

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มไอน้ำธรรมดาสำหรับเพาะ
เห็ดในโรงเรือนอุตสาหกรรม

A Efficiency Comparision of Saving Energy Boiler and Normal Boiler for
Indoor Straw Mushroom Production



T100364

เสนอ

๒๖๖.

๑๗๖๔ ก
๒๕๔๘

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 100364

วันเดือนปี 18 JUN 2009

b..... 11629958
i.....

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มไอน้ำธรรมดาสำหรับเพาะ
เห็ดในโรงเรือนอุตสาหกรรม

A Efficiency Comparision of Saving Energy Boiler and Normal Boiler for
Indoor Straw Mushroom Production



.....
(รศ. ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษของนักศึกษาระดับปริญญาตรีนั้นถือได้ว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้นักศึกษาเกิดกระบวนการเรียนรู้โดยตรง ในการทำงานให้เป็นระบบ รู้จัก การวางแผนงาน การแก้ไขปัญหา รวมถึงความรับผิดชอบของตัวเองด้วย อีกทั้งยังสามารถนำผล การทดลองไปประยุกต์ใช้ได้จนเกิดประโยชน์สูงสุด

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่างๆอย่างดีเสมอมาตลอด

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ตระกูล ตั้งสุวรรณ และตระกูล จันทราพยอม ที่ให้ การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุน และให้ทุนการศึกษา จนสำเร็จการศึกษาได้อย่างสมความตั้งใจ

ขอขอบคุณ คุณทศพร วิไลศิลป์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือทุกอย่าง รวมถึงเพื่อนๆและน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ

อิสระ ตั้งสุวรรณ

ปิยะราช จันทราพยอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ : การเปรียบเทียบประสิทธิภาพถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มไอน้ำธรรมดาสำหรับเพาะเห็ดในโรงเรือนอุตสาหกรรม

โดย : นาย อิศระ ตั้งสุวรรณ
นาย ปิยะราช จันทราพยอม

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิตร์ตัน

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มไอน้ำธรรมดาโดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial (2x3) in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัย A ประกอบด้วย ถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงาน และถังต้มไอน้ำธรรมดา ปัจจัย B ประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่ต้ม 3 ระดับ ได้แก่ 120, 140 และ 160 ลิตร

ผลของการทดลองพบว่า ถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอ 4.65 เท่าของถังธรรมดา กล่าวคือ ถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานจะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ย 26904.8 ลบ.ซม. ส่วนถังต้มไอน้ำธรรมดาปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเพียง 5789.24 ลบ.ซม. จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปริมาณที่ต้มพบว่าปริมาณน้ำที่ต้ม 120 ลิตร น้ำจะกลายเป็นไอมากที่สุดเฉลี่ย 20,598.11 ลบ.ซม. รองลงมาพบว่า ปริมาณน้ำ 140 และ 160 ลิตร ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ย 15,899.57 และ 12,543.38 ลบ.ซม. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์จากผลของการทดลองพบว่าปฏิกริยาสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบของถังกับปริมาณน้ำที่ต้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงานที่ใช้น้ำ 120 ลิตร จะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ยมากที่สุด 34,232.32 ลบ.ซม. รองลงมาเป็นถังประหยัดพลังงานปริมาณน้ำ 140 ลิตร และถังประหยัดพลังงานปริมาณน้ำ 160 ลิตร ถังต้มไอน้ำธรรมดาปริมาณน้ำ 120 ลิตร ถังต้มไอน้ำธรรมดาปริมาณน้ำ 140 ลิตร ถังต้มไอน้ำธรรมดาปริมาณน้ำ 160 ลิตร ซึ่งมีปริมาณกลายเป็นไอเฉลี่ย 25,758.14 20,723.98 6,963.91 6,041.00 และ 4,362.80 ลบ.ซม. ตามลำดับ

คำสำคัญ : ถังต้มไอน้ำ ปริมาณน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : A Efficiency Comparision of Saving Energy Boiler and Normal Boiler for Indoor Straw Mushroom Production.

Auter : Mr. Itsara Tungsuwan
Mr. Piyarat Jantrapayom

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Punya Protitirut

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the efficiency of saving energy boiler and normal boiler. The factorial (2 x 3) in completely randomized design with 3 replication was used in this study. The factor A consisted of saving energy and normal boilers and the factor B consisted of the volume of water 120, 140 and 160 liters.

The result of the experiment for factor A found that the volume of water to vapour from saving energy boilers was 4.65 of the volume of water to vapor from normal boiler. The volume of water transform to vapour of saving energy and normal boiler were 26,904.8 and 5,789.24 cc. From analysis of variance found that there was significant difference at .01 For factor B found that the volume of water 120 liter, the water transform to vapour was highest 20,598.11 cc. followed by the volume of water 140 and 160 liter, the water transform to vapour were 15,899.57 and 12,543.8 cc. From analysis of variance found that there was significant difference at .01 From interaction (AxB) found that there was significant difference at .01; In 120 liter of saving energy boiler, the water transform to vapour was highest 34,232.32 cc. followed by 140 liter of saving energy, 160 liter of saving energy, 120 liter normal boiler, 140 liter normal boiler and 160 liter normal boiler, the water transform to vapour was 25,758.14, 20,723.98, 6,963.91 6,041.00 and 4,362.80 cc. respectively.

Key word: boiler, volume of water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตารางภาคผนวก	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
ความหมายของศัพท์ที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์	2
การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ทางกายภาพ	3
การใช้ความร้อน	3
น้ำเดือด	5
Pasteurization	5
อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	8
ผลการทดลอง	13
สรุป	15
ข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	18
ประวัติผู้เขียน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาในการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียโดยความร้อนขึ้น	4
2	การใช้ความร้อนขึ้นในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ	4
3	คุณสมบัติของไอน้ำบริสุทธิ์ภายใต้ความดันต่างๆ	5
4	แสดงปริมาณที่กลายเป็นไอ (ลบ.ชม.) ของถังต้มน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มน้ำธรรมดาที่ปริมาณแตกต่างกัน	14

ภาพที่	สารบัญภาพ	หน้า
1	แสดงรูปแบบของการวัดและการเจาะรูแผ่นเหล็ก โดยให้แต่ละรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว	8
2	การพับหรือการเชื่อมแผ่นเหล็กกับท่อไอน้ำและปล่องระบายความร้อนและถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร	9
3	แสดงการเชื่อมต่อท่อสตีมที่อยู่ภายในถัง	10
4	แสดงการทำงานของถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติแสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของถังต็มน้ำประหยัดพลังงาน และถังต็มน้ำแบบธรรมดา ที่ปริมาณน้ำเริ่มต้นของน้ำแตกต่างกัน คือ 120, 140 และ 160 ลิตร	19
ภาพผนวกที่		
1	เปรียบเทียบถังต็มไอน้ำประหยัดพลังงานกับถังต็มไอน้ำธรรมดา	23
2	ถังต็มไอน้ำธรรมดา	23
3	ถังต็มไอน้ำประหยัดพลังงาน	24
4	การวางถังแก๊สในขณะที่มีการต็มน้ำ	24
5	การวัดปริมาณน้ำของถังต็มไอน้ำประหยัดพลังงาน	25
6	การวัดปริมาณน้ำของถังต็มไอน้ำธรรมดา	25
7	ไอน้ำที่ระเหยจากถังต็มไอน้ำประหยัดพลังงาน	26
8	ไอน้ำที่ระเหยจากถังต็มไอน้ำธรรมดา	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

กรรมวิธีในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์โดยทั่วๆ ไป หมายถึง การป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ (decontamination) โดยการทำลายหรือกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุ สิ่งของ ในทางจุลชีววิทยา จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสถานที่ และเวลาที่ไม่ต้องการ หมายถึง contaminant การจัดการจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ บ้าน โรงพยาบาล และในอุตสาหกรรมจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม เพื่อทำลาย ยับยั้ง หรือกำจัดจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยใช้วิธีควบคุมทางกายภาพ และวิธีการควบคุมทางเคมี ในกรณีของการควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ จะใช้ยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ในการควบคุม

ในการเพาะเห็ดโคนน้อยหรือเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ปัญหาที่เกษตรกรผู้เพาะเห็ดมักประสบอยู่เสมอๆ ก็คือ ถังต้มน้ำเพื่อพ่นไอน้ำเข้าไปฆ่าเชื้อโรคในโรงเรือน ซึ่งผู้เพาะเห็ดฟางและเห็ดโคนน้อยในโรงเรือนแต่ละรายได้มีการออกแบบกันหลายอย่าง แต่แบบที่พบเห็นทั่ว ๆ ไป มักใช้พื้นและยางรถยนต์เป็นเชื้อเพลิงทำให้เกิดมลภาวะกับสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ผู้เขียนเคยประสบปัญหานี้อย่างมากโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนเชื้อเพลิงค่อนข้างจะหาได้ลำบาก และนับวันในอนาคตเชื้อเพลิงพวกนี้จะหาได้ยากมากขึ้น นอกจากนี้ในขณะที่ต้มไอน้ำก็จะมีควันออกไปรบกวนเพื่อนบ้าน ซึ่งปัญหาดังกล่าวผู้เขียนคิดว่าเกษตรกรผู้เพาะเห็ดคงประสบปัญหาไม่แตกต่างกัน ทำให้เกษตรกรบางรายเลิกล้มที่จะเพาะเห็ดไปก็มี ผู้เขียนจึงได้พยายามหาวิธีการทำถังต้มน้ำประหยัดเชื้อเพลิง โดยทำถังต้มน้ำแบบใช้แก๊สหุงต้ม ปรากฏว่าได้ผลดีมากเนื่องจากจะช่วยลดการทำลายทรัพยากรป่าไม้แล้ว ยังช่วยลดมลภาวะได้อย่างดี ซึ่งผู้เขียนคิดว่าถังต้มน้ำแบบนี้ในวันข้างหน้าจะมีความสำคัญมากขึ้นในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของถังต้มน้ำที่ประหยัดพลังงานกับถังต้มน้ำธรรมดา
2. เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเริ่มต้นของการต้มน้ำที่มีต่อปริมาณน้ำที่เป็นไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

1. ความหมายของคำศัพท์ที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์

Sterilization หมายถึงกระบวนการทำลายหรือกำจัดจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งแบคทีเรียที่สร้าง สปอร์ เชื้อรา ไวรัสและไวรอยด์ (viroid) และโปรโตซัว ให้หมดสิ้นไปจากวัตถุหรือแหล่งต่างๆ โดยการใช้ความร้อน รังสี หรือสารเคมี

Disinfectant หมายถึงกระบวนการทำลาย ยับยั้ง หรือกำจัดจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรค ซึ่งอยู่บนวัตถุและสิ่งของต่างๆ

Disinfectant หมายถึงสารเคมีที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค (ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำลายสปอร์ หรือไวรัส) โดยการทาหรือเช็ดโดยตรงที่ผิวของวัตถุหรือสิ่งของ

Antiseptic หมายถึง สารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ผิวของเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตเพื่อป้องกันการเกิดโรค โดยสารเคมีที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่ง antiseptic จะไม่เป็นพิษเท่า disinfectant

Sanitizer หมายถึง สารเคมีที่ใช้ลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยตามมาตรฐานด้านสาธารณสุข ใช้กับวัตถุสิ่งของต่างๆ ในโรงงาน เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ในโรงงานนมและอาหาร หรือพวกจาน แก้ว และภาชนะต่างๆ ในภัตตาคาร การใช้ sanitizer นอกจากจะลดปริมาณจุลินทรีย์แล้ว ยังช่วยในการทำความสะอาดวัตถุสิ่งของอีกด้วย

Antimicrobial agent หมายถึง สารที่ทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ สารเหล่านี้ อาจได้จากการสังเคราะห์แสงหรือจากธรรมชาติ สารที่ใช้ทำลายหรือฆ่าจะเติมคำว่า "cide" ต่อท้าย เช่น

biocide	สารที่ใช้ทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดโดยเฉพาะจุลินทรีย์
bactericide	สารที่ใช้ทำลายแบคทีเรีย ยกเว้นพวกที่สร้างสปอร์
sporicide	สารที่ใช้ทำลายสปอร์
fungicide	สารที่ใช้ทำลายเชื้อรา

ส่วนที่ใช้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ จะเติมคำว่า "static" ต่อท้าย เช่น bacteriostatic, fungistatic, algistatic, algistatic agents เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ทางกายภาพ

การควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยวิธีทางกายภาพ วิธีที่นิยมมากที่สุด คือ การใช้ความร้อน ส่วนวิธีอื่นๆ จะนิยมน้อยกว่า เช่น การกรอง การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) และ ionizing radiation การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง และความเย็น เป็นต้น

การใช้ความร้อน ความร้อนที่สูงจะทำลายจุลินทรีย์ในขณะที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติจะมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ การใช้ความร้อนมี 2 แบบคือ ความร้อนชื้น (moist heat) และความร้อนแห้ง (dry heat หรือ hot air) โดยความร้อนชื้นจะอยู่ในรูปของน้ำร้อน น้ำเดือด หรือไอน้ำ อุณหภูมิที่ใช้จะมีตั้งแต่ 60-135°C. ในขณะที่ความร้อนแห้งจะเป็นการใช้ไฟหรือขดลวดไฟฟ้าให้ความร้อนในอากาศที่มีความชื้นต่ำ อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ตั้งแต่ 160°C. จนถึงหลายพันองศาเซลเซียส

ความร้อนชื้นสามารถแทรกซึมเข้าสู่วัตถุได้ดีกว่าความร้อนแห้ง เพราะน้ำสามารถพาความร้อนได้เร็วกว่าอากาศ ดังนั้นจึงใช้อุณหภูมิต่ำกว่าความร้อนแห้ง (ตารางที่ 1) ความร้อนชื้นมีผลทำให้โปรตีนของจุลินทรีย์แปรสภาพ (denaturation) และตกตะกอน (coagulation) นอกจากนี้โครงสร้างเซลล์ เช่น membrane, ribosome, DNA และ RNA จะถูกทำลายไปด้วย ในขณะที่ความร้อนแห้งมีผลทำให้เกิดออกซิเดชัน (oxidation) ของเซลล์ ทำให้เซลล์ถูกเผาไหม้อย่างช้าๆ และกลายเป็นเถ้า

1. ความร้อนชื้น การใช้ความร้อนชื้นในการทำลายจุลินทรีย์แต่ละชนิด จะใช้เวลาและอุณหภูมิแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) การใช้ความร้อนชื้นมีรูปแบบ เช่น

1.1 การใช้ความร้อนภายใต้ความดัน (Steam under pressure) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า หม้ออัดไอ (Autoclave) เป็นวิธีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่สะดวกและได้ผลดีและจัดเป็นกระบวนการ sterilization วิธีหนึ่ง โดยการใช้ความร้อนภายใต้ความดันจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าน้ำเดือด (ตารางที่ 3) โดยอากาศจะถูกแทนที่ด้วยไอน้ำทั้งหมดภายใน Autoclave ความดันที่สูงขึ้นมีผลทำให้จุดเดือดของน้ำสูงขึ้น ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วจะทำให้ได้อุณหภูมิ 121°C. ถ้ายังมีอากาศหลงเหลืออยู่ภายใน Autoclave จะมีผลทำให้อุณหภูมิไม่ถึง 121°C. ซึ่งจุลินทรีย์จะถูกทำลายเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่ใช่ความดัน ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมินี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดรวมทั้งสปอร์ของแบคทีเรียด้วยความร้อนที่สูงกว่า 100°C. เกิดจากความดันที่สูงขึ้น มีผลทำให้จุดเดือดของน้ำสูงขึ้น และความร้อนที่สูงขึ้นจะเป็นตัวทำลายจุลินทรีย์ วิธีนี้ใช้ทำลายจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อต่างๆ เครื่องมือต่างๆ อุปกรณ์ทางการแพทย์สารละลายอื่นๆ ที่ทนความร้อนสูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการทำลายสปอร์ของแบคทีเรียโดยความร้อนขึ้น (pelczar et al., 1993)

ชนิดของแบคทีเรีย	ความร้อนขึ้น	
	อุณหภูมิ (°ซ.)	ระยะเวลาในการทำลาย (นาที)
<i>Bacillus anthracis</i>	100	2-15
	105	5-10
<i>Clostridium botulinum</i>	100	300-530
	110	32-90
	115	10-40
<i>Clostridium perfringens</i>	100	5-45
	105	5-27
	115	4
	120	1
<i>Clostridium tetani</i>	100	5-90
	105	5-25

ตารางที่ 2 การใช้ความร้อนขึ้นในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (Prescott et al., 1999)

ชนิดของจุลินทรีย์	Vegetative cell	สปอร์
ยีสต์	5 นาที ที่ 50-60 °ซ.	5 นาที ที่ 70-80 °ซ.
รา	30 นาที ที่ 62 °ซ.	30 นาที ที่ 80 °ซ.
แบคทีเรีย	10 นาที ที่ 60-70 °ซ.	นานกว่า 800 นาที ที่ 100 °ซ.
ไวรัส	30 นาที ที่ 62 °ซ.	0.5-12 นาที ที่ 121 °ซ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อุณหภูมิของไอน้ำบริสุทธิ์ภายใต้ความดันต่างๆ (pelczar *et al.*, 1993)

ความดันไอ (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
0	100
5	109
10	115
15	121.5
20	126.5

วิธีการนี้เริ่มใช้ประมาณปี ค.ศ. 1860 โดยทั่วไปจะใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วจะทำให้ได้อุณหภูมิ 121°C. สำหรับระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ภาชนะที่ใช้บรรจุและปริมาตรของวัตถุตัวอย่างเช่น หลอดอาหารที่บรรจุอาหาร 10 มล. 1,000 หลอด จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 10-15 นาที ในขณะที่อาหารเลี้ยงเชื้อ 10 ลิตร ในภาชนะใหญ่ 1 ใบ จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 1 ชั่วโมง หรือนานกว่านี้ที่อุณหภูมิเดียวกัน ในกรณีที่ต้องการฆ่าเชื้อในระยะเวลาอันสั้น เช่น เครื่องมือในห้องผ่าตัด จะต้องฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงขึ้น เวลาสั้นลงโดยใช้ความร้อนที่ 135°C. เป็นเวลา 3 นาที วิธีนี้เรียกว่า flash autoclav

1.2 น้ำเดือด (boiling water) การใช้อุณหภูมิ 100°C. จะทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่ในของเหลวได้ โดยจะทำลายแบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรคที่อยู่ในรูปของเซลล์ (vegetative cell) ไวรัสหลายชนิด เฮอร์ปส์และสปอร์ของเชื้อรา แต่สปอร์ของแบคทีเรียและไวรัสบางชนิดไม่ถูกทำลาย ตัวอย่างเช่น hepatitis virus บางชนิดจะทนอุณหภูมิน้ำเดือดได้นาน 30 นาที เอนโดสปอร์ของแบคทีเรียสามารถทนอุณหภูมิน้ำเดือดได้นานกว่าหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นการต้มจึงไม่ใช่กระบวนการ sterilization แต่การต้มเพียง 2-3 นาที จะทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคส่วนใหญ่ได้ทำให้อาหารหรือน้ำดื่มปลอดภัยต่อการบริโภค

1.3 Pasteurization เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ วิธีการนี้เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1860 โดย หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) ได้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการและทำให้ไวน์เสีย วิธีนี้สามารถลดปริมาณ vegetative cell ของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค เช่น *Salmonella* เชื้อวัณโรค วิธีการนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดเป็นการยืดอายุผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น ใช้กับผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ เบียร์ ไวน์ และอาหารอื่นๆ อุณหภูมิที่ใช้หลายระดับเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LTLT (Low Temperature, Long Time method หรือ batch method) เป็นวิธีที่เก่าแก่ ใช้ความร้อนที่ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

HTHT (High Temperature, Short Time method) ใช้ความร้อนที่ 71.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งการฆ่าเชื้อโรคในน้ำนมในปัจจุบันจะใช้วิธีนี้ โดยให้น้ำนมไหลผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) และนำมาทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว

ในอุตสาหกรรมนมบางครั้งจะใช้ ultra high temperature (UHT) sterilization ในการฆ่าเชื้อในน้ำนม โดยน้ำนมและผลิตภัณฑ์ นมมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 วินาที ผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยกรรมวิธีนี้สามารถ เก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน โดยที่กลิ่นรสไม่เปลี่ยนแปลง

ในบางครั้งวัตถุที่ไม่ทนต่อการใช้อุณหภูมิสูงสามารถนำมาฆ่าเชื้อโดยวิธี tyndallization หรือ fractional steam sterilization โดยนำภาชนะที่บรรจุวัตถุดิบของที่ต้องการฆ่าเชื้อโรคมารับความร้อนที่ 90-100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที 3 วันติดต่อกัน และในระหว่างนั้น นำมาต้มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยความร้อนครั้งแรกจะทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด ยกเว้น เอนโดสปอร์ เมื่อสปอร์เริ่มออกเป็นเซลล์ในระหว่างการต้มที่ 37 องศาเซลเซียส จะถูกทำลายด้วยความร้อนในวันที่ 2 และสปอร์ที่งอกเป็นเซลล์ในวันที่ 3 ก็จะถูกทำลายด้วยความร้อนในวันที่ 3 วิธีนี้เป็นกระบวนการ sterilization วิธีหนึ่ง

2. ความร้อนแห้ง

การให้ความร้อนแห้งวิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้ไฟเผาโดยตรง (Direct flaming) เช่นการเผา loop วิธีนี้จะได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์ หรือการนำวัตถุมาเผา (incineration) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ วิธีนี้จะใช้ในการกำจัดวัตถุที่ปนเปื้อนเชื้อ เช่น ถ้วยกระดาษ หลอด ฝาพิมพ์แผ่น หรือใช้ทำลายซากสัตว์ทดลองที่ติดเชื้อ

การให้ความร้อนแห้งอีกวิธีหนึ่งคือ hot - air sterilization โดยนำวัตถุที่ต้องการฆ่าเชื้อมาใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง วิธีนี้สามารถกำจัดจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งเอนโดสปอร์ใช้ในการฆ่าเชื้อพวกสารที่เป็นผง น้ำมันและเครื่องแก้วต่างๆ เช่น ฟลasks ปิเปต จานเพาะเชื้อ วิธีนี้ไม่เหมาะกับสิ่งของวัตถุที่ไม่ทนความร้อนสูง หรือพวกพลาสติกหรือยาง

3. การกรอง (filtration)

เป็นการกรองของเหลวหรือแก๊สที่ผ่านกรองที่มีรูพรุนซึ่งรูพรุนบนแผ่นกรองต้องมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถผ่านไปได้ การกรองใช้ในการกรองเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุที่ไม่สามารถทนความร้อนสูงได้ เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อบางชนิด เอนไซม์ วัคซีน และสารละลายของยาปฏิชีวนะ แผ่นกรองที่ใช้เรียกว่า membrane filter ซึ่งประกอบด้วยสาร cellulose acetate หรือ polycarbonate มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่น 0.1 มม. รูพรุนที่อยู่บนแผ่นกรองจะมีขนาดเดียวกันทั่วทั้งแผ่น ขนาดของรูพรุนมีให้เลือกตั้งแต่ 0.22-0.45 μm ซึ่งสามารถกรองแบคทีเรียได้ แต่ไม่สามารถกรอง spirochete หรือ micoplasma สำหรับแผ่นกรองที่มีรูพรุนขนาด 0.01 μm สามารถกรองไวรัสและโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ได้ ในปัจจุบันเบียร์และไวน์สามารถนำมากรองเพื่อฆ่าเชื้อแทนการ pasteurization ได้



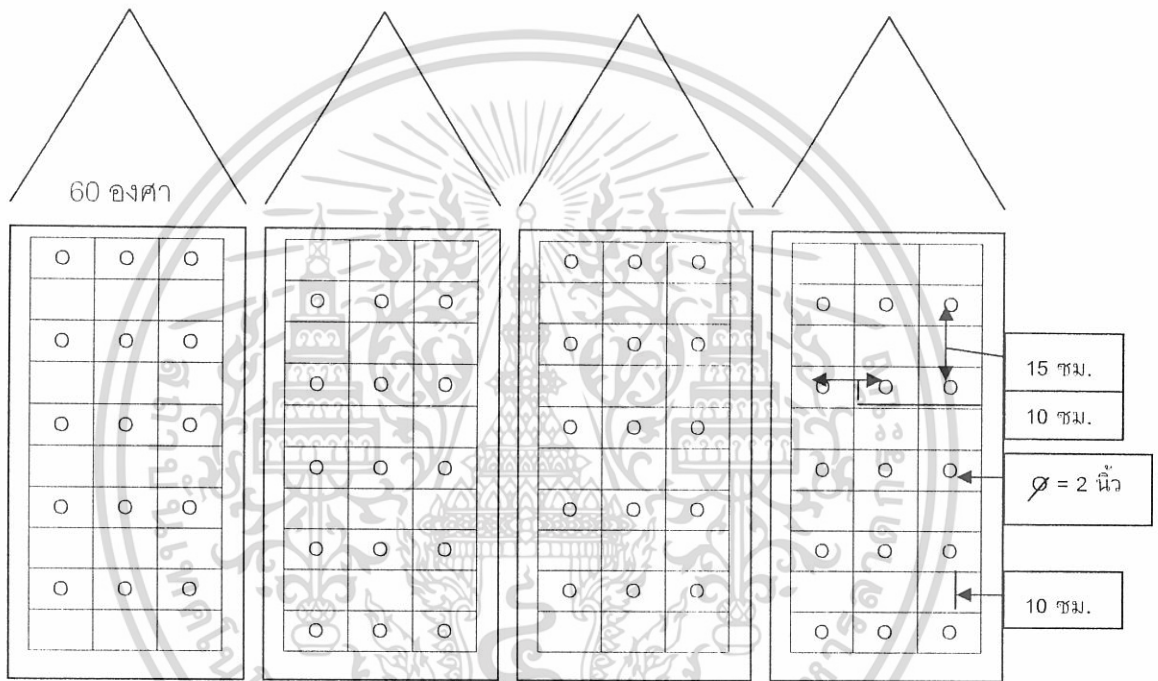
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

1. ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร อย่างหนา 2 ใบ
2. แผ่นเหล็กหนา 3 มม. กว้าง 100 ซม. ยาว 160 ซม.
3. ท่อเป็ปไอน้ำอย่างหนาหรือบางก็ได้ เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว จำนวน 2 เส้น
4. ท่อเป็ปประปา ขนาด 2 – 4 นิ้ว จำนวน 1 เส้น และท่อเป็ปประปาขนาด 4 หุน

ยาว 3-4 เมตร



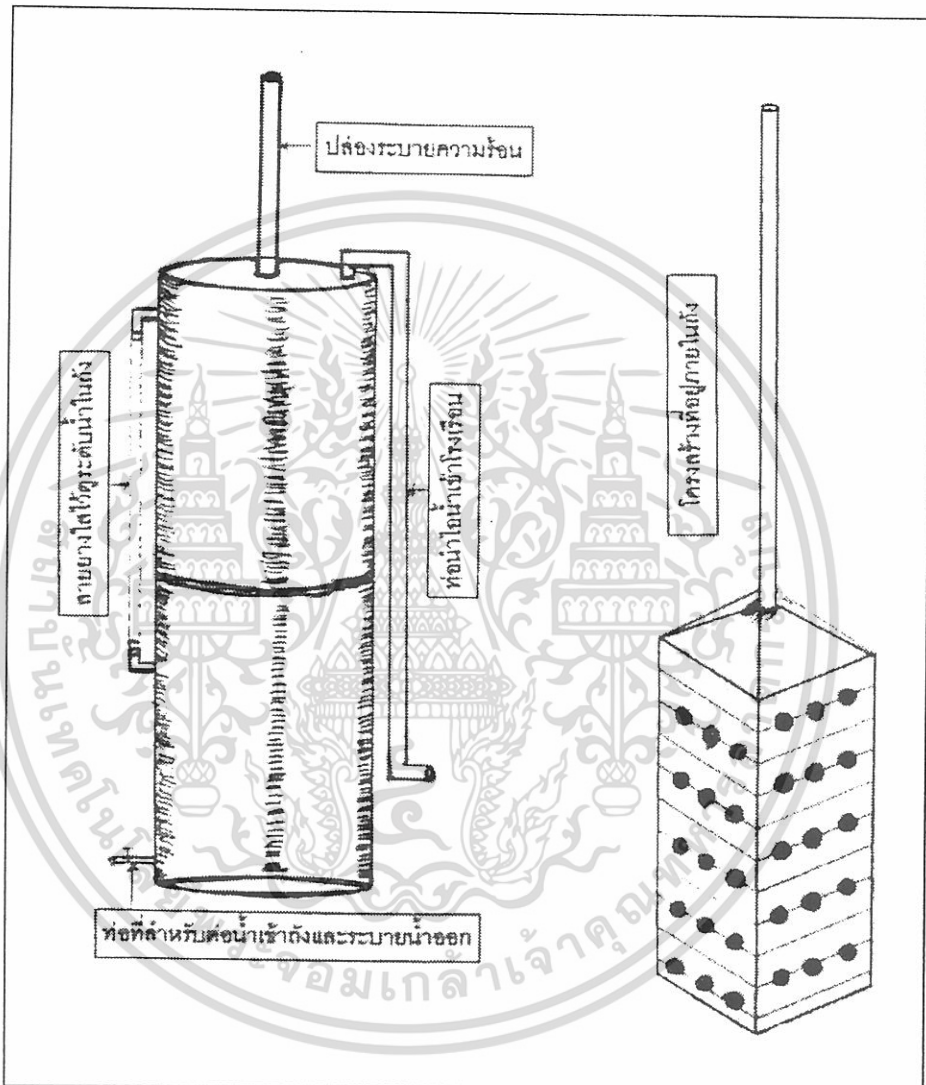
ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบของการวัดและการเจาะรูแผ่นเหล็ก โดยให้แต่ละรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว

วิธีทำ

1. นำแผ่นเหล็กมาทำกรอบ 4 อัน แต่ละอันกว้าง 40 ซม. และยาว 100 ซม. จากนั้นเจาะแผ่นเหล็กให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว จำนวน 3 รู แต่ละรูห่างกัน 10 ซม. ไปทางด้านขวา ส่วนทางด้านยาวหรือด้านตั้งให้แต่ละรูห่างกัน 15 ซม. จำนวน 5 แถว
2. แผ่นเหล็กช่วงที่ 2 หรือแผ่นที่ 2 ทำลักษณะคล้ายกับแผ่นแรก แต่การเจาะรูให้สลับช่องกับแผ่นแรก
3. แผ่นเหล็กช่วงที่ 3 หรือแผ่นที่ 3 ทำเหมือนแผ่นเหล็กช่วงที่ 1 ส่วนแผ่นเหล็กช่วงที่ 4 ทำเหมือนกับแผ่นเหล็กช่วงที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัดด้านบนเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยให้ทำมุม 60-65 องศา จากนั้นพับแผ่นเหล็กเป็นรูปกล่อ่งโดยให้แต่ละด้านกว้าง 40 ซม. ซึ่งจะทำให้เห็นช่องที่เจาะตรงกันและด้านบนให้พับสามเหลี่ยมติดกันแล้วทำการเชื่อมเพื่อทำให้สนิท (อาจใช้เศษแผ่นเหล็กทำที่ละแผ่นก็ได้แล้วนำมาเชื่อมเชื่อมติดกัน)



ภาพที่ 2 การพับหรือการเชื่อมแผ่นเหล็กกับท่อไอน้ำและปล่องระบายความร้อนและถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร

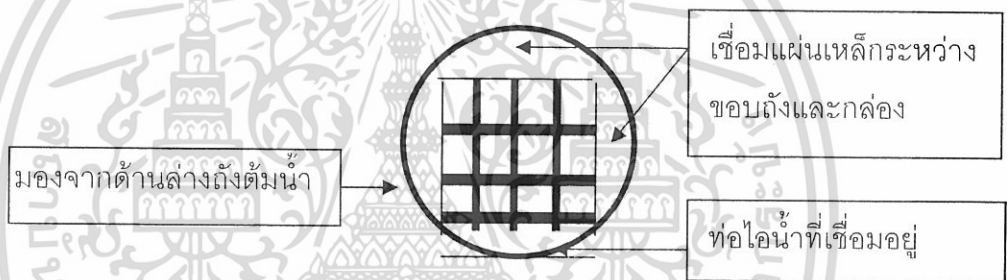
5. ให้นำท่อไอน้ำมาตัดเป็นท่อน ๆ แต่ละท่อนให้ยาว 40 ซม. จำนวน 30 ท่อน สอดเข้าไปในที่เจาะแล้วทำการเชื่อมท่อไอน้ำกับแผ่นเหล็กให้สนิท หลังจากเชื่อมเรียบร้อยแล้วอาจทดสอบหารอยรั่วโดยยกกล่อ่งเหล็กให้หงายขึ้น แล้วใส่น้ำลงไปถ้ามีรอยรั่วให้เชื่อมอีกรอยรั่วให้เรียบร้อย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตัดปลายจั่วด้านแหลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 นิ้ว ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อแป๊บที่จะนำมาเชื่อมทำเป็นปล่อง ปล่องที่ใช้ระบายความร้อนอาจยาวประมาณ 1.5 – 2 เมตร จากนั้นให้เชื่อมปล่องติดกับกล่องด้านแหลมจนสนิท

7. นำถังน้ำมัน 200 ลิตร ใบแรก มาตัดเปิดกันถังแล้วครอบลงไป จากนั้นให้ตัดแผ่นเหล็กเล็กๆ เชื่อมขอบถังกับขอบกล่องเหล็ก

8. เจาะรูที่กันถังใบที่ สองให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับปล่อง แล้วนำมาครอบลงบนถังใบแรกแล้วเชื่อมปล่องให้ติดกับถังด้านบน และเชื่อมถังทั้งสองใบให้ติดกัน

9. เจาะถังด้านบนให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้วแล้วใส่แป๊บ 2 นิ้ว เพื่อใช้เป็นท่อนำไอน้ำเข้าโรงเห็ด ส่วนด้านข้างของถังด้านบนและด้านล่างให้เจาะขนาดพอที่จะใส่แป๊บขนาด 4 หุน ให้ตรงกันแล้วใส่ข้อต่อ และเชื่อมท่อทั้งสองด้วยสายยางใสเพื่อคอยดูระดับน้ำ และที่ด้านล่างให้เจาะและใส่แป๊บขนาด 4 หุน พร้อมติดวาล์ว เพื่อเปิดน้ำเข้าและระบายน้ำออก

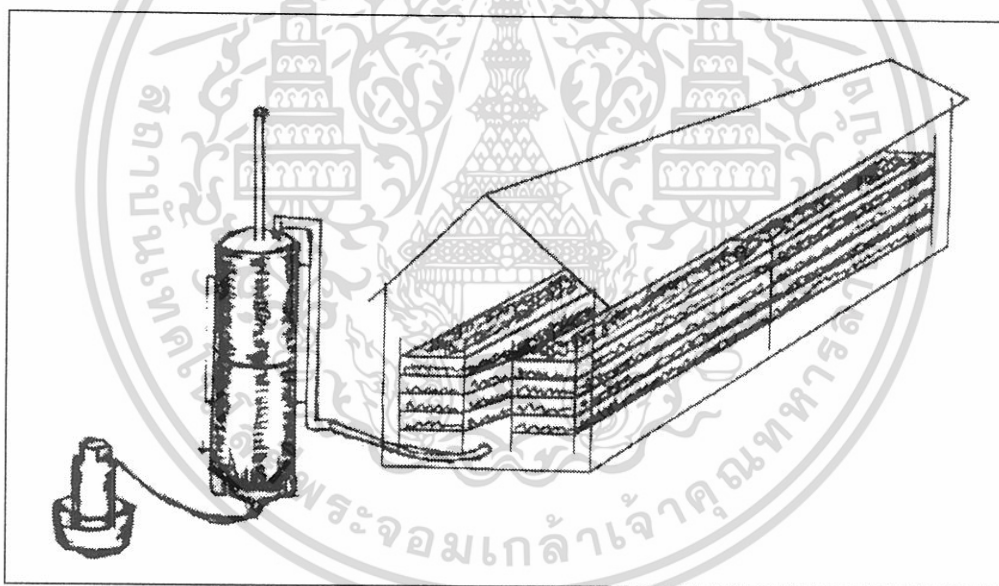


ภาพที่ 3 แสดงการเชื่อมต่อท่อสตีมที่อยู่ภายในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของถังต้มน้ำ

1. ถังต้มน้ำแบบนี้เหมาะที่จะใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงหรืออาจจะใช้เตาแบบหัวฟู่ที่ใช้น้ำมันเครื่องเก่า ๆ หรือน้ำมันซีลั๊วเป็นเชื้อเพลิงก็ได้
2. หลักการของถังต้มน้ำแบบนี้ เป็นการเพิ่มพื้นที่รับความร้อนจากเชื้อเพลิงให้มากขึ้น ตามปกติถังต้มน้ำขนาด 200 ลิตร จะมีพื้นที่รับความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ก้นเพียงแต่สำหรับถังต้มน้ำประหยัดพลังงานสามารถเพิ่มพื้นที่รับความร้อนจากเชื้อเพลิงถึงประมาณ 13 เท่าตัวของถัง 200 ลิตรแบบธรรมดา นอกจากนี้ความร้อนจากเตายังถูกดูดให้ผ่านผนังด้านในและท่อไอน้ำที่วางขวางไว้โดยไม่กระจายออกทางด้านข้างทำให้การใช้เชื้อเพลิงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ค่าใช้จ่ายในการทำไม่สูงมากนัก ประมาณ 6,000 – 8,000 บาท และถังน้ำมัน 200 ลิตรที่อยู่ภายนอกผุ โครงสร้างที่อยู่ภายในก็ยังสามารถใช้ได้ โดยเปลี่ยนเฉพาะถังด้านนอกเท่านั้น



ภาพที่ 4 แสดงการทำงานของถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน

4. น้ำหนักถังไม่มาก (ประมาณ 150 – 200 กก.) สามารถเคลื่อนย้ายได้ หรืออาจจะใส่ล้อก็ได้ทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก
5. ในขณะที่ต้มน้ำสามารถสังเกตปริมาณของน้ำที่อยู่ในถังได้ตลอดเวลาปรากฏว่าน้ำในถังที่ต้มลดลงมากๆ ก็สามารถเพิ่มน้ำเข้าไปทางท่อที่อยู่ด้านล่างและน้ำที่ผ่านทางท่อนี้จะผ่านท่อไอน้ำที่กำลังถูกเผาไหม้ จึงทำให้น้ำในถังเดือดต่อเนื่องตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถังแก๊สที่ใช้ต้องใช้หัวเร่งไฟ และหัวเตาควรรีใช้แบบ KB10 และในขณะที่ต้มควรแช่ ถังแก๊สในน้ำเพราะถ้าเปิดแก๊สไปนาน ๆ ถังแก๊สจะเย็นทำให้การไหลเวียนของแก๊สไม่สะดวก

วิธีการทดลอง

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังในการต้มน้ำครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ Factorial (2x3) in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัย A ประกอบด้วย ถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน และถังต้มน้ำธรรมดา ปัจจัย B ประกอบด้วย ปริมาณที่ต้ม 3 ระดับ ได้แก่ 120, 140 และ 160 ลิตร ในการทดลองครั้งนี้ใช้เชื้อเพลิงเป็นแก๊สหุงต้มขนาด 15 กก. และใช้แก๊สในแต่ละการทดลองจำนวน 2 กก.

สถานที่ทดลอง

ตึกปฏิบัติการ 1 ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

วันเริ่มต้นทำการทดลอง วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2549

วันสิ้นสุดทำการทดลอง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2549

รวมระยะเวลาในการดำเนินงาน 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังในการต้มน้ำครั้งนี้ ได้วางแผนการทดลองแบบ Factorial (2x3) in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัย A ประกอบด้วย ถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน และถังต้มน้ำธรรมดา ปัจจัย B ประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่ต้ม 3 ระดับ ได้แก่ 120, 140 และ 160 ลิตร ผลของการทดลองมีดังนี้

1. รูปแบบของถังจากการทดลองพบว่า ถังที่ประหยัดพลังงานปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเป็นจำนวน 4.65 เท่าของถังธรรมดา กล่าวคือ ถังที่ประหยัดจะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ย 26904.8 ลบ.ซม. ส่วนถังต้มน้ำธรรมดาปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเพียง 5789.24 ลบ.ซม. จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ปริมาณที่ต้มจากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำที่ต้ม 120 ลิตร น้ำจะกลายเป็นไอมากที่สุด เฉลี่ย 20598.11 ลบ.ซม. รองลงมาพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 140 และ 160 ลิตร ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ย 15899.57 และ 12543.38 ลบ.ซม. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ปฏิกริยาสัมพันธ์จากผลของการทดลองพบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบของถังกับปริมาณน้ำที่ต้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ถังประหยัดที่ใช้น้ำ 120 ลิตร จะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอเฉลี่ยมากที่สุด 34232.32 ลบ.ซม. รองลงมาเป็นประหยัดพลังงาน ปริมาณน้ำ 140 ลิตร และถังประหยัดพลังงานปริมาณน้ำ 160 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 120 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 140 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 160 ลิตร ซึ่งมีปริมาณกลายเป็นไอเฉลี่ย 34,232.32 25,758.14 20,723.98 6,963.91 6,041.00 4,362.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณที่กลายเป็นไอ (ลบ.ชม.) ของถังต้มน้ำประหยัดพลังงานและถังต้มน้ำธรรมดาที่ปริมาณแตกต่างกัน

รูปแบบถัง	ปริมาณน้ำ (ลบ.ชม.)	ชั่วโมง			รวม	เฉลี่ย
		1	2	3		
ธรรมดา	120	4,782.42	7,551.24	8,558.08	21,051.74	6,963.91c
ธรรมดา	140	4,279.04	6,544.41	7,299.54	18,262.99	6,041.00c
ธรรมดา	160	2,265.37	4,782.05	6,040.99	13,208.41	4,362.80c
ประหยัดพลังงาน	120	29,701.58	34,232.32	38,763.07	102,816.97	34,232.32a
ประหยัดพลังงาน	140	24,667.41	25,674.24	26,932.78	77,414.43	25,758.14b
ประหยัดพลังงาน	160	18,374.70	21,143.49	22,653.74	62,331.93	20,723.98b
A					**	
B					**	
AxB					ns	
CV					**	
ปัจจัย A (รูปแบบถัง)				ปัจจัย B (ปริมาณน้ำ)		
ถังธรรมดา		5,789.24b ลบ.ชม.		120 ลิตร		20,598.12a ลบ.ชม.
ถังประหยัดพลังงาน		26,904.81a ลบ.ชม.		140 ลิตร		15,899.57b ลบ.ชม.
				160 ลิตร		12,543.39bลบ.ชม.

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังในการต้มน้ำครั้งนี้ ได้วางแผนการทดลองแบบ Factorial (2x3) in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัย A ประกอบด้วย ถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน และถังต้มน้ำธรรมดา ปัจจัย B ประกอบด้วย ปริมาณที่ต้ม 3 ระดับ ได้แก่ 120, 140 และ 160 ลิตร ผลของการทดลองพบว่า ถังประหยัดพลังงานปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำ 4.65 เท่าของถังธรรมดา กล่าวคือ ถังประหยัดพลังงานจะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำเฉลี่ย 26904.8 ลบ.ซม. ส่วนถังต้มน้ำธรรมดาปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำเพียง 5789.24 ลบ.ซม. จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปริมาณที่ต้มพบว่าปริมาณน้ำที่ต้ม 120 ลิตร น้ำจะกลายเป็นไอน้ำมากที่สุด เฉลี่ย 20,598.11 ลบ.ซม. รองลงมาพบว่า ปริมาณปริมาณน้ำ 140 และ 160 ลิตร ปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำเฉลี่ย 15,899.57 และ 12,543.38 ลบ.ซม. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิริยาสัมพันธ์จากผลของการทดลองพบว่ามีปฏิริยาสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบของถังกับปริมาณน้ำที่ต้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ ถังประติษฐ์ที่ใช้น้ำ 120 ลิตร จะมีปริมาณน้ำที่กลายเป็นไอน้ำเฉลี่ยมากที่สุด 34,232.32 ลบ.ซม. รองลงมาเป็นถังประติษฐ์ ปริมาณน้ำ 140 ลิตร และถังประติษฐ์ปริมาณน้ำ 160 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 120 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 140 ลิตร ถังธรรมดาปริมาณน้ำ 160 ลิตร ซึ่งมีปริมาณกลายเป็นไอน้ำเฉลี่ย 25,758.14 20,723.98 6,963.91 6,041.00 และ 4,362.80 ลบ.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ถังต้มน้ำประหยัดพลังงานแบบนี้นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำ 4.65 เท่าของถังธรรมดา และสามารถใช้ในการเพาะเห็ดฟางและเห็ดโคนน้อยในโรงเรือนแล้วยังสามารถต่อท่อเข้าไปในถังนึ่งก้อนเชื้อพวกเห็ดหอม เห็ดโคนญี่ปุ่น ฯลฯ ได้อย่างดี และที่สำคัญก็คือช่วยลดการทำลายป่าไม้(สำหรับผู้ที่ใช้ฟืน) และลดมลภาวะของอากาศ (สำหรับผู้ที่ใช้ยางรถยนต์) ผู้เขียนได้ทดลองทำและนำมาใช้ในการเพาะเห็ดปรากฏว่าได้ผลดีมาก จึงหวังว่าถังต้มน้ำแบบประหยัดพลังงานน่าจะเป็นมิติใหม่สำหรับผู้เพาะเห็ด และช่วยให้วงการเพาะเห็ดแพร่หลายมากขึ้นทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่จะดัดแปลงถังต้มน้ำแบบนี้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยการใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนาสามารถทนแรงดันไอน้ำได้มาทำเป็นตัวถัง แล้วต่อท่อไอน้ำที่ไต่ไป ฆ่าเชื้อโรคแบบ Sterilization ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดพลังงานและเชื้อเพลิงได้อย่างมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ดุชนี ณะบริพัฒน์ 2546. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. โครงการตำรา
 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
 ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ ประภัสสร ชุนพิลึก. 2547. ถังดัมไอน้ำประหยัดพลังงาน. ข่าวเกษตรพระ
 จอมเกล้า. เมษายน 2547. หน้า 4.
- Prlczar, M.J., Jr., Chan, E.C.S. and Krieg, N.R. 1993. Microbiology. Concepts and
 Applications. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. and Klein, D.A. 1999. Microbiology. 4th ed. WCB McGram-
 Hill, Boston.



100364

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติแสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของถังต้มน้ำประหยัดพลังงาน และถังต้มน้ำแบบธรรมดา ที่ปริมาณน้ำเริ่มต้นของปริมาณน้ำแตกต่างกัน คือ 120, 140 และ 160 ลิตร

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	.01
Treatment	5	96,467,976.0425	59,293,595.2085	75.47	3.11	5.06
A	1	6,404,089.2989	6,404,089.2989	329.69	4.75	9.33
B	2	96,437,907.5431	98,218,953.7715	16.14	3.89	6.93
AxB	2	93,625,979.2006	46,812,989.6003	7.69	3.89	6.93
ERROR	12	73,029,281.1595	6,085,773.4300			
TOTAL	17	69,497,257.2020	39,382,191.6001			

Grand Mean = 16,347.0262 CV = 15.0910

FACTOR A	FACTOR B			
TWO WAYS TABLE				
A/B	B1	B2	B3	AVERAGE
A1	6963.91	6041.00	4362.80	5789.24
A2	4232.32	5758.14	0723.98	6904.81
AVG	0598.12	5899.57	2543.39	6347.03

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION = FACTOR A

NUMBER OF MEANS = 2

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 12

ERROR MEAN SQUARE = 6085773.42995652

STANDARD ERROR OF MEAN = 822.312013637735

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
A2		26,904.81445312A	
A1		5,789.237847222 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
A2		26,904.81445312A	
A1		5,789.237847222 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION = FACTOR B

NUMBER OF MEANS = 3

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 12

ERROR MEAN SQUARE = 6,085,773.42995652

STANDARD ERROR OF MEAN = 1,007.12242138651

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
B1		20,598.11848958A	
B2		15,899.56998697 B	
B3		12,543.38997395 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
B1		20,598.11848958A	
B2		15,899.56998697 B	
B3		12,543.38997395 C	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION = INTERACTION AB

NUMBER OF MEANS = 6

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 12

ERROR MEAN SQUARE = 6,085,773.42995652

STANDARD ERROR OF MEAN = 1,424.28618729483

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
B120		34232.32356770A	
B140		25758.14322916 B	
B160		20723.9765625 B	
A120		6963.913411458 C	
A140		6040.996744791 C	
A160		4362.803385416 C	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
B120		34232.32356770	A
B140		25758.14322916	B
B160		20723.9765625	C
A120		6963.913411458	D
A140		6040.996744791	D
A160		4362.803385416	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 เปรียบเทียบถังตม้ไอน้ำประหยัดพลังงานกับถังตม้ไอน้ำธรรมดา



ภาพผนวกที่ 2 ถังตม้ไอน้ำธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

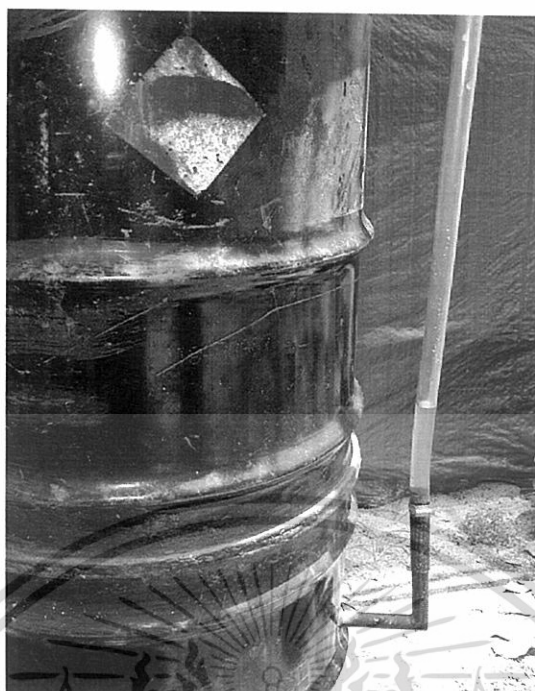


ภาพผนวกที่ 3 ถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงาน



ภาพผนวกที่ 4 การวางถังแก๊สในขณะที่มีการต้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

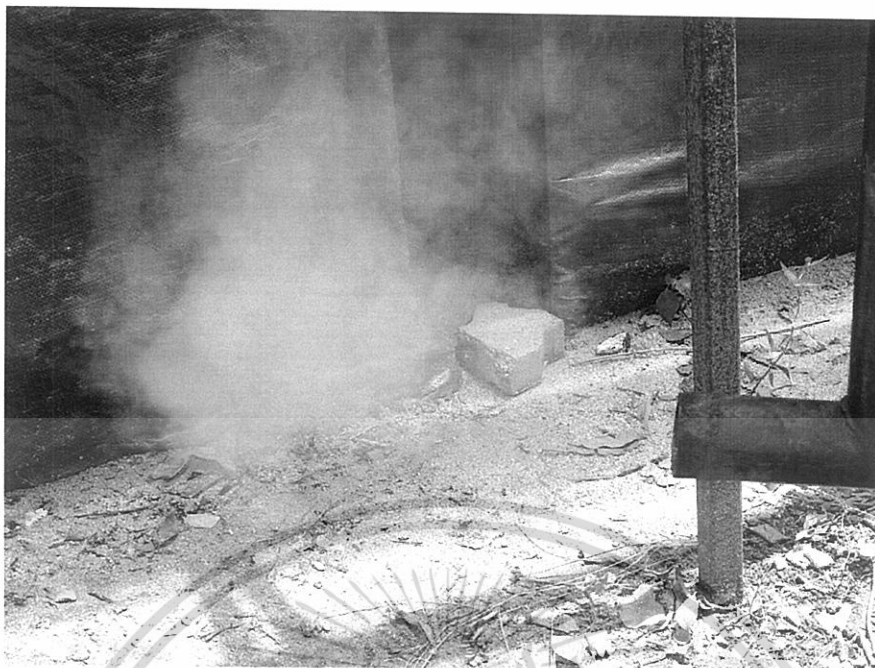


ภาพผนวกที่ 5 การวัดปริมาณไอน้ำของถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงาน



ภาพผนวกที่ 6 การวัดปริมาณไอน้ำของถังต้มไอน้ำธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 ไอน้ำที่ระเหยจากถังต้มไอน้ำประหยัดพลังงาน



ภาพผนวกที่ 8 ไอน้ำที่ระเหยจากถังต้มไอน้ำธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายอิสระ ตั้งสุวรรณ
 เกิดเมื่อ : วันที่ 30 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2526
 ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน : 75/1 หมู่ 1 ต.คำพราน อ.วังม่วง จ.สระบุรี 18220
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 75/1 หมู่ 1 ต.คำพราน อ.วังม่วง จ.สระบุรี 18220
 เบอร์โทร : 036359124, 058126821
 การศึกษา : พ.ศ.2531 – 2537 ระดับประถมศึกษาที่ โรงเรียนวัดปากน้ำ
 พ.ศ.2538 – 2543 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนแก่งคอย
 พ.ศ.2545 – 2548 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต
 (พืชไร่)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ - นามสกุล : นายปิยะราช จันทร์พยอม
 เกิดเมื่อ : วันที่ 22 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2526
 ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน : 4/1 หมู่ 9 ต.มะเขือแจ้ อ.เมือง จ.ลำพูน 51000
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 4/1 หมู่ 9 ต.มะเขือแจ้ อ.เมือง จ.ลำพูน 51000
 เบอร์โทร : 053503122
 การศึกษา : พ.ศ.2530 – 2537 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนประทุมอนุสรณ์
 พ.ศ.2538 – 2543 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียน อัสสัมชัญ
 ลำปาง
 พ.ศ.2545 – 2548 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต
 (พืชไร่)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



๒๐๒๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้