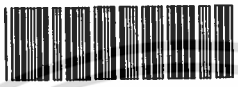
15474

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Mass Transfer Coefficient ของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋อง

(Mass Transfer Coefficient in can pineapple)



นางสาวทรรศวรรณ ชลวีระวงศ์

นางสาวศิริวรรณ สุภิษะ

ปพ.
ท157ม
2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96773.....
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1594

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

Mass Transfer Coefficient ของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋อง

(Mass Transfer Coefficient in can pineapple)

โดย

นางสาวทรรศวรรณ ชลวีระวงศ์

นางสาวศิริวรรณ สุภิษะ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 19 มิ.ย. 42 ..... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(อ.สมชิลุ ชีระชัยชยุต)

1577.1

- 4 ธ.ค. 2542

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 1 **เดือน** 12 **พ.ศ.** 42

ปพ.
ท1574
2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวทรรศวรรณ ชลวีระวงศ์และนางสาวศิริวรรณ สุภิษะ 2541 :Mass Transfer Coefficient ของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋อง (Mass transfer coefficient in can pineapple) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สนธิสุข ธีระชัยชยุติ , 25 หน้า

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมสับปะรดบรรจุกระป๋อง การสูญเสียน้ำหนัก (Loss Weight) ของเนื้อสับปะรด หมายถึงมูลค่าที่เสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งการเกิดการถ่ายเทมวลสาร (Mass transfer) ของเนื้อสับปะรดบรรจุกระป๋องเมื่อผ่านความร้อนก็เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักดังกล่าว

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการเกิดการถ่ายเทมวลสารของเนื้อสับปะรดบรรจุกระป๋อง ซึ่งประกอบด้วย เวลาและอุณหภูมิ อีกทั้งยังศึกษาถึงค่า Mass transfer coefficient (h_m) ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ที่สามารถอธิบายถึงกลไกการเกิดการถ่ายเทมวลสารที่ผิวต่างๆ กันไปสู่บริเวณที่มีการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent zone) ได้เป็นอย่างดี

จากการทดลอง พบว่า เวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อนเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋องโดยแนวโน้มที่ชัดเจน กล่าวคือ อัตราการสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจากการทดลองทำให้เราได้กราฟความสัมพันธ์ ซึ่งทำให้ได้มาซึ่งค่า h_m ที่สามารถเป็นค่าเปรียบเทียบได้ในสับปะรดรูปร่างต่างๆ ในสภาวะเดียวกันได้อีกด้วย

.....	.....	19 ก.ค. 42
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์สนธิสุข ธีระชัยชยุติ และอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ และคำแนะนำ จนทำให้การศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ครอบครัวและเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา รวมถึงขอขอบคุณพระคุณของพระเจ้าที่ทรงประทานสติปัญญา

ทรรศวรรณ ชลวีระวงศ์

ศิริวรรณ สุภิษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1. ความสำคัญ	1
2. จุดประสงค์	1
3. ประโยชน์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
- การถ่ายเทมวล	2
- Mass Transfer Coefficient	4
บทที่ 3 สับปะรดบรรจุกระป๋อง	
1. การคัดเลือกวัตถุดิบ	8
2. การปอกเปลือกสับปะรด	9
3. การตัดแต่งชิ้นสับปะรด	10
4. การบรรจุลงกระป๋อง	10
5. การไล่อากาศ	10
6. การฆ่าเชื้อ	10
7. การเก็บ	11
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
- ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
- อุปกรณ์การทดลอง	13
- ผลการทดลอง	14
บทที่ 5 มูลค่าการสูญเสียที่เกิดจากการสูญเสียน้ำหนักเนื้อของสับปะรด	19
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	20
ข้อเสนอแนะ	22
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวก	24
ประวัติผู้เขียน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล	6
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสีย ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ	14
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Mass Flux ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ	15
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า h_m ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสียกับเวลา	14
รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสียกับอุณหภูมิ	15
รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับเวลา	16
รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับอุณหภูมิ	16
รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง h_m กับเวลา	17
รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง h_m กับอุณหภูมิ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญ

ในอุตสาหกรรมอาหารบรรจุกระป๋องมักจะให้ความสำคัญอย่างมากกับขั้นตอนของการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ เนื่องจากต้องคำนึงถึงผลต่าง ๆ ที่จะตามมา เช่น ในด้านของจุลินทรีย์ และความสิ้นเปลืองพลังงาน เชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อแต่ละครั้ง นอกจากเหตุผลหลักทั้งสองประการนี้แล้วยังพบว่าเหตุผลที่น่าสนใจในการนำมาพิจารณาร่วมด้วยก็คือ ปริมาณของน้ำหนักวัตถุดิบที่ต้องสูญเสียไปขณะทำการให้ความร้อน

ในการศึกษาสภาวะที่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดจะศึกษาถึงเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเพื่อนำมาพิจารณาหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดน้อยที่สุดเช่นกัน นอกจากนั้นยังศึกษาถึงค่าของ mass transfer coefficient (h_m)ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทมวลมีความสำคัญในการศึกษาถึงอัตราการถ่ายเทมวลของเนื้อสับปะรดที่จะถ่ายเทไปสู่ packing media ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักดังกล่าว โดยที่ค่า h_m จะมีเฉพาะสำหรับชิ้นสับปะรด และจะแปรไปตามสภาวะที่กำหนดในขั้นตอนของกระบวนการให้ความร้อน

2. จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋อง
2. เพื่อศึกษาค่า mass transfer coefficient ของชิ้นสับปะรดบรรจุกระป๋องในระหว่างกระบวนการผลิต

3. ประโยชน์

1. สามารถประมาณค่าน้ำหนักที่สูญเสียหรืออัตราการสูญเสียน้ำหนักต่อพื้นที่ผิวของสับปะรดในสภาวะที่กำหนด ณ เวลาและ อุณหภูมิต่าง ๆ กันได้
2. เข้าใจถึงความสำคัญของการพิจารณาความสิ้นเปลืองที่เกิดจากการสูญเสียน้ำหนัก และประมาณค่าปริมาณการสูญเสียได้
3. ทราบแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียน้ำหนักและค่า h_m ที่เวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถประมาณค่า เวลาและอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักที่น้อยที่สุดในรูปร่างต่าง ๆ ของชิ้นสับปะรดที่สภาวะที่กำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

การถ่ายเทมวล (Mass Transfer)

เราพบว่าการเกิดการถ่ายเทมวลมักใช้ในการแยกองค์ประกอบที่ยึดติดของสารละลายโดยการนำเอาสารละลายที่ต้องการแยกนั้นไปสัมผัสกับสารละลายอีกตัวหนึ่งที่ไม่เกิดการรวมตัวกันได้ อัตราเร็วที่เกิดจากสารละลายหนึ่งไปอีกสารละลายหนึ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการถ่ายเทมวล การถ่ายเทมวลและค่าสัมประสิทธิ์ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับกำลังของส่วนต่าง ๆ ของระบบอีกด้วย และเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลการถ่ายเทมวลนั้นก็จะสิ้นสุดลง

สัมประสิทธิ์ของอัตราการถ่ายเทนั้นจะเป็นค่าเฉพาะในองค์ประกอบของสารแต่ละตัวและแต่ละสถานะด้วย แต่ก็จะมีความแตกต่างกันไม่มากนักเมื่อสารตัวเดียวกันแต่คนละสถานะ ยกตัวอย่างเช่นสัมประสิทธิ์ของอัตราการถ่ายเทของแก๊สและไอในการเคลื่อนที่ผ่านอากาศจะมีอัตราในการถ่ายเทประมาณ 3 หรือ 4 ต่อ 1 และอัตรานี้จะใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับการแพร่ผ่านในของเหลวเช่น น้ำ ภายใต้สภาวะเดียวกันนี้การไหลแบบปั่นป่วนจะไม่ค่อยให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของการแพร่ของโมเลกุล เนื่องจากจะถือว่าค่าของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทของทุก ๆ องค์ประกอบนั้นจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทมวลนั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากว่ามันเป็นตัวกำหนดอัตราที่ทำให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุล รวมทั้งควบคุมเวลาที่ต้องการใช้ไปในการทำการแยกองค์ประกอบในสารละลาย นอกจากนั้นยังรวมไปถึงการกำหนดขนาดและราคาของเครื่องมือที่ใช้

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลนั้นจะหมายถึงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์การแพร่ การเคลื่อนที่ของของไหลและมีความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ของอัตราการถ่ายเท

การแพร่ของโมเลกุลนั้นเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแต่ละโมเลกุลที่แพร่ผ่านสสารเนื่องจากพลังงานความร้อนในตัวของมันเอง ทฤษฎีพลังงานจลน์ของก๊าซจะให้ความหมายหรือภาพรวมในแง่ของสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ซึ่งมันเป็นทฤษฎีที่สามารถอธิบายถึงปรากฏการณ์การแพร่ในแง่ของปริมาณ ซึ่งทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างรวดเร็ว สาเหตุของการกล่าวถึงทฤษฎีพลังงานจลน์คือโมเลกุลถูกจินตนาการให้เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและมีความเร็วที่คงที่จนกระทั่งเกิดการชนกับอีกโมเลกุลหนึ่ง ต่อจากนั้นความเร็วของโมเลกุลทั้งคู่ก็จะเปลี่ยนไป ระยะทางเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลในระหว่างการชนกันนั่นหมายถึง วิถีอิสระ และความเร็วเฉลี่ยก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะมีความคดเคี้ยวสูงมาก นั่นคือระยะทางสุทธิ ซึ่งมันจะเคลื่อนที่ในเวลาที่ให้ อัตราการแพร่จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของความยาววิถีของโมเลกุล สำหรับเหตุผลนี้ อัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่เกิดขึ้นช้ามาก แม้ว่าเราจะสามารถคาดได้ว่ามันจะเพิ่มขึ้นเมื่อทำการลดความดัน ซึ่งเป็นการลดจำนวนของการชนและเพิ่มอุณหภูมิเนื่องจากเป็นการเพิ่มความเร็วของโมเลกุล

หลักสำคัญของการขัดขวางการชนกันของโมเลกุล แสดงได้จากการเคลื่อนที่ของการแพร่ยกตัวอย่างเช่นมันสามารถคำนวณได้โดยทฤษฎีของพลังงานจลน์ เช่นอัตราการระเหยของน้ำที่อุณหภูมิ 25 ^{o} c ในระบบสูญญากาศประมาณ 3.3 กิโลกรัม/วินาที ต่อตารางเมตรผิวน้ำ แต่ที่ชั้นของอากาศนิ่ง ที่ความดันบรรยากาศมาตรฐาน 1 atm และมีความหนาเพียง 0.1 มิลลิเมตรเหนือผิวน้ำจะลดอัตราการแพร่ได้ กลไกดังกล่าวมีอยู่ทั่วไปสำหรับในสถานะของเหลว แต่เนื่องจากการพิจารณาโมเลกุลที่มีความเข้มข้นสูงกว่า อัตราการแพร่เกิดขึ้นช้ากว่าในก๊าซ

ปรากฏการณ์ของการแพร่โมเลกุลในขั้นตอนสุดท้ายนั้นความเข้มข้นของสารในสารละลายจะคงตัวซึ่งในตอนแรกนั้นจะไม่คงตัว ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหยดสารละลายบลูคอปเปอร์ซัลเฟตลงในน้ำในบีกเกอร์จะพบว่าคอปเปอร์ซัลเฟตจะซึมไปจนทั่วของเหลว จนกระทั่งเวลาหนึ่งสีฟ้าของคอปเปอร์ซัลเฟตจะกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอและจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ อีก

ในตอนเริ่มต้นเราจะเห็นความแตกต่าง อย่างไรก็ตามในระหว่างการแพร่ของโมเลกุลนั้นเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และจะเร็วขึ้นเมื่อมีการผสมกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้จาก การคนและการพาของของไหล เช่น ภายในแทงค์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร ภายในบรรจุสารละลายเกลือที่มีความสูง 0.75 เมตร และมีชั้นของน้ำบริสุทธิ์อยู่ด้านบนปริมาณ 0.75 เมตรเช่นกัน โดยปราศจากการรบกวน โดยการการแพร่ของโมเลกุลแล้วเมื่อมีการซึมอย่างสมบูรณ์ของของเหลวในภาวะสุดท้ายทุก ๆ ส่วนจะมีความเข้มข้นครึ่งหนึ่งของสารละลายเกลือเริ่มต้น แต่กระบวนการดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นอย่างช้ามาก และมันสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของเกลือที่ผิวบนสุดได้โดยจะมีค่า 87.5% ของค่าสุดท้าย หลังจาก 10 ปี และจะมีค่าถึง 99 % ของค่าสุดท้าย หลังจาก 28 ปี ในทางตรงกันข้าม สภาวะที่เกิดขึ้นจริงมีการตีปั่นของใบพัดในแทงค์ที่ 22 รอบ/นาที จะทำให้เกิดการไม่คงตัวของสารอย่างสมบูรณ์ โดยกลไกในการเกิดการปั่นป่วนทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็วของขนาดชิ้นที่มีขนาดใหญ่หรือการไหลวนโดยเป็นคุณสมบัติเฉพาะของของเหลว ในการเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนซึ่งจะเป็นตัวพาเกลือมารวมกับน้ำนั่นเอง การถ่ายเทสารด้วยวิธีนี้เป็นวิธีการไหลวนหรือการแพร่โดยการไหลแบบปั่นป่วน ซึ่งตรงกันข้ามกับการแพร่โมเลกุล ในส่วนของการไหลวนจะไม่มีสารใดที่เกิดการอยู่กับที่แบบในการแพร่โมเลกุล ซึ่งในขั้นตอนสุดท้ายจะพบว่าการแพร่โมเลกุลนั้นเป็นกลไกของการถ่ายเทมวลในของไหลที่หยุดนิ่งหรือในของไหลที่มีการเคลื่อนที่แบบราบเรียบ แต่อย่างไรก็ตามมันก็สามารถที่จะพัฒนามาใช้กับการไหลแบบปั่นป่วนได้เช่นกัน

ในระบบที่มี 2 สถานะ ที่ยังไม่สมดุลเช่นในชั้นของแอมโมเนียกับอากาศซึ่งเป็นสารละลายก๊าซ สัมผัสกับชั้นของน้ำ จะเกิดการแตกตัวและการแพร่ของโมเลกุลเกิดขึ้น ในภาวะสุดท้ายระบบก็จะเกิดการสมดุล ต่อจากนั้นการเปลี่ยนแปลงทั้งสิ้นจะหยุดลง ในตอนนี้เราจะพบว่าความเข้มข้นของทุก ๆ ส่วนประกอบจะเท่ากันทุกสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่ของโมเลกุล

เราสังเกตพบว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นอย่างคงตัวนั้นจะไม่มีการแพร่เกิดขึ้นอีก จนกว่าจะมีความแตกต่างของความเข้มข้นเกิดขึ้นจึงจะนำมาซึ่งการแพร่ของโมเลกุล โดยสารจะเคลื่อนที่จากที่ ๆ มีความเข้มข้นสูงกว่าไปยังที่ ๆ มีความเข้มข้นต่ำกว่า และอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของสารจะขึ้นอยู่กับระดับของความเข้มข้นนั่นเอง ซึ่งเป็นการอธิบายในเชิงปริมาณ

Mass Transfer Coefficient

ในการไหลของของไหลผ่านผิววัสดุภายใต้เงื่อนไข เช่นการเกิดการไหลแบบปั่นป่วนแบบทั่วๆไป พบว่า ในการไหลแบบราบเรียบ (larminar flow) เมื่อระยะจากผิววัสดุเพิ่มขึ้น ลักษณะการไหลจะเปลี่ยนแปลงไป และอัตราการถ่ายเทของอัตราการเกิดการละลายของสารตั้งต้นผ่านของไหลจะขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของการเคลื่อนตัวของของไหลในรูปแบบที่ต่างๆ กัน

กลไกการเกิดกระบวนการในการไหลในบริเวณที่เป็นการไหลแบบปั่นป่วนนั้นไม่สามารถที่จะเข้าใจได้ชัดเจน แต่สำหรับกลไกการเกิดการแพร่ผ่านของโมเลกุล อย่างเช่นในรูปของก๊าซจะเป็นที่รู้จักกันดี โดยอธิบายในรูปของทฤษฎีพลังงานจลน์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การอธิบายถึงการถ่ายเทมวลผ่านบริเวณการไหลแบบต่างๆ จากผิววัสดุไปสู่บริเวณที่เป็นการไหลแบบปั่นป่วน จะใช้สำหรับการแพร่ผ่านของโมเลกุลในรูปของค่า D_{AB} (diffusivity) ซึ่ง

สำหรับสารละลายที่มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ

$$N_A = \frac{N_A}{N_A + N_B} F \ln \frac{[N_A/(N_A+N_B) - C_{A2}/C]}{[N_A/(N_A+N_B) - C_{A1}/C]}$$

เมื่อ C_A/C คือ mole fraction concentration

N คือ อัตราการถ่ายเทต่อพื้นที่ ที่เฟสของรอยต่อที่ผิว

F คือ local mass transfer coefficient

ซึ่งค่า F จะแปรตามลักษณะการเคลื่อนไหวของของไหล ซึ่งในบางครั้งอาจใช้ในรูปของค่าเฉลี่ย F_{AV}

สำหรับในระบบของหลายๆ องค์ประกอบ

ในบางครั้งการเกิดปฏิกิริยาระหว่างองค์ประกอบในการฟอร์มตัว ในสมการของระบบ 2 องค์ประกอบ ก็อาจจะไม่ถูกต้องเสมอไป ซึ่งสามารถใช้ได้ในรูปของการประมาณค่าเมื่อแทนที่ค่า N_A+N_B เป็น $\sum_{i=1}^{n} N_i$ เมื่อ n คือ จำนวนขององค์ประกอบ

ใน 2 สถานการณ์ คือ

1. equimolar counterdiffusion
2. การถ่ายเทมวลของสารตัวใดตัวหนึ่งไปสู่สารอีกตัวหนึ่งซึ่งไม่เกิดการถ่ายเทมวล

บ่อยครั้งที่มีการนำ mass transfer coefficient แบบค่าพิเศษมาใช้ ซึ่งเป็นไปตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLUX = (coefficient) x (concentration difference)

หรือ $N_A = h_m (\rho_{AW} - \rho_{A\alpha})$ (2.1)

เมื่อ N คือ mass flux Kg / m2 x S

h_m คือ mass transfer coeficient m / S

ρ_{AW} คือ ความหนาแน่นที่ผิววัสดุ ภายหลังการทดลอง

$\rho_{A\alpha}$ คือ ความหนาแน่นของของไหลที่ระยะ $A\alpha$ ภายหลังการทดลอง

โดยที่

mass Flux = mass Rate x area

ในความเข้มข้นที่ค่อนข้างเปลี่ยนแปลงบ่อยและไม่สามารถกำหนดเป็นค่ามาตรฐานได้ ก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละสถานการณ์ กล่าวคือ

- การถ่ายเทมวลสาร A ไปสู่ สาร B ที่ไม่เกิดการถ่ายเทมวล

  ($N_A = 0$ และ $N_A / (N_A + N_B) = 1$) ได้ว่า

  $N_A = kc (P_{A1} - P_{A2}) = ky (Y_{A1} - Y_{A2}) = kc (C_{A1} - C_{A2})$ GAS

  $Kx (X_{A1} - X_{A2}) = kL (C_{A1} - C_{A2})$ LIQ

- Equimolar countertransfer

  ($N_A = -N_B$ และ $N_A / N_A + N_B = \infty$) ได้ว่า

  $N_A = kG (P_{A1} - P_{A2}) = ky (Y_{A1} - Y_{A2}) = kc (C_{A1} - C_{A2})$ GAS

  $Kx (X_{A1} - X_{A2}) = kL (C_{A1} - C_{A2})$ LIQ

ซึ่งดัดแปลงมาจากนิยามของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน $h : q = h (t1 - t2)$

ซึ่งค่า kc สามารถนำมาใช้แทนค่า D_{AB} / Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล

Rate equation		
Equimolal Counterdiffusion	Diffusion of A through nondiffusing	Units of coefficient
	Gases	
$N_A = k'_G \Delta \overline{p_A}$	$N_A = k_G \Delta \overline{p}_A$	Moles transferred / (Area)(time)(pressure)
$N_A = k'_y \Delta y_A$	$N_A = k_y \Delta y_A$	Moles transferred / (Area)(time)(mole fraction)
$N_A = k'_c \Delta c_A$	$N_A = k_c \Delta y_A$	Moles transferred / (Area)(time)(mol/vol)
	$W_A = k_y \Delta y_A$	Mass transferred / (Area)(time)(mass A/mass B)
	Liquids	
$N_A = k'_L \Delta c_A$	$N_A = k_L \Delta c_A$	Moles transferred / (Area)(time)(mol/vol)
$N_A = k'_x \Delta x_A$	$N_A = k_x \Delta x_A$	Moles transferred / (Area)(time)(mole fraction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Mass Transfer Coefficients in Larminar Flow

โดยส่วนใหญ่แล้ว เรามักจะไม่ใช้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสำหรับ larminar flow ตั้งแต่มีทฤษฎีของการแพร่ผ่านของโมเลกุล ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาอัตราการถ่ายเทมวลได้ แต่สำหรับการไหลแบบที่มีทั้ง larminar flow และ turbulent flow ก็ยังคงใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสำหรับ larminar flow ก็ยังสามารถนำมาคำนวณได้ เราสามารถเลือกสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์ง่ายๆ เพื่อสาธิตเทคนิคทั่วๆ ไป เพื่อนำไปพิจารณาการไหลแบบ turbulent flow

2. Mass Transfer Coefficients in Turbulent Flow

สำหรับการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับ turbulent flow ไม่สามารถที่จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลได้เพราะเราไม่สามารถอธิบายรูปแบบการไหลในทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงนำค่ามาจากข้อมูลการทดลอง ซึ่งข้อมูลจะจำกัดอยู่ในช่วง ช่วงใดช่วงหนึ่ง อย่างไรก็ดีซึ่งจะเป็นไปตามเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในช่วงของคุณสมบัติของของไหลช่วงใดช่วงหนึ่ง

สุดท้ายนี้ ยังคงมีทฤษฎีอีกมากมายที่นำมาอธิบายถึงพฤติกรรมของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล ตัวอย่างเช่น ฟิล์ม การแทรกซึม การเปลี่ยนรูปร่างพื้นผิวและทฤษฎีอื่นๆ และควรจะทำความเข้าใจด้วยว่า สัมประสิทธิ์การถ่ายเท ทั้งสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล เข้าใจได้ทั้งหมด

3. Film Theory

ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบที่เห็นได้ชัดเจนและสามารถอธิบายถึงความหมายของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลได้เป็นอย่างดี โดยการยืมคอนเซปต์เดียวกันกับการถ่ายเทความร้อนแบบการพา เมื่อการไหลของของไหลแบบปั่นป่วน ไหลผ่านผิววัสดุ ซึ่งการถ่ายเทมวลก็จะปรากฏจากผิวไปสู่ของไหล ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับระยะทาง แสดงอยู่ในกราฟ จากทฤษฎีของฟิล์มเป็นหลักฐานที่พบว่า ความเข้มข้นจะเป็นไปตามกราฟที่มีส่วนหัก เช่นว่า ความแตกต่างของความเข้มข้นทั้งหมดระหว่าง $C_{A1} - C_{A2}$ จะถูกนำมาอ้างอิงสำหรับการแพร่ผ่านของโมเลกุลภายใต้ " effect " ของฟิล์มที่มีความหนา Z_F นั่นหมายถึงว่า ทฤษฎีนี้จะมีประโยชน์เมื่อฟิล์มเป็นฟิล์มที่บางมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
สับปะรดบรรจุกระป๋อง

ในอุตสาหกรรมการทำสับปะรดบรรจุกระป๋อง โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีขั้นตอนในการทำที่คล้ายคลึงกันถึงแม้ว่าในแต่ละโรงงานอาจจะมีขั้นตอนที่แตกต่างกันไปบ้าง เช่น มีการกำหนดเวลาและอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อต่าง ๆ กันไปทั้งนี้การพิจารณาดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับค่าของ F_0 และการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิง ลักษณะการให้ความร้อน และลักษณะทางกายภาพของสับปะรดเป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วขั้นตอนการผลิตสับปะรดบรรจุกระป๋องมีขั้นตอนดังนี้

1.การคัดเลือกวัตถุดิบ

โดยปกติโรงงานจะคัดเลือกวัตถุดิบคือสับปะรดเป็นพันธุ์เดียวกันเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอในคุณภาพของผลิตภัณฑ์และที่สำคัญจำเป็นต้องคัดเลือกให้ขนาดวัตถุดิบมีขนาดสม่ำเสมอด้วยเพื่อที่จะสามารถเข้าเครื่องปอกเปลือกสับปะรดหรือเครื่อง ginaca ได้

พันธุ์และขนาด

สับปะรดมีหลายพันธุ์ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์มีตั้งแต่โครงสร้างของลำต้นเช่นความสูงของทรงต้น รูปร่างและขนาดใบ การปรากฏของหนาม ความยาวและความหนาของก้านผล รูปทรงของผล ขนาด สีของเนื้อ ลักษณะเนื้อ รสชาติ

พันธุ์สับปะรดที่ปลูกแพร่หลายในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ พันธุ์ที่นิยมมากได้แก่

1. พันธุ์อินทรชิตหรือเทพรส เป็นพันธุ์พื้นเมือง ปลูกมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา น้ำหนักผลประมาณ 1 กิโลกรัม มี 2 ชนิดคือ
   - อินทรชิตขาว ลำต้น ใบและผลมีสีขาว เนื้อผลมีสีขาว รสชาติค่อนข้างเปรี้ยวให้ผลเร็วคือประมาณ 1 ปีหลังจากปลูก มีความต้านทานต่อความชื้นและความแห้งแล้งได้ดี
   - อินทรชิตแดง ลำต้น ใบและผลมีสีแดง เนื้อผลมีสีค่อนข้างเหลือง รสชาติหวานมีความต้านทานต่อความชื้นและแห้งแล้งได้ดี มีหน่อและตะเกียงเป็นจำนวนมาก
2. พันธุ์ปัตตาเวีย (Smoot Cayenne : Calculta)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ลำปางและปราจีนบุรี เป็นพันธุ์ที่ใช้ในการแปรรูปมีลักษณะผลใหญ่ขนาดน้ำหนักผลเฉลี่ย 2 กิโลกรัมหรืออาจมากถึง 7 กิโลกรัม เป็นสับปะรดที่มีรสหวานฉ่ำ เนื้อผลสีเหลืองอ่อน แกนกลางใหญ่แต่ไม่เหนียวก้านผลสั้น

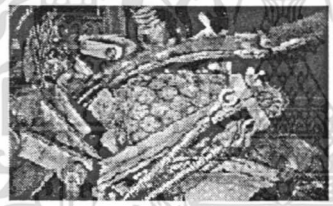
3. พันธุ์นางแล เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากสิงคโปร์ เมื่อปีพ.ศ.2400 โดยนายเข่ง แซ่อุย ครั้งแรกสุดนำไปปลูกที่ ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีลักษณะพิเศษคือผลย่อยโปนยื่นออกมาภายนอกผล ดังนั้นเมื่อใช้มีดปอกเปลือกภายนอกออกเพียงเบา ๆ ก็จะถึงเนื้อและไม่มีส่วนของตาอีก เนื้อผลมีสีน้ำผึ้ง รสหวานแหลมจัด เนื้อกรอบ

ขนาดและคุณภาพของผลสับปะรดโดยทั่วไป

โดยทั่วไปนั้นเราจะแบ่งสับปะรดที่มีจำหน่ายเป็น 3 ขนาดคือ

1. ขนาดเล็ก น้ำหนักต่ำกว่า 1.5 กิโลกรัม
2. ขนาดกลาง น้ำหนักต่ำกว่า 2 กิโลกรัมจนถึง 1.5 กิโลกรัม
3. ขนาดใหญ่ น้ำหนัก 2 กิโลกรัมหรือสูงกว่า

2. การปอกเปลือกสับปะรด



ในอุตสาหกรรมการปอกเปลือกสับปะรดจะใช้เครื่อง ginaca ที่สามารถปอกเปลือกและแกนสับปะรดได้อย่างรวดเร็วถึงแม้จะทำให้สูญเสียน้ำหนักเนื้อสับปะรดไปค่อนข้างมากซึ่งสำหรับโรงงานสับปะรดบรรจุกระป๋องมักจะแบ่งขนาดออกเป็น 6 ขนาดด้วยกันคือ

SSIT	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	3	นิ้ว ถึง	2 1/4 นิ้ว
SIT	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	3 1/4	นิ้ว ถึง	3 3/4 นิ้ว
IT	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	3 3/4	นิ้ว ถึง	4 1/4 นิ้ว
2T	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	4 1/4	นิ้ว ถึง	4 3/4 นิ้ว
2 1/4	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	4 3/4	นิ้ว ถึง	5 1/8 นิ้ว
2 1/2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	5 1/8 นิ้วและกว่าขึ้นไป		

ขนาดของสับปะรดที่นับว่าเหมาะสมแก่การส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดมากที่สุดได้แก่ขนาด 4.5 นิ้วถึง 5 นิ้ว ซึ่งจะให้ผลดีที่สุด โดยมีเนื้อสับปะรดที่ติดเปลือกไปต่ำสุดและยังมีขนาดของแกนค่อนข้างเล็กอีกด้วย ส่วนผลที่มีขนาดเล็กเกินไปนั้นไม่อาจใช้เป็นสับปะรดแว่น (slice) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

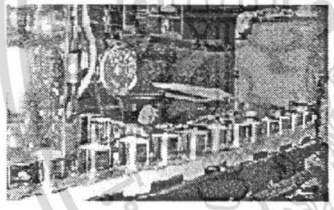
3. การตัดแต่งชิ้นสับปะรด

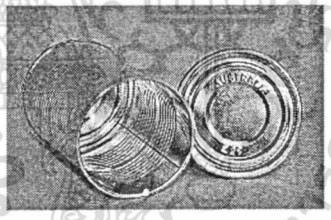
ในการตัดแต่งชิ้นหรือรูปร่างชิ้นของสับปะรด ในการนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรม มีหลายรูปร่างและขนาด แล้วแต่ความเหมาะสมในการนำไปแปรรูป เช่น เป็นรูปทรงลูกเต๋า เพื่อนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมฟรุตสลัดบรรจุกระป๋อง หรือ รูปวงแหวน และรูปของ chunk เป็นต้น

เมื่อสับปะรดผ่านขั้นตอนมาถึงการตัดแต่งชิ้นส่วน อาจกล่าวได้ว่า ส่วนประกอบของสับปะรดในการผลิต เป็นดังต่อไปนี้

ส่วนประกอบ	% ต่อน้ำหนัก
เปลือก	45
แกน	5
เนื้อ	30
เศษเนื้อ	20

4. การบรรจุลงกระป๋อง



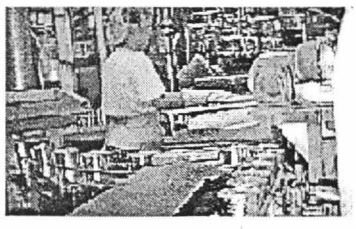


โดยการบรรจุชิ้นเนื้อสับปะรดและ packing media ลงในกระป๋อง ตามน้ำหนักที่กำหนดต่อกระป๋อง ซึ่งกระป๋องที่ใช้บรรจุโดยส่วนมากจะใช้กระป๋องเคลือบดีบุก เนื่องจากสับปะรดมีค่าความเป็นกรดสูง

5. การไล่อากาศ

เมื่อผ่านการบรรจุเรียบร้อยแล้ว จะทำการเข้าไล่อากาศในเครื่องไล่อากาศ (exhauster) โดยส่วนมากมักทำการไล่อากาศที่อุณหภูมิ 75 ^{O}C เป็นเวลา 10 นาทีแล้วจึงทำการปิดผนึกฝากระป๋อง

6. การฆ่าเชื้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมักทำฆ่าเชื้อใน retort ที่อุณหภูมิ 100 ^{o}C เป็นเวลา 20 นาที แต่ในแต่ละโรงงานอาจจะใช้เวลาและอุณหภูมิที่กำหนดต่างๆ กันแล้วจึงทำให้เย็นทันที

7. การเก็บ

ทำการติดฉลากและทำการเก็บที่อุณหภูมิปกติ แล้วส่งจำหน่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

- การคัดเลือกวัตถุดิบ

  ในการทดลองนี้ ใช้สับปะรดพันธุ์ศรีราชา เนื้อ 2 ไม่จำกัดขนาดเพราะทำการปอกด้วยมือ
- การตัดแต่งขนาด

  ทำการตัดแต่งขนาดให้เป็นรูปร่างลูกเต๋า ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ทำให้มีพื้นที่ผิว 1 ตารางนิ้ว
- กระป๋องที่ใช้ในการทดลอง คือ กระป๋องเคลือบดีบุก ขนาด A2
- เวลาและอุณหภูมิในการไล่อากาศ อ้างอิงมาจาก บ. อาหารสยาม จำกัด
- การวัดค่า

  - drain weight ของแต่ละกระป๋อง ทั้งก่อนและหลังการทดลอง
  - ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำตาล ก่อนและหลังการทดลอง
    - ผิวของชิ้นสับปะรด
    - น้ำในกระป๋อง
- การแปรผล โดยการนำค่าที่ได้จากการทดลองมาคำนวณในสูตรที่ 2.1

อุปกรณ์การทดลอง

1. เทอร์โมมิเตอร์
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เครื่องชั่ง
4. hand-reflaxtometer
5. มีด
6. เขียง
7. กระป๋อง
8. น้ำตาลทราย
9. น้ำสะอาด
10. exhaustor
11. เครื่อง seamer
12. retort
13. ตะแกรง

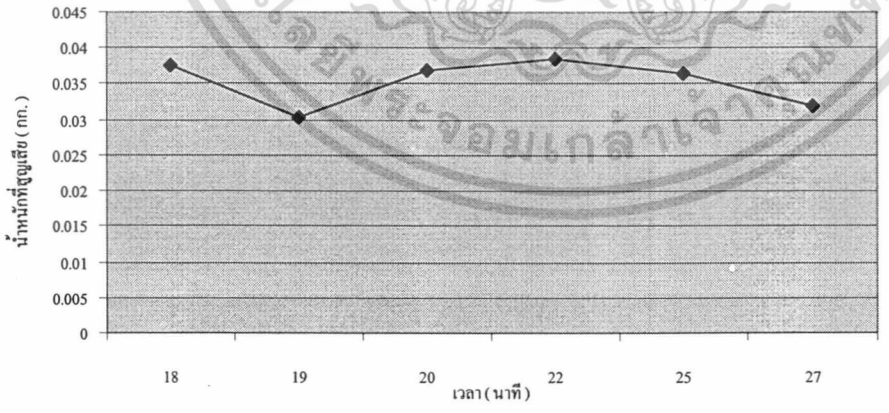
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสีย ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ

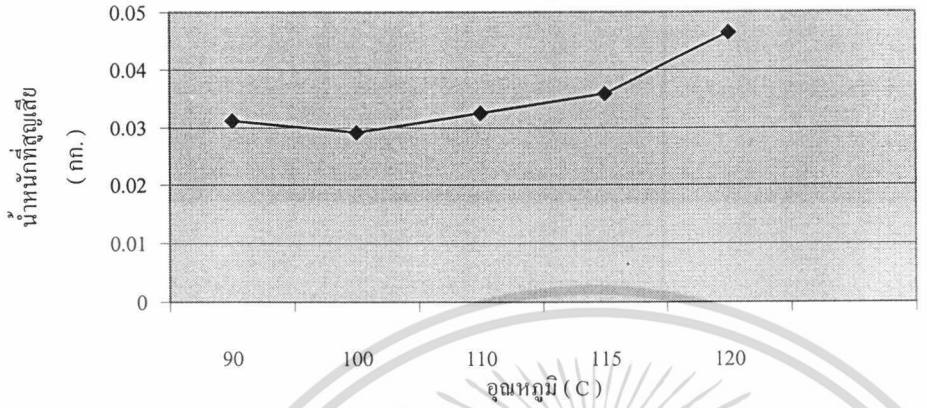
เวลา(นาที)	น้ำหนักสูญเสีย(กก.)	อุณหภูมิ(^{O}C)	น้ำหนักสูญเสีย(กก.)
18	0.037517	90	0.0312
19	0.03048	100	0.029187
20	0.0368	110	0.032533
22	0.038383	115	0.035875
25	0.036406	120	0.046517
27	0.03196	125	0.042433

กราฟรูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสียกับเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟรูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่สูญเสียกับอุณหภูมิ

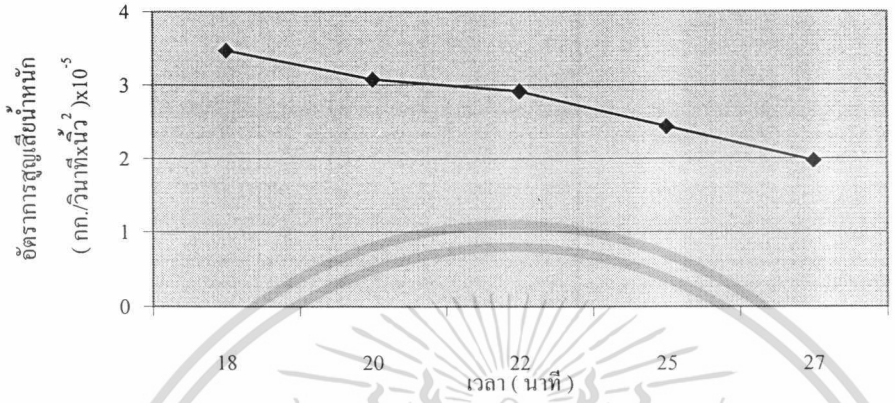


ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Mass Flux ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ

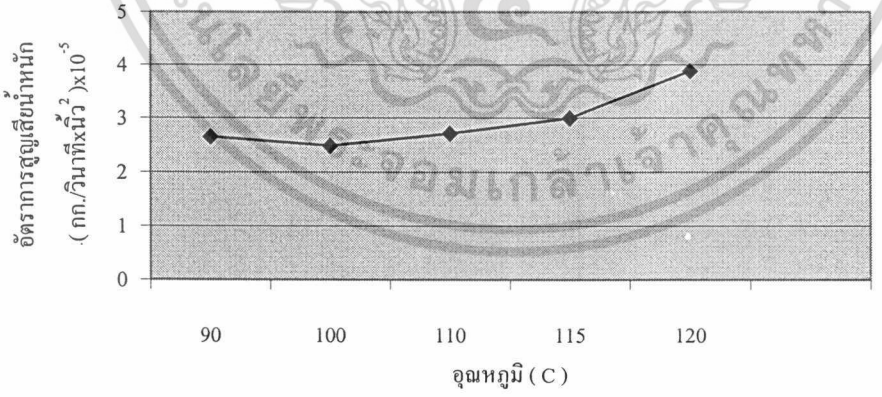
เวลา (นาที)	mass flux(kg/s x inch^2)	อุณหภูมิ($^O C$)	mass flux(kg/s x inch^2)
18	3.47×10^{-5}	90	2.65×10^{-5}
19	-	100	2.48×10^{-5}
20	3.07×10^{-5}	110	2.71×10^{-5}
22	2.91×10^{-5}	115	2.99×10^{-5}
25	2.43×10^{-5}	120	3.88×10^{-5}
27	1.97×10^{-5}	125	1.97×10^{-5}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟรูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับเวลา



กราฟรูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักกับอุณหภูมิ

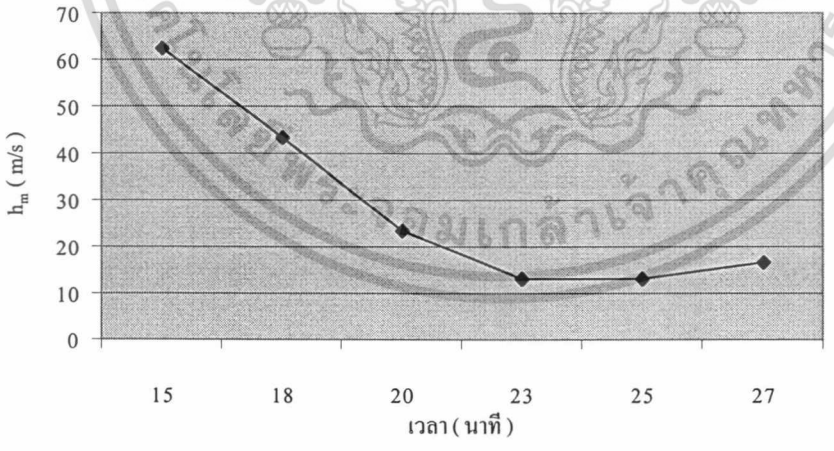


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า h_m ณ เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ

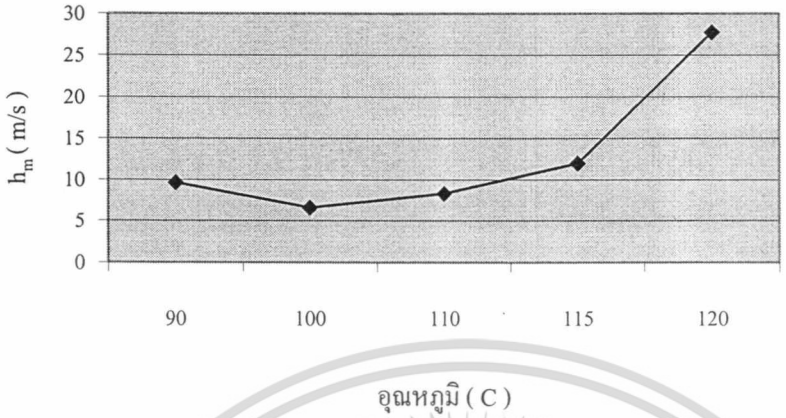
เวลา (นาที)	h_m (m/S)	อุณหภูมิ(^{O}C)	h_m (m/S)
15	62.41×10^{-5}	90	9.63×10^{-5}
18	43.375×10^{-5}	100	6.61×10^{-5}
20	23.62×10^{-5}	110	$8.34x\ 10^{-5}$
23	13.193×10^{-5}	115	$11.96x\ 10^{-5}$
25	13.0×10^{-5}	120	27.71×10^{-5}
27	16.42×10^{-5}	125	17.68×10^{-5}

กราฟรูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง h_m กับเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96778

กราฟรูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง h_m กับอุณหภูมิ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
มูลค่าของการสูญเสียที่เกิดจากการสูญเสียน้ำหนักเนื้อของสับปะรด

มูลค่าของเนื้อสับปะรดที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ถ้าสมมติและกำหนดให้

สับปะรดทั้งผลกิโลกรัมละ	4	บาท (100%)
คิดเป็น ราคาเนื้อกิโลกรัมละ	13.33	บาท (30%)
ถ้าสมมติว่า กำลังการผลิตในโรงงาน	500	ตัน/วัน
คำนวณ ส่วนของเนื้อ	150	ตัน/วัน

การลดมูลค่าการสูญเสียเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ

สมมติถ้าใช้เวลาฆ่าเชื้อเท่ากัน เปรียบเทียบอุณหภูมิต่างๆ กัน

ที่ 100 ^{o}C

น้ำหนักเนื้อ 200 กรัม	มีการสูญเสียน้ำหนัก	29.817 กรัม
น้ำหนักเนื้อ 1000 กรัม	มีการสูญเสียน้ำหนัก	149.085 หรือ 0.149085 กิโลกรัม
มูลค่าของน้ำหนักที่สูญเสียไปคือ		0.149085 x 13.33 = 1.987 บาท/ กิโลกรัม
ดังนั้น ในทางอุตสาหกรรมจึงมีการสูญเสีย		150,000 x 1.987 = 298,050 บาท/วัน

ที่ 125 ^{o}C

น้ำหนักเนื้อ 200 กรัม	มีการสูญเสียน้ำหนัก	42.433 กรัม
น้ำหนักเนื้อ 1000 กรัม	มีการสูญเสียน้ำหนัก	212.165 กรัม หรือ 0.212165 กิโลกรัม
มูลค่าของน้ำหนักที่สูญเสียคือ		0.212165 x 13.33 = 2.828 บาท / กิโลกรัม
ดังนั้นในทางอุตสาหกรรมจึงมีการสูญเสีย		150,000 x 2.828 = 424,200 บาท/วัน

สามารถลดมูลค่าของการสูญเสียได้

424,200-298,050 = 126,150 บาท/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ จะเห็นได้ว่า
   - กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักที่สูญเสีย (loss weight) กับเวลาและอุณหภูมิมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ แนวโน้มระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักที่สูญเสีย กับเวลามีแนวโน้มที่ลดลง และสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักที่สูญเสียกับอุณหภูมิมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น
   - กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักต่อพื้นที่ (mass flux) กับเวลานั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อปล่อยให้ระยะเวลาผ่านไป ความเข้มข้นที่ผิวสับปะรดและน้ำจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันทำให้อัตราการถ่ายเทมวลเกิดขึ้นช้าลงหรือระบบใกล้ถึงภาวะสมดุลนั่นเอง แต่กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูญเสียน้ำหนักต่อพื้นที่กับอุณหภูมิที่เวลาคงที่ พบว่า กราฟมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ทราบว่าอุณหภูมิมีผลโดยตรงกับอัตราการสูญเสียน้ำหนัก กล่าวคือ อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นมีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลให้สูงขึ้นด้วย
   - กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า mass transfer coefficient (h_m) กับเวลาและอุณหภูมิมีความแตกต่างที่มีแนวโน้มที่ต่างกันเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างค่า mass transfer coefficient (h_m) กับเวลามีแนวโน้มที่ลดลง ส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างค่า mass transfer coefficient (h_m) กับอุณหภูมิ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่า mass transfer coefficient (h_m) นี้จะเป็นจริงในทุกๆ รูปร่างของชิ้นสับปะรด ในสภาวะที่กำหนดเดียวกันกับการทดลองนี้ด้วย ทำให้พบว่า ไม่ว่าสับปะรดจะมีรูปร่างใดก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างค่า mass transfer coefficient (h_m) กับเวลาและอุณหภูมิยังมีแนวโน้มที่เป็นไปดังผลการทดลองนี้อีกด้วย
2. จาก ข้อ 1 ทำให้เราสามารถที่จะกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่ชิ้นสับปะรดในขั้นตอนของการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อได้โดย สภาวะที่เหมาะสมคือที่อุณหภูมิต่ำเวลานาน เนื่องจากที่สภาวะนี้ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลต่ำจึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักเนื้อของชิ้นสับปะรดน้อย นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงกราฟของ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลแล้วก็ให้ผลที่สอดคล้องกันกับกราฟของน้ำหนักที่สูญเสียและอัตราการถ่ายเทมวล จึงสามารถสรุปได้ว่า การสูญเสียน้ำหนักในกระบวนการให้ความร้อน ณ สภาวะที่อุณหภูมิต่ำเวลานานเป็นสภาวะที่เหมาะสมมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เราพบว่าการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารบรรจุกระป๋องในอุตสาหกรรมอาหารนั้นส่วนใหญ่แล้วผู้ผลิตจะคำนึงถึงค่าF_0 และมูลค่าของการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ แต่มักจะไม่คำนึงถึงมูลค่าของวัตถุดิบที่ถูกใช้ไปอย่างไม่เหมาะสม ซึ่งเราจะเห็นได้แล้วจากมูลค่าของน้ำหนักเนื้อสับปะรดที่สูญเสียไปเมื่อมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง พบว่ามีมูลค่าการสูญเสียที่สูงมากต่อหนึ่งวัน ซึ่งถ้าเรานำเอามูลค่าที่สูญเสียนี้มาพิจารณาร่วมกันกับหลักอื่น ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาสภาวะที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ก็จะเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด
4. จากการคำนวณมูลค่าการสูญเสียในบทที่ 5 เป็นการพิจารณาด้านการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้ความร้อนเท่านั้น ในทางปฏิบัติ จำเป็นต้องศึกษาด้านอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น การสิ้นเปลืองพลังงานและระยะเวลาในการทำงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองมีเวลาในการทดลองและงบประมาณที่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการทดลองทำซ้ำให้มีผลการทดลองมากขึ้น น่าจะเพิ่มความน่าเชื่อถือของมูลค่าการสูญเสียน้ำหนักที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นได้
2. ในการทดลอง ผู้ทดลองใช้ packing media ที่เป็นน้ำ ซึ่งแตกต่างจากสับปะรดบรรจุกระป๋องในอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นน้ำเชื่อม ซึ่งถ้าผู้ทดลองสามารถวางแผนการทดลองที่ใช้เป็นน้ำเชื่อมได้ จะทำให้ค่าจากการทดลองต่างๆ ที่ได้จะสามารถนำไปใช้ได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบัน และสามารถนำมาคำนวณมูลค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นอีกด้วย
3. จากการทดลองที่ทำการทดลองที่ขนาดและรูปร่างสับปะรดแบบเดียว คือ รูปลูกเต๋าขนาดพื้นที่ผิว 1 ตารางนิ้ว ซึ่งทำให้สามารถคำนวณหาค่า mass transfer coefficient ของสับปะรดทุกๆ ขนาดและรูปร่างได้ แต่ถ้าสามารถทำการทดลองเพื่อคำนวณค่า mass transfer coefficient จากทุกๆ รูปร่างได้ จะทำให้สามารถพิสูจน์ค่าจากการทดลองนี้ได้
4. ในการทดลอง ผู้ทดลองทำการทดลองโดยกำหนดการหาค่าอัตราการสูญเสียน้ำหนักและค่า mass transfer coefficient ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนทั้งกระบวนการ กล่าวคือ ทั้งกระบวนการไล่อากาศและกระบวนการในการฆ่าเชื้อ ซึ่งการทดลองหาค่าดังกล่าว ถ้าเราสามารถที่จะนำมาทำการทดลองหาค่าต่างๆ เหล่านี้ในแต่ละขั้นตอนการผ่านกระบวนการให้ความร้อนได้ ก็จะสามารถเห็นปัญหาการสูญเสียน้ำหนักที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการให้ความร้อนและนำมาเปรียบเทียบในแต่ละขั้นตอนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
5. ค่าที่ได้จากการทดลองจะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ถ้าสามารถวางแผนการทดลองที่ใกล้เคียงกับลักษณะการปฏิบัติงานจริงในอุตสาหกรรม หรือทำการทดลองในกระบวนการจริงในโรงงานอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Robert E. Treybal . 1988 . Mass-transfer operations
2. Mills Anthony F . 1995 . Basic heat and mass transfer
3. WM.kays . 1993 . Connective heat and mass transfer
4. รายงานการฝึกงาน บริษัทอาหารสยาม จำกัด ปี พศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. การวัดค่าหาปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียไป

โดยการหาค่าน้ำหนักที่สูญเสียไป จะทำการทดลองวัดค่าต่อกระป๋อง ซึ่งจะทำการทดลองโดยการวัดค่าน้ำหนักเนื้อ (drain weight) ก่อนการทดลอง ในหน่วยกิโลกรัมต่อกระป๋อง และภายหลังการทดลอง เราจะนำมาหาค่าน้ำหนักเนื้ออีกครั้งหนึ่งโดยการนำสับปะรดมาสะเด็ดน้ำโดยวางทิ้งไว้บนตะแกรงระยะหนึ่ง จนแน่ใจว่ามีแต่ส่วนเนื้อ จึงทำการมาชั่งน้ำหนักหาค่าน้ำหนักเนื้อต่อไป โดย

ปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียไป = น้ำหนักเนื้อก่อนการทดลอง - น้ำหนักเนื้อหลังการทดลอง

และเพื่อค่าน้ำหนักเนื้อที่สูญเสียไปนี้จะมีค่าที่น่าเชื่อถือมากขึ้น จึงทำการทดลองซ้ำ จำนวน 6 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำหนักต่อไป

2. การวัดหาค่าเปอร์เซนต์ความเข้มข้น

ในการหาค่าเปอร์เซนต์ความเข้มข้นในชิ้นเนื้อสับปะรด เราถือว่า ค่าความเข้มข้นดังกล่าวเกิดจากค่าเปอร์เซนต์น้ำตาล (total solid) ในชิ้นเนื้อสับปะรด ดังนั้นเราจึงหาค่าเปอร์เซนต์ความเข้มข้นจากการวัดค่า ^{O}Brix โดยใช้ hand - reflagtometer ในการวัด ซึ่งทำการวัด 2 ตัวอย่างด้วยกัน คือ

- ทำการวัดที่ packing media ซึ่งในที่นี้ก็คือ น้ำ นั่นเอง โดยทำการวัดค่าทั้งก่อนและหลังการทดลอง
- ทำการวัดที่ผิวของชิ้นสับปะรดที่ผ่านการชั่งน้ำหนักเนื้อมาแล้ว จึงนำมาทำการวัดตัวอย่าง 3 ซ้ำด้วยกันในแต่ละกระป๋อง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อการนำไปคำนวณต่อไป

3. ในการทำการทดลองทุกครั้ง จะมีการวางแผนให้ระยะเวลาในการทดลองในแต่ละครั้งมีระยะเวลาให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เนื่องจากในระยะเวลาต่างๆ ทั้งในช่วงที่มีให้ความร้อนหรือไม่ก็ตามจะมีการเกิดการถ่ายเทความร้อนตลอดเวลา ดังนั้นในระยะเวลาในการรอในการเข้าไล่อากาศหรือการฆ่าเชื้อหรือการตรวจผลก็ดี ควรจะวางแผนให้กระบวนการใช้ระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวทรรศวรรณ ชลวีระวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2521 ที่จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พศ. 2537 และศึกษาระดับปริญญาตรีจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

นางสาวศิริวรรณ สุภิษะ เกิดเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบางกะปิ ในปี พศ. 2537 และศึกษาระดับปริญญาตรีจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้