



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง ศึกษาการแผ่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง
(Studies on Heat Penetration and Heat Resestance in Canned
Straw Mushroom)

โดย นายวสันต์ วรมุกสิก

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

.....	19.1.31	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ยอนงค์ วรอุไร)	
.....	14.1.31	กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต)	
.....	14.1.31	กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์กิตติพงษ์ หวงรักษ์)	

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(อาจารย์วราวุธ ครุสง)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 20 เดือน ๒๕ พ.ศ. 31

ฉ.พ.
๐358๓
๒5๘๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รวมเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

ศึกษาการแพร่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง

(Studies on Heat Penetration and Heat Resistance in Canned Straw Mushroom)



T096789

โดย

นายวสันต์ วรมุกสิก

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ร/พ.
ว358ค
2531

พ.ศ. 2531

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 96789
วันเดือนปี..... 4 JUN 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ศึกษาการแผ่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง

(Studies on Heat Penetration and Heat Resistance in Canned Straw Mushroom)

ศึกษาถึงการแผ่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง โดยนำไปผ่านความร้อนในระดับอุณหภูมิ 230 235 240 245 และ 250 °F และศึกษาถึงผลของปริมาณกรดซิตริกที่เติมในขณะลวก ปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้ในการแช่ และความร้อนที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

จากการศึกษาพบว่าในเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง มีค่า $F_0 = 16.5$ นาที ค่า $Z = 26.5$ °F และระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ โดยใช้วิธีคำนวณจากสูตรของ Ball ได้ดังนี้คือ ที่อุณหภูมิ 230 235 240 245 และ 250 °F เป็น 106 75 50 32 และ 24 นาที ตามลำดับ

เมื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับพบว่า การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 245 °F เห็ดฟางมีสีที่ดีที่สุด และที่อุณหภูมิ 250 °F เห็ดฟางจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับดีที่สุด ส่วนผลของความเข้มข้นของกรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์นั้น การใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ทำให้เห็ดฟางบรรจุกระป๋องมีคุณภาพที่ดีที่สุด

คำนิยม

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ณรงค์ วรรณโร ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์
จนการตรวจแก้ไขจนสำเร็จออกมาด้วยดี

วสันต์ วรรณสุติก

เมษายน 2531



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	7
ผลการทดลองและวิจารณ์	11
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดฟางต่อน้ำหนักเห็ด 100 กรัม	5
2	เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง	10
3	ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ กัน	12
4	เวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิของหม้อนึ่งความดันในระดับต่าง ๆ	20
5	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิมเกี่ยวกับสี ของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	22
6	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิมเกี่ยวกับลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	24
7	แสดงคะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิมเกี่ยวกับลักษณะการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน	26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 230 °ฟ	13
2	การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 235 °ฟ	14
3	การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 240 °ฟ	15
4	การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 245 °ฟ	16
5	การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 250 °ฟ	17
6	Thermal death time curve	18
7	Thermal death time curve	19

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของ เห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ทั้ง 16 สูตร	38
2	แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เกี่ยวกับคุณภาพด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ทั้ง 16 สูตร	41
3	แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการ ยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ทั้ง 16 สูตร	43
4	แสดงการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่มีต่อสี ลักษณะเนื้อ สัมผัส และการยอมรับ	46
5	แสดงการเปรียบเทียบผลของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกที่มีต่อสี และการยอมรับ	46
6	แสดงการเปรียบเทียบผลของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับ	46
7	แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 230 °ฟ	47
8	แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 235 °ฟ	48
9	แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 240 °ฟ	49
10	แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 245 °ฟ	50
11	แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 250 °ฟ	51

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่		หน้า
1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง f_h/u กับ $\log g$ ที่ $m + g = 160$ ฟ	52
2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง f_h/u กับ $\log g$ ที่ $m + g = 180$ ฟ	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาการแผ่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง

(Studies on Heat Penetration and Heat Resistance in Canned Straw Mushroom)

คำนำ

การเพาะเห็ดฟางในเมืองไทย ปัจจุบันกระทำกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลายในกลุ่มของเกษตรกรเกือบทั่วประเทศ ซึ่งเกษตรกรก็ได้รับทั้งหลักวิชาการทางเทคโนโลยีเพื่อนำมาปรับปรุงในการเพาะเห็ดฟางอยู่เสมอ และเนื่องจากเห็ดฟางเป็นอาหารที่มีรสชาติดี และมีโปรตีนค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับพวกผักอื่น ๆ จึงมีผู้นิยมบริโภคมาก ในการผลิตเห็ดฟางโดยเกษตรกรภายในประเทศ หลังจากที่ได้ออกเห็ดมาแล้วก็มีการนำมาจำหน่ายโดยทั่วไปในรูปของเห็ดสด ซึ่งไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเพราะจะเสื่อมคุณภาพ ทำให้ตลาดในการจำหน่ายเห็ดฟางไม่กว้างขวางเท่าที่ควรจึงมีวิวัฒนาการในการแปรรูปเห็ดฟาง เช่น ความร้อน หรือสารเคมีมาช่วยเพื่อยืดอายุการเก็บให้อยู่ได้นานขึ้น เช่นในรูปของการทำแห้ง ซึ่งอาจจะใช้วิธีการทางธรรมชาติโดยใช้แสงแดดหรือใช้ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ นอกจากการทำแห้งแล้ววิวัฒนาการทางด้านอุตสาหกรรมอาหารที่สามารถนำมาใช้กับเห็ดฟางและได้ผลก็คือ การทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องโดยบรรจุเห็ดฟางลงในน้ำเกลือ และทำการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ได้ลักษณะของเห็ดซึ่งใกล้เคียงกับเห็ดสดมากกว่าสามารถเก็บได้นาน และส่งออกจำหน่ายเพื่อใช้ในการปรุงอาหารได้ดียิ่ง

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อนั้นมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง ความร้อนที่ใช้ นอกจากจะมุ่งทำลายจุลินทรีย์ ซึ่งติดมากับวัตถุดิบแล้วจะต้องเพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะ Clostridium butulinum ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคมาก ความเป็นกรดและความเข้มข้นของเกลือ มีส่วนในการช่วยลดปริมาณการใช้ความร้อนลงได้ ในการใช้ความร้อนที่เหมาะสมในการผลิตอาหารกระป๋องนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการแผ่กระจายความร้อนและการต้านทานความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ การจะกำหนดระยะเวลาที่ใช้ความร้อนให้เหมาะสมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดลองหาข้อมูลการแผ่กระจายความร้อนเสียก่อน เมื่อแน่ใจว่าอาหารนั้นปลอดภัย (Holdsworth, 1983) และสามารถใช้เวลาความร้อนได้เหมาะสม ในขณะที่เดียวกันก็รักษาคุณภาพของเห็ดฟางบรรจุกระป๋องให้คงไว้ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายความร้อน และการต้านทานความร้อนของ เชื้อจุลินทรีย์
ในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง
2. เพื่อศึกษาผลของความร้อนที่มีต่อคุณภาพของเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

เห็ดฟางเป็นเห็ดที่ประชาชนทั่วไปรู้จักกันมานานแล้ว โดยเรียกชื่อตามวัสดุที่ขึ้นในบางท้องถิ่นอาจเรียกเห็ดฟาง เพราะเห็ดชนิดนี้ชอบขึ้นบนกองฟางหรือบางครั้งอาจเรียกเห็ดบัวก็ได้ อาจารย์กาน ชลวิจารณ์ ได้ทดลองค้นคว้าและทำเชื้อเห็ดฟางได้สำเร็จเป็นรายแรก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 ได้มีการก่อตั้งชมรมเห็ดที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้มีการเผยแพร่วิธีการเพาะเห็ด ตลอดจนส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเห็ดกันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

เห็ดฟางเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย แต่โดยธรรมชาติเห็ดชนิดนี้เกิดขึ้นน้อยมาก เพราะสปอร์ของเห็ดจะปลิวไปตกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมมีโอกาสน้อยมาก หลังจากนั้นสปอร์ของเห็ดก็จะเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นดอก ต่อมาได้มีการทำเชื้อเห็ดฟางและนำไปเพาะในกองฟางทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางเพิ่มสูงมากขึ้น ประกอบกับประเทศไทยมีวัสดุที่จะนำมาใช้ในการเพาะเห็ดฟางอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงหลังการทำนาเกษตรกรมีเวลาว่างมาก ส่วนวัสดุที่จะเพาะเห็ดฟางเกษตรกรอาจใช้ตอซังฟาง เศษฟาง ผักตบชวา เปลือกถั่ว จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเห็ดฟางเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว (อานนท์, 2530)

ชีววิทยาของเห็ดฟาง (กรมอาชีวศึกษา, 2525 วิฑูรย์ พลาอุทม์, 2527)

การจำแนกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเห็ดฟาง

ชื่อวิทยาศาสตร์	<u>Volvariella volvaceae</u> (Linger)
ชื่อสามัญ	Paddy mushroom Straw mushroom
Class	Basidiomycets
Sub class	Holobasidiomycets
Order	Agricales
Family	Amanitaceae Pluteaccae
Genus	Volvariella
Species	Volvaceae

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชีวิตของเห็ดฟางเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะมีการสร้างสปอร์เป็นหมื่น ๆ สปอร์สปอร์เหล่านี้เมื่อปลิวไปตกในบริเวณที่มีความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสมก็จะออกเส้นใยชั้นต้นออกมา จากนั้นก็จะมีการรวมตัวกันของเส้นใยชั้นต้น เป็นเส้นใยชั้นสองการรวมตัวของเส้นใยดังกล่าวอาจเกิดจากเส้นใยที่เกิดจากสปอร์เดียวกันเรียกว่า ไฮโมแอสเลติค หรือเกิดจากการรวมตัวของเส้นใยที่เกิดจากสปอร์ต่างกันเรียกว่า ฮีเทอะไฮแอสเลติค แต่การเกิดเส้นใยแบบฮีเทอะไฮแอสเลติคมีโอกาสดำเนินน้อยกว่าไฮโอแอสเลติค จากการศึกษาถึงจำนวนนิวเคลียสภายในเส้นใยพบว่าในเส้นใยอาจมีนิวเคลียสเป็นจำนวนมากถึง 36 นิวเคลียส เส้นใยที่เกิดแบบฮีเทอะไฮแอสเลติคจะเจริญช้ากว่าเส้นใยที่เกิดแบบไฮโอแอสเลติค และจะไม่พบคลอโรพลาสต์ในเส้นใยแบบฮีเทอะไฮแอสเลติค ตามปกติแล้วเห็ดฟางมีการเจริญเติบโตและใช้พลังงานในการดำรงชีพสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ แต่เห็ดฟางมีความสามารถย่อยเซลลูโลสและลิกนินได้น้อย

รูปร่างลักษณะของเห็ดฟาง หมวกดอกมีสีขาวหรือสีเทาอ่อนข้างคำมีลักษณะคล้ายร่ม หมวกดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-10 ซม. ผิวของหมวกดอกจะเรียบและมีสีเข้มที่บริเวณกลางหมวกดอกเป็นรัศมีรอบก้านดอก การที่เห็ดฟางจะมีดอกใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับพันธุ์และอาหารที่อยู่ในแปลงเห็ด ก้านดอก เห็ดฟางจะมีก้านดอกสีขาวสูงประมาณ 6-8 ซม. ทำหน้าที่ชูหมวกดอกและไม่มีวงแหวนรอบก้านดอก ปลอกหุ้ม ในขณะที่เห็ดฟางยังเล็กจะมีปลอกหุ้มทั้งหมดแต่พอเห็ดฟางเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะคันดอกออกมา คุณสมบัติของเห็ดฟาง เห็ดฟางถ้าเก็บมาทำอาหารสด ๆ ดอกเห็ดจะกรอบอร่อย แต่ถ้าเก็บไว้นานเห็ดฟางจะเหี่ยวเร็ว เมื่อเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีรสขมเพราะเห็ดฟางจะบีบน้ำย่อยออกมาขมขมตัวเองเรียก การย่อยตัวเองนี้ว่าออโตลิซิส (ตีพร้อม, 2525) ส่วนคุณค่าทางอาหารของเห็ดฟางนั้นแสดงในตารางที่ 1

หลักในการผลิตเห็ดกระป๋อง โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตคือ คุณภาพของเห็ด ขนาดของเห็ดจะต้องมีคุณภาพที่สม่ำเสมอ ขนาดของดอกเห็ดมีขนาดใกล้เคียงกัน ความสดของดอกเห็ดควรจะต้องสด และต้องส่งถึงขบวนการผลิตภายใน 4 ชม. ภายหลังเก็บดอกของเห็ดต้องไม่มีลักษณะผิดปกติ ไม่หัก ไม่ชำ ไม่เป็นโรค และไม่มีรอยตำหนิ เนื่องจากหนอนหรือแมลงเจาะกัด สีของดอกเห็ดควรเป็นสีเฉพาะของเห็ดแต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางฟ้า ต่อน้ำหนักเห็ด 100 กรัม

ความชื้น	88.9 กรัม
โปรตีน	3.0 กรัม
ไขมัน	1.8 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	3.9 กรัม
กาก	1.4 กรัม
แคลเซียม	8.0 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.1 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	20.0 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 1	0.16 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.25 มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	2.0 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	13.7 มิลลิกรัม

(ที่มา : กรมอนามัย, 2513)

กรรมวิธีการผลิตเห็ดกระป๋อง เห็ดที่ใช้ในการบรรจุมีหลายรูปแบบคือ ไซ้ดอกเห็ดทั้งต้น ซึ่งประกอบด้วยหมวกดอก และก้านดอก ไซ้ดอกเห็ดที่มีขนาดดอกตูม โดยใช้หมวกดอกและก้านดอกที่ติดมากับดอกเพียงเล็กน้อย ไซ้ดอกเห็ดที่มีการนำดอกเห็ดมาผ่าลงตามยาวของดอกเห็ด ใช้ส่วนของดอกเห็ดทั้งส่วนของหมวกดอกและก้านดอกผ่าจากกัน (เฟรมูลศิลป์, 2525)

Kilara และคณะ (1984) ได้ศึกษาในขบวนการแช่เห็ดหรือลวกเห็ดของการทำเห็ดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง โดยการใช้กรดจะมีค่าในการส่งเสริมทำให้สีของเห็ดบรรจุกระป๋องมีค่าที่ดีขึ้น โดยปกติจะใช้กรดซิตริก พูมาริก หรือฟอสฟอริก แต่ในการทดลองได้ใช้กรดซิตริกที่ 0.35 เปอร์เซ็นต์ หรือที่ค่าความเป็นกรด ค่า 3.5 จะมีค่าที่ทำให้สีของเห็ดในขบวนการแปรรูปมีค่าที่ดีขึ้น และการใช้กรดซิตริกก็ไม่ทำให้น้ำหนักของเห็ดในขบวนการแปรรูปสูญเสียน้ำ และกรดซิตริกก็ไม่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรส หรือลักษณะเนื้อสัมผัส

สุขใจ, (2529) ได้เปรียบเทียบการทนความร้อนของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ไวว่าแพคทีเรียที่สร้างสปอร์ เวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 °C โดย Clostridium butulinum เวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อ 300-330 นาที P.A. 3670 เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ 780 นาที Bacillus stearothermophilus เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ 1030 นาที

ทง, (2524) ได้แบ่งชนิดของอาหารตามลักษณะของการถ่ายเทความร้อนคือ ผลิตภัณฑ์ที่มีการถ่ายเทของความร้อนด้วยขบวนการนำความร้อนอย่างรวดเร็วตลอดขบวนการฆ่าเชื้อ มีค่า f_h และ f_2 ในกรณีนี้อาจจะมีการแตกต่างกันในอัตราที่เพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย และมีค่าเหล่านี้ไม่เกิน 20 สำหรับกระป๋องเบอร์ 2 ได้แก่ผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อม หรือน้ำสำหรับผลไม้ชิ้นใหญ่ ๆ การถ่ายเทความร้อนในเนื้อผลไม้อาจจะช้า ผักที่บรรจุในน้ำเกลือ เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ หนักห่างจากตลาดสะพานใหม่ ต.คลองถนน อ.บางเขน ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ-
มหานคร
2. อุปกรณ์
 - 2.1 เทอร์โมคอบเบิ้ล
 - 2.2 หมอนึ่งความดัน
 - 2.3 เทอร์โมมิเตอร์
 - 2.4 ตู้อบ
 - 2.5 เครื่องวัดความเป็นกรด ต่าง
 - 2.6 เครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง
 - 2.7 เครื่องชั่งแบบละเอียดและหยาด
 - 2.8 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์
 - 2.9 กระป๋องชนิดเคลือบคีมุกรรมตา ขนาด 211 x 109
 - 2.10 อุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นอื่น ๆ ในการผลิตเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง
3. สารเคมี
 - 3.1 กรดซिटริก
 - 3.2 แคลเซียมคลอไรด์
 - 3.3 แกลลือ
 - 3.4 บีฟเอกซแทรกต์
 - 3.5 เปปโติน
 - 3.6 ทรีปโติน
 - 3.7 อะการ์
 - 3.8 ยีสต์เอกซแทรกต์
 - 3.9 เดกซ์โตรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การผลิตเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

1.1 การเตรียมเห็ดฟาง

นำเห็ดฟางมาทำการตัดขนาดให้มีขนาดสม่ำเสมอ โดยให้มีขนาดของเห็ดฟางกว้างประมาณ 2-2.5 ซม. และยาว 2-2.5 ซม. เห็ดที่ผ่านการตัดขนาดแล้วนำมาตัดแต่งตำหนิที่ติดมากับเห็ดเพื่อให้เห็ดมีขนาดที่สม่ำเสมอแล้วล้าง และทำความสะอาดเศษดินและฝุ่นละอองที่ติดมา นำเห็ดมาแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.05% และ 0.1% และล้างออกด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปลวกด้วยน้ำร้อนที่ 100 °C ซึ่งมีการเติมกรดซิตริก 0.2% และ 0.5% โดยใช้เวลาในการลวก 7 นาที นำเห็ดที่ผ่านการลวกมาแช่ในน้ำเย็นทันที โดยมีน้ำหมุนเวียนตลอดเวลาโดยใช้เวลาแช่ 5 นาที และปล่อยให้สะเด็ดน้ำ

1.2 การเตรียมน้ำเกลือ

ใช้เกลือ 25 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร นำไปต้มให้เดือด

1.3 การเตรียมกระป๋องและฝา

นำกระป๋องเคลือบดีบุกขนาด 211 × 109 และฝามาทำการล้างและทำความสะอาด โดยทำการลวกในน้ำเดือดและคว่ำกระป๋องและฝาไว้

1.4 การบรรจุกระป๋องและฆ่าเชื้อ

นำเห็ดฟางที่ผ่านการเตรียมมาแล้วตามข้อที่ 1.1 บรรจุลงในกระป๋องเคลือบดีบุกขนาด 211 × 109 โดยบรรจุ 58 กรัมต่อกระป๋องเติมน้ำเกลือและนำไปไล่อากาศในรังถึงนาน 10 นาที แล้วนำไปปิดผนึกฝากระป๋อง หลังจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ กัน นำเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อ มาแช่ในถังน้ำเย็นที่มีน้ำไหลหมุนเวียนตลอดเวลาทันที หลังจากผ่านการล่อเย็นแล้วให้เหลืออุณหภูมิของกระป๋องประมาณ 40-45 °C นำขึ้นมาและตั้งทิ้งไว้ให้กระป๋องแห้งเอง

2. การหาข้อมูลการแพร่กระจายความร้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเห็ดฟางและชบวนการแปรรูป

2.1 นำเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่ผ่านขั้นตอนตามข้อที่ 1.4 มาทำการนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ โดยใช้เวลาและอุณหภูมิดังแสดงในตารางที่ 2 และแต่ละอุณหภูมิบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกระป๋องด้วย

2.2 ทำการตรวจสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยทำการตรวจสอบหาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยวิธีการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ทำการบ่มเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องไว้ที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 7-14 วัน เพื่อทำการตรวจสอบ

3. การศึกษาผลของความร้อนและกรรมวิธีการผลิตต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง

นำเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง อายุการเก็บรักษา 1 เดือน นำมาให้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชิมและให้คะแนนโดยแยกคุณภาพเป็นสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับแล้วนำคะแนนไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยจัดแผนการทดลองเป็นแบบแฟคทอเรียลมี กรด แคลเซียมคลอไรด์ และอุณหภูมิที่ใช้ให้ความร้อน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 2 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง

อุณหภูมิ °C	เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	จำนวนกระป๋อง
230	40	4
	60	4
	80	4
	100	4
235	35	4
	50	4
	65	4
	80	4
240	30	4
	40	4
	50	4
	60	4
245	25	4
	30	4
	35	4
	40	4
250	10	4
	15	4
	20	4
	25	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การแพร่กระจายความร้อนในเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง

จากการทดลองหาค่าการแพร่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ที่อุณหภูมิ 230 °F 235 °F 240 °F 245 °F และ 250 °F ซึ่งได้ค่าของการแพร่กระจายความร้อนคงแสดงในภาพที่ 1 2 3 4 และ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.5 9.5 11 14 และ 16 นาที ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าการแพร่กระจายความร้อนในช่วง $1 \log$ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันหรือค่า f_h นี้หมายถึง เวลาเป็นนาทีที่ทำให้อุณหภูมิในอาหารกระป๋องเพิ่มขึ้น 90% และค่า f_h นี้จะบอกถึงอัตราการถ่ายเทความร้อนในกระป๋องด้วย

โดยทั่วไปค่า f_h จะสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิและลักษณะของอาหาร อาหารที่เป็นของเหลวและมีความชื้นสูงจะมีลักษณะการถ่ายเทความร้อนแบบการนำ ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าในเห็ดฟางบรรจุกระป๋องยี่น มีลักษณะเป็นเห็ดอยู่ในน้ำเกลือและตัวของเห็ดฟางเองก็มีความชื้นสูง ดังนั้นลักษณะการแพร่กระจายความร้อนจะเป็นลักษณะกราฟเส้นตรง และมีค่า f_h ค่า ส่วนระดับอุณหภูมินั้น ถ้าใช้อุณหภูมิสูงค่า f_h จะต่ำกว่าที่ระดับอุณหภูมิต่ำ

2. การคำนวณหาความร้อนของจุลินทรีย์

จากการหาจุดที่จุลินทรีย์ทนทานต่อความร้อนและจุดที่จุลินทรีย์ถูกทำลายไปของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งเมื่อนำไปตรวจสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อนำจุดที่ความร้อนทำลายเชื้อและจุดความร้อนที่เชื้อทนได้มาเขียนกราฟเพื่อใช้หาค่า Z (จำนวนของค่าพารามิเตอร์ที่กราฟผ่าน 1 วงจร 10^6) ได้ค่า Z เฉลี่ยเท่ากับ 26.5 °F ดังแสดงในภาพที่ 6 และเมื่อนำค่า Z ที่หาได้ กับค่า F_0 ที่ 250 °F มาเขียนกราฟ ระหว่างเวลาและอุณหภูมิจะได้กราฟ Thermal Death time หรือ TDT เพื่อใช้ในการคำนวณหาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการฆ่าเชื้อดังแสดงในภาพที่ 7

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่า $Z = 26.5$ °F ซึ่งสูงกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากได้มีผู้ทำการทดลองหาค่า Z ของเชื้อ PA 3679 ของปลาในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องได้ค่า $Z = 18$ °F (ทง, 2524) แต่จากการทดลองนี้ได้ค่า $Z = 26.5$ °F ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากเห็ดฟางที่นำมาทำการแปรรูปนี้ใช้วัสดุพวกฟางข้าว ซึ่งทำการเพาะบนพื้นดิน ซึ่งในดินนี้เป็นแหล่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

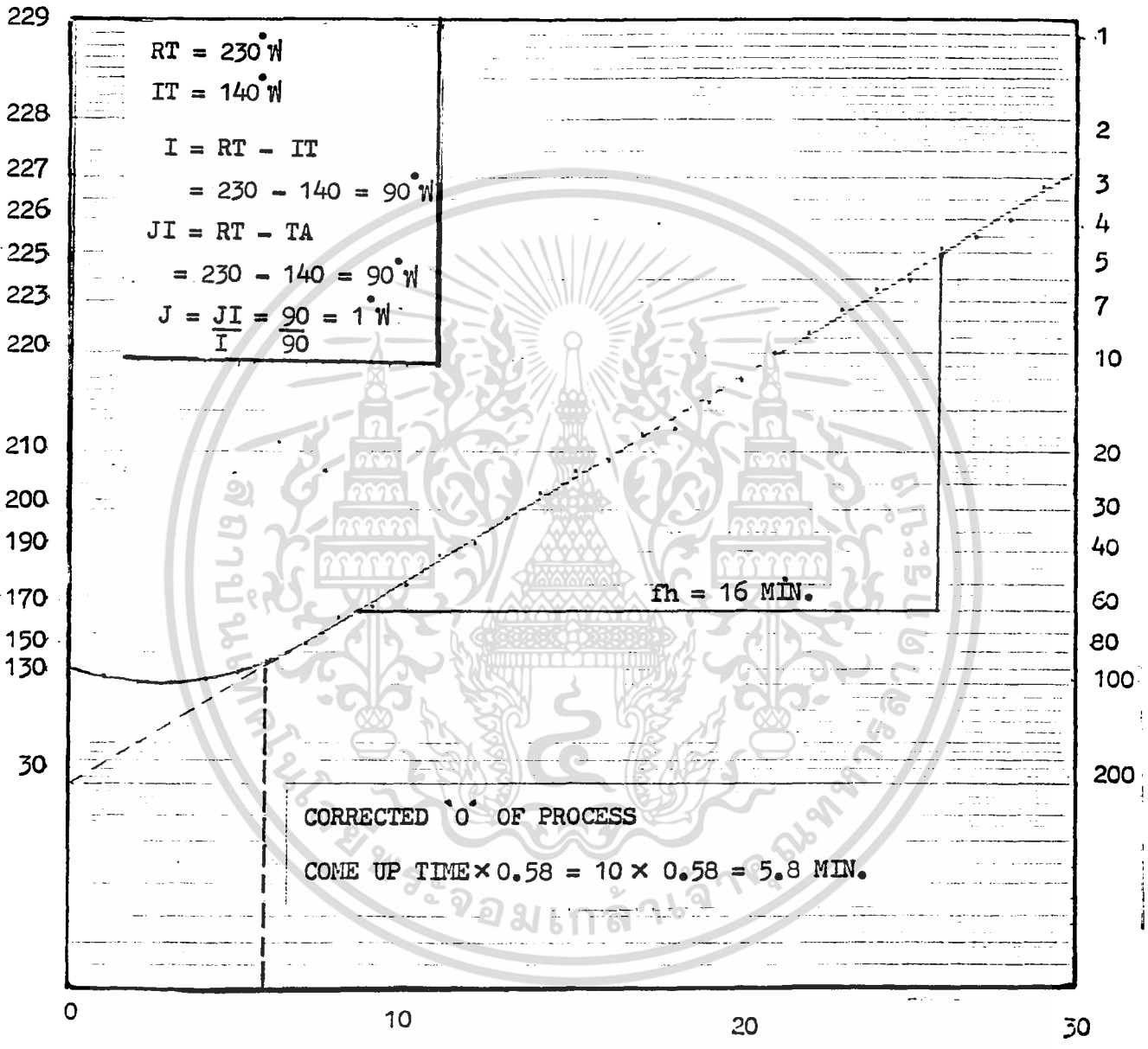
ตารางที่ 3 ความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (°F)	เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด ที่ผ่านความร้อน (กระป๋อง)	จำนวนตัวอย่างที่จุลินทรีย์ ยังมีชีวิตอยู่ (กระป๋อง)
230	40	4	4
	60	4	4
	* 80	4	3
	** 100	4	0
235	35	4	4
	* 50	4	3
	** 65	4	0
	80	4	0
240	30	4	4
	* 40	4	2
	** 50	4	0
	60	4	0
	80	4	0
245	20	4	4
	* 25	4	2
	** 30	4	0
	40	4	0
250	10	4	4
	* 15	4	3
	** 20	4	0
	25	4	0

* จุดที่จุลินทรีย์ยังคงมีชีวิตอยู่

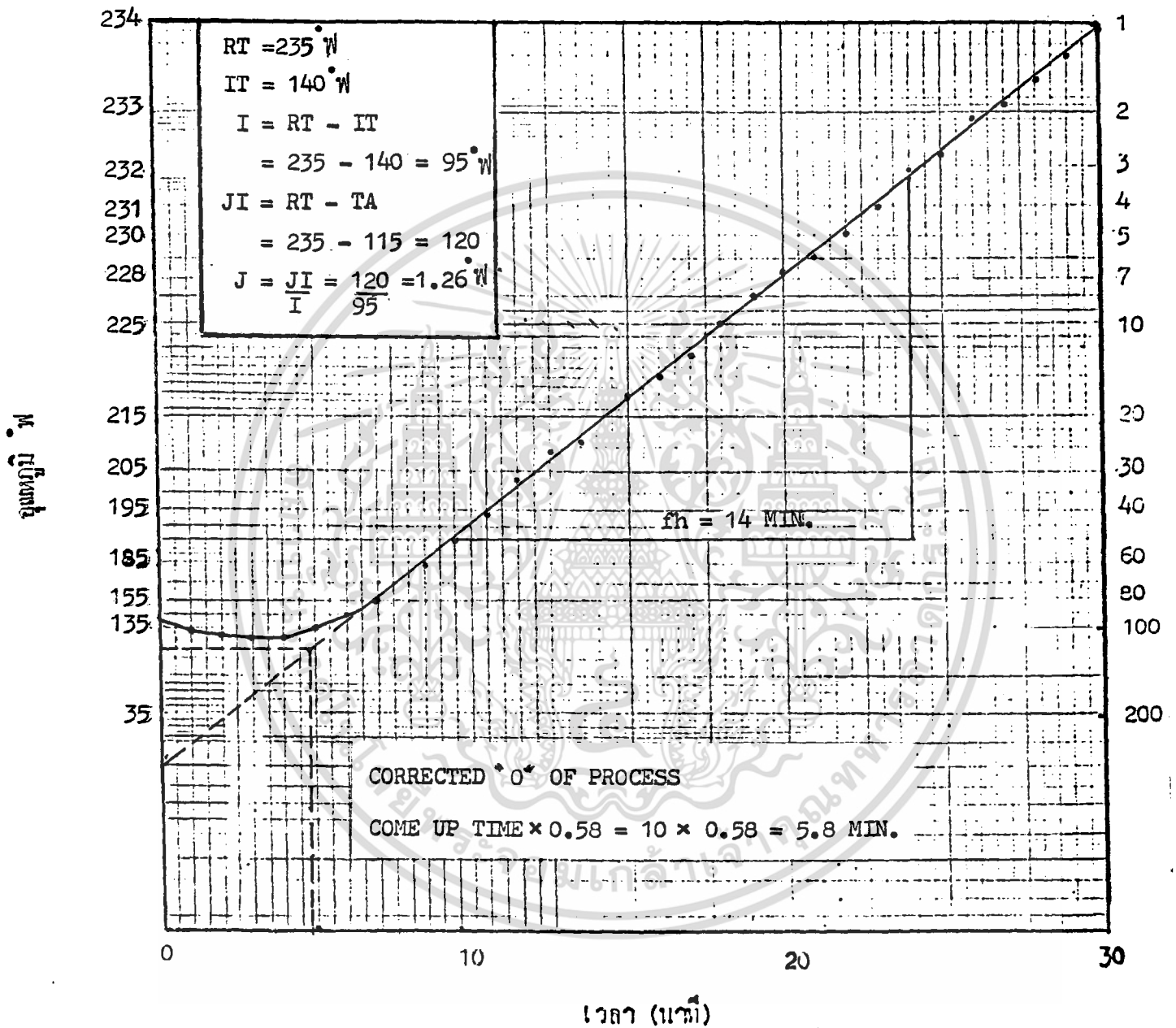
** จุดที่จุลินทรีย์ถูกทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



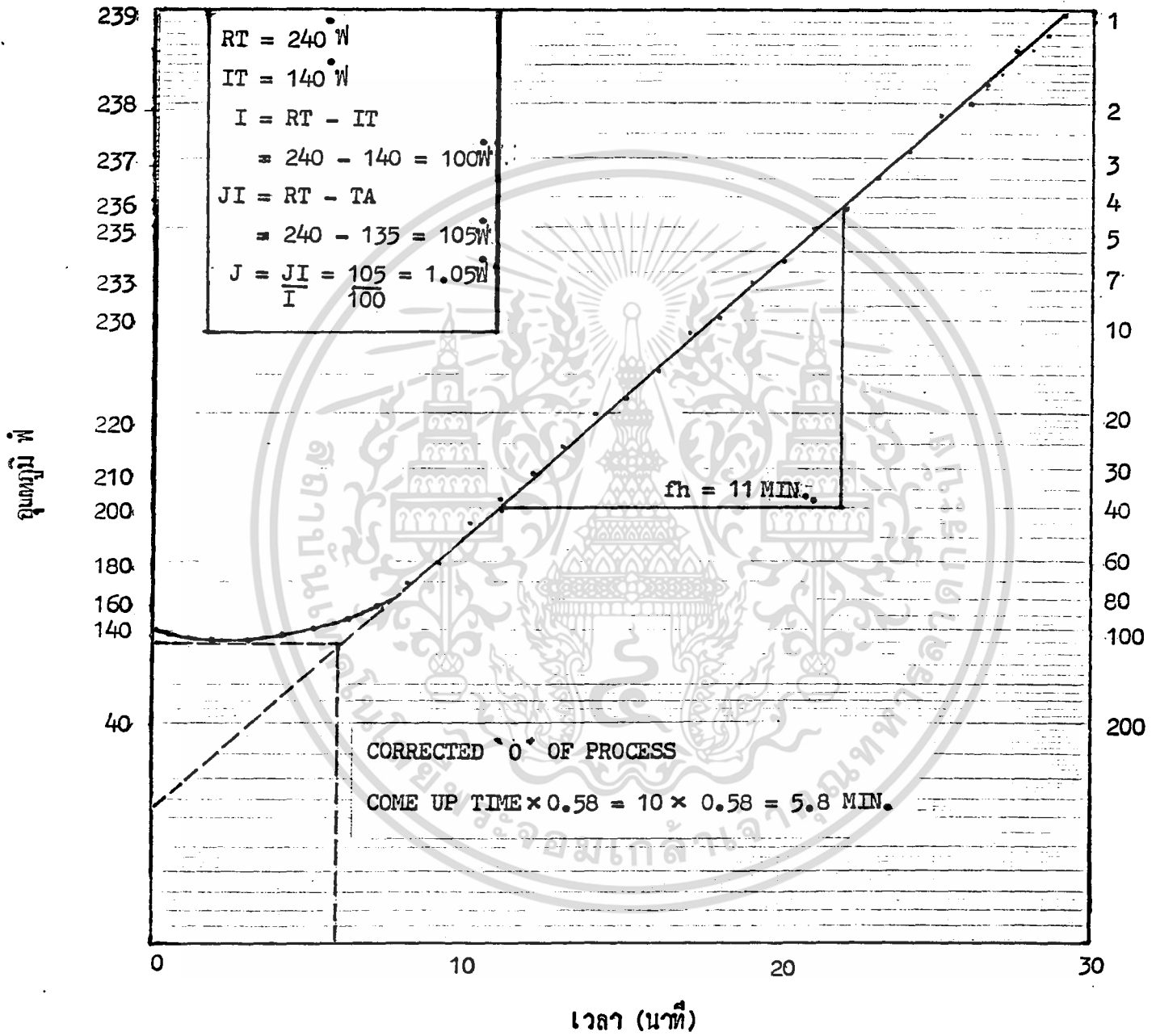
ภาพที่ 1. การแผ่กระจายความร้อนของเหล็กฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 230 °ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



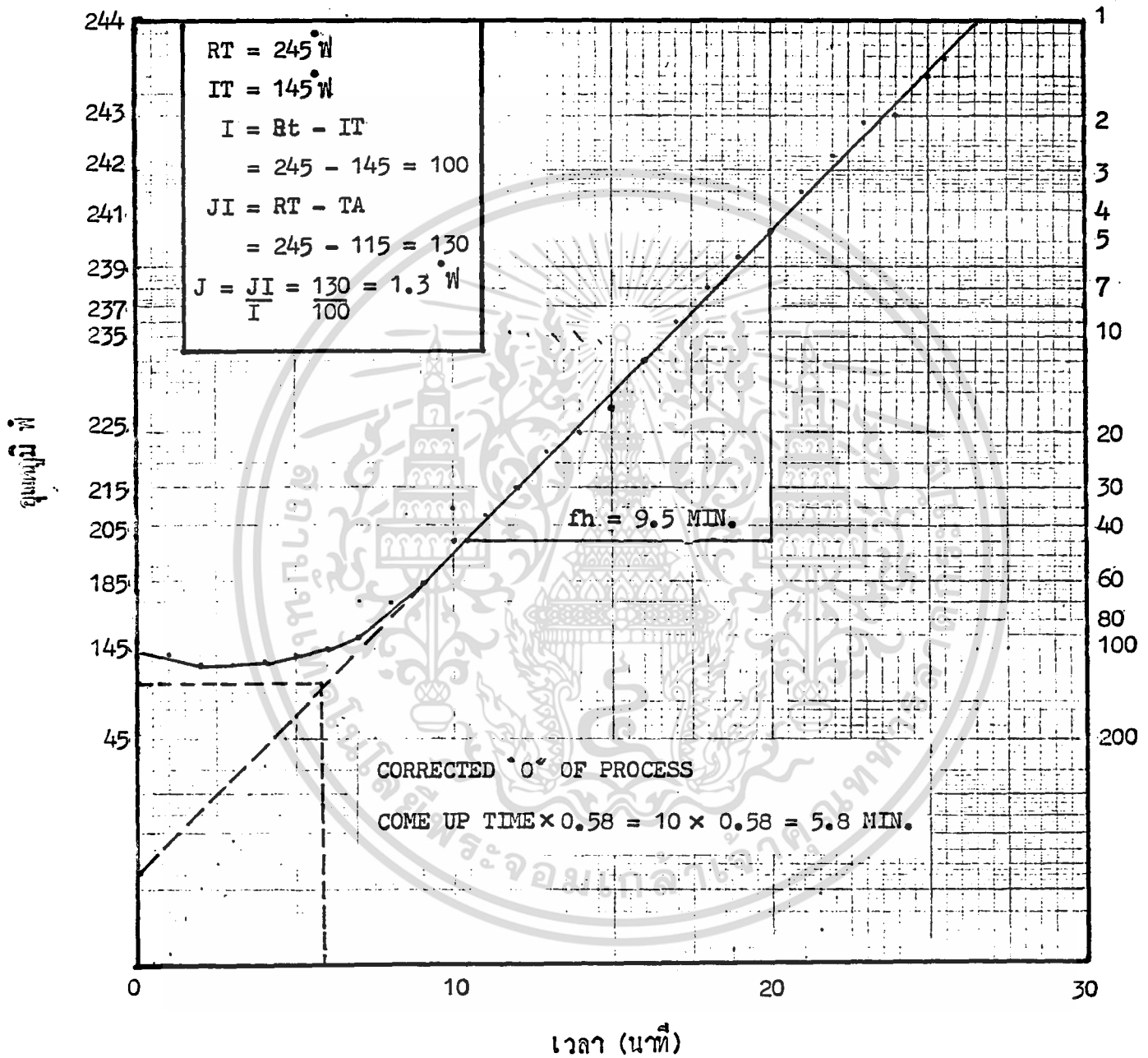
ภาพที่ 2 การแผ่กระจายความร้อนของเหล็กฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 235 °ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



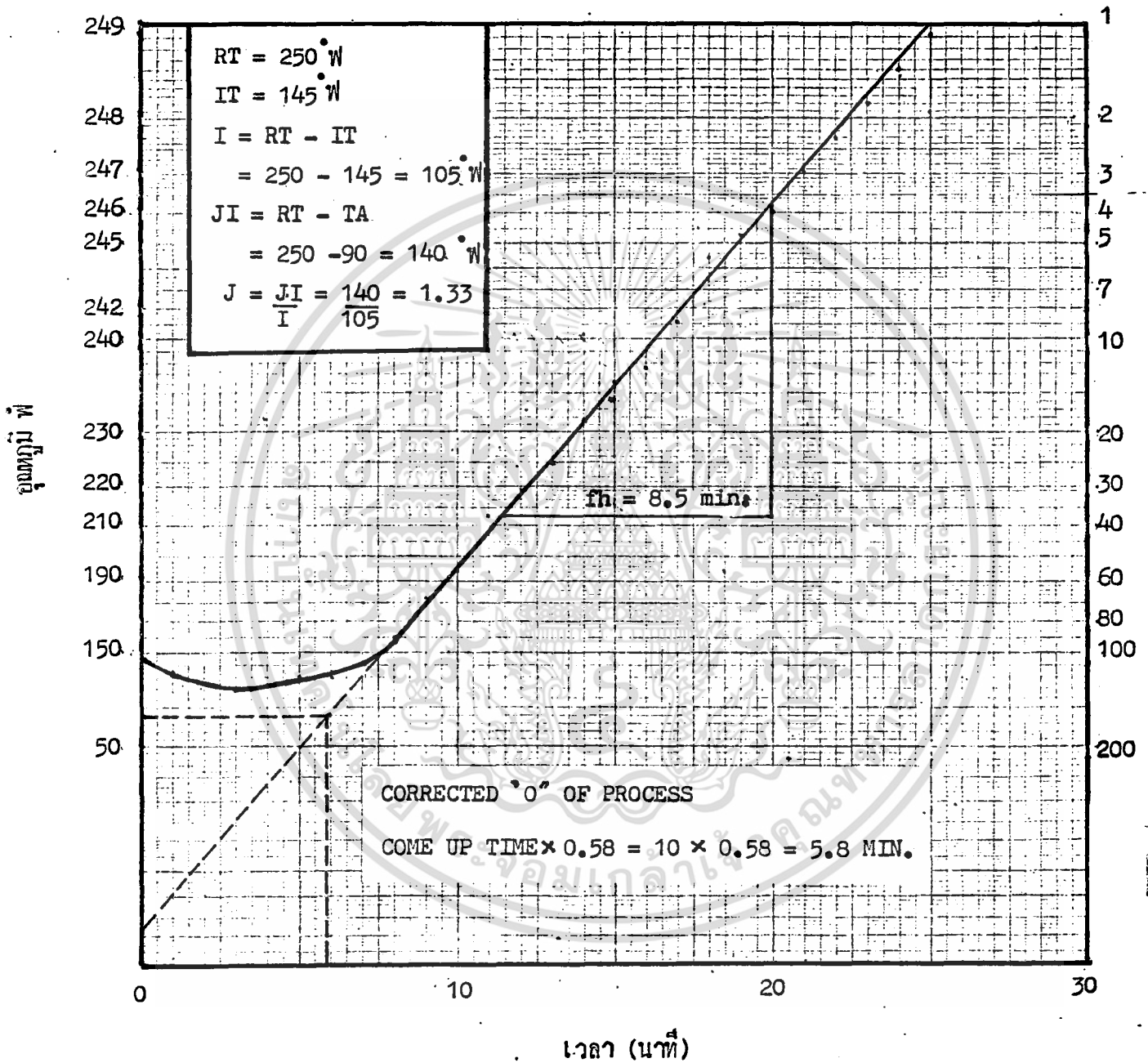
ภาพที่ 3 การแผ่กระจายความร้อนของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 240° ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

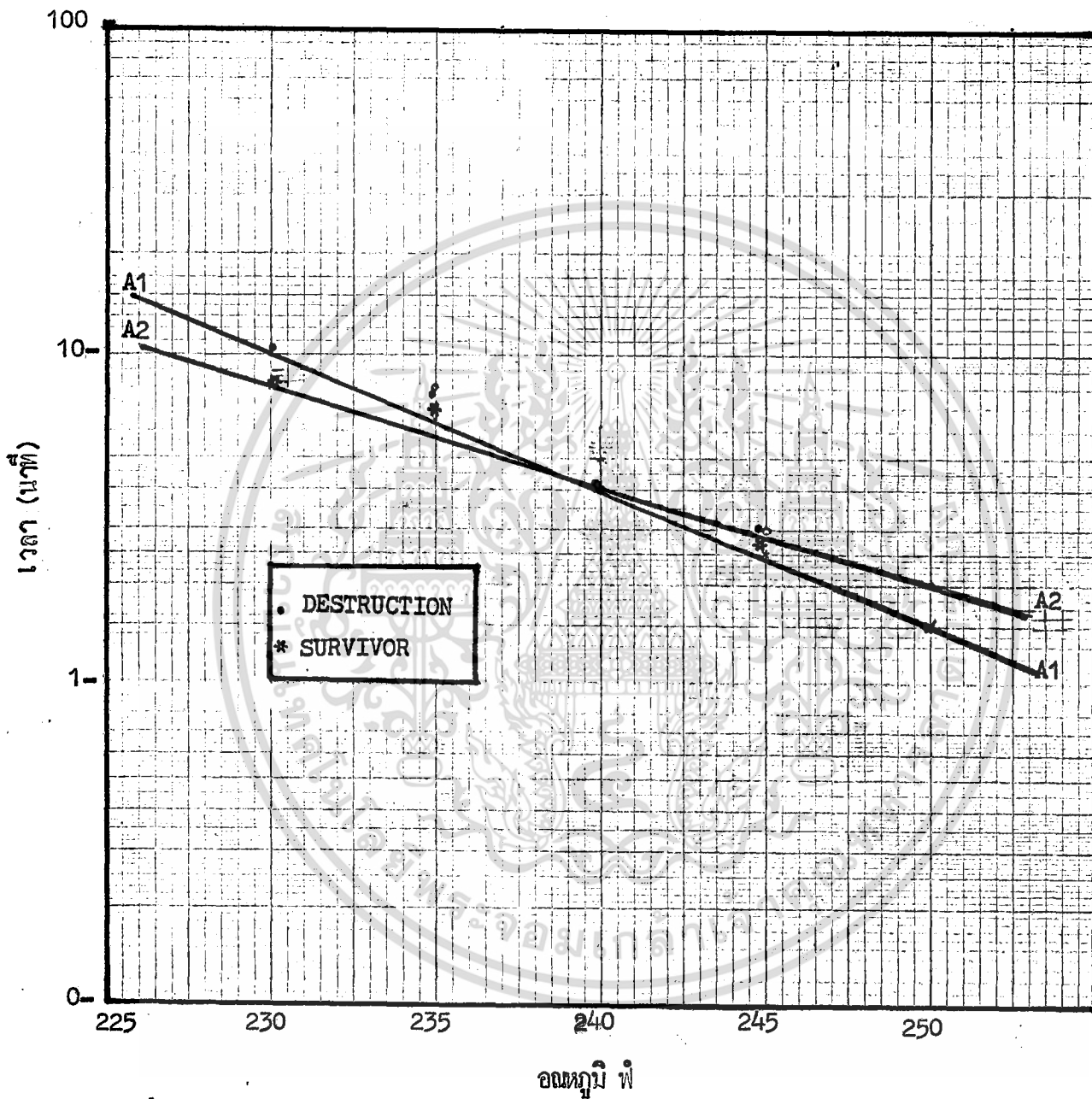


ภาพที่ 4 การแผ่กระจายความร้อนของเหล็กฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 245 °ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การแผ่กระจายความร้อนของเหล็กฟางในน้ำเกลืออมรจุกะปองที่อุณหภูมิ 250 °ฟ



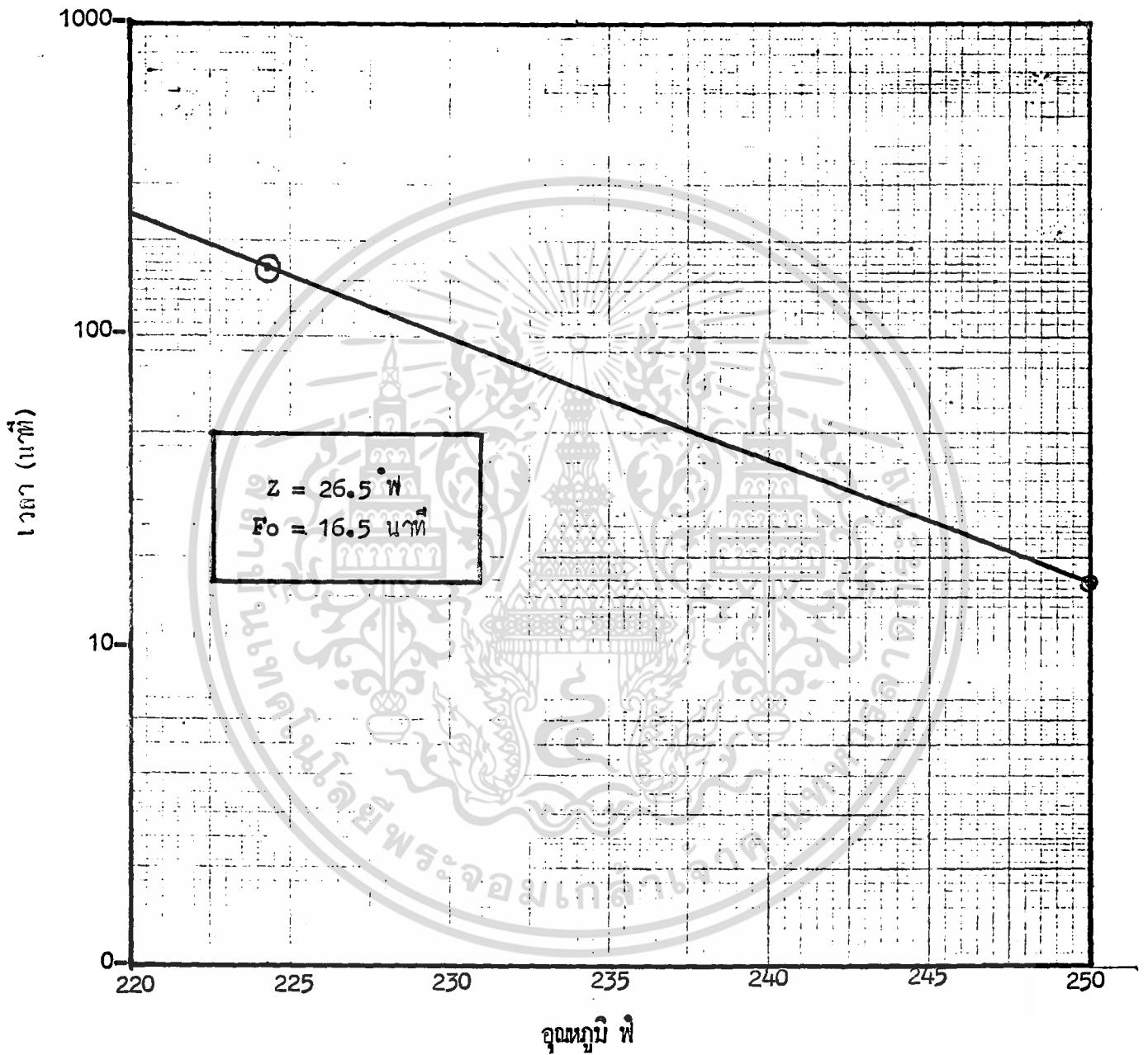
ภาพที่ 6 Thermal death time curve

Curve A1 $Z = 250 - 226 = 24 F^\circ$ $F_{250} = 15 \text{ MIN.}$

Curve A2 $Z = 257.5 - 228.5 = 29 F^\circ$ $F_{250} = 18 \text{ MIN.}$

Average $Z = 26.5 F^\circ$, $F_{250}^{26.5} = 16.5 \text{ MIN.}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 Thermal death time curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อความร้อนได้สูง ๆ ซึ่งนั่นหมายถึงเชื้อ Bacillus stearothermophilus เพราะเชื้อมันจะสามารถทนต่อความร้อนระดับ 100°C ได้นานถึง 1030 นาที (สุโขใจ, 2529) จึงเป็นสาเหตุให้ค่า z ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าสูง

3. การหาเวลาที่เหมาะสมในการใช้ความร้อน

ในสภาวะทั่วไปสำหรับอาหารที่มีกรดต่ำ ความร้อนที่ใช้ในการฆ่า เชื้อจะใช้ที่อุณหภูมิ 240-250 °F ส่วนเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลการแผ่กระจายความร้อนภายในกระป๋อง ในสภาวะการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถคำนวณหาระยะเวลาที่เหมาะสมจากข้อมูลที่ได้ โดยใช้สูตรของ Ball ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิของหม้อหนึ่งความดันในระดับต่าง ๆ

อุณหภูมิในหม้อหนึ่งความดัน (°F)	เวลาที่คำนวณได้ (นาที)
230	106
235	75
240	50
245	32
250	24

จากการทดลองจะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 250 °F เวลาที่ใช้เท่ากับ 24 นาที ซึ่งสูงเพราะปกติระดับการสเตรอไรส์ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว โดยเฉพาะของเหลวที่มีอัตราการผลิตกระจายความร้อนได้รวดเร็ว ระดับสเตรอไรส์ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 15 นาที หรือต่ำกว่าก็เพียงพอที่จะทำให้อาหารนั้นไม่มีจุลินทรีย์เหลืออยู่ แต่จากการทดลองให้เวลาในการฆ่าเชื้อ 24 นาที ซึ่งอาจเกิดจากของเหลวที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ให้ครบรูปกระป๋อง ซึ่งก็คือสารละลายของเกลือ 2.5% เพราะมีผู้รายงานว่าที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ 0.5-3% จะทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ทนต่อความร้อน จะมีความต้านทานความร้อนได้มากขึ้น (พวงพร, 2529) มีผลทำให้ z มีค่าสูงและเวลาที่คำนวณได้มีค่าสูงตามไปด้วย

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#

4. คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการชิมเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่มีความแตกต่างกันทางด้านระดับอุณหภูมิที่ใช้ 4 ระดับคือ 235 °ฟ 240 °ฟ 245 °ฟ และ 250 °ฟ เปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริกที่ใช้ในการลวกเห็ดที่ระดับ 0.2% และ 0.5% รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ของแคลเซียมคลอไรด์ที่ให้แข็งเห็ดในระดับ 0.05% และ 0.1% ทั้ง 16 สูตร เพื่อทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้มีผลต่อสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ ซึ่งสามารถแยกปัจจัยต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

4.1 สี

จากการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง จากตารางที่ 5 พบว่าการใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 245 °ฟ และระดับของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก 0.5% ให้คะแนนเฉลี่ยจากการชิมของผู้บริโภคสูงสุดคือ 6.6 รองลงมาได้แก่การใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 250 °ฟ และระดับของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก 0.5% คือ 6.2 และระดับคะแนนรองสุดท้ายได้แก่การใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 240 °ฟ และระดับของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกที่ 0.2% คือ 4.2 และคะแนนเฉลี่ยจากการชิมของผู้บริโภคที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ การใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 240 °ฟ เปอร์เซ็นต์กรดซิตริกที่ 0.5% เท่ากับ 4.1

ซึ่งจากการคำนวณค่าทางสถิติของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องทั้ง 16 สูตร พบว่าเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องมีสีที่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผลดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 พบว่าการใช้ระดับของอุณหภูมิในขบวนการแปรรูปเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิ 245 °ฟ จะให้สีของเห็ดฟางที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ส่วนการใช้ระดับของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ของการใช้ระดับของอุณหภูมิกับระดับของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกพบว่า การใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 245 °ฟ ระดับเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกที่ 0.5 จะให้สีที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวของการใช้อุณหภูมิร่วมกับเปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริกมีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าที่ระดับของการใช้เปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริกที่แตกต่างกันจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นเพราะเป็นการยากที่ผู้ชิมที่จะแยกถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ผลที่ได้จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างไรก็ตามผู้ชิมก็ยังสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยจากหุ้มน้ำเกลือกับสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของ กรดซัลฟิวริก ใน การลวก (%)	ความเข้มข้นของ แคลเซียมคลอไรด์ ที่ใช้แช่ (%)	ระดับอุณหภูมิ (°F)			
		235	240	245	250
0.2	0.05	5.4a	6b	6b	5.85b
	0.10	5.2b	4.2a	5.3b	5b
0.5	0.05	4.7a	5.5a	6.6b	6.2b
	0.10	4.6a	4.1a	5.9b	5.1b

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ที่จะให้คะแนนของการใช้เปอร์เซ็นต์ของกรดซัลฟิวริกที่ 0.5% ได้มากกว่า การใช้กรดซัลฟิวริกที่ 0.2% ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5 ส่วนการใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อนั้นถึงแม้ว่าที่ 250 °ฟ นั้นจะใช้เวลาต่ำสุด แต่เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจึงทำให้สีของเห็ดคล้ำ และที่ 245 °ฟ นั้นถึงจะใช้เวลามากขึ้น แต่ความร้อนในระดับนี้ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี จึงนับว่าถ้าต้องการให้สีของเห็ดฟางบรรจุกระป๋องมีสีที่ที่ดีที่สุดแล้ว การใช้อุณหภูมิที่ 245 °ฟ เป็นอุณหภูมิเหมาะสมที่สุด

4.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะของเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุบรรจุกระป๋องจากตารางที่ 6 พบว่าการใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 250 °ฟ และระดับของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ 0.05% ให้คะแนนเฉลี่ยจากการชิมของผู้บริโภคสูงสุดคือ 7.2 รองลงมาได้แก่การใช้ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ที่ 0.05% และ 0.1% ที่อุณหภูมิ 250 °ฟ เท่ากับ 7 และที่ระดับอุณหภูมิ 235 °ฟ ระดับแคลเซียมคลอไรด์ที่ 0.05% ได้คะแนนเฉลี่ยจากการชิมของผู้บริโภคน้อยที่สุดเท่ากับ 4.6

ซึ่งจากการคำนวณทางสถิติของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องทั้ง 16 สูตร พบว่าเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงผลในตารางภาคผนวกที่ 2 พบว่าการใช้ระดับของอุณหภูมิที่ 250 °ฟ จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบความสัมผัสของการใช้เปอร์เซ็นต์ของกรดซัลฟิวริกและเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตลอดจนเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ ที่ใช้ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามผู้ชิมก็ยังสามารถที่จะให้คะแนนเฉลี่ยของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ 0.1% ได้สูงกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ 0.05% ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

การใช้อุณหภูมิสูง และระยะเวลาที่สั้นสามารถรักษาความกรอบของเห็ดฟางบรรจุกระป๋องไว้ได้ การใช้ความร้อนในเวลาด้านยาวกว่ามีผลทำให้โครงสร้างของเซลลูลาร์ไป เนื้อเชื้อเซลลูลาร์ตายเนื่องจากความร้อนมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 6 แสดงคะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิมเกี่ยวกับลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของ กรดซิตริก ใน การลวก (%)	ความเข้มข้นของ แคลเซียมคลอไรด์ ในการแช่ (%)	ระดับอุณหภูมิ (°F)			
		235	240	245	250
0.2	0.05	5.2a	5.8a	6.8b	7b
	0.1	5.5a	6.1a	6.5b	6.7b
0.5	0.05	4.6a	5.5a	6.8b	7.2b
	0.1	5.4a	5.6a	6.7b	7b

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3 การยอมรับ

จากการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง จากตารางที่ 7 พบว่าการใช้ระดับอุณหภูมิที่ 250 °ฟ และระดับของกรดซิตริกที่ 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ 0.1% ให้คะแนนเฉลี่ยจากการชิมของผู้บริโภคสูงที่สุดเท่ากับ 6.4 รองลงมาคือ ที่ระดับของอุณหภูมิที่ 245 °ฟ ระดับของกรดซิตริกที่ 0.5% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.1% เท่ากับ 5.9 และที่ใดคะแนนการชิมของผู้บริโภคน้อยที่สุดคือ ที่ระดับของอุณหภูมิ 235 °ฟ ระดับของกรดซิตริกที่ 0.2% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.05% เท่ากับ 4.3

ซึ่งจากการคำนวณค่าทางสถิติของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องทั้ง 16 สูตร พบว่าการยอมรับของผู้บริโภคมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงผลในตารางภาคผนวกที่ 3 พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 250 °ฟ จะให้ลักษณะการยอมรับของผู้ชิมมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการใช้อุณหภูมิรวมกับการใช้กรดซิตริกพบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 250 °ฟ และระดับกรดซิตริกที่ 0.5% จะให้คะแนนของการยอมรับของผู้ชิมมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระดับการใช้ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับระดับอุณหภูมิ ที่ระดับอุณหภูมิ 245 °ฟ และระดับแคลเซียมคลอไรด์ 0.1% จะให้คะแนนของการยอมรับของผู้ชิมมากที่สุด

จากการทดลองซึ่งผลการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้ว ถ้ามีการควบคุมคุณภาพของเห็ดฟางที่จะนำมาแปรรูปมากขึ้น โดยอาจจะทำการปลูกขึ้นเองเพื่อให้ได้เห็ดที่มีความสดมากขึ้น ซึ่งผลทดลองคิดว่าจะมีแนวโน้มที่จะได้ลักษณะทางด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคในระดับคะแนนที่มากขึ้น

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนเฉลี่ยจากการชิมเกี่ยวกับลักษณะการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ซึ่งผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของ กรดซิตริกใน การลวก (%)	ความเข้มข้นของ แคลเซียมคลอไรด์ ในการแช่ (%)	ระดับอุณหภูมิ (°C)			
		235	240	245	250
0.2	0.05	4.3 a	3.8 a	5.55 b	5.75 b
	0.1	4.9 a	4.7 a	5.0 b	5.4 b
0.5	0.05	4.5 a	5.1 a	5.4 b	5.9 b
	0.1	4.6 a	5.2 a	5.9 b	6.4 b

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุป

จากการศึกษาความต้านทานความร้อนของจูลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเห็ดฟาง และชบวนการแปรรูปพบว่า จำนวนองศาฟาเรนไฮต์ทำให้อัตราการตายของจูลินทรีย์เปลี่ยนไป 10 เท่า เท่ากับ 26.5 °F และอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนที่จะทำให้จูลินทรีย์คือ 250 °F เวลา 24 นาที 245 °F 32 นาที 240 °F เวลา 50 นาที 235 °F 75 นาที 230 °F 106 นาที

จากการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อชบวนการแปรรูปเห็ดฟางบรรจุกระป๋อง จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะทำให้คุณภาพของเห็ดฟางบรรจุกระป๋องทางด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคที่จะพึงพอใจมากที่สุด ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4 คือควรใช้อุณหภูมิที่ 250 °F ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 245 °F ไม่มีความแตกต่างทางสถิติก็ตาม แต่เมื่อคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้ความร้อนแล้วควรเลือกชบวนการให้ความร้อนที่ใช้เวลาน้อย

ส่วนการใช้ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ที่ 0.1% และระดับของกรดซิตริกที่ 0.5% จะไม่มีผลทำให้คุณภาพของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น โดยเป็นตัวเสริมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วให้ผู้บริโภคยอมรับมากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณของแคลเซียมคลอไรด์ และกรดซิตริกที่ใช้จะไม่มีผลแตกต่างทางสถิติก็ตาม ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองขอแนะนำว่าควรใช้อุณหภูมิ ที่ 250 °F ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ 0.1% และระดับของกรดซิตริก 0.5%

เอกสารอ้างอิง

- กรมอาชีวศึกษา. 2525. การเพาะเห็ดและการทำเชื้อเห็ด. กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ. น. 35-52.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีวิเคราะห์อาหารกระป๋อง สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. มอก. 1-2523. 41 น.
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2513. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยใน ส่วนที่กินได้ 100 กรัม.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2525. การเพาะเห็ดและเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. ภาคชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. น. 52-72.
- ทนง กักรัชพันธุ์. 2524. การใช้ความร้อนในขบวนการแปรรูป. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 159 น.
- ปัญญา โพธิ์สุศิริรัตน์. 2529. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. คณะเกษตรและอุตสาหกรรม วิทยาลัยครูจันทระเกษม. กรุงเทพฯ.
- พวงพร โชติภัก. 2529. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. 353 น.
- วิฑูรย์ พลาวุฒ. 2527. การทำเชื้อและการเพาะเห็ด. คณะพืชศาสตร์ วิทยาเขตนครศรีธรรม-ราช สำนักพิมพ์เกษตรไทย. กรุงเทพฯ. น. 45-83.
- เสรษฐศิลป์ อัมมารชน. 2525. เห็ดบรรจุกระป๋อง. วารสารชมรมเห็ด. มก. ปีที่ 5. น. 40-47.
- สุขใจ โสมะสุติ. 2529. เอกสารประกอบการสอนจุลชีววิทยาทางอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรพล อุบัติสสกุล. 2523. สถิติการวางแผนการตลาดเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพ. 145 น.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2530. การเพาะเห็ดฟาง. แสงทวีการพิมพ์ บางเขน กรุงเทพ. 258 น.

Anantheswaran, R.C., Lastry, S.K., Beelman, A.B., Okereke, A, and Kononayakan, M. 1986. Effect of processing on yield, color and texture of canned Mushroom. J. Food Sci. 51 : 1197.

Ball, C.O. 1972. Sterilization on Food Technology. Mc Grar-Hill, New York.

Holdsworth, S.D. 1983. The Preservation of Fruit and Vegetable Food Products. The Macmillan Press Ltd., London. 159 pp.

Kilara, A.K., Witowshi, M., Mc Cord, J., Beelman, R., and Kuhn, G. 1984. Development of acidification processing technology to improve color and reduce thermophilic spoilage of canned mushrooms. J. Food Process Preserv. 8 : 1.

Ma, L.Y., Deng, J.C., Ahmed. E.M., and Adams, J.P. 1983. Canned shrimp texture as a function of its heat history. J. Food Sci. 48 : 360.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีเตรียม

1.1 นิวเทรียนต์อะการ์

บีฟเอกซแทรกต์	3	กรัม
เปปโตน	5	กรัม
อะการ์	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

1.2 เพลตเคาทอะการ์

ทรีปโตน	5	กรัม
ยีสต์เอกซแทรกต์	2.5	กรัม
เดกซ์โตรส	1	กรัม
อะการ์	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายหมดแบ่งใส่หลอดทดลอง หรือขวดแก้วปิดจุกฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุตุนิยมิ 121 ซี ความดัน 15 เปอร์เซ็นต์ต่อตารางนิ้ว (ความเป็นกรด ดังสุดท้ายประมาณ 7.0)

2. วิธีวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ดูดตัวอย่างจากกระป๋องด้วยปิเปตมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ 2 จาน เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลตเคาทอะการ์ หรือนิวเทรียนต์อะการ์ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 ซี ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ นำไปบอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 ซี นาน 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ

ใบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ

เพศ

วันที่

เวลา

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับ และบ้วนปากทุกครั้งหลังชิมเสร็จแต่ละตัวอย่าง และการชิมให้ชิมแต่ละตัวอย่างและให้คะแนนเลย ไม่ต้องเปรียบเทียบตัวอย่างทั้งหมด

- 7-9 คะแนน ดีมาก
 4-6 คะแนน เป็นที่ยอมรับ
 1-3 คะแนน ไม่เป็นที่ยอมรับ

ตัวอย่าง

ลักษณะ

สี

ลักษณะเนื้อสัมผัส

การยอมรับ

คำวิจารณ์

.....

3. การคำนวณหาระยะเวลาในการให้ความร้อนในขบวนการแปรรูปเห็ดฟางในน้ำ
เกลือบรรจุกระป๋อง ณ อุณหภูมิ 230 235 240 245 และ 250 °F

จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 1

$$Z = 26.5 \text{ °F}$$

$$F_i = 1$$

$$TRT = 230 \text{ °F}$$

$$T_{cw} = 80 \text{ °F}$$

$$f_h = 16$$

$$J_I = TRT - T_A = 230 - 140 = 90 \text{ °F}$$

$$I = TRT - T_{IT} = 230 - 140 = 90 \text{ °F}$$

$$J = J_I / I = 90 / 90 = 1 \text{ °F}$$

$$m + g = TRT - T_{cw} \\ = 230 - 80 = 150$$

$$B = f_h (\log J_I - \log g) \\ = 16 (1.95 + 4.7) \\ = 106 \text{ นาที}$$

จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 2

$$Z = 26.5, F_i = 1$$

$$TAT = 235 \text{ ฟู}$$

$$T_{cw} = 80 \text{ ฟู}$$

$$f_h = 14$$

$$JI = TRT - TA = 235 - 115 = 120 \text{ ฟู}$$

$$I = TRT - TIT = 235 - 140 = 95 \text{ ฟู}$$

$$J = JI/I = 120/90 = 1.26 \text{ ฟู}$$

$$\begin{aligned} m + g &= TRT - T_{cw} \\ &= 235 - 80 = 155 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= f_h (\log JI - \log g) \\ &= 14 (2.07 + 3.3) \\ &= 75 \text{ นาที} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 3

$$Z = 26.5 \text{ ฟ}$$

$$F_i = 1$$

$$TRT = 240 \text{ ฟ}$$

$$T_{cw} = 80 \text{ ฟ}$$

$$f_h = 11$$

$$JI = TRT - T_A = 240 - 130 = 110 \text{ ฟ}$$

$$I = TRT - T_{IT} = 240 - 140 = 100 \text{ ฟ}$$

$$J = JI/I = 110/100 = 1.1 \text{ ฟ}$$

$$m + g = TAT - T_{cw}$$

$$= 240 - 80$$

$$= 160$$

$$B = f_h (\log JI - \log g)$$

$$= 11 (2.04 + 2.5)$$

$$= 50 \text{ นาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 4

$$Z = 26.5 \text{ ฟ}$$

$$F_i = 1$$

$$TRT = 245 \text{ ฟ}$$

$$T_{cw} = 80 \text{ ฟ}$$

$$f_h = 9.5$$

$$JI = TRT - TA = 245 - 115 = 130 \text{ ฟ}$$

$$I = TRT - TIT = 245 - 145 = 100 \text{ ฟ}$$

$$J = JI/I = 130/100 = 1.3 \text{ ฟ}$$

$$m + g = TRT - T_{cw}$$

$$= 245 - 80$$

$$= 165$$

$$B = f_h (\log JI - \log g)$$

$$= 9.5 (2.11 + 1.3)$$

$$= 32 \text{ นาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองดังแสดงในภาพที่ 5

$$Z = 26.5 \text{ ฟ}$$

$$F_i = 1$$

$$TRT = 250 \text{ ฟ}$$

$$T_{cw} = 80 \text{ ฟ}$$

$$f_h = 8.5$$

$$JI = TRT - TA = 250 - 90 = 140 \text{ ฟ}$$

$$I = TAT - TIT = 250 - 145 = 105 \text{ ฟ}$$

$$J = JI/I = 140/105 = 1.33 \text{ ฟ}$$

$$m + g = TRT - T_{cw}$$

$$= 250 - 80$$

$$= 170$$

$$B = f_h (\log JI - \log g)$$

$$= 8.5 (2.11 + 0.7)$$

$$= 24 \text{ นาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋อง ทั้ง 16 สูตร

ANOVA

SOV.	df	SS	MS	F
Treatment	15	77.88	5.192	2.37*
Citric (A)	1	0.04	0.04	0.18 ^{NS}
Calcium chloride (B)	1	29.33	29.33	13.38*
Temperature (C)	3	27.83	9.27	4.23*
A B	1	48.54	48.54	22.16*
A C	3	50.00	16.66	7.60*
B C	3	20.71	6.91	3.15*
A B C	3	20.677	6.89	3.14*
error	144	315.42	2.19	
Total	159	393.30		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่มี
ความแตกต่างกันของอุณหภูมิ ทั้ง 4 สูตร โดยวิธี Duncan's new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4
อุณหภูมิ	C2	C1	C4	C3
ค่าเฉลี่ย	4.95	4.97	5.54	5.95

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า
เฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่มี
ความแตกต่างกันของอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก ทั้ง 8 สูตร โดยวิธี Duncan's new
multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก	C1A2	C2A2	C2A1	C1A1	C4A1	C4A2	C3A1	C3A2
ค่าเฉลี่ย	4.65	4.8	5.1	5.3	5.43	5.56	5.65	6.25

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า
เฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องสีของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่มี
ความแตกต่างกันของอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ โดยวิธี Duncan's new multiple
range test

อันดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ แคลเซียมคลอไรด์	C2B2	C1B2	C1B2	C4B1	C3B2	C2B1	C4B1	C2B2
ค่าเฉลี่ย	4.05	4.9	5.05	5.05	5.65	5.75	6.02	6.3

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า
เฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพต้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟาง
ในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ทั้ง 16 สูตร

ANOVA

SOV.	df	SS	MS	F
Treatment	15	92.6	6.17	3.84*
citric (A)	1	0.4	0.4	0.25 ^{NS}
Calcium chloride (B)	1	0.25	0.26	0.14 ^{NS}
Temperature (C)	3	86	28.67	17.82*
A B	1	91.96	91.96	57.16*
A C	3	6.2	2.07	1.28 ^{NS}
B C	3	6.38	2.12	1.32 ^{NS}
A B C	3	5.98	1.99	1.24 ^{NS}
error	144	231.8	1.609	
Total	159	324.4		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋องที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ทั้ง 4 สูตร โดยวิธี Duncan's new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4
อุณหภูมิ	C1	C2	C3	C4
ค่าเฉลี่ย	<u>5.175</u>	<u>5.75</u>	<u>6.7</u>	<u>6.975</u>

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋องที่มีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์ ทั้ง 4 สูตร โดยวิธี
Duncan's new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก และแคลเซียมคลอไรด์	A2B1	A2B2	A1B1	A1B2
ค่าเฉลี่ย	<u>6.025</u>	<u>6.175</u>	<u>6.2</u>	<u>6.2</u>

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำ
เกลือบรรจุกระป๋อง ทั้ง 16 สูตร

ANOVA

SOV.	df	SS	MS	F
Treatment	15	68.95	4.60	2.62*
Citric (A)	1	8.1	8.1	4.61*
Calcium chloride (B)	1	2.02	2.02	1.52 ^{NS}
Temperature (C)	3	45.54	15.18	8.64*
A B	1	58.83	58.83	33.49*
A C	3	15.31	5.10	2.91*
B C	3	21.39	7.13	4.06*
A B C	3	13.29	4.43	2.52 ^{NS}
error	144	252.95	1.76	
Total	159	321.9		

NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋องที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ทั้ง 4 สูตร โดยวิธี Duncan's new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4
อุณหภูมิ	C1	C2	C3	C4
ค่าเฉลี่ย	<u>4.57</u>	<u>4.7</u>	<u>5.46</u>	<u>5.74</u>

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องการยอมรับของเห็ดฟางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋องที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก ทั้ง 8 สูตร โดยวิธี Duncan's
new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิและ เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก	A1C2	A2C1	A1C1	A2C2	A1C3	A1C4	A2C3	A2C4
ค่าเฉลี่ย	<u>4.25</u>	<u>4.55</u>	<u>4.6</u>	<u>5.15</u>	<u>5.275</u>	<u>5.575</u>	<u>5.65</u>	<u>6.15</u>

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมเรื่องการยอมรับของเห็ดนางในน้ำเกลือบรรจุ
กระป๋องที่มีความแตกต่างกันของอุณหภูมิ และเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ ทั้ง 8 สูตร โดยวิธี

Duncan's new multiple range test

อันดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิและ								
	C1B1	C2B1	C1B2	C2B2	C3B2	C3B1	C4B1	C4B2
ค่าเฉลี่ย	4.4	4.45	4.75	4.95	5.45	5.475	5.825	5.9

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่มีต่อสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ

ระดับอุณหภูมิ °F	สี	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับ	ค่าเฉลี่ย
235	4.97a	5.4a	4.57a	4.98a
240	4.95 a	5.75 a	4.6a	5.1a
245	5.95 b	6.7b	5.46b	6.04b
250	5.54 b	6.98b	5.86b	6.13b

ตารางผนวกที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบผลของเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกที่มีต่อสี และการยอมรับ

เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก	สี	การยอมรับ	ค่าเฉลี่ย
0.2 (A1)	5.26 a	4.93 a	5.10 a
0.5 (A2)	5.34 a	5.35 a	5.35 a

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบผลของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ

เปอร์เซ็นต์แคลเซียมคลอไรด์	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับ	ค่าเฉลี่ย
0.05 (B1)	6.11 a	5.04 a	5.57a
0.1 (B2)	6.19 a	5.26 a	5.73a

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 230 °F

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)
0	140	25	223.9	50	229.4
1	136.3	26	225.1	51	229.4
2	130.5	27	225.5	52	229.4
3	130.5	28	226.0	53	229.5
4	134.1	29	226.4	54	229.4
5	138.4	30	227.0	55	229.5
6	145.8	31	227.4	56	229.4
7	155.3	32	228.8	57	229.5
8	167.6	33	228.0	58	229.5
9	172.1	34	228.3	59	229.5
10	180.0	35	228.6	60	229.5
11	188.3	36	228.8	61	229.5
12	192.5	37	228.9	62	229.5
13	198.1	38	228.9	63	229.5
14	203.2	39	229.0	64	229.6
15	207.0	40	229.0	65	229.6
16	208.6	41	229.1	66	229.6
17	212.3	42	229.1	67	229.6
18	213.2	43	229.2	68	229.6
19	215.9	44	229.2	69	229.6
20	217.8	45	229.3	70	229.6
21	220.2	46	229.3	71	229.6
22	221.4	47	229.3	72	229.6
23	222.6	48	229.4	73	229.6
24	223.6	49	229.4	74	229.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สงวนลิขสิทธิ์ © 2011 โดย บริษัท อีทีที เทคโนโลยี จำกัด และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ๕ แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 235 °ฟ

เวลา (นาทึ่)	อุณหภูมิ (°ฟ)	เวลา (นาทึ่)	อุณหภูมิ (°ฟ)	เวลา (นาทึ่)	อุณหภูมิ (°ฟ)
0	140	25	229.8	50	234.6
1	134.8	26	231.2	51	234.5
2	130.2	27	231.5	52	234.5
3	126.1	28	231.8	53	234.6
4	127.7	29	232.4	54	234.6
5	129.5	30	232.8	55	234.6
6	135.1	31	233.1	56	234.6
7	140.1	32	233.4	57	234.7
8	154.9	33	233.7	58	234.7
9	163.4	34	233.9	59	234.7
10	174.9	35	234.1	60	234.7
11	183.2	36	234.2	61	234.7
12	193.5	37	234.3	62	234.7
13	200.4	38	234.3	63	234.7
14	203.6	39	234.4	64	234.7
15	208.7	40	234.4	65	234.7
16	213.1	41	234.4	66	234.7
17	215.2	42	234.5	67	234.7
18	220.1	43	234.4	68	234.7
19	221.8	44	234.5	69	234.7
20	223.7	45	234.5	70	234.7
21	225.2	46	234.5	71	234.7
22	227.2	47	234.5	72	234.7
23	227.8	48	234.6	73	234.7

24 สารนี้เป็นเอก 229.2 วนไว้สำหรับ 49 ใช้งานเพื่อ 234.6 ษาเท่านั้น ไม่ 74 ญาติให้หน้า 234.7 โยชนด้านการค้า

ไม่มีการผลิตที่อื่น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 240 °ฟ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ฟ)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ฟ)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ฟ)
0	140.1	27	238.2	53	239.6
1	136.3	28	238.6	54	239.6
2	132.4	29	238.9	55	239.6
3	133.3	30	239.1	56	239.6
4	137.8	31	239.1	57	239.6
5	141.2	32	239.2	58	239.6
6	148.1	33	239.2	59	239.6
7	157.2	34	239.2	60	239.6
8	179.8	35	239.3	61	239.7
9	188.5	36	239.3	62	239.6
10	195.1	37	239.3	63	239.6
11	202.4	38	239.4	64	239.7
12	209.1	39	239.4	65	239.7
13	214.3	40	239.4	66	239.7
14	219.8	41	239.4	67	239.7
15	222.4	42	239.5	68	239.7
16	226.1	43	239.5	69	239.7
17	229.1	44	239.5	70	239.7
18	230.8	45	239.4	71	235.3
19	232.4	46	239.4	72	231.1
20	233.6	47	239.5	73	221.8
21	234.9	48	239.5	74	202.1
22	235.7	49	239.5	75	195.4
23	236.5	50	239.5		
24	237.2	51	239.5		
25	237.8	52	239.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่า 26 มิติใดๆทั้งสิ้น 238.0 ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดง ค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 245 °ฟ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ฟ)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°ฟ)
0	145.2	25	243.5
1	140.9	26	243.8
2	133.8	27	244.0
3	131.4	28	244.2
4	134.2	29	244.4
5	139.7	30	244.3
6	145.3	31	244.4
7	153.9	32	244.4
8	169.3	33	244.5
9	183.5	34	244.4
10	200.1	35	244.5
11	208.6	36	244.5
12	215.4	37	244.5
13	222.2	38	244.6
14	224.9	39	244.6
15	227.8	40	244.6
16	232.6	41	244.6
17	235.9	42	244.6
18	238.1	43	244.6
19	239.4	44	244.6
20	240.2	45	244.6
21	241.5	46	244.6
22	242.2	47	244.6
23	242.6	48	244.6
		49	244.6

เอ 24 49 เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

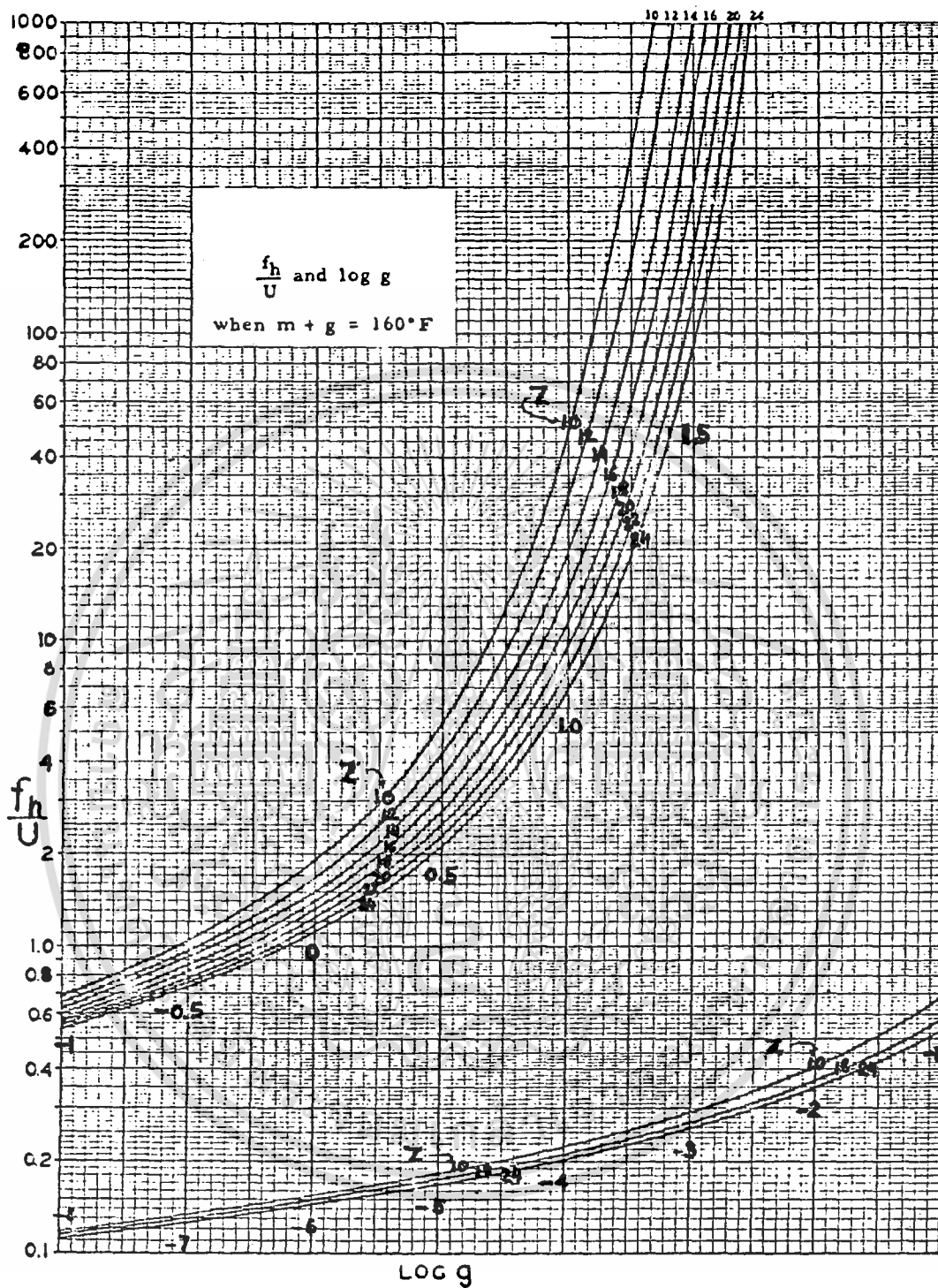
ตารางผนวกที่ 11 แสดงค่าการแผ่กระจายความร้อนที่อุณหภูมิ 250 °F

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°F)
0	145.1	25	248.9
1	135.3	26	249.1
2	131.9	27	249.3
3	121.6	28	249.3
4	122.4	29	249.3
5	129.5	30	249.4
6	130.2	31	249.4
7	139.7	32	249.4
8	158.3	33	249.5
9	179.6	34	249.5
10	195.7	35	249.5
11	208.6	36	249.6
12	218.7	37	249.6
13	225.1	38	249.6
14	231.2	39	249.6
15	235.9	40	249.7
16	239.5	41	249.7
17	241.1	42	245.2
18	243.5	43	240.1
19	245.2	44	231.8
20	246.0	45	215.4
21	247.0		
22	247.7		
23	248.2		
24	248.6		

ปิดไอน้ำ

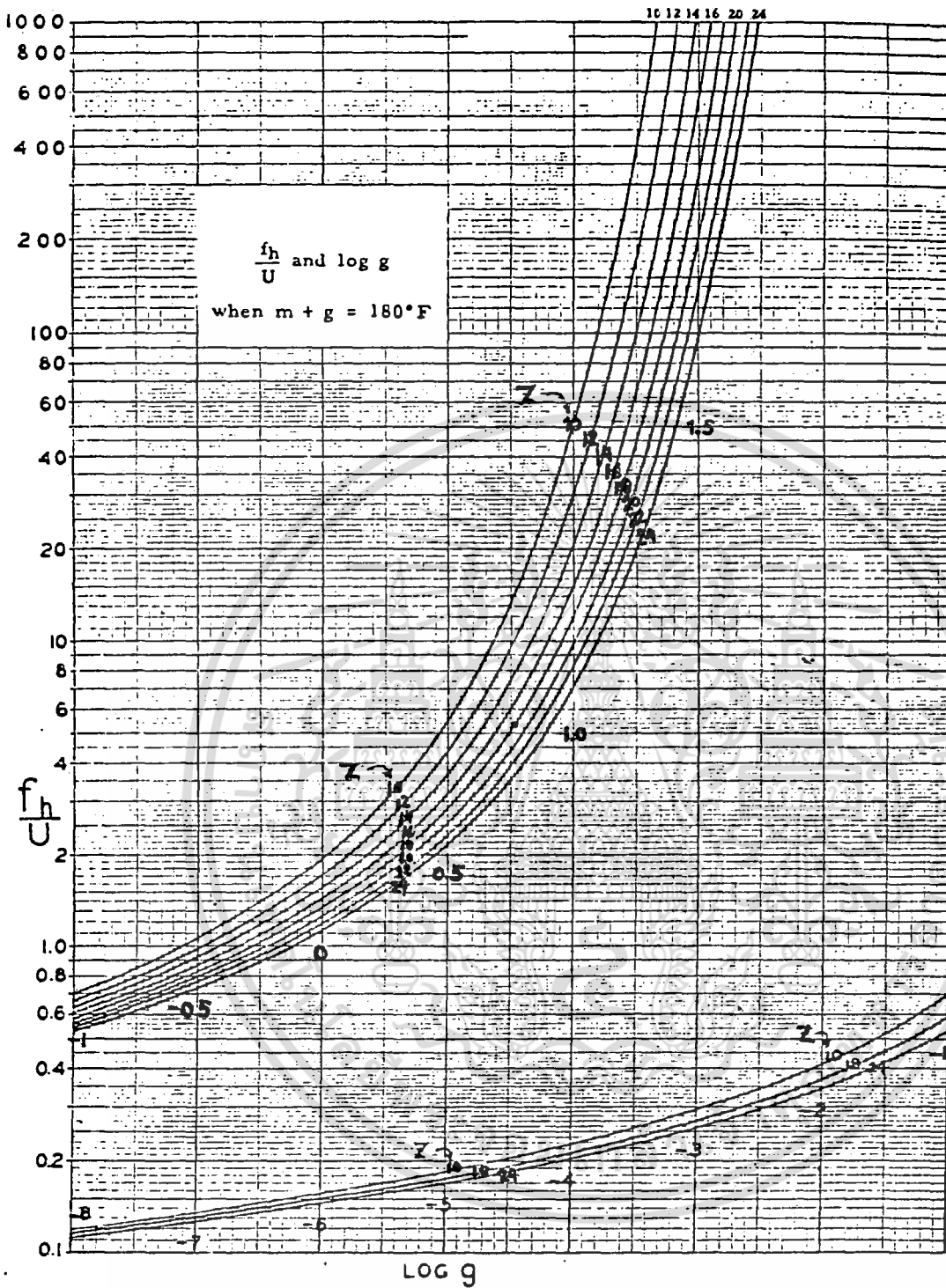
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โปรดปฏิบัติตามข้อควรระวังและคำแนะนำที่ปรากฏบนเอกสารนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอันตราย



ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง f_h/u กับ $\log g$ ที่ $m + g = 160^\circ \text{F}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง f_h/u กับ $\log g$ ที่ $m + g = 180^\circ\text{F}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้