซึ่งเราสามารถจะแบ่งชนิดของสับปะรดกระป๋องออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบแว่น ซึ่งแบ่งย่อยออกได้เป็น

1.1 Choice มีลักษณะเป็นแว่นสับปะรดขนาดใหญ่ สีสวย แกนเล็ก และไม่มีตาติด ซึ่งเป็นชนิดที่ดีที่สุดของโรงงาน

1.2 Standard มีลักษณะเป็นแว่นขนาดเล็กกว่าแบบ Choice

2. แบบชิ้น

2.1 Chunk มีลักษณะเป็นชิ้นที่สมบูรณ์ที่สุด

2.2 Tidbit มีลักษณะเป็นชิ้นสวย ขนาดใหญ่

2.3 Pieces มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก ค่อนข้างเละ ๆ

2.4 Crush มีลักษณะเหลว ๆ

กระบวนการผลิต

กระบวนการทำสับปะรดกระป๋อง

สำหรับกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. เริ่มจากวัตถุดิบ คือ การลงหัวสับปะรด
2. ทำการล้างทำความสะอาด
3. ทำการคัดขนาดโดยจะแบ่งออกเป็น
   - ขนาดเล็ก
   - ขนาดกลาง
   - ขนาดใหญ่

และก็จะทำการคัดขนาดซ้ำอีกโดยขนาดกลางจะคัดเป็น

- ขนาดกลางแบบเล็ก

ขนาดกลางธรรมดา

- ขนาดกลางแบบใหญ่

สำหรับขนาดใหญ่จะคัดเป็น

- ขนาดใหญ่แบบเล็ก
- ขนาดใหญ่ธรรมดา
- ขนาดใหญ่แบบใหญ่

4. ทำการปอกเปลือกและเจาะแกนทิ้ง (Peeling)

5. ทำการตกแต่งสับปะรด (Trimming) ที่ผ่านเครื่อง Ginaga ออกมาคือการตัดตาทิ้งและตัดส่วนที่เน่าออก

6. ทำการตัดเป็นแว่น (Slices) ถ้าผลสับปะรดนั้นทำได้และทำเป็นชิ้น ถ้าผลสับปะรดนั้นทำเป็นแว่นไม่ได้ หลังจากนั้นจะทำการคัดคุณภาพว่าควรจะอยู่ในชนิดใด

7. ทำการบรรจุลงกระป๋อง (Packing)

8. เติมน้ำเชื่อม (Syruping)

9. ปิดฝากระป๋อง (Seaming)

10. ต้มฆ่าเชื้อ (Cooking)

11. ทำให้เย็น (Cooling)

12. เป่าลมกระป๋องให้แห้ง (Can Drying)

13. ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาแล้วเก็บไว้ในโกดังประมาณ 1-2 สัปดาห์ก่อน เพื่อทำการตรวจสอบทางจุลินทรีย์

กระบวนการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น มีขั้นตอน ดังนี้

1. วัตถุดิบจาก เนื้อติดเปลือกและแกนจากเครื่อง Ginaga และเศษน้อย ๆ จากการ Trimming

2. สำหรับเปลือก หัว ท้าย เข้าเครื่องตีแหลกและนำน้ำที่ได้ไปสกัดสี

3. สำหรับเนื้อติดเปลือกและแกนนำเข้าเครื่องคั้น

4. ทำการผสมกันระหว่างสิ่งที่ได้จากข้อ 2 และข้อ 3

5. ทำการ Centifuse

6. เข้าระบบทำน้ำเข้มข้น

สำหรับการบรรจุสับปะรดลงในกระป๋องนั้น ขนาดของกระป๋องของโรงงานจะแบ่งออกเป็น 5 ขนาด คือ

1. ขนาด 8 Oz. จะบรรจุประมาณ 4 แว่น
2. ขนาด 15 Oz. จะบรรจุประมาณ 8 แว่น
3. ขนาด 20 Oz. จะบรรจุประมาณ 10 แว่น
4. ขนาด 30 Oz. จะบรรจุ Size #2.5 ประมาณ 8 แว่น
5. ขนาด 108 Oz. จะบรรจุประมาณ 50 แว่นขึ้นไป

<u>กำลังการผลิต</u>

สำหรับกำลังการผลิตในแต่ละปีของบริษัทนั้นจะไม่เท่ากัน ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อของลูกค้า แต่โดยปรกติแล้วจะผลิตได้ประมาณ 25 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน และแบ่งสัดส่วนออกได้เป็น ดังนี้

1. Choice 6.5 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน
2. Standard 3.5 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน
3. Tidbit 3 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน
4. Pieces 6 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน
5. Crush 6 หีบ(ขนาดมาตราฐาน #2)ต่อตัน

และทางโรงงานได้ผลิตสับปะรดขนาด #1 ซึ่งสามารถมีกำลังการผลิตได้เป็น 25 หีบ(ขนาดเบอร์ #1)ต่อตัน และแบ่งสัดส่วนออกได้เป็น ดังนี้

1. Chunk 12 หีบ(ขนาดเบอร์ #1)ต่อตัน
2. Pieces 7 หีบ(ขนาดเบอร์ #1)ต่อตัน
3. Crush 6 หีบ(ขนาดเบอร์ #1)ต่อตัน

สำหรับกำลังการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นนั้นเป็น 9 ถังต่อ 10 ตัน โดยสิ่งที่ได้ในสับปะรด 1 ผลนั้น คือ

- เนื้อ 25%
- น้ำ 25%
- เปลือก หัวท้าย กาก 50%

การจัดจำหน่ายสินค้า

ทางบริษัท อาหารสยาม จำกัด ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ดังนี้

1. สับปะรดชนิดแว่นและชิ้น
   - Fancy
   - Choice
   - Standard
   - Chunks
   - Tidbits
   - Cubes
   - Pieces
   - Crushed
2. Aseptic Pineapple,Crushed
3. น้ำสับปะรดเข้มข้น (Pineapple Concentrate)
   - แบบแช่แข็ง
   - แบบธรรมดา
   - แบบ Aseptic Pack
4. น้ำสับปะรด
5. ผักและผลไม้อื่น ๆ เช่น
   - ข้าวโพดอ่อน
   - หน่อไม้
   - หน่อไม้ผรั่ง
   - Tropical Fruit Salad
   - Fruit CockTail
   - และอื่น ๆ

ซึ่งผลผลิตกว่า 98 % ของทางบริษัทจะจัดจำหน่ายในต่างประเทศ ซึ่งตลาดหลัก ๆ มี ดังนี้

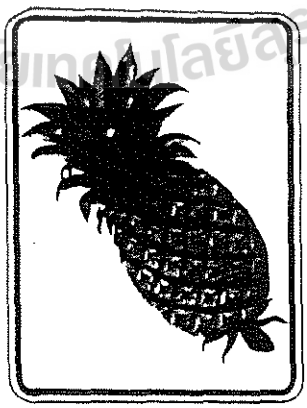
1. USA และ CANADA ประมาณ 50 %

2. EEC ซึ่งประกอบไปด้วยประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เนเธอแลนด์ อิตาลี สเปน และประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย ประมาณ 40 %

3. อีก 10 % จะส่งขายที่ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กลุ่มประเทศตะวันออกกลาง ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์

ซึ่งผลิตภัณฑ์นอกจากจะมีเกรดและประเภทต่างกันมากมายแล้ว ยังมีการผลิตอยู่หลายขนาด ได้แก่ 6 Oz,8 Oz,10 Oz,15 Oz,20 Oz,30 Oz,43 Oz และ108 Oz โดยการบรรจุใช้การประกอบโดยไฟฟ้า เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องสารตะกั่ว

ในรายละเอียดของการจัดจำหน่ายนั้น ทางสำนักงานจัดจำหน่ายที่กรุงเทพ ฯ จะเป็นผู้รับผิดชอบ โดยส่ง Order มาให้ทางโรงงานที่ จ.ชลบุรี เป็นฝ่ายผลิตตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการ สำหรับลูกค้าของทางบริษัทในต่างประเทศเช่น Libby's , Prince's Geisha และ Monarch เป็นต้น



<u>ตำแหน่งและลักษณะงานในความรับผิดชอบของนักศึกษา</u>

- ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน
- ลักษณะงาน ศึกษากระบวนการผลิตต่างๆ ที่มีทั้งหมดภายในโรงงาน และทำงานที่ได้รับมอบหมายเพิ่มเติมจาก job supervisor
- หน่วยงานที่สังกัด ฝ่ายวิศวกรรม

<u>ประวัติการทำงานของ co - op supervisor</u>

- co -op supervisor คุณ สายันต์ ปิ่นใจ
- ตำแหน่ง ผู้จัดการส่วนบริการวิศวกรรม
- ประวัติการทำงาน

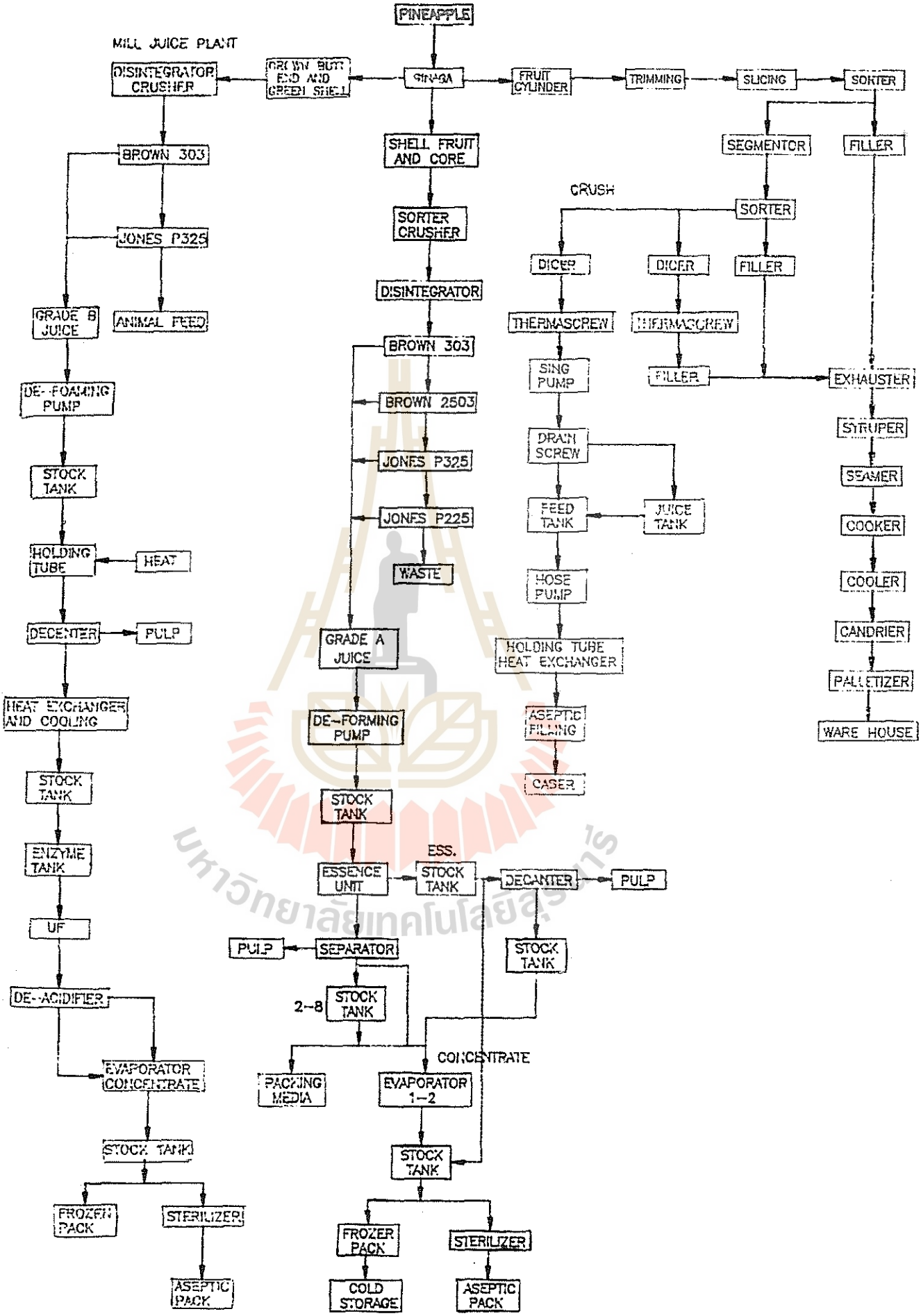
พ.ศ.	ตำแหน่งงาน	บริษัท
2534 - 2535	วิศวกรโรงงาน	บริษัทกระดาษธนชาว จำกัด
2535 - 2538	ผู้ช่วยผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง และผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายผลิต	บริษัทเทพพัฒนากระดาษ
2539 - ปัจจุบัน	ผู้จัดการส่วนบริการวิศวกรรม	บริษัทอาหารสยามจำกัด (มหาชน)

<u>ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน</u>

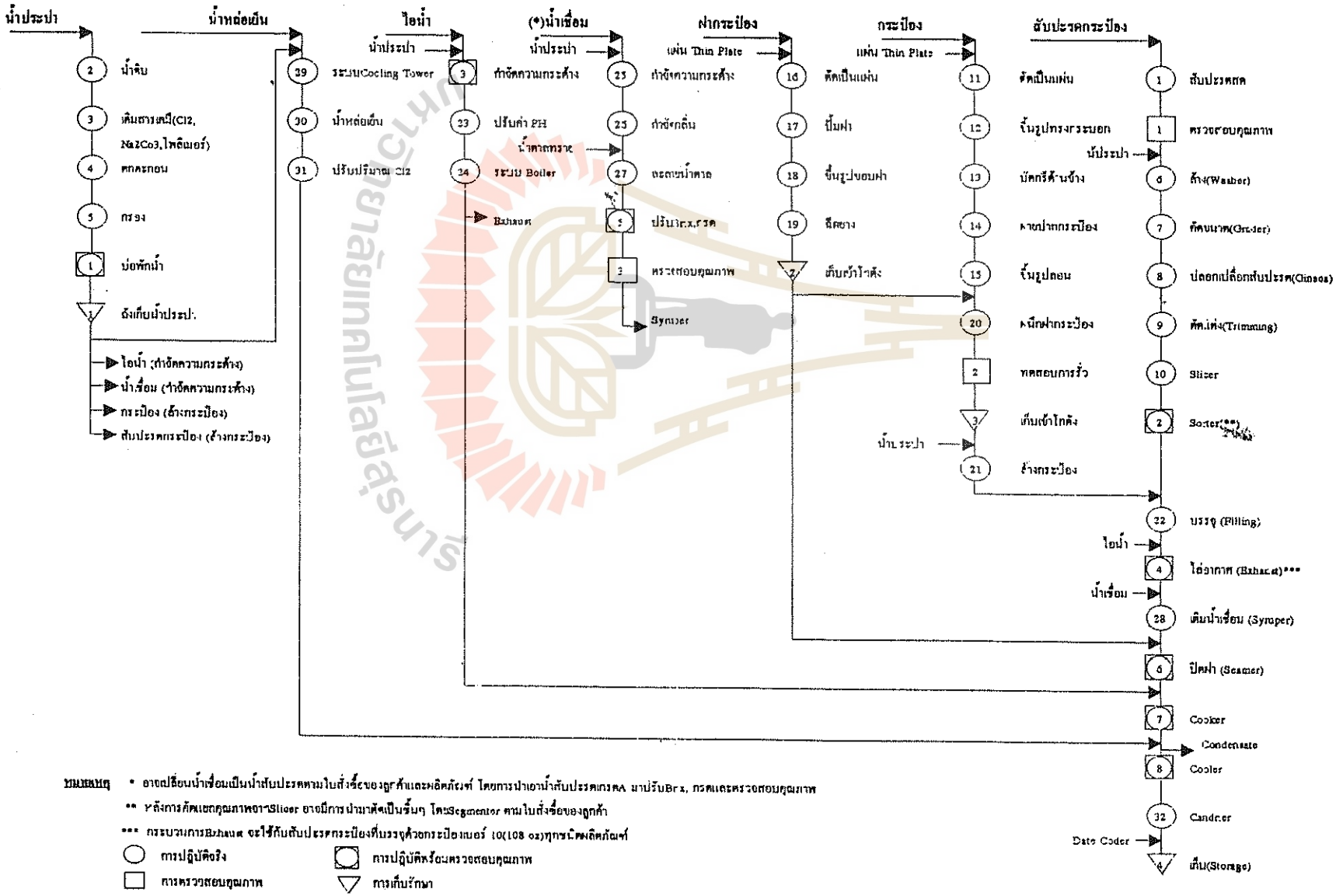
ตั้งแต่ 3 มิถุนายน 2540 ถึง 19 ธันวาคม 2540

1

กระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง


PINEAPPLE
MILL JUICE PLANT
DISINTEGRATOR CRUSHER
BROWN BUTT END AND GREEN SHELL
SINAGA
FRUIT CYLINDER
TRIMMING
SLICING
SORTER
BROWN 303
JONES P325
GRADE B JUICE
ANIMAL FEED
DE-FOAMING PUMP
STOCK TANK
HOLDING TUBE
HEAT
DECENTER
PULP
HEAT EXCHANGER AND COOLING
STOCK TANK
ENZYME TANK
UF
DE-ACIDIFIER
EVAPORATOR CONCENTRATE
STOCK TANK
FROZEN PACK
STERILIZER
ASEPTIC PACK
SHELL FRUIT AND CORE
SORTER CRUSHER
DISINTEGRATOR
BROWN 303
BROWN 2503
JONES P325
JONES P225
WASTE
GRADE A JUICE
DE-FORMING PUMP
STOCK TANK
ESSENCE UNIT
ESS.
STOCK TANK
DECANTER
PULP
PULP
SEPARATOR
STOCK TANK
2-8
STOCK TANK
CONCENTRATE
PACKING MEDIA
EVAPORATOR 1-2
STOCK TANK
FROZEN PACK
STERILIZER
COLD STORAGE
ASEPTIC PACK
SEGMENTOR
FILLER
CRUSH
SORTER
DICER
DICER
FILLER
THERMASCREW
THERMASCREW
SING PUMP
FILLER
EXHAUSTER
DRAIN SCREW
FEED TANK
JUICE TANK
HOSE PUMP
HOLDING TUBE HEAT EXCHANGER
ASEPTIC FILLING
CASER
STRUPER
SEAMER
COOKER
COOLER
CANDRIER
PALLETIZER
WARE HOUSE

OPERATION FLOW PROCESS CHART OF CANNERY PROCESSING



หมายเหตุ * อาจเปลี่ยนน้ำเชื่อมเป็นน้ำสับประตกตามใบสั่งซื้อของลูกค้าและผลิตภัณฑ์ โดยการนำเอาน้ำสับประตกเกรดA มาปรับBrix, กรดและตรวจสอบคุณภาพ

** หลังการตัดเยกคุณภาพจาก Slicer อาจมีการนำมาตัดเป็นชิ้นๆ โดยSegmentor ตามใบสั่งซื้อของลูกค้า

*** กระบวนการExhaust จะใช้กับสับประตกกระป๋องที่บรรจุด้วยกระป๋องเบอร์ 10(108 oz)ทุกชนิดผลิตภัณฑ์

○ การปฏิบัติจริง

□ การตรวจสอบคุณภาพ

◇ การปฏิบัติพร้อมตรวจสอบคุณภาพ

▽ การเก็บรักษา

ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ

Pineapple

↓

Drum

↓

Sampling

↓

Sorting

↓

Washer

↓

Granding

1. Pineapple

ระยะการสุกของผลสับปะรดและการนำไปใช้ประโยชน์

ระยะที่ 1

ตาทุกตายังคงมีสีขาว

การใช้ประโยชน์

- ส่งตลาดต่างประเทศ
- ส่งโรงงานแช่แข็ง

ระยะที่ 2

ตาเหลืองไม่เกิน 20 %

การใช้ประโยชน์

- ส่งตลาดต่างประเทศ
- ส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง

ระยะที่ 3

ตาเหลืองไม่น้อยกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 40 %

การใช้ประโยชน์

- ส่งตลาดต่างประเทศ
- ส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง

ระยะที่ 4

ตาเหลืองไม่น้อยกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 55 %

การใช้ประโยชน์

- ส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง

<u>ระยะที่ 5</u>

ตาเหลืองไม่น้อยกว่า 55 % แต่ไม่เกิน 90 %

การใช้ประโยชน์

- ส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง

<u>ระยะที่ 6</u>

ตาเหลืองไม่น้อยกว่า 90 % แต่มีสีส้มไม่เกิน 20 %

การใช้ประโยชน์

- รับประทานผลสด
- ส่งตลาดในประเทศ
- ส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง

<u>ระยะที่ 7</u>

ตาสีน้ำตาลอมแดง 20 - 100 %

การใช้ประโยชน์

- รับประทานผลสด
- ส่งตลาดในประเทศ

<u>ระยะที่ 8</u>

เปลือกสีน้ำตาลออกแดงและเริ่มแสดงการเน่า

การใช้ประโยชน์

- แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ
- บริโภคในครัวเรือนหรือนำไปทำอาหารสัตว์

มาตราฐานคุณภาพผลสับปะรดส่งโรงงาน

1. ขนาดผล มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 - 15 ซม.

2. ลักษณะรูปร่างผลเป็นทรงกระบอก มีความยาวมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง

3. ความสุก ความสุกของเนื้อไม่น้อยกว่าครึ่งผล หรือสังเกตจากตาสับปะรดภายนอกมีระยะตั้งแต่ตาเริ่มมีสีเหลือง (ระยะที่ 2) จนถึงมีสีเหลือง 90 % (ระยะที่ 6)

4. ลักษณะอื่นๆ

   - ไม่เป็นโรคเนื้อแกนขาวหรือแกนดำ
   - ผลช้ำไม่เกินกว่า 1 ใน 5 ส่วน
   - ไม่เน่า ,เหี่ยว หรือมีเชื้อรา
   - ไม่มีสารเคมีตกค้าง หรือมีกลิ่นผิดปกติ
   - ไม่เปรอะเปื้อนสิ่งสกปรกที่ล้างด้วยน้ำธรรมดาไม่ออก
   - ไม่มีบาดแผลหรือถูกแดดเผารุนแรงจนเสียหายถึงเนื้อสับปะรด
   - ไม่มีลักษณะผิดธรรมชาติ

บริษัท อาหารสยาม จำกัด (มหาชน)

3195/14 อาคารวิบูลย์ธานี 1 ชั้น 9 ถ.พระราม 4 เขตคลองเตย กทม. 10110

ใบรับของ

วันที่ 10/06/97 เวลาเข้า 08:13:19 เลขที่ : 18

แหล่ง ภายนอก ชื่อไร่ / จังหวัด ชลบุรี

รหัสผู้ขาย 02196 ชื่อ-สกุล สำราญ ภูขวงจันทร์

โควต้า 27,000.00 / 11,078.00 แปลง 1 แปลง 2

ทะเบียนรถ ม-6153 เบอร์ลัง 1 เบอร์ลัง 2

น้ำหนักรวม 3,775 น้ำหนักรถ 1,630 น้ำหนักลัง 1 0 น้ำหนักลัง 2 0

% คัดเสีย .00 น้ำหนักคัดเสีย 0

น้ำหนักสุทธิ 1 0 น้ำหนักสุทธิ 2 0 น้ำหนักสุทธิรวม 2,145

ลำดับ	รหัส	รายการ	ตัวปรับ น.น.	% ขนาด	จำนวน (กก.)	ราคา/หน่วย	รวมเงิน (บาท)
1	101	สับปะรดขนาด เบอร์ 2.5	1.00	58	1,008	2.40	2,419.20
2	102	สับปะรดขนาด เบอร์ 2	1.00	42	730	2.40	1,752.00
3	103	สับปะรด เบอร์ 1	1.00	9	193	1.00	193.00
4	104	สับปะรด เสียจ่ายเงิน	1.00	10	214	1.00	214.00
		รวม			2,145		4,578.20

หักมาตรฐาน 1,738 กก. น้ำหนักเข้าผลิต 2,145 กก.

ผลการตรวจสอบคุณภาพ

ลูกเล็ก	คิบ	โพรง	เน่า	ช้ำ / สุกมาก	โรค	รวม	% เสีย

ห้องชั่ง วัดถุดิบ ผู้ส่งสินค้า

การคำนวณราคาสับปะรด

ขั้นที่ 1 หาปริมาณน้ำหนักสุทธิรวม

น้ำหนักสุทธิรวม = น้ำหนักรวม - น้ำหนักรถ

= 3775 - 1630 = 2145 kg.

ขั้นที่ 2 หาจำนวน (kg) ของสับปะรดในแต่ละขนาด

2.1 สับปะรดเบอร์ 1 และสับปะรดเสียจ่ายเงิน คิดเป็น

<u>เบอร์ 1</u>

น้ำหนักทั้งหมด 100 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 1 = 9 kg.

น้ำหนักทั้งหมด 2145 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 1 = (9 * 2145) / 100

= 193 kg.

<u>สับปะรดเสียจ่ายเงิน</u>

น้ำหนักทั้งหมด 100 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเสียจ่ายเงิน = 10 kg.

น้ำหนักทั้งหมด 2145 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเสียจ่ายเงิน = (10 * 2145) / 100

= 214 kg.

2.2 สับปะรดเบอร์ 2.5 และสับปะรดเบอร์ 2 คิดเป็น

น้ำหนักมาตราฐาน คือ 2145 - (193 + 214) = 1738 kg.

<u>เบอร์ 2.5</u>

น้ำหนักทั้งหมด 100 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 2.5 = 58 kg.

น้ำหนักทั้งหมด 1738 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 2.5 = (58 * 1738) / 100

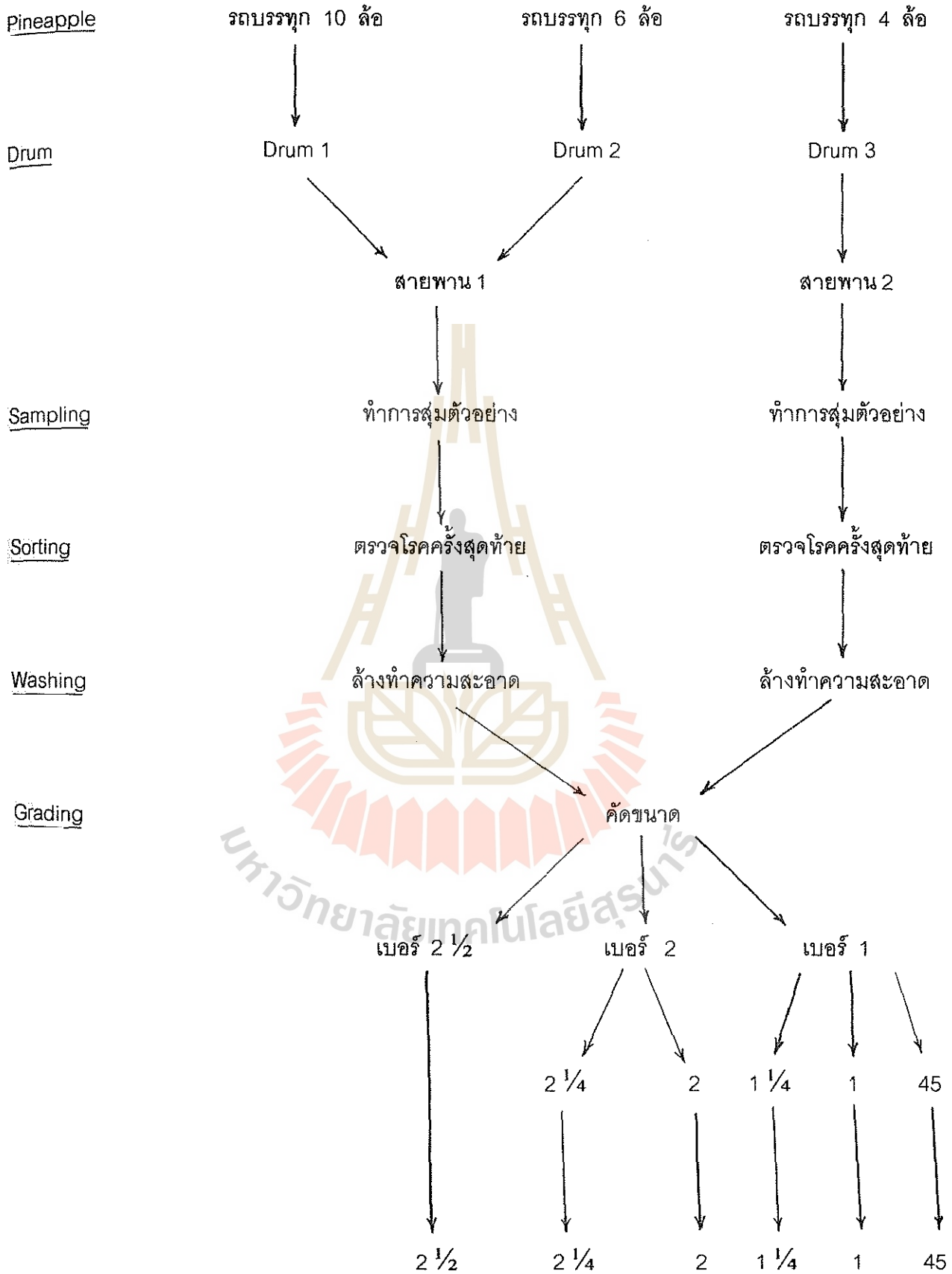
= 1008 kg.

<u>เบอร์ 2</u>

น้ำหนักทั้งหมด 100 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 2 = 42 kg.

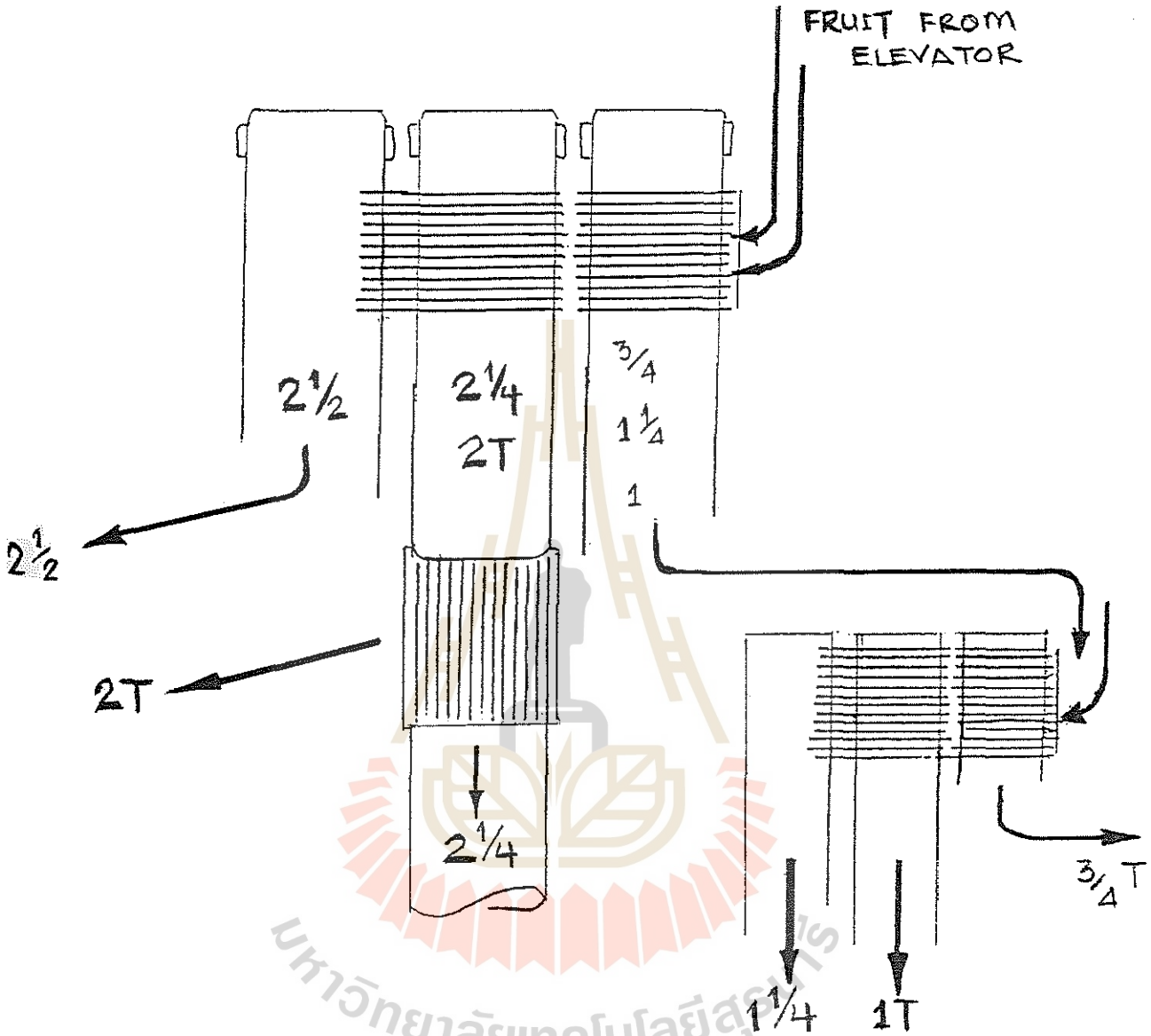
น้ำหนักทั้งหมด 1738 คิดเป็นน้ำหนักสับปะรดเบอร์ 2 = (42 * 1738) / 100

= 730 kg.



SIAM FOOD PRODUCTS

FRUIT GRADER SYSTEM



STANDARD GRADER SETTINGS

2 1/2	> 5 1/4 "
2 1/4	4 7/8 - 5 1/4 "
2 T	4 1/4 - 4 7/8 "
1 1/4	3 7/8 - 4 1/4 "
1 T	3 5/8 - 3 7/8 "
3/4 T (Sub 1 Tall)	< 3 5/8

2. <u>Dump</u> คือ เครื่องขนถ่ายวัตถุดิบจากรถบรรทุกวัตถุดิบ โดยมี 3 ขนาด คือ

Dump ของรถ 4 ล้อ มีน้ำหนักการบรรทุกประมาณ 2 ตัน

Dump ของรถ 6 ล้อ มีน้ำหนักการบรรทุกประมาณ 7 ตัน

Dump ของรถ 10 ล้อ มีน้ำหนักการบรรทุกประมาณ 12 ตัน

3. <u>Sampling</u> เป็นขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบ โดย

รถขนาด 4 ล้อ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 25 ลูก / ตัน โดยสุ่ม 2 ครั้ง / ตัน

รถขนาด 6 ล้อ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 25 ลูก / ตัน โดยสุ่ม 4 ครั้ง / ตัน

รถขนาด 10 ล้อ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 25 ลูก / ตัน โดยสุ่ม 4 ครั้ง / ตัน

ในขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง อันดับแรกต้องทำการคัดแยกขนาดสับปะรด 3 เบอร์ คือ us , 1 , 2 จากนั้นจะใช้มีดปาดเปลือกออกเพื่อดูเนื้อ ซึ่งจะมีคนงานทำหน้าที่นี้อยู่จุดละ 2 คนและมีหัวหน้า 1 คนทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจนับจำนวนสับปะรดที่ไม่ได้มาตราฐานตามที่ต้องการ คือ ผลที่มี

-ความดิบ เนื้อสับปะรดจะมีสีขาวขุ่น , แข็ง

-ช้ำ เนื้อสับปะรดมีสีเหลืองเข้ม อ่อน นิ่ม ฉ่ำน้ำ

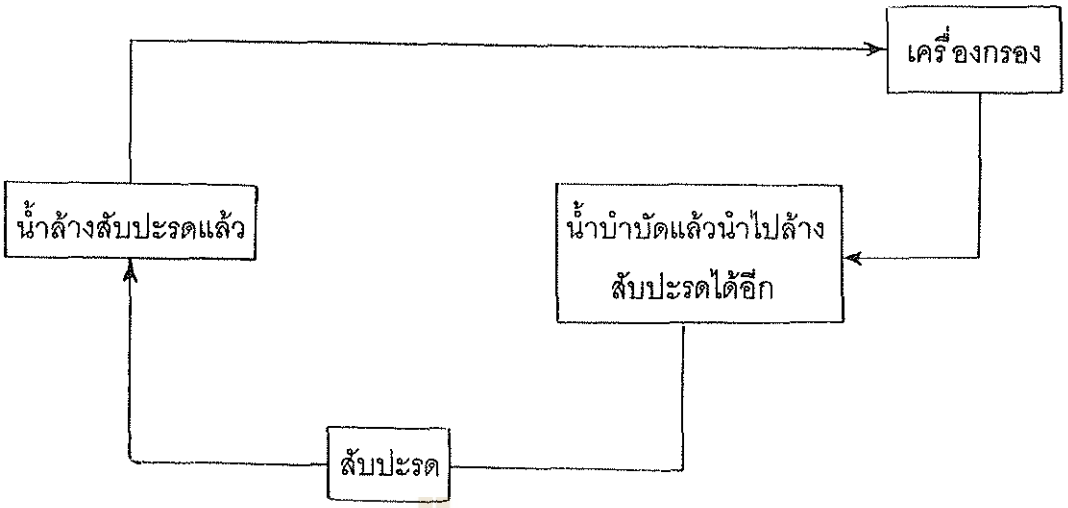
-โรค เนื้อสับปะรดมีจุดสีน้ำตาลเป็นกลุ่ม ๆ

หลังจากที่หัวหน้าได้ทำการคำนวณปริมาณสับปะรดที่รับมาต่อ รถ 1 คัน แล้ว สับปะรดที่ไม่ได้มาตรฐานจะถูกลำเลียงโดยสายพานส่งกลับคืนไปยังรถวัตถุดิบของชาวไร่ต่อไป

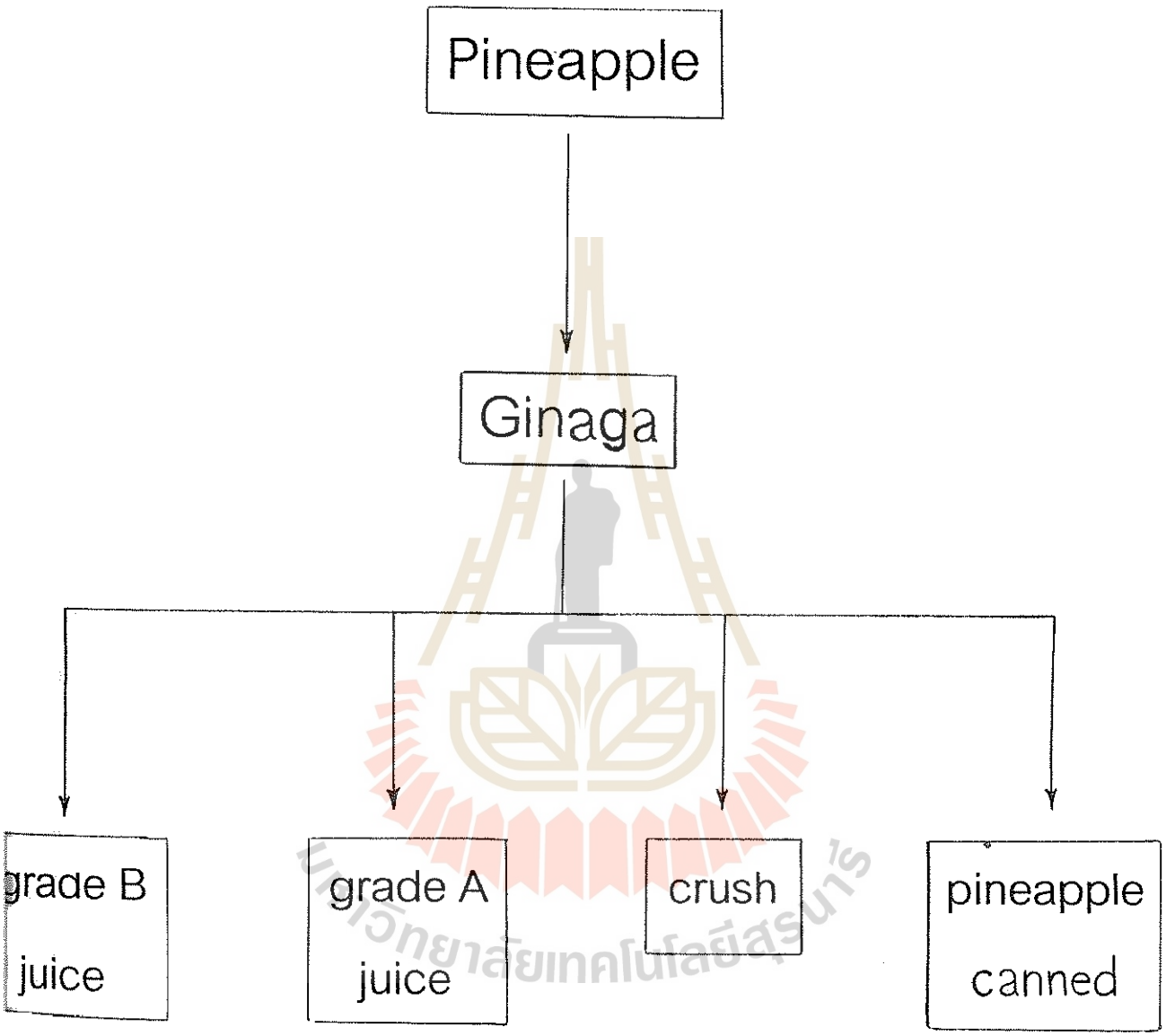
4. <u>Sorting</u> สับปะรดที่ผ่านจากจุดสุ่มการตรวจรับวัตถุดิบแล้ว จะถูกลำเลียงมาตามสายพานและจะถูกทำการคัดสับปะรดขึ้นมาตรวจสอบ ซึ่งสังเกตได้จากตาของสับปะรดจะมีขนาดใหญ่ จากนั้นจะใช้มีดแทงลงไปยังผลสับปะรด แล้วทำการปาดเพื่อดูเนื้อภายใน ถ้าพบว่าสับปะรดเป็นโรคจริง โดยจะมีจุดสีน้ำตาลอยู่เป็นกลุ่ม จะทำการลำเลียงสับปะรดที่เป็นโรคไปยังรถบรรทุกของชาวไร่ แต่ถ้าพบว่าสับปะรดไม่เป็นโรค จะทำการส่งกลับคืนสู่สายพาน เพื่อลำเลียงไปยังจุดล้างสับปะรดต่อไป

5. <u>Washer</u> เป็นจุดล้างทำความสะอาดสับปะรด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ คือ

สับปะรดจะถูกลำเลียงจากสายพาน 2 สาย ไปยังเครื่องคัดขนาด ในระหว่างทางจะมีการล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำปะปาที่เป็นระบบฉีดพ่น ตลอดระยะทางการลำเลียง ซึ่งน้ำที่ผ่านการล้างทำความสะอาดจะถูกบำบัดดังนี้ คือ น้ำที่ผ่านการล้างทำความสะอาดสับปะรดแล้วจะถูกส่งไปยังเครื่องกรอง เครื่องกรองจะทำหน้าที่กรองเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากนั้นจะถูกส่งไปยังบ่อเก็บน้ำที่กรองแล้วเพื่อนำไปใช้ในการล้างสับปะรดต่อไป ดังภาพ



• เครื่องกรอง ทำหน้าที่กรองเศษชิ้นส่วนสับปะรด,ฝุ่นละออง โดยใน 1 วัน จะเปลี่ยนน้ำ 3 ครั้ง


Pineapple
Ginaga
grade B juice
grade A juice
crush
pineapple canned

วิธีการทำงานของเครื่องจินาก้า

1. **การป้อนผลสับปะรด**

ส่งไปตามสายพานจนถึงโซ่บันได

2. **สายพานป้อนผล (โซ่ pusher)** : Main feed Conveyor

เป็นโซ่ระยะพิทช์ 2 นิ้ว และตัว pusher ซึ่งจะมาสับปะรดไปยังมีดปอกเปลือก

3. **หัวปรับศูนย์** : Centering Hoad

มี 28 อัน จะช่วยผยุงสับปะรดให้ได้ศูนย์กับมีดขณะปอกเปลือก

4. **ขูดเปลือก** (skin Eradicator)

เปลือกสับปะรดจะถูกแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ซึ่งจะกดเปลือกแนบกับโซ่ขูดเปลือก โดยมีมีดขูดเปลือกตั้งรับไว้

5. Barrel

อยู่ระหว่างมีดปอกเปลือกและกระบอก ด้วยเหตุที่มันมีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่ามีดปอกเปลือก 3 มม. ดังนี้ เมื่อสับปะรดผ่านการปอกเปลือกจะผ่าน Barrel เข้าสู่กระบอกอย่างเร็วไม่ติดขัด

6. **กระบอก** (Turret)

มี 6 กระบอก เพื่อไว้รับ fruit cylinder (สับปะรดที่ถูกปอกเปลือกแล้ว) ที่หล่นลงไป โดยมีตัวรับแรงกระแทก เพื่อกันการกระดอนกลับ ตัว fruit cylinder จะยื่นออกมาข้างใต้ Turret ≈ 1 ¼ นิ้ว (32 มม.) เพื่อการการตัดทิ้งท้าย (จุก)

7. **การตัดหัวท้าย** (Crown and butt and cuts)

มีการทำงาน 2 จังหวะ คือ 1. การตัดท้าย (Crown and cut)

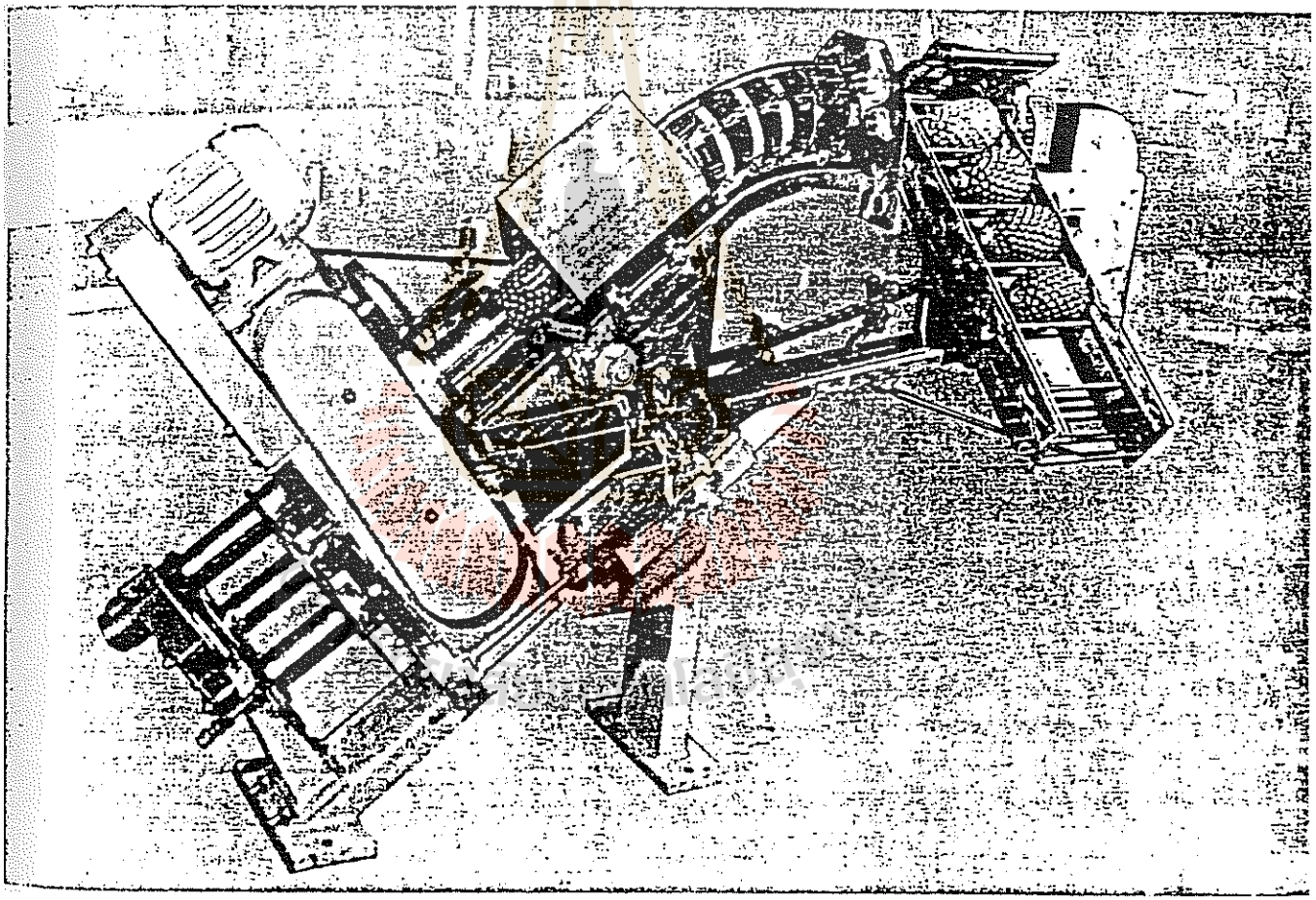
2. การตัดหัว (Butt and cut)

จังหวะแรก - ลมจะเป่าจากด้านบนของ turret ทำให้ fruit cylinder ส่วนที่ยื่นพ้นใต้ trurret ออกมา ถูกตัดขาดไป

จังหวะหลัง - ลมจะเป่าจากด้านล่างของ turret ทำให้ fruit cylinder ส่วนที่ยื่นเหนือ turret ออกมา จะถูกตัดขาดไป

8. **การเจาะแกนและปล่อยออก** (Coring and Discharge)

จะเจาะแกนโดย core tube (ท่อสแตนเลสบาง ๆ ไม่มีตะเข็บ) ซึ่ง core tube จะส่งผ่านจุดกึ่งกลางของ fruit cylinder ไปสุดหลักทองเหลือง ซึ่งอยู่ใต้ turret ซึ่งหลักทองเหลืองจะช่วยดันแกนให้เคลื่อนออกจาก core tube หล่นลงราง เพื่อนำไปคั้นน้ำต่อไป ส่วน fruit cylinder ที่ถูกเจาะจะหลุดจาก core tube เมื่อ core tube ชักกลับหมด



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะการลำเลียงผลสับปะรดเข้าเครื่อง ginaca

SIAM FOOD PRODUCTS

GINACA STATISTICS

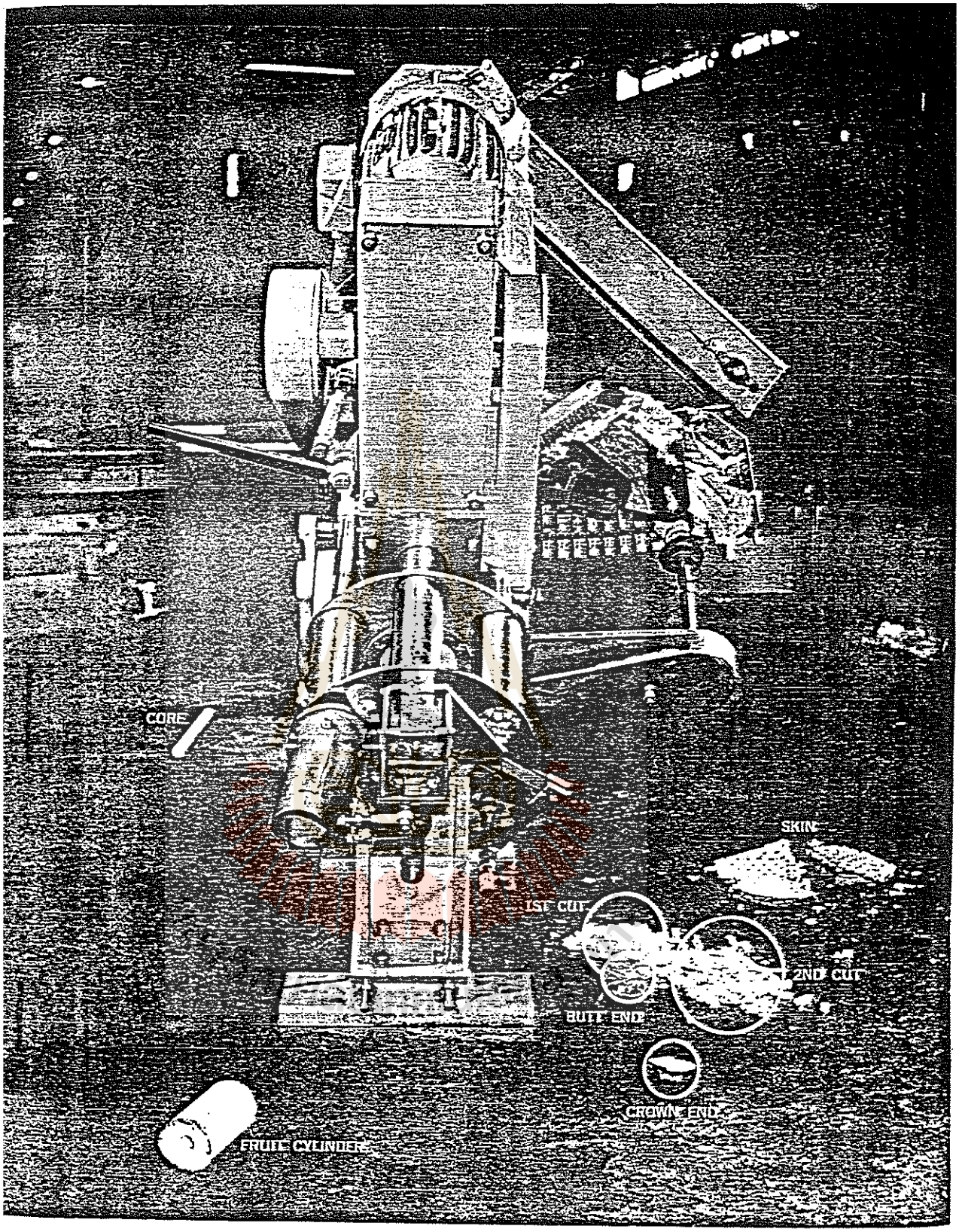
STANDARD GINACA SPEED - 80 PPM (all sizes)

TOTAL GINACA MACHINES 20

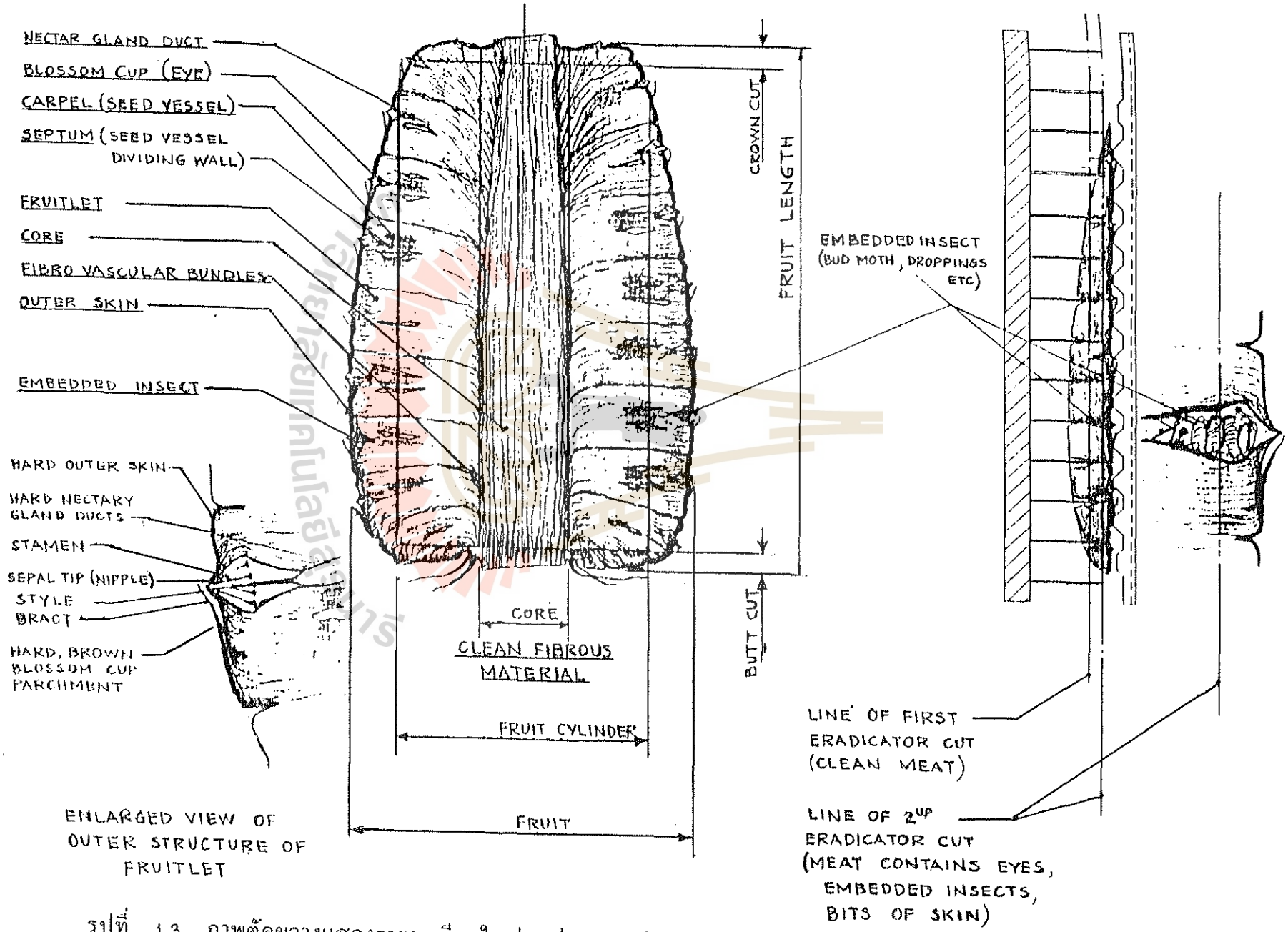
MACHINE DISTRIBUTION :

SIZE	NORNAL	MAXIMUM
2 1/2	2	3
2 1/4	2	3
2 TALL	7	8
1 1/4 - 1 TALL	8	10
SUB - 1 TALL	1	2 (1 - Juice) only

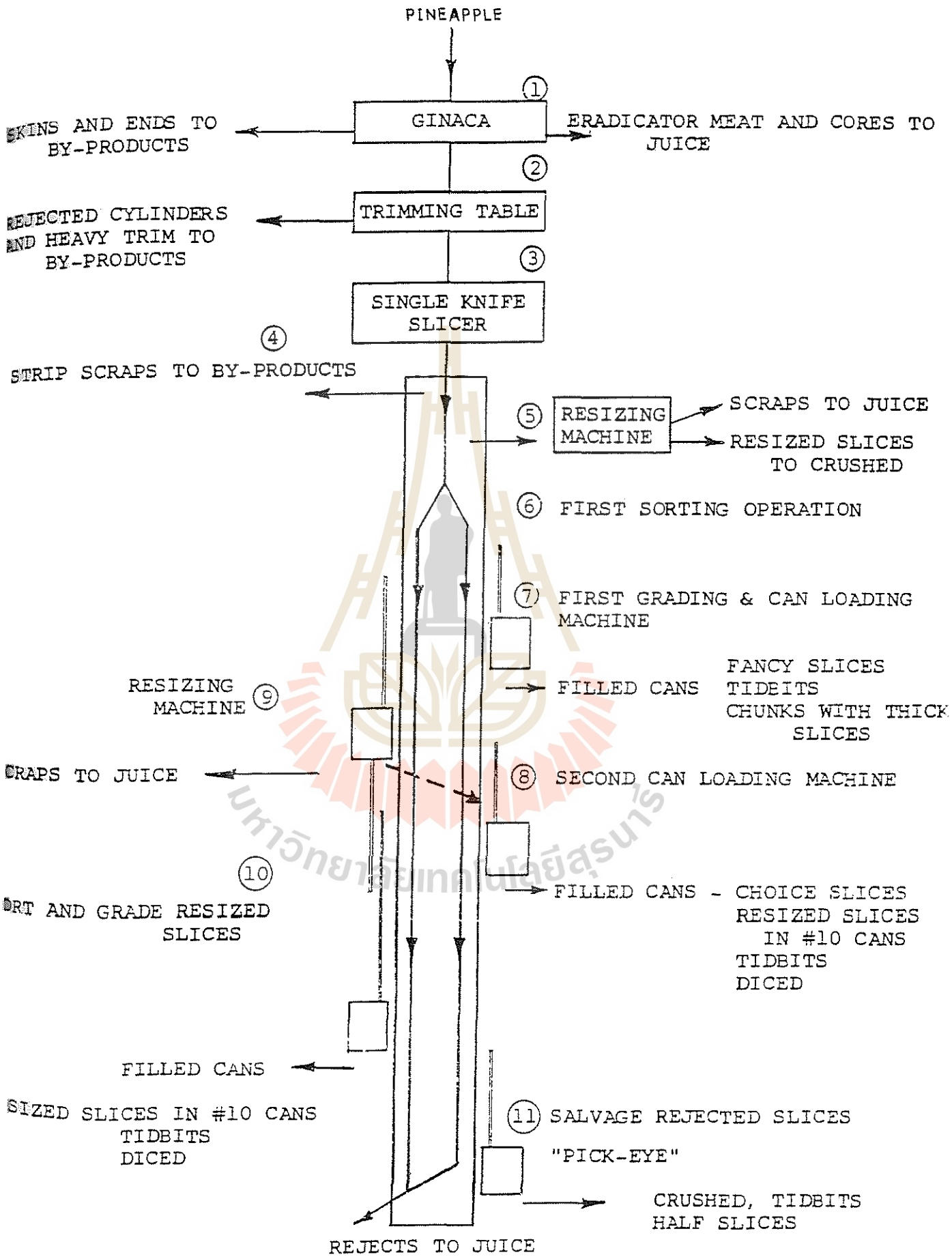
SIZE	SIZING KNIFE		CORE TUBE	
	inches	mm	inches	mm
2 1/2	3.70	94	1.50	38
2 1/4	3.26	83	1.375	35
2 TALL	3.14	80	1.25	32
1 1/4 - 1 TALL	2.75	70	1.18	30
SUB - 1 TALL	2.36	60	1.00	25



รูปที่ 1.2 แสดงการทำงานของเครื่อง ginaca



รูปที่ 1.3 ภาพตัดขวางแสดงรายละเอียดในส่วนต่างๆของสับปะรด

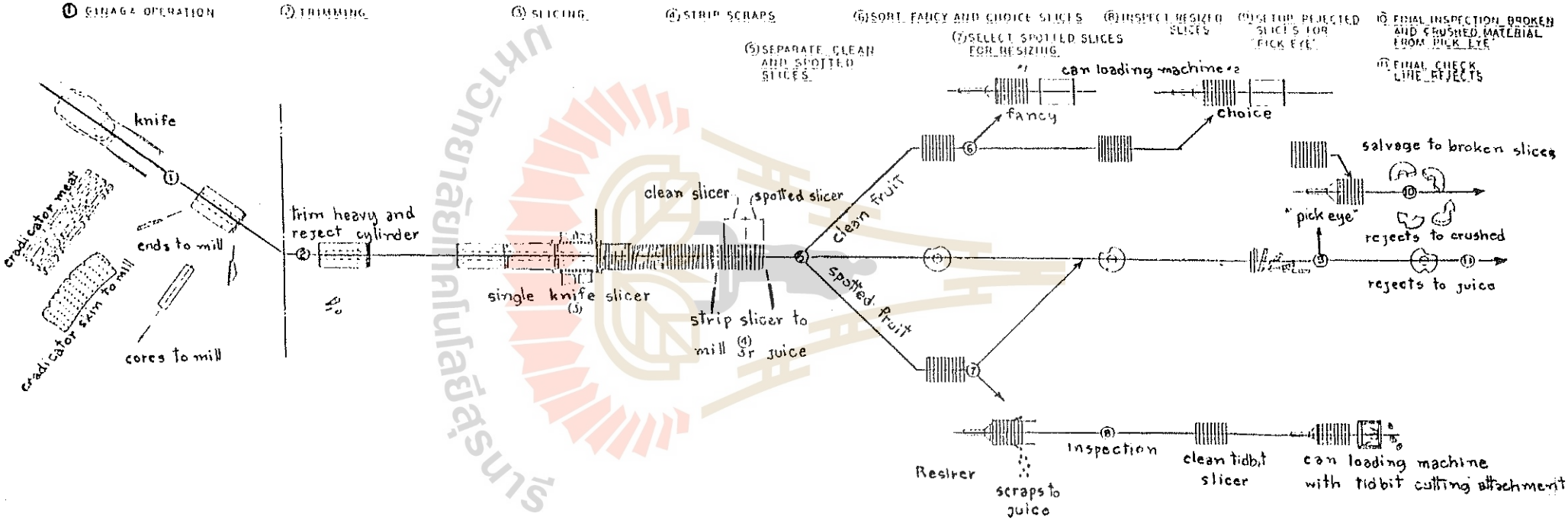


รูปที่ 14 แสดงเส้นทางการผลิตสับปะรดโดยละเอียด

การตัดแต่ง (Trimming)

หลังจากสับปะรด (fruit cylinder) ออกจากเครื่อง ginaca แล้วจะหล่นลงรางที่มีสายพานเป็นตัวพาสับปะรดเข้าไปใน line การผลิต ซึ่งมีทั้งหมด 12 line โดยในแต่ละ line จะมีคนงานประจำประมาณ 35 - 45 คน ทำหน้าที่จิกตาสับปะรด และ ตัดแต่งส่วนเสียออกไป โดยจะใช้มีดเป็นอุปกรณ์ในการตัดแต่ง เศษสับปะรดส่วนนี้จะถูกลำเลียงไปยังกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade A ส่วนสับปะรดที่ผ่านการตัดแต่งเรียบร้อยแล้วจะถูกวางลงยังสายพานเส้นกลางไปยังเครื่อง slicer เพื่อทำการตัดแว่นต่อไป

Fruit cylinder คือ ชิ้นสับปะรดที่ผ่านการปอกเปลือก ตัด หัวท้าย และเจาะแกน จากเครื่อง ginaca รวมถึงผ่าน การจิกตาสับปะรดจากคนงานด้วย fruit cylinder มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ตรงกลางกลวง เพราะถูกเจาะแกน มีความยาวประมาณ 6 - 12 ซม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 - 7 ซม.

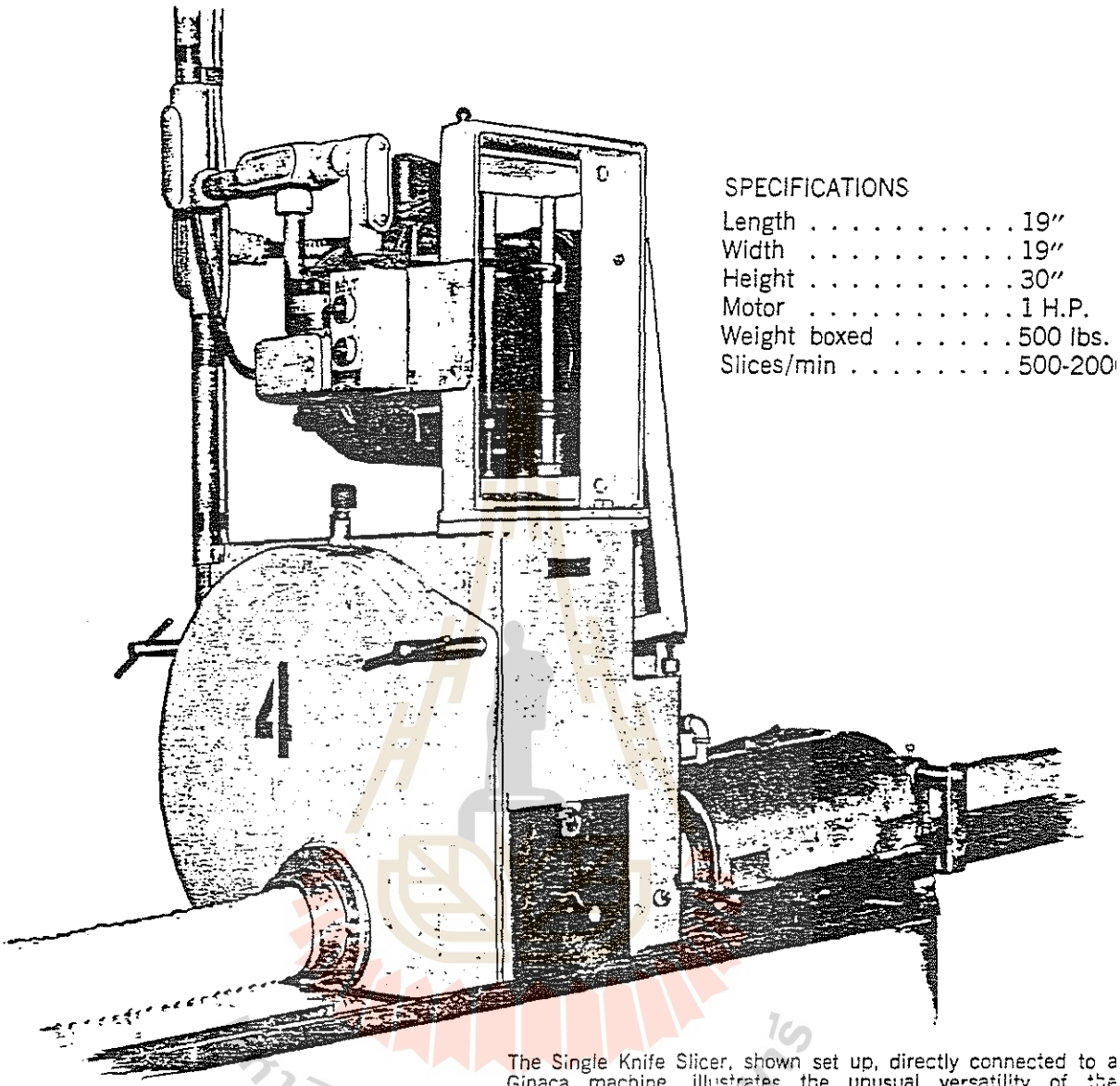


รูปที่ 1.5 แสดงขั้นตอนการคัดแยกสับปะรดเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

<u>เครื่องหั่นแว่น</u> (Slicer)

หลังจากที่สับปะรดผ่านการตัดแต่งแล้ว จะถูกลำเลียงมาตามสายพานเพื่อเข้าสู่เครื่อง Slicer โดยเครื่องนี้จะทำการตัดสับปะรด (Cylinder) ออกเป็นแว่น ๆ โดยจะมีคนงาน 1 คนคอยควบคุมอัตราการป้อนผลสับปะรดเข้าเครื่อง ขนาดความหนาของแว่นสับปะรดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

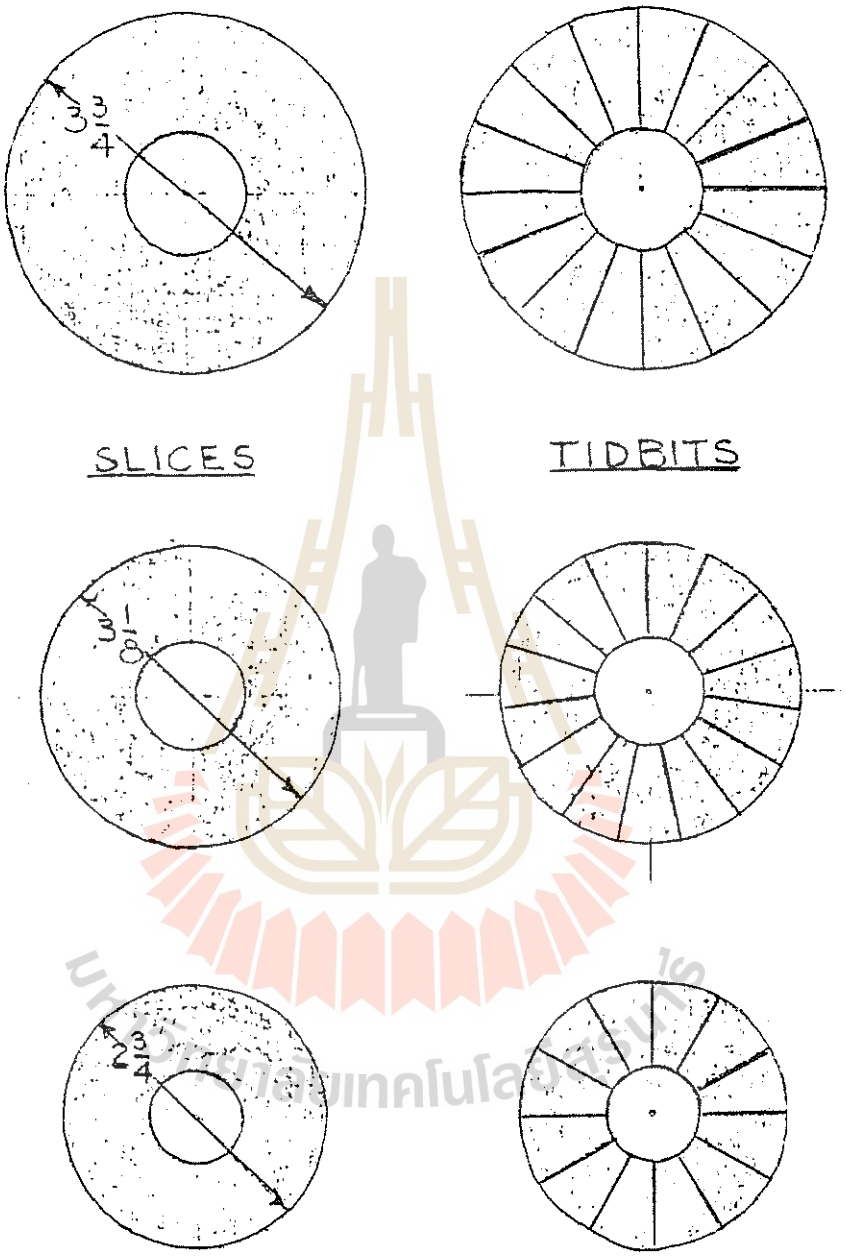
ชนิดของผลิตภัณฑ์	ขนาดความหนาของแว่น (ซม.)
Tidbits	1
Pieces	1
TL	1
Chunks	2
Pieces	2



รูปที่ 1.6 เครื่อง slicer

ตาราง 1.1 แสดงมาตราฐานในการคัดแยกแว่นสับปะรด (sorter)

ผลิตภัณฑ์	มาตราฐานในการคัดแยก					
	สี	รอยจิกตา	แว่นแตก	โรค	เบี้ยว	แกน
1. ลิบบี้ส์ (Libby's)	เหลืองขึ้นไป	ไม่มีหรือมีเพียงเล็กน้อย	ไม่มี	ไม่มีเลยหรือมีได้กระป๋องละไม่เกิน 3 จุด จุดละไม่เกิน 2 mm.	ผลแตกต่างของด้านตรงข้ามไม่เกิน 4 mm.	5% ของน้ำหนักเนื้อ
2. ช้อยส์ (choice)	เหลือง	ไม่เกิน ½ ของแว่นกว้างประมาณ 1 cm.	มีได้ข้างเดียง	ไม่มีหรือมีได้เพียงเล็กน้อย	ผลแตกต่างของด้านตรงข้ามไม่เกิน 6 mm.	7% ของน้ำหนักเนื้อ
3. สแตนดาร์ด (standard)	ขาวขึ้นไปหรือสับปะรดเบอร์ 1	ไม่เกิน ½ ของแว่นมีได้ทุกแว่น	แตกได้เพียงข้างเดียว	ไม่มี	ผลแตกต่างของด้านตรงข้ามไม่เกิน 8 mm.	7% ของน้ำหนักเนื้อ
4. PL , 3PL	สีเบอร์ 1 ขึ้นไป	มีได้ทุกแว่น ๆละ 5-6 ที่	เบอร์ 2 มีได้ 4แว่น/กระป๋อง เบอร์ 2 ½ มีได้ 2 แวน / กระป๋อง	ไม่มี	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ

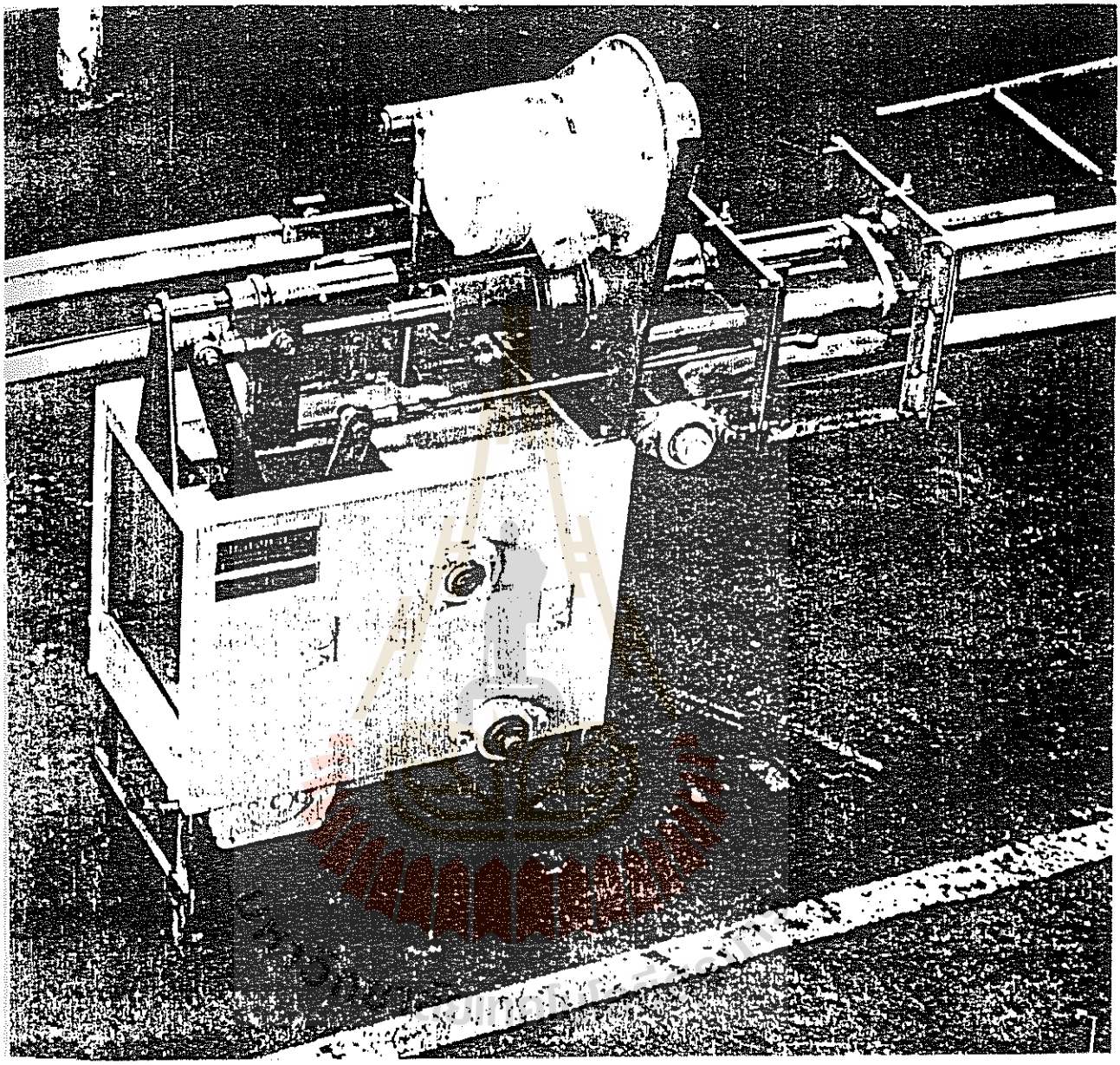


รูปที่ 1.7 ลักษณะผลิตภัณฑ์ประเภท slices และ tidbits

<u>เครื่องตั้น</u> (Segmentor)

เป็นเครื่องมือที่ใช้แบ่งชิ้นสับปะรดจากแว่นสับปะรด โดยมีคนงานคุมเครื่องเพียง 1 คน ทำหน้าที่ หยิบท่อนสับปะรดที่ถูกเครื่องSlicer หั่นเป็นแว่น ๆ แล้ว มาวางไว้บนรางภายในตัวเครื่อง จากนั้นทำการกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน โดยในแต่ละครั้งที่คนงานทำการหยิบจะทราบว่ามีความไม่แน่นอน โดยจะทำการหยิบ 10 - 15 แว่น ต่อ 1 ครั้ง และอัตราการทำงานประมาณ 10 - 15 ครั้งใน 1 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของสับปะรดแต่ละเบอร์ด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตัดแบ่งส่วน จาก 1 แว่นปกติ มีดังนี้

ชื่อผลิตภัณฑ์	จำนวนชิ้นที่มีใน 1 แว่น
Tidbits	16
Chunks	7
Pieces	12



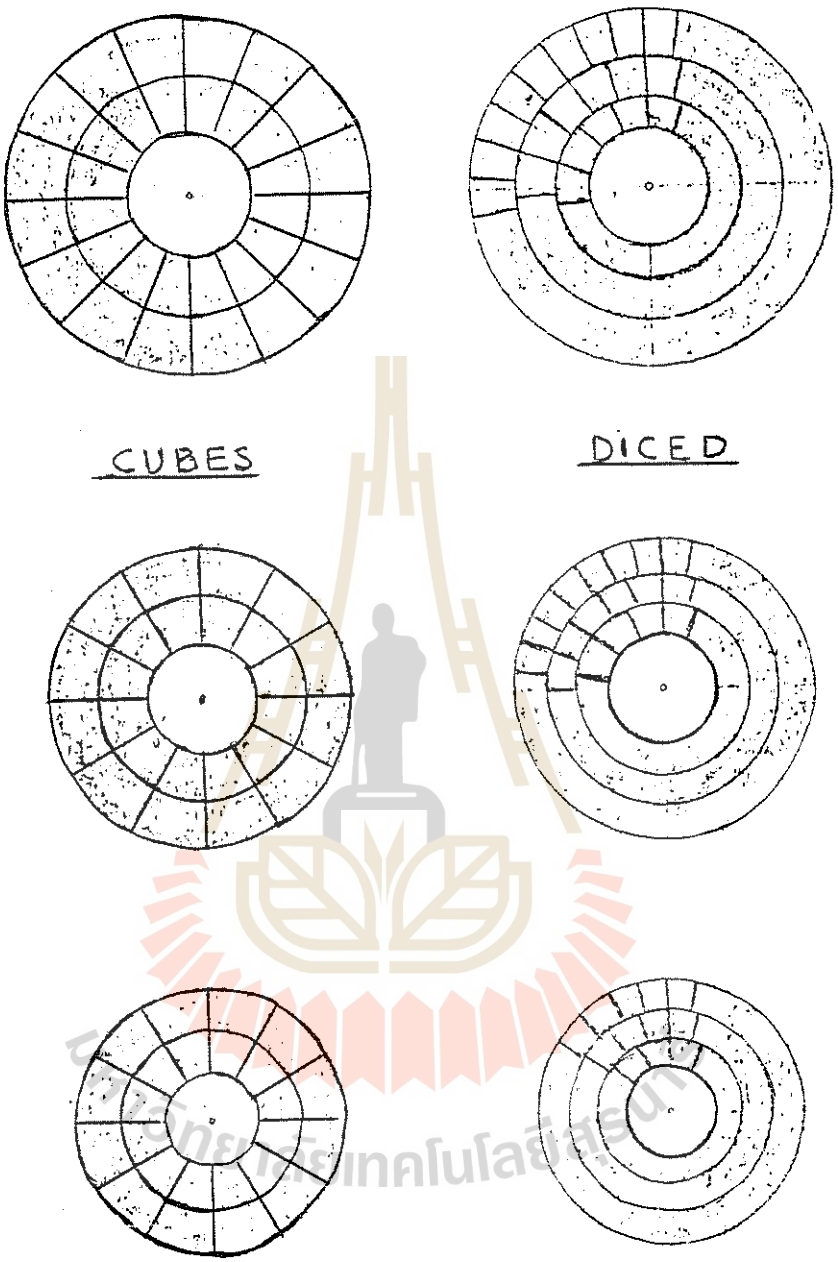
รูปที่ 1.8 เครื่อง Segmenter

ตาราง 1.2 แสดงมาตราฐานในการคัดแยกชิ้นสับปะรด (sorter)

จำนวนชิ้นสับปะรดต่อแว่น	มาตราฐานในการคัดแยก						
	สี	ชิ้นเศษ	ชิ้นจิกตา	ชิ้นโรค	ชิ้นแหลก	แกน	สิ่งแปลกปลอม
4	สีเบอร์ 3 - 4	ครึ่งชิ้น ขนาดไม่เต็มชิ้น15% ของน้ำหนักเนื้อ	15 % ของน้ำหนักเนื้อ	12 % ของจำนวนชิ้น	2 % ของจำนวนชิ้น	7%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
5	สีเบอร์ 3 - 4	ครึ่งชิ้น ขนาดไม่เต็มชิ้น 15%ของน้ำหนักเนื้อ	15 % ของน้ำหนักเนื้อ	12 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	7%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
6	สีเบอร์ 3 - 4	ครึ่งชิ้น , ขนาดไม่เต็มชิ้น 15 %ของน้ำหนักเนื้อ	15 % ของน้ำหนักเนื้อ	12 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	7%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
7	สีเบอร์ 2 - 4	4 - 5 ชิ้น	15 % ของน้ำหนักเนื้อ	12 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	7%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
8	สีเบอร์ 3 - 4	ครึ่งชิ้น ขนาดไม่เต็มชิ้น 15 %ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	7%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี

ตาราง 1.3 แสดงมาตราฐานในการคัดแยกชิ้นสับปะรด (sorter)

จำนวนชิ้นสับปะรดต่อแว่น	มตราฐานในการคัดแยก						
	สี	ชิ้นเศษ	ชิ้นจิกตา	ชิ้นโรค	ชิ้นแหลก	แกน	สิ่งแปลกปลอม
10	สีเบอร์ 3 - 4	7%ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของจำนวนชิ้น	2 % ของจำนวนชิ้น	5%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
12	สีเบอร์ 3 - 4	7%ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	5%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
14	สีเบอร์ 3 - 4	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %
16	สีเบอร์ 3 - 4	ครึ่งชิ้น, 5% ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	5 % ของน้ำหนักเนื้อ	2 % ของจำนวนชิ้น	5%ของน้ำหนักเนื้อ	ไม่มี
18	สีเบอร์ 3 - 4	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น %	คิดเป็น%	คิดเป็น %



รูปที่ 1.9 ลักษณะผลิตภัณฑ์ประเภท cubes และ diced

<u>การบรรจุ</u> (Filler)

เป็นขั้นตอนการนำวัตถุดิบบรรจุลงในภาชนะบรรจุทำจากขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะ โดยจะบรรจุส่วนที่เป็นของแข็งลงไปก่อน แล้วจึงบรรจุส่วนที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ลงไป ปัจจุบันนี้ ภาชนะบรรจุอาจเป็นถุงหรือกล่องพลาสติกก็ได้ โดยภายในโรงงานได้ทำการบรรจุแว่นสับปะรดลงกระป๋องแต่ละขนาดดังนี้

ขนาดกระป๋อง	จำนวนแว่นสับปะรดใน 1 กระป๋อง
8 oz	4
10 oz	8
20 oz	10
30 oz	16 - 18
108 oz	52

<u>การใส่อากาศ</u> (Exhauster)

เป็นขั้นตอนการไล่อากาศในภาชนะบรรจุออกไปให้ได้มากที่สุด เพื่อวัตถุประสงค์ต่อไปนี้ คือ -ลดแรงดันภายในภาชนะบรรจุอาหาร ป้องกันการแตกตรงตะเข็บของภาชนะบรรจุในระหว่างการฆ่าเชื้อ เพราะถ้ามีอากาศจะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก

-รักษาคุณภาพของอาหารเพราะไม่มีออกซิเจนในกระป๋องทำให้คุณภาพอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ป้องกันการบวมของกระป๋อง เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงหรือในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ

-ช่วยให้เก็บอาหารกระป๋องได้นาน

การทำให้เป็นสุญญากาศ ทำได้โดยบรรจุส่วนที่เป็นของเหลวในขณะร้อน แล้วปิดผนึกทันทีหรือใช้เครื่องไล่อากาศ (exhauster) โดยพ่นไอน้ำลงเหนืออาหาร แล้วปิดผนึกทันทีก่อนทำให้เย็น เมื่อกระป๋องเย็นลงไอน้ำจะรวมตัวเป็นหยดน้ำเกิดความเป็นสุญญากาศขึ้น หรืออาจจะทำการปิดผนึกฝาภาชนะในสภาพที่เป็นสุญญากาศได้

<u>เครื่องเติมน้ำเชื่อม</u> (Syruper)

หลังจากบรรจุสับปะรดใส่กระป๋องแล้ว จะมีการลำเลียงส่งมาตามสายพานเพื่อทำการเติมน้ำเชื่อม โดยเครื่องSyruper โดยมีจุดเติมน้ำเชื่อม 2 จุด คือ

- จุดแรก เป็นท่อก็อกต่อออกมาจากตัวเครื่องโดยตรง มีพนักงานคอยลำเลียงใส่กระป๋องให้ไปตามสายพาน โดยกระป๋องจะถูกลำเลียงไปเรื่อย ๆ ตามจังหวะการทำงานของเครื่อง ส่วนน้ำเชื่อมในก็อกจะถูกเปิดทิ้งไว้ตลอด เพื่อเติมน้ำเชื่อมลงในกระป๋องให้ได้ปริมาตรอยู่ในระดับหนึ่ง จากนั้นกระป๋องจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องsyruper ต่อไป
- จุดสอง เมื่อกระป๋องถูกลำเลียงเข้ามายังตัวเครื่องsyruper ณ จุดนี้ จะเป็นการเติมน้ำเชื่อมให้ได้ปริมาตรตรงตามที่ต้องการ โดยจะมีคนคุมเครื่อง 1 คน เพื่อตรวจดูกระป๋องทุกใบที่ออกมาจากเครื่องว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่ ถ้าพบว่ามีกระป๋องบุบจะทำการคัดออกทันที ไม่เช่นนั้นจะเป็นต้นเหตุที่ทำให้เครื่องseamer เดินเครื่องติดขัดหรืออาจทำให้เครื่องเสียได้

<u>ชนิดของน้ำเชื่อม</u> มี 3 ชนิด คือ

-น้ำสับปะรด มีความหวาน 9 - 14 องศาบริก ($^{\circ}$Brix)

-น้ำแอล (Light syrup) เป็นน้ำเชื่อมที่มีความหวาน 15 - 20 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix)

-น้ำเฮด (Heavy syrup) เป็นน้ำเชื่อมที่มีความหวาน 28 - 32 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix)

<u>มาตราฐานของน้ำหนักผลิตภัณฑ์</u> (น้ำหนักสุทธิรวม ทั้งเนื้อสับปะรด กับ น้ำเชื่อม) ในกระป๋องแต่ละขนาด

กระป๋องขนาด	น้ำหนักสุทธิ
8 oz	218 - 250 กรัม
15 oz	427 - 465 กรัม
20 oz	552 - 600 กรัม
30 oz	840 - 880 กรัม
108 oz	3,060 - 3,150 กรัม

Specification of Syruper

(Atlas Pacific vacuum Syruper)

	Standard		Tangential	
	15 Valve	20 Valve	15 Valve	20 Valve
Height to feed	30"	30"	30"	30"
Discharge table	762 mm.	762 mm.	762 mm.	762 mm.
Overall Height	58"	58"	58"	58"
	1473 mm.	1473 mm.	1473 mm.	1473 mm.
Overall width	71"	71"	71"	71"
	1803 mm.	1803 mm.	1803 mm.	1803 mm.
Overall Length	71"	71"	60"	58"
	1803 mm.	1803 mm.	1524 mm.	1473 mm.
Overall Height-	77"	77"	77"	77"
Crated	1956 mm.	1956 mm.	1956 mm.	1956 mm.
Overall Length	77"	77"	77"	77"
Crated	1956 mm.	1956 mm.	1956 mm.	1956 mm.
Cubic Measurement-	237 ft^3	237 ft^3	237 ft^3	237 ft^3
Crated	6.7 m^3	6.7 m^3	6.7 m^3	6.7 m^3
Weight-Uncrated	3,700#	3,800#	3,800#	3,900#
	1678 kg	1724 kg	1724 kg	1769 kg
Weight-Gross Crated	4,700#	4,800#	4,800#	4,900#
	2132 kg	2177 kg	2177 kg	2223 kg
Rate of cans Filled/Minute-Max.	200*	300*	250*	350*
Recommended can size	2 1/2 to 10	211 to 404	10	211 to 404
Water Requirement	1/2 GPM	1/2 GPM	1/2 GPM	1/2 GPM

*Maximum cans per minute are dependent on product , can size , headspace and other factors

<u>การปิดฝา</u> (Seamer)

หลังจากสับประรดกระป๋องออกจากเครื่อง Syruper แล้วจะถูกส่งเข้าเครื่อง Seamer ทันทีเมื่อทำการปิดฝา โดยการผนึกฝากับตัวกระป๋องเข้าด้วยกัน (Double seam) ในการผนึกฝาแบบดับเบิ้ลซีม จะต้องกำหนดมาตราฐานของกระป๋อง โดยจะต้องแข็งแรงพอที่จะเก็บรักษาและป้องกันสิ่งที่ถูกบรรจุไว้ภายในกระป๋องนั้นได้ ไม่ให้เกิดการรั่วไหลของสิ่งที่อยู่ภายในและภายนอก

<u>Specification of Seamer</u> (No. 60 708) LW 205

1. เส้นผ่าศูนย์กลางกระป๋อง 87.3 mm.
2. ความหนาของกระป๋องและฝา Body : 0.20 mm.
   Top end : 0.22 mm.
3. ความสูงของกระป๋อง 54 - 115.9 mm.
4. กำลังการผลิต max 250 กระป๋อง/นาที
5. ขนาดเครื่องจักร ยาว 2,450 mm.
   กว้าง 1,200 mm.
   สูง 1,700 mm.
6. น้ำหนักเครื่องจักร 1,600 kg (scaling machine)
   160 kg (synchronizing beam)
7. ระบบส่งกำลัง 10 kW , 3 phase , 380 V , 50 Hz
8. ปริมาณลมที่ใช้ 0.06 l. / Stroke
   max. 1 m^3 / h on 2.5 kg / cm^2 airpresser
9. Fusing 50 A , Sluggish

หมายเหตุ : สำหรับโรงงานอาหารสยาม จำกัด (มหาชน) เครื่องรุ่นนี้ใช้ผลิตผลผลิตกระป๋องที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 307

มาตรฐานของการ Double Scam

item with one end	307 × 202	307 × 309	307 × 409	401 × 411	401 × 700	603 × 700
Can height (mm.)	53.1 - 53.2	90.6 - 90.70	115.9 - 116.0	118.85 - 118.95	177.90 - 178.0	177.9 - 178.0
Seam Thickness(mm.)	1.10 - 1.20	1.10 - 1.20	1.10 - 1.20	1.15 - 1.25	1.15 - 1.25	1.60 - 1.70
Counter Sink Depth(mm.)	3.00 - 3.15	3.00 - 3.15	3.00 - 3.15	3.00 - 3.20	3.00 - 3.15	3.10 - 3.25
Seam Length (mm.)	2.90 - 3.10	2.90 - 3.10	2.90 - 3.10	3.00 - 3.15	3.00 - 3.15	3.20 - 3.40
Body hook (mm.)	1.90 - 2.10	1.90 - 2.10	1.90 - 2.10	1.95 - 2.20	1.95 - 2.20	2.10 - 2.30
Cover hook (mm.)	1.85 - 2.10	1.85 - 2.10	1.85 - 2.10	1.90 - 2.20	1.90 - 2.20	2.10 - 2.30
% overlap	50	50	50	50	50	55

<u>การนึ่งฆ่าเชื้อ</u> (Cooker)

หมายถึง การใช้ความร้อนที่มีทำลายจุลินทรีย์ในอาหารซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิดสนิท ปริมาณความร้อนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นกับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร รูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุ การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องนี้ จะต้องใช้ปริมาณความร้อนที่เพียงพอ ต่อการทำลายสปอร์ของ <u>Clostridium botulinum</u> เพราะว่าเชื้อ <u>Cl. Botulinum</u> เป็นสิ่งที่เราจะต้องให้ความสำคัญอย่างมากที่สุดในการผลิตอาหารกระป๋อง โดยเฉพาะอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เนื่องจาก Cl. Botulinum เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ในอุณหภูมิปกติ (mesophile) และไม่ต้องการอากาศ (ancerobe) ในการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ พบว่ามีอยู่ 6 สายพันธ์ คือ A B C D E และ F ชนิดที่เป็นอันตรายในคนคือ A B E และ F แม้ว่าเซลของ <u>Cl.botulinum</u> จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนักประมาณ 82.2 - 93.3 °C แต่สปอร์และสารพิษในสปอร์ค่อนข้างทนความร้อนสูง จึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ถ้าใช้ความร้อนฆ่าเชื้ออาหารไม่เพียงพอ เพราะปริมาณสารพิษเพียงเล็กน้อยประมาณหนึ่งในล้านส่วน สามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้ พบว่าสปอร์ของ <u>Cl. Botulinum</u> ชนิด A ทนความร้อนสูงมาก ณ อุณหภูมิน้ำเดือด จะอยู่ได้นานถึง 4 ชั่วโมง

สภาวะที่ใช้ทำลายสปอร์ของเชื้อ <u>Cl. Botulinum</u> ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันพบว่าสปอร์ของเชื้อนี้ถูกทำลายได้ที่

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)
100	360
105	120
110	36
115	12
120	4

ดังนั้นในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง จึงถือเอาอุณหภูมิและเวลาที่ทำลายสปอร์ของ <u>CL. Botulinum</u> เป็นหลัก ถ้าอาหารปลอดภัยจากสปอร์และสารพิษของเชื้อนี้ก็จะปลอดภัยจากเชื้อชนิดอื่นด้วย พบว่าที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที สามารถทำลายสปอร์ของ <u>Cl. Botulinum</u> ได้ แต่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของอาหาร อาหารที่เป็นกรดสูงจะใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อน้อยกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

Specification of Cooker (NIKO)

Capacity	: 12000 cans / hr.
Can diameter	: 87.3 mm.
Can content	: Pineapple, sliced, chuck, pieces, crush, etc.

Basic for the lay-out are sliced pineapple

Can infeed temp.	: about 45-50 ^{o}C
Pasteurization temp.	: 97-98 ^{o}C (T. of water)
Past. temp. in the center	: about 90-92 ^{o}C
Can discharge temp.	: about 40 ^{o}C
Cooling water temp.	: about 30 ^{o}C
Pasteurization time	: 18 min.
Overall cooling time	: 12 min.
Overall run through time	: 30 min.
Required treating area	: about 46 m^2

Dimention of the machine

Nominal working width	: ≈ 3000 mm.
Overall width	: ≈ 3650 mm.
Working length	: ≈ 15400 mm
Overall length	: ≈ 16600 mm.
Working height	: ≈ 1100 mm

The overall length is inel 2-lane infeed conveyor and 3-lane discharge conveyor

Steam consumption (5 bar)	: ≈ 800 kg/h.
Cooling water consumption	: ≈ 25 m^3/h.
Overall connected load	: ≈ 18 kW.

<u>การทำให้เย็น</u> (Cooling)

มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารเนื่องจากความร้อนส่วนเกิน โดยการลดอุณหภูมิของอาหาร หลังจากการฆ่าเชื้อแล้วลงอย่างรวดเร็วด้วยน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดลงถึงระดับหนึ่ง ซึ่งยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิท เพื่อป้องกันการเกิดสนิมบนกระป๋องขณะเก็บรักษา

ขนาดกระป๋อง	ระยะเวลา cooling (นาที)	อุณหภูมิ (° C)
8 oz	16	27 - 38
15 oz	15	27 - 38
20 oz	13 - 26	27 - 38
30 oz	15	27 - 38
108 oz	25 - 35	27 - 38

<u>หมายเหตุ</u> อุณหภูมิและระยะเวลาการทำให้เย็น ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะทำ

<u>เครื่องเป่าลม</u> (Candrier)

หลังจากสับปะรดกระป๋องผ่านการทำให้เย็นแล้ว จะยังคงมีน้ำบางส่วนเกาะอยู่ตามขอบกระป๋อง ซึ่งถ้าไม่ทำให้แห้ง หยดน้ำเหล่านี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้กระป๋องเกิดสนิมได้ง่าย ดังนั้นก่อนที่กระป๋องสับปะรดจะถูกขนถ่ายเข้าเก็บในโกดัง จะต้องผ่านการเป่าลมโดยเครื่อง Candrier เสียก่อน โดยช่วงระยะเวลาที่ผ่านลม หรือปริมาณแรงลมนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของกระป๋อง และระยะเวลาในการทำงานของการขนถ่าย

Palletizer

เป็นระบบที่ใช้ไม้รองทำเป็นสินค้า โดยมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม 2 ชิ้น มีช่องตรงกลางระหว่างชั้นให้งาของรถ Fork lift สอดเข้าไปยกได้เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
ความจุของ palletizer ในแต่ละขนาดของกระป๋อง ดังนี้

ขนาดกระป๋อง	จำนวน กระป๋อง / ชั้น	จำนวนชั้นสูงสุด ที่วางได้	จำนวนกระป๋องทั้งหมดที่วางได้ใน จำนวนชั้นสูงสุด
8 oz	175	27	4752
15 oz	176	16	2816
20 oz	176	12	2112
30 oz	117	12	1404
108 oz	54	7	378

โกดัง (Ware house)

หลังจากกระป๋องผ่านการทำให้เย็นเป่าให้แห้งและติดฉลากเรียบร้อยแล้ว อาหารกระป๋องจะถูกนำไปเก็บรักษาไว้ เพื่อรอการขนส่งไปยังตลาดต่อไป โดยทั่วไปแล้วลักษณะของโกดังที่เก็บรักษาจะต้องเป็นสถานที่แห้งและสะอาด เพราะความชื้นจะเป็นตัวทำให้อาหารกระป๋องเกิดสนิมได้ โดยในการจัดวางอาหารกระป๋องนั้นจะใช้ระบบวางบน pallet โดยเรียงซ้อนกันขึ้นไป และต้องมีการตรวจสอบเพื่อดูการรั่วซึม , การบวม , การเกิดสนิม หรือสาเหตุอื่น ๆ อันจะก่อให้เกิดผลเสียแก่อาหารกระป๋องอยู่เสมอ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพได้มาตราฐานอย่างที่สุด

2

การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋องอย่างคร่าว ๆ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าอย่างคร่าวๆ ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง
2. เพื่อคำนวณองค์ประกอบและการไหลของวัสดุในกระบวนการแยกชิ้นส่วนด้วยเครื่อง ginaca
3. เพื่อศึกษาปริมาณการสูญเสียและเสนอแนวทางแก้ไข
4. เพื่อศึกษาอัตราการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง

วิธีการทดลองหาจำนวนผลสับปะรดแต่ละเบอร์ในน้ำหนัก 100 TONS

1. ชั่งน้ำหนักผลสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง ginaca แต่ละเครื่อง (20 เครื่อง) จำนวน 10 ครั้ง
2. ทำการทดลอง 3 วัน หาน้ำหนักเฉลี่ย (kg) ต่อผล
3. ทำการทดลองหาจำนวนผลสับปะรดแต่ละเบอร์ในน้ำหนัก 100 tons (100,000 kg)

วิธีการทดลองหาน้ำหนักตั้งต้นของสับปะรดก่อนเข้ากระบวนการผลิตต่าง ๆ

1. ชั่งน้ำหนักส่วนต่างๆ ของสับปะรดแต่ละเบอร์ที่แยกได้โดยเครื่อง ginaca ดังนี้
    1.1 แกน (core)
    1.2 เนื้อขูดเปลือก (eradicator meat of skin)
    1.3 เนื้อขูดหัวท้าย (eradicator meat of ends)
    1.4 ตัดแต่ง (trimming)
    1.5 เปลือก (eradicator skin to mill)
    1.6 หัวท้าย (end to mill)
    1.7 ผล (cylinder)
2. แกนสับปะรด (core)

    ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักแกนสับปะรดแต่ละเบอร์เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

3. เนื้อขูดเปลือก (eradicator meat of skin)

    ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักเนื้อขูดเปลือกสับปะรดแต่ละเบอร์ เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

4. เปลือก (eradicator skin to mill)

    ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักเปลือกสับปะรดแต่ละเบอร์ เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

5. หัวท้าย (ends to mill)

    ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักชิ้นหัวท้ายสับปะรดแต่ละเบอร์ เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

6. ผล (cylider)

ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักผลสับปะรดแต่ละเบอร์ เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

7. ตัดแต่ง (trimming)

ทำการทดลองโดยชั่งน้ำหนักเศษจิกตาของผลสับปะรดแต่ละเบอร์ เบอร์ละ 10 ลูก ที่ออกจากเครื่อง ginaca ทำการทดลอง 4 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

8. เนื้อขูดหัวท้าย (eradicator meat of ends)

8.1) ทำการทดลองโดยสุ่มเก็บชิ้นหัวท้าย ก่อนที่จะเข้าเครื่องขูดหัวท้ายมา 5 ครั้ง ครั้งละ 20 ชิ้น โดยในแต่ละครั้งให้วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นหัวท้ายแต่ละชิ้น แล้วแยกเป็นเบอร์ต่างๆ นับจำนวนชิ้นหัวท้ายที่แยกได้ในแต่ละเบอร์ บันทึกผล

8.2) นำชิ้นหัวท้ายจากข้อ 8.1 มาทำการขูดเนื้อ โดยใช้เครื่องขูดหัวท้าย ชั่งน้ำหนักเนื้อขูดหัวท้ายที่ได้ในแต่ละครั้ง บันทึกผล

9. คำนวณน้ำหนักรวมชิ้นส่วนต่างๆของสับปะรดจากแต่ละเบอร์ บันทึกผล

10. คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่เกิดขึ้นกับสับปะรดแต่ละเบอร์

11. คำนวณน้ำหนักตั้งต้นของสับปะรดแต่ละผลิตภัณฑ์ เมื่อคิดเทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่2.1 แสดงผลการทดลองสุ่มชั่งน้ำหนักสัปปะรดในแต่ละเครื่อง ginaca ครั้งที่ 1

Ginaga	เบอร์	ผลการทดลองชั่งน้ำหนัก (kg.)										เฉลี่ย
	สับปะรด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(kg.)
G 2.2	US	0.60	0.58	0.67	0.42	0.59	0.47	0.40	0.51	0.36	0.51	0.51
G 3.1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 3.2	1	0.69	0.72	0.87	1.11	0.95	0.72	0.83	0.77	0.86	0.88	0.84
G 4.1	1	0.87	1.03	0.90	0.88	0.96	0.90	0.92	0.94	0.83	0.89	0.91
G 4.2	1 1/4	0.93	0.80	1.11	0.99	1.03	0.99	1.03	0.81	1.10	1.10	0.99
G 5.1	1	0.91	0.85	0.87	0.86	0.89	0.84	0.90	0.85	0.91	0.89	0.88
G 5.2	1	0.94	0.89	0.90	0.88	0.92	0.91	0.92	0.88	0.90	0.92	0.91
G 6.1	1 1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 6.2	2	1.42	1.51	1.32	1.41	1.23	1.50	1.63	1.54	1.81	1.63	1.5
G 7.2	2	1.72	1.83	1.41	1.62	1.45	1.53	1.14	1.42	1.81	1.60	1.55
G 8.1	2	0.98	1.32	1.45	1.60	1.52	1.33	1.47	1.24	1.47	1.52	1.39
G 8.2	2	1.22	1.53	1.11	1.51	1.47	1.56	1.91	1.40	1.82	1.70	1.53
G 9.1	2	1.71	1.19	1.62	1.57	1.43	1.92	1.11	1.54	0.96	1.42	1.45
G 9.2	2	1.03	1.41	1.56	1.61	1.73	1.26	1.53	1.44	1.60	1.32	1.45
G 10.1	2 1/4	1.91	1.92	1.86	1.84	1.90	2.01	1.98	1.94	1.85	1.80	1.9
G 10.2	2 1/4	1.54	1.48	1.82	1.80	1.82	1.82	1.50	1.89	1.54	1.76	1.72
G 11.1	2	1.40	1.72	1.74	1.52	1.26	1.59	1.68	1.24	1.49	1.10	1.47
G 11.2	2	1.74	1.52	1.29	1.39	1.92	1.32	1.48	1.40	1.24	1.42	1.47
G 12.1	2 1/2	1.84	1.92	1.92	1.87	2.33	2.10	1.97	1.85	2.35	2.25	2.04
G 12.2	2 1/2	2.19	2.52	1.82	1.84	2.00	1.96	1.91	1.92	1.92	1.93	2.01

ตารางที่2.2 แสดงผลการทดลองสุ่มชั่งน้ำหนักสัปปะรดในแต่ละเครื่อง ginaca ครั้งที่ 2

Ginaga	เบอร์	ผลการทดลองชั่งน้ำหนัก (kg.)										เฉลี่ย
	สับปะรด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(kg.)
G 2.2	US	0.42	0.50	0.34	0.34	0.45	0.36	0.55	0.60	0.76	0.49	0.48
G 3.1	1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
G 3.2	1	0.87	0.89	0.74	1.05	0.83	0.80	0.71	0.86	0.81	1.26	0.88
G 4.1	1	0.90	0.99	0.90	0.90	0.89	0.81	0.99	0.81	1.05	0.87	0.91
G 4.2	1 1/4	0.98	1.05	1.19	0.88	0.98	0.85	0.97	1.25	1.29	1.11	1.10
G 5.1	1	0.90	0.89	0.92	0.91	0.92	0.93	0.89	0.90	0.87	0.91	0.90
G 5.2	1	1.01	1.02	1.04	0.99	1.01	0.96	1.02	0.99	1.03	0.98	1.01
G 6.1	1 1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 6.2	2	1.41	1.50	1.49	1.57	1.45	1.20	1.48	1.38	1.45	1.55	1.45
G 7.2	2	0.99	1.31	1.50	1.49	1.52	1.15	1.30	1.47	1.11	1.38	1.32
G 8.1	2	1.25	1.26	1.28	1.60	1.06	1.17	1.29	1.34	1.15	1.17	1.26
G 8.2	2	1.41	1.31	1.33	1.48	1.06	1.31	1.45	1.29	1.29	1.28	1.32
G 9.1	2	1.41	1.36	1.36	1.29	1.49	1.23	1.37	1.49	1.07	1.45	1.35
G 9.2	2	1.15	1.05	1.04	1.06	1.09	1.19	1.51	1.34	1.05	1.06	1.26
G 10.1	2 1/4	1.80	1.89	1.86	1.85	1.94	1.73	1.81	1.80	1.84	1.93	1.55
G 10.2	2 1/4	1.88	2.05	1.81	1.84	1.83	1.85	1.80	1.83	1.85	1.96	1.87
G 11.1	2	1.46	1.30	1.45	1.15	1.24	1.43	1.50	1.55	1.43	1.29	1.36
G 11.2	2	1.27	1.31	1.48	1.42	1.39	1.64	1.32	1.49	1.49	1.48	1.43
G 12.1	2 1/2	1.95	1.95	2.25	1.95	1.95	2.37	2.05	2.21	1.85	2.20	2.06
G 12.2	2 1/2	2.18	1.92	2.26	2.47	1.86	2.37	1.95	2.06	1.90	1.88	2.09

ตารางที่2.3 แสดงผลการทดลองสุ่มชั่งน้ำหนักสัปปะรดในแต่ละเครื่อง ginaca ครั้งที่ 3

Ginaga	เบอร์	ผลการทดลองชั่งน้ำหนัก (kg.)										เฉลี่ย
	สับปะรด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(kg.)
G 2.2	US	0.95	0.40	0.64	0.75	0.32	0.83	0.55	0.78	0.55	0.44	0.62
G 3.1	1	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
G 3.2	1	0.97	1.32	0.89	1.05	0.92	0.89	1.22	0.79	0.94	1.07	1.01
G 4.1	1	0.96	0.99	1.24	0.89	0.86	0.91	0.96	1.23	0.88	1.31	1.02
G 4.2	1 1/4	1.11	1.07	0.98	1.15	1.20	1.14	1.22	1.03	1.27	1.28	1.15
G 5.1	1	1.01	1.02	1.04	1.01	1.03	0.99	1.02	1.04	1.03	1.01	1.02
G 5.2	1	0.86	0.82	0.89	0.84	0.80	0.83	0.85	0.82	0.85	0.81	0.84
G 6.1	1 1/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 6.2	2	1.51	1.42	1.48	1.39	1.28	1.37	1.46	1.45	1.50	1.47	1.43
G 7.2	2	1.42	1.28	1.50	1.33	1.21	1.19	1.38	1.42	1.46	1.48	1.37
G 8.1	2	1.52	1.17	1.48	1.49	1.46	1.20	1.38	1.22	1.18	1.47	1.36
G 8.2	2	1.42	1.43	1.45	1.48	1.38	1.45	1.24	1.45	1.33	1.49	1.41
G 9.1	2	1.45	1.51	1.38	1.49	1.51	1.49	1.45	1.37	1.18	1.22	1.41
G 9.2	2	1.41	1.38	1.48	1.19	1.47	1.50	1.48	1.44	1.50	1.40	1.43
G 10.1	2 1/4	1.97	1.85	1.77	1.93	2.01	2.00	1.86	1.99	1.72	1.88	1.90
G 10.2	2 1/4	2.03	1.76	1.87	1.99	1.93	1.91	1.82	1.79	2.03	1.86	1.90
G 11.1	2	1.33	1.35	1.46	1.28	1.52	1.40	1.60	1.44	1.48	1.35	1.42
G 11.2	2	1.29	1.37	1.49	1.55	1.47	1.41	1.52	1.38	1.39	1.49	1.44
G 12.1	2 1/2	2.21	2.03	1.93	1.97	2.19	1.88	1.87	2.11	1.93	2.01	2.01
G 12.2	2 1/2	2.23	2.07	1.87	1.95	2.23	1.89	1.93	1.94	2.00	2.13	2.02

ตารางที่24 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลของสัปปะรดในแต่ละเครื่อง ginaca

Ginaga	เบอร์	ผลการทดลองชั่งน้ำหนัก (kg.) ใน 3 ครั้ง			เฉลี่ย
	สับปะรด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	(kg.)
G 2.2	US	0.51	0.48	0.62	0.54
G 3.1	1	-	-	-	-
G 3.2	1	0.84	0.88	1.01	0.91
G 4.1	1	0.91	0.91	1.02	0.95
G 4.2	1 1/4	0.99	1.10	1.15	1.08
G 5.1	1	0.88	0.90	1.02	0.93
G 5.2	1	0.91	1.01	0.84	0.92
G 6.1	1 1/4	-	-	-	-
G 6.2	2	1.50	1.45	1.43	1.46
G 7.2	2	1.55	1.32	1.37	1.41
G 8.1	2	1.39	1.26	1.36	1.34
G 8.2	2	1.53	1.32	1.41	1.42
G 9.1	2	1.45	1.35	1.41	1.40
G 9.2	2	1.45	1.26	1.43	1.38
G 10.1	2 1/4	1.90	1.85	1.90	1.88
G 10.2	2 1/4	1.72	1.87	1.90	1.83
G 11.1	2	1.47	1.36	1.42	1.42
G 11.2	2	1.47	1.43	1.44	1.45
G 12.1	2 1/2	2.04	2.06	2.01	2.04
G 12.2	2 1/2	2.01	2.09	2.02	2.04

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ข้อมูลพื้นฐาน จากตารางที่ 4

1) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ us

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ us ทั้งหมด = 0.54 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ us = 0.54 / 1 = 0.54 kg.

2) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 1

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ 1 ทั้งหมด = 0.91 + 0.95 + 0.93 +0.92

= 3.71 kg.

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 1 = 3.71 / 4 = 0.93 kg.

3) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 1 1/4

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ 1 1/4 ทั้งหมด = 1.08 kg.

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 1 1/4 = 1.08 / 1 = 1.08 kg

4) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ 2 ทั้งหมด = 1.46 + 1.41 + 1.34 + 1.42 + 1.40 + 1.38 +

1.42 + 1.45 = 11.28 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2 = 11.28 / 8 = 1.41 kg

5) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2 1/4

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ 2 1/4 ทั้งหมด = 1.88 +1.83

= 3.71 kg.

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2 1/4 = 3.71 / 2 = 1.86 kg.

6) น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2 1/2

น้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ 2 1/2 ทั้งหมด = 2.04 +2.04

= 4.08 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของสับปะรดเบอร์ 2 1/2 = 4.08 / 2 = 2.04 kg.

ตารางที่2.5 แสดงจำนวนผลของสับปะรดใน 100 TONS

เบอร์สับปะรด	น้ำหนักเฉลี่ย (kg) ต่อ 1 ผล	จำนวนผล (ลูก) ต่อน้ำหนัก 100 tons
us	0.54	185,185
1	0.93	107,526
1 1/4	1.08	92,592
2	1.41	70,922
2 1/4	1.86	53,763
2 1/2	2.04	49,019

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

น้ำหนักสับปะรดเบอร์ us 0.54 kg. คิดเป็นจำนวนผลสับปะรดได้ใน 1 ผล

น้ำหนักสับปะรดเบอร์ us 100 tons คิดเป็นจำนวนผลสับปะรดได้ใน (1(ผล) * 100 (ton))/0.54(kg)

= 185,185 ผล

เพราะฉะนั้นสับปะรดเบอร์ us จำนวน 185,185 ผลคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 100 tons

ตารางที่26 แสดงน้ำหนักแต่ละส่วนของสัปปะรด(kg) ต่อ 10 ลูกและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในแต่ละเบอร์

น้ำหนักสัปปะรด 10 ลูกในแต่ละเบอร์	ครั้งที่	น้ำหนักแต่ละส่วนของสัปปะรด (kg) ต่อ 10 ลูก								% loss
		แกน	เนื้อขูดเปลือก	เนื้อขูดหัวท้าย	ตัดแต่ง	เปลือก	หัวท้าย	ผล	loss	
US	1	0.35	0.35	-	0.11	1.98	0.55	1.68		
	2	0.29	0.45	-	0.10	2.05	0.51	1.60		
	3	0.31	0.47	-	0.09	2.03	0.48	1.51		
	4	0.30	0.41	-	0.10	2.00	0.52	1.65		
เฉลี่ย		0.31	0.42	-	0.10	2.02	0.52	1.61	0.42	7.78
1	1	0.47	2.56	-	0.17	2.22	0.57	2.58		
	2	0.57	2.74	-	0.11	2.34	0.61	2.69		
	3	0.41	2.70	-	0.14	2.36	0.65	2.50		
	4	0.50	2.80	-	0.13	2.49	0.69	2.55		
เฉลี่ย		0.49	2.70	-	0.14	2.35	0.63	2.58	0.41	4.41
1 1/4	1	0.67	3.01	-	0.39	2.41	0.75	3.27		
	2	0.65	3.05	-	0.41	2.38	0.79	3.11		
	3	0.64	2.98	-	0.37	2.42	0.80	3.22		
	4	0.69	3.09	-	0.37	2.41	0.72	3.07		
เฉลี่ย		0.66	3.03	-	0.39	2.41	0.77	3.17	0.37	3.43
2	1	0.73	3.15	0.29	1.22	2.55	1.45	4.20		
	2	0.71	3.25	0.26	1.38	2.45	1.31	4.08		
	3	0.72	3.32	0.29	1.35	2.50	1.44	4.83		
	4	0.76	3.20	0.27	1.37	2.52	1.36	4.05		
เฉลี่ย		0.73	3.23	0.28	1.33	2.51	1.39	4.29	0.62	4.40
2 1/4	1	1.01	3.48	0.64	1.67	3.90	2.12	6.10		
	2	1.10	4.01	0.57	1.88	3.60	1.90	6.02		
	3	1.02	4.05	0.59	1.57	3.50	1.95	6.15		
	4	1.03	3.52	0.61	1.61	3.30	2.03	6.02		
เฉลี่ย		1.04	3.77	0.60	1.68	3.58	2.00	6.07	0.46	2.47
2 1/2	1	1.30	4.09	1.31	2.03	3.62	2.22	7.01		
	2	1.22	4.05	1.32	1.84	3.72	2.63	6.98		
	3	1.32	4.11	1.01	2.07	3.62	2.02	6.72		
	4	1.12	3.78	1.08	1.99	4.08	2.15	6.67		
เฉลี่ย		1.24	4.01	1.13	1.98	3.77	2.26	6.85	0.29	1.42

ตารางที่2.7 แสดงผลการทดลองสุ่มจำนวนชิ้นหัวท้ายที่โดนขูดเอาเนื้อ ในแต่ละเบอร์

การทดลองที่	น้ำหนักที่ขูดได้	us	1	1 ¼	2	2 ¼	2 ½	รวม
1	8.4	-	-	-	4	6	10	20
2	9.1	-	-	-	5	6	9	20
3	8.2	-	-	-	4	7	9	20
4	8.8	-	-	-	3	5	12	20
5	7.0	-	-	-	4	6	10	20
เฉลี่ย		-	-	-	4	6	10	20

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

1) กรณี การคิดน้ำหนักเนื้อขูดหัวท้ายของสับปะรดเบอร์ 2 ในการทดลองครั้งที่ 1
น้ำหนักหัวท้ายที่ชั่งได้ตอนแรก (10 ผล) จำนวน 20 ชิ้นหนัก 1.45 kg.
จากตารางที่ 7 ทำให้ทราบว่าหัวท้ายของสับปะรดเบอร์ 2 จะมีโอกาสถูกขูดเนื้อ 4 ชิ้น
ดังนั้น หัวท้าย 20 ชิ้น คิดเป็นน้ำหนัก 1.45 kg
หัวท้าย 4 ชิ้น คิดเป็นน้ำหนัก (1.45 * 4) / 20 = 0.29 kg.

2) ในการคิดค่า loss จะไม่คิดน้ำหนักของเนื้อขูดหัวท้าย เพราะถือว่าน้ำหนักหัวท้ายที่ได้ในตอนแรกนั้น ได้รวมน้ำหนักของเนื้อที่ต้องโดนขูดหัวท้ายไปด้วยแล้ว เพราะฉะนั้น
กรณี สับปะรดเบอร์ 2
น้ำหนักทั้งหมดของสับปะรดเริ่มต้น (10 ลูก) คือ 14.10 kg.
น้ำหนักที่ได้ในแต่ละส่วนรวมเป็น 0.73 + 2.23 + 1.33 + 2.51 + 1.39 + 4.29 = 13.45 kg.
เพราะฉะนั้นน้ำหนักที่สูญเสียไป คือ 14.10 - 13.48 = 0.62 kg.
น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 14.10 kg. มีค่า loss เป็น 0.62 kg.
น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 kg. มีค่า loss เป็น (0.62 * 100) / 14.10 = 4.40 %

ตารางที่ 2.8แสดงน้ำหนักรวมของสับปะรดแต่ละชิ้นส่วนที่ออกจากเครื่องginaca

ชนิดของสับปะรด	น้ำหนักแต่ละส่วนของสับปะรดในทุกเบอร์คิดเทียบสับปะรด 10 ลูก						รวม
	us	1	1	2	2	2	(kg)
แกน	0.31	0.49	0.66	0.73	1.04	1.24	4.47
เนื้อติดเปลือก	0.42	2.70	3.03	3.23	3.77	4.01	16.16
เนื้อขูดหัวท้าย	0.00	0.00	0.00	0.28	0.60	1.13	2.01
ตัดแต่ง	0.10	0.14	0.39	1.33	1.68	1.98	5.62
เปลือก	2.02	2.35	2.41	2.51	3.58	3.77	16.64
หัวท้าย	0.52	0.63	0.77	1.39	2.00	2.26	7.57
ผล	1.61	2.58	3.17	4.29	6.07	6.85	24.57
loss	0.42	0.41	0.37	0.62	0.46	0.29	2.57

ค่า loss ที่ได้เกิดจากสาเหตุดังนี้

1. แกนที่หล่นออกจากเครื่องโดยที่ไม่มีภาชนะรองรับ หรือปะปนเข้าไปใน line การผลิต

2. เนื้อขูดเปลือกที่กระเด็นออกนอกเครื่อง

3. เนื้อขูดหัวท้ายจะมีปริมาณมากหรือน้อยส่วนหนึ่งมาจากประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานในส่วนนี้

4. การตัดแต่ง บางครั้งเศษจิกตาไม่ได้หล่นลงรางที่รองรับ

5. เปลือกที่เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยมักจะกระเด็นหลุดออกจากราง

6. หัวท้ายที่ถูกตัดแล้วมักพบปะปนเข้าไปใน line

7. ผลสับปะรด (cylinder) บางลูกออกจากรางตกลงสู่พื้นหรือท่อน้ำทิ้ง

ตารางที่29 แสดงน้ำหนักตั้งต้นของสัปปะรดแต่ละผลิตภัณฑ์เมื่อคิดเทียบกับสัปปะรดเข้า 100 tons

เบอร์สัปปะรด	ขนาดผลิตภัณฑ์	รายการผลรวม	ผลลัพธ์	น้ำหนักตั้งต้น(ton)ของแต่ละผลิตภัณฑ์คิดเทียบกับสัปปะรด 100 ton
US	น้ำเข้มข้น grade A	0.31 + 0.42 + 0.1 +	0.83	15.37
	น้ำเข้มข้น grade B	2.02 + 0.52	2.54	47.04
	cylinder	1.61	1.61	25.81
	loss		0.42	7.78
1	น้ำเข้มข้น grade A	0.49 + 2.7 + 0.14+	3.33	35.81
	น้ำเข้มข้น grade B	2.35 + 0.63 +	2.98	32.04
	cylinder	2.58	2.58	27.74
	loss			4.41
1 1/4	น้ำเข้มข้น grade A	0.66 + 3.03 + 0.39	4.08	37.78
	น้ำเข้มข้น grade B	0.77 + 2.41	3.18	29.44
	cylinder	3.17	3.17	29.35
	loss			3.43
2	น้ำเข้มข้น grade A	0.73+3.23+0.28+1.33	5.57	39.50
	น้ำเข้มข้น grade B	2.51+(1.39-0.28)	3.62	25.67
	cylinder	4.29	4.29	30.43
	loss			4.40
2 1/4	น้ำเข้มข้น grade A	1.04+3.77+0.60+1.68	7.09	38.12
	น้ำเข้มข้น grade B	3.58+(2.00-0.60)	4.98	26.78
	cylinder	6.07	6.07	32.63
	loss			2.47
2 1/2	น้ำเข้มข้น grade A	1.24+4.01+1.13+1.98	8.36	40.98
	น้ำเข้มข้น grade B	3.77+(2.26-1.13)	4.90	24.02
	cylinder	6.85	6.85	33.58
	loss			1.42

วิธีการคำนวณ

<u>กรณีที่ 1</u> น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a คิดผลรวมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ดังนี้

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้นก่อนเข้ากระบวน = แกน + เนื้อติดเปลือก + เนื้อขูดหัวท้าย + ตัดแต่ง การผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ตัวอย่างเช่น สับปะรดเบอร์ 2

น้ำหนักสับปะรดส่วนต่าง ๆที่ใช้ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a = 0.73 + 3.23 + 0.28 + 1.33

= 5.57 kg.

สับปะรด 10 ลูกสามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำ grade a ได้ 5.57 kg.

สับปะรด 70922 ลูกสามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำ grade a ได้ (5.57 * 70922) / 10

= 39503.55 kg.

เพราะฉะนั้นสับปะรดเบอร์ 2 ปริมาณ 100 ตัน สามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำสับปะรด grade a ได้ 39.50 ตัน

<u>กรณีที่ 2</u> น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b คิดผลรวมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ดังนี้

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้นก่อนเข้ากระบวน = เปลือก + (หัวท้าย - เนื้อขูดหัวท้าย) การผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

หมายเหตุ น้ำหนักหัวท้ายที่แท้จริงต้องหักออกจากน้ำหนักเนื้อขูดหัวท้ายเสียก่อนเพราะน้ำหนักของเนื้อขูดหัวท้ายจะถูกแยกไปทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ตัวอย่างเช่น สับปะรดเบอร์ 2

น้ำหนักสับปะรดส่วนต่างๆที่ใช้ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b = 2.51 + (1.39 - 0.28)

= 3.62 kg.

สับปะรด 10 ลูก สามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำ grade b ได้ 3.62 kg.

สับปะรด 70922 ลูก สามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำ grade b ได้ (3.62 * 70922) / 10

= 25673.76 kg.

เพราะฉะนั้นสับปะรดเบอร์ 2 ปริมาณ 100 ตัน สามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำน้ำสับปะรด grade b ได้ 25.67 ตัน

<u>กรณีที่ 3</u> น้ำหนัก cylinder ที่เข้าไปในกระบวนการผลิต คิดจากน้ำหนักของ cylinder ดังนี้

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้นก่อนเข้ากระบวนการผลิตสับปะรดกระป๋อง = น้ำหนัก cylinder

หมายเหตุ cylinder คือ สับปะรดที่ผ่านการปลอกเปลือก ตัดหัวท้าย และเจาะแกนเรียบร้อยแล้ว

ตัวอย่างเช่น สับปะรดเบอร์ 2

น้ำหนักสับปะรดส่วนที่ใช้ผลิตสับปะรดกระป๋อง = 4.29

สับปะรด 10 ลูกสามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำสับปะรดกระป๋องได้ 4.29 kg.

สับปะรด 70922 ลูกสามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อทำสับปะรดกระป๋องได้ (4.29 * 70922) / 10

= 30425.54 kg.

เพราะฉะนั้นสับปะรดเบอร์ 2 ปริมาณ 100 ตัน สามารถเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตสับปะรดกระป๋องได้ 39.50 ตัน

<u>กรณีที่ 4</u> น้ำหนัก loss ที่เสียไป คิดจากน้ำหนักสับปะรดเริ่มต้นที่ถูกหักออกจากน้ำหนักสับปะรดที่เข้าไปในกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a,b และสับปะรดกระป๋องแล้ว

น้ำหนัก loss = น้ำหนักผลสับปะรดเริ่มต้น - (น้ำหนักสับปะรดที่ใช้ทำน้ำ grade a + grade b + น้ำหนักสับปะรดที่ใช้ทำสับปะรดกระป๋อง

ตัวอย่างเช่น สับปะรดเบอร์ 2

น้ำหนัก loss = 14.1 - (5.57 + 3.62 + 4.29) = 0.62 kg.

สับปะรด 10 ลูก คิดเป็นน้ำหนัก loss ได้ 3.62 kg.

สับปะรด 70922 ลูก คิดเป็นน้ำหนัก loss ได้ (0.62 * 70922) / 10

= 4397.16 kg.

เพราะฉะนั้นสับปะรดเบอร์ 2 ปริมาณ 100 ตัน สามารถคิดเป็นน้ำหนัก loss ได้ 4.40 ตัน

วิจารณ์ผลการทดลองการเก็บองค์ประกอบและการไหลของวัสดุในกระบวนการแยกชิ้นส่วนสับปะรดด้วยเครื่อง ginaca

1. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade A นั้น เมื่อคิดเทียบในสับปะรด 100 tons ปรากฏว่า สับปะรดเบอร์ 2 1/2 สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นได้มากที่สุด คือ 40.98 tons ในขณะที่สับปะรดเบอร์ 1, 1 1/4, 2และ 2 1/4 สามารถไปทำวัตถุดิบตั้งต้นได้รองลงมาในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ 35.81 , 37.78, 39.90 และ 38.12 tons ตามลำดับ โดยสับปะรดเบอร์ us นั้นสามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นได้น้อยที่สุด คือ 15.37 tons ที่เป็นเช่นนี้เพราะสับปะรดเบอร์ us เป็นสับปะรดที่มีขนาดเล็กมาก ดังนั้น แกน, เนื้อติดเปลือก, เนื้อขูดหัวท้ายและเศษจากการตัดแต่งจึงมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนักทั้งผล อีกทั้งในส่วนของเนื้อขูดหัวท้ายนั้น สับปะรดเบอร์นี้จะไม่มีน้ำหนักของเนื้อที่ได้กลับคืนมาในส่วนนี้ เพราะหัวท้ายที่ได้มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นจึงเป็นผลทำให้ปริมาณโดยรวมของวัตถุดิบตั้งต้น ที่ใช้ในการทำน้ำสับปะรด grade A ของสับปะรดเบอร์นี้น้อยลงไปอีก ในขณะที่ สับปะรดเบอร์ 2 1/2 เป็นสับปะรดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ดังนั้นน้ำหนักโดยรวมของ แกน, เนื้อติดเปลือก, เนื้อขูดหัวท้ายและเศษจากการตัดแต่ง จึงมีมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักทั้งผล อีกทั้งในส่วนของเนื้อขูดหัวท้ายนั้น สับปะรดเบอร์นี้มีปริมาณของเนื้อขูดหัวท้ายมากที่สุดเนื่องจากหัวท้ายที่ได้มีขนาดใหญ่และหนา นอกจากนี้เศษจากการตัดแต่งก็มีมากอีกด้วย เพราะ ผลใหญ่ทำให้เมื่อเข้าไปใน line เพื่อทำการตัดแต่งสับปะรดจะถูกปาดเนื้อที่มีเศษติดตาอยู่ออกในปริมาณมาก

2. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade B นั้น เมื่อคิดเทียบในสับปะรด 100 tons ปรากฏว่า สับปะรดเบอร์ us สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นได้มากที่สุด คือ 47.04 tons รองลงมา คือ สับปะรดเบอร์ 1และ1 1/4 คือ 32.04 และ 29.44 tons ตามลำดับ ในขณะที่สับปะรดเบอร์ 2 2 1/4 และ 2 1/2 สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นไได้น้อยที่สุดในปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 25.07, 26.78 และ 24.02 tons ตามลำดับ จะสังเกตุได้ว่า สับปะรดที่มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ คือ เบอร์ 2, 2 1/4 และ 2 1/2 นั้น จะมีปริมาณเปลือกและหัวท้ายน้อยเพราะน้ำหนักจริงของหัวท้ายได้ถูกขูดเอาเนื้อกลับไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade A แล้ว จึงทำให้น้ำหนักโดยรวมของวัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade B มีปริมาณน้อยลง ในขณะที่สับปะรดเบอร์ us นั้น

น้ำหนักของเปลือกและหัวท้ายจะมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับสับปะรดทั้งผลอีกทั้งหัวท้ายที่ได้นั้น ยังเป็นน้ำหนักเดิม เนื่องจากไม่ถูกขูดออกไป ทำให้น้ำหนักโดยรวมของวัตถุดิบตั้งต้นมีมากที่สุด

3. วัตถุดิบตั้งต้น ที่ใช้ในการทำสับปะรดกระป๋อง ซึ่งก็คือ cylinder นั่นเองพบว่าสับปะรดผลใหญ่คือเบอร์ 2, 2 1/4 และ 2 1/2 จะมีน้ำหนักของ cylinderมาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักผลทั้งหมด แต่สับปะรดเบอร์ us , 1 และ 1 1/4 ก็ไม่ได้มีปริมาณ cylinder แตกต่างจากสับปะรดเบอร์ใหญ่มากนัก คือ 29.81 27.74 และ 29.35 tonsตามลำดับ เพราะผลมีขนาดใหญ่ทำให้น้ำหนักของ cylinder มีมาก เมื่อเทียบกับน้ำหนักผลทั้งหมดแต่สับปะรดเบอร์ us , 1 และ 1 1/4 ก็ไม่ได้มีปริมาณ cylinder แตกต่างจากสับปะรดใหญ่มากนักคือ 29.81 , 27.74 และ 29.35 tons ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าน้ำหนักตั้งต้นของสับปะรดแต่ละเบอร์ก่อนเข้าไปใน line การผลิตนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

4. ค่าการสูญเสีย (loss) ของสับปะรดในแต่ละเบอร์นั้นจะพบว่า สับปะรดเบอร์ 2 1/2 มีค่าการสูญเสียน้อยที่สุดคือ 1.42 tons โดยสับปะรดเบอร์ 2 ที่มีการสูญเสียรองลงมา คือ 2.47 tons ที่เป็นเช่นนี้เพราะขนาดของผลสับปะรดนั้นใหญ่เมื่อเข้าเครื่อง ginaca เพื่อทำการแยกชิ้นส่วนแล้วนั้น แต่ละชิ้นค่อนข้างมีน้ำหนักในตัวเองทำให้โอกาสที่จะกระเด็นหรือตกลงพื้นมีน้อย ในขณะที่สับปะรดเบอร์ us นั้นมีค่า loss มากที่สุด คือ 7.78 tons เนื่องจากขนาดของผลนั้นเล็กมาก ทำให้แต่ละชิ้นส่วนที่ได้กระจัดกระจายไม่ค่อยรวมเป็นชิ้นเดียว ดังนั้น ส่วนเล็กๆน้อยๆ ที่แตกออกจากชิ้นเดิม จึงมักตกออกจากจากรางอยู่เสมอ ส่วนสับปะรดเบอร์ 1,1 1/4 และ 2 นั้น มีค่า loss ใกล้เคียงกันคือ4.41, 3.43 และ 4.40 tons ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่า loss ที่อยู่ในระดับกึ่งกลางของค่า loss ที่มากที่สุดและน้อยที่สุด

5. ผลการทดลองที่ได้นี้จะมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคนงานที่ประจำอยู่ในแต่ละเครื่อง ginaca ว่า มีความสามารถช่วยลดการ loss ณ. จุดนี้ได้ขนาดไหน โดยอาจนำเปลือกของสับปะรดเบอร์ใหญ่ ที่เปลือกมีความหนาและต่อเนื่องเป็นชิ้นใหญ่ชิ้นเดียวมาคลุมในส่วนที่คิดว่าจะช่วยป้องกันการกระเด็นออกของแกนหรือเนื้อขูดเปลือกและในส่วนของหัวท้ายต้องหมั่นเขี่ยชิ้นหัวท้ายที่มักติดค้างอยู่กับเครื่อง ซึ่งทำให้ชิ้นต่อๆไปไม่สามารถหล่นลงรางได้จึงกระเด็นออกนอกราง นอกจากนี้ในส่วนของการขูดเนื้อหัวท้ายนั้นมีคนงานขูด 1 คน และคนเลือกชิ้นหัวท้ายเพื่อทำการขูดอีก 2 คน ซึ่งถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นหัวท้ายที่เครื่อง ginaca ผลิตออกมาได้ จะพบว่ามีจำนวนชิ้นหัวท้ายที่ยังมีลักษณะดีหนาและใหญ่จำนวนมากที่ไม่ได้รับการขูด ดังนั้นแทนที่จะได้น้ำหนักเนื้อดีๆในส่วนนี้ไปผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade A เยอะๆ ชิ้นหัวท้ายเหล่านี้ กลับต้องกลายเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น grade B

สรุปผลการทดลอง

1. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade A เมื่อคิดเทียบในสับปะรด 100 tons พบว่า สับปะรดเบอร์ 2 1/2 สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้มากที่สุด คือ 40.98 tons รองลงไป คือ สับปะรดเบอร์ 2, 2 1/4, 2 1/2 และ 1 ได้ 39.50 , 38.12, 37.78 และ 35.81 tons โดยสับปะรดเบอร์ us นำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้น้อยที่สุด คือ 15.37 tons
2. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด B เมื่อคิดเทียบในสับปะรด 100tonsพบว่า สับปะรดเบอร์ us สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้มากที่สุด คือ 47.04 tons รองลงไป คือ สับปะรดเบอร์ 1, 1 1/4, 2 1/4 และ 2 ได้ 32.04 , 29.44 , 26.78 และ 25.67 tons ตามลำดับ โดยสับปะรดเบอร์ 2 1/2 นำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้น้อยที่สุด คือ 24.02 tons
3. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทำสับปะรดกระป๋อง (cylinder) เมื่อคิดเทียบในสับปะรด 100 tons พบว่า สับปะรดเบอร์ 2 1/2 สามารถนำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้มากที่สุด คือ 33.58 tons รองลงไปคือ สับปะรดเบอร์ 2 1/4 , 2 , us และ 1 1/4 ได้ 32.63, 30.43, 29.81 และ 29.35 tonsโดยสับปะรดเบอร์ 1 นำไปทำเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้น้อยที่สุด คือ 27.74 tons
4. ค่าการสูญเสียพบว่าสับปะรด เบอร์ us มีการสูญเสียมากที่สุดคือ 7.78 tons รองลงไป คือสับปะรดเบอร์ 1 , 2 , 1 1/4 และ 2 1/4 มีการสูญเสีย 4.41 , 4.40 , 3.43 และ 2.47 tons ตามลำดับ โดยที่สับปะรดเบอร์ 2 1/2 มีการสูญเสียน้อยที่สุด คือ 1.42 tons

วิธีการทดลองหาอัตราการทำงานของเครื่อง Ginaca

1. นับจำนวนลูกสับปะรดที่ผ่านเข้าเครื่อง ginaca ภายในเวลา 1 นาที โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละเครื่อง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
2. คำนวณเวลาการทำงานเป็นชั่วโมงเทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่2.10 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่อง ginaca เมื่อสับปะรดเข้า 100 tons ภายในวันที่ 9 ตค. 2540

Ginaga	เบอร์สับปะรด	อัตราเร็วในการทำงาน (จำนวนลูก/ 1 นาที)	จำนวนเวลาการทำงาน(ชม) เทียบกับสับปะรด 100 tons	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท) ต่อสับปะรด 100 tons
2.2	US	83	39.37	158.60
3.1	1	-	-	-
3.2	1	77	29.25	117.83
4.1	1	77	29.25	117.83
4.2	1 1/4	74	23.46	94.51
5.1	1	81	27.81	112.03
5.2	1	80	28.15	113.40
6.1	1 1/4	-	-	-
6.2	2	80	17.12	68.97
7.2	2	79	17.34	69.85
8.1	2	78	17.56	70.74
8.2	2	81	16.91	68.12
9.1	2	80	17.12	68.97
9.2	2	80	17.12	68.97
10.1	2 1/4	80	13.67	55.07
10.2	2 1/4	80	13.67	55.07
11.1	2	80	17.12	68.97
11.2	2	78	17.56	70.74
12.1	2 1/2	73	11.82	47.62
12.2	2 1/2	70	12.33	49.67

- อัตราเร็วการทำงานนี้ นำมาจาก ginaga ferfomance report ของวันที่ 9 ตค. 2540
- อัตราเร็วในการทำงานขึ้นอยู่กับ การปรับตั้งเครื่องมือในแต่ละครั้งของช่างฝ่ายวิศวกรรม ซึ่งจะไม่แตกต่างกันมากนัก

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

กรณี เครื่องginaca ที่ 7.2

ข้อมูลพื้นฐานมีดังนี้

- ขนาดมอเตอร์ของ ginaca = 3 HP
- ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย = 1.8 บาท / KW.HR

1) คำนวณขนาดของมอเตอร์ จากหน่วย HP เป็น KW

ขนาดของมอเตอร์ 1 HP = 0.746 KW

ขนาดของมอเตอร์ 3 HP = (0.746 KW * 3 HP) / 1 HP

= 2.238 KW

2) คำนวณราคาค่าไฟฟ้าของเครื่องginaca ที่ 7.2

ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชม.การทำงาน * ขนาดมอเตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย

= 17.34 (HP / 100TON) * 2.238 (KW) * 1.8 (บาท / KW*HR)

= 69.85 บาท / 100 TON

เพราะฉะนั้น ราคาค่าไฟฟ้าของเครื่องginaca ที่ 7.2 คือ 69.85 บาท / 100 TON

วิธีการทดลองหาอัตราการทำงานของสายพานช่วงที่สับปะรดออกจากเครื่อง Ginaca ไปยังเครื่อง Slicer

1. เริ่มต้นจับเวลาเมื่อ cylinder ชิ้นแรกที่ออกจากเครื่อง ginaca วิ่งลงสู่สายพาน
2. นับจำนวน cylinder ประมาณ 200 ชิ้น เมื่อครบจำนวนแล้ว ให้จับเวลาสุดท้าย เมื่อ cylinder ชิ้นสุดท้ายเข้าสู่เครื่อง slicer
3. ได้เวลาที่ใช้ทั้งหมดเป็นนาที เมื่อจำนวน cylinder ประมาณ 200 ชิ้น วิ่งผ่านสายพานช่วงที่สับปะรดออกจากเครื่อง ginaca ไปจนถึงเครื่อง slicer
4. คำนวณเวลาที่ใช้เป็นชั่วโมง เมื่อสับปะรด 100 tons วิ่งผ่านสายพาน

ตารางที่211 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายพานช่วงที่สับปะรดออกจากเครื่อง ginaga ไปจนถึงเครื่อง slicer โดยคิดเทียบกับเมื่อสับปะรดเข้า 100 tons

line ที่	การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวนลูกสับปะรดที่วิ่งผ่านในเวลาที่ใช้	เวลาที่ใช้ (ชม) ต่อสับปะรด 100 tons	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
L 1	1	3.77	230	57.32	
	2	3.86	203	57.83	
	3	3.44	189	56.18	
เฉลี่ย		3.69	199	57.12	153.40
L 2	1	5.00	203	76.02	
	2	4.67	209	68.96	
	3	5.25	228	71.07	
เฉลี่ย		4.97	213	72.02	193.42
L 3	1	5.70	253	40.38	
	2	5.67	254	40.00	
	3	5.25	253	45.52	
เฉลี่ย		5.54	253	41.97	112.71
L 4	1	3.85	174	39.65	
	2	4.07	203	35.93	
	3	5.27	204	46.30	
เฉลี่ย		4.40	194	40.63	109.12
L 5	1	3.34	206	25.02	
	2	2.86	184	23.99	
	3	3.22	203	24.48	
เฉลี่ย		3.14	198	24.47	65.72
L 6	1	4.94	252	23.17	
	2	4.94	255	22.90	
	3	4.36	225	22.91	
เฉลี่ย		4.75	244	23.00	61.77

line ที่	การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวนลูกสับปะรดที่วิ่งผ่านในเวลาที่ใช้	เวลาที่ใช้ (ชม) ต่อสับปะรด 100 tons	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
L 7	1	4.16	252	23.17	
	2	4.10	255	22.90	
	3	3.49	255	22.91	
เฉลี่ย		3.92	244	23.00	61.77
L 8	1	4.08	201	24.46	
	2	4.00	200	24.23	
	3	3.95	203	22.67	
เฉลี่ย		4.01	201	23.79	63.89
L 9	1	3.89	207	22.21	
	2	3.77	202	22.06	
	3	3.91	205	22.55	
เฉลี่ย		3.80	205	22.27	59.81
L 10	1	4.17	204	18.32	
	2	5.15	204	22.62	
	3	4.24	183	20.76	
เฉลี่ย		4.52	197	20.57	55.24
L 11	1	4.01	200	23.70	
	2	3.03	150	23.88	
	3	4.02	205	23.18	
เฉลี่ย		3.69	185	23.59	63.35
L 12	1	4.45	210	17.28	
	2	4.42	209	17.31	
	3	4.40	208	17.28	
เฉลี่ย		4.42	209	17.29	46.43

<u>หมายเหตุ</u>

- อัตราเร็วการทำงานของสายพานขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ปริมาณคนทำงานในแต่ละ line , ความต่อเนื่องในการปล่อยสับปะรดในแต่ละครั้งและประสิทธิภาพของคนงาน

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

กรณี สายพานใน line ที่ 7

ข้อมูลพื้นฐานมีดังนี้

- ขนาดมอเตอร์ของ สายพาน = 2 HP
- ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย = 1.8 บาท / KW .HR

1) คำนวณขนาดของมอเตอร์ จากหน่วย HP เป็น KW

ขนาดของมอเตอร์ 1 HP = 0.746 KW

ขนาดของมอเตอร์ 2 HP = (0.746 KW * 2 HP) / 1 HP

= 1.492 KW

2) คำนวณราคาค่าไฟฟ้าของสายพาน line ที่ 7

ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชม.การทำงาน * ขนาดมอเตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย

= 23 (HP / 100TON) * 1.492 (KW) * 1.8 (บาท / KW*HR)

= 61.77 บาท / 100 TON

เพราะฉะนั้น ราคาค่าไฟฟ้าของสายพานจากเครื่องginaca ถึงเครื่องslicer ใน line ที่ 7 คือ 61.77 บาท / 100 TON

วิธีการทดลองหาอัตราการทำงานของเครื่อง Slicer

1. นับจำนวน cylinder ที่ผ่านเข้าเครื่อง slicer ภายในเวลา 1 นาที โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละเครื่อง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
2. คำนวณเวลาการทำงานเป็นชั่วโมง เทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่ 2.12 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของเครื่อง slicer และเครื่อง segmentor เมื่อสับประรดเข้า 100 ตัน

LINE ที่	การทดลองครั้งที่	อัตราเร็วในการ ทำงาน (จำนวนลูกต่อ 1 นาที)	อัตราเร็วในการทำงาน (ชม.) ต่อสับประรด 100 ตัน	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
1	1	85	21.08	
	2	95	18.86	
	3	70	25.60	
	4	87	20.60	
	5	88	20.36	
เฉลี่ย		85	21.08	-
2		85	36.31	
		92	33.55	
		83	37.19	
		88	35.48	
		83	37.19	
เฉลี่ย		86.2	35.81	96.17
3	1	88	20.36	
	2	79	22.68	
	3	82	21.85	
	4	89	20.14	
	5	91	19.69	
เฉลี่ย		85.8	20.89	56.10
4	1	79	19.53	
	2	83	18.59	
	3	75	20.58	
	4	80	19.29	
	5	89	17.34	
เฉลี่ย		81.2	19.00	25.51

LINE ที่	การทดลองครั้งที่	อัตราเร็วในการ ทำงาน (จำนวนลูกต่อ 1 นาที)	อัตราเร็วในการทำงาน (ชม.) ต่อสับปะรด 100 ตัน	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
5	1	85	21.08	
	2	85	21.08	
	3	83	21.59	
	4	80	22.40	
	5	87	20.60	
เฉลี่ย		84	21.33	-
6	1	82	14.42	
	2	79	14.96	
	3	70	16.89	
	4	75	15.76	
	5	74	15.97	
เฉลี่ย		76	15.55	20.88
7	1	77	15.35	
	2	73	16.19	
	3	80	14.76	
	4	71	16.65	
	5	70	16.89	
เฉลี่ย		74.2	15.93	-
8	1	69	17.13	
	2	68	17.38	
	3	78	15.15	
	4	80	14.78	
	5	80	14.78	
เฉลี่ย		75	15.76	42.33

LINE ที่	การทดลองครั้งที่	อัตราเร็วในการ ทำงาน (จำนวนลูกต่อ 1 นาที)	อัตราเร็วในการทำงาน (ชม.) ต่อสับประรด 100 ต้น	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
9	1	69	17.13	
	2	72	16.42	
	3	82	14.42	
	4	76	15.55	
	5	77	15.35	
เฉลี่ย		75.2	15.72	-
10	1	68	13.18	
	2	73	12.27	
	3	72	12.45	
	4	80	11.20	
	5	69	12.99	
เฉลี่ย		72.4	12.38	33.25
11	1	77	15.35	
	2	81	14.60	
	3	81	14.60	
	4	79	14.96	
	5	68	17.38	
เฉลี่ย		77.2	15.31	20.56
12	1	58	14.09	
	2	61	13.39	
	3	59	13.85	
	4	60	13.62	
	5	65	12.57	
เฉลี่ย		60.6	13.48	18.10

ตาราง 2.12.1 แสดงขนาดมอเตอร์ของเครื่อง slicer

SLICER	ขนาดของมอเตอร์ (HP)
L1	-
L2	2
L3	2
L4	1
L5	-
L6	1
L7	-
L8	2
L9	-
L10	2
L11	1
L12	1

ตัวอย่างการคำนวณ

กรณี เครื่อง Slicer ใน line ที่ 3

ข้อมูลพื้นฐานมีดังนี้

- ขนาดมอร์เตอร์ของ slicer = 2 HP
- ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย = 1.8 บาท / KW HR

1) คำนวณขนาดของมอร์เตอร์ จากหน่วย HP เป็น KW

ขนาดของมอร์เตอร์ 1 HP = 0.746 KW

ขนาดของมอร์เตอร์ 2 HP = (0.746 KW * 2 HP) / 1 HP

= 1.492 KW

2) คำนวณราคาค่าไฟฟ้าของ slicer line 3

ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชม การทำงาน * ขนาดมอร์เตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วย

= 20.89 (HR / 100 TONS) * 1.492 (KW) * 1.8 (บาท / KW * HR)

= 56.10 บาท / 100 TONS

เพราะฉะนั้นราคาค่าไฟฟ้าของเครื่อง slicer ใน line ที่ 3 คือ 56.10 บาท / 100 TONS

วิธีการทดลองหาอัตราการทำงานของเครื่อง Syruper และ Seamer

1. นับจำนวนครั้งที่ center feed turret หรือ half mould turret ผ่านจุดใดจุดหนึ่งที่สังเกตุได้ง่าย ภายใน 1 นาที จะได้อัตราการทำงานของเครื่องภายใน 1 นาที
2. ทำการทดลอง 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
3. คำนวณอัตราการทำงานของเครื่อง syruper และ seamer เป็นชั่วโมง เทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่ 2.13แสดงขนาดมอเตอร์ในเครื่องจักรแต่ละตัว

seamer, syruper	ขนาดของมอเตอร์	cooker, cooler	ขนาดของมอเตอร์	candrier	ขนาดของมอเตอร์
A 1	6 HP	C 2	7.5 KW	C 1	15 HP
A 3	3 HP	C 3	4 KW	C 3	15 HP
A 7	7.5 KW	C 5	5.5 KW	C 5	15 HP
A 9	4 KW	C 6	5.5 KW	C 6	15 HP
A 12	5.5 KW	C 8	5.5 KW	C 7	9.5 KW
A 13	5.5 KW	C 14	1.5 KW	C 8	15 HP
A 14	5.5 KW	C 15	1.5 KW	C 13	9.5 KW
A 15	5.5 KW	C 17	5 HP	C 14	15 HP
A 17	10 HP			C 15	15 HP
				C 16	15 HP
				C 17	15 HP

ตารางที่ 2.14 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่อง syruper และ seamer เมื่อสับปะรดเข้า 100 ตัน

syruper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A1	108	1	30			
		2	31			
		3	30			
		4	30			
		5	31			
		เฉลี่ย	30	2.15	25.84	208.19
A2	108	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A3	108	1	25			
		2	25			
		3	25			
		4	24			
		5	25			
		เฉลี่ย	25	2.15	31.01	124.92

syruper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A4	30	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A5	30	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A6	20	1	97			
		2	98			
		3	98			
		4	97			
		5	98			
		เฉลี่ย	98	0.385	44.17	ไม่ทราบ

syriper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A7	20	1	109			
		2	109			
		3	109			
		4	108			
		5	109			
		เฉลี่ย	109	0.385	39.72	536.22
A8		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A9	20	1	82			
		2	82			
		3	82			
		4	81			
		5	82			
		เฉลี่ย	82	0.385	52.79	380.09

syruper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A10		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A11		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A12	15	1	124			
		2	124			
		3	124			
		4	123			
		5	124			
		เฉลี่ย	124	0.290	46.35	458.87

syriper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A13		1	112			
		2	112			
		3	113			
		4	112			
		5	112			
		เฉลี่ย	112	0.160	93.01	920.80
A14		1	107			
		2	108			
		3	107			
		4	108			
		5	107			
		เฉลี่ย	107	0.160	97.35	963.77
A15	15	1	104			
		2	104			
		3	104			
		4	104			
		5	105			
		เฉลี่ย	104	0.160	100.16	991.58

syruper, seamer	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
A16		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
A17	108	1	49			
		2	49			
		3	50			
		4	49			
		5	49			
		เฉลี่ย	49	2.15	15.82	212.43

ตัวอย่างการคำนวณ

กรณี syruper และ seamer A1

ข้อมูลพื้นฐาน

- ขนาดของมอเตอร์ 6 HP
- ราคาค่าไฟฟ้า 1 unit 1.8 บาท / KW.HR.

1. คำนวณขนาดของมอเตอร์เปลี่ยนหน่วยจาก HP ไปเป็น KW

   มอเตอร์ขนาด 1 HP มีค่าเท่ากับ 0.746 KW

   มอเตอร์ขนาด 6 HP มีค่าเท่ากับ (0.746 KW * 6 HP) / 1 HP

   = 4.476 KW

2. คำนวณราคาค่าไฟฟ้า

   ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชั่วโมงการทำงาน * ขนาดของมอเตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 unit

   = (25.84 HR / 100 TONS) * (4.476 KW) * (1.8 บาท / KW.HR)

   = 208.19 บาท / 100 TONS

วิธีการทดลอง หาอัตราการทำงานของเครื่อง Cooker และ Cooler

1. นับจำนวนครั้งที่บาร์โซ่ ผ่านจุดใดจุดหนึ่งที่สังเกตได้ง่ายภายในเวลา 1 นาทีจะได้อัตราการทำงานของเครื่องภายใน 1 นาที
2. ทำการทดลอง 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
3. คำนวณหาอัตราการทำงานของเครื่อง Cooker และ Cooler เป็นชั่วโมงเทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่ 2.15 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่อง cooker และ cooler เมื่อสับปะรดเข้า 100 ตัน

cooker cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C1		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C2	108	1	38			
		2	38			
		3	38			
		4	38			
		5	38			
		เฉลี่ย	38	2.15	20.40	275.40
C3	108	1	26			
		2	27			
		3	26			
		4	26			
		5	26			
		เฉลี่ย	26	2.15	29.82	214.70

cooker , cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C4		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C5	30	1	130			
		2	130			
		3	130			
		4	131			
		5	130			
		เฉลี่ย	130	0.560	22.89	226.61
C6	20	1	125			
		2	125			
		3	125			
		4	125			
		5	125			
		เฉลี่ย	125	0.385	34.63	342.84

cooker , cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C7		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C8	20	1	126			
		2	127			
		3	126			
		4	126			
		5	126			
		เฉลี่ย	126	0.385	34.36	340.16
C9	20	1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-

cooker , cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C10		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C11		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C12		1	--	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-

cooker , cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C13		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C14	8	1	120			
		2	120			
		3	120			
		4	120			
		5	120			
		เฉลี่ย	120	0.160	86.87	234.55
C15	15	1	88			
		2	87			
		3	88			
		4	88			
		5	88			
		เฉลี่ย	88	0.290	65.31	170.34

cooker , cooler	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C16		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C17	108	1	56			
		2	55			
		3	55			
		4	55			
		5	55			
		เฉลี่ย	55	2.15	14.09	94.60

ตัวอย่างการคำนวณ

กรณี cooker และ cooler C17

ข้อมูลพื้นฐาน

- ขนาดของมอเตอร์ 5 HP
- ราคาค่าไฟฟ้า 1 unit 1.8 บาท / KW.HR.

1. คำนวณขนาดของมอเตอร์เปลี่ยนหน่วยจาก HP ไปเป็น KW

   มอเตอร์ขนาด 1 HP มีค่าเท่ากับ 0.746 KW

   มอเตอร์ขนาด 5 HP มีค่าเท่ากับ (0.746 KW * 5 HP) / 1 HP

   = 3.73 KW

2. คำนวณราคาค่าไฟฟ้า

   ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชั่วโมงการทำงาน * ขนาดของมอเตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 unit

   = (14.09 HR / 100 TONS) * (3.73 KW) * (1.8 บาท / KW.HR)

   = 94.60 บาท / 100 TONS

วิธีการทดลองหาอัตราการทำงานของเครื่อง Candrier

1. นับจำนวนครั้งที่บาร์โซ่ ผ่านจุดใดจุดหนึ่งที่สังเกตุได้ชัดเจน ภายในเวลา 1 นาที จะได้อัตราการทำงานของเครื่องภายใน 1 นาที
2. ทำการทดลอง 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
3. คำนวณหาอัตราการทำงานของเครื่อง candrier เป็นชั่วโมง เทียบกับสับปะรด 100 tons

ตารางที่ 2.16 แสดงค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่อง . candrier เมื่อสับปะรดเข้า 100 ตัน

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C1	108	1	35			
		2	34			
		3	35			
		4	35			
		5	34			
		เฉลี่ย	35	2.15	22.15	**446.15**
C2		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C3	108	1	34			
		2	34			
		3	34			
		4	34			
		5	34			
		เฉลี่ย	34	2.15	22.80	**459.24**

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C4		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C5	30	1	40			
		2	39			
		3	40			
		4	40			
		5	40			
		เฉลี่ย	40	0.560	74.40	1,498.56
C6	20	1	134			
		2	135			
		3	134			
		4	134			
		5	134			
		เฉลี่ย	134	0.385	32.31	650.79

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C7	20	1	135			
		2	134			
		3	135			
		4	135			
		5	134			
		เฉลี่ย	135	0.385	32.07	548.40
C8	20	1	168			
		2	167			
		3	168			
		4	168			
		5	168			
		เฉลี่ย	168	0.385	25.77	519.06
C9		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C10		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C11		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-
C12		1	-	-	-	-
		2	-	-	-	-
		3	-	-	-	-
		4	-	-	-	-
		5	-	-	-	-
		เฉลี่ย	-	-	-	-

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C13	8	1	167			
		2	168			
		3	168			
		4	168			
		5	168			
		เฉลี่ย	168	0.160	62.00	1,060.20
C14	8	1	148			
		2	147			
		3	147			
		4	147			
		5	147			
		เฉลี่ย	147	0.160	70.86	1,427.26
C15	15	1	165			
		2	164			
		3	165			
		4	165			
		5	165			
		เฉลี่ย	165	0.290	34.83	701.55

candrier	# กระป๋อง (oz)	การทดลองครั้งที่	จำนวนกระป๋อง / 1 นาที	น้ำหนักผลิตภัณฑ์(กก.)/กระป๋อง	อัตราการทำงาน(ชม.) เทียบกับสับปะรด 100ตัน	ค่าไฟฟ้า (บาท)เทียบกับสับปะรด100 ตัน
C16	8	1	189			
		2	190			
		3	190			
		4	190			
		5	190			
		เฉลี่ย	190	0.160	54.82	1,104.18
C17	108	1	67			
		2	66			
		3	67			
		4	67			
		5	67			
		เฉลี่ย	67	2.15	11.57	233.04

ตัวอย่างการคำนวณ

กรณี eandrier C1

ข้อมูลพื้นฐาน

- ขนาดของมอเตอร์ 15 HP
- ราคาค่าไฟฟ้า 1 unit 1.8 บาท / KW.HR.

1. คำนวณขนาดของมอเตอร์เปลี่ยนหน่วยจาก HP ไปเป็น KW

   มอเตอร์ขนาด 1 HP มีค่าเท่ากับ 0.746 KW

   มอเตอร์ขนาด 15 HP มีค่าเท่ากับ (0.746 KW * 15 HP) / 1 HP

   = 11.19 KW

2. คำนวณราคาค่าไฟฟ้า

   ราคาค่าไฟฟ้า = จำนวนชั่วโมงการทำงาน * ขนาดของมอเตอร์ * ราคาค่าไฟฟ้าต่อ 1 unit

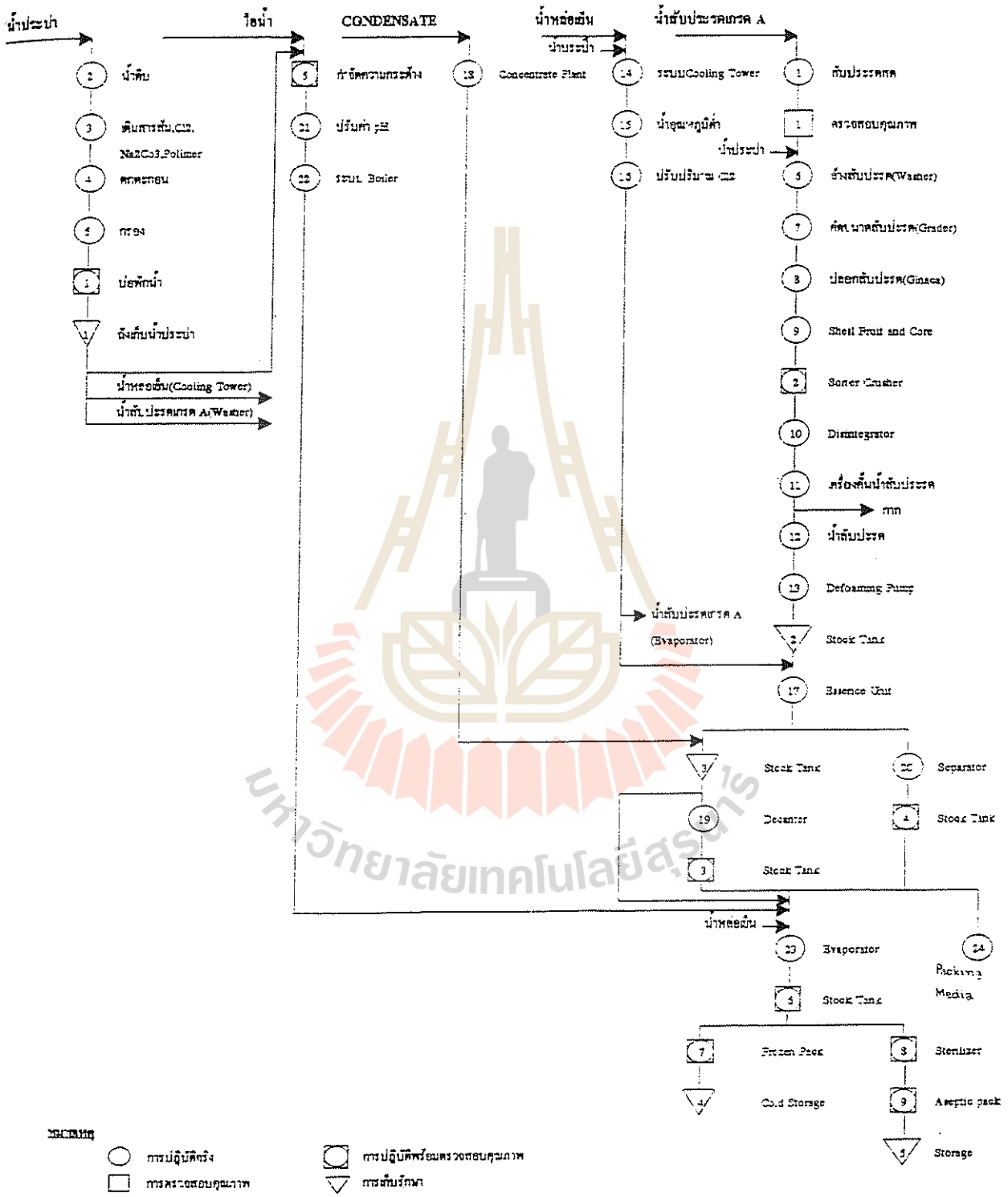
   = (22.15 HR / 100 TONS) * (11.19 KW) * (1.8 บาท / KW.HR)

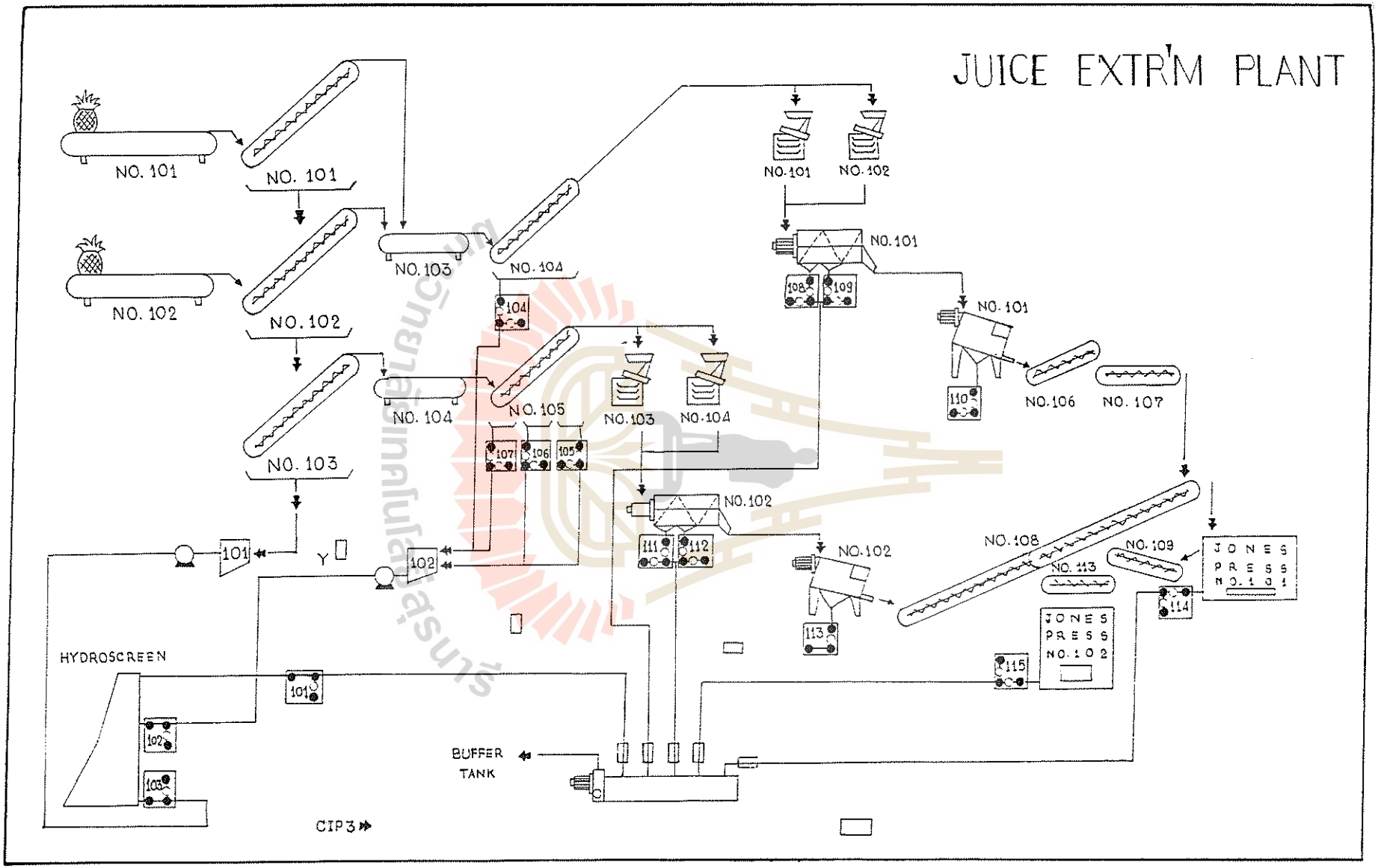
   = 446.15 บาท / 100 TONS

3

การคำนวณหาประสิทธิภาพอัตราการทำงานของเครื่องต้นน้ำและเครื่องระเหยในกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น เกรด A และ B

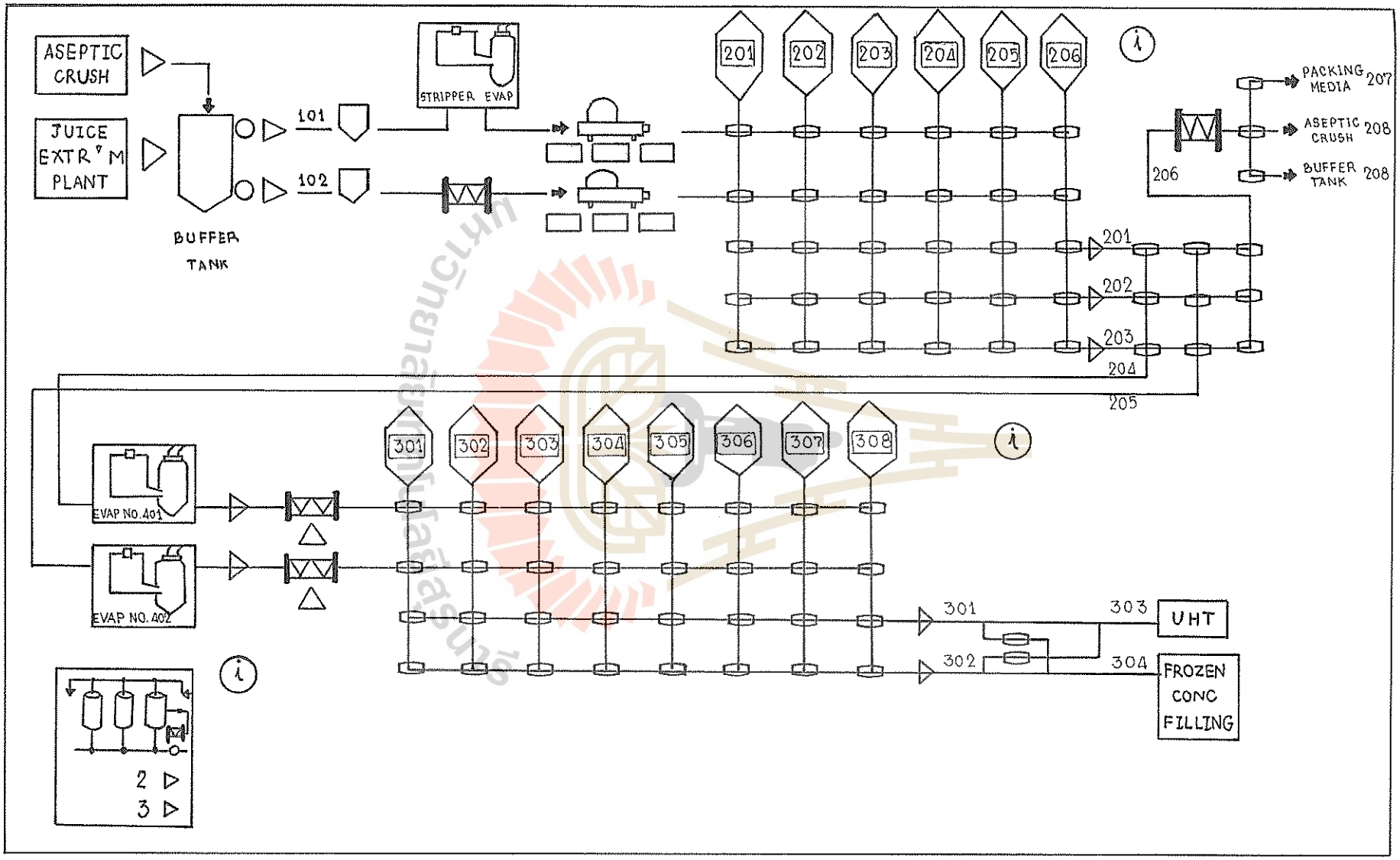
OPERATION FLOW PROCESS CHART OF GRADE A JUICE PROCESSING



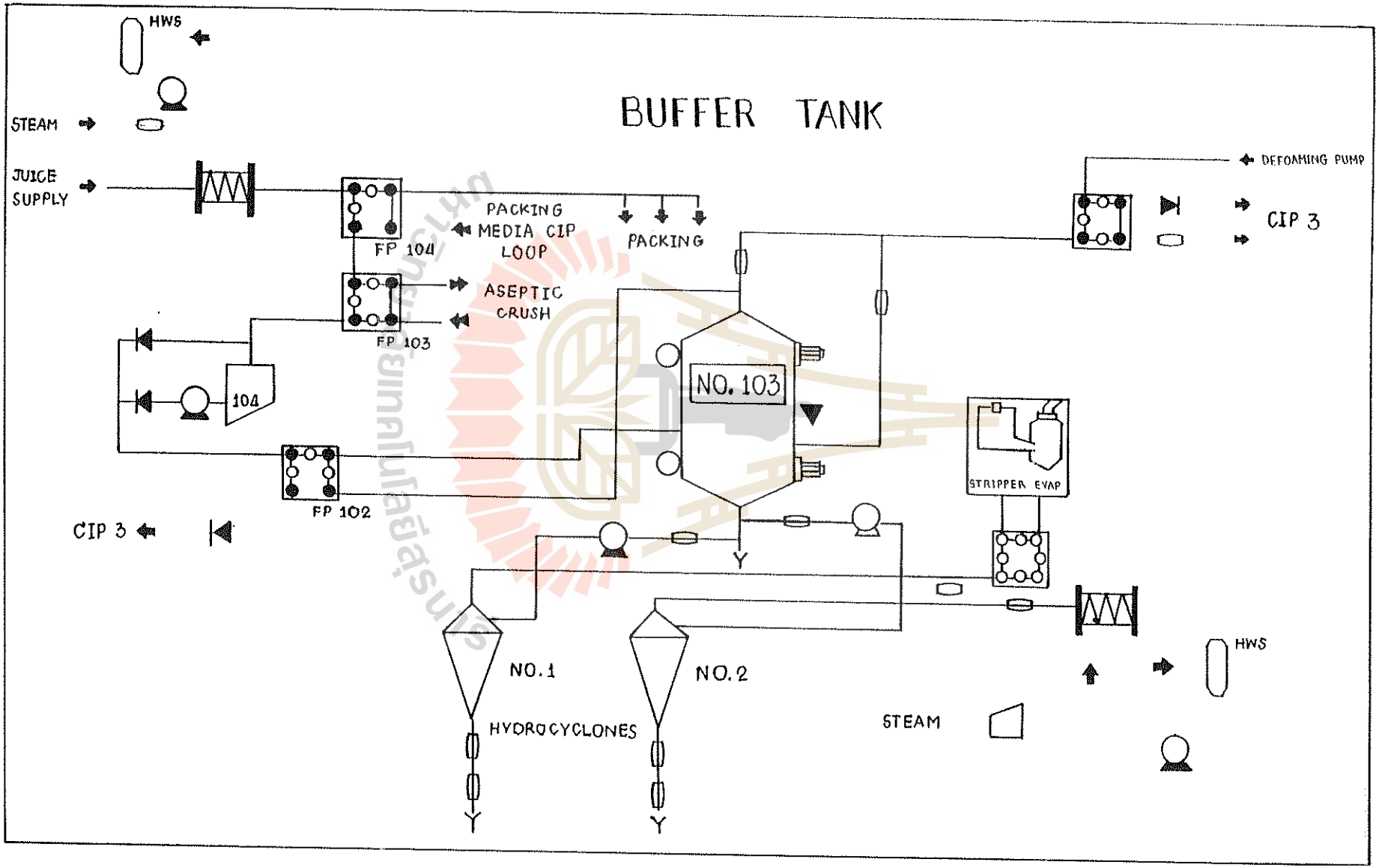


รูปที่ 3.1

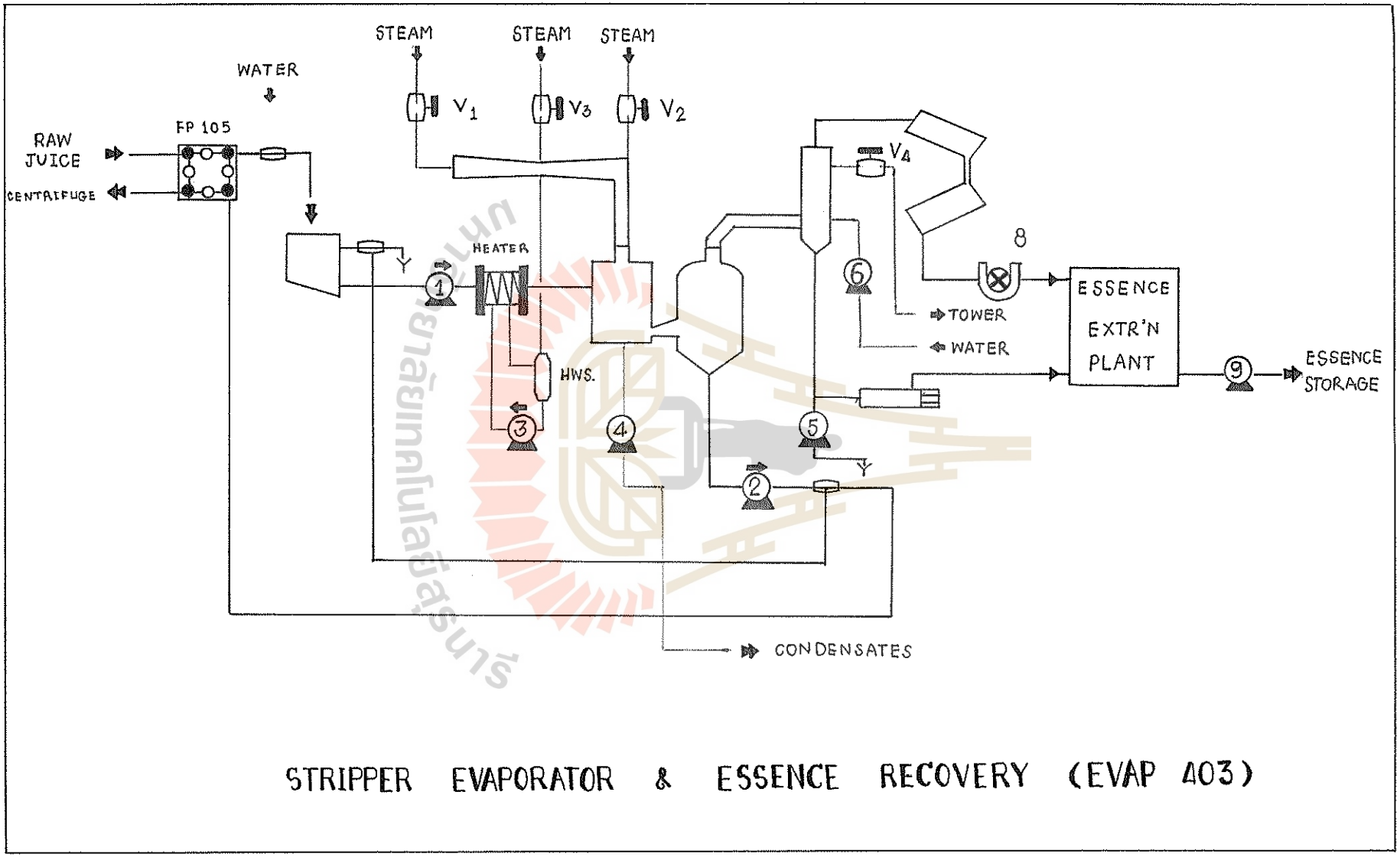
หมายเหตุ ปัจจุบัน (ต.ค. 2540) มีเครื่องคั้นน้ำ jone press ตัวใหม่เพิ่มขึ้นอีก 2 ตัว


ASEPTIC CRUSH
JUICE EXTR'M PLANT
BUFFER TANK
101
102
STRIPPER EVAP
201
202
203
204
205
206
PACKING MEDIA 207
ASEPTIC CRUSH 208
BUFFER TANK 208
206
201
202
203
204
205
301
302
303
304
305
306
307
308
EVAP NO.401
EVAP NO.402
301
302
303
304
UHT
FROZEN CONC FILLING
2
3

รูปที่ 3.2

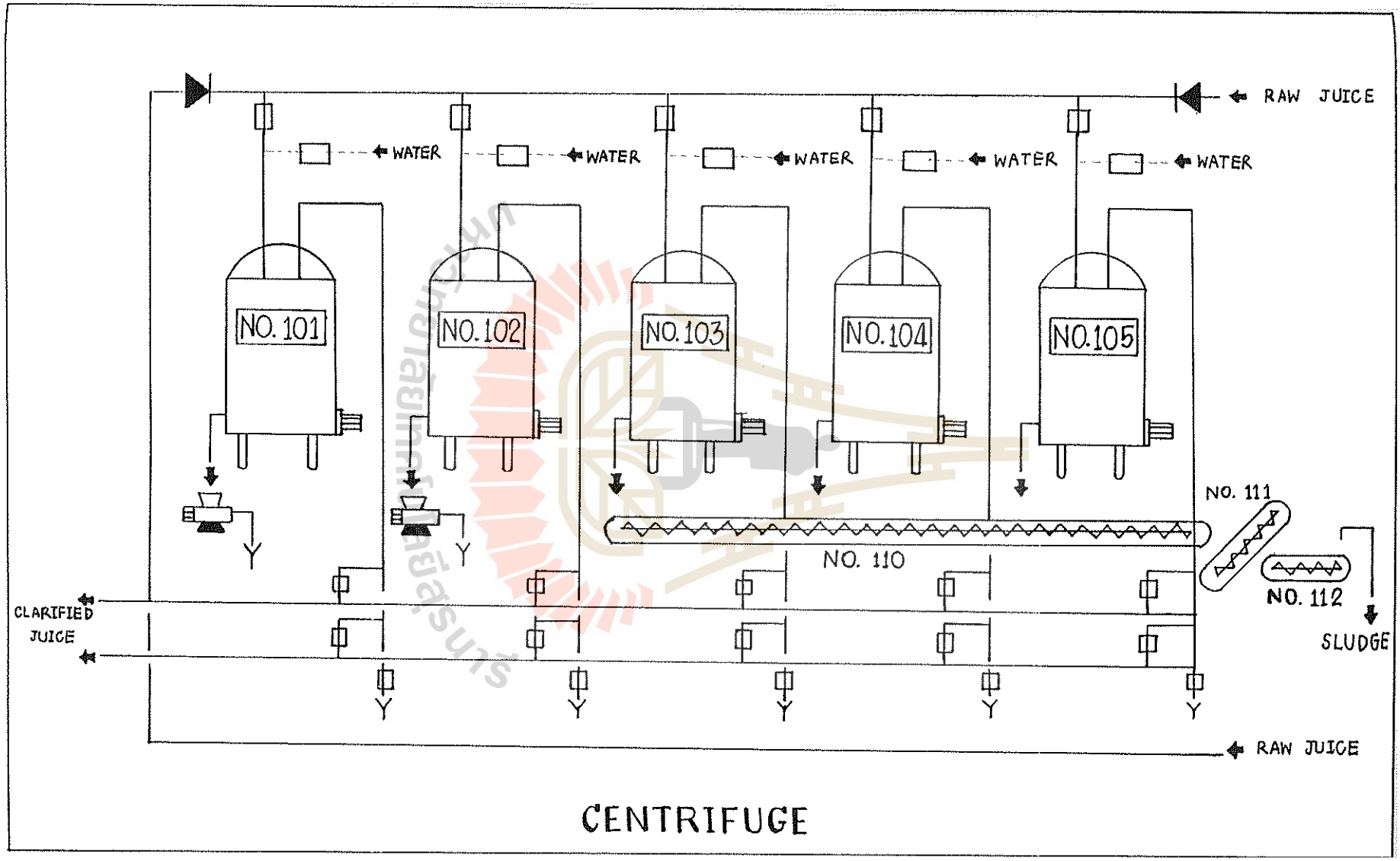

BUFFER TANK
HWS
STEAM
JUICE SUPPLY
FP 104
PACKING MEDIA CIP LOOP
PACKING
ASEPTIC CRUSH
FP 103
104
FP 102
CIP 3
NO. 103
Y
DEFOAMING PUMP
CIP 3
STRIPPER EVAP
NO. 1
NO. 2
HYDROCYCLONES
Y
Y
STEAM
HWS

รูปที่ 3.3

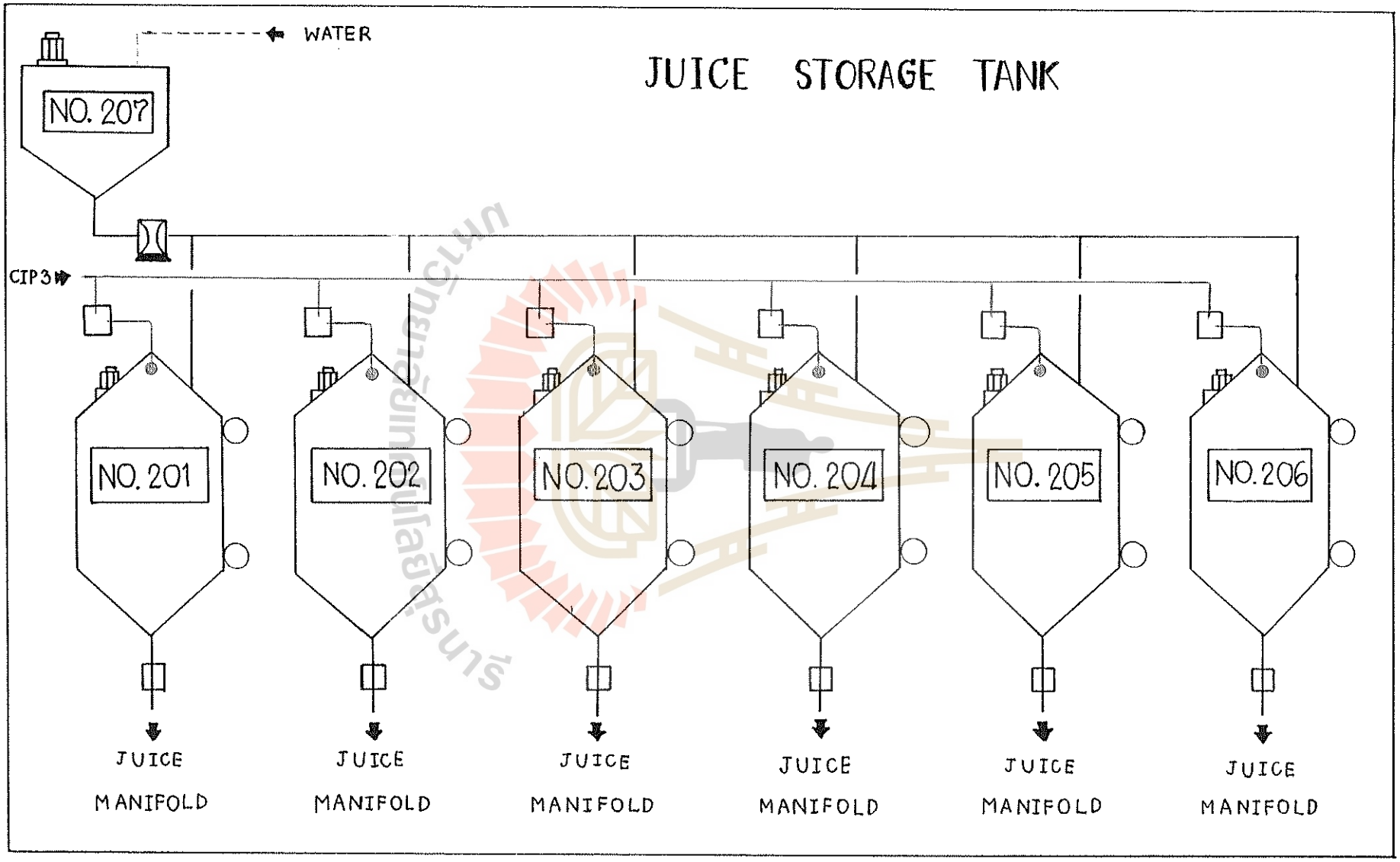


STRIPPER EVAPORATOR & ESSENCE RECOVERY (EVAP 403)

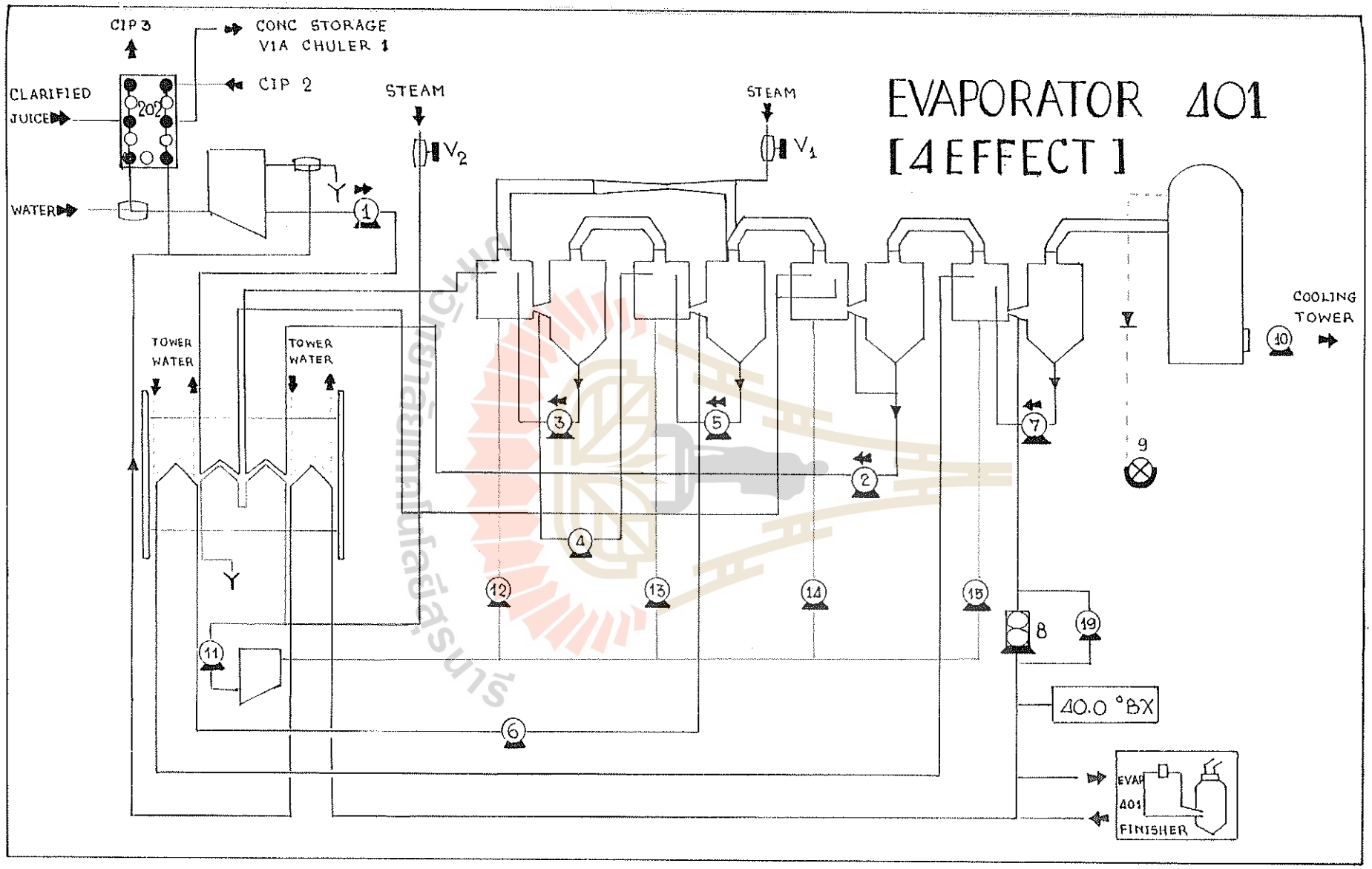
รูปที่ 3.4


RAW JUICE
WATER
WATER
WATER
WATER
WATER
NO. 101
NO. 102
NO. 103
NO. 104
NO. 105
NO. 111
NO. 110
NO. 112
CLARIFIED JUICE
SLUDGE
RAW JUICE
CENTRIFUGE

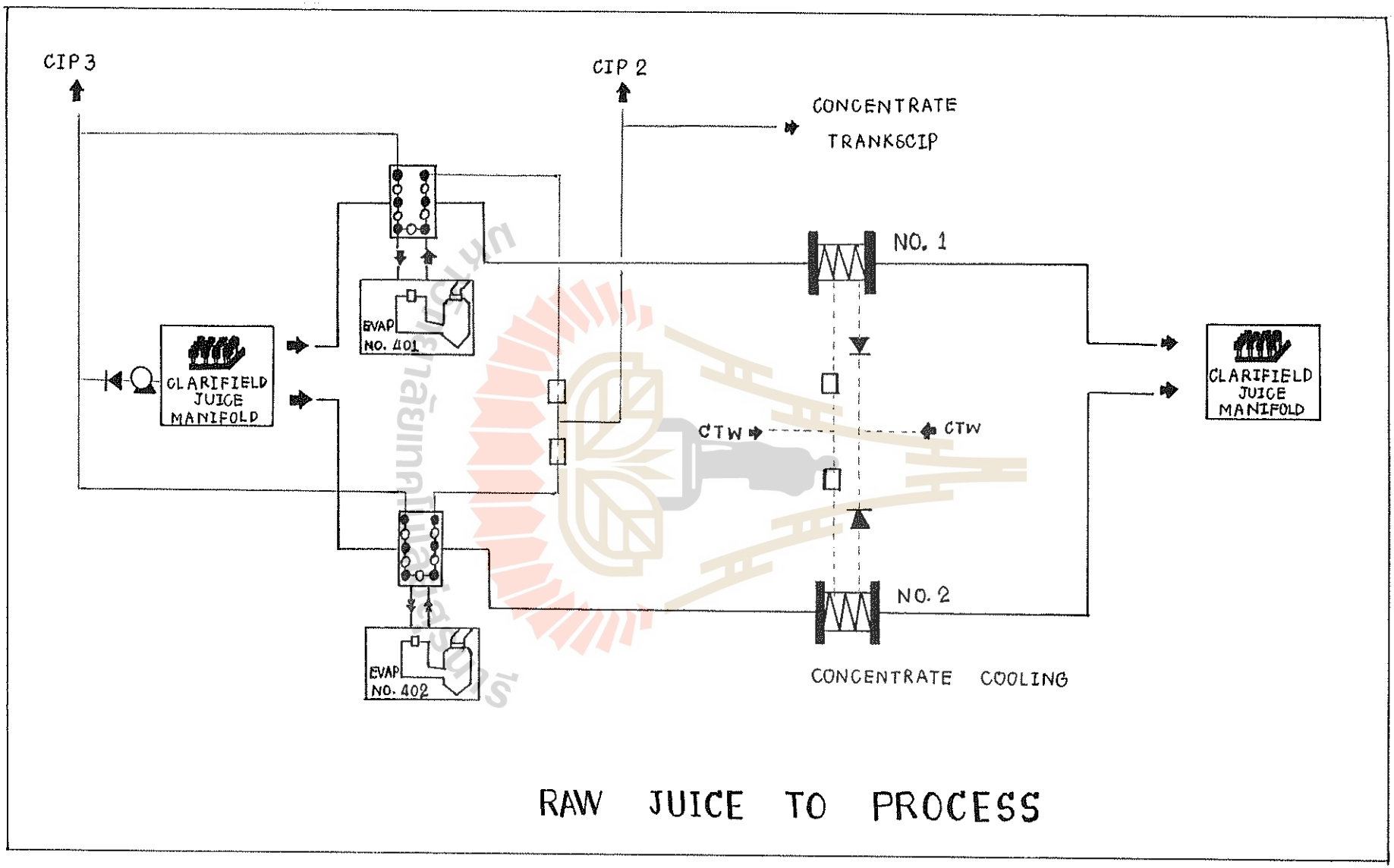
รูปที่ 3.5


JUICE STORAGE TANK
WATER
NO. 207
CIP3
NO. 201
NO. 202
NO. 203
NO. 204
NO. 205
NO. 206
JUICE MANIFOLD
JUICE MANIFOLD
JUICE MANIFOLD
JUICE MANIFOLD
JUICE MANIFOLD
JUICE MANIFOLD

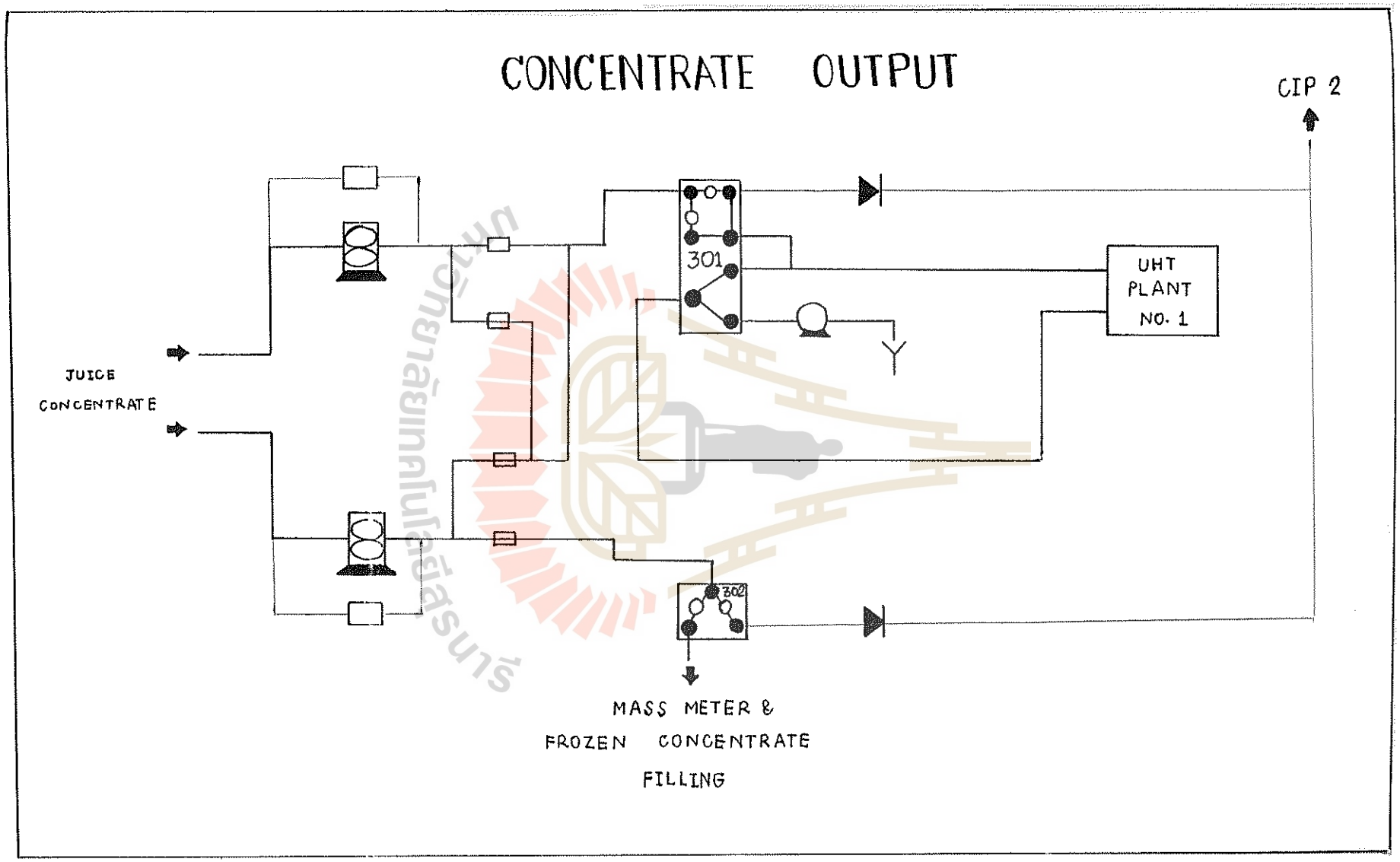
รูปที่ 3.6


EVAPORATOR 401
[4 EFFECT]
CIP 3
CONC STORAGE
VIA CHULER 1
CIP 2
CLARIFIED
JUICE
202
WATER
STEAM
V2
STEAM
V1
TOWER
WATER
TOWER
WATER
COOLING
TOWER
40.0 °BX
EVAP
401
FINISHER

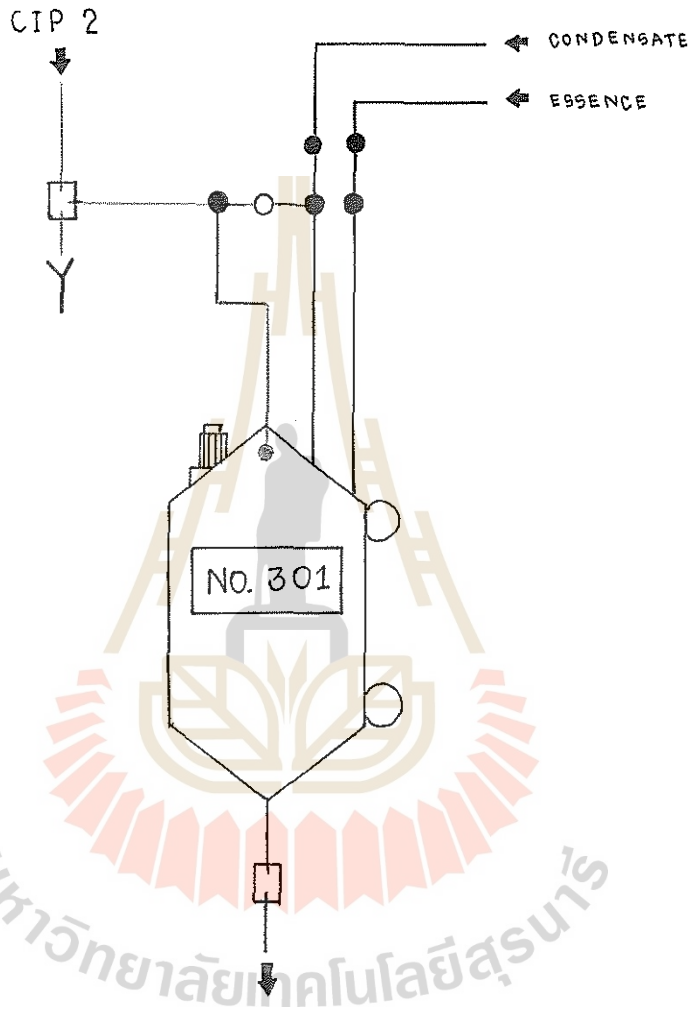
รูปที่ 3.7


CIP 3
CIP 2
CONCENTRATE
TRANKSCIP
NO. 1
EVAP
NO. 401
CLARIFIELD
JUICE
MANIFOLD
CTW
CTW
CLARIFIELD
JUICE
MANIFOLD
NO. 2
EVAP
NO. 402
CONCENTRATE COOLING
RAW JUICE TO PROCESS

รูปที่ 3.8

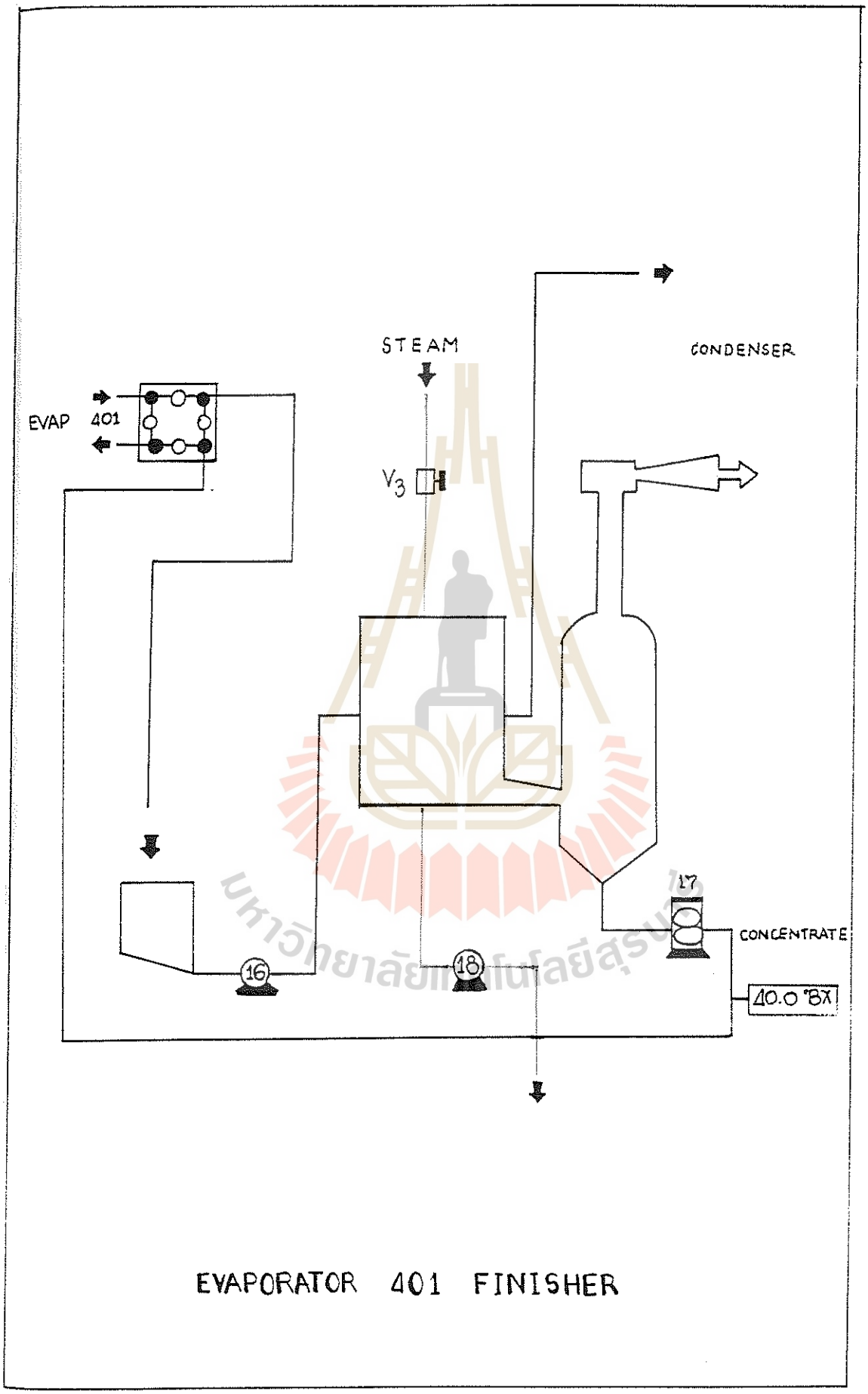

CONCENTRATE OUTPUT
CIP 2
JUICE
CONCENTRATE
301
302
UHT
PLANT
NO. 1
MASS METER &
FROZEN CONCENTRATE
FILLING

รูปที่ 3.9



CONCENTRATE TANK 301

รูปที่ 3.10


STEAM
CONDENSER
EVAP
401
V3
17
CONCENTRATE
16
18
40.0 °BX
EVAPORATOR 401 FINISHER

รูปที่ 3.11

FIG 3.1 GINACA PERFORMANCE REPORT

			FEEDER EFF	GINACA EFF	LINE EFF
DAY :	Thuesday	1 Tall	55.59%	81.47%	45.29%
DATE :	9 October 1997	2 Tall	99.05%	60.36%	59.78%
SHIFT :	1	2-1/2 Tall	94.82%	10.77%	10.21%
OPER. HRS :	9.75	COMBINNED	72.21%	67.03%	48.40%
AVG # LINES	20	Tons Processed :	552.425		
NO FRUIT :	0 MINUTES	REMARK			

Ton By Fruit Size	
3/4T	1.48
1T	23.20
1 1/4T	10.61
2T	48.95
2 1/4T	12.87
2 1/2T	2.90

Ave.Wt.Fruit	
3/4T	0.510
1T	0.779
2T	1.270
2 ½T	1.931
	1.12

GINACA SIZE	MACHINE NUMBER	SPEED	ASSIGNED RUN TIME (HOURS)	LUNCH BREAK (MIN)	TIME ON LINE (HRS)	NO FRUIT (MIN)	OTHER LOST TIME (MIN)	GINACA RUN TIME (HRS)	MAX PINE COUNT	ACTUAL PINE COUNT	MACHINE NUMBER	FEEDER EFF.	GINACA EFF	LINE EFF	Ave.Wt (Kg)	Cal.Wt. (Ton)	Actual (Ton)
3/4 Tall																	
Pieces	2.2	83	10.75	60	9.75		385	3.33	16,600	16,538	2.2	99.63%	34.19%	34.06%	0.510	8.434	8.151
1Tall																	
Slice +Chunk	3.1	80	10.75	60	9.75		92	8.22	39,440	39,331	3.1	99.72%	84.27%	84.04%	0.74	29.105	28.128
Slice +Chunk	3.2	77	10.75	60	9.75		140	7.42	34,265	34,216	3.2	99.86%	76.07%	75.96%	0.74	25.320	24.470
Slice +Chunk	4.1	77	10.75	60	9.75		145	7.33	33,880	33,855	4.1	99.93%	75.21%	75.16%	0.74	25.053	24.212
Slice +Chunk	4.2	74	10.75	60	9.75		60	8.75	38,850	38,793	4.2	99.85%	89.74%	89.61%	0.960	37.241	35.992
Slice +Chunk	5.1	81	10.75	60	9.75		223	6.03	29,322	29,195	5.1	99.57%	61.88%	61.61%	0.74	21.604	20.879
Slice +Chunk	5.2	80	10.75	60	9.75		21	9.40	45,120	42,628	5.2	94.48%	96.41%	91.09%	0.74	31.545	30.486
Slice +Chunk	6.1	80	10.75	60	9.75		279	5.10	24,480	24,375	6.1	99.57%	52.31%	52.08%	0.960	23.400	22.615
SUB TOT 1 Tall			129	480	121	0	1,345	99	465,777	258,931		55.59%	81.47%	45.29%		201.70	194.935
2Tall																	
Slice	6.2	80	10.75	60	9.75		92	8.22	39,440	39,336	6.2	99.74%	84.27%	84.05%	1.217	47.872	46.266
Slice	7.2	79	10.75	60	9.75		126	7.65	36,261	35,980	7.2	99.23%	78.46%	77.85%	1.217	43.788	42.319
Slice	8.1	78	10.75	60	9.75		155	7.17	33,540	33,306	8.1	99.30%	73.50%	72.99%	1.217	40.533	39.175
Slice	8.2	81	10.75	60	9.75		201	6.40	31,104	30,735	8.2	98.81%	65.64%	64.86%	1.217	37.404	36.150
Slice	9.1	80	10.75	60	9.75		292	4.88	23,440	23,179	9.1	98.89%	50.09%	49.53%	1.217	28.209	27.262
Slice	9.2	80	10.75	60	9.75		183	6.70	32,160	31,871	9.2	99.10%	68.72%	68.10%	1.217	38.787	37.486
Slice	10.1	80	10.75	60	9.75		85	8.33	40,000	39,759	10.1	99.40%	85.47%	84.96%	1.524	60.593	58.560
Slice	10.2	80	10.75	60	9.75		474	1.85	8,880	8,511	10.2	95.84%	18.97%	18.19%	1.524	12.971	12.536
Slice	11.1	80	10.75	60	9.75		478	1.78	8,560	8,316	11.1	97.15%	18.29%	17.77%	1.217	10.121	9.781
Slice	11.2	78	10.75	60	9.75		233	5.67	27,456	27,176	11.2	98.98%	60.17%	59.56%	1.217	33.073	31.964
SUB TOT 2 Tall			108	600	98	0	2,319	59	280,841	278,169		99.05%	60.36%	59.78%		353.35	341.495
2 ½Tall																	
Slice	12.1	73	10.75	60	9.75		512	1.22	5,329	5,055	12.1	94.86%	12.48%	11.84%	1.931	9.761	9.434
Slice	12.2	70	10.75	60	9.75		532	0.88	3,710	3,516	12.2	94.77%	9.06%	8.59%	1.931	6.789	6.562
SUB TOT 2 ½ Tall			22	120	20	0	1,044	2	9,039	8,571		94.82%	10.77%	10.21%		16.55	15.995
GRAND TOTALS			258	1,200	238	0	4,708	160	755,657	545,671					1,042	574.503	[illegible]

ตารางที่3.2 แสดงน้ำหนักรวมของสับปะรดเบอร์ต่าง ๆที่เข้าสู่กระบวนการผลิตภายในวันที่ 9 ต.ค. 40

เบอร์สับปะรด	ginaca ที่	น้ำหนักสับปะรดจริงที่เข้าสู่ใน line	เบอร์สับปะรด	ginaca ที่	น้ำหนักสับปะรดจริงที่เข้าสู่ใน line
us	2.2	8.15	2	8.1	39.17
	รวม	8.15		8.2	36.15
1	3.1	28.13		9.1	27.26
	3.2	24.47		9.2	37.49
	4.1	24.21		11.1	9.78
	5.1	20.88		11.2	31.96
	5.2	30.49		รวม	270.40
	รวม	128.18	2 ¼	10.1	58.56
1 ¼	4.2	35.99		10.2	12.54
	6.1	22.62		รวม	71.10
	รวม	58.61	2 ½	12.1	9.43
2	6.2	46.27		12.2	6.56
	7.2	42.32		รวม	16.00

<u>หมายเหตุ</u>

ข้อมูลที่ได้มาจาก Ginaca Performance Report โดยจาก Report ดังกล่าวพบข้อมูลที่ผิดพลาด ดังนี้

1) ผลรวมของสับปะรดเบอร์ 1 Tall ต้องเป็น 164.167 tons

2) ผลรวมของสับปะรดเบอร์ 2 Tall ต้องเป็น 341.497 tons

3) ผลรวมของสับปะรดเบอร์ 2 Tall ต้องเป็น 15.996 tons

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักจริงของสับปะรดที่เข้าไปในแต่ละกระบวนการผลิตในวันที่ 9 ต.ค. 2540

เบอร์สับปะรด	ชนิดผลิตภัณฑ์	น้ำหนักสับปะรดคิดเทียบ 100 ตัน	น้ำหนักจริงที่เข้ากระบวนการผลิตเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ ใน1วัน
US	A	15.37	1.25
	B	47.04	3.83
	C	29.81	2.43
	loss	7.78	0.63
	รวม	100.00	8.15
1	A	35.81	45.90
	B	32.04	41.07
	C	27.74	35.56
	loss	4.41	5.65
	รวม	100.00	128.18
1 ¼	A	37.78	22.14
	B	29.44	17.25
	C	59.35	17.20
	loss	3.43	2.01
	รวม	100.00	58.61
2	A	39.50	106.81
	B	25.67	69.41
	C	30.43	82.28
	loss	4.40	11.90
	รวม	100.00	270.40
2 ¼	A	38.12	27.10
	B	21.40	15.22
	C	32.63	23.20
	loss	7.85	5.58
	รวม	100.00	71.10

เบอร์สับปะรด	ชนิดผลิตภัณฑ์	น้ำหนักสับปะรดคิดเทียบ 100 ตัน	น้ำหนักจริงที่เข้ากระบวนการผลิตเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ ใน1วัน
2 ½	A	40.98	6.56
	B	24.02	3.84
	C	33.58	5.37
	loss	1.42	0.23
	รวม	100.00	16.00

<u>หมายเหตุ</u>

A = น้ำสับปะรดเข้มข้นเกรดเอ

B = น้ำสับปะรดเข้มข้นเกรดบี

C = solid pack

<u>ตัวอย่างการคำนวณน้ำหนักสับปะรดตั้งต้นแต่ละเบอร์ที่จะเข้าไปทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a,b</u>

ข้อมูลจาก GINACA PERFORMANCE REPORT ของวันที่ 9 ตุลาคม 2540

1. สับปะรดเบอร์ US

1.1) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 15.37 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 8.15 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้(15.37 * 8.15)/100

= 1.25 tons

1.2) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 47.04 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 8.15 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(47.04*8.15)/100

= 3.83 tons

2. สับปะรดเบอร์ 1

2.1) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเข้มข้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 35.81 tons

น้ำหนักสับปะรดเข้มข้น128.18tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(35.81*128.18)/100

= 45.90 tons

2.2) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 32.04 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น128.18 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(32.04*128.18)/100

= 41.07 tons

3. สับปะรดเบอร์ 1

3.1) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 37.78 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 58.61 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(37.78*58.61)/100

= 22.14 tons

3.2) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 29.44 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 58.61 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(29.44*58.61)/100

= 17.25 tons

4. สับปะรดเบอร์ 2

4.1) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 39.50 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น270.40tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้(39.50*270.40)/100

= 106.81 tons

4.2) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 25.67 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น270.40tonsทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(25.67*270.40)/100

= 69.41 tons

5. สับปะรดเบอร์ 2

5.1) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 38.12 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 71.10 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้(38.12*71.10)/100

= 27.10 tons

5.2) น้ำหนักสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 21.40 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 71.10 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้(21.40*71.10)/100

= 15.22 tons

6. สับปะรดเบอร์ 2

6.1) น้ำหนักสับปะรดเข้มข้น grade a

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้ 40.98 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 16.00 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ได้(40.98*16.00)/100

= 6.56 tons

6.2) น้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 100 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ได้ 24.02 tons

น้ำหนักสับปะรดเริ่มต้น 16.00 tons ทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade bได้(24.02*16.00)/100

= 3.84 tons

7) ปริมาณสับปะรดเริ่มต้นที่เข้าทำน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด A ใน 1 วัน

1.25 + 45.90 + 22.14 + 106.81 + 27.10 + 6.56 = 209.76 tons

จากตาราง Ginaca performance report ในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

มีการผลิต 9.75 ชม.

เพราะฉะนั้น อัตราการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด A = 209.76 tons / 9.75 ชม.

= 21.51 tons / ชม.

8) ปริมาณสับปะรดเริ่มต้นที่เข้าทำน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด B ใน 1 วัน

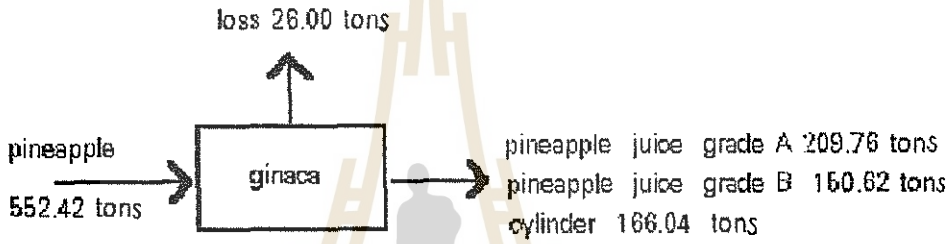
3.83 + 41.07 + 17.25 + 69.41 + 15.22 + 3.84 = 150.62 tons

จากตาราง Ginaca performance report ในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

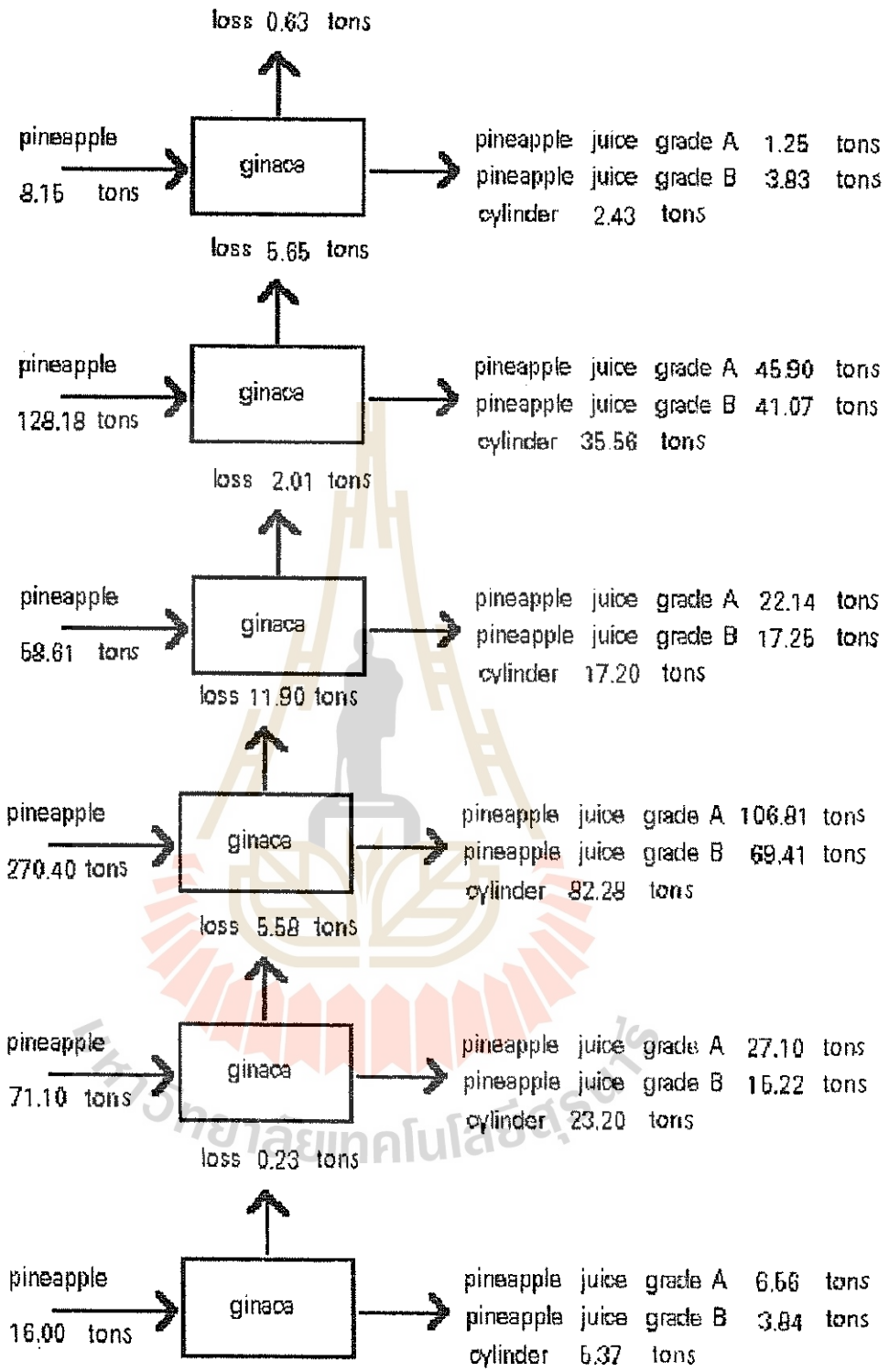
มีการผลิต 9.75 ชม.

เพราะฉะนั้น อัตราการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นเกรด B = 150.62 tons / 9.75 ชม.

= 15.45 tons / ชม.



รูปที่ 3.12 แสดงองค์ประกอบการไหลของวัสดุในกระบวนการแยกชิ้นส่วนด้วยเครื่อง ginaca ของสับปะรดทั้งหมดภายใน 8 ตุลาคม 2540



รูปที่ 3.13 แสดงองค์ประกอบและการไหลของวัสดุในกระบวนการแยกชิ้นส่วนด้วยเครื่อง ginaca ของสับปะรดแต่ละเบอร์ ภายในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคำนวณสมดุลมวลของเครื่องต้นน้ำและเครื่อง Evaporator
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องต้นน้ำสับปะรดทั้ง 2 grade
3. เพื่อศึกษาปริมาณการสูญเสียและเสนอแนวทางแก้ไข

วิธีการทดลอง

1. เครื่องคั้นน้ำ Brown
   1.1 เก็บตัวอย่างสับปะรดก่อนเข้าเครื่องคั้นน้ำ Brown โดยเก็บในส่วนที่สับปะรดออกมาจากเครื่องตีแหลกแล้ว
   1.2 เก็บตัวอย่างสับปะรดหลังออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown โดยเก็บสับปะรดในส่วนที่ออกมาจากเครื่องทันทีก่อนหล่นลง screw convenyer
2. เครื่องคั้นน้ำ Jone
   2.1 ข้อมูลของตัวอย่างก่อนเข้าเครื่องคั้นน้ำ Jone จะใช้ข้อมูลเดียวกันกับ 1.2 คือ ตัวอย่างที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown นั่นเอง เพราะเครื่องมือที่ใช้มีการติดตั้งที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ
   2.2 เก็บตัวอย่างสับปะรดหลังออกจากเครื่องคั้นน้ำ Jone โดยเก็บทันทีที่สับปะรดออกจากเครื่องก่อนหล่นลง screw convenyer
3. หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น
   3.1 ชั่งน้ำหนัก plate เปล่า + ฝา ก่อนอบ บันทึกผล
   3.2 ใส่ตัวอย่างลง plate แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกผล
   3.3 นำ plate เข้าตู้อบโดยเปิดฝาไว้ อบที่อุณหภูมิประมาณ 55 °c เป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง หรือ จนตัวอย่างแห้งสนิท
   3.4 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก plate + ฝา อีกครั้ง บันทึกผล
   3.5 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Brown 101 ตัวแรกในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	77.02	10.60	87.62	78.59	9.03	85.19
2	66.35	10.62	76.97	67.89	9.08	85.50
3	76.98	9.45	86.43	78.34	8.09	85.61
4	70.17	10.59	80.76	71.62	9.14	86.31
5	70.20	9.50	79.70	71.60	8.10	85.26
6	77.13	10.12	87.25	78.64	8.61	85.08

เฉลี่ย 85.49

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Brown 101 ตัวที่สองในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น *grade a*

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	76.87	9.63	86.50	78.38	8.12	84.32
2	74.40	10.59	84.99	76.05	8.94	84.42
3	65.88	9.93	75.81	67.40	8.41	84.69
4	77.45	10.46	87.91	79.03	8.88	84.89
5	74.01	10.08	84.09	75.58	8.51	84.42
6	66.37	11.50	77.87	68.10	9.77	84.96

เฉลี่ย 84.62

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่องJone 102 ตัวเก่าในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	77.12	10.13	87.25	78.93	8.32	82.13
2	70.20	9.74	79.94	71.93	8.01	82.24
3	70.18	9.99	80.17	71.97	8.20	82.08
4	76.99	9.88	86.87	78.75	8.12	82.19
5	77.08	10.28	87.36	78.92	8.44	82.10
6	66.37	9.99	76.36	68.11	8.25	82.58

เฉลี่ย 82.22

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่องJone 102 ตัวเก่า ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	74.01	10.42	84.43	76.69	7.74	74.28
2	66.33	10.11	76.44	68.94	7.50	74.18
3	69.70	9.72	79.42	72.26	7.16	73.66
4	74.40	10.42	84.82	77.18	7.64	73.32
5	69.68	9.53	79.21	72.12	7.09	74.40
6	64.06	10.78	74.84	66.85	7.99	74.12

เฉลี่ย 73.99

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดออกจาก เครื่องJone 102 ตัวใหม่ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	65.59	10.20	75.79	68.48	7.31	71.67
2	75.52	9.95	85.47	78.36	7.11	71.46
3	76.70	10.41	87.11	79.53	7.58	72.81
4	70.35	10.62	80.97	73.32	7.65	72.03
5	67.37	9.70	77.07	70.05	7.02	72.37
6	64.23	9.83	74.06	66.97	7.09	72.13

เฉลี่ย 72.08

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Brown 102 ตัวแรกในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	69.41	10.09	79.50	70.91	8.59	85.13
2	74.67	10.02	84.69	76.12	8.57	85.53
3	73.77	9.67	83.44	75.11	8.33	86.14
4	66.54	10.36	76.90	68.00	8.90	85.91
5	70.31	9.99	80.30	71.74	8.56	85.69
6	69.33	10.12	79.45	70.84	8.61	85.08

เฉลี่ย 85.58

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Brown 102 ตัวที่สองในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	65.50	10.01	75.51	67.20	8.31	83.02
2	70.30	9.91	80.21	72.01	8.20	82.74
3	73.74	9.78	83.52	75.43	8.09	82.72
4	70.33	9.91	80.24	72.05	8.19	82.64
5	69.21	10.69	79.90	71.01	8.89	83.16
6	77.62	9.68	87.30	79.25	8.05	83.16

เฉลี่ย 82.91

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่องJone 105 ตัวเก่าในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	73.75	10.13	83.88	76.16	7.72	76.21
2	70.31	10.65	80.96	72.85	8.11	76.15
3	76.71	9.63	86.34	78.86	7.48	77.67
4	70.69	9.55	84.24	76.82	7.42	77.70
5	74.67	10.10	84.77	76.99	7.78	77.03
6	65.60	10.24	75.84	67.96	7.88	76.95

เฉลี่ย 76.95

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้าเครื่องJone 105 ตัวใหม่ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

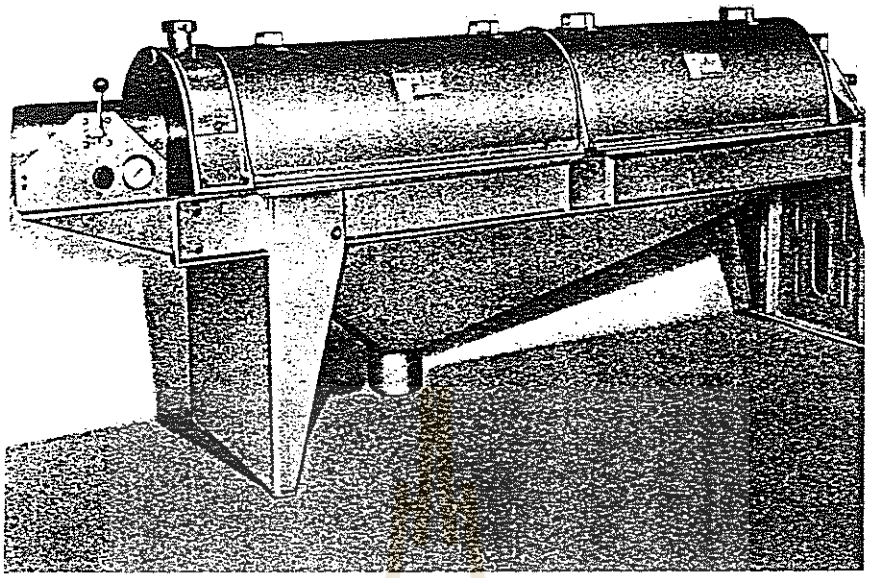
ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	69.64	10.25	79.89	72.47	7.42	72.39
2	74.49	10.16	84.65	77.33	7.32	72.05
3	68.40	10.51	78.91	71.26	7.65	72.79
4	89.78	9.61	99.39	92.42	6.97	72.53
5	90.77	9.79	100.56	93.59	6.97	71.20
6	83.23	10.18	93.41	86.24	7.17	70.43

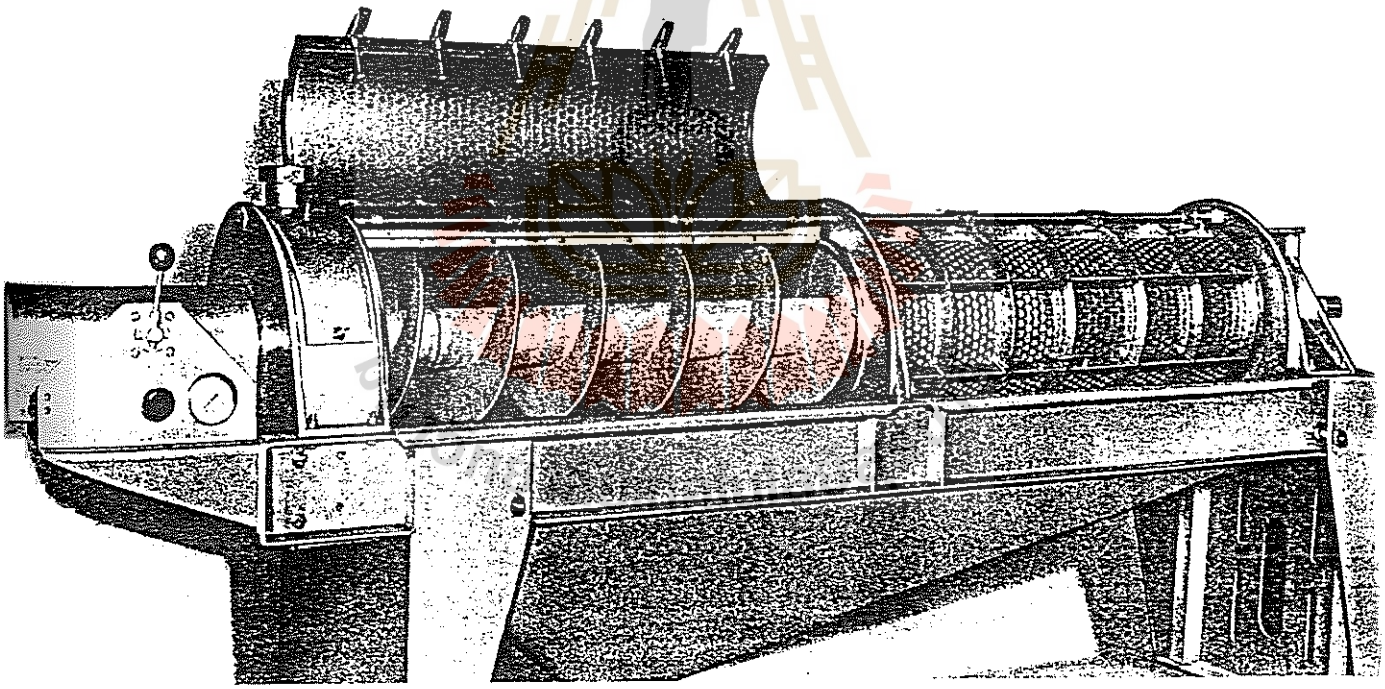
เฉลี่ย 71.90

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดหลังออกจากเครื่องJone 105 ตัวใหม่ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	65.62	10.22	75.84	68.60	7.24	70.84
2	77.65	10.00	87.65	80.52	7.13	71.30
3	80.48	9.64	90.12	83.27	6.85	71.06
4	84.02	10.07	94.09	87.04	7.05	70.01
5	88.40	10.01	98.41	91.31	7.10	70.93
6	89.76	10.02	99.78	92.71	7.07	70.56

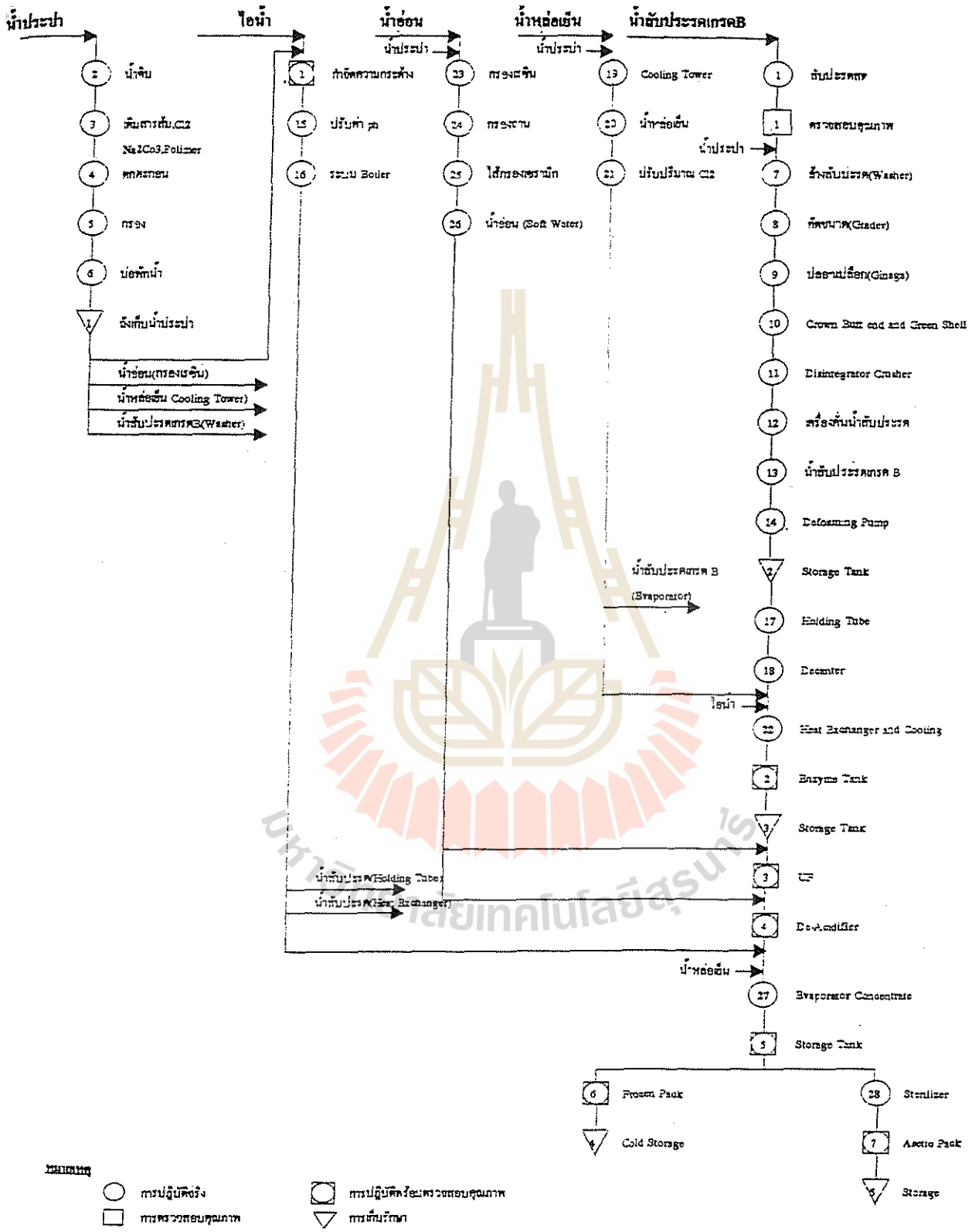
เฉลี่ย 70.78





เครื่องคั้นน้ำ (Brown)

OPERATION FLOW PROCESS CHART OF GRADE B JUICE PROCESSING



ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้า เครื่อง Brown finisherในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	80.87	9.92	90.79	82.43	8.36	84.27
2	63.39	10.40	73.79	65.07	8.72	83.85
3	76.87	9.58	86.45	78.33	8.12	84.76
4	69.22	10.54	79.76	70.88	8.88	84.25
5	74.42	9.98	84.40	76.09	8.31	83.27
6	77.60	9.67	87.27	79.23	8.04	83.14

เฉลี่ย 83.92

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้า เครื่องJone ตัวเก่า ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	89.17	9.94	99.11	91.01	8.10	81.49
2	79.49	10.36	89.85	81.35	8.50	82.05
3	69.23	10.03	79.26	71.04	8.22	81.95
4	73.77	10.07	83.84	75.63	8.21	81.53
5	83.27	10.36	93.63	85.14	8.49	81.95
6	70.30	9.91	80.21	72.18	8.03	81.03

เฉลี่ย 81.67

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดก่อนเข้า เครื่องJone ตัวใหม่ ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	76.97	9.59	86.56	79.14	7.42	77.37
2	70.17	10.43	80.60	72.49	8.11	77.76
3	69.68	10.19	79.87	72.01	7.86	77.13
4	66.44	10.32	76.76	68.81	7.95	77.03
5	69.65	9.64	79.29	71.82	7.47	77.49
6	74.47	10.11	84.58	76.84	7.74	76.56
					เฉลี่ย	77.22

ตารางแสดงผลการทดลองหา % ความชื้นของสับปะรดหลังออกจากเครื่องJone ตัวใหม่ ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b

ครั้งที่	น้ำหนักplate (g)	น้ำหนักตัว-อย่างก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate ก่อนอบ (g)	น้ำหนักตัว-อย่าง+plate หลังอบ (g)	น้ำหนักที่สูญเสียไป (g)	% ความชื้น
1	65.61	9.88	75.49	68.11	7.38	74.70
2	74.68	9.99	84.67	77.21	7.46	74.67
3	73.57	10.10	83.67	76.08	7.59	75.15
4	77.65	10.33	87.98	80.24	7.74	74.93
5	65.63	10.11	75.74	68.08	7.66	75.77
6	77.63	10.35	87.98	80.10	7.88	76.14
					เฉลี่ย	75.23

ตัวอย่างการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (% Moisture)

กรณีสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Brown 101 ตัวแรก ครั้งที่ 3

<u>สูตร</u> % moisture = (น้ำหนักที่สูญเสียไป (g) / น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ) * 100

น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ = น้ำหนักตัวอย่างและ plate ก่อนอบ (g) - น้ำหนัก plate (g)

น้ำหนักที่สูญเสียไป = น้ำหนักตัวอย่างและ plate ก่อนอบ (g) - น้ำหนักตัวอย่างและ plate หลังอบ

<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ = 86.43 - 76.98

= 9.45 g.

น้ำหนักที่สูญเสียไป = 86.43 - 78.34

= 8.09 g.

% moisture = (8.09 / 9.45) * 100

= 85.61 %

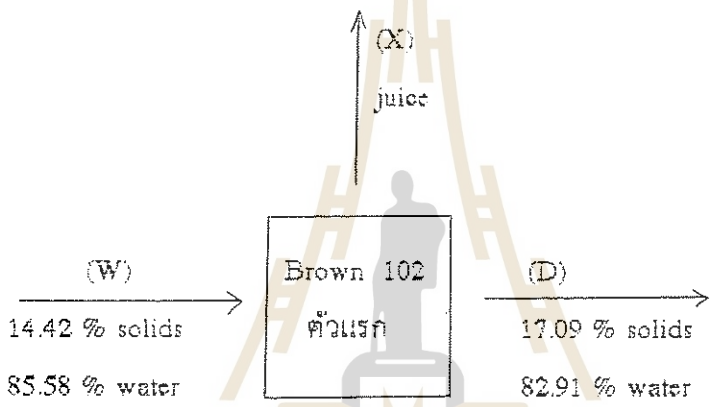
<u>หมายเหตุ</u> คำนวณอย่างนี้ 6 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ย

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

1) เครื่อง Brown 102 ตัวแรก

1.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Brown ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 85.58 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 82.91 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8558\ W = X + 0.8291\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8558\ W = 0.8291\ D + (W - D)$

Solids : $0.1709\ D = 0.1442\ W$

$D / W = 0.1442 / 0.1709$

$= 0.8438$

$$\%\ \text{wt. reduction} = ((W - D) / W) * 100$$
$$= (1 - (D / W)) * 100$$
$$= (1 - 0.8434) * 100$$
$$= 15.62\ \%$$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 85.58 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8558\ (100) = X + 0.8291\ D$ _____ 2

$14.42 = 0.1709\ D$

$D = 14.42 / 0.1709$

$= 84.38$

$$\%\ \text{wt. reduction} = ((100 - 84.38) / 100) * 100$$
$$= 15.62\ \%$$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 15.62 %

1.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่อง Brown 102 ตัวแรก คือ 10.755 TON / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown จะลดลงไป 15.62% ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่องBrown 84.38%

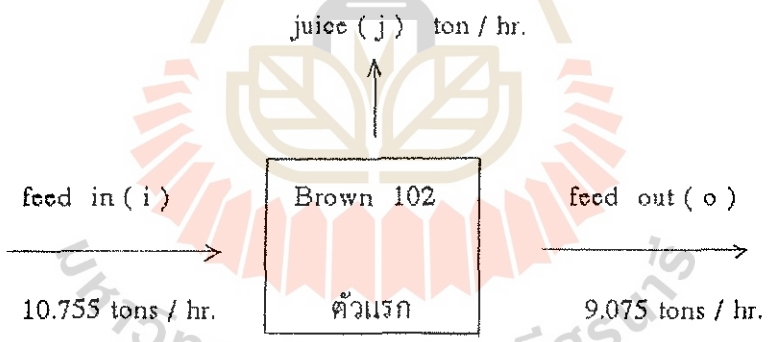
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 84.38 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 10.755 TON S/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (84.38 * 10.755) / 100

= 9.075 TONS / Hr.

1.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Brown

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass $10.755 = 9.075 + i$

$j = 1.680$ tons / hr.

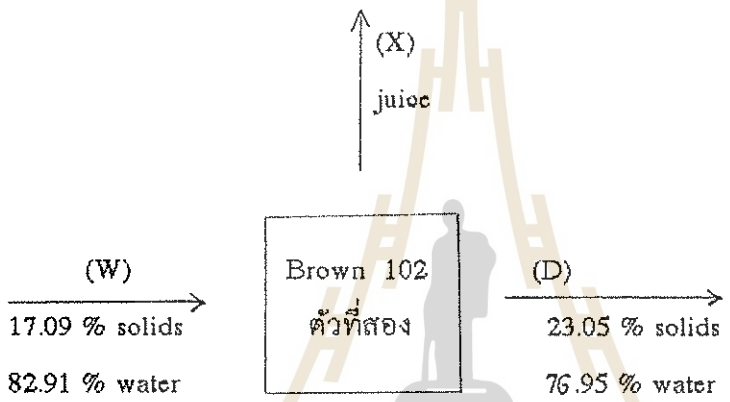
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 1.680 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

2) เครื่อง Brown 102 ตัวที่สอง

2.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Brown ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุคือปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 82.91 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 76.95 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8291\ W = X + 0.7695\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8291\ W = 0.7695\ D + (W - D)$

Solids : $0.2305\ D = 0.1709\ W$

$D / W = 0.1709 / 0.2305$

$= 0.7414$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.7414) * 100$

$= 25.86\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 84.91 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8291\ (100) = X + 0.7695\ D$ _____ 2

$17.09 = 0.2305\ D$

$D = 17.09 / 0.2305$

$= 74.14$

% wt. reduction $= ((100 - 74.14) / 100) * 100$

$= 25.86\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 25.86 %

2.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่อง Brown 102 ตัวที่สอง คือ 9.075 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown จะลดลงไป 25.86 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่องBrown 74.14 %

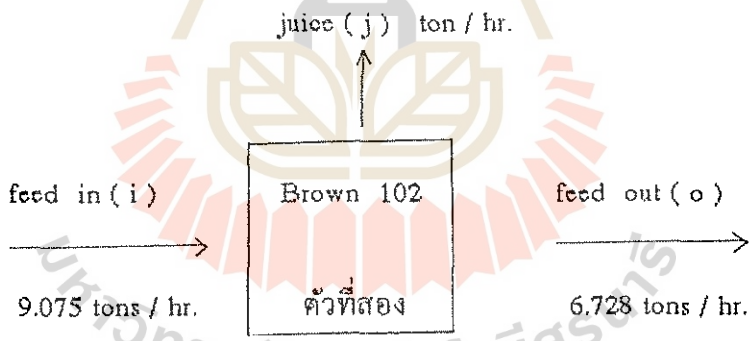
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 74.14 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 9.075 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (74.14 * 9.075) / 100

= 6.728 TONS / Hr.

2.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Brown

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass $9.075 = 6.728 + i$

$j = 2.347$ tons / hr.

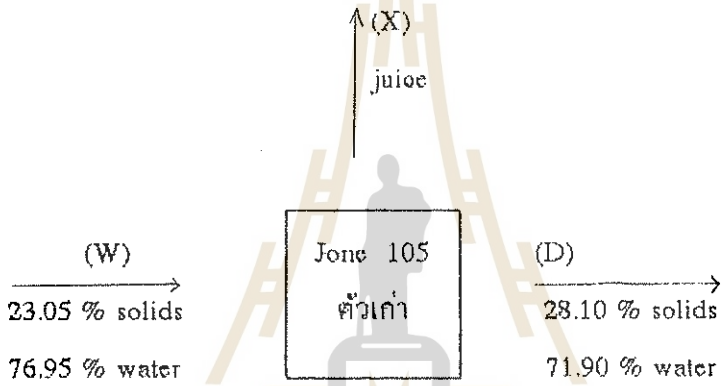
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 2.347 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

3) เครื่อง Jone 105 ตัวเก่า

3.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 76.95 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 71.90 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.7695\ W = X + 0.7190\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.7695\ W = 0.7190\ D + (W - D)$

Solids : $0.2810\ D = 0.2305\ W$

$D / W = 0.2305 / 0.2810$

$= 0.8203$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.8203) * 100$

$= 17.97\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 76.95 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.7695\ (100) = X + 0.7190\ D$ _____ 2

$23.05 = 0.2810\ D$

$D = 23.05 / 0.2810$

$= 82.03$

% wt. reduction $= ((100 - 82.03) / 100) * 100$

$= 17.97\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 17.97 %

3.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่อง Jone 105 ตัวเก่า คือ 6.728 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Jone จะลดลงไป 17.97 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone 82.03 %

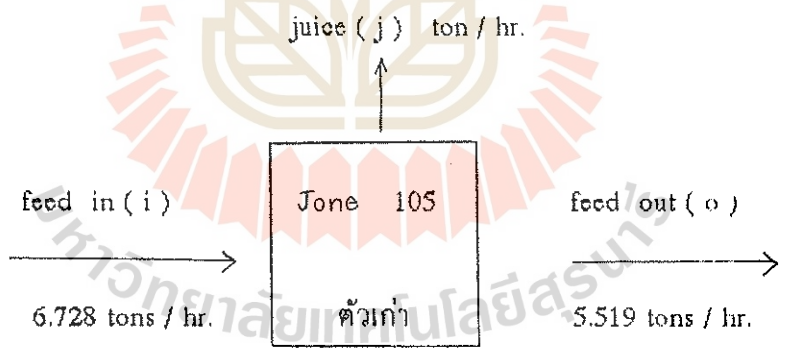
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 82.03 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 6.728 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (82.03 * 6.728) / 100

= 5.519 TONS / Hr.

3.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 6.728 = 5.519 + i

j = 1.209 tons / hr.

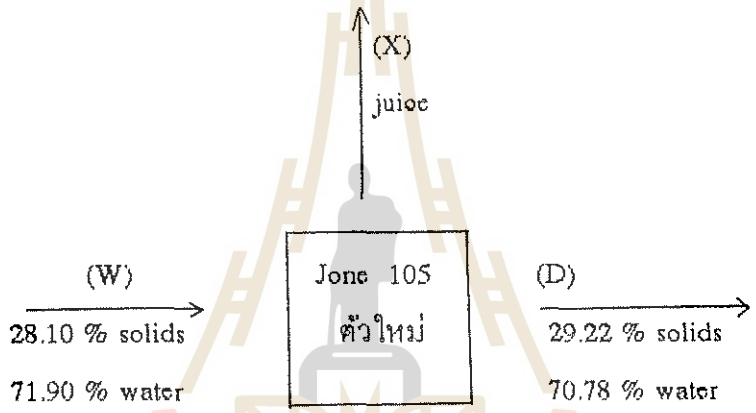
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 1.209 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

4) เครื่อง Jone 105 ตัวใหม่

4.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 71.90 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 70.78 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.7190\ W = X + 0.7078\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.7190\ W = 0.7078\ D + (W - D)$

Solids : $0.2922\ D = 0.2810\ W$

$D / W = 0.2810 / 0.2922$

$= 0.9617$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.9617) * 100$

$= 3.83\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 71.90 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.7190\ (100) = X + 0.7078\ D$ _____ 2

$28.10 = 0.2922\ D$

$D = 28.10 / 0.2922$

$= 96.17$

% wt. reduction $= ((100 - 96.17) / 100) * 100$

$= 3.83\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 3.83 %

4.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่อง Jone 105 ตัวใหม่ คือ 5.519 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Jone จะลดลงไป 3.83 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone 96.17 %

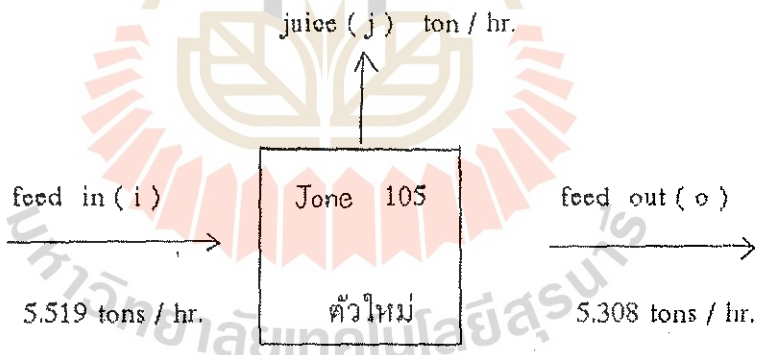
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 96.17 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 5.519 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (96.17 * 5.519) / 100

= 5.308 TONS / Hr.

4.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 5.519 = 5.308 + i

j = 0.211 tons / hr.

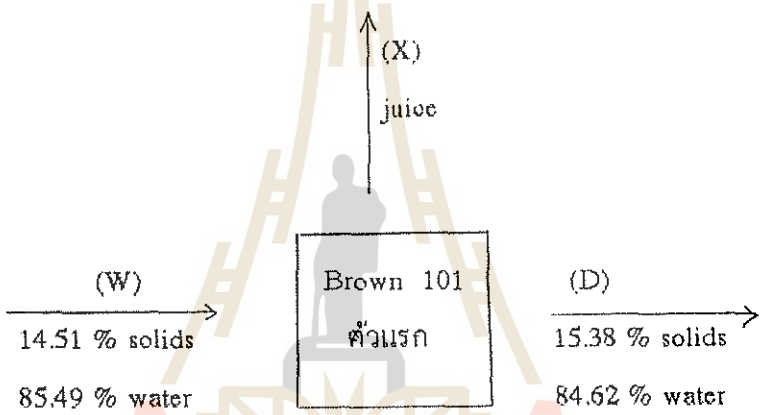
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 0.211 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

5) เครื่อง Brown 101 ตัวแรก

5.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Brown ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 85.49 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 84.62 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8549\ W = X + 0.8462\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8549\ W = 0.8462\ D + (W - D)$

Solids : $0.1538\ D = 0.1451\ W$

$D / W = 0.1451 / 0.1538$

$= 0.9434$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.9434) * 100$

$= 5.66\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 85.49 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8549\ (100) = X + 0.8462\ D$ _____ 2

$14.51 = 0.1538\ D$

$D = 14.51 / 0.1538$

$= 94.34$

% wt. reduction $= ((100 - 94.34) / 100) * 100$

$= 5.66\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 5.66 %

5.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่อง Brown 101 ตัวเก่า คือ 10.755 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown จะลดลงไป 5.66 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่องBrown 94.34 %

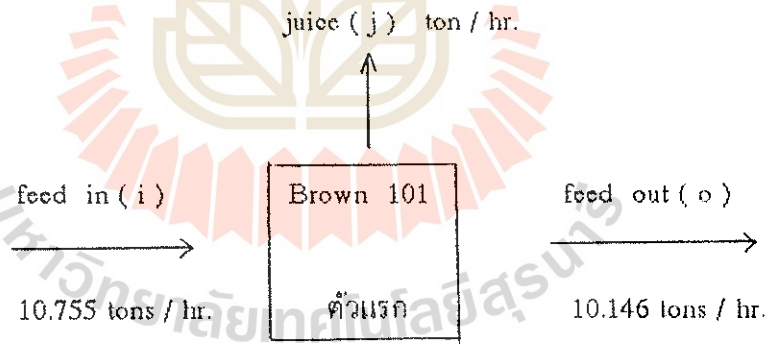
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 94.34 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น10.755 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (94.34 * 10.755) / 100

= 10.146 TONS / Hr.

5.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Brown

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 10.755 = 10.146 + i

j = 0.609 tons / hr.

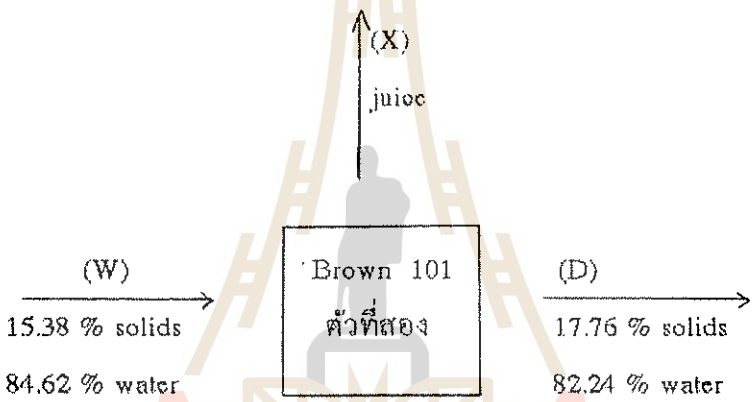
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 0.609 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

6) เครื่อง Brown 101 ตัวที่สอง

6.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Brown ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุคือปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 84.62 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 82.24 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8462\ W = X + 0.8224\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8462\ W = 0.8224\ D + (W - D)$

Solids : $0.1776\ D = 0.1538\ W$

$D / W = 0.1538 / 0.1776$

$= 0.8660$

% wt. reduotion $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.8660) * 100$

$= 13.4\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 84.62 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8462\ (100) = X + 0.8224\ D$ _____ 2

$15.38 = 0.1776\ D$

$D = 15.38 / 0.1776$

$= 86.60$

% wt. reduotion $= ((100 - 86.60) / 100) * 100$

$= 13.4\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 13.4 %

6.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่องBrown 101ตัวที่สองคือ 10.146 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown จะลดลงไป 13.40 % ดังนั้น จะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Brown 86.60 %

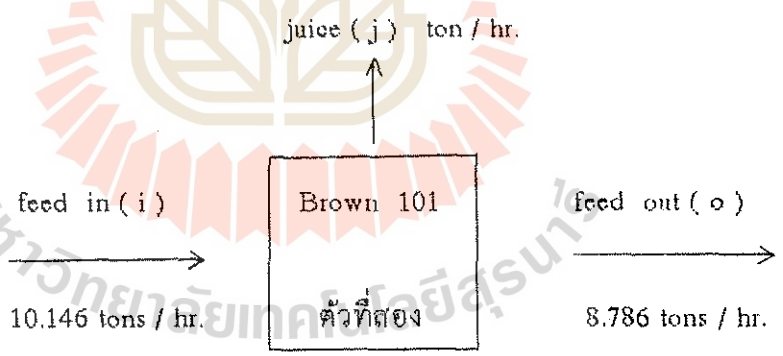
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 86.60 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 10.146 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (86.60 * 10.146) / 100

= 8.786 TONS / Hr.

6.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Brown

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 10.146 = 8.786 + i

j = 1.36 tons / hr.

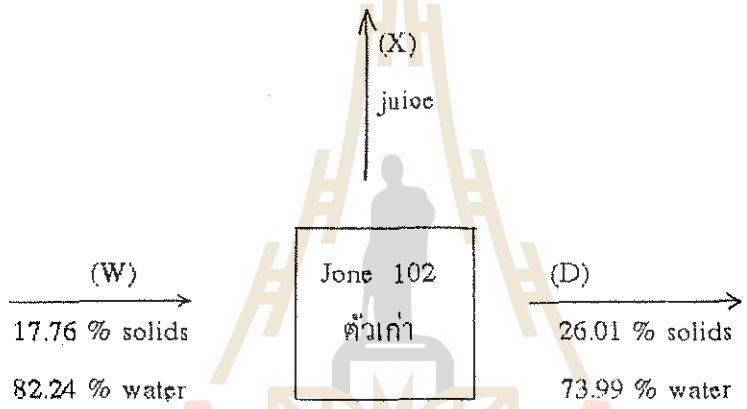
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 1.36 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

7) เครื่อง Jone 102 ตัวเก่า

7.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 82.24 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 73.99 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8224\ W = X + 0.7399\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8224\ W = 0.7399\ D + (W - D)$

Solids : $0.2601\ D = 0.1776\ W$

$D / W = 0.1776 / 0.2601$

$= 0.6828$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.6828) * 100$

$= 31.72\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 82.24 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8224\ (100) = X + 0.7399\ D$ _____ 2

$17.76 = 0.2601\ D$

$D = 17.76 / 0.2601$

$= 68.28$

% wt. reduction $= ((100 - 68.28) / 100) * 100$

$= 31.72\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 31.72 %

7.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่องJone 102 ตัวเก่าคือ 8.786 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Joneจะลดลงไป 31.72 % ดังนั้น จะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone

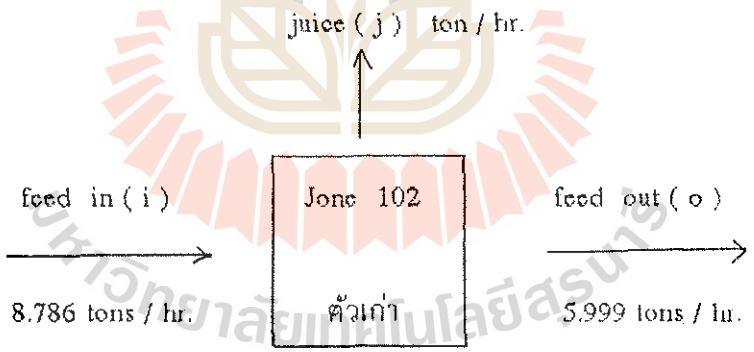
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 68.28 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 8.768 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (68.28 * 8.786) / 100

= 5.999 TONS / Hr.

7.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 8.786 = 5.999 + i

j = 2.787 tons / hr.

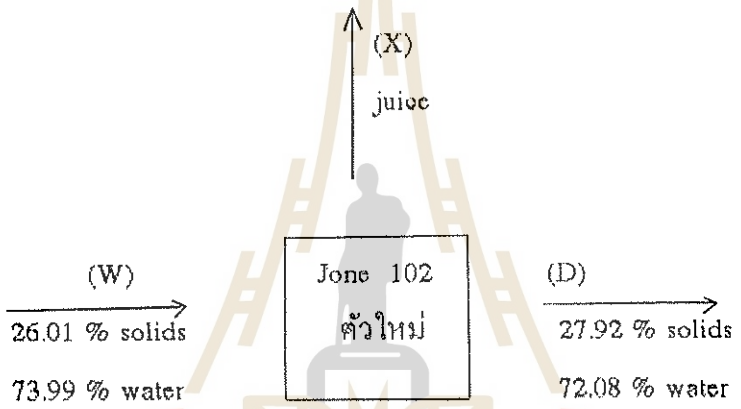
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 2.787 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

8) เครื่อง Jone 102 ตัวใหม่

8.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 73.99 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 72.08 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.7399\ W = X + 0.7208\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.7399\ W = 0.7208\ D + (W - D)$

Solids : $0.2792\ D = 0.2601\ W$

$D / W = 0.2601 / 0.2792$

$= 0.9316$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.9316) * 100$

$= 6.84\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 73.99 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.7399\ (100) = X + 0.7208\ D$ _____ 2

$26.01 = 0.2792\ D$

$D = 26.01 / 0.2792$

$= 93.16$

% wt. reduction $= ((100 - 93.16) / 100) * 100$

$= 6.84\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 6.84 %

8.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade a ก่อนเข้าเครื่องJone 102 ตัวใหม่คือ 5.999 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Joneจะลดลงไป 6.84 % ดังนั้น จะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone 93.16 %

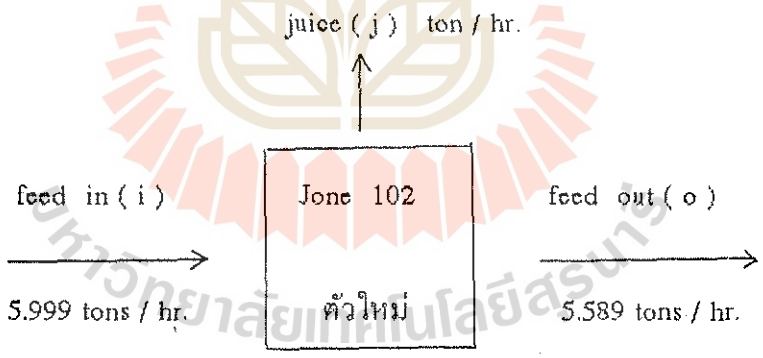
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้ น้ำหนักสุดท้าย 93.16 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 5.999 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (93.16 * 5.999) / 100

= 5.589 TONS / Hr.

8.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 5.999 = 5.589 + i

j = 0.41 tons / hr.

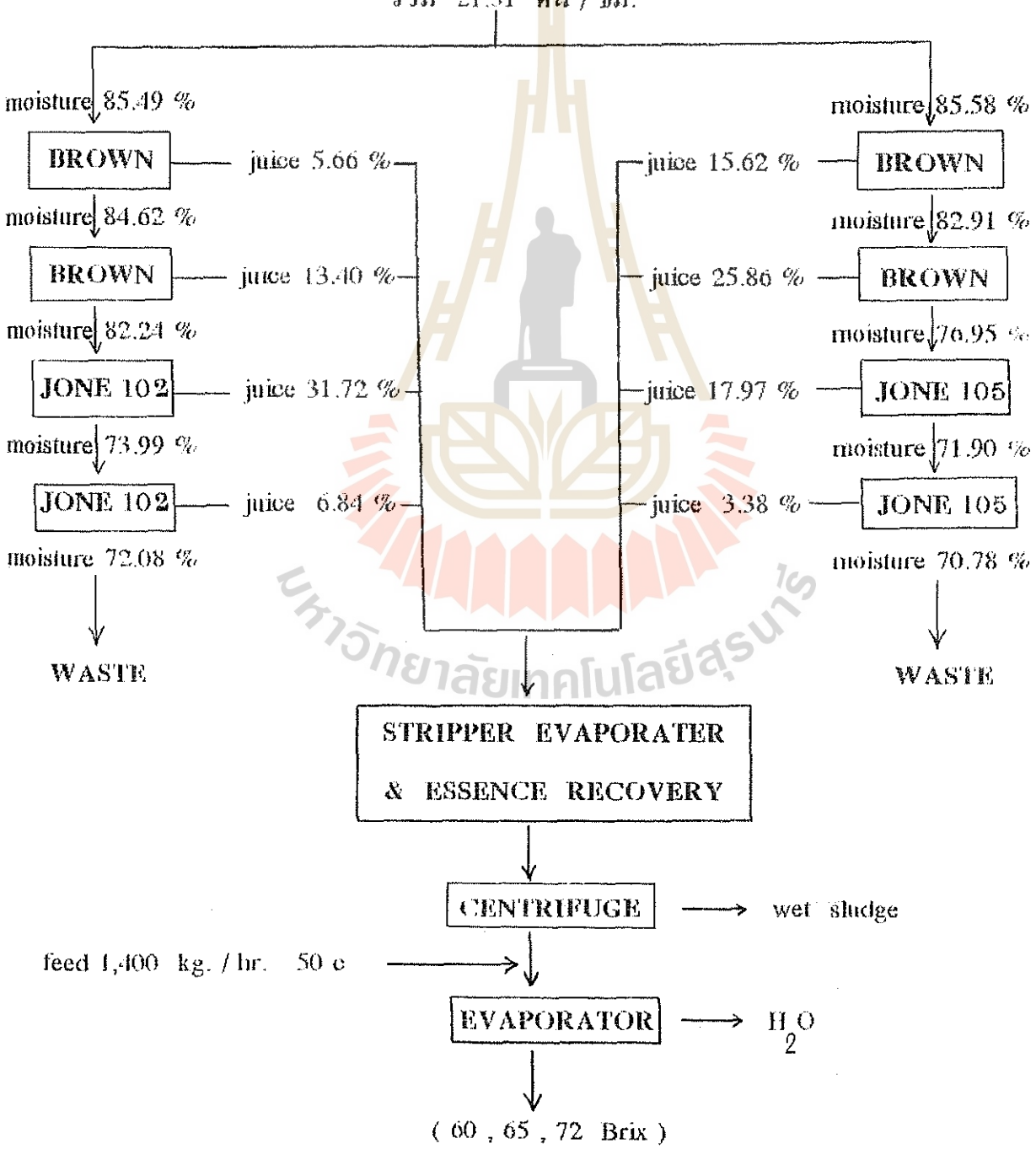
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 0.41 tons / hr.

A GRADE MILL JUICE SIAM FOODS

จากสับประรดดั้งต้นที่เข้าไปในกระบวนผลิตภายในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

#US	0.13 ตัน / ชม.	#2	10.95 ตัน / ชม.
#1	4.71 ตัน / ชม.	#2 1/4	2.78 ตัน / ชม.
#1 1/4	2.27 ตัน / ชม.	#2 1/2	0.67 ตัน / ชม.

รวม 21.51 ตัน / ชม.



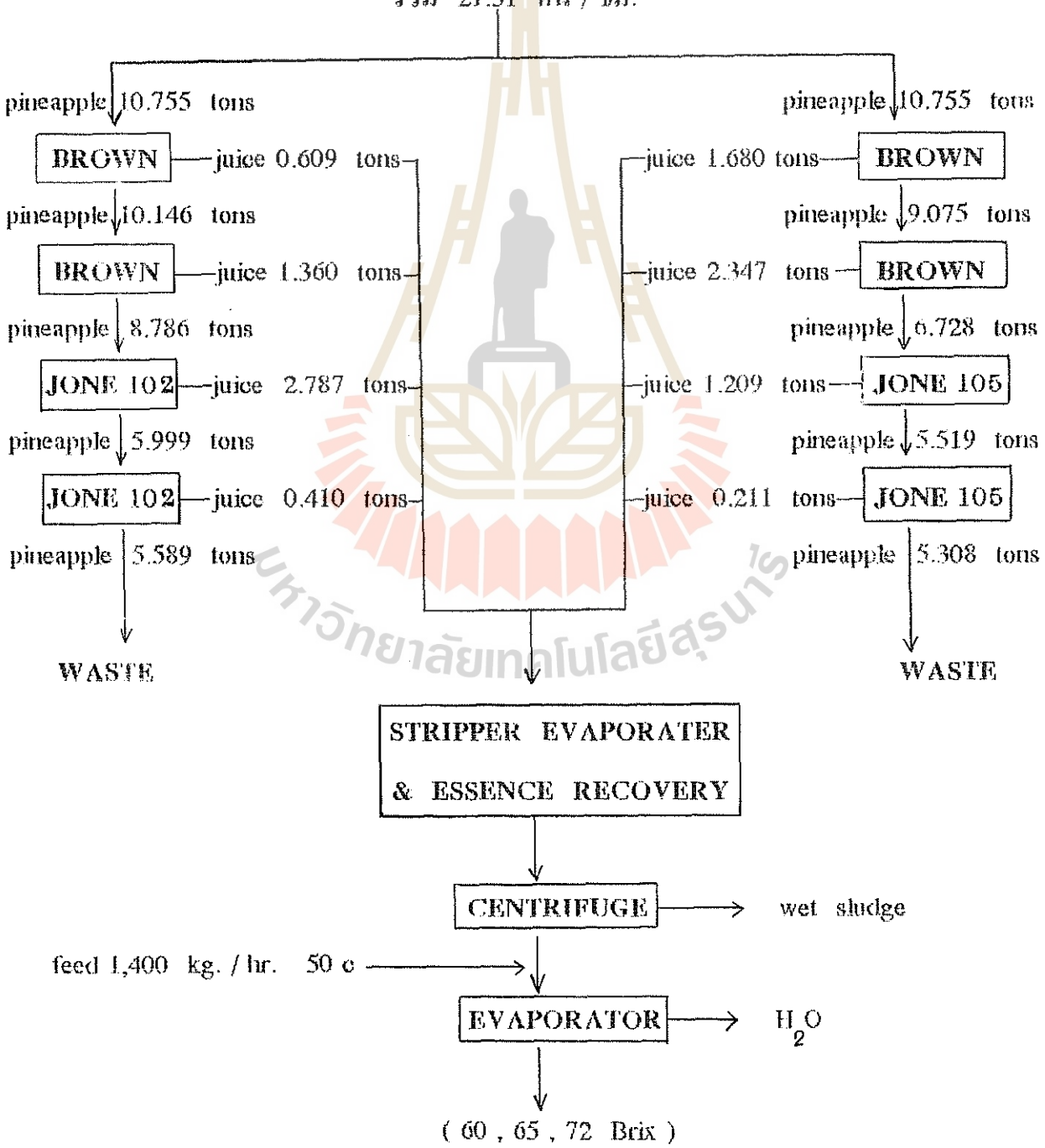
รูปที่ 3.14

A GRADE MILL JUICE SIAM FOODS

จากสับปะรดตั้งต้นที่เข้าไปในกระบวนผลิตภายในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

#US	0.13 ตัน / ชม.	#2	10.95 ตัน / ชม.
#1	4.71 ตัน / ชม.	#2 1/4	2.78 ตัน / ชม.
#1 1/4	2.27 ตัน / ชม.	#2 1/2	0.67 ตัน / ชม.

รวม 21.51 ตัน / ชม.



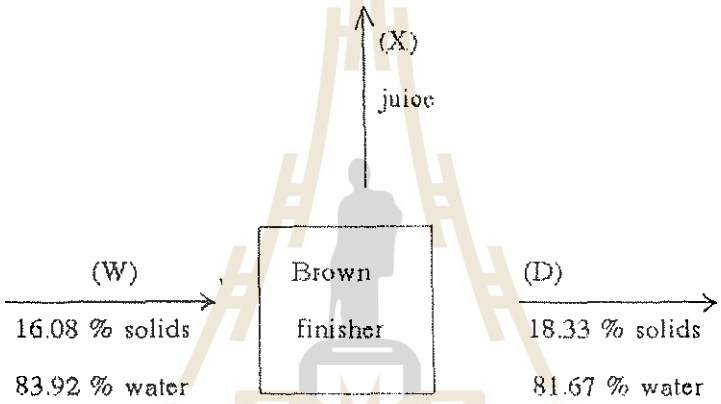
รูปที่ 3.15

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE B

1) เครื่อง Brown finisher

1.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Brown ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 83.92 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 81.67 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

วิธีทำ Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8392\ W = X + 0.8167\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8392\ W = 0.8167\ D + (W - D)$

Solids : $0.1833\ D = 0.1608\ W$

$D / W = 0.1608 / 0.1833$

$= 0.8773$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.8773) * 100$

$= 12.27\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 83.92 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8392\ (100) = X + 0.8167\ D$ _____ 2

$16.08 = 0.1833\ D$

$D = 16.08 / 0.1833$

$= 87.73$

% wt. reduction $= ((100 - 87.73) / 100) * 100$

$= 12.27\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 12.27 %

1.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับประรดเข้มข้น grade b ก่อนเข้าเครื่อง Brown finisher คือ 15.45 TONS / Hr.และน้ำหนักของกากสับประรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Brown จะลดลงไป 12.27 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Brown 87.73 %

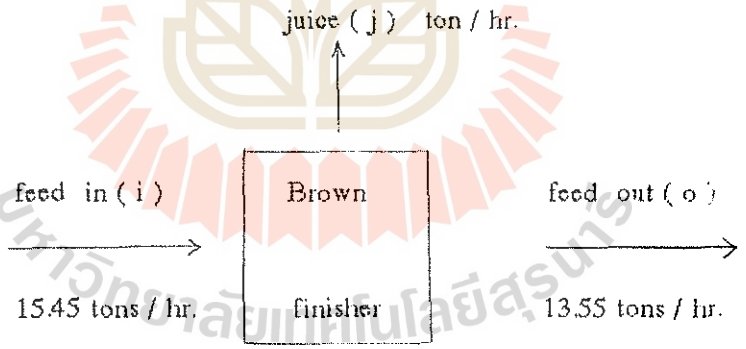
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 87.73 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 15.45 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (87.73 * 15.45) / 100

= 13.55 TONS / Hr.

1.3 คำนวณหา อัตราการคั้นน้ำสับประรดของเครื่อง Brown

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 15.45 = 13.55 + i

j = 1.9 tons / hr.

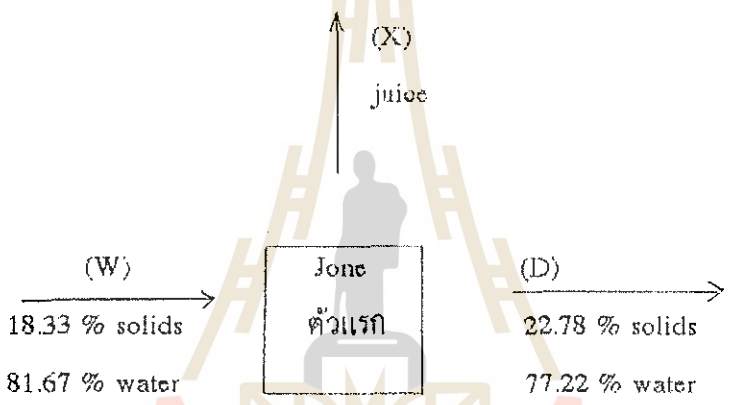
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับประรดเท่ากับ 1.9 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องคั้นน้ำในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE B

2) เครื่อง Jone ตัวแรก

2.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 81.67 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 77.22 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.8167\ W = X + 0.7722\ D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.8167\ W = 0.7722\ D + (W - D)$

Solids : $0.2278\ D = 0.1833\ W$

$D / W = 0.1833 / 0.2278$

$= 0.8047$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.8047) * 100$

$= 19.53\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 81.67 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.8167\ (100) = X + 0.7722\ D$ _____ 2

$18.33 = 0.2278\ D$

$D = 18.33 / 0.2278$

$= 80.47$

% wt. reduction $= ((100 - 80.47) / 100) * 100$

$= 19.53\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 19.53 %

2.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ก่อนเข้าเครื่อง Jone คือ 13.55 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Jone จะลดลงไป 19.53 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone 80.47 %

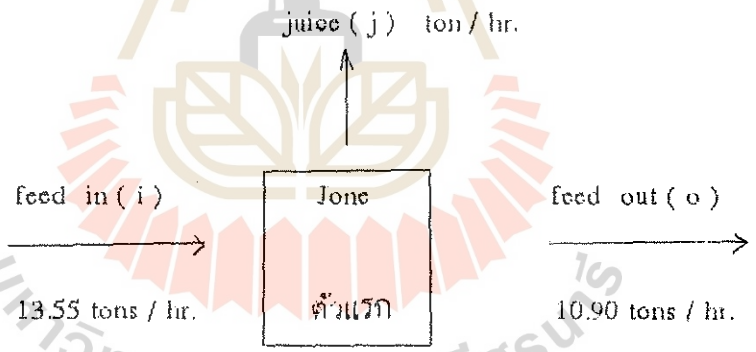
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 80.47 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 13.55 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (80.47 * 13.55) / 100

= 10.90 TONS / Hr.

2.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 13.55 = 10.90 + i

j = 2.65 tons / hr.

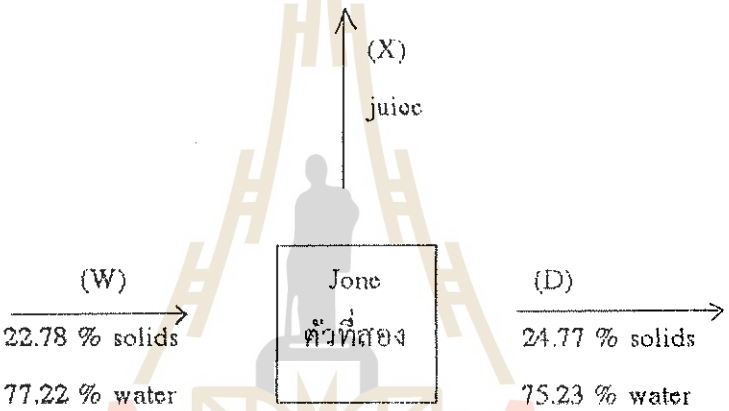
เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 2.65 tons / hr.

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่องต้มน้ำในการทำน้ำตับประเภทเข้มข้น GRADE B

3) เครื่อง Jone ตัวที่สอง

3.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



จากวิธีการทำงานของเครื่อง Jone ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกดึงออกจากวัสดุ คือ ปริมาณ juice ที่ได้นั่นเอง โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่า มีการสูญเสียซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุมีความชื้น 77.22 %

D = มวลของวัสดุมีความชื้น 75.23 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือ ปริมาณ juice นั่นเอง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.7722\,W = X + 0.7523\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3 แทนค่าลงในสมการ 2 จะได้

$0.7722\,W = 0.7523\,D + (W - D)$

Solids : $0.2477\,D = 0.2278\,W$

$D / W = 0.2278 / 0.2477$

$= 0.9197$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.9197) * 100$

$= 8.03\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg. ของ 77.22 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

water : $0.7722\,(100) = X + 0.7523\,D$ _____ 2

$22.78 = 0.2477\,D$

$D = 22.78 / 0.2477$

$= 91.97$

% wt. reduction $= ((100 - 91.97) / 100) * 100$

$= 8.03\ \%$

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่องนี้ คือ 8.03 %

3.2 คำนวณหาค่า FEED OUT

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่าอัตราการไหลเข้า feed ของน้ำสับปะรดเข้มข้น grade b ก่อนเข้าเครื่อง Jone คือ 10.90 TONS / Hr. และน้ำหนักของกากสับปะรดที่ออกจากเครื่องคั้นน้ำ Jone จะลดลงไป 8.03 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Jone 91.97 %

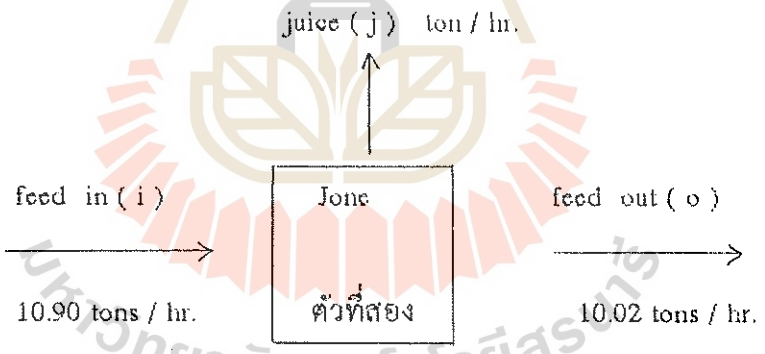
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 TONS จะได้น้ำหนักสุดท้าย 91.97 TONS

น้ำหนักเริ่มต้น 10.90 TONS/ Hr. จะได้น้ำหนักสุดท้าย (91.97 * 10.90) / 100

= 10.02 TONS / Hr.

3.3 คำนวณหารอัตราการคั้นน้ำสับปะรดของเครื่อง Jone

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u> Total mass 10.90 = 10.02 + i

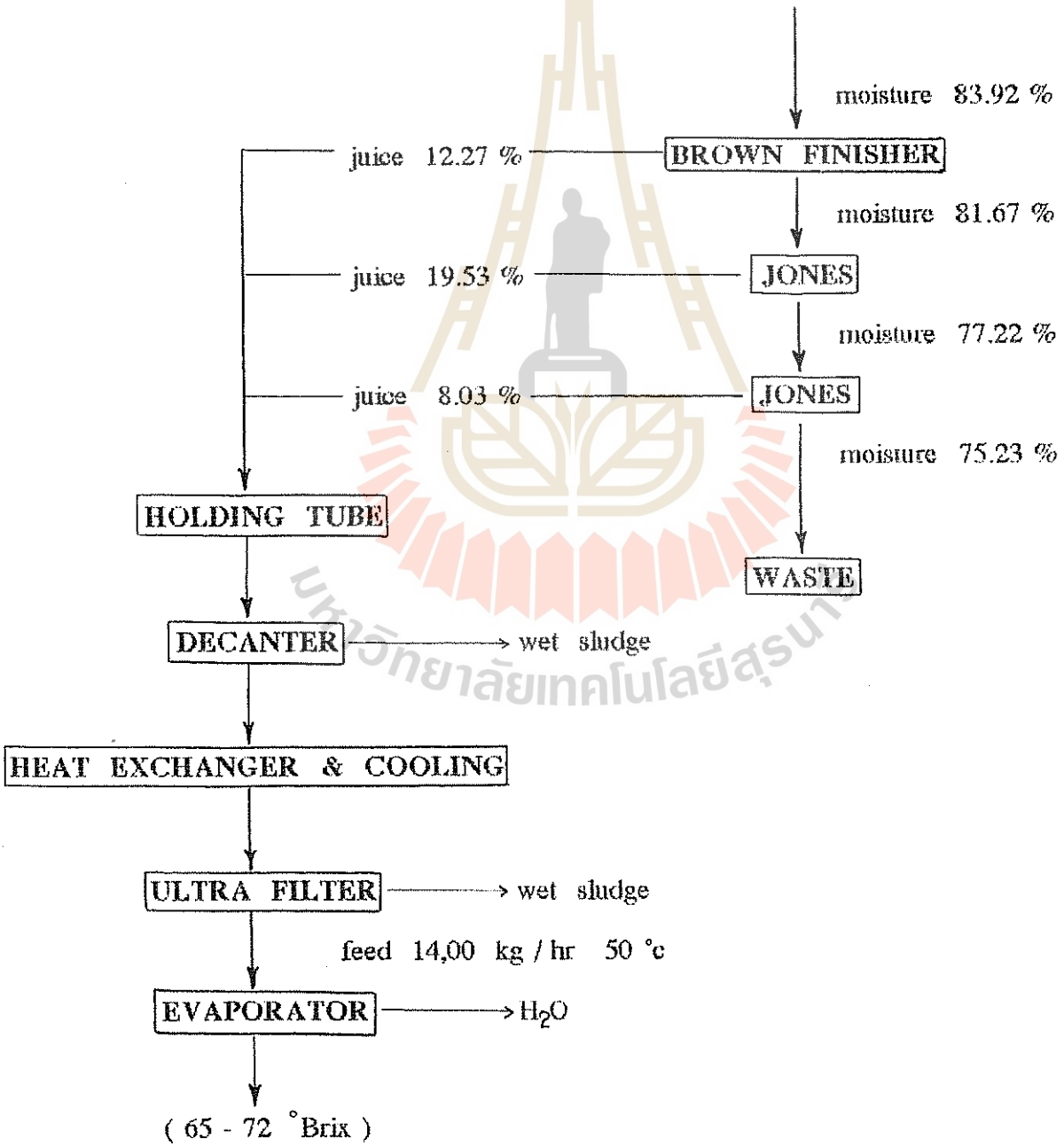
j = 0.88 tons / hr.

เพราะฉะนั้นอัตราการคั้นน้ำสับปะรดเท่ากับ 0.88 tons / hr.

B GRADE MILL JUICE SIAM FOODS

จากสับปะรดตั้งต้นที่เข้าไปในกระบวนการผลิตในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

#US	47.04 TONS / HR	# 2	25.67 TONS / HR
# 1	32.04 TONS / HR	# 2 1/4	21.40 TONS / HR
#1 1/4	29.44 TONS / HR	# 2 1/2	24.02 TONS / HR
		TOTAL	15.45 TONS / HR

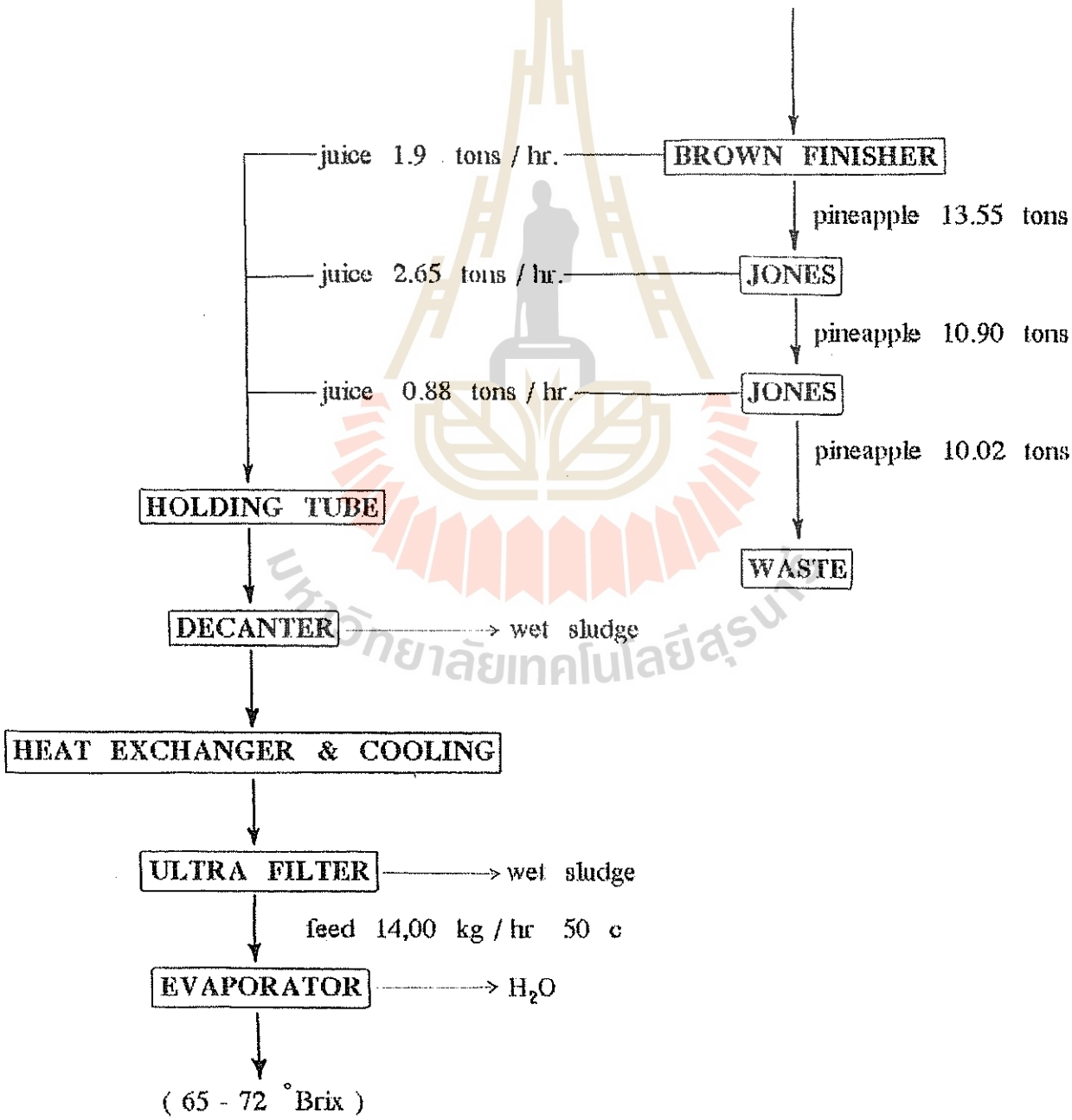


รูปที่ 3.16

B GRADE MILL JUICE SIAM FOODS

จากสับปะรดตั้งต้นที่เข้าไปในกระบวนการผลิตในวันที่ 9 ตุลาคม 2540

#US	47.04 TONS / HR	# 2	25.67 TONS / HR
# 1	32.04 TONS / HR	# 2 1/4	21.40 TONS / HR
#1 1/4	29.44 TONS / HR	# 2 1/2	24.02 TONS / HR
		TOTAL	15.45 TONS / HR



รูปที่ 3.17

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange)

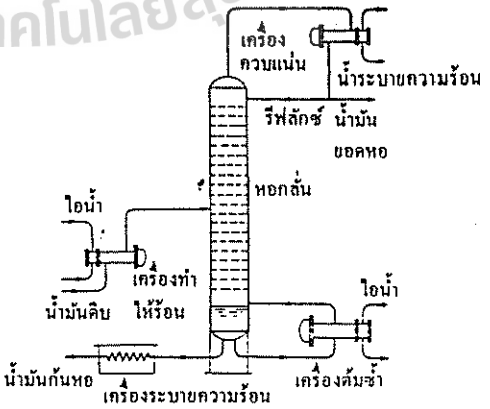
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในคำจำกัดความที่แคบนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ความร้อนแก่ของของไหลตัวหนึ่ง ในขณะเดียวกับที่ระบายความร้อนออกจากของไหลอีกตัวหนึ่ง

แหล่งความร้อนที่นิยมใช้ในการให้ความร้อน ก็คือไอน้ำ แต่ในบางครั้ง แหล่งความร้อนอาจเป็นของเหลวเช่น น้ำมันร้อน และความดันน้ำสูง เป็นต้น หรือเป็นก๊าซเฉื่อยอุณหภูมิสูง เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน หรือเป็นก๊าซทิ้งที่ได้จากการสันดาปเชื้อเพลิง

โดยทั่วไป จะใช้น้ำแม่น้ำหรือน้ำบ่อในการระบายความร้อนหรือควบแน่นไอ แต่ในบางครั้งอาจใช้สารทำความเย็น จำพวกแอมโมเนีย , แคลเซียมคลอไรด์ , ฟรีออน เป็นต้น

ในปัจจุบัน มีการค้นคว้าและประยุกต์ใช้สารอินทรีย์จำพวกดาว์เทอร์ม (Dowtherm) เป็นแหล่งความร้อนอุณหภูมิสูง

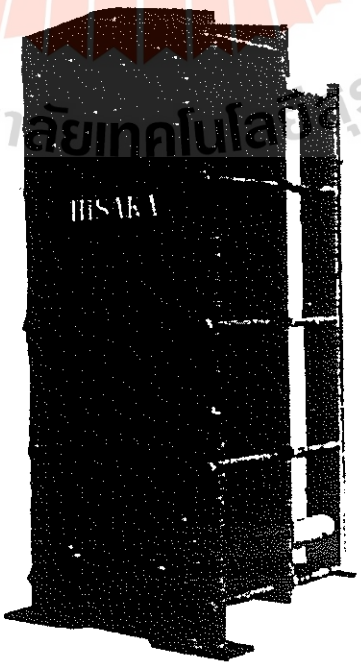
อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะต้องมีใช้เสมอกับหอกลั่น ซึ่งทำหน้าที่แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ออกจากของเหลวผสม โดยอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดขององค์ประกอบเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงกลั่นน้ำมันจะมีหอกลั่นจำนวนมาก ซึ่งรูป เป็นตัวอย่างทั่วไปอันหนึ่งของหอกลั่น ในกรณีนี้ จะเห็นได้ว่า หอกลั่นหนึ่งหอจะต้องการเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 4 เครื่อง ดังนั้นทำให้เราสามารถวาดภาพออกมาได้ว่าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีความสำคัญมากเพียงไร



รูป 3.18 หอกลั่นกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate Heat Exchange)

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่พบเห็นกันได้ทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ในกระบวนการทางเคมี การผลิตกระดาษ การแปรรูปและผลิตอาหาร การแลกเปลี่ยนพลังงาน การผลิตเหล็ก กระบวนการปรับอากาศและระบายอากาศ กระบวนการผลิตก๊าซและกลั่นน้ำมัน และอื่น ๆ ทั้งนี้หน้าที่หลักก็คือทำการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลสองอย่างที่วิ่งขนานกันหรือสวนทางกันแล้วแต่ว่าผู้ออกแบบระบบจะให้เป็นแบบไหนตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้กันแต่ก่อนนั้นมักจะมีรูปร่างเป็นท่อตรงกระบอกประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ หลายอันวางเรียงกันเป็นกลุ่มสอดรวมกันอยู่ในท่อทรงกระบอกใหญ่อีกอันหรือที่เรียกว่าประเภท Tubular Heat Exchanger เช่น พวก Shell and Tube อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อนั้นมักจะมีรูปร่างและขนาดที่ใหญ่ตลอดจนความต้องการพื้นที่ในการติดตั้ง จะต้องมีความยาวอย่างน้อยสองเท่าของความยาวท่อเพื่อให้สามารถถอดท่อภายในออกเพื่อทำการบำรุงรักษาได้ ดังนั้นในการใช้งานบางอย่างซึ่งต้องการอุปกรณ์ขนาดเล็ก ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยตลอดจนมีน้ำหนักไม่มาก เช่น ตัวระบายความร้อนในรถยนต์ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทท่อจึงไม่มีความเหมาะสม ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา โดยตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่พัฒนามาใหม่นั้นจะต้องมีรูปร่างเล็ก น้ำหนักเบา ต้องการเนื้อที่ในการบำรุงรักษาน้อย ขณะเดียวกันจะต้องมีประสิทธิภาพสูงในการแลกเปลี่ยนความร้อน ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นตามแนวคิดนี้มีชื่อเรียกได้ว่า Compact Heat Exchange ซึ่งตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นหรือพลต ก็จัดอยู่เป็นประเภทหนึ่งของ Compact Heat Exchange ด้วย

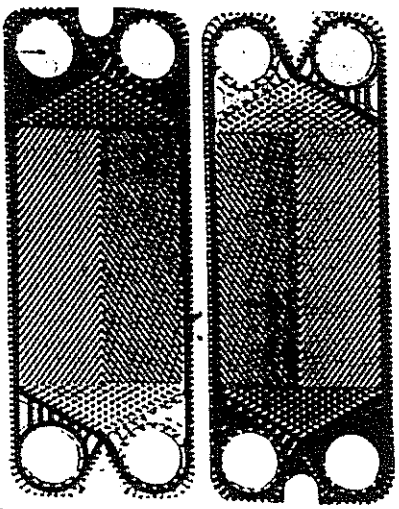


รูปที่ ๑ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นนั้นมีการพัฒนาและใช้งานมามากกว่า 60 ปีแล้ว โดยตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นตัวแรกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ในปี ค.ส. 1923 โดย Dr. Richard Seligman อย่างไรก็ตามการออกแบบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นในขณะนั้นยังคงอาศัยการตัดแผ่นและนำมาทดลองจนกว่าจะใช้งานได้ตามที่ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลในเรื่องการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในการไหลตลอดจนถึงความพยายามที่จะเข้าใจถึงกลไกที่เกี่ยวข้องระหว่างการไหลกับการแลกเปลี่ยนความร้อนจนกระทั่งในปี ค.ส.1945 กองทัพเรือสหรัฐจึงได้เป็นผู้ริเริ่มการเก็บข้อมูลโดยร่วมมือกับ W.M. Kays ขณะเป็นอาจารย์อยู่ที่มหาวิทยาลัยสแตมฟอร์ดทำการทดลอง และหาข้อมูลในการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานในการไหลของผิวแลกเปลี่ยนความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ และนำมาจัดพิมพ์เป็นกราฟซึ่งทำให้การออกแบบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนให้เหมาะสมที่สุดนั้นเป็นไปอย่างมีเหตุมีผลมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยวิธีการทดลองตัดแล้วลอง ในปัจจุบันความพยายามที่จะหาผิวแลกเปลี่ยนความร้อนรูปแบบใหม่ ๆ ตลอดจนถึงวัสดุใหม่ ๆ ที่จะนำมาทำเป็นตัวแผ่นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการใช้งานแต่ละอย่างก็ยังคงดำเนินต่อไป เพื่อให้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นสามารถที่จะนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

ลักษณะของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของแผ่นของโลหะที่มีผิวเป็นลอนแสดงลวดลายต่าง ๆ ตลอดทั่วทั้งแผ่น โดยมีช่องทางเปิดจำนวน 4 ช่อง ในแต่ละแผ่นเพื่อเป็นทางให้ของเหลวที่ต้องการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกันไหลเข้าและออก กลุ่มแผ่นโลหะแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ จะถูกวางเรียงเป็นแถวในระหว่างแผ่นประกบสองแผ่นปิดหัวท้ายและอัดยึดติดด้วยสลากเกลียว แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละแผ่นจะมีปะเก็นเป็นแนวโดยรอบเพื่อทำหน้าที่เป็นช่องบังคับให้ของไหลไหลไปตามร่องต่างสลับกันไปมาในแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน



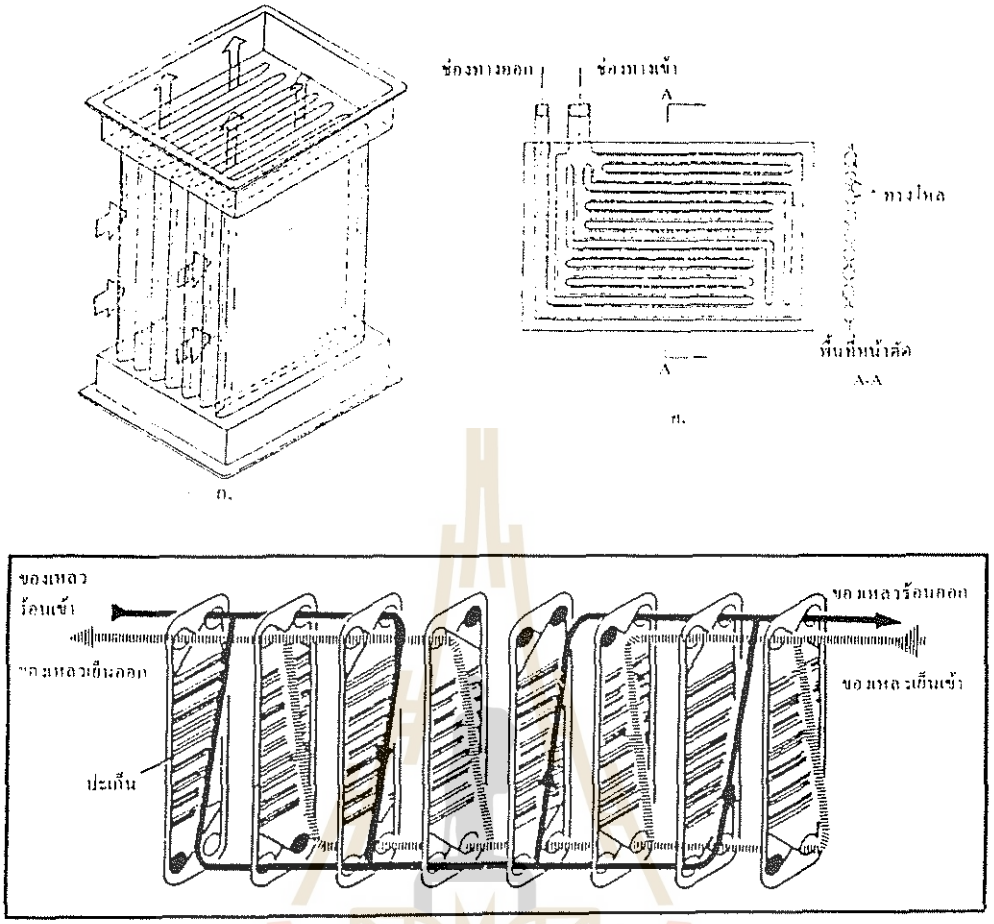
รูปที่ 3.20 ลักษณะของแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน

การหาขนาดและจำนวนแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนที่ต้องการนั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลชนิดของของไหล ความดันลด และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนความร้อน การที่แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนมีลักษณะเป็นลอนยังช่วยให้การไหลเป็นแบบปั่นป่วน (Turbulence) เกิดเร็วขึ้นรวมทั้งยังทำหน้าที่เป็นตัวช่วยยึดแผ่นให้อยู่ด้วยกัน ในขณะที่ความดันที่เกิดขึ้นในแต่ละแผ่นนั้นไม่เท่ากัน

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate Type Exchange)

คุณลักษณะพิเศษของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น คือ การเอาแผ่นถ่ายเทความร้อนหลาย ๆ แผ่นมาวางเรียงกันในระยะที่ห่างคงที่ แล้วให้ของเหลวแต่ละชนิดไหลผ่านช่องว่างระหว่างแผ่นใน ลักษณะสลับกัน ช่องเว้นช่อง (ดูรูป ก.) เครื่องแบบนี้มักใช้กับการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าหม้อไอน้ำ (Boiler) ในกรณีนี้ค่าสูญเสียความดันจะมีน้อยแต่ก็มีประสิทธิภาพก็ไม่สู้ดีนัก ในการปรับปรุงเครื่องแบบนี้ ปัจจุบันมีเครื่องแบบที่แสดงอยู่ในรูป ข. วางจำหน่ายในท้องตลาด เครื่องที่ปรับปรุงแล้วนี้ทำด้วยแผ่นเหล็กแสตนลส (Stainless Steel) บาง ๆ หรือแผ่นไทเทเนียม (Titanium) ซึ่งทนต่อสนิมได้อย่างดีเอามาอัดให้เกิดส่วนนูนส่วนเว้า ปะเก็น (gasket) จะถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศรั่วไหลและรักษาระยะระหว่างแผ่นที่ต้องการ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบปรับปรุงใหม่นี้มีค่าสูง ส่วนคุณลักษณะดีเด่นอย่างอื่น คือ สามารถถอดเป็นแผ่น ๆ ออกมาทำความสะอาดได้ทั่วถึง การบำรุงรักษาก็ง่ายและสามารถปรับปริมาณการถ่ายเทความร้อนได้ โดยการเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่น ถ่ายเทความร้อน เนื่องจากปะเก็นที่ใช้โดยปกติทำจากยางหรือยางสังเคราะห์จึงไม่เหมาะกับที่จะใช้กับอุณหภูมิสูงหรือความดันสูง เครื่องแบบนี้นิยมใช้กันมากกับอุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ และอุตสาหกรรมอาหาร ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน รวมสูงประมาณ 1300 - 3500 kcal / m^2 hr ^{0}C ส่วนความดันและอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ได้ประมาณ 5 kg / cm^2 และ 150 ^{0}C ตามลำดับ

รูป ค . แสดงลักษณะของขดท่อที่ผลิตจากแผ่นถ่ายความร้อน (Plate Coil) โดยการเอาแผ่นถ่ายเทความร้อน 2 แผ่นมาประกบกันให้เกิดช่องทางไหลเหมือนกับขดท่อ ลักษณะการใช้มีตั้งแต่การเอามาวางประกบกันหลาย ๆ แผ่นให้เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น การวางใช้ในภาชนะบรรจุแทนขดท่อถ่ายเทความร้อน (Coil) ตลอดจนการวางติดกับผนังถังแทนปลอกหุ้ม (jacket)



รูป 3.21 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

<u>ลักษณะที่เด่นของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น</u>

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีลักษณะเด่นหลายประการด้วยกันคือ

1.มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงเนื่องมาจาก มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลสองชนิดค่อนข้างสูงตลอดจนถึงไม่มีการรั่วไหลและการบายพาสของเหลวออกนอกตัวแลกเปลี่ยนความร้อน นอกจากนี้หากการไหลเป็นแบบไหลสวนทางกัน ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจะยิ่งสูงขึ้น โดยเฉลี่ยแล้วจะมีค่าสูงประมาณ 3 ถึง 5 เท่ามากกว่า ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทท่อ

2.การออกแบบสำหรับการใช้งานค่อนข้างจะยืดหยุ่น เนื่องจากมีแผ่นให้เลือกใช้หลายขนาด รวมถึงลวดลายในแต่ละแผ่นมีได้หลากหลาย ทำให้การสร้างทางเดินของของไหลก็สามารถกระทำได้หลายรูปแบบ

3.สามารถที่จะนำตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีอยู่เดิมมาดัดแปลงใช้กับข้อกำหนดของงานที่เปลี่ยนแปลงไปได้ง่ายโดยการเพิ่มจำนวนแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนเข้าไปในระบบ

4.ปัญหาเรื่องตะกรันมีน้อย เนื่องจากการออกแบบแผ่นจะทำให้การไหลที่เกิดขึ้นเป็นแบบไม่สม่ำเสมอหรือปั่นป่วน (Turbulence)ทำให้ของเหลวมีระยะเวลาที่ไหลอยู่ในแผ่นน้อยรวมทั้งไม่มีโซนการไหลที่เป็นความเร็วต่ำเกิดขึ้นด้วย

5.ง่ายต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากสามารถถอดประกอบได้ง่ายและสามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่จำเป็นต้องเผื่อพื้นที่ที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาเนื่องจากสามารถกระทำได้ภายในเนื้อที่ที่ติดตั้ง

6.โอกาสที่จะเกิดการผสมกันระหว่างของไหลสองชนิดที่ต้องการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกันมีน้อยหรือไม่มีเลยถึงแม้ว่าปะเก็นที่อยู่ในแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน จะเกิดความเสียหายก็ตาม เนื่องจากความดันภายในตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นสูงกว่าความดันบรรยากาศทำให้เมื่อเกิดการรั่วของเหลวจะไหลออกภายนอกแทน

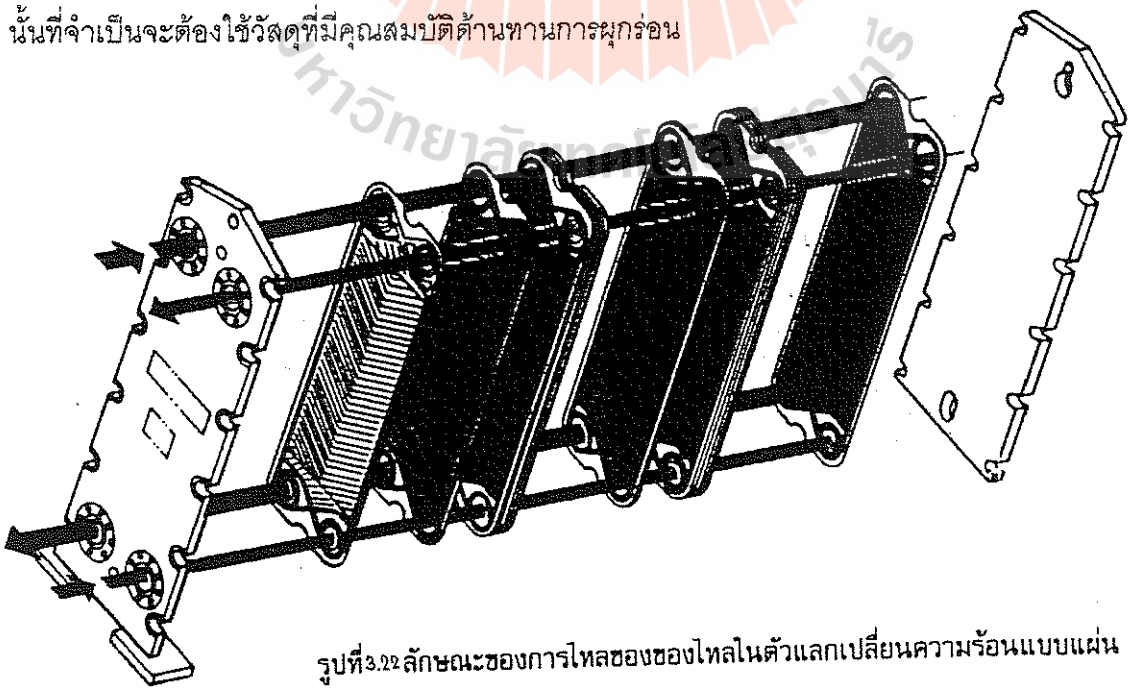
7.น้ำหนักเบาและค่อนข้างจะ Compact กล่าวคือมีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ

8.ปริมาณของเหลวที่จะตกค้างในแผ่นมีค่อนข้างน้อย

9.พื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถที่จะเพิ่มสูงได้ถึง 2,500 ตร.ม.

10.ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ ตลอดจนถึงการขยายตัวเนื่องจากความร้อนและความเค้นที่เกิดขึ้น

11.เฉพาะส่วนที่เป็นพื้นที่การถ่ายเทความร้อนตลอดจนถึงทางเข้าออกของของไหลเท่านั้นที่จำเป็นจะต้องใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติด้านทานการผุกร่อน



รูปที่3.22 ลักษณะของการไหลของของไหลในตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

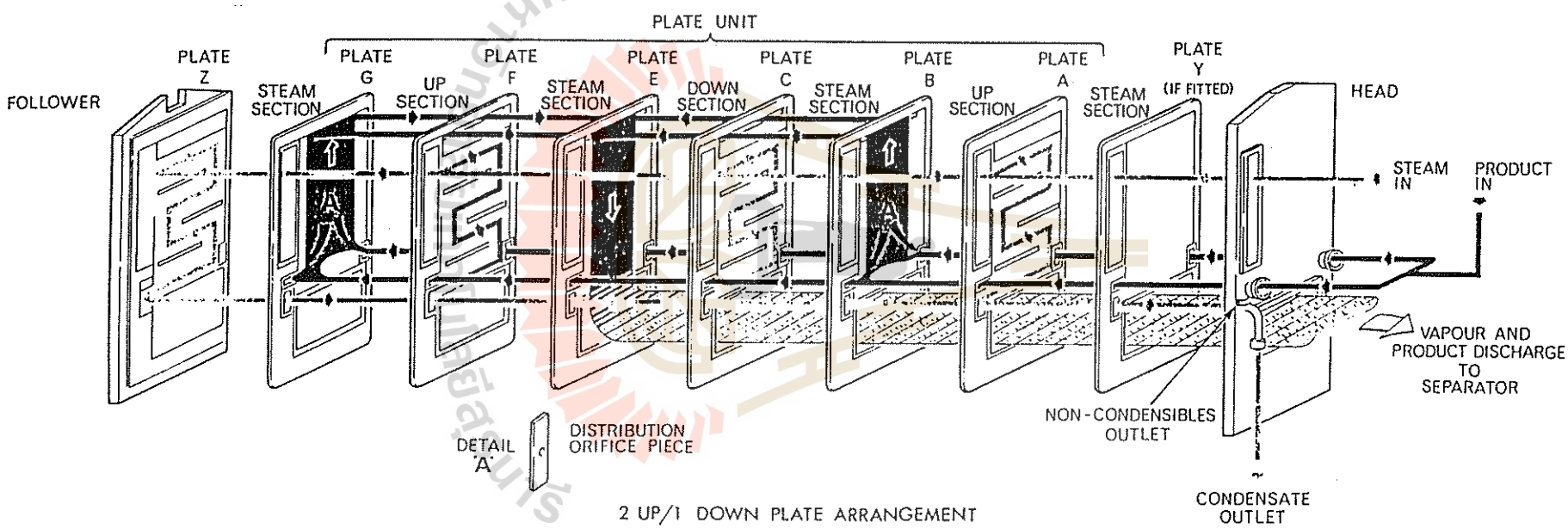


Fig. 3.23 Plate arrangement and flow diagrams

ความสามารถและข้อจำกัดในการใช้งานของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

ความสามาถในการใช้งานของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นขึ้นอยู่กับส่วนสำคัญสองส่วนคือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนและปะเก็นที่ใช้ ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1.ช่วงอุณหภูมิและความดันใช้งานจะอยู่ระหว่าง 0 - 120 °C และความดันบรรยากาศถึง 1.0 Mpa หรือ150psig อย่างไรก็ตามสำหรับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นชนิดทำเป็นพิเศษอาจจะใช้งานได้ในช่วง -25 ถึง 175 °C (-13 ถึง 350 °F) และมีความดันใช้งานได้ถึง 2.0 Mpa หรือ 300 psig ในกรณีดังกล่าวผู้เขียนขอแนะนำให้ปรึกษากับบริษัทผู้ผลิตตัวแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการใช้งานแต่ละอย่าง

2.ในกรณีที่การออกแบบช่องทางไหลของของไหลค่อนข้างซับซ้อนจะส่งผลให้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีแรงเฉือนอันเนื่องจากการไหลค่อนข้างสูง ส่งผลให้ตัวประกอบความเสียดทานก็ค่อนข้างสูงตามไปด้วย โดยเฉพาะเมื่อการไหลเป็นแบบปั่นป่วน อย่างไรก็ตามหากช่องทางไหลสามารถทำให้สั้นลงได้รวมทั้งความเร็วในการไหลลดลง จะส่งผลให้สามารถควบคุมความดันลดที่เกิดขึ้นให้มีการมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้งานในกรณีที่การแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของของไหลในระหว่างการถ่ายเทความร้อน

3.การที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นเกิดแรงเฉือนค่อนข้างสูงทำให้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานะของของไหลในระหว่างการถ่ายเทความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของไอค่อนข้างจะสูง ตลอดจนความดันใช้งานและความดันลดค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตาม ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมักจะใช้งานได้ดีในการควบแน่นไอให้เป็นของเหลวที่ความดันปานกลาง

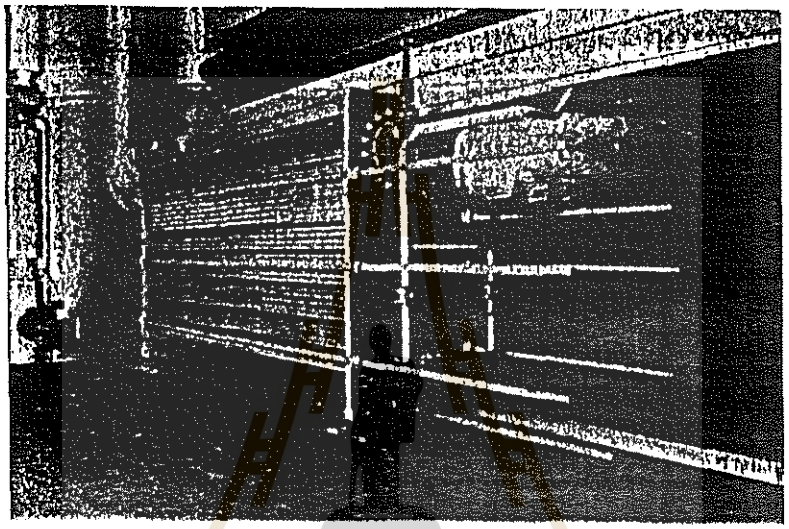
4.ชนิดของปะเก็นที่ใช้จะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการกำหนดช่วงของอุณหภูมิใช้งานและชนิดของของไหลที่ใช้ในการใช้งานจะต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนปะเก็นเป็นระยะๆ โดยดูจากการใช้งานเป็นหลัก

5.การที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีช่องทางไหลที่ค่อนข้างแคบทำให้เป็นข้อจำกัดของขนาดของอนุภาคหรือสิ่งเจือปนที่จะวิ่งผ่านเข้าไปในตัวแลกเปลี่ยนความร้อน

6.ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานสูญญากาศ เนื่องจากโดยรูปแบบของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีปะเก็นเดินอยู่โดยรอบตัวแผ่น

7.อัตราการไหลที่สูง ทำให้ในกรณีที่นำไปใช้ในงานที่มีการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างต่ำมักจะใช้แผ่นเปลี่ยนความร้อนขนาดใหญ่แต่จำนวนน้อย อย่างไรก็ตาม กรอบที่ใช้ประกบแผ่นเข้า

ด้วยกันอาจจะมีราคาแพงเมื่อเทียบกับราคาทั้งหมดทำให้ไม่ประหยัด ในกรณีทั่วๆไป ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบจำนวนแผ่นมักจะมีมากกว่า 10 แผ่น เพื่อให้แน่ใจว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นสามารถทำงานได้



รูปที่ 3.24 STANDARD MODEL PLATE HEAT EXCHANGER

ลักษณะงานที่สามารถนำตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นไปใช้งานได้

1.เป็นงานที่ต้องการประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างสูงหรืออีกนัยหนึ่งคือต้องการให้อุณหภูมิภายหลังการถ่ายเทความร้อนมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของของไหลที่เข้าก่อนจะดูดซับความร้อนไป ซึ่งประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง ๆ นี้ไม่อาจจะหาได้จากตัวแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทท่อ

2.สำหรับงานที่ต้องใช้วัสดุค่อนข้างแพงในการทำตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น พวกเหล็กไร้สนิม ไทเทเนียมถึงแม้ว่าในบางครั้งตัวแลกเปลี่ยนความร้อนประเภทท่อที่ทำจากเหล็กคาร์บอนอาจจะใช้ได้ แต่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นที่ทำจากเหล็กไร้สนิมอาจจะดีกว่าและประหยัดกว่าก็ได้เมื่อคำนึงถึงปัญหาการกัดเซาะและการบำรุงรักษา

ตารางที่ 3.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นและแบบท่อ

การเปรียบเทียบ	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ Shell and Tube
ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อน	สูงกว่า โดยมีค่า U สูงกว่า 3 - 5 เท่า	ต่ำกว่า
พื้นที่ที่ต้องใช้ในการติดตั้ง	น้อยกว่า 10 - 50 %	ต้องเผื่อความยาวไว้ 2 เท่า สำหรับการบำรุงรักษาท่อ
การประกอบและติดตั้ง	ง่าย โดยการอัดและยึดติดด้วยสลักเกลียว	ยุ่งยากกว่า เนื่องจากต้องดึงกลุ่มท่อที่สอดอยู่ข้างใน
ราคา	ถูกกว่าในกรณีที่ต้องใช้วัสดุที่ดี เช่น พวกเหล็กไร้สนิม ไทเทเนียม	สูงกว่า ยกเว้นถ้าทำจากเหล็กคาร์บอน
การเกิดตะกรัน	น้อยกว่า เนื่องจากสภาพที่เป็นลอนของแผ่น รวมทั้งการไหลแบบปั่นป่วน	สูงกว่า เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม และมีช่องทางไหลภายในท่อทรงกระบอก
พื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน	สามารถเพิ่มหรือลดลงได้โดยการเพิ่มแผ่น	มีพื้นที่ผิวคงที่สำหรับแต่ละตัว
น้ำหนักและการติดตั้ง	ต่ำ ไม่จำเป็นต้องอาศัยแท่นคอนกรีต	สูงและมักจะต้องใช้แท่นคอนกรีตรองรับ
การผสมเข้าด้วยกันระหว่างของไหล	ไม่มีทางเกิดขึ้นโดยอาศัยการออกแบบปะเก็น	เป็นไปได้ ตรงบริเวณรอยเชื่อมและที่ผนังท่อ
การตรวจสอบ	ทำได้ง่ายโดยแค่ถอดแผ่นออก	ยาก ต้องดึงกลุ่มท่อที่สอดอยู่ออกมา
การทำความสะอาดโดยสารเคมี	ดี เนื่องจากลักษณะแผ่นที่เป็นลอนและเป็นช่องทางไหล	ใช้ได้ แต่ต้องระวังจุดบอดบางจุด
ความหนืดของของไหลที่ใช้	สูงได้ถึง 30,000 cps	ประมาณ 10,000 cps
ความดันลดที่เกิดขึ้น	ต่ำจนถึงปานกลาง	ต่ำ
การสูญเสียความร้อน	โดยทั่วไปจะไม่มี ไม่จำเป็นต้องหุ้มฉนวน	ค่อนข้างมาก และต้องหุ้มฉนวน

ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบในเงื่อนไขของการถ่ายเทความร้อนเดียวกัน

การเปรียบเทียบ	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ Shell and Tube
อุณหภูมิสู่เข้า Temperature Approach	สามารถออกแบบให้อุณหภูมิสู่เข้าสู่ 1 °C โดยมีการถ่ายเทความร้อนได้สูงถึง 90 %	อุณหภูมิสู่เข้าต่ำสุดที่ได้มักจะมีค่าประมาณ 3 - 5 °C
ขนาดของเครื่องที่ได้จากการออกแบบ	ได้จากการคำนวณสำหรับงานแต่ละอย่าง เพราะสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่นได้	มักจะเลือกขนาดโตกว่าที่ต้องการเพื่อความปลอดภัย เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มพื้นที่ได้
ปริมาณของไหลที่ตกค้าง Hold Up Volume	น้อย หรือ แทบไม่มี	สูง
การทำงาน	สามารถดัดแปลงใช้ได้กับงานหลากหลาย เพราะว่าสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนแผ่น	เครื่องมักจะถูกนำมาใช้กับงานแต่ละอย่าง

ตารางที่ **การเปรียบเทียบในเงื่อนไขของการถ่ายเทความร้อนเดียวกัน**

การเปรียบเทียบ	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ Shell and Tube
พื้นที่ผิวสำหรับการถ่ายเทความร้อน	100 ตร.ม.	300 ตร.ม.
ความยาวที่ต้องการ	2,180 mm	4,000 mm
ความกว้าง	890 mm	เส้นผ่าศูนย์กลาง 760 mm
ความสูง	2,135 mm	1,070 mm
ปริมาตรโดยรวม	0.5 ลบ. ม.	3.2 ลบ. ม.
น้ำหนักสุทธิ	3,500 Kg	13,000 Kg

3.สำหรับงานที่ต้องการพื้นที่ติดตั้งน้อย ปริมาตรตัวแลกเปลี่ยนความร้อนน้อย ความหนาแน่นของพื้นที่ผิวสูงน้ำหนักเบา

4.สำหรับงานที่ต้องทำความสะอาดบ่อย รวมทั้งต้องการความง่ายในการบำรุงรักษา เช่นในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น

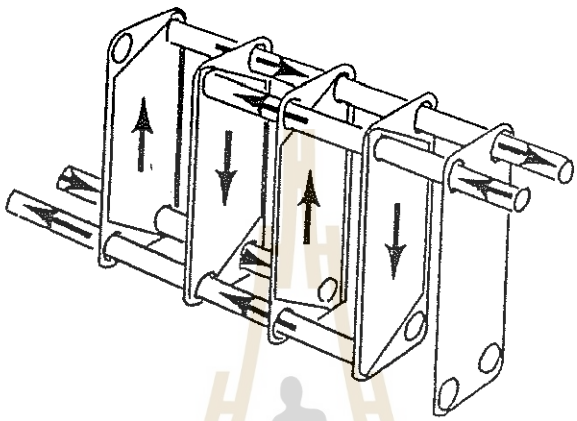


Figure 3.25 Plate heat exchanger.

ตัวอย่างตัวการใช้งานของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น

ในอุตสาหกรรมเหล็ก

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีบทบาทในการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันหล่อลื่นของชุดเกียร์ทดรอบของมอเตอร์ตลอดจนถึงการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันไฮดรอลิคและน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องรีด

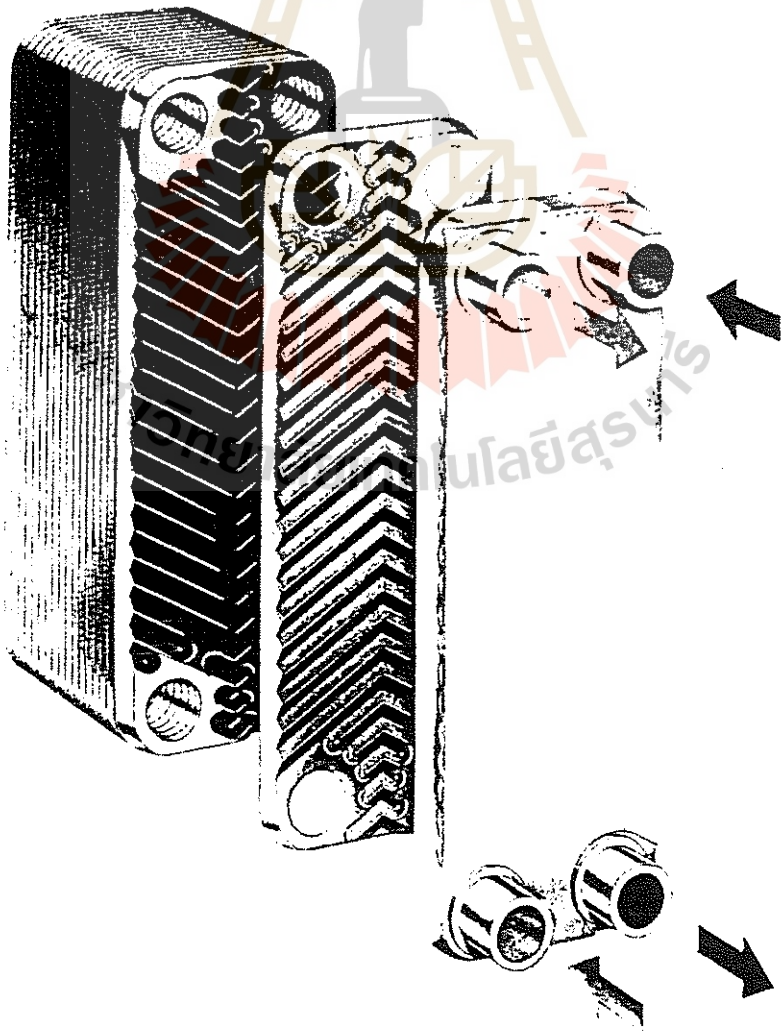
นอกจากนี้ในกระบวนการหล่อเหล็กต้องใช้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น ในการถ่ายเทความร้อนให้กับเหล็กที่ออกจากแบบหล่อ ตลอดจนถึงในเตาหลอม

ในอุตสาหกรรมปรับอากาศและระบายอากาศ

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมักจะนำมาใช้เป็นตัวขับความดันในระบบท่อและวาร์วต่างๆ ต่ำลงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงไปได้ นอกจากนี้การที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นสามารถให้อุณหภูมิภายหลังการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของของไหลก่อนเข้าทำให้ประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ

นอกจากนี้ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น ยังถูกนำมาใช้ในระบบปรับอากาศที่มี Thermal Storange เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย รวมทั้งอาจนำไปติดตั้งระหว่างหอผึ่งน้ำและเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อลดโอกาศการเกิดตะกรันในตัวระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น เนื่องจากหอผึ่งน้ำนั้นเปิดสู่บรรยากาศ ทำให้น้ำในหอผึ่งน้ำมีโอกาศที่จะสัมผัสกับสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ปะปนในโอกาศส่งผลให้น้ำนั้นไม่สะอาดอย่างที่ควรจะเป็น

จะเห็นว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นนั้นมีข้อดีหลายประการที่เหนือกว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อ อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นอยู่ที่ยังไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับการถ่ายเทความร้อนที่มีการเปลี่ยนสถานะ ถึงแม้ว่าจะมีตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นที่พัฒนามาให้ใช้ได้กับกรณีดังกล่าว แต่ก็มีข้อเสียคือความดันลดที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง ไม่น้อยอย่างที่ควรจะเป็น แต่สำหรับกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้นแล้วตัวแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นจะเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจมากที่เดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่ต้องเจอกับการกัดเซาะของของไหลที่วิ่งเข้าออกจากตัวแลกเปลี่ยนความร้อน



เครื่องระเหยแบบแผ่น (Plate Evaporator)

หม้อต้มเป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญอย่างมาก ด้านการใช้พลังงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล ดังนั้นการประหยัดพลังงานที่ใช้กับหม้อต้มจึงเป็นแนวทางที่สำคัญอย่างมากในการลดต้นทุนการผลิตของโรงงาน และด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดความร่วมมือกันระหว่าง ALFA LAVAL กับโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล ในการคิดค้นและพัฒนาหม้อต้มแบบใหม่เรียกว่า " ALFA LAVAL PLATE EVAPORATOR "

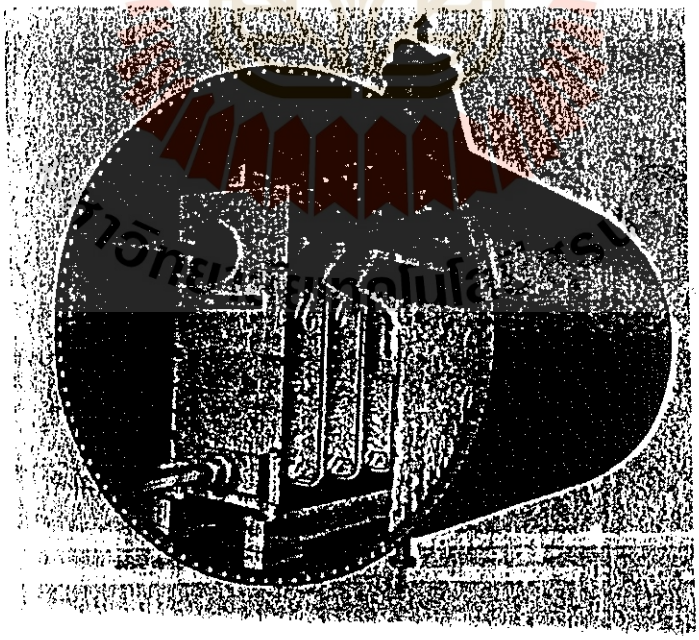
โครงสร้างของ PLATE EVAPORATOR

โครงสร้างของ PLATE EVAP0RATOR จะเหมือนกับของ PLATE HEAT EXCHANGER ทั่วๆไปคือ ประกอบด้วยชุดของแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (PLATE) ที่มีลักษณะเป็นลอน เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนของไหล 2 ด้าน โดยมี FRAME PLATE และ PRESSURE PLATE ประกบอยู่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของชุดแผ่น PLATE มีสลักยึด (TIGHTENING BOLT) เป็นตัวอัดให้ชุดของแผ่น PLATE ติดกับของไหล 2 ด้านจะไหลสลับกันในแต่ละช่องของแผ่น PLATE โดยถูกบังคับทิศทางด้วยปะเก็นรอบแผ่น PLATE ข้อแตกต่างของ PLATE EVAPORATOR กับ PLATE HEAT EXCHANGER ธรรมดาคือ PLATE ของ PLATE EVAPORATOR จะเชื่อมติดกัน

เป็นคู่ เรียกว่า CASSETTE ด้านนอกจะมีปะเก็นและของไหล ด้านนอกแผ่นนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจเช็คและทำความสะอาด ส่วนแผ่นที่อยู่ด้านในจะไม่มีปะเก็นเนื่องจากถูกเชื่อมติดกับแผ่นด้านนอก ของไหลในช่องนี้จะเป็น HEATING STEAM หรือ HEATING VAPOUR

<u>PLATE EVAPORATOR ออกแบบมา 2 MODEL</u> คือ

1.) STANDARD MODEL จะติดตั้งเหมือนกับ PLATE HEAT EXCHANGER ทั่วๆไป แต่จะมี GAS LIQUID SEPARATER เพื่อแยก JUICE และ JUICE VAPOUR หลังจากผ่าน PLATE ออกไปแล้ว
2.) OPEN-OUTLET MODEL จะติดตั้งอยู่ใน VESSEL ซึ่งอาจจะมี PLATE EVAPORATOR 1ตัว หรือ 2ตัว ต่อขนานกันอยู่ภายใน VESSEL ก็ได้



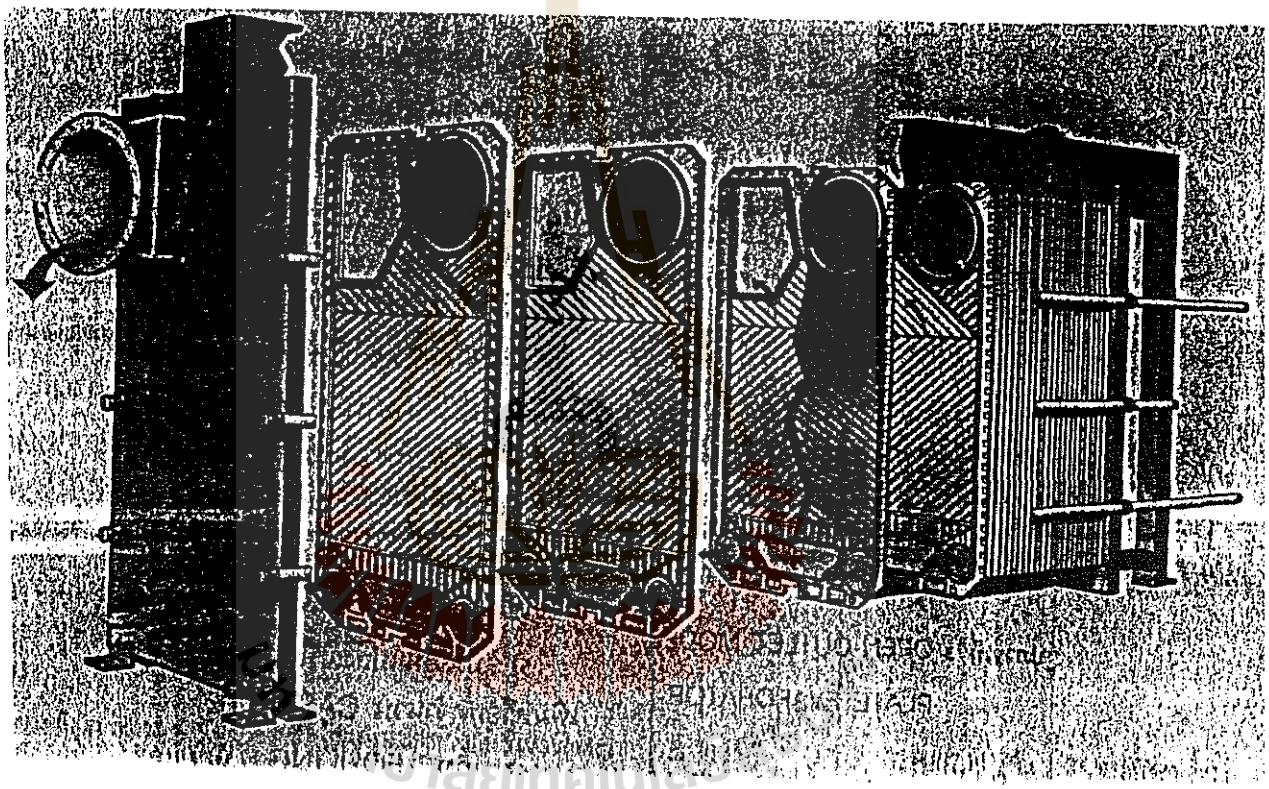
OPEN - OUTLET MODEL PLATE EVAPORATOR

<u>การใช้งาน PLATE EVAPORATOR</u>

1.) COMPLETE STATION คือใช้ PLATE EVAPORATOR ได้ครบทุก EFFECT ของชุดหม้อต้ม

2.) COMPLETE EFFECT คือใช้ PLATE EVAPORATOR ที่ EFFECT ใดก็ได้ เพื่อใช้ร่วมกับหม้อต้มแบบเดิม (TUBULAR EVAPORATOR)

3.) BOOSTER คือใช้ PLATE EVAPORATOR ต่อขนานกับ TUBULAR EVAPORATOR ที่ EFFECT หนึ่งเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต



รูปที่ 3.26 แสดงโครงสร้างของ PLATE EVAPORATOR และทิศทางการไหล

<u>ข้อดีของ PLATE EVAPORATOR</u>

1.) ผลิตภัณฑ์ไม่ไหม้ เนื่องจากการออกแบบเป็นแบบ RISING FILM ทำให้สามารถขจัดปัญหาเรื่องการเกาะติดของผลิตภัณฑ์ที่พื้นผิวถ่ายเทความร้อน

2.) ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีกว่า เนื่องจากเวลาที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในหม้อต้มจะสั้นกว่าและไม่มีการไหลวน

3.) ใช้พื้นที่ถ่ายเทความร้อนน้อยกว่า เนื่องจากการออกแบบแผ่น PLATE เป็นลอน ทำให้เกิด TURBULENCE มาก จึงมีสัมประสิทธิ์ถ่ายเทความร้อนสูง

4.) ใช้ได้กับความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำๆ ทำให้สามารถเพิ่มจำนวน EFFECT ได้โดยไม่ต้องเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และยังลดอุณหภูมิของ HEATING STEAM ที่ต้องใช้ในหม้อต้ม EFFECT แรกได้ด้วย

5.) เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ง่าย โดยเพิ่มหรือลดจำนวน CASSETE

6.) เกิด FOULING น้อยและการบำรุงรักษาง่าย เนื่องจากมี TURBULENCE มากและไม่มีจุดอับแต่ถ้าเกิด FOULING ขึ้นก็สามารถแก้ไขได้ โดยการใช้ CHEMICAL CLEANING หรือถอด CASSETE ออกมาทำความสะอาด

7.) กะทัดรัดและน้ำหนักเบากว่าเช่น STANDARD MODEL จะสูงไม่ถึง 3 เมตร ส่วน OPEN-OUTLET MODEL จะสูงประมาณ 4.5 เมตรเท่านั้น และเนื่องจากมีช่องทางการไหลสั้นและใช้ SERFACE AREA น้อยจึงมีปริมาณผลิตภัณฑ์ค้างอยู่ภายในน้อยน้ำหนักจึงเบา

8.) การลงทุนต่ำกว่า ด้วยมีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนน้อย น้ำหนักเบาและช่องทางการไหลสั้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องการทำฐานติดตั้งและการเดินท่อ

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่อง EVAPORATOR ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE A

ข้อมูลพื้นฐาน

1. ความเข้มข้นของน้ำสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Evaporator

   ช่วงเดือน เม.ย. - พ.ค. สับปะรดจะมีความหวานประมาณ 13 °Brix

   ช่วงเดือน มิ.ย. - มี.ค. สับปะรดจะมีความหวานประมาณ 12 °Brix

2. อัตราการไหลเข้าของน้ำสับปะรด (Feed) 14,000 L/hr

3. ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 12 °Brix = 1.04541 g/ml

   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 13 °Brix = 1.04961 g/ml

   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 60 °Brix = 1.28544 g/ml

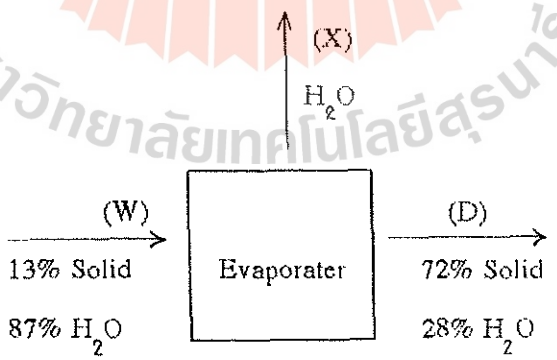
   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 65 °Brix = 1.31533 g/ml

   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 72 °Brix = 1.35877 g/ml

1. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 13 และ Brix สุดท้ายคือ 72

1.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



ในกระบวนการกำจัดน้ำ จะเกี่ยวข้องกับการดึงน้ำออกจากวัสดุ โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่ จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของน้ำในวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่ามีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น

ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 87 %

D = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 28 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งคือมวลที่ลดลง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u> Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.87\,W = X + 0.28\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.87\,W = 0.28\,D + (W - D)$

Solid : $0.72\,D = 0.13\,W$

$D / W = 0.13 / 0.72$

$= 0.18$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.18) * 100$

$= 82\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 87 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.87(100) = X + 0.28\,D$ _____ 2

1 - 2 $13 = 0.72\,D$

$D = 13 / 0.72$

$= 18$

% wt. reduction $= ((100 - 18) / 100) * 100$

$= 82\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 82 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

1.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 82 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 18 % เท่านั้น

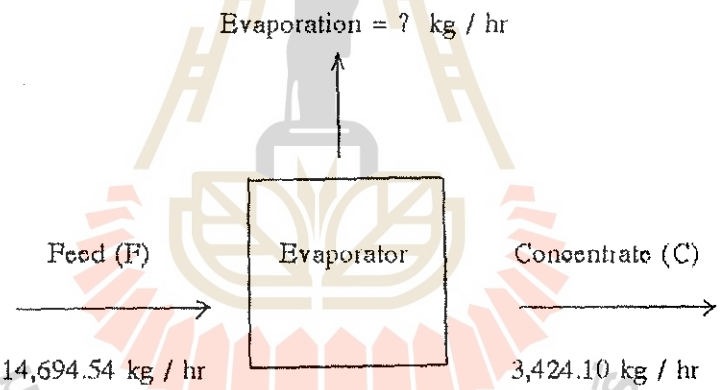
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 18 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (18 * 14,000) / 100

= 2,520 L / hr

1.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04961 g / ml = 14,694.54 kg / hr

Concentrate 2,520 L / hr * 1.35877 g / ml = 3,424.10 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,694.54 = 3,424.10 + E

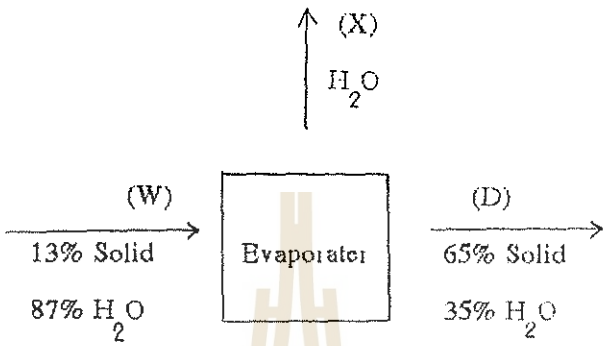
E = 11,270.44 kg / hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,270.44 kg / hr

2. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 13 และ Brix สุดท้ายคือ 65

2.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.87\,W = X + 0.35\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.87\,W = 0.35\,D + (W - D)$

Solid : $0.65\,D = 0.13\,W$

$D / W = 0.13 / 0.65$

$= 0.20$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.20) * 100$

$= 80\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 87 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.87(100) = X + 0.35\,D$ _____ 2

1 - 2 $13 = 0.65\,D$

$D = 13 / 0.65$

$= 20$

% wt. reduction $= ((100 - 20) / 100) * 100$

$= 80\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 80 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

2.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 80 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 20 % เท่านั้น

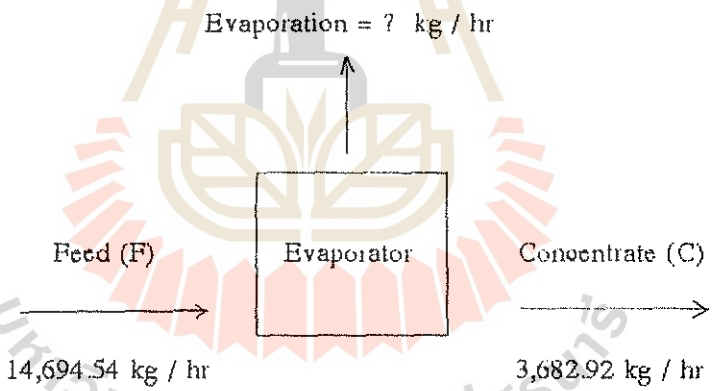
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 20 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (20 * 14,000) / 100

= 2,800 L / hr

2.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04961 g / ml = 14,694.54 kg / hr

Concentrate 2,800 L / hr * 1.31533 g / ml = 3,682.92 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,694.54 = 3,682.92 + E

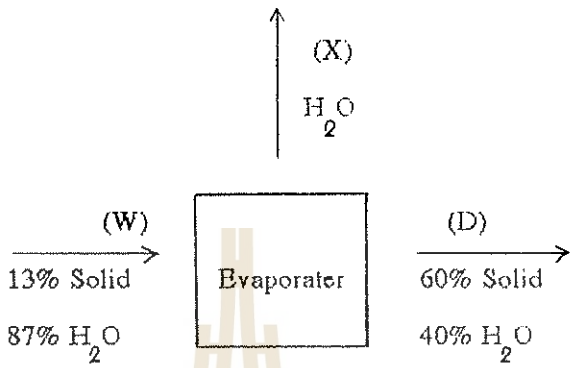
E = 11,011.61 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,011.61 kh /hr

3. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 13 และ Brix สุดท้ายคือ 60

3.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.87\,W = X + 0.40\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.87\,W = 0.40\,D + (W - D)$

Solid : $0.60\,D = 0.13\,W$

$D / W = 0.13 / 0.60$

$= 0.22$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.22) * 100$

$= 78\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 87 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.87(100) = X + 0.40\,D$ _____ 2

1 - 2 $13 = 0.60\,D$

$D = 13 / 0.60$

$= 22$

% wt. reduction $= ((100 - 22) / 100) * 100$

$= 78\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 78 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

3.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 78 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 22 % เท่านั้น

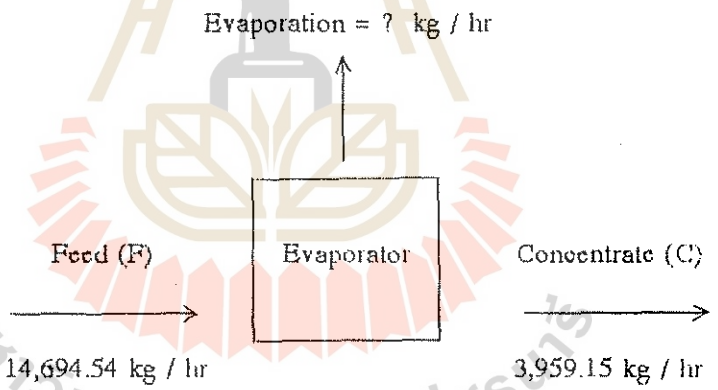
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 22 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (22 * 14,000) / 100

= 3,080 L / hr

3.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04961 g / ml = 14,694.54 kg / hr

Concentrate 3,080 L / hr * 1.28544 g / ml = 3,959.15 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,694.54 = 3,959.15 + E

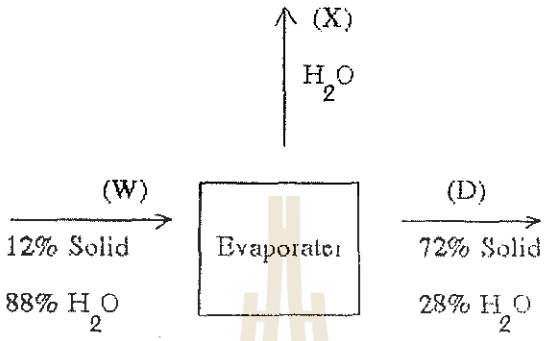
E = 10,735.39 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 10,735.39 kg /hr

4. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 12 และ Brix สุดท้ายคือ 72

4.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.88\,W = X + 0.28\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.88\,W = 0.28\,D + (W - D)$

Solid : $0.72\,D = 0.12\,W$

$D / W = 0.12 / 0.72$

$= 0.17$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.17) * 100$

$= 83\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 88 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.88(100) = X + 0.28\,D$ _____ 2

1 - 2 $12 = 0.72\,D$

$D = 12 / 0.72$

$= 17$

% wt. reduction $= ((100 - 17) / 100) * 100$

$= 83\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 83 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

4.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 83 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 17 % เท่านั้น

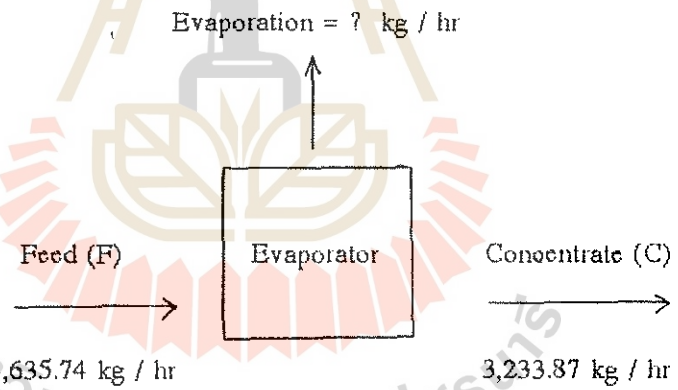
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 17 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (17 * 14,000) / 100

= 2,380 L / hr

4.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04541 g / ml = 14,635.74 kg / hr

Concentrate 2,380 L / hr * 1.35877 g / ml = 3,233.87 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,635.74 = 3,233.87 + E

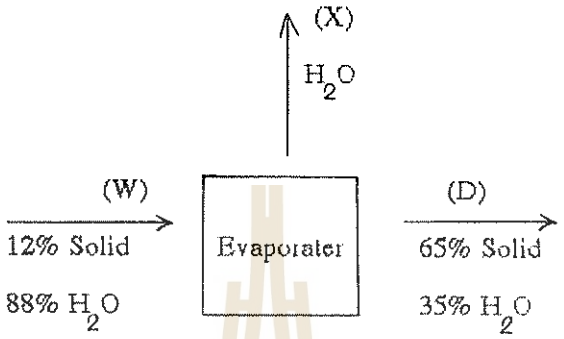
E = 11,401.87 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,401.87 kg /hr

5. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 12 และ Brix สุดท้ายคือ 65

5.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.88\,W = X + 0.35\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.88\,W = 0.35\,D + (W - D)$

Solid : $0.65\,D = 0.12\,W$

$D / W = 0.12 / 0.65$

$= 0.18$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.18) * 100$

$= 82\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 88 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.88(100) = X + 0.35\,D$ _____ 2

1 - 2 $12 = 0.65\,D$

$D = 12 / 0.65$

$= 18$

% wt. reduction $= ((100 - 18) / 100) * 100$

$= 82\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 82 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

5.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 82 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 18 % เท่านั้น

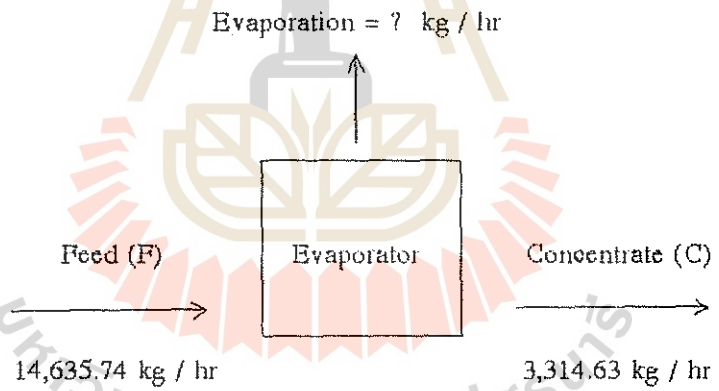
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 18 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (18 * 14,000) / 100

= 2,520 L / hr

5.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04541 g / ml = 14,635.74 kg / hr

Concentrate 2,520 L / hr * 1.31533 g / ml = 3,314.63 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,635.74 = 3,314.63 + E

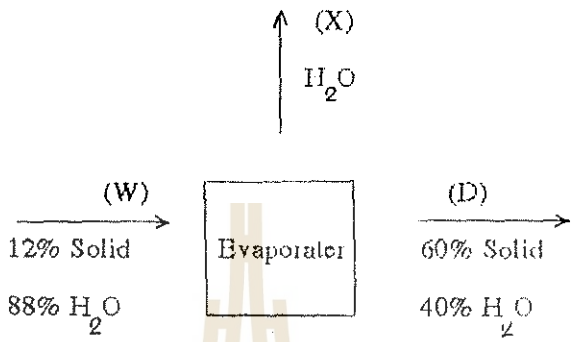
E = 11,321.11 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,321.11 kg /hr

6. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 12 และ Brix สุดท้ายคือ 60

6.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ ———— 1

Water : $0.88\,W = X + 0.40\,D$ ———— 2

$X = W - D$ ———— 3

$0.88\,W = 0.40\,D + (W - D)$

Solid : $0.60\,D = 0.12\,W$

$D / W = 0.12 / 0.60$

$= 0.20$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.20) * 100$

$= 80\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 88 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ ———— 1

Water : $0.88(100) = X + 0.40\,D$ ———— 2

1 - 2 $12 = 0.60\,D$

$D = 12 / 0.60$

$= 20$

% wt. reduction $= ((100 - 20) / 100) * 100$

$= 80\ \%$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 80 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

6.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 80 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 20 % เท่านั้น

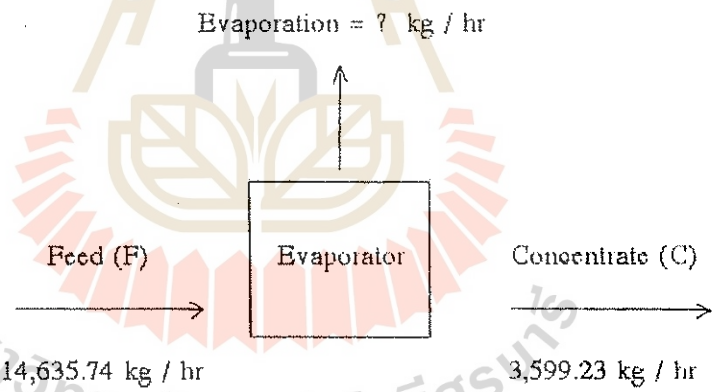
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 20 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (20 * 14,000) / 100

= 2,800 L / hr

6.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04541 g / ml = 14,635.74 kg / hr

Concentrate 2,800 L / hr * 1.28544g / ml = 3,599.23 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,635.74 = 3,599.23 + E

E = 11,036.51 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,036.51 kg /hr

วิธีการคำนวณ MASS BALANCE ของเครื่อง EVAPORATOR ในการทำน้ำสับปะรดเข้มข้น GRADE B

ข้อมูลพื้นฐาน

1. ความเข้มข้นของน้ำสับปะรดก่อนเข้าเครื่อง Evaporator

   ช่วงเดือน เม.ย. - พ.ค. สับปะรดจะมีความหวานประมาณ 10 °Brix

   ช่วงเดือน มิ.ย. - มี.ค. สับปะรดจะมีความหวานประมาณ 11 °Brix

2. อัตราการไหลเข้าของน้ำสับปะรด (Feed) 14,000 L/hr

3. ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 10 °Brix = 1.03709 g/ml

   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 11 °Brix = 1.04123 g/ml

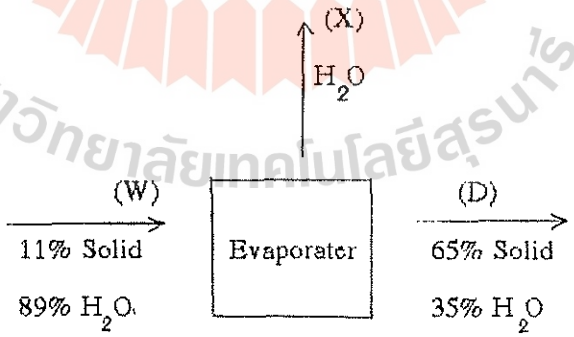
   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 65 °Brix = 1.31533 g/ml

   ความหนาแน่นของน้ำสับปะรดที่ 72 °Brix = 1.35877 g/ml

1. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 11 และ Brix สุดท้ายคือ 65

1.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



ในกระบวนการกำจัดน้ำ จะเกี่ยวข้องกับการดึงน้ำออกจากวัสดุ โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่ จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของน้ำในวัสดุเป็นการบ่งบอกถึงว่ามีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น

ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 89 %

D = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 35 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งคือมวลที่ลดลง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นต้องแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจึงเป็นดังนี้

<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.89\,W = X + 0.35\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.89\,W = 0.35\,D + (W - D)$

Solid : $0.65\,D = 0.11\,W$

$D / W = 0.11 / 0.65$

$= 0.17$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.17) * 100$

$= 83\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 89 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.89(100) = X + 0.35\,D$ _____ 2

1 - 2 $11 = 0.65\,D$

$D = 11 / 0.65$

$= 17$

% wt. reduction $= ((100 - 17) / 100) * 100$

$= 83\ \%$

น้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 83 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

1.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 83 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 17 % เท่านั้น

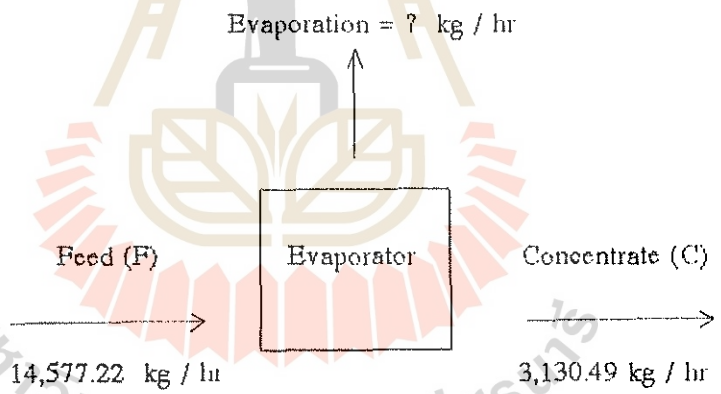
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 1 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (17 * 14,000) / 100

= 2,380 L / hr

1.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04123 g / ml = 14,577.22 kg / hr

Concentrate 2,380 L / hr * 1.31533 g / ml = 3,130.49 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,577.22 = 3,130.49 + E

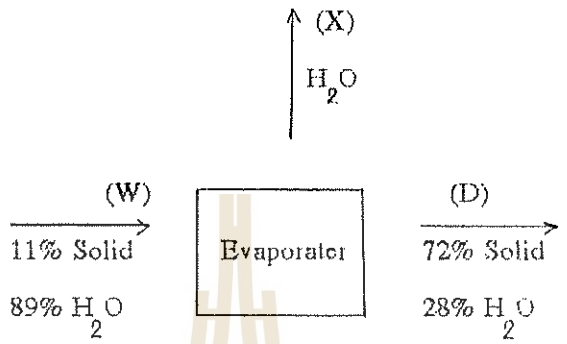
E = 11,446.73 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,446.73 kg /hr

2. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 11 และ Brix สุดท้ายคือ 72

2.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.89\,W = X + 0.28\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.89\,W = 0.28\,D + (W - D)$

Solid : $0.72\,D = 0.11\,W$

$D / W = 0.11 / 0.72$

$= 0.15$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.15) * 100$

$= 85\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 87 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.89(100) = X + 0.28\,D$ _____ 2

1 - 2 $11 = 0.72\,D$

$D = 11 / 0.72$

$= 15$

% wt. reduction $= ((100 - 15) / 100) * 100$

$= 85\ \%$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 85 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

2.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 85 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 15 % เท่านั้น

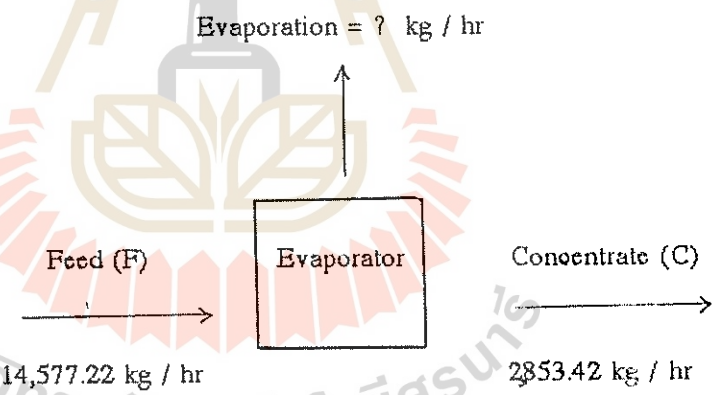
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 15 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (15 * 14,000) / 100

= 2,100 L / hr

2.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.04123 g / ml = 14,577.22 kg / hr

Concentrate 2,100 L / hr * 1.35877 g / ml = 2,853.42 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,577 .22 = 2,853.42 + E

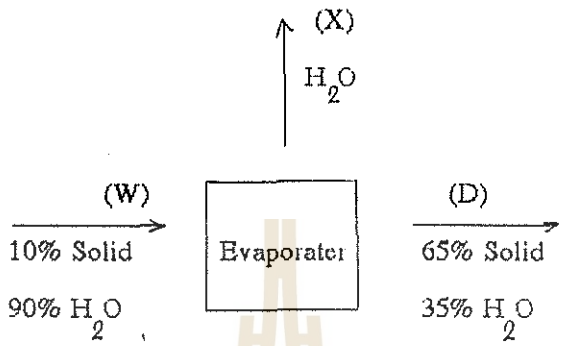
E = 11,723.80 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,723.80 kg /hr

3. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 10 และ Brix สุดท้ายคือ 65

3.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.90\,W = X + 0.35\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.90\,W = 0.35\,D + (W - D)$

Solid : $0.65\,D = 0.10\,W$

$D / W = 0.10 / 0.65$

$= 0.15$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.15) * 100$

$= 85\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 90 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.90(100) = X + 0.35\,D$ _____ 2

1 - 2 $10 = 0.65\,D$

$D = 10 / 0.65$

$= 15$

% wt. reduction $= ((100 - 15) / 100) * 100$

$= 85\ \%$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 85 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

3.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 85 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 15 % เท่านั้น

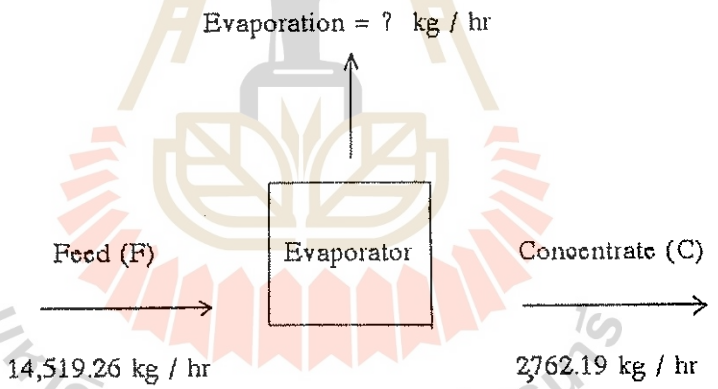
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 15 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (15 * 14,000) / 100

= 2,100 L / hr

3.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.03709 g / ml = 14,519.26 kg / hr

Concentrate 2,100 L / hr * 1.31533 g / ml = 2,726.19 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,519.26 = 2,762.19 + E

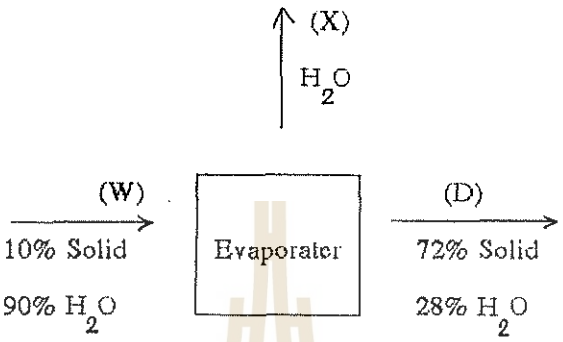
E = 11,757.07 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,757.07 kg /hr

4. กรณี Brix เริ่มต้นคือ 10 และ Brix สุดท้ายคือ 72

4.1 คำนวณหา % ของน้ำหนักที่ลดลงไป

<u>วิธีการ</u> วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



<u>วิธีทำ</u>

Total mass : $W = X + D$ _____ 1

Water : $0.90\,W = X + 0.28\,D$ _____ 2

$X = W - D$ _____ 3

$0.90\,W = 0.28\,D + (W - D)$

Solid : $0.72\,D = 0.10\,W$

$D / W = 0.10 / 0.72$

$= 0.14$

% wt. reduction $= ((W - D) / W) * 100$

$= (1 - (D / W)) * 100$

$= (1 - 0.14) * 100$

$= 86\ \%$

จากข้อมูลที่ได้อาจแก้ปัญหาโดยการใช้ basis 100 kg ของ 90 % ความชื้น ถ้าให้ W= 100

Total mass : $100 = X + D$ _____ 1

Water : $0.90(100) = X + 0.28\,D$ _____ 2

1 - 2 $10 = 0.72\,D$

$D = 10 / 0.72$

$= 14$

% wt. reduction $= ((100 - 14) / 100) * 100$

$= 86\ \%$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลง 86 % จากน้ำหนักเดิมก่อนเข้าเครื่อง

4.2 คำนวณหาค่า Concentrate

<u>วิธีการ</u> จากข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบว่า อัตราการไหลเข้า Feed คือ 14,000 L / hr และน้ำหนักของน้ำสับปะรดที่ออกจากเครื่อง Evaporator จะลดลงไป 86 % ดังนั้นจะเหลือน้ำหนักออกจากเครื่อง Evaporator เพียง 14 % เท่านั้น

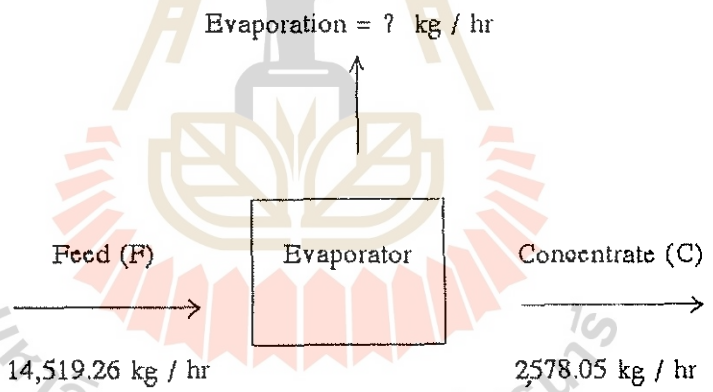
<u>วิธีทำ</u> น้ำหนักเริ่มต้น 100 L จะได้น้ำหนักสุดท้าย 14 L

น้ำหนักเริ่มต้น 14,000 L / hr จะได้น้ำหนักสุดท้าย (14 * 14,000) / 100

= 1,960 L / hr

4.3 คำนวณหาอัตราการระเหยของน้ำสับปะรด

<u>วิธีการ</u> สร้างแผนภูมิของกระบวนการ



เปลี่ยนหน่วย L / hr เป็น kg / hr โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของน้ำสับปะรด

โดย Feed 14,000 L / hr * 1.03709 g / ml = 14,519.26 kg / hr

Concentrate 1,960 L / hr * 1.31533 g / ml = 2,578.05 kg / hr

<u>วิธีทำ</u> Total mass 14,519.26 = 2,578.05 + E

E = 11,941.21 kg /hr

เพราะฉะนั้น อัตราการระเหยเท่ากับ 11,941.21 kg /hr

<u>รายละเอียดเครื่องกรองใส</u> (Ultra Filtration,UF)

1. เครื่องกรองใส แบ่งเป็น 2 Stages.

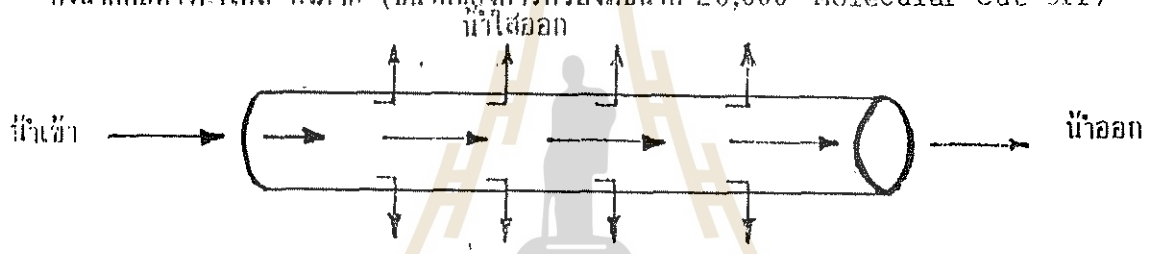
   แต่ละ Stage มี 30 module รวมเป็น 60 modules

   ทำงานแยกจากกัน อาจทำงานเครื่องใด เครื่องหนึ่ง หรือทั้ง 2 เครื่องพร้อมกันก็ได้

2. เมื่อน้ำจาก Feed Tank ผ่านเข้ามายังเครื่อง UF จะมีแบ่งออกเป็น 2 ทาง คือ

   - Concentrate หมายถึงน้ำหมุนเวียน กลับไป Feed Tank
   - Permeate หมายถึงน้ำที่ผ่านการกรองใสแล้ว จะมาที่ถังน้ำใส TX 001

3. ลักษณะการกรองด้วยด้วย UF จะเรียกว่า Dynamic Cross Flow คือ น้ำจะผ่านเข้าใน membrane ซึ่งเป็นรูเล็ก ๆ ที่มีความพรุนมาก (Porousity) น้ำส่วนที่ใสจะผ่านออกไปทางด้านข้าง ตั้งฉากกับทางน้ำไหล ดังภาพ (ขนาดขุมการกรองมีขนาด 20,000 Molecular Cut off)



   ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านนี้จะสูงมาก ทำให้ตะกอนที่มากับน้ำไม่ติดอยู่ที่ตัวกรอง (membrane) หรือติดเป็นแผ่นบางมาก (Film) ไม่มีผลให้การกรองช้าลง หรือเกิดการอุดตัน

4. เครื่องกรองนี้ จะทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ เปิด-ปิดวาล์ว ตัวควบคุมการทำงาน คือ ACCOS 31 แผงควบคุมอยู่ในห้อง Control มี LCD (Liquid Crystal Display) แสดงให้ดูตลอดเวลา

5. การทำงานเริ่มจากการเลือกข้อมูลที่ Process Picture ซึ่งจะแสดงขบวนการผลิตคุณภาพ, Stage ที่ทำงาน, Mode ที่กำลังทำงาน (Production,CIP,PIRQ FLUSH)

   - เลือก Stage จะใช้ Stage ใด หรือทั้ง 2 Stages
   - ทำการ Production,CIP

     โดยจะเลื่อนปุ่ม UP,DOWN ไปหาตัวเลือกที่ต้องการ หรือใช้ Select แล้วกด Enter.
   - ตัวที่ถูกเลือกให้ทำงาน หรือกำลังทำงาน จะเป็นสีดำ สีขาวแสดงว่าไม่ทำงาน
   - จากนั้นจะกด Start เครื่องจะเริ่มทำงาน

6. การกดปุ่ม Start เครื่องจะเริ่มล้างในระบบก่อน โดยน้ำจะเข้าไปที่ Tank TX 001 Flush 2 Stages. รวม 30 นาที (Stage ละ 5 ครั้ง)

   จากนั้นเริ่มกรอง น้ำช่วงแรกที่ออกจาก UF จะถูกทิ้ง

สำหรับ Concentrate ทิ้ง 30 วินาที

และ Permeate ทิ้ง 60 วินาที

7. ในระหว่างการทำงาน เมื่อพบว่ามีสิ่งผิดปกติ ต้องหยุดการกรองชั่วคราว อาจใช้ปุ่ม PIRQ ได้ แต่ใช้ในกรณีที่ต้องแน่ใจว่าจะแก้ไขให้เสร็จภายในไม่เกิน 30 นาทีเท่านั้น ถ้าหยุดนานเกิน 30 นาที อาจทำให้เกิดการอุดตันได้ ต้องระวังเป็นพิเศษ

เมื่อกด PIRQ โดยเลื่อน Cursor แล้ว ให้กด Enter

ช่วงนี้ระบบการกรองจะหยุดเฉพาะ pump หยุดทำงาน ไม่มีการ Flush ไม่มีน้ำเข้าในระบบ

เมื่อแก้ไขเสร็จ กดปุ่ม Start เครื่องจะทำงานต่อไป

8. ระบบการล้าง CIP

เมื่อหยุดการกรอง หรือสิ้นสุดการทำงาน ต้องมีการล้างด้วยระบบ CIP

- เลื่อนไปอยู่ที่ CIP แล้วกด Start จะทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ น้ำจะเข้าในระบบ ทำการ Flush 15 นาที/ stage
- ครบเวลาแล้ว Drained น้ำทิ้ง
- น้ำจะเข้ามาใหม่ หมุนเวียนในระบบ ช่วงนี้จะต้องเติมสารเคมี คือ ด่าง (Caustic Soda,NaOH) ระวัง pH อยู่ในช่วง 10-10.5 เท่านั้น จะเห็นไฟกระพริบที่คำว่า CIP
- เมื่อเติมด่างและเช็ค pH เรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม Start ไฟกระพริบตรง CIP จะหายไป
- ในช่วงนี้ ด่างจะล้างโดยหมุนเวียนนาน 30 นาที เสร็จแล้วทิ้งไป
- เติมน้ำเข้ามาใหม่ Flush ล้างอีกครั้ง นาน 15 นาที/ stage เพื่อให้ด่างออกหมด
- จากนั้น จะมีน้ำร้อนเข้า อุณหภูมิประมาณ 50 °ซ Flush ไล่น้ำเย็นออก ช่วงนี้ ปุ่ม CIP จะกระพริบ ให้เติมสารเคมี
- เติมสารเคมี NaOCl และ NaOH (Sodium Hypochlorite กับ Caustic Soda) ปรับ pH ให้ได้ 10-10.5 อีก

  ปริมาณ NaOCl กำหนด max 200 ppm. (ใช้ 2.8 ลิตร สำหรับ 2 Stages) จะทำการหมุนเวียนอีก 30 นาที
- แล้ว Flush ด้วยน้ำอีกครั้ง 15 นาที/ Stage

เมื่อทำการล้างเครื่อง (CIP) ครบแล้ว เครื่องจะหยุดโดยอัตโนมัติ เป็นอันเสร็จการทำงาน

น้ำที่ใช้ในการล้าง UF ต้องเป็นน้ำ Softener (น้ำอ่อน) สะอาดเท่านั้น

9. การเช็คเครื่องกรอง หลังทำ CIP เพื่อดูว่าสะอาดใช้ได้หรือเปล่า โดย

- เติมน้ำเป็นเต็มถัง เปิด CIP Start ให้มีการหมุนเวียน 1-2 นาที
- เช็คค่า pH และ Chlorine ว่ามีค้างหรือเปล่า (ไม่ควรจะมี)
- ดูค่าต่าง ๆ มาจาก

  Flow rate จะต้องไม่น้อยกว่า 90 ลบ.ม.

  Pressure ไม่เกิน 3.5 bar

  Flux rate ต้องมากกว่า 35

  Pressure Out ต้องไม่น้อยกว่า 1.0 bar.

- ถ้าค่าเหล่านี้สูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ จะทำการ Production ไม่ได้ แสดงว่ามีการอุดตัน เครื่องประสิทธิภาพต่ำลง

10. เมื่อพบปัญหาในข้อ 9.ต้องทำการ ล้างใหม่ แต่ล้างด้วย Enzyme (Enzyme Wash) ลักษณะแบบเดียวกับ CIP แต่สารเคมีเปลี่ยนเป็น

Nitric acid

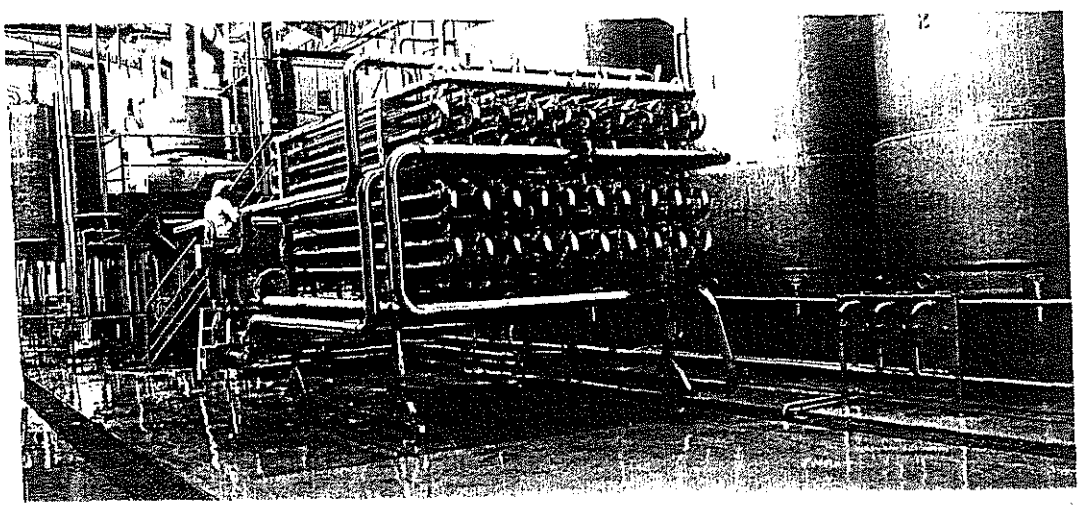
และ Enzyme ปริมาณ 200 ppm. (ให้ดู Fluxrate ด้วย)

ปรับ pH ให้ได้ 3-4

เป็นการล้างคราบโปรตีนที่เกาะติดอยู่ที่ Membrane ให้สะอาด การล้างลักษณะนี้ควรทำทุกสัปดาห์ จากนั้นเช็คค่าต่าง ๆ แบบข้อ 9 อีกครั้งหนึ่ง

11. การใช้เครื่องกรอง UF นี้ ถ้าประสิทธิภาพการกรองต่ำ คือ Flow rate น้อยกว่า 90 ลบ.ม.แล้ว เครื่องจะหยุดทำงานทันที โดยอัตโนมัติ

12. เมื่อหยุดผลิตนาน ๆ ตัว membrane ต้องแช่ด้วย Sodium Hydroxide pH 10.5 ราว ๆ 1 สัปดาห์ ให้หมุนเวียนน้ำและแช่ Sodium Hydroxide ใหม่ ทำเป็นประจำ



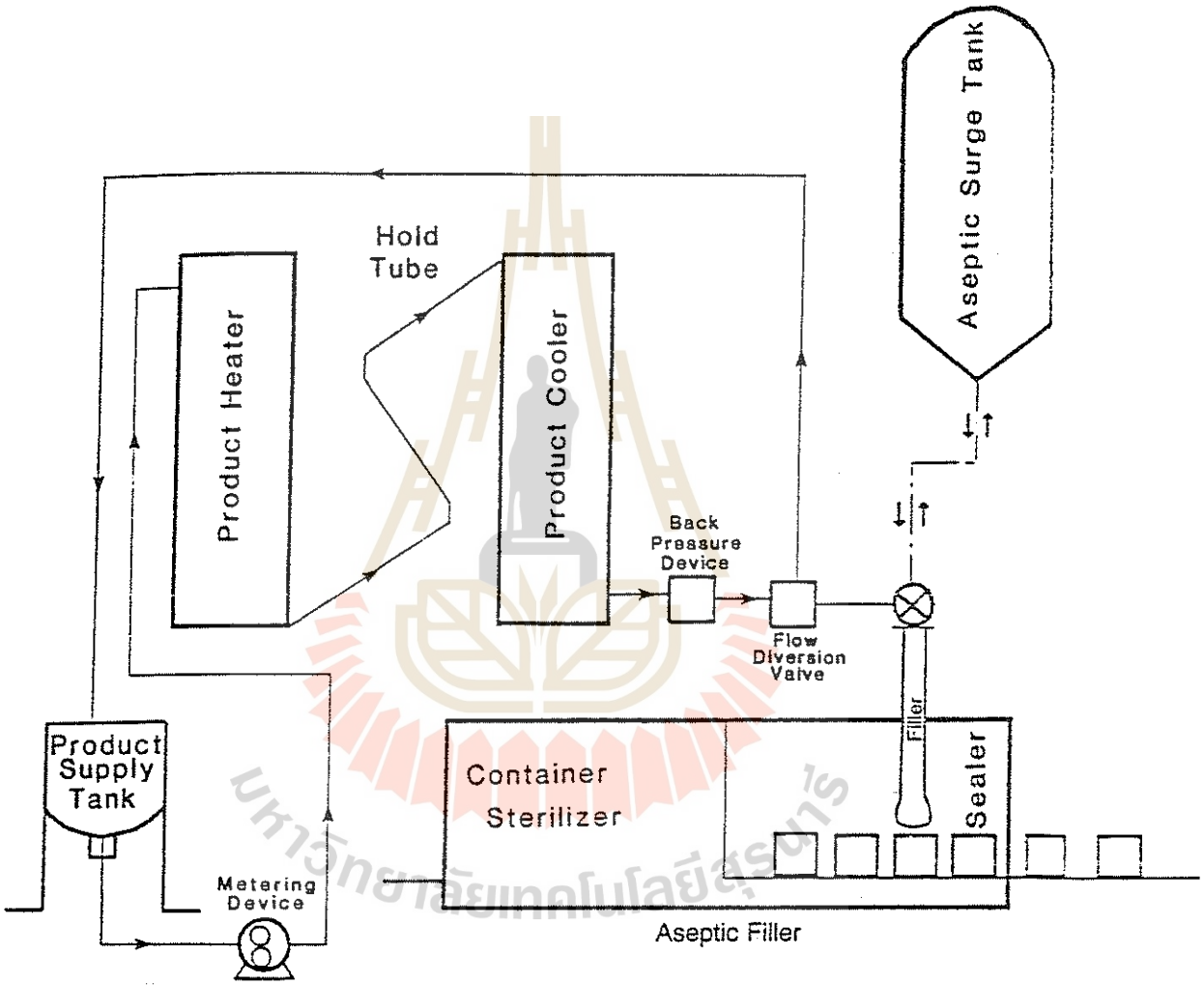


Figure 3.27 Simplified diagram of an aseptic processing system.

ระบบการฆ่าเชื้อขั้นพื้นฐาน (Basic Aseptic System)

รูปที่แสดงระบบการฆ่าเชื้อ วัตถุดิบ หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้ผ่านการแปรรูป จะถูกให้ความร้อน โดยการทำสเตอริไลซ์ที่อุณหภูมิสูง ภายในระยะเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นนำมาทำให้เย็น และส่งไปทำการบรรจุพร้อมกับทำการปิดผนึก ให้แน่นจนอากาศไม่สามารถเข้าได้

กระบวนการฆ่าเชื้อ และการบรรจุอาหารให้ได้ผลดีขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ
2) ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการฆ่าเชื้อ
3) ภาชนะที่จะนำมาใช้ในการบรรจุ
4) สภาพแวดล้อมของการฆ่าเชื้อที่เกิดขึ้นในเครื่องบรรจุ ซึ่งเป็นบริเวณที่ผลิตภัณฑ์จะถูกบรรจุ เข้าไปในภาชนะบรรจุ แล้วทำการปิดผนึก
5) การควบคุม ตรวจตรา และบันทึก ปัจจัยที่จะมีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อ และการบรรจุอาหาร
6) ภาชนะที่ทำการบรรจุและปิดผนึกเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำมาบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่มีความปลอดภัย ในเรื่องของการรั่วไหล

ระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Packaging Systems)

สิ่งจำเป็นขั้นพื้นฐาน

การบรรจุแบบปลอดเชื้อ ได้ถูกออกแบบมา เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำการฆ่าเชื้อ ผลิตภัณฑ์และภาชนะบรรจุไปพร้อม ๆ กัน

การบรรจุจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. รักษาสภาพแวดล้อมในการฆ่าเชื้อ ของภาชนะบรรจุและผลิตภัณฑ์
2. ฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ให้สัมผัสกับบริเวณพื้นผิวของภาชนะบรรจุ
3. บรรจุผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะที่ทำการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว
4. ทำการปิดผนึกภาชนะบรรจุให้แน่น เพื่อป้องกันอากาศเข้า
5. ตรวจตรา และควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลต่อการบรรจุแบบปลอดเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

Austin Gavin and Lisa M. Wedding ,*Canned Foods Principles of Thermal Process Control ,Acidification and Container Closure Evaluation* ,Washington ,1995.

John Farmer ,*HONIRON* ,บริษัทริดเดอร์มานน์ (ไทยแลนด์) จำกัด ,กรุเทพฯ ,2520.

Siam Food Products (Plubic) co., ltd ,*a review of juice recovery performance and extraction plant operation* ,Siam Food Products (Plubic) co., ltd ,chonburi ,1996.

กลุ่มพืชไร่ ,*ระยะการสุกของผลสับปะรดและการนำไปใช้ประโยชน์* ,กรมส่งเสริมพืชไร่นา , กรมส่งเสริมการเกษตร ,2535.

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,*วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร* ,สำนักพิมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุเทพฯ ,2539.

เชิดพันธ์ วิทูราภรณ์ ,เทคโนโลยี , *BUYER'S NEWS ENIGINEERING PRODUCTS* ,5 (51) ,63 - 70 ,1996.

บริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน) , ผลิตภัณฑ์ใหม่ *รอบรั้วอาหารสยาม* ,1 (1) ,7 ,2540.

โรงงานบริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน) ,*รายการเครื่องจักร* ,โรงงานบริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน) ,ชลบุรี ,2539.

วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล ,*อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน* ,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) ,กรุงเทพฯ ,2526.

วสันต์ ตัณฑะพานิชกุล , จินาก้า ,โรงงานบริษัทอาหารสยาม จำกัด (มหาชน) ,ชลบุรี , 2524.

สุนทร กาญจนเทวี ,*วิศวกรรมอาหาร 1-2* ,สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ,นครราชสีมา ,2537.

ภาคผนวก

สมดุลมวล (MATERIAL BALANCE)

การคำนวณสมดุลมวลสารได้ถูกนำมาใช้ในการตรวจหากระแสไหลเข้า (inflow) และกระแสไหลออก (outflow) ของมวลสารในกระบวนการ และกำหนดปริมาณของวัสดุต่าง ๆในแต่ละกระแสกระบวนการ วิธีการทำเช่นนี้มีประโยชน์ในการทำการสร้างสูตรความสัมพันธ์ การประเมินองค์ประกอบสุดท้ายภายหลังจากการผสม ผลได้ (yield) ของการประเมินและประเมินประสิทธิภาพของการแยกในระบบการแยกเซิงกล

หลักการพื้นฐาน (BASIC PRINCIPLES)

1. กฎของการอนุรักษ์มวล (Law of Conservation of Mass)

สมดุลมวลสารมีหลักการอยู่บนพื้นฐานที่ว่า สสารใดๆไม่อาจถูกสร้างขึ้นหรือกำจัดหมดไปได้ ดังนั้นในกระบวนการใดๆอาจเขียนแสดงสมดุลมวลสารได้ดังนี้

Inflow = Outflow + Accumulation

Inflow อาจรวมถึงการรวมตัวกันของวัสดุโดยปฏิกิริยาทางเคมี หรือโดยกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และ Outflow อาจรวมถึงวัสดุที่สลายไปโดยปฏิกริยาทางเคมีหรือทางชีวภาพ

ถ้าหากไม่มีการสะสม หรือ accumulation = 0 inflow จะเท่ากับ outflow และเรียกกระบวนการนี้ว่า อยู่ในสภาวะคงที่ (steady state) แต่ถ้าหากมีการสะสม หรือ accumulation = 0 ปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในระบบอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เรียกกระบวนการนี้ว่าอยู่ในสภาวะไม่คงที่ (Unsteady state)

2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process Flow Diagrams)

ก่อนที่จะทำการสร้างสมการสมดุลมวล จะต้องสร้างภาพของกระบวนการ และหาขอบเขตของระบบซึ่งสมดุลมวลจะถูกสร้างขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องทราบทุกสิ่งทุกอย่างที่จะมีผลกระทบต่อองค์ประกอบของกระบวนการ

เพื่อให้เห็นตัวอย่างของหลักการเหล่านี้จะขอให้พิจารณากระบวนการตกผลึกเป็นกระบวนการตัวอย่าง โจทย์อาจกล่าวแต่เพียงว่า จงหาปริมาณน้ำตาล (water - free basis) ที่ผลิตได้จากสารละลายน้ำตาล 100 kg. ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาล 20 % และสารไม่บริสุทธิ์ที่ละลายน้ำได้ 1 % สารละลายดังกล่าวถูกทำให้เข้มข้นขึ้นจนมีปริมาณน้ำตาลเป็น 75 % แล้วทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 20 °c ทำการปั่นเหวี่ยงแยกผลึกที่ได้ไปอบแห้งต่อไป

จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ก็มีข้อมูลเพียงพอที่จะสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการดังแสดงได้ด้วยรูป แต่อย่างไรก็ตาม แผนภูมิดังกล่าวไม่ได้ให้ภาพที่สมบูรณ์ของกระแสไหลต่างๆที่ไหลแยกและๆไหลออกไปจากระบบ

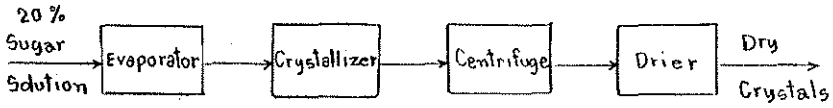


Fig. 1 Process flow diagram for a crystallization problem

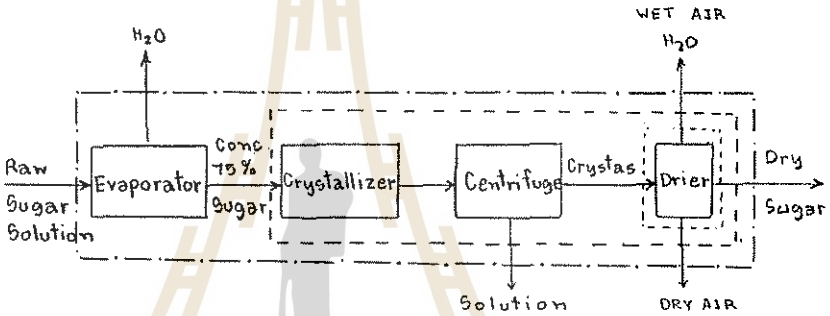


Fig 2 Process flow diagram for a crystallization problem showing input and exit streams and boundaries enclosing sub-systems for analyzing sections of the process

รูปที่ 2 แสดงแผนภูมิการไหลของกระบวนการเดียวกัน แต่ภายหลังจากได้พิจารณาถึงคุณลักษณะของขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการซึ่งจะเห็นได้ว่ามีกระแสไหลออกจากระบบเพิ่มเติมขึ้นมา ในการที่จะทำให้สารละลายน้ำตาลเข้มข้นขึ้นจาก 20 % เป็น 75 % นั้นจะต้องมีการกำจัดออกจากสารละลายดังกล่าว นั่นคือ จะมีการกำจัดน้ำออกจากเครื่องระเหย แต่เนื่องจากกระบวนการของการทำให้เย็นลง (Cooling) ไม่มีผลทำให้มวลเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น กระแสไหลเดียวกันที่ไหลเข้า ก็จะไหลออกจากเครื่องตกผลึก (Crystallizer) ในการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกของเหลวออกจากของแข็งและผลึก ของแข็งที่แยกออกก็จะยังคงมีปริมาณสารละลายหลงเหลืออยู่ในปริมาณต่ำ จึงต้องผ่านเข้าเครื่องอบแห้ง ของเหลวแยกออกจากระบบโดยเครื่องปั่นเหวี่ยง น้ำออกจากระบบโดยเครื่องอบแห้ง

มีหลักการทางกายภาพ 3 ประการ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์นี้ที่ไม่ได้กล่าวถึงคือ 1) ผลึกจะตกผลึกแยกออกจากสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของตัวถูกละลายมีสูงกว่าความเข้มข้นอิ่มตัว ความเข้มข้นของตัวถูกละลายมีสูงกว่าความเข้มข้นอิ่มตัวความเข้มข้นของตัวถูกละลายในวัฏภาคของเหลว ถูกบังคับให้เข้าสู่ความเข้มข้นอิ่มตัวในขณะที่เกิดการรวมตัวเป็นผลึก ให้ทิ้งไว้เป็นเวลานานพอจนถึงจุดสมดุล วัฏภาคของเหลวที่ออกจากระบบโดยเครื่องปั่นเหวี่ยงก็คือ

สารละลายน้ำตาลที่ถูกทำให้อิ่มตัว 2) ผลึกประกอบไปด้วยตัวถูกละลายที่บริสุทธิ์และสารไม่บริสุทธิ์ที่ติดมาในสารละลายเท่านั้น ซึ่งอาจติดอยู่โดยรอบผิวของก้อนผลึก 3) การปั่นเหวี่ยงไม่สามารถกำจัดของเหลวออกจากวัฏภาคของแข็งได้ทั้งหมด ปริมาณสารไม่บริสุทธิ์ที่อาจตกค้างอยู่กับผลึกน้ำตาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องปั่นเหวี่ยงในการแยกของแข็งออกจากวัฏภาคของเหลว หลักการของความบริสุทธิ์ของของแข็งนี้ ขึ้นอยู่กับองศาของการแยกของแข็งออกจากวัฏภาคของเหลวที่ประยุกต์ใช้ไม่เพียงพอกับกระบวนการตกผลึกเท่านั้น แต่ยังประยุกต์ใช้ได้กับกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลายอีกด้วย

เพื่อที่จะทำการแก้ปัญหาเหล่านี้ จะต้องทราบค่าความเข้มข้นของน้ำตาลอิ่มตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำของเกล็ดผลึกภายหลังจากการปั่นเหวี่ยง

3. ขอบเขตของระบบ (System Boundaries)

รูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าชั้นขอบเขตของระบบเคลื่อนไหวได้อย่างไร เพื่อเอื้ออำนวยให้แก่สารละลายตามที่โจทย์กำหนด ถ้าหากชั้นขอบเขตห่อหุ้มอยู่ทั้งระบบ จะมีหน่วยหนึ่งกระแสไหลเข้าแลสี่กระแสที่ไหลออกจากระบบ สามารถกำหนดชั้นขอบเขตรอบ ๆ เครื่องระเหยได้ ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้มีหนึ่งกระแสไหลเข้าและสองกระแสไหลออก อาจจะกำหนดชั้นขอบเขตรอบ ๆ ระบบย่อย ๆ เหล่านี้ หรือรอบ ๆ ระบบทั้งระบบ สมการแสดงสมดุลมวล อาจเป็นสมการสมดุลมวลรวมหรือสมดุลมวลขององค์ประกอบก็ได้

4. สมดุลมวลรวม (Total Mass Balance)

สมการในหัวข้อ 1. กฎของการอนุรักษ์มวล เมื่อนำมาใช้กับน้ำหนักรวมของกระแสไหลเข้าหรือไหลออกจากระบบแต่ละกระแส แสดงให้เห็นถึงสมดุลมวลรวม ตัวอย่างที่จะกล่าวต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงการสร้างสมการสมดุลมวลรวมของระบบทั้งระบบรวมและระบบย่อย

ตัวอย่าง จงสร้างแผนภูมิและกำหนดสมการสมดุลมวลรวมสำหรับเครื่องกำจัดน้ำ (Dehydrator) ที่มีอากาศไหลเข้าด้วยอัตราเร็ว A lb/min และวัสดุเปียกไหลเข้าด้วยอัตรา W lb/min วัสดุแห้งออกจากระบบด้วยอัตรา D lb/min สมมติว่าอยู่ในสภาวะคงที่

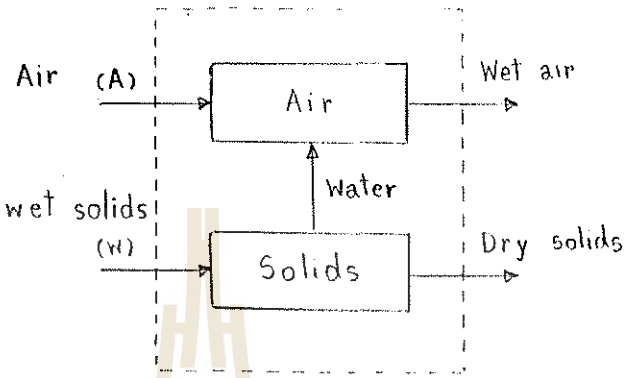
วิธีการ โจทย์กล่าวถึงระบบของเครื่องกำจัดน้ำ ที่มีอากาศและวัสดุเปียกไหลเข้า และมีวัสดุแห้งไหลออก จะเห็นได้ชัดว่าจะต้องมีอากาศและน้ำไหลออกจากระบบด้วย คุณลักษณะของเครื่องกำจัดน้ำที่โจทย์ไม่ได้ระบุถึงก็คือ น้ำที่ถูกกำจัดออกจากของแข็ง จะถูกส่งผ่านไปยังอากาศโดยรอบแล้วไหลออกจากระบบไปกับกระแสอากาศ รูปที่ 3 แสดงให้เห็นระบบของเครื่องกำจัดน้ำดังกล่าวและชั้นขอบเขต นอกจากนี้ยังแสดงระบบย่อยแยกอีก 2 ระบบ ระบบหนึ่งเป็นของแข็ง อีกระบบหนึ่งเป็นของอากาศและชั้นขอบเขต ถ้าพิจารณาทั้งระบบ จะมีสมดุลมวลรวมดังนี้

สมดุลรวม ---------- W + A = wet air + D

พิจารณาเฉพาะที่ระบบย่อยที่เป็นอากาศจะมี A + wear = wet air

สมดุลมวลสำหรับระบบย่อยที่เป็นของแข็ง จะมี

W = water + D



รูปที่ 3 แผนภูมิการไหลของวัสดุในเครื่องกำจัดน้ำ

5. สมดุลมวลขององค์ประกอบ (Component Mass Balance)

ใช้หลักการเดียวกันกับที่ประยุกต์ใช้ในสมดุลมวลรวม เพียงแต่แตกต่างกันที่ว่าในกรณีนี้ จะพิจารณาสมดุลขององค์ประกอบแต่ละตัว ถ้าหากจำนวนองค์ประกอบจำนวน n องค์ประกอบ ก็จะต้องสร้างสมการแปรตามจำนวน n สมการ โดยจะต้องมี 1 สมการสำหรับสมดุลมวลรวม และ n - 1 สมการสำหรับสมดุลมวลขององค์ประกอบ

แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการทำสมดุลมวล ก็เพื่อที่จะแยกแยะน้ำหนักและองค์ประกอบของกระแสไหลต่าง ๆ ที่ไหลเข้าและไหลออกจากระบบ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการสร้างสมการหลายสมการแล้วแก้สมการเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะประเมินค่าตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่า (unknown) ต่าง ๆ

จะเป็นการช่วยได้มาก ถ้าหากจะรวมค่าปริมาณที่ทราบค่าแล้วของกระแสไหล ในกระบวนการ และค่าความเข้มข้นของขบวนการต่าง ๆ ไว้ในแผนภูมิกระบวนการ เพื่อที่จะสามารถนับรวมกระแสไหลทั้งหมดที่อาจมีองค์ประกอบร่วมปรากฏอยู่ได้ง่ายขึ้น ในสมดุลมวลจะใช้หน่วยมวลและความเข้มข้น ในรูปของเศษส่วนมวล (mass fraction) หรือเปอร์เซ็นต์มวล (mass percentage) ถ้าหากปริมาณแสดงในรูปของหน่วยปริมาตรจะต้องแปลงหน่วยเหล่านั้นให้เป็นหน่วยมวล โดยใช้ค่าความหนาแน่น

รูปแบบของสมการสมดุลองค์ประกอบที่มีประโยชน์ในโจทย์ที่เกี่ยวกับความเข้มข้นหรือการเจือจาง คือรูปแบบที่แสดงเป็น เศษส่วนมวล หรือเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

$$\text{Mass fraction} = \frac{\text{mass of component A}}{\text{total mass of mixture containing A}}$$

จัดรูปสมการ

$$\text{Total mass of mixture containing A} = \frac{\text{mass of component A}}{\text{mass fraction of A}}$$

(มวลของของผสม)

ดังนั้นถ้าทราบน้ำหนักขององค์ประกอบ A ในของผสม และค่าเศษมวลในของผสม ก็จะคำนวณมวลของผสมได้ง่ายขึ้น

6. Basis และ Tie Material

Tie Material คือ องค์ประกอบที่ใช้ในการผูกความสัมพันธ์ปริมาณของกระแสกระบวนการหนึ่งเข้าอีกกับกระแสหนึ่ง ปกติมักจะใช้กับ องค์ประกอบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการ ตัวอย่างของ Tie material ได้แก่ ของแข็งในกระบวนการกำจัดน้ำ หรือในกระบวนการระเหยไนโตรเจนในกระบวนการเผาไหม้ (ไนโตรเจนเป็นแก๊สเฉื่อย) ถึงแม้ว่าจะมีความจำเป็นต้องแยกแยะ Tie material เหล่านี้ในแต่ละกระบวนการ แต่การทำการคำนวณก็มักจะทำให้ง่ายขึ้นถ้าหากพวกวัสดุเหล่านี้ จะถูกแยกแยะออกมาแล้วนำไปรวมเข้าไว้ ในสมการสมดุลองค์ประกอบสมการใดสมการหนึ่ง

Basis มีประโยชน์ในโจทย์ที่ไม่ได้กำหนดปริมาณเริ่มต้นมาให้ แต่คำตอบต้องการให้ในรูปสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง สมดุลมวลในระบบที่มีการไหลอย่างต่อเนื่องหาได้โดยสมมติ basis โจทย์สมดุลมวลจะแก้ได้ด้วยการสมมติ basis ภายหลังจากการทำการกำหนดปริมาณทั้งหมดของกระแสกระบวนการ ปริมาณเฉพาะที่โจทย์ต้องการ ก็จะสามารถหาได้โดยใช้รูปของสัดส่วน

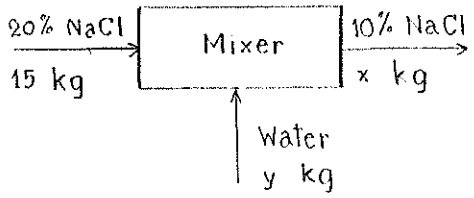
Basis อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อพิจารณาระบบย่อยแต่ละระบบ ภายในขอบเขตที่ถูกกำหนดขึ้นแน่นอนของระบบรวม

สมดุลมวลที่เกี่ยวกับการเจือจาง การทำให้เข้มข้น และการกำจัดน้ำ

ตัวอย่างต่าง ๆ ที่จะพูดถึงต่อไปนี้ สามารถแก้โจทย์ได้โดยการสร้างสมการสมดุลมวลและสมดุลมวลขององค์ประกอบภายใต้สภาวะคงที่ (Steady state)

ตัวอย่างการเจือจาง อยากทราบว่าจะได้สารละลายชนิด 10 % NaCl เมื่อนำสารละลายที่มี NaCl 20 % จำนวน 15 kg มาเจือจางด้วยน้ำบริสุทธิ์

วิธีการ วาดแผนภูมิการไหล



รูปที่ แสดงองค์ประกอบและการไหลของวัสดุในกระบวนการเจือจาง

จากแผนภูมิการไหลแสดงให้เห็นว่าเกลือ NaCl ไหลเข้าสู่เครื่องผสม (Mixer) ประกอบด้วย NaCl ชนิด 20 % และออกจากเครื่องผสมในรูปสารละลายเจือจาง ถ้าหากกำหนดให้ x = น้ำหนักเป็นกิโลกรัม ของสารละลาย NaCl ชนิด 10 % และ y = น้ำหนักเป็นกิโลกรัมของน้ำบริสุทธิ์ที่ใช้เจือจาง จะได้สมการสมดุลมวลดังนี้

Total mass : 15 = x - y

Component : 15(0.2) = x(0.1) - y(0)

x = 3 / 0.1 = 30 kg

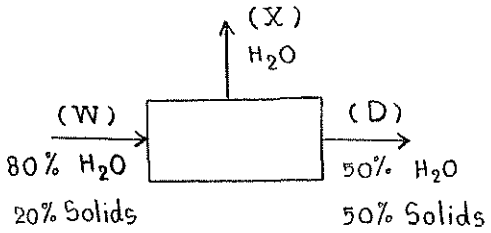
ในกรณีนี้ สมการสมดุลมวลรวมไม่มีความจำเป็นต้องใช้ เพราะเพียงแค่สมการสมดุลมวลขององค์ประกอบก็เพียงพอในการทำโจทย์แล้ว

สามารถนำสมการเศษส่วนมวลมาใช้ในการแก้โจทย์ข้อนี้ได้เช่นกัน ในที่นี้ 15 kg ของเกลือ NaCl ชนิด 20 % ประกอบด้วยเกลือ 3 kg การเจือจางจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ NaCl ดังนั้นจะมี 3 kg ของเกลือ NaCl อยู่ในสารละลายเจือจาง สารละลายเจือจางประกอบด้วยเกลือ NaCl 10 % นั่นคือ

x = 3 kg NaCl / mass fraction NaCl = 15 / 0.2 = 30 kg

ตัวอย่างการกำจัดน้ำ ถ้านำวัสดุที่มีความชื้น 80 %มาอบแห้งจนเหลือความชื้นเพียง 50 % อยากทราบว่าน้ำหนักจะลดลงไปกี่เปอร์เซ็นต์

วิธีการ วาดภาพแสดงแผนภูมิกระบวนการ



รูปที่ แสดงองค์ประกอบ และการไหลของวัตถุในกระบวนการจัดน้ำ

ในกระบวนการกำจัดน้ำ จะเกี่ยวข้องกับการดึงน้ำออกจากวัสดุ โดยปริมาณของแข็งจะมีค่าคงที่ จึงมีองค์ประกอบอยู่ 2 ชนิดคือ น้ำและของแข็ง การลดลงของปริมาณความเข้มข้นของน้ำในวัสดุ เป็นการบ่งบอกถึงว่ามีการสูญเสีย ซึ่งจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งสูงขึ้น ถ้ากำหนดให้

W = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 80 %

D = มวลของวัสดุที่มีความชื้น 50 %

X = มวลของน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งก็คือมวลที่ลดลง

เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่แน่นอนมาให้ ดังนั้นจะแสดงการลดลงของน้ำหนักในรูปของสัดส่วนน้ำหนักสุดท้ายต่อน้ำหนักเริ่มต้น สมการสมดุลมวลจะเป็นดังนี้

Total mass : $W = X + D$

Water : $(0.8)W = X + (0.5)D$

แก้สมการจะได้ว่า $X = W - D$

แทนค่า $0.8W = 0.5D + (W + D)$

$0.5D = 0.2W$; $D / W = 0.2 / 0.5 = 0.4$

$$\% \text{ wt.reduction} = \frac{W - D}{W}(100) = (1 - (D / W))100$$

$$= (1 - 0.4)(100) = 60\ \%$$

โจทย์นี้อาจแก้ไขได้โดยการใช้ basis 100 kg ของ 80 % ความชื้น ถ้าให้ W = 100

Total mass : $100 = X + D$ ---------- 1

Water $0.8(100) = X + 0.5D$ ---------- 2

1 - 2

แก้สมการจะได้ $100 - 80 = D(1 - 0.5)$

$$D = 20 / 0.5 = 40 \text{ kg}$$

$$\% \text{ wt.reduction} = ((100 - 40) / 100) \times (100) = 60 \%$$

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาตรระหว่างการผสม (Voulume Change on Mixing)

เมื่อนำของเหลว 2 ชนิดมาผสมกัน ปกติแล้วปริมาตรจะไม่เพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้จะพบเห็นได้ในสารละลายส่วนใหญ่และของเหลวที่ละลายเข้ากันได้ สารละลาย NaCl สารละลายน้ำตาลและสารละลาย เอธานอลจะมีการเปลี่ยนปลงปริมาตรเมื่อนำมาผสมกัน เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรสมดุลมวลจึงต้องมีพื้นฐานอยู่บนมวลมากกว่าปริมาตรขององค์ประกอบ ค่าความเข้มข้นโดยปริมาตรจะต้องนำการเปลี่ยนแปลงไปเป็นค่าความเข้มข้นโดยมวล ก่อนที่จะสร้างสมการสมดุลมวลเสมอ

ตัวอย่าง ในการรายงานปริมาณแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่ม จะรายงานในรูปของเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและนิยมเรียกเฉพาะว่า พรุฟ (proof) ซึ่งหมายถึงสองเท่าของเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของแอลกอฮอล์ ถ้าหากค่าความหนาแน่นของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ (absolute ethanol) คือ 0.7893 g/cm^3 ความหนาแน่นของสารละลายประกอบด้วยเอทธานอล 60 % มีค่า 0.8911 g/cm^3 จงคำนวณหาปริมาตรของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ที่จะถูกนำมาทำให้เจือจางลงด้วยน้ำ เพื่อให้ได้ 1 ลิตรของสารละลายแอลกอฮอล์ ที่มีแอลกอฮอล์ 60 % โดยน้ำหนัก และจงคำนวณหาค่าพรุฟของสารละลายแอลกอฮอล์ชนิด 60 % นี้

วิธีการ ใช้ในรูป basis ของ 1 ลิตรของ 60 % w/w ethanol และกำหนดให้ x = ปริมาตรของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์เป็นลิตร สมดุลมวลของเอทธานอล คือ

$$x (100) (0.7893) = 1(100)(0.8911)$$

$$x = 1.1290 \text{ ลิตร}$$

โจทย์ข้างต้นเป็นโจทย์ของการเจือจางสารและใช้เพียงสมดุลองค์ประกอบของเอทธานอลก็เพียงพอที่จะแก้ปัญหาโจทย์ พึงสังเกตว่าสมดุลมวลสร้างขึ้นจากค่าความหนาแน่นที่กำหนดให้ แต่จะเห็นได้ชัดว่าจะมีการสูญเสียปริมาตรไปบางส่วนขณะการผสม เพราะในทางปฏิบัติแล้วต้องใช้ปริมาตรมากกว่า 1 ลิตรของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์เพื่อเจือจางให้ได้แอลกอฮอล์ 60 % w/w ในรูปของ basis 100 g ของสารละลาย

ปริมาตรของสารละลาย $= 100 / 0.8911 = 112.22 \text{ cm}^3$

ปริมาตรของเอทธานอล $= 100(0.6) / 0.7893 = 76.016 \text{ cm}^3$

เปอร์เซ็นต์ปริมาตร $= (76.016 / 112.22) \times (100) = 67.74 \%$

$$\text{Proof} = 2 (\text{voulumn } \%) = 135.5 \text{ proof}$$

2. Continuous vs Batch

การคำนวณสมดุลมวลจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ไม่ว่ากระบวนการจะเป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง (continuous) หรือแบบกะ (batch) ในระบบแบบกะ มวลรวมที่พิจารณา จะรวมถึงสิ่งที่เข้าและออกจากระบบที่เวลาใดเวลาหนึ่ง ในระบบแบบต่อเนื่อง อาจมีการนำ basis ของหน่วยเวลาเดินเครื่องมาใช้ และสมดุลมวลจะสร้างขึ้นจากสิ่งที่เข้าและออกจากระบบในช่วงเวลาดังกล่าว ตัวอย่างข้างต้นเป็นลักษณะการดำเนินงานแบบกะ ถ้าหากกระบวนการแบบต่อเนื่องปริมาณที่กำหนดให้จะเป็นมวลต่อเวลา เช่น kg/h ถ้าหาก basis ที่ใช้เป็น 1 ชั่วโมงของการเดินเครื่อง ตัวอย่างที่ว่านี้ก็จะลดลงมาอยู่ในรูปแบบเดียวกันกับแบบกะ

3. กระบวนการที่มีการรีไซเคิล (Recycle Process)

การวิเคราะห์กระบวนการที่มีการรีไซเคิล ทำได้เช่นเดียวกับในตัวอย่างที่ผ่านมาตั้งแต่ชั้นของขอบเขตของระบบย่อยที่นำมาวิเคราะห์จะย้ายโดยรอบ เพื่อแยกกระแสกระบวนการที่จะทำการประเมินออกจากกัน