

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง



T119705

การออกแบบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

The Development of Steamer Stove for Mushroom by Fuel From Mushroom

Ready to Harvest



นาย สิทธิพงษ์ ชำสุม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119705
วัน,เดือน,ปี 5 ส.ค. 2555

b. 1๗๖๖๑๑๖
i.

เสนอ

สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)

พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

เรื่อง

การออกแบบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

The Development of Steamer Stove for Mushroom by Fuel from Mushroom

Ready to Harvest

โดย

นาย สติพงษ์ ชำสม

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วท.บ. (พัฒนาการเกษตร)

เมื่อวันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลือพงษ์ ลือนาม)

กรรมการปัญหาพิเศษ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ คุณาสวรรค์เวช)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุขุมภรณ์ ชันศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การออกแบบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

โดย : นายสิทธิพงษ์ ขำสม

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนากาารเกษตร)

สาขาวิชาเอก : พัฒนากาารเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ :

(ผศ. ลือพงษ์ ลือนาม)

29 / ๓ / 2553

การออกแบบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว ตลอดจนการศึกษาทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว พบว่าก้อนเชื้อเห็ดเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ไม่ได้ทำให้เกิดประโยชน์กับเกษตรกร จึงมีแนวคิดศึกษาออกแบบรูปร่างแบบเตาที่เหมาะสมแก่การนำก้อนเชื้อเห็ดไปเผาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อที่จะผลิตไอน้ำสำหรับนำไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดอีกทีหนึ่ง โดยใช้ถัง 200 ลิตรเป็นเตาเผา ซึ่งโครงสร้างเตาสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้ ตัวเตาเผา หม้อต้มผลิตไอน้ำ ตะแกรงใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง และฝาปิด ผลการทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว พบว่าใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด 55.50 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 53.92 เปอร์เซ็นต์ และใช้ปริมาณไม้ฟืน 29.50 กิโลกรัม ที่มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 19.26 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 1.88 ซึ่งสามารถนึ่งก้อนเชื้อเห็ดได้ครั้งละ 42 ก้อน ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 6.28 ชั่วโมง และอุณหภูมิในถังก้อนเชื้อมากกว่า 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถผลิตไอน้ำได้ 33.17 ลิตร ในเวลา 4.14 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่งไปแช่เชื้อเห็ดภูฐาน แล้วนำไปบ่มเชื้อไว้ประมาณ 1 เดือน เชื้อเห็ดก็เดินจนเต็มก้อน

ดังนั้นจากการศึกษาเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว ทำให้เตาที่พัฒนาขึ้น ผลิตเห็ดได้เป็นผลสำเร็จ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และช่วยกำจัดก้อนเชื้อเห็ดที่ทิ้งให้เกิดเป็นพลังงานแก่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลือพงษ์ ลือนาม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและประธานกรรมการปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้ความรู้ และความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดจนความเอาใจใส่ดูแลและช่วยตรวจสอบการดำเนินการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่เริ่มจนการทดสอบเสร็จสิ้น ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช ซึ่งเป็นกรรมการปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาเป็นแนวทางในการดำเนินการศึกษาวิจัยมาโดยตลอดเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุภสมบุญ อึ้งวัตนากร ที่ให้คำปรึกษาวิชาปัญหาพิเศษ ทำให้ผู้วิจัยรู้จักหลักวิธีการทำงานวิจัยอย่างถูกต้องเกิดความเข้าใจ จนได้จัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเทคนิคเกษตรทุกท่านที่ให้ความรู้ต่าง ๆ พร้อมกับคำแนะนำด้วยดีตลอดมา และคอยให้การช่วยเหลือทางด้านสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณ นายรุ่งโรจน์ อยู่ทอง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการช่างกลเกษตร ภาควิชาเทคนิคเกษตร ที่ให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างในการสร้างชุดทดสอบตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ทุนทรัพย์ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ และเพื่อน ๆ ของภาควิชาเทคนิคเกษตรที่เป็นกำลังใจคอยตักเตือนให้คำแนะนำ รวมไปถึงช่วยเป็นแรงกระตุ้น

นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่าน ซึ่งไม่อาจกล่าวนามของท่านได้หมดในที่นี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ โอกาสนี้

นายสิทธิพงษ์ ขำสม

ตุลาคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ค)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา	2
นิยามศัพท์ปฏิบัติการ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
เห็น	3
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหม้อน้ำเครื่องกำเนิดไอน้ำ	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	27
การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	
เบื้องต้น	27
การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ด	
ที่ไม่ใช้แล้ว	30
การศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูล	32
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	34
ผลการศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	
เบื้องต้น	34
ผลการศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ด	
ที่ไม่ใช้แล้ว	38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
สรุปผลการวิจัย	44
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
1. ตารางแสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดที่เพาะบางชนิด	7
2. การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว เบื้องต้น	37
3. การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ ไม่ใช้แล้ว	42
ตารางที่ภาคผนวกที่	
1. ค่าความชื้นก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วที่ศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำ จากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น	48
2. ค่าความชื้นไม้ที่ศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น	49
3. ผลการศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว เบื้องต้น	50
4. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบ เตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 1	51
5. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบ เตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 2	56
6. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบ เตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 3	61
7. ค่าความชื้นก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วที่ศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่ง ก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	67
8. ค่าความชื้นไม้ที่ศึกษาทดสอบออกแบบและเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อน เชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	68

	หน้า
9. การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	69
10. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 1	70
11. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 2	73
12. ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 3	76



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. เตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น	28
2. เตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	30
3. ลักษณะไอน้ำที่พุ่งออกจากเตาทดสอบเบื้องต้น	35
4. อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เตาผลิตไอน้ำเบื้องต้น	36
5. การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	40
6. อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ การทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ด	41
7. การเจริญเติบโตของเห็ด	47
8. ขั้นตอนการทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น	66
9. ขั้นตอนการทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว	80

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

มนุษย์ทั่วโลกรู้จักเห็ดมานาน ทั้งประเภทที่นำมาใช้เป็นอาหารและประเภทที่มีพิษ สายพันธุ์ของเห็ดมีมากกว่า 30,000 สายพันธุ์ (วงเดือน พงษ์ไสยา, 2551) กระจายอยู่ทั่วโลก ในจำนวนสายพันธุ์ดังกล่าวมีถึงร้อยละ 99 สายพันธุ์ ที่มนุษย์สามารถนำมาบริโภคเป็นอาหารได้ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 1 เป็นเห็ดที่มีพิษหรือเห็ดเมา ซึ่งถ้าบริโภคเข้าไปอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เห็ดที่นำมาบริโภคเป็นอาหารในอดีตนั้นมีเพียงไม่กี่ชนิด คนไทยนั้นนิยมบริโภคเห็ดโคนหรือเห็ดฟาง แต่เนื่องจากเมื่อนำเข้าเห็ดมาประกอบอาหารแล้วมีรสชาติที่ดี ให้คุณค่าทางอาหารสูงและเห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณเป็นยาป้องกันและรักษาโรคได้อีกด้วย จึงทำให้มีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้นตามลำดับ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ประเทศที่มีการผลิตเห็ดเป็นจำนวนมากและส่งไปจำหน่ายยังตลาดโลก ได้แก่ ประเทศไต้หวัน ญี่ปุ่น อินเดีย เกาหลี และประเทศไทย (วงเดือน พงษ์ไสยา, 2551)

เนื่องจากประเทศไทยนั้นนิยมบริโภคเห็ดกันมากแล้ว ยังได้ให้ความสำคัญแก่เห็ดมากจนเห็ดกลายเป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงเทียบเคียงกับเนื้อสัตว์ เห็ดเป็นอาหารที่คนทั่วไปยอมรับมานานแล้ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของรสชาติและคุณค่าทางอาหาร ทำให้มีความต้องการในการบริโภคเห็ดสูงมากขึ้นจึงต้องมีการผลิตเห็ดเพิ่มมากขึ้นตามมา โดยในการผลิตเห็ดในประเทศไทยมีการผลิตเห็ดฟางมากที่สุดร้อยละ 68.9 รองลงมาเป็นเห็ดนางรมร้อยละ 12.3 เห็ดหูหนูร้อยละ 11.5 เห็ดหอมร้อยละ 2.5 เห็ดแชมปิญองร้อยละ 0.7 เห็ดอื่นๆร้อยละ 4.1 (ฐานข้อมูลเห็ด, 2551) และทั้งหมดอาจมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภค ในการผลิตเห็ดวิธีหนึ่ง คือ การนำเห็ดมาเพาะในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อต่างๆให้บริสุทธิ์โดยการนำมานึ่งด้วยไอน้ำร้อนเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (ปัญญา ไพริฐิธิรัตน์, 2538) แต่เมื่อเวลาในการเก็บเกี่ยวก่อนเชื้อเห็ดที่เพาะในถุงพลาสติกเห็ดหมดลงก่อนเชื้อเห็ดการจะเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากการผลิตผลผลิตทางการเกษตร โดยไม่ได้เกิดประโยชน์ต่อกับเกษตรกร ซึ่งส่วนประกอบสำคัญของก้อนเชื้อเห็ดที่เพาะส่วนใหญ่จะเป็นขี้เลื่อยที่สามารถจะตัดไฟได้ และสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงควรมีการศึกษารูปแบบเตาที่เหมาะสมแก่การนำก้อนเชื้อเห็ดไปเผาเพื่อที่จะผลิตไอน้ำสำหรับนำไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดอีกทีหนึ่ง เพื่อจะช่วยลดวัสดุจากธรรมชาติที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิง เช่น ไม้ฟืน จะเป็นการใช้ก้อนเชื้อเห็ดที่หมดอายุการเก็บเกี่ยวอย่างมีคุณค่ามากที่สุด เป็นการเพิ่มพลังงานทดแทนในการใช้พลังงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้ว
2. เพื่อศึกษาทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้ว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงรูปแบบของเตาเพื่อผลิตไอน้ำที่จะนำมานึ่งเชื้อเห็ด
2. ช่วยทำให้ลดการสิ้นเปลืองจากการวัสดุอื่น ๆ มาเป็นเชื้อเพลิง
3. สามารถนำก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด
4. ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด

ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา

1. ศึกษาออกแบบสร้างเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้วและทดสอบประสิทธิภาพของเตา
2. ศึกษาทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากใช้ก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้วเพื่อผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากเตาที่ได้ออกแบบ

นิยามศัพท์ปฏิบัติการ

เห็ด (Mushroom) หมายถึง พืชชั้นต่ำประเภทฟังไจ (Fungi) ที่มีความแตกต่างไปจากพืชชนิดอื่น คือ ไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) หรือสารสีเขียว ทำให้เห็ดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยวิธีสังเคราะห์แสง ต้องอาศัยอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิต และสิ่งที่ไม่มีชีวิตเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต

ก้อนเชื้อเห็ด หมายถึง เชื้อเห็ดที่เลี้ยงในถุงพลาสติก ซึ่งใช้วัสดุดิบเป็นขี้เลื่อย ฟางหมักหรือปุ๋ยหมักก็ได้ เป็นเชื้อที่จะนำไปเปิดให้เป็นดอกเห็ดต่อไป

เชื้อเพลิง หมายถึง สิ่งที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ มีอยู่ 3 สถานะ คือ เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็ง สถานะเป็นของเหลว และเชื้อเพลิงอยู่ในสถานะเป็นไอหรือเป็นก๊าซ

เตาผลิตไอน้ำ หมายถึง เครื่องผลิตไอน้ำร้อน ที่ต้องใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส ในการต้มน้ำจนน้ำเดือดจนกลายเป็นไอน้ำร้อน ที่สามารถนำมาฆ่าเชื้อโรคได้

บทที่ 2

การตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เห็ด
2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหมักน้ำเครื่องกำหนดไอน้ำ
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เห็ด

เห็ด เป็นพืชชั้นต่ำซึ่งจัดเป็นราชนิดหนึ่ง ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ไม่มีสารสีเขียว ต้องอาศัยสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตอื่น ๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต มนุษย์สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ เนื่องจากเห็ดเป็นอาหารที่มีรสชาติดี นอกจากนี้เห็ดจะมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ในแง่ของอาหารและยาป้องกันรักษาโรคแล้ว เห็ดยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย ซึ่งมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดหลายชนิดประกอบกับต้นทุนในการผลิตเห็ดแต่ละชนิดค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดมีรายได้

1.1 ความหมายของเห็ด

เห็ด (Mushroom) หมายถึง พืชชั้นต่ำประเภทฟังไจ (Fungi) ที่มีความแตกต่างไปจากพืชชนิดอื่น คือ ไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) หรือสารสีเขียว ทำให้เห็ดไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยวิธีสังเคราะห์แสง ต้องอาศัยอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิต และสิ่งที่ไม่มีชีวิตเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (วงเดือน พงษ์ไวยา, 2551)

1.2 ความเป็นมาของการเพาะเห็ดในประเทศไทย

การเพาะเห็ดในประเทศไทยเริ่มต้นจากการค้นคว้าทดลองของ อาจารย์กาน ชลวิจารณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2480 ซึ่งท่านผู้นี้สำเร็จการศึกษามาจากมหาวิทยาลัยเกษตรแห่งฟิลิปปินส์ แนวความคิดในการเพาะเห็ดของท่านเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อได้ไปศึกษาดูงานที่ Bureau of Plant Industry ที่กรุงมะนิลา เพราะระหว่างการดูงานนั้นได้พบกับ ดร.คลารา (Dr. F.M. Clara) ซึ่งเป็นนักโรคพืชวิทยา กำลังทดลองเพาะเห็ดฟาง โดยการใช้เศษและก้านใบยาสูบ เศษต้นป่านมนิลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นกล้วย กาบกล้วย รวมทั้งกระสอบป่านเก่าๆ จากการผลิตที่ได้พบเห็นการทดลองดังกล่าวประกอบกับได้มีโอกาสไปดูงานที่ประเทศญี่ปุ่นพบว่าการเพาะเห็ดเป็นอุตสาหกรรมที่ประเทศญี่ปุ่นสามารถทำรายได้ให้ประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท จากประสบการณ์ดังกล่าวเมื่ออาจารย์ท่าน ชลวิจารณ์ กลับมาประเทศไทยจึงได้บุกเบิกริเริ่มการทดลองการเพาะเห็ดตั้งแต่ปี พ.ศ.2480 เป็นต้นมา ซึ่งขณะนั้นเห็ดที่คนไทยนิยมบริโภคกันมากคือ เห็ดฟางหรือเห็ดบัว เห็ดโคน เห็ดหูหนู และเห็ดหิงห้อย (ท่าน ชลวิจารณ์, 2544)

1.3 แหล่งผลิตเห็ดที่สำคัญของไทย

วงเดือน พองไสยา (2551) ได้รวบรวมสถิติเกี่ยวกับผลผลิตของเห็ดทุกชนิดในประเทศไทยจากแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศพบว่าเห็ดที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตเห็ดฟางมากที่สุด รองลงมาได้แก่ เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางฟ้า เห็ดหูหนู ซึ่งสามารถจำแนกแหล่งผลิตเห็ดที่สำคัญออกได้ดังนี้ คือ

1.3.1.เห็ดฟาง เห็ดฟางมีแหล่งผลิตอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งผลิตที่สำคัญที่สามารถผลิตเห็ดฟางได้จำนวนมากที่สุดก็คือ บริเวณพื้นที่ชานเมืองและจังหวัดรอบนอกของกรุงเทพมหานคร อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร อำเภอสสามพรานจังหวัดนครปฐม อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี อำเภอภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งทุกแหล่งดังกล่าวจัดได้ว่าเป็นตลาดผู้ผลิตเห็ดฟางที่ใหญ่ที่สุดของไทย โดยมีกรุงเทพมหานครเป็นตลาดกลาง และเป็นเมืองท่าส่งเห็ดฟางไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

1.3.2.เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดนางรมวอล แหล่งเพาะที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณเดียวกับการเพาะเห็ดฟาง

1.3.3.เห็ดเป๋าฮื้อ แหล่งผลิตเห็ดเป๋าฮื้อที่สำคัญ คือ จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง และจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร เช่น อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เป็นต้น

1.3.4.เห็ดแชมปิยอง หรืออาจเรียกได้อีก 2 ชื่อว่า เห็ดฝรั่งหรือเห็ดกระดุม มีแหล่งผลิตที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง และกรุงเทพมหานคร

1.3.5.เห็ดหูหนู แหล่งผลิตกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่ผลิตเป็นรายย่อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6.เห็ดหอม เป็นเห็ดที่มีราคาแพงและชอบอากาศหนาวเย็น แหล่งเพาะเห็ดหอมที่สำคัญ คือ จังหวัดทางภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำปาง แต่ในปัจจุบันมีผู้นำเอามาปลูกในภาคกลางได้สำเร็จ โดยกำหนดระยะเวลาปลูกให้เห็ดหอมออกดอกในช่วงฤดูหนาว และได้ตัดแปลงวัสดุที่ใช้ปลูกบนไม้ก้อ มาปลูกในถุงซีลีย่อยไม้ยางซึ่งปรากฏว่าได้ผลผลิตดีใกล้เคียงกับเห็ดหอมที่ปลูกในภาคเหนือ

1.4 ประเภทของการเพาะเห็ดในปัจจุบัน

ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และคณะ (2546) กล่าวว่าวิธีการเพาะเห็ดสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

1.4.1 การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก คือ การนำซีลีย่อยหรือวัสดุการเกษตรอื่น ๆ มาเป็นวัสดุเพาะ โดยผสมอาหารเสริมบรรจุถุงพลาสติกนำไปนึ่งฆ่าเชื้อใส่เชื้อเห็ดที่จะผลิตขายในท้องตลาด เช่น เห็ดสกุลนางฟ้า นางรม เห็ดหูหนู เห็ดหอม เห็ดขอนขาว เห็ดลม เห็ดเป่าฮ้อ เห็ดหลินจือและเห็ดตีนแรด เป็นต้น ใช้เวลาในการเก็บประมาณ 3 เดือน - 1 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดเห็ด

1.4.2 การเพาะเห็ดกลางแจ้ง ได้แก่ การเพาะเห็ดฟางซึ่งเป็นเห็ดที่มีปริมาณมากที่สุดของเห็ดในประเทศไทย การเพาะใช้ฟางข้าว เปลือกถั่วเขียว เปลือกมันสำปะหลัง ทะลายปาล์ม หรือวัสดุการเกษตรอื่น ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น การเพาะเห็ดแบบกองเตี้ย จะใช้เวลาในการเพาะ 13 - 15 วัน

1.4.3 การเพาะในโรงเรือนอุตสาหกรรม ได้แก่การเพาะเห็ดฟาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดเข็มทอง เห็ดถั่วหรือเห็ดโคนน้อย ซึ่งต้องใช้เทคโนโลยีสูงกว่าการเพาะเห็ดโดยวิธีอื่น ลงทุนสูงในระยะแรก แต่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และเพาะได้ตลอดปี

1.5 สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

การเจริญเติบโตของเห็ด วสันต์ เพชรรัตน์ (2536) เรียบเรียงว่า สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ก็เป็นสิ่งสำคัญอันประกอบด้วย

1.5.1 ความชื้น (Moisture condition) เห็ดก็เหมือนกับสิ่งมีชีวิตทั่วไป คือต้องการน้ำในการเจริญเติบโตไม่สามารถขึ้นได้ในที่ขาดน้ำ หรือในที่ที่มีความชื้นต่ำ ในการเพาะเห็ดนั้นความชื้นของวัสดุเพาะและความชื้นของอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญ การเพิ่มความชื้นในวัสดุเพาะสามารถกระทำได้โดยการรดน้ำ แต่อย่างไรก็ตามอย่าให้มากจนเกินไปเพราะอาจทำให้เส้นเห็ดเจริญเติบโตช้าลงเนื่องจากขาดออกซิเจน ส่วนความชื้นในอากาศทำได้โดยพ่นละอองน้ำในอากาศ ดอกเห็ดทั่วไปจะบอบบางและมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่า 90% หากความชื้นในอากาศน้อยก็จะเกิดการระเหยของไอน้ำออกไปจากดอกเห็ด ทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 แสง (Light) ปกติเห็ดหลายชนิดไม่ต้องการแสงในการเจริญเติบโตเลยทั้ง การเจริญเติบโตของเส้นใยและดอกเห็ด แต่แสงก็มีผลต่อการออกดอกเช่น เห็ด *Coprihus cinerius* สามารถสร้างดอกเห็ดได้ทั้งในที่ที่มีแสงสว่างและไม่มีแสงสว่าง แต่ในที่ที่มีแสงสว่างเห็ดจะสร้างดอกเห็ดได้เร็วกว่า คือ สร้างได้ในระยะเวลา 10 วันส่วนในที่มืดต้องใช้ระยะเวลา 15 วัน แสงที่ได้รับอาจได้รับในเวลาสั้นๆเท่านั้น เช่น แสงที่มีความเข้ม 250 foot-candle ได้รับเพียง 1 วินาที หรือ 0.1 foot-candle ได้รับเพียง 5 วินาที ก็มีผลต่อการออกดอก แต่ระยะเวลาของการได้รับแสง จะไม่มีผลต่อจำนวนของดอกเห็ด ส่วนของเห็ด *Collybia velutipes* นั้น แสงจะกระตุ้นให้เห็ดออกดอก เส้นใยเห็ดที่ได้รับแสงเป็นระยะเวลาจะออกดอกได้มากกว่าเส้นใยเห็ดที่ได้รับแสงในช่วงระยะเวลาสั้นกว่า ในที่มีความเข้มของแสงต่ำหรือไม่มีแสงอาจมีผลต่อการเจริญของก้านดอก และการเจริญเติบโตของหมวกเห็ด เช่น เห็ดหอม (*Lentinula edodes*) หากขาดแสงจะทำให้การสร้างครีบได้หมวกเห็ดเกิดขึ้นไม่ได้ หรือผิดปกติไป ในเห็ดบางชนิดเมื่อได้รับแสงจะปล่อยสปอร์ได้ดีขึ้น เช่น เห็ดนางรม เป็นต้น

1.5.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปกติแล้วเห็ดชอบความเป็นกลาง คือ pH 7 หรือเป็นกรดเล็กน้อย ในอาหารที่เป็นกรดหรือเป็นด่างมากเกินไป เห็ดอาจเจริญเติบโตได้เฉพาะทางด้านเส้นใยเท่านั้น แต่เห็ดไม่สร้างดอก pH ที่เห็ดบางชนิดชอบ ได้แก่

เห็ดฟาง	pH	7.0-7.2
เห็ดกระดุม	pH	7.6
เห็ดเป๋าฮื้อ	pH	7.0-7.4
เห็ดนางรม	pH	5.0-6.2
เห็ดตีนแรด	pH	7-8
เห็ดขอนขาว	pH	6.5-7

1.5.4 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดและเหมาะสมต่อการออกดอก จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของเห็ด เช่น เห็ดหอม มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย 20-30 องศาเซลเซียส เป็นต้น

ตารางที่ 1. ตารางแสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดที่เพาะบางชนิด

เห็ด(species)	อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (องศาเซลเซียส)	
	เส้นใย	ดอกเห็ด
เห็ดแชมปิญอง		
(<i>Agaricus bisporus</i>)	20-27	10-20
(<i>Agaricus bitorquis</i>)	25-30	20-25
เห็ดหอม	20-30	12-20
(<i>Lentinula edodes</i>)		
เห็ดเข็มทอง	18-25	3-8
(<i>Flammulina velutipes</i>)		
เห็ดฟาง	35-40	30-35
(<i>Volvariella volacea</i>)		
เห็ดนางรม	20-35	10-30
(<i>Pleurotus ostreatus</i>)		
เห็ดนางฟ้า	25-35	20-30
(<i>Pleurotus sajor-caju</i>)		
เห็ดหูหนูขาว	20-25	20-27
(<i>Tremella fuciformis</i>)		
เห็ดหูหนู	20-35	20-30
(<i>Auricularia spp.</i>)		
เห็ดยานางิ	26-28	24-26
(<i>Agrocybe cylindracea</i>)		
เห็ดตีนแรด	35-40	35-38
(<i>Macrocybe crassa</i>)		
เห็ดขอนขาว	28-38	28-35
(<i>Lentinus squarrosulus</i>)		

ที่มา : วสันต์ เพชรรัตน์ (2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 อากาศ (Aeration) เกิดต้องการออกซิเจนทั้งตอนที่เป็นดอกและระยะเส้นใย แต่ในระยะเส้นใยจะทนทานต่อการขาดออกซิเจนได้ดีกว่าระยะดอก ในโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการระบายอากาศไม่ดีมักประสบปัญหาเรื่องอากาศเหมอ โดยมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้มีจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณสูงจนเป็นอันตรายกับเห็ดคาร์บอนไดออกไซด์นี้อาจเกิดจากการหายใจ ของเห็ดเองหรือจากจุลินทรีย์ต่างๆในวัสดุเพาะ จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการสร้างดอกเห็ด เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเห็ดกระดุม (*Agaricus bisporus*) นั้น จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ในวัสดุปกติแล้วจะมีประมาณ 0.3% หรือประมาณ 10 เท่าของบรรยากาศ หากมีการระบายอากาศในโรงเรือนไม่ดีอาจเพิ่มถึง 20% ได้ในขณะที่เส้นใยเห็ดกำลังเจริญ ในขณะที่เห็ดกำลังสร้างดอกเห็ดนั้นหากมีจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์เกิน 1.5% จะทำให้ก้านดอกยืดยาวและส่วนของหมวกเห็ดไม่เจริญขยายกว้างออกไปและจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์นี้ยังมีผลกับการปล่อยสปอร์ของเห็ดด้วย

1.6 เห็ดและลักษณะที่เพาะในถุงพลาสติก

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2551) กล่าวว่า เห็ดและลักษณะเห็ดที่นิยมเพาะในถุงพลาสติก ได้แก่

1.6.1 เห็ดนางรม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus ostreatus* (jacq.ex Fr.) Kumn.

ชื่อสามัญ : เห็ดนางรมขาว เห็ดนางรม Oyster Mushroom

ลักษณะดอก : เกิดเป็นกลุ่มจำนวน 4-6 ดอก มีสีขาวหรือ สีเทา หมวกดอกคล้ายหอยนางรม ก้านดอกชูขึ้น ก้านสั้น ครอบดอกเป็นแผ่นบางๆ ดอกค่อนข้างใหญ่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-8 เซนติเมตร น้ำหนักดี เกิดดอกง่าย

พันธุ์ : พันธุ์ดอกสีขาว และพันธุ์ดอกสีเทา

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มอาหารผสมเชื้อเลี้ยง (1,000 กรัม) ในเวลา 30-40 วัน อุณหภูมิ 30 - 35 องศาเซลเซียส

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บได้นาน 2-3 เดือน อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 75-85 เปอร์เซ็นต์ ต้องการแสงสว่างอย่างน้อย 15 นาที/วัน

ผลผลิตเฉลี่ย : 200-300 กรัม/ถุง ผลผลิตจะสูง เนื้อดอกจะแน่นมีน้ำหนักดี เมื่อเพาะในช่วงอากาศเย็น อุณหภูมิประมาณ 22-26 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาในการเพาะ : เห็ดออกดอกช้าหลังจากเปิดถุงแล้ว แต่สามารถแก้ไขได้โดยหลังจากที่เส้นใยเดินเต็มถุงแล้ว ควรปล่อยให้เส้นใยรัดตัวให้แน่นประมาณ 8-10 วัน จากนั้นจึงเปิดถุง

1.6.2 เห็ดนางฟ้า

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing

ชื่อสามัญ : เห็ดนางฟ้า Phoenix Oyster Mushroom

ลักษณะดอก : ดอกเห็ดเกิดเป็นกลุ่มจำนวน 2-4 ดอก หรือดอกเหี่ยวหมวกดอกมีเนื้อแน่นสีน้ำตาลดำอมเทา ก้านดอกสั้นมีวงแหวนล้อมรอบ ครีบดอกสีขาวดอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-8 เซนติเมตร

พันธุ์ : พันธุ์เบอร์ 1 และเบอร์ 2 ดอกสีน้ำตาลดำอมเทา

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มอาหารผสมขี้เลื่อย (1,000 กรัม) ในเวลา 30 - 40 วัน ที่อุณหภูมิ 30-33 องศาเซลเซียส

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บไวนาน 2-3 เดือน ที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 - 85 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตเฉลี่ย : 250-300 กรัม/ถุง

ปัญหาในการเพาะ : ก้อนเชื้อมักจะเสีย เนื่องจากมีเชื้อราอื่นปนเปื้อน การแก้ไขสามารถทำได้โดยไม่ควรใส่อาหารเสริมในก้อนเชื้อมากเกินไป ینگฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อเลื่อยที่อุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำความสะอาดโรงเรือนอยู่เสมอ หลังจากเสร็จสิ้นการเปิดดอกในแต่ละรุ่นประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำความสะอาดโรงเรือนอยู่เสมอหลังจากเสร็จสิ้นการเปิดดอกในแต่ละรุ่น

1.6.3 เห็ดเป๋าฮื้อ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus cystidiosus* O.K. Miller

ชื่อสามัญ : เห็ดเป๋าฮื้อ Abalone Mushroom

ลักษณะดอก : ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลหรือสีชาวนวลคล้ายหอยโข่งทะเล ดอกหนา ผิวดอกมีสีคล้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-12 เซนติเมตร ก้านดอกสั้น น้ำหนักดี การออกดอกแต่ละรุ่นพร้อมกันสม่ำเสมอ

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเต็มอาหารผสมขี้เลื่อย (1,000 กรัม) ในเวลา 40-50 วัน ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส

ระยะออกดอก : เห็ดเริ่มออกดอกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มอาหารผสมขี้เลื่อยแล้ว 10-15 วัน และเห็ดจะออกดอกแต่ละร่นห่างกัน 20 วัน ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ต้องการแสงสว่างมาก

ผลผลิตเฉลี่ย : 170-180 กรัม/เก็บ 2 ครั้ง/อาหารผสมขี้เลื่อย 800 กรัม

ปัญหาในการเพาะ : มักจะเกิดเมือกสีน้ำตาลรบกวนการเกิดดอกบนก้อนเชื้อและมีกลิ่นเหม็นสามารถแก้ไขโดยชุดเมือกดังกล่าวทิ้ง

1.6.4 เห็ดภูฏาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus sp.*

ชื่อสามัญ : เห็ดภูฏาน เห็ดนางรมภูฏาน เห็ดนางฟ้าภูฏาน Bhutan Oyster Mushroom

ลักษณะดอก : ดอกออกเป็นกลุ่มตั้งแต่ 3-5 ดอก หรือดอกเดี่ยว สีขาวนวลหรือสีน้ำตาลเทา ในสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส. ดอกเห็ดจะมีสีเทาดำหรือดำ ดอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-8 เซนติเมตร น้ำหนักดีพอสมควร ออกดอกง่าย

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มอาหารผสมขี้เลื่อย (1,000 กรัม) ในเวลา 30-40 วัน ที่อุณหภูมิ 30-33 องศาเซลเซียส

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บได้นาน 2-3 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-85 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตเฉลี่ย : 200-300 กรัม/ถุง

ปัญหาในการเพาะ : ก้อนเชื้อเสียเนื่องจากมีเชื้อราอื่นปะปน แก้ไขได้โดยนึ่งฆ่าเชื้อก้อนขี้เลื่อยก่อนใส่เชื้อที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำ ความสะอาดโรงเรือนบ่มเชื้อและโรงเรือนเปิดดอกอยู่เสมอหลังเพาะเห็ดแต่ละรุ่น

1.6.5 เห็ดหูหนู

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Auricularia polytricha (Mont.) Sacc.*

ชื่อสามัญ : เห็ดหูหนู Ear Mushroom, Wood Ear Mushroom

ลักษณะดอก : ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลแดง เนื้อดอกหนานุ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-10 เซนติเมตร มีขนยาว

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มอาหารขี้เลื่อย (600 กรัม) ในเวลา ประมาณ 35 วัน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บได้ 5-7 ครั้ง ในระยะเวลา 140 วัน ที่ อุณหภูมิ 30 - 32 องศาเซลเซียส ต้องมีแสงสว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์

ผลเฉลี่ย : 190-200 กรัม/ถุง

1.6.6 เห็ดหูหนูดำ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Auricularia fuscusuccinea* (Mont.) Farlow

ชื่อสามัญ : เห็ดหูหนูดำ Ear Mushroom, Mu-er

ลักษณะดอก : ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นกลุ่ม มีสีดำ ขนาดดอกค่อนข้างเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-6 เซนติเมตร เนื้อดอกไม่หนา มีขนสั้น

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มที่เป็นอาหารผสมขี้เลื่อย (600 กรัม) ในเวลา 45 วัน ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส เส้นใยบางส่วนเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บได้ 3-4 ครั้ง ในระยะเวลา 125 วัน ที่อุณหภูมิ 30- 32 องศาเซลเซียส ต้องมีแสงสว่าง ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตเฉลี่ย : 60-80 กรัม/ถุง

เห็ดหูหนูใช้เวลาในการเจริญในระยะเส้นใย ประมาณ 1.5 – 2 เดือน จากนั้นถอดล้าลีและคอกขาด มัดปากถุงเปิดไว้ กรีดข้างถุงเป็นระยะ เพื่อให้เกิดดอก การให้ความชื้นสามารถให้น้ำที่ก่อนเชื้อและดอกเห็ดได้ แต่ควรให้น้ำเบาๆ มิฉะนั้นดอกเห็ดอาจช้ำและเน่าเสียได้ง่าย โรงเรือนควรมีการถ่ายเทอากาศที่ดี เห็ดหูหนูเก็บเมื่อดอกเห็ดบานย้วยเต็มที่

1.6.7 เห็ดหอม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lentinus edodes* (Berk.) sing.

Lentinula edodes (Berk.) Pegler

ชื่อสามัญ : เห็ดหอม Shitake, Black Mushroom

ลักษณะดอก : หมวกดอกมีลักษณะกลมสีน้ำตาลอ่อน ผิวหมวกด้านบนมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลปนแดงมีขนรวมกันเป็นเกล็ดสีขาวบริเวณขอบหมวก เนื้อหมวกแน่นปานกลาง ตรงกลางหมวกอาจเว้าลงเล็กน้อย หมวกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-10 เซนติเมตร ก้านดอกมีขนาด 1-1.5 x 5-6 เซนติเมตร

พันธุ์ : พันธุ์เบอร์ 1 พันธุ์เบอร์ 3 และเบอร์ 4 ของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์เบอร์ 1 และเบอร์ 3 มีเส้นใยที่ทนต่ออุณหภูมิที่แปรปรวนได้สูง)

ระยะบ่มเชื้อ : เส้นใยเจริญเต็มอาหารผสมขี้เลื่อย 800-1,000 กรัม ที่ อุณหภูมิ 24-26 องศาเซลเซียส ประมาณ 105 – 120 วัน หรือที่ 18-28 องศาเซลเซียส ประมาณ 145 วัน

ระยะออกดอก : เห็ดออกดอกเก็บได้ 3-4 เดือน ที่อุณหภูมิ 13-31 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ มีระยะพักตัว 10 – 15 วัน ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3.5 - 4.5 เห็ดหอมต้องการแสงในช่วงการเจริญของดอก

ผลผลิตเฉลี่ย : 150-200 กรัม/ดอก (เห็ดหอมพันธุ์เบอร์ 4) ควรเก็บดอกเห็ดในขณะที่หมวกยังไม่บานเต็มที่ ถ้าเก็บสำหรับทำแห้งควรเก็บเมื่อเยื่อที่ยึดหมวกและก้านเริ่มขาดออก

ปัญหาในการเพาะ : เกิดเชื้อราอื่นในก้อนขี้เลื่อยในระหว่างการเพาะสามารถแก้ไขได้โดยหนึ่งฆ่าเชื้อในถุงขี้เลื่อยที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส นานไม่ต่ำกว่า 4 ชั่วโมง ก่อนใส่เชื้อทำความสะอาดโรงเรือนและให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

1.6.8 เห็ดตีนแรด

ใช้เวลาเจริญในระยะเส้นใยประมาณ 2 ถึงสองเดือนครึ่ง เมื่อเส้นใยเริ่มรวมตัวเพื่อเกิดดอกมีวิธีการทำ ให้เกิดดอก ดังนี้

1.6.8.1 ตัดปากถุงใส่ดินร่วนผสมปูนขาว 1 เปอร์เซ็นต์ และให้ความชื้น 60-70 เปอร์เซ็นต์ ปิดทับก้อนเชื้อหนาประมาณครึ่งนิ้ว

1.6.8.2 แกะพลาสติกออก บรรจุก้อนเชื้อเห็ดลงในหลุม ไม่มีน้ำขัง ลึกเท่ากับ ความสูงของก้อนเชื้อเกลี่ยดินปิดหน้าให้ ความชื้นคลุมด้วยพลาสติกสูงจากพื้นประมาณ 50 เซนติเมตร คลุมทับด้วยฟางหญ้าแห้งหรือแฝกคาบกับแสงแดด เก็บดอกเห็ดขณะที่ขอบหมวกดอกยังจุ่มอยู่

1.6.9 เห็ดยานางิ

ใช้เวลาเจริญในระยะเส้นใย ประมาณ 40-50 วัน เส้นใยเห็ดยานางิ หลังจากเจริญเต็มอาหารจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ถอดล้า สีและคอขวด รักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสม เห็ดยานางิ เก็บเมื่อกลุ่มดอกเห็ดโตเต็มที่ แต่ขอบหมวกเห็ดยังจุ่มอยู่ และเยื่อที่ยึดขอบหมวกกับก้านดอกยังไม่ขาดออก โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางหมวกประมาณ 3-10 เซนติเมตร และก้านยาวประมาณ 5-11 เซนติเมตร ควรเก็บดอกเห็ดในช่อเดียวกันให้หมด อย่าให้มีเศษเหลือติดค้างอยู่กับก้อนเชื้อเนื่องจากจะทำให้เน่ามีเชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายได้

1.7 การผลิตเชื้อเห็ด

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ กิติพงษ์ ศิริวานิชกุล(2538) ได้เรียบเรียงว่าในการทำเชื้อเห็ดทุกชนิด สิ่งที่ต้องระมัดระวังก็คือ เชื้อปลอมปน ในการเชื้อเห็ดจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิค ปราศจากเชื้อปลอมปน (Aseptic Condition Technique) เพราะถ้ามีเชื้อจุลินทรีย์เจริญปะปนกับเชื้อเห็ดแล้ว ก็จะทำให้เกิดการแข่งขันแย่งอาหาร กับเชื้อเห็ด เชื้อจุลินทรีย์บางชนิด อาจมีการสร้างสารที่เป็นอันตรายกับเชื้อเห็ดก็ได้ การเลี้ยงเชื้อเห็ดจึงจำเป็นต้องเชื้อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (Pure Culture) เท่านั้น การปลอมปนดังกล่าวนอกจากจะเกิดกับเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ยังรวมถึงการปนเปื้อนจากสารเคมีอีก ได้แก่ สารฆ่าแมลง สารฆ่าเชื้อรา และสารเคมีอื่นๆ ซึ่งอาจติดมากับอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อเห็ด เชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญปะปนอยู่กับเชื้อเห็ดสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เชื้อรา (Fungi) และเชื้อแบคทีเรีย (Bacteria) ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อราได้โดยความร้อนในน้ำเดือดธรรมดาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเชื้อแบคทีเรียที่จะต้องใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.7.1 การพาสเจอร์ไรส์ ในกาเพาะเห็ดเราจะพาสเจอร์ไรส์อาหาร ปุ๋ยหมักหรือก้อนเชื้อ เพื่อฆ่าเชื้อและเห็ดอื่นๆที่จะเป็นศัตรูต่อเห็ดซึ่งรวมไปถึงแมลงและสัตว์เล็กๆในถุงปุ๋ย โดยการใช้หม้อนึ่งความดันแบบต่างๆซึ่งอาจเป็นหม้อหนึ่งแบบตุ๋นหุง หม้อหนึ่งแบบตัดแปลง หรือหม้อหนึ่งความดันแบบต่างๆ โดยการต้มน้ำให้เดือดขึ้นเป็นไอไปฆ่าเชื้อก้อนเชื้อที่วางด้านบน การฆ่าเชื้อจะให้ความร้อน 80-100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาอย่างต่ำ 2 ชั่วโมง (คู่มือเพาะเห็ด, 2457)

1.7.2 การสเตอริไรส์ การฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้ เห็นการฆ่าเชื้อศัตรูเห็ดให้ตายหมดอย่างสิ้นเชิง โดยใช้หม้อความดันไอน้ำเท่านั้น โดยหนึ่งที่ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาทีขึ้นไป (บรรณ บรูณะชนบท, 2547)

1.7.3 การนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยหม้อหนึ่ง หม้อหนึ่งมีหลายแบบแต่ละแบบจะมีหลักการทำงานที่เหมือนกัน แต่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานเห็ด ในลักษณะที่ต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

1.7.3.1 หม้อหนึ่งความดันแบบอโตคลฟ (autoclave) เป็นหม้อหนึ่งที่หนึ่ง โดยให้ความร้อนและความดันไอน้ำ ซึ่งจัดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการเพาะเห็ดชนิดหนึ่ง ที่ใช้สำหรับการนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้น และเมล็ดธัญพืช ตามปกติหม้อหนึ่งความดันจะทำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะมีความทนทานต่อแรงกดดันค่อนข้างสูง ในการนี้เมื่อระดับความดันเพิ่มขึ้นจนถึง 15-18 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้รักษาระดับความดันไว้ประมาณ 20-30 นาที

1.7.3.2 หม้อหนึ่งแบบลูกทุ่ง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งดัดแปลงมาจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่ฝาของหม้อหนึ่งแบบลูกทุ่งจะมีรูตรงกลางฝา 1 รู เพื่อเป็นที่ระบายไอน้ำ ส่วนภายในถังจะทำตะแกรงสูงประมาณ 12-15 เซนติเมตร เพื่อเป็นที่วางก้อนเชื้อเห็ดให้สูงกว่าระดับน้ำในหม้อหนึ่ง และมีหม้อหนึ่งชั้นในสวมอีกใบหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ดุก้อนเชื้อติดข้างหม้อหนึ่ง ในการนี้เมื่อน้ำเดือดคงที่ที่ระดับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือมีไอน้ำพุ่งออกมาจากรูบนฝาถังให้เริ่มจับ ดังนี้

หม้อหนึ่งแบบลูกทุ่ง ขนาด	100	ก้อน	ใช้เวลาหนึ่งประมาณ	2 ชั่วโมง
หม้อหนึ่งหรือตู้หนึ่ง ขนาด	500	ก้อน	ใช้เวลาหนึ่งประมาณ	3 ชั่วโมง
หม้อหนึ่งหรือตู้หนึ่ง ขนาด	1,000	ก้อน	ใช้เวลาหนึ่งประมาณ	4 ชั่วโมง
หม้อหนึ่งหรือตู้หนึ่ง ขนาด	2,000- 3,000	ก้อน	ใช้เวลาหนึ่งประมาณ	5 ชั่วโมง

เมื่อหนึ่งได้ทีแล้ว หากไม่ต้องการใช้หม้อหนึ่งต่อ ควรปล่อยให้เย็นลง หากจะนึ่งชุดใหม่ให้ลาไฟแล้วเปิดฝามือหนึ่งอย่างระมัดระวังนำดุก้อนเชื้อเห็ดที่ยังร้อนออกมาซึ่งไอน้ำเมื่อก้อนเชื้อเห็ดเย็นได้ที จึงทำการหยอดเชื้อได้

1.8 โรคของเห็ด

กลุ่มงานจุลชีววิทยาประยุกต์ (2544) ได้เรียบเรียงไว้ว่า โรคของเห็ดสามารถแบ่งตามสาเหตุของการเกิดโรคได้ 2 ประเภทใหญ่ๆดังนี้

1.8.1 โรคของเห็ดที่เกิดจากเชื้อมีสาเหตุ ได้แก่ โรคที่เกิดจากเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส

1.8.1.1 โรคที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่

- เชื้อราดำกลุ่มแอสเพอร์จิลลัส (*Aspergillus sp*) ลักษณะที่พบทั่วไปของดุกเห็ด คือ บางส่วนของดุกเห็ดมีสีเขียวเข้มเกือบดำ อาจเกิดที่ส่วนบนใกล้ปากดุกแล้วลามลงไปยังข้างล่างหรือเกิดจากด้านล่างขึ้นไปก็ได้ บางส่วนของดุกเห็ดมีสีน้ำตาลเกิดขึ้นติดกับบริเวณที่มีสีเขียวเข้ม

- เชื้อราดำโบไตรดิฟโพลเดีย (*Botryodiplodia sp*) จะพบว่าซีลี้อยในดุกเห็ดมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ซึ่งในระยะแรกเชื้อราจะมีสีขาว ต่อมาเจริญขยายกว้างขึ้นเรื่อยๆ เมื่อทิ้งไว้นาน จะเกิดก้อนเล็กๆ สีดำ ที่เป็นส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรานูนออกมาที่ผิวของดุกพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชื้อราในกลุ่มราเขียว (Trichoderma sp, Gliocladium sp) ลักษณะการปนเปื้อนจะสังเกตเห็นได้ง่าย เนื่องจากสปอร์ของเชื้อราที่มีสีเขียวอ่อนใส เมื่อเกิดรวมกันหนาแน่นจะเห็นเป็นหย่อมสีเขียวมะกอกหรือสีเขียวเข้มในถุงเห็ด

- ราเขียวเพนนิซิลีียมและเพซีโลไมซีต (Penicillium sp, Paecilomyces sp) เชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างทางสัณฐานวิทยาค่อนข้างคล้ายกันมาก มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วสามารถสร้างสปอร์ได้เป็นจำนวนมาก เชื้อราเพนนิซิลีียมเป็นราที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง ลักษณะบนถุงเห็ดจะเห็นเป็นหย่อมสีเขียวตองอ่อน สีเหลืองอ่อนอมเขียว หรือสีเทาอ่อนมองดูคล้ายฝุ่นเกาะสกปรก มักเกิดบริเวณด้านล่างของถุงเห็ด ส่วนเชื้อราเพซีโลไมซีตเป็นราชอบร้อน สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ มักจะเกิดกับถุงเห็ดหอม ลักษณะที่ปรากฏ คือ มองเห็นเป็นฝุ่นสีขาว เช่น สีน้ำตาล ซีดๆ ปนเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองซีดจางๆ สังเกตเห็นเส้นแบ่งเขตการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดและเชื้อราได้อย่างชัดเจน

- ราสีส้มหรือราร้อน (Neurospora sp) มักเกิดเป็นกระจุกบริเวณปากถุง มีลักษณะเป็นผลสีชมพูอมส้ม หรือเป็นก้อนติดเสี้ยนก่อน

- ราเมือก (Slime mould) จะเกิดกับถุงเห็ดที่เปิดถุงเก็บดอกไปแล้วหลายรุ่นและเป็นถุงที่อยู่ด้านล่างสุด จะสังเกตเห็นเส้นใยสีเหลืองชัดเจนบริเวณด้านข้างถุงและบริเวณปากถุงโดยมากมักจะเกิดกับถุงเห็ดหนูหนูที่มีการกรีดถุงด้านข้างและรดน้ำนานๆ จนทำให้ถุงขึ้นและนอกจากนี้ยังเกิดได้กับถุงเห็ดฐานที่หมดรุ่นแล้วแต่ยังไม่มีการขนย้ายทำความสะอาดโรงเรือน

โรคของเห็ดถุงที่เกิดจากเชื้อราโดยทั่วไปเกิดได้ทั้งเชื้อราปนเปื้อนหรือแข่งขัน และเชื้อราโรคเห็ด ซึ่งเชื้อราปนเปื้อนส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีเส้นใยเจริญเร็วมาก ทำให้เส้นใยเห็ดชะงักการเจริญเติบโต สังเกตเห็นเส้นแบ่งเขตที่เส้นใยเห็ดมาบรรจบกันเส้นใยของเชื้อราปนเปื้อน การเกิดเชื้อราปนเปื้อนในถุงเพาะเห็ดมักเป็นสาเหตุให้ผลผลิตเห็ดลดลง ถ้ามีเชื้อราเหล่านี้เกิดบริเวณปากถุงก็จะเป็นเหตุให้เกิดการระบาดไปทั่วทั้งโรงเพาะเห็ดได้รับความเสียหายได้ผลผลิตลดลง สาเหตุของการเกิดเชื้อราปนเปื้อนมีหลายประการ เช่น การทิ้งถุงก่อนเชื้อเห็ดที่เก็บดอกแล้วในบริเวณฟาร์ม ทำให้เชื้อรากระจายอยู่ในบริเวณนั้น เมื่อมีฝนตก ลมพัด หรือตกลงไปในน้ำที่นำไปใช้รดเห็ด นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ อีกเช่น หัวเชื้อไม่บริสุทธิ์ การนึ่งฆ่าเชื้อถุงเห็ดที่ทำลายเชื้อไม่หมด ถุงแตกหรือถูกแมลงทำลาย เป็นต้น ซึ่งมีแนวทางป้องกันการเกิดเชื้อราปนเปื้อนในการเพาะเห็ดถุงมีดังนี้

- ตรวจสอบความสะอาดและความบริสุทธิ์ของหัวเชื้อก่อนซื้อ

- การถ่ายเชื้อควรทำในห้องที่สะอาด ปราศจากฝุ่นละอองหรือเชื้อโรคอื่นๆ หรือเป็นบริเวณที่ไม่มีอากาศถ่ายเท

- คัดแยกถุงเห็ดเสีย ถุงเห็ดแตก ถุงเห็ดที่มีจุลกลำไส้ขึ้น นำไปทิ้งใหม่หรือเผาทำลาย เพื่อลดการระบาดของเชื้อรา

- รักษาความสะอาดโรงเรือนเพาะเห็ด และบริเวณโดยทั่วไปรอบๆ ฟาร์ม

- เมื่อเก็บผลผลิตหมดแล้ว ควรพักโรงเรือนเพาะเห็ดประมาณ 2-3 อาทิตย์ เพื่อทำความสะอาดและฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงหรือเชื้อราที่อาจชุกซ่อนตามพื้น เสา และฝาผนังก่อนนำถุงเชื้อเห็ดชุดใหม่เข้ามา ถ้าเป็นไปได้ควรแยกโรงเรือนบ่มกับโรงเรือนเปิดดอกไว้คนละหลังกัน

1.8.1.2 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่

- โรคเน่าสีน้ำตาลของเห็ดภูฐาน เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชูดิโมแนส โทลลาสซิไอ ซึ่งมีลักษณะอาการของโรค คือ หมวกเห็ดด้านบนเป็นจุดสีเหลืองอ่อนแล้ว เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขยายไปทั่วหมวก ส่วนแผลที่ก้านดอกเป็นปื้นสีเหลืองหรือน้ำตาลแดง แผลจะยุบตัวได้เมื่อนำน้ำไปเกาะที่ตรงส่วนนี้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการกระจายของเชื้อแบคทีเรีย โรคนี้จะทำให้ดอกเห็ดมีขนาดเล็กกว่าปกติ ผิวหมวกมีสีน้ำตาลอ่อนข้าง่ายไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

- โรคจุดสีน้ำตาลของเห็ดเป่าฮือ และโรคเน่าเหลืองของเห็ดสกุลนางรม (เห็ดนางรม เห็ดภูฐาน) เกิดจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่มเรื่องแอสซิด ชูดิโมแนส ฟลูโอเรสเซน โดยเห็ดเป่าฮือจะมีอาการเริ่มแรกสังเกตได้จากดอกเห็ดที่โผล่พ้นคอขวดมีสีเหลืองซีดๆ บางดอกมีลักษณะม้วนงอ ไม่สมบูรณ์ ดอกไม่พัฒนา ส่วนดอกที่เจริญออกมาได้หมวกดอกจะไม่บานเต็มที่ กลุ่มของช่อดอกมีตั้งแต่ 2-4 ดอก ก้านดิบเป็นกระจุก หมวกดอกด้านบนและล่างรวมทั้งก้านดอกมีจุดสีน้ำตาลอ่อนประปราย จากนั้น 1-2 วัน จุดสีน้ำตาลจะเข้มขึ้น และดอกเห็ดบริเวณนี้จะยุบตัว

ส่วนอาการเน่าเหลืองของเห็ดนางรมหรือเห็ดภูฐาน ดอกเห็ดที่โผล่พ้นคอขวดออกมาจะมีสีเหลือง ดอกมีขนาดเล็กผิดปกติ บางดอกมีลักษณะม้วนงอ ดอกเหี่ยวเหลืองทั้งกระจุกและไม่พัฒนา ซึ่งอาการเหี่ยวเหลืองจะแตกต่างจากอาการเหี่ยวเหลืองที่ดอกเห็ดขาดความชื้นเพียงพอแต่ดอกเห็ดรุ่นใหม่ก็ยังมีอาการเหี่ยวเหลืองอยู่ แสดงว่าเห็ดมีอาการเหี่ยวเหลืองเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียทำให้เก็บผลผลิตไม่ได้ และถ้าปริมาณเชื้อแบคทีเรียมีมาก ก็จะทำให้ผลผลิตเสียหายหมดทั้งรุ่น

1.8.1.3 โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส

- พบในเห็ดนางรม โดยมีลักษณะอาการดังนี้ คือ หมวกเห็ดม้วนขึ้นหรืองอลง ดอกมีขนาดเล็ก ขอบดอกไม่เรียบ เมื่อถูกน้ำจะฉ่ำน้ำกว่าปกติ หรือดอกแคระแกร็น ช่อดอก

สั้นเป็นกระจุก เชื้อไวรัสชนิดนี้ถ่ายถอดได้โดยวิธีสัมผัส และป้องกันโดยไม่นำดอกไม้ที่ไม่รับการตรวจสอบหรือสงสัยว่าเป็นโรคไปทำพันธุ์ (ต่อดอก)

1.8.2 โรคของเห็ดถั่งที่เกิดจากเชื้อไม่มีสาเหตุ

โรคที่เกิดจากเชื้อไม่มีสาเหตุ คือ โรคที่เกิดจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ได้แก่ ความแปรปรวนของอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ซึ่งไม่ได้เกิดจากเชื้อโรคเป็นสาเหตุของความผิดปกติ สำหรับโรคที่เกิดจากเชื้อไม่มีสาเหตุที่พบในประเทศไทย คือ โรคดอกหงิกของเห็ดสกุลนางรม ได้แก่ เห็นางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดภูฐาน เห็ดนางรมฮังการี และเห็ดเป๋าอื้อ โดยคาดคะเนว่าเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น เชื้ออ่อนแอ มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป หรืออากาศร้อนจัด เป็นต้น

2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหม้อน้ำเครื่องกำเนิดไอน้ำ

เครื่องกำเนิดไอน้ำหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “หม้อไอน้ำ” คือ ภาชนะที่บรรจุน้ำและให้ความร้อนกับน้ำนั้น น้ำในภาชนะบรรจุจะมีอุณหภูมิสูงและมีความดันสูง เมื่อเดือดกลายเป็นไอแล้วสามารถนำไอน้ำมาใช้ได้ (วิวัฒน์ ภัททิยธนี, 2543) ไอน้ำที่ได้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งที่ใช้ในหลายอุตสาหกรรม รวมถึงอุตสาหกรรมเกษตรและการแปรรูปอาหารหรือใช้ในการฆ่าเชื้อ

2.1. ส่วนประกอบหลักของหม้อไอน้ำ

จิรวุฒิ จิตโสภณ (2542) กล่าวถึงส่วนประกอบหลักของหม้อไอน้ำว่า หม้อไอน้ำทุกแบบถึงแม้จะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน แต่มีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนดังนี้

2.1.1 เตาหรือห้องเผาไหม้ (Furnace) หมายถึง บริเวณที่ใช้เป็นห้องเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิสูงสุดของหม้อไอน้ำ

2.1.2 ส่วนเก็บน้ำ (Water Space) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บน้ำไว้ภายในหม้อไอน้ำสำหรับให้ระเหยกลายเป็นไอ

2.1.3 ส่วนเก็บไอน้ำ (Steam Space) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บไอน้ำ โดยทั่วไปหม้อไอน้ำจะผลิตไอน้ำได้ตลอดเวลา แต่การนำไปใช้ไม่แน่นอน ดังนั้นเมื่ออัตราการนำไอน้ำไปใช้น้อยกว่าอัตราการผลิตไอน้ำ ไอน้ำส่วนที่เหลือจะถูกเก็บไว้ในส่วนเก็บไอน้ำภายในหม้อไอน้ำ ขนาดของส่วนเก็บไอน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การออกแบบหม้อไอน้ำ

2.2 การแบ่งชนิดของหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำสร้างขึ้นมาจากวัสดุประสงค์เดียวคือ ผลิตไอน้ำ แต่ไอน้ำที่ผลิตได้อาจนำมาใช้ประโยชน์ต่างกัน (จิรวุฒิ จิตโสภณ, 2542) ดังนั้นการออกแบบหม้อไอน้ำจึงมีอยู่หลายแบบตามความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน หม้อไอน้ำสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้ (วิวัฒน์ ภัททิยธนี, 2543)

2.2.1 แบ่งตามลักษณะการวางแผนแกนของเปลือกหม้อไอน้ำ นั่นคือ แกนแกนของเปลือกหม้อไอน้ำอยู่ในแนวตั้งเรียกว่า หม้อไอน้ำแบบตั้ง แกนแกนของเปลือกหม้อไอน้ำอยู่ในแนวนอน เรียกว่า หม้อไอน้ำแบบนอน

2.2.2. แบ่งตามลักษณะการใช้งาน เช่น หม้อไอน้ำที่ออกแบบใช้สำหรับรถไฟ เรียกว่า หม้อไอน้ำรถไฟ หม้อไอน้ำที่ใช้กับเรือเดินสมุทร เรียกว่าหม้อไอน้ำเรือ เป็นต้น

2.2.3 หม้อไอน้ำที่สร้างขึ้นพิเศษ เช่น หม้อไอน้ำแบบเพิ่มความร้อนโดยทางอ้อม (แบบกลายเป็นไอน้ำ 2 ตอนหรือเรียกว่าหม้อไอน้ำแบบเลิฟเลอร์) หม้อไอน้ำแบบใช้ไอเสียเป็นแหล่งความร้อน (Waste – heat boiler) หม้อไอน้ำแบบใช้วัสดุหรือใช้เชื้อเพลิง เช่น แก๊ส คากอ้อย ชีลื้อย ชังข้าวโพด เป็นต้น หม้อไอน้ำที่ใช้ของเหลวพิเศษเป็นสารตัวกลางในการรับความร้อน หรือ หม้อไอน้ำไฟฟ้า เป็นต้น

2.2.4 แบ่งตามตำแหน่งการวางเตาไฟ คือ แบบการวางเตาไฟภายในหม้อไอน้ำ และ แบบการวางเตาไฟภายนอกหม้อไอน้ำ

2.2.5 แบ่งตามน้ำหรือแก๊สร้อนที่อยู่ในท่อ การแบ่งหม้อไอน้ำแบบนี้จะพิจารณาที่ท่อ ถ้ามีน้ำอยู่ในท่อเรียกหม้อไอน้ำแบบนี้ว่า หม้อไอน้ำแบบท่อ (Water tube) ถ้าแก๊สร้อนวิ่งอยู่ในท่อเรียกว่า หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (fire tube)

ส่วนการแบ่งหม้อไอน้ำเพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียได้เหมาะสม นิยมแบ่งหม้อไอน้ำ ตามลักษณะหรือก๊าซร้อนที่อยู่ในท่อ ซึ่งจะแบ่งได้ 2 ประเภท (หม้อไอน้ำ, 2549)คือ หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (Fire Tube Boiler) และหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

2.2.5.1 หม้อไอน้ำท่อไฟ เป็นหม้อไอน้ำที่มีโครงสร้างง่าย ๆ ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ (Fire Box) ถูกส่งผ่านเข้าภายในท่อเหล็กซึ่งมีจำนวนมาก ประกอบอยู่ตามยาวของหม้อไอน้ำ ภายนอกของท่อไฟมีน้ำอยู่โดยรอบ ความร้อนจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาไหม้ จะทำให้น้ำที่อยู่รอบนอกท่อไฟและห้องเผาไหม้ร้อนและเดือดเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ ตลอดความยาวที่ไฟวิ่งผ่านตั้งแต่ห้องเชื้อเพลิงไปจนถึงปล่องควัน ซึ่งอาจแบ่งได้ดังนี้

- หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายนอก ลักษณะภายในตัวหม้อไอน้ำ ซึ่งตั้งเกือบขนานกับแนวราบจะเป็นห้องเผาไหม้ ก่อด้วยอิฐทนไฟ แก๊สเผาไหม้ให้ความร้อนกับส่วนล่างของตัวหม้อไอน้ำจะผ่านเข้าไปยังท่อไฟและวกออกมาให้ความร้อนกับด้านข้างของตัวหม้อไอน้ำอีกด้วย ปลายทั้งสองข้างของท่อไฟก็ประกอบเข้ากับแผ่นหัวท้าย โดยใช้เครื่องมือขยายปลายท่อ เนื่องจากแผ่นหัวท้ายใช้เหล็กแผ่นแบนส่วนบนจึงต้องยึดแข็งแรงไว้ด้วยก๊สเช็ทสะเต ในจำนวนกลุ่มท่อไฟจะมีท่อบางท่อที่หนากว่าปกติ ทำหน้าที่เป็นท่อสะเตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่ส่วนนี้ท่อสะเตจะยึดกับแผ่นหัวท้ายด้วยแป้นเกลียว ที่ส่วนล่างสุดจะมีแท่งสะเตช่วยเสริมความแข็งแรงตัวหม้อไอน้ำจะเอียงเทหลังเล็กน้อย และมีท่อพ่นทิ้งติดใกล้ๆ กับแผ่นท้าย

- หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบเผาไหม้ภายใน หม้อไอน้ำแบบนี้ ห้องเผาไหม้สร้างอยู่ภายในตัวหม้อไอน้ำ ไม่จำเป็นต้องมีทางไฟภายนอก ซึ่งทำด้วยอิฐทนไฟ จึงติดตั้งได้ง่ายเหมาะสมสำหรับใช้ในโรงงาน หม้อไอน้ำแบบนี้มีแบบซึ่งเรียกว่า หม้อไอน้ำแบบหัวรถจักรไอน้ำ และแบบที่ติดตั้งอยู่กับที่เรียกว่า Kewanee Boiler เป็นแบบมีห้องเผาไหม้รูปกล่องสี่เหลี่ยม (Fire Box) และกลุ่มท่อไฟหม้อไอน้ำแบบนี้มีแบบซึ่งแก๊สเผาไหม้จากห้องเผาไหม้ผ่านกลุ่มท่อมายังห้องควัน (Smoke Box) แล้วปล่อยออกสู่ภายนอก เรียกว่า “แบบไฟทางเดียว” ส่วนแบบแก๊สเผาไหม้ไหลกลับผ่านกลุ่มท่อส่วนบนมายังด้านหน้าของหม้อไอน้ำ เรียกว่า “แบบไฟวนกลับ”

- หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบสำเร็จรูป หรือแพคเกจจ (Package Boiler) เป็นหม้อไอน้ำแบบท่อไฟชนิดเผาไหม้ภายในที่ทำการสร้างสำเร็จมาจากโรงงาน มีการออกแบบโครงสร้างแข็งแรง มีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหม้อไอน้ำครบ จึงมีความสะดวกในการนำมาติดตั้งใช้งานหม้อไอน้ำชนิดนี้ มีการนำมาใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น เชื้อเพลิงใช้ได้เหมาะสมกับหม้อไอน้ำแบบนี้เช่น น้ำมันเตาและก๊าซธรรมชาติ

- หม้อไอน้ำแบบท่อไฟแบบยื่น เป็นหม้อไอน้ำแบบท่อไฟชนิดเผาไหม้ภายใน ตอนล่างเป็นห้องเผาไหม้หรือห้องไฟ (Fire Box) ตอนบนเป็นตัวหม้อไอน้ำแนวตั้ง ดังนั้นจึงใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยและไม่ต้องก่ออิฐ แต่เนื่องจากไม่สามารถสร้างให้มีพื้นที่ผิวหน้าความร้อนมาก

ได้ จึงทำได้แต่เฉพาะหม้อไอน้ำขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพต่ำ มี 2 แบบคือ แบบท่อขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แวนอน และแบบท่อไฟหลายท่อแบบท่อขวางแวนอน ในห้องเผาไหม้มีท่อต่อเป็นทางน้ำในแวนอนจำนวน 1-6 ท่อ การสร้างเป็นท่อขวางแวนอน (Cross Tube) นี้ ทำให้มีพื้นที่นำความร้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ก็เป็นการเสริมความแข็งแรงของห้องไฟด้วย น้ำป้อนหม้อไอน้ำจะถูกส่งเข้าทางตอนล่าง ส่วนท่อไอน้ำส่งออกมีรูปเป็นตัวยู (U) ต่อจากฝาบนออกที่ข้างๆ ตัวหม้อไอน้ำ เนื่องจากที่ก้นหม้อไอน้ำจะมีตะกอนหรือตะกรัน เพื่อหลีกเลี่ยงการร้อนจัดของส่วนนี้ จึงสร้างตะแกรงไฟให้สูงกว่าระดับก้นเล็กน้อย เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวนำความร้อนของหม้อไอน้ำประเภทนี้ จึงมีการสร้างท่อไฟเพิ่มขึ้นเป็นแบบท่อไฟหลายท่อที่ตอนบนของห้องไฟและที่ตัวหม้อไอน้ำจะมีท่อไฟหลายท่อติดอยู่

2.2.5.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ หม้อไอน้ำประเภทนี้ การสร้างมีบางอย่างที่แตกต่างกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟคือ จัดทำให้น้ำภายในหม้อไอน้ำแยกลงมาอยู่ในหม้อท่อน้ำ และภายนอกของท่อเหล่านี้ได้รับความร้อนจากเปลวไฟจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงตลอดทางที่ไฟผ่านหม้อท่อน้ำ หม้อไอน้ำประเภทท่อน้ำ เป็นหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ความดันไอน้ำตั้งแต่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป และสามารถผลิตไอน้ำได้มาก ไอน้ำที่ผลิตได้ส่วนมากจะเป็นไอน้ำร้อนจัด (Superheated Steam) ใช้กับเครื่องกังหันไอน้ำ (Power Plant) โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานทำน้ำมันปาล์ม เรือเดินทะเล ฯลฯ โดยหลักการแบ่งหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำดังกล่าว มีหลักการแบ่งที่นิยมและสะดวกในการแบ่งชนิดมักใช้พิจารณาการไหลหมุนเวียนของน้ำในท่อ ซึ่งการแบ่งลักษณะนี้ สามารถแบ่งหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำได้ 3 ประเภท คือ

- หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ หม้อไอน้ำประเภทนี้ การหมุนเวียนของน้ำในหม้อไอน้ำเกิดจากการพาความร้อนตามธรรมชาติ ดังนั้น ความดันของไอน้ำที่ผลิตออกมาจะไม่ถึง 200 บาร์ เนื่องจาก น้ำหมุนเวียนธรรมชาติมีขีดจำกัด โครงสร้างของเตาออกแบบได้ง่าย และสามารถขยายหรือออกแบบได้อิสระ แต่ออกแบบภาระความร้อน (Heat Load) หรือพื้นที่ผิวนำความร้อนที่ติดตั้งในเตาไฟต้องเผื่อความปลอดภัยไว้ให้มากพอ

- หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนบังคับ หม้อไอน้ำแบบนี้ การหมุนเวียนของน้ำในหม้อไอน้ำใช้ปั๊มน้ำเป็นตัวทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำในหม้อไอน้ำ ข้อดีของหม้อไอน้ำชนิดนี้ที่ดีกว่าหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนธรรมชาติคือ อัตราการหมุนเวียนของน้ำไม่มีผล

มากนักในการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับความร้อน/ความสูงของหม้อไอน้ำ หรือการเปลี่ยนความดันใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ แต่หม้อไอน้ำชนิดนี้ก็มีข้อยุ่งยากมากขึ้น เกี่ยวกับตัวปั๊มน้ำที่ต้องนำมาติดตั้งเพื่อใช้งานที่อุณหภูมิและความดันสูง

- หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ และแบบหมุนเวียนบังคับ น้ำที่หมุนเวียนเข้าหม้อไอน้ำจะไม่สามารถผลิตออกเป็นไอน้ำได้ที่เดียวหมด โดยปกติหม้อไอน้ำทั้งสองแบบนี้ น้ำที่ส่งเข้าหมุนเวียนในหม้อไอน้ำจะต้องมีอัตราประมาณ 4-10 เท่าของขนาดกำลังผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ เพื่อให้อัตราการผลิตไอน้ำได้ปริมาณคงที่อยู่เสมอ หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียน จึงต้องใช้พื้นผิวนำความร้อนแบบให้น้ำหมุนเวียน ส่วนหม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านเลย พื้นที่ทำความร้อนสำหรับการอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำการผลิตไอน้ำ และการคงไอน้ำ ต้องมีท่อผลิตไอน้ำที่มีพื้นผิวนำความร้อนเพียงพอต่อการผลิตไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านครั้งเดียว หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลเลยจะไม่มีถังน้ำกับไอน้ำ (Drum)

2.3 ข้อดีและข้อเสียของหม้อไอน้ำ

วิวัฒน์ ภัททิยธนี (2543) ได้กล่าวถึงหม้อไอน้ำแบบท่อไฟและแบบท่อน้ำว่า ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียบางลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การจะพิจารณาเลือกใช้หม้อไอน้ำประเภทใด ควรจะต้องพิจารณาลักษณะงานที่จะนำหม้อไอน้ำไปใช้ว่ามีลักษณะเหมาะสมกับหม้อไอน้ำแบบ ก็จะได้รับประโยชน์จากการใช้หม้อไอน้ำแบบนั้นได้มาก

2.3.1 ข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

2.3.1.1 โดยที่น้ำอยู่นอกท่อไฟ และมีปริมาตรมากจึงทำให้หม้อไอน้ำแบบน้ำไม่สั่นหรือไม่สะเทือนได้ง่ายขณะปฏิบัติงาน แม้ว่าอัตราใช้น้ำอาจจะไม่สม่ำเสมอตลอดเวลา หรืออัตราการเผาไหม้ไม่คงที่สม่ำเสมอก็ตาม หม้อไอน้ำแบบท่อไฟจึงง่ายต่อการใช้งานและแน่นอนมาก เหตุผลก็คือ เมื่อหม้อไอน้ำมีน้ำบรรจุอยู่ด้วยปริมาณมากๆ จึงเท่ากับเป็นการสะสมพลังงานเป็นจำนวนมาก พลังงานจำนวนมากนี้จะอยู่ในรูปของความดันและอุณหภูมิ เมื่อใช้น้ำไปความดันก็ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมาก

2.3.1.2 ราคาถูก ดังนั้น ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จึงใช้หม้อไอน้ำแบบท่อไฟเป็นส่วนใหญ่

2.3.1.3 ไม่ต้องใช้น้ำเลี้ยงที่มีคุณภาพดีนัก เพราะตะกอนเกาะอยู่ที่ผิวนอกของท่อทำความสะดวกง่ายจึงเท่ากับเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำในบางแห่งใช้น้ำที่ผ่านการกรองเท่านั้นก็ได้

2.3.2 ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ

2.3.2.1 การเริ่มติดเตาชนิดนี้กินเวลานาน เพราะมีน้ำบรรจุอยู่มากกินเวลาเป็นชั่วโมงๆ กว่าจะได้อุณหภูมิและความดันที่ต้องการ

2.3.2.2 เมื่อเทียบน้ำหนักต่อจำนวนไอน้ำทั้งหม้อไอน้ำแบบท่อไฟกับหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ หม้อไอน้ำแบบท่อไฟจะหนักกว่า

2.3.2.3 ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Efficiency) ไม่ได้เท่าที่ควร เพราะการถ่ายเทความร้อนไม่ได้ใช้การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ให้เป็นประโยชน์เพียงพอ

2.3.2.4 ในกรณีเกิดระเบิดจะมีอันตรายมาก เพราะมีทั้งน้ำร้อนและไอน้ำจำนวนมากสะสมอยู่ใน

2.3.2.5 หม้อไอน้ำแบบท่อไฟไม่สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงๆ ได้เกิน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพราะพื้นที่ของผิวน้ำที่สัมผัสกับไอน้ำมีมาก ไอน้ำจึงอยู่ในรูปไอน้ำอิ่มตัว (Saturated Steam)

2.3.3 ข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

2.3.3.1 การไหลเวียนของน้ำกระทำได้ดี โดยธรรมชาติ เนื่องจากการจัดวางท่อจะอยู่ในลักษณะเป็นวงจรร เมื่อการไหลเวียนดีการถ่ายความร้อนก็ดีด้วย

2.3.3.2 การถ่ายเทความร้อน ด้วยการแผ่รังสีกระทำได้ดี

2.3.3.3 ใช้เวลาสั้นในการเริ่มจุดเตา

2.3.3.4 สามารถผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงๆ ได้

2.3.3.5 เมื่อเกิดการระเบิดจะระเบิดเพียงท่อเดียวหรือสองท่อ ซึ่งเท่ากับการลดอันตรายลง

2.3.4 ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ

2.3.4.1 ราคาแพงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2. ทำความสะอาดลำบาก

2.3.4.3. เมื่อมีการใช้งานที่ต้องการความดันไม่คงที่ ใอน้ำก็จะไม่คงที่ด้วย

2.3.4.4. ต้องใช้น้ำเลี้ยงที่มีคุณภาพที่ดีคือ ต้องใช้น้ำอ่อนมากๆ น้ำที่ใช้จึงมีราคาแพงและยังอาจพบปัญหาการกำจัดน้ำเสียอีกด้วย

2.4 ลักษณะหม้อไอน้ำที่ดี

หม้อไอน้ำแต่ละแบบแต่ละชนิด มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ดังนั้นการเลือกหม้อไอน้ำควรคำนึงถึงความต้องการใช้งานด้วย หม้อไอน้ำที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ (จิรวุฒิ จิตโสภณ, 2542)

2.4.1. มีโครงสร้างแบบง่ายๆ แต่มีความแข็งแรง และถูกหลักวิศวกรรม

2.4.2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน

2.4.3. มีอุปกรณ์ที่ใช้เป็นชนิดกับหม้อไอน้ำโดยตรง

2.4.4. ได้รับการออกแบบให้มีการถ่ายเทความร้อน และการไหลเวียนของน้ำดี

2.4.5. มีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนมาก

2.4.6. สามารถทำการตรวจ ทดสอบ และซ่อมแซมทุกส่วนของหม้อไอน้ำได้

2.4.7. เตาหรือห้องเผาไหม้ มีพื้นที่เพียงพอที่จะให้การเผาไหม้สมบูรณ์

2.4.8. มีส่วนเก็บไอน้ำมาก

2.5 ระบบเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ

การส่งเชื้อเพลิงเข้าเตาเพื่อทำการเผาไหม้เชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ว่าเป็นอย่างไร ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ (หม้อไอน้ำ, 2549)

2.5.1. เชื้อเพลิงแข็ง (Solid fuel) เช่น พวกลถอบ ฟืน การส่งเชื้อเพลิงเข้าเตาเผาไหม้ อาจใช้คนโกยหรือใช้สายพาน (Stoker) ในระบบการเผาไหม้แบบนี้ ภายในเตาต้องมีตะกรับ (Grate) หรือสายพานเพื่อเป็นที่วางเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้ อากาศจะเข้าทางใต้ตะกรับหรือสายพานเพื่อทำการเผาไหม้

2.5.2. เชื้อเพลิงผง (Pulverized fuel) เช่น ถ่านหินผง เชื้อเพลิง จะถูกลำเลียงด้วยอากาศชั้นต้น (Primary air) มารวมกับอากาศชั้นสอง (Secondary air) ที่หัวฉีด (Burner) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวฉีดจะทำหน้าที่พ่นเชื้อเพลิงพร้อมอากาศเข้าไปเผาไหม้ในเตาของหม้อไอน้ำระบบการเผาไหม้เป็นแบบลอยตัว

2.5.3 เชื้อเพลิงเหลว (Liquid fuel) เช่น น้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซลจะต้องใช้หัวฉีดเป็นตัวพ่นน้ำมันให้เป็นละอองรวมกับอากาศเข้าเตา เพื่อจะลุกไหม้ได้ง่าย หัวฉีดน้ำมันมีหลายแบบ ดังนี้

2.5.3.1 แบบใช้ลมหรือไอน้ำสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Atomizer)

2.5.3.2 แบบใช้ความดันของน้ำมันสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Nozzle)

2.5.3.3 แบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางสเปรย์น้ำมันให้เป็นฝอย (Rotary Cup) การใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง จะต้องมีเครื่องอุ่นน้ำมัน (Oil Heater) ซึ่งเครื่องอุ่นน้ำมันจะให้ความร้อนที่ได้มาจากไอน้ำหรือไฟฟ้าอุ่นน้ำมันเตาให้ความหนืดน้อยลง เพื่อสะดวกต่อการส่งน้ำมันเข้าหัวฉีดและทำให้การฉีดน้ำมันเป็นฝอยดีขึ้น

2.5.4 เชื้อเพลิงก๊าซ (Gas fuel) เช่น ก๊าซธรรมชาติ หัวฉีดจะพ่นก๊าซเชื้อเพลิงเข้าสู่เตา เพื่อรวมกับอากาศและเกิดการเผาไหม้ต่อไป นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้การลำเลียงเชื้อเพลิงป้อนเข้าเตาเผาไหม้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำในระบบเชื้อเพลิงและการเผาไหม้ ต้องมีอุปกรณ์ดังนี้

2.5.4.1 พัดลม (Fan) จะทำหน้าที่ป้อนอากาศเข้าห้องเผาไหม้พัดลมที่ใช้กับหม้อไอน้ำโดยทั่วไป แบ่งได้ 2 แบบ คือ พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fan) และ พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan) หม้อไอน้ำส่วนใหญ่ จะใช้พัดลมแบบแรงเหวี่ยง

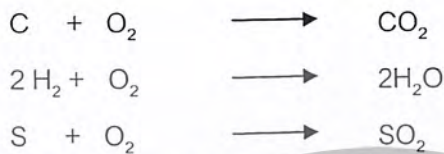
2.5.4.2 กระจกดูการเผาไหม้ (Deep Hole) ใช้สำหรับดูการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและทราบทิศทางของเปลวไฟ เพื่อจะได้ปรับแต่งเชื้อเพลิงกับอากาศให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสม

2.6 การเผาไหม้

การเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาเคมีประเภทหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างสารต่าง ๆ กับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารประกอบของออกซิเจน (ออกไซด์) ซึ่งในการเกิดปฏิกิริยาเคมีนี้ จะให้ความร้อนออกมา โดยทั่วไปเชื้อเพลิงจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน

(H₂), ออกซิเจน (O), ซัลเฟอร์ (S), ไนโตรเจน (N), น้ำ H₂O และถ่าน (การเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ, 2552)

ในกรณีที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอจะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะได้สมการดังนี้ (ชนิดชัยกุลรวานิชพงษ์, 2547)



สำหรับกรณีที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ดังสมการ



2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมชาย ไทยทัตกุล (2543) ได้ทำการออกแบบและสร้างหม้อไอน้ำสำหรับเพาะเห็ดขึ้น โดยเรียกหม้อไอน้ำดังกล่าวว่า หม้อต้มน้ำสตีมน้ำแบบรวดเร็ว หรือ ชาวบ้านเรียกว่าสตีมฟิงพาตัวเอง ซึ่งลักษณะโครงสร้างทำด้วยเหล็กแผ่นเหล็มนยาว 122.5 เซนติเมตร ปล่อยข้างว่าง 2 ข้าง ชั้นล่างปล่อยทะลุถึงกัน คล้ายกับการสวมหมวกให้น้ำ ภายในต้เหล็มนเหล็กนี้ มีเหล็กโค้งคล้ายอุโมงค์เชื่อมติดอยู่ภายใน เปิดช่องว่างด้านข้างเพื่อบรรจุน้ำ ได้เหล็กโค้งคล้ายอุโมงค์นี้เป็นที่วางหัวเผาหอยโข่ง เป็นตัวฉีดเชื้อเพลิง ความยาวหัวเตาสั้นกว่าหม้อต้มเล็กน้อย ส่วนท้ายของหม้อต้มทำปล่องอากาศ เรียกว่า ปล่องไฟ ขนาดสูง 30 เซนติเมตร เชื่อมติดกับหม้อต้มตรงจุดหัวเตาเชื้อเพลิง ที่วางอยู่ชั้นล่างพอดี ส่วนหัวด้านบนของหม้อต้มทำเหล็กกล่องใส่น้ำบรรจุได้ 30 ลิตร เป็นน้ำสำรองหยดหล่อเลี้ยงที่ต้มระเหยออก ส่วนหัวด้านล่างช่องอุโมงค์เป็นที่สอดใส่หัวเตาเข้าไป ปลายท้ายหัวเตามีรูต่อเข้ากับท่อเชื้อเพลิง และส่วนบนของเหล็กฝาปิดหม้อต้มจะเจาะรูทางเดินไอน้ำ 2 รู เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร เชื่อมติดกับหม้อต้มน้ำเพื่อเป็นทางเดินของไอน้ำออกมาต่อเข้ากับท่อเพื่อเป็นทางเดินของไอน้ำออกมา

ธนินทร์ เรืองรุ่งชัยกุล (2543) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเตาเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน ด้วยเครื่องกำเนิดไอน้ำแบบถังเหล็กทรงสูง มีทั้งทรงกระบอกและทรงเหล็มน

ตรงกลางเจาะรูทะลุตลอดความสูงเพื่อให้แก๊สร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทางด้านล่างไหลผ่าน และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ มีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 30 เปอร์เซ็นต์

ธนิตน์ เรืองรุ่งชัยกุล (2545) ได้พัฒนาเตาผลิตไอน้ำสำหรับการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน ประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนเตาเผาไหม้ และ ส่วนของตัวหม้อน้ำ ซึ่งทั้ง 2 ส่วนได้ทำเป็นชิ้นเดียว โครงสร้างส่วนของหม้อต้มน้ำจะอยู่ด้านนอก ซึ่งสร้างเห็นเปลือกหุ้มส่วนของเตาเผาไหม้ที่ติดตั้งอยู่ด้านใน ส่วนของเตาเผาไหม้ที่ใช้เป็นแหล่งความร้อนของหม้อไอน้ำเป็นแบบเตาแก๊สชีวมวล ซึ่งสามารถทำงานได้ต่อเนื่องประมาณ 1 ชั่วโมงต่อการบรรจุเชื้อเพลิงเต็มถังเชื้อเพลิง (ใส่ฟืนได้ประมาณ 40 กิโลกรัม) ซึ่งเตาที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่นี้ไม่ต้องใช้พัดลมหยอชิงเพื่อเพิ่มปริมาณอากาศให้พอเพียงต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิง และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 45 เปอร์เซ็นต์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551) ได้มีการปรับปรุงดำเนินการศึกษาพัฒนารูปแบบเตาที่ก่อก่อนเชื้อเพลิงประสิทธิภาพสูงและระบบนึ่งก่อก่อนเชื้อเพลิงใหม่เป็นหม้อต้มผลิตไอน้ำ ชนิดท่อไฟในตัว นอนในแนวราบ ให้ทางไฟที่เผาไหม้เป็น 2 กลีบ โดยหม้อต้มผลิตไอน้ำ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ยาว 115 เซนติเมตร บรรจุน้ำได้ 200 ลิตร ส่วนตัวเตา มีขนาดกว้าง 130 เซนติเมตร ยาว 170 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้เป็นอิฐมอญก่อด้วยดินเหนียวผสมทรายและแกลบ ผิวด้านนอกฉาบด้วยปูนซีเมนต์ผสมทราย โดยที่มีขนาดห้องเผา 0.18 ลูกบาศก์เมตร สามารถนำไอน้ำที่ผลิตได้ไปอบนึ่งก่อก่อนเชื้อเพลิงในตู้อบขนาด 2.3 ลูกบาศก์เมตร ที่หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนทำให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้นกว่าเดิมเป็น 45% ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืนไม่น้อยกว่า 50% ลดระยะเวลาในการนึ่ง มีอายุการใช้งาน และมีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

ลือพงษ์ ลือนาม (2552) ได้พัฒนาเตาผลิตไอน้ำสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ด โดยสร้างเตาจากอิฐมอญก่อเป็นผนังเตาและใช้ถังขนาด 200 ลิตรวางไว้ด้านบนของเตาเพื่อเป็นหม้อต้มน้ำ ลักษณะของการเผาไหม้จะคล้ายคลึงกับเตาที่ใช้เผาถ่าน ซึ่งคุณสมบัติพิเศษนอกจากจะสามารถผลิตไอน้ำไว้ใช้ในโรงเรือนได้อย่างเพียงพอโดยใช้เชื้อเพลิงจากวัสดุในธรรมชาติ คือ ไม้ฟืน 100 กิโลกรัม เมื่อผ่านกระบวนการเผาในเตาจนแล้วเสร็จก็จะได้ถ่านไม้ ประมาณ 25 กิโลกรัม แล้วยังได้ถ่านและน้ำส้มควันไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาและทดสอบบรรลุตามวัตถุประสงค์จึงได้กำหนดแนวทางการทดสอบ คือ การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว และการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

3.1 การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น

การศึกษาทดสอบการเผาไหม้ของก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วเพื่อหาค่าการผลิตไอน้ำ โดยจะทำการทดสอบการเผาไหม้กับเตาที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร แบบเปิดปิดฝาได้ ซึ่งโครงสร้างเตาสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้ ตัวเตาเผา หม้อต้มผลิตไอน้ำ ตะแกรงใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง และฝาปิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ตัวเตาเผาเป็นถัง 200 ลิตรแบบเปิดปิดฝาบน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 เซนติเมตร สูง 92 เซนติเมตร ตัวเตาเผาจะแบ่งเป็น ช่องใส่ไม้ฟืนเชื้อไฟ อยู่ด้านล่างสุดของถัง 200 ลิตร มีความสูง 15 เซนติเมตร ความกว้าง 25 เซนติเมตร และยื่นออกมาจากเตา 16 เซนติเมตร ช่องใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงอยู่เหนือขึ้นไปจากช่องใส่ไม้ฟืนเชื้อไฟ 2 เซนติเมตร มีความสูง 15 เซนติเมตร กว้าง 25 เซนติเมตร เท่ากับช่องใส่ไม้ฟืนเชื้อไฟ แต่ยื่นออกมา 9 เซนติเมตร ส่วนช่องที่ใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นมีความกว้าง 15 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร และที่ใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงที่อยู่ด้านบนอยู่ต่ำลงมาจากขอบถัง 5 เซนติเมตร มีความสูง 15 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร ส่วนช่องใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร

3.1.2 หม้อต้มผลิตไอน้ำ ใช้ถังขนาด 50 ลิตร มีความเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตร สูง 65 เซนติเมตร เป็นถังที่สามารถนำไปวางในเตาเผาได้ ด้านบนของหม้อต้มผลิตไอน้ำได้เจาะใส่ท่อขนาด 4 นิ้ว ที่เป็นทางออกของไอน้ำ และตัดให้โค้งยื่นออกมาจากถังสูง 15 เซนติเมตรและยาว 35 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ตะแกรงใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นตะแกรงเหล็ก เชื่อมเป็นวงกลมเข้ากับรูปของเตา มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ขาตะแกรงด้านหน้าสูง 15 เซนติเมตร ขาด้านหลังสูง 28 เซนติเมตร ต่อขึ้นไปเป็นฐานวงกลมสำหรับวางหม้อต้มผลิตไอน้ำ มีความสูงจากตะแกรง 20 เซนติเมตร ฐานมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร

3.1.4 ฝาปิด เป็นฝาของถัง 200 ลิตร เจาะรูเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 เซนติเมตร ใช้สำหรับครอบหม้อต้มผลิตไอน้ำ โดยให้ห่างจากขอบฝา 6 เซนติเมตร เพื่อจะทำเป็นช่องทางออกของควันท่อ ช่องทางออกของควันท่อทางจากแผ่นเหล็กเจาะลงไปบนฝา ลึก 60 เซนติเมตร และสูงขึ้นมา 20 เซนติเมตร มีความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 เตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น

3.1.5 การทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นดังนี้

วัสดุอุปกรณ์

1. ก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว
2. ถังน้ำมัน 200 ลิตร
3. ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร
4. วัสดุในการจุดไฟ เช่น กิ่งไม้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นาฬิกาจับเวลา
6. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และแบบธรรมดา
7. เครื่องวัดอุณหภูมิ
12. พัดลม

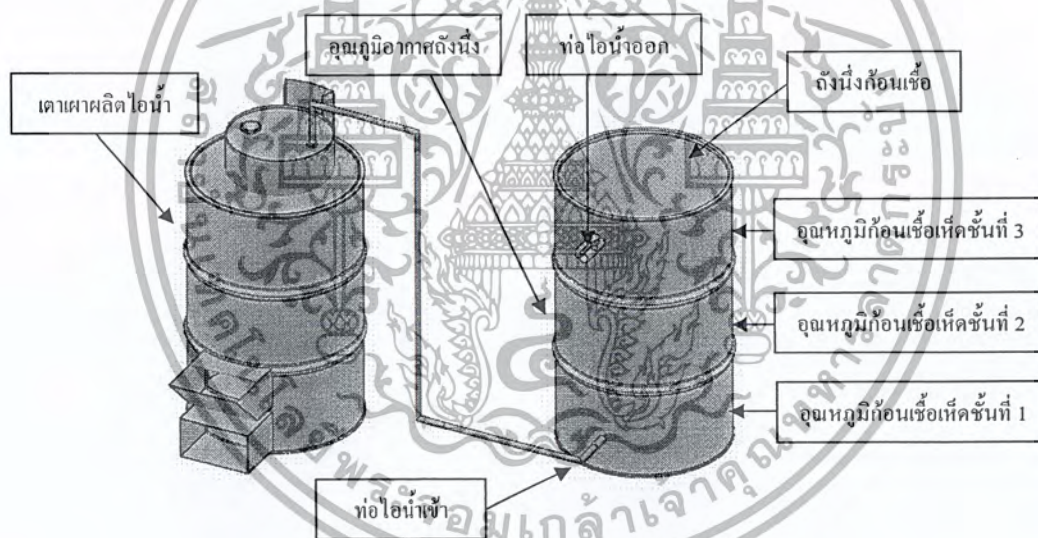
วิธีดำเนินการทดสอบดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ และตรวจเช็คสภาพเตาให้พร้อมใช้งาน
2. ใส่ตะแกรงลงไปในเตาเผา วางถึงตม้น้ำลงไปบนตะแกรง และเติมน้ำลงไป
ถึงตม้น้ำ พร้อมกับการบันทึกน้ำหนัก
3. ใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วลงในเตาจนเต็มแล้วปิดฝาให้สนิท บันทึกน้ำหนัก
4. ต่อสายวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิจำนวน 5 จุด ได้แก่ อุณหภูมิ
สภาพอากาศ ห้องเผาใหม่ที่เป็นช่องใส่ฟืน ห้องเผาใหม่ที่เป็นช่องใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว หลัง
เตา อุณหภูมิไอน้ำ ตามลำดับ โดยทำการวัดทุกๆ 5 นาที
5. ชั่งน้ำหนักไม้ฟืนกับก้อนเชื้อเห็ด และสุ่มตัวอย่างไม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง
โดยการตัดท่อนละ 1 ตัวอย่าง ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง และสุ่มตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงที่
ใช้ในการทดลอง โดยการเลือกส่วนที่อยู่กึ่งกลางของก้อนเชื้อเห็ดก้อนละ 1 ตัวอย่าง ทั้งหมด 10
ตัวอย่าง เพื่อนำมาหาค่าความชื้น แล้วบันทึกผล
6. เริ่มจุดเตา และเติมไฟเชื้อเพลิงหน้าเตาและก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง
เรื่อยๆ
7. หลังจากนั้นสังเกตลักษณะของไอน้ำตั้งแต่เริ่มเกิดจนถึงสิ้นสุดการทดลองเป็น
เวลา 8 ชั่วโมง บันทึกเวลา ทิ้งเตาไว้ 1 คืน
8. ทำการชั่งน้ำหนักไม้ฟืนเชื้อไฟ ปริมาณน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ด และปริมาณน้ำที่
เหลืออยู่ภายในหม้อต้ม บันทึกผล
9. ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 8 จนครบทั้ง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

การออกแบบถังนึ่งก้อนเชื้อเห็ดชุดทดสอบ ได้แนวความคิดของเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ดแบบลูกทุ่งมาประยุกต์ซึ่งใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เพราะเป็นภาชนะที่หาซื้อได้ง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก ถังนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเป็นถัง 200 ลิตร ที่สามารถเปิดฝาบนได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 58 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร ด้านล่าง ต่อท่อเหล็กขนาด 6 นิ้ว เป็นท่อที่ให้ไอน้ำเข้าไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ด ส่วนด้านบนมีเหล็กขนาด 6 นิ้ว เป็นช่องระบายของไอน้ำออกเช่นกัน (ดังภาพที่ 2) และในถังใส่ตะแกรงสำหรับใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่จะนึ่ง ทำจากเหล็กเส้นกลม ดัดเป็นวงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ซึ่งฐานสามารถวางก้อนเชื้อเห็ดได้ มีทั้งหมด 3 ชั้น



ภาพที่ 2 เตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

3.2.1 การทดสอบของเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วดังนี้

วัสดุอุปกรณ์

1. ก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว
2. ถังน้ำมัน 200 ลิตร
3. ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร
4. วัสดุในการจุดไฟ เช่น กิ่งไม้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นาฬิกาจับเวลา
6. ตาชั่งน้ำหนัก
7. เครื่องวัดอุณหภูมิ
12. พัดลม
13. ถังนึ่งก้อนเชื้อเห็ด
14. ก้อนเชื้อเห็ด
15. เชื้อเห็ด

วิธีดำเนินการทดสอบดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ และตรวจเช็คสภาพเตาให้พร้อมใช้งาน
2. ใส่ตะแกรงลงไปในเตาเผา วางถังต้มน้ำลงไปบนตะแกรง และเติมน้ำลงไป ถังต้มน้ำ พร้อมกับการบันทึกน้ำหนัก
3. ใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วลงในเตาจนเต็มแล้วปิดฝาให้สนิท พร้อมกับการบันทึกน้ำหนัก
4. เรียงก้อนเชื้อเห็ดที่จะนึ่งลงบนตะแกรงหนึ่งให้เต็มทั้งครบทั้งสามชั้น แล้วนำมาวางในถังน้ำที่เตรียมไว้ ซึ่งแต่ละชั้นจะใส่สายวัดอุณหภูมิให้อยู่กึ่งกลางของก้อนเชื้อเห็ด ชั้นละ 1 ก้อน ทั้งหมด 3 ชั้น และสายวัดอุณหภูมิถึงอีกหนึ่งสาย แล้วเปิดฝาดังนี้ให้สนิท
5. ต่อสายวัดอุณหภูมิเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิจำนวน 8 จุด ได้แก่ อุณหภูมิสภาพอากาศ ห้องเผาไหม้ที่เป็นช่องใส่ฟืน ห้องเผาไหม้ที่เป็นช่องใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว หลังเตา อุณหภูมิไอน้ำในถังน้ำ ชั้นนึ่งก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ตามลำดับ (ดังภาพที่ 3) โดยทำการวัดทุกๆ 5 นาที
5. ชั่งน้ำหนักไม้ฟืนกับก้อนเชื้อเห็ด และสุ่มตัวอย่างไม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง โดยการตัดท่อนละ 1 ตัวอย่าง ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง และสุ่มตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง โดยการเลือกส่วนที่อยู่กึ่งกลางของก้อนเชื้อเห็ดก้อนละ 1 ตัวอย่าง ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง เพื่อนำมาหาค่าความชื้น แล้วบันทึกผล
6. เริ่มจุดเตา และเติมไฟเชื้อเพลิงหน้าเตาและก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

เรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากนั้นสังเกตลักษณะอุณหภูมิของไอน้ำตั้งแต่เริ่มเกิดจนในก้อนเชื้อมีอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จึงหยุดการทดลอง บันทึกเวลา ทั้งหมดไว้ 1 คืน

8. ทำการชั่งน้ำหนักไม้พินเชื้อไฟ ปริมาณน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ด และปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ภายในหม้อต้ม บันทึกผล

9. ดำเนินการเขี่ยเชื้อเห็ดจนครบทุกถุง

10. สังเกตการเดินของเชื้อเห็ด บันทึกผล

11. ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 10 จนครบทั้ง 3 ซ้ำ

3.3 การศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการนำข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาดทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อหาคุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดและความสามารถในการผลิตไอน้ำ โดยสามารถแยกเป็นส่วนคือ

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาคุณสมบัติของก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว โดยนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสิ่งต่างๆ ซึ่งสรุปวิจารณ์ผล แสดงเป็นตาราง และกราฟ ดังนี้

1) การหาค่าความชื้นของไม้พินเชื้อไฟ เพื่อทำให้ทราบถึงความชื้นของไม้พินเชื้อไฟที่นำมาทดสอบ ดังสมการ

$$\text{ค่าความชื้นของไม้พินเชื้อไฟ (\%ฐานเปียก)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)}} \times 100$$

2) การหาค่าความชื้นของก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้ว เพื่อทำให้ทราบถึงความชื้นที่มีอยู่ของก้อนเชื้อเห็ดที่นำมาทดสอบ ดังสมการ

$$\text{ค่าความชื้นของก้อนเชื้อเห็ด (\%ฐานเปียก)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)}} \times 100$$

3) การหาปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด เพื่อทำให้ทราบเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ได้ใช้ในการต้มน้ำ ซึ่งเชื้อเพลิงที่ให้ไว้ 2 ชนิด ได้แก่ ไม้พินกับก้อนเชื้อเห็ด ดังสมการ

$$\text{เชื้อเพลิงทั้งหมด (กิโลกรัม)} = \text{ปริมาณไม้พิน (กิโลกรัม)} + \text{ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด (กิโลกรัม)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงในการเผา เพื่อหาน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการต้มน้ำใน 1 ชั่วโมง ได้ใช้เชื้อเพลิงไปเท่าไร ดังสมการ

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} = \frac{\text{เชื้อเพลิงทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด (ลิตร)}}$$

5) การหาอัตราการใช้ก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง เพื่อหาจำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงว่าใช้ไปทั้งหมดกี่ก้อนในการเผาต้มน้ำใน 1 ชั่วโมง ดังสมการ

$$\text{อัตราการใช้ก้อนเชื้อเห็ด (ก้อน/ชั่วโมง)} = \frac{\text{อัตราก้อนเชื้อเห็ดทั้งหมด (ก้อน)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด (ชั่วโมง)}}$$

6) การหาอัตราการใช้เชื้อเพลิง เพื่อหาอัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงระหว่างไม้ฟืนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วที่นำมาเป็นเชื้อเพลิง ดังสมการ

$$\text{อัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิง} = \frac{\text{ปริมาณไม้ฟืนทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{ปริมาณก้อนเชื้อทั้งหมด (กิโลกรัม)}}$$

7) การหาเวลาในการผลิตไอน้ำ เพื่อหาเวลาในการผลิตไอน้ำ ดังสมการ
ระยะผลิตไอน้ำ (ชั่วโมง) = เวลาเริ่มเกิดไอน้ำออก (ชม.) - เวลาหยุดการเกิดไอน้ำ (ชม.)

8) การหาปริมาณไอน้ำที่ผลิต เพื่อหาปริมาณน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอน้ำ ดังสมการ

$$\text{ปริมาณไอน้ำที่ผลิต (ลิตร)} = \text{ปริมาณไอน้ำเริ่มต้น (ลิตร)} - \text{ปริมาณไอน้ำที่เหลือ (ลิตร)}$$

9) การหาอัตราการผลิตไอน้ำ เพื่อหาปริมาณไอน้ำที่ผลิตใน 1 ชั่วโมง สามารถผลิตไอน้ำได้กี่ลิตร ดังสมการ

$$\text{อัตราการผลิตไอน้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)} = \frac{\text{ปริมาณไอน้ำ (ลิตร)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด (ชั่วโมง)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การดำเนินการศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้ว ได้ดำเนินการ ณ แปลงเกษตร ตำบลโพธิ์งาม อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้วเบื้องต้น

การดำเนินการทดลองเริ่มตั้งเตาให้พร้อมใช้งาน วางตะแกรงลงไปในเตาเผา วางถังต้มน้ำแล้วเรียงก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงลงบนตะแกรง โดยเว้นช่องด้านหลังเอาไว้สำหรับเป็นทางออกของควันไฟ แล้วนำทรายเปียกผสมซีเมนต์มาปิดฝาเตาเผามาปิดฝาถังเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อน และเติมน้ำในถังต้มน้ำ แล้วทำการจุดไฟหน้าเตาที่ทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะอภิปรายผลได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 เริ่มจุดเตาช่วงเวลา 10:45 นาฬิกา ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ฟืนที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 47.50 กิโลกรัม โดยมีค่าความชื้น (ฐานเปียก) 17.75 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 56.50 กิโลกรัม จำนวน 87 ก้อน มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 64.51 เปอร์เซ็นต์ และใช้น้ำ 26.50 ลิตร โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้ฟืนเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 30.90 32.40 29.70 32.30 และ 31.20 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไปอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆเริ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 2:54 ชั่วโมง สังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ โดยอุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้ฟืนเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำสูงถึง 32.10 470.50 289.20 317.60 และ 97.50 องศาเซลเซียสตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 8:01 ชั่วโมง จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้ จากนั้นปล่อยให้เตาเย็น

การทดลองที่ 2 เริ่มจุดเตาช่วงเวลา 08:15 นาฬิกา ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ฟืนที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 59.00 กิโลกรัม โดยมีค่าความชื้น (ฐานเปียก) 17.68 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 73.00 กิโลกรัม จำนวน 120 ก้อน มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 63.17 เปอร์เซ็นต์ และใช้น้ำ 32.50 ลิตร โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้ฟืนเชื้อไฟ ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

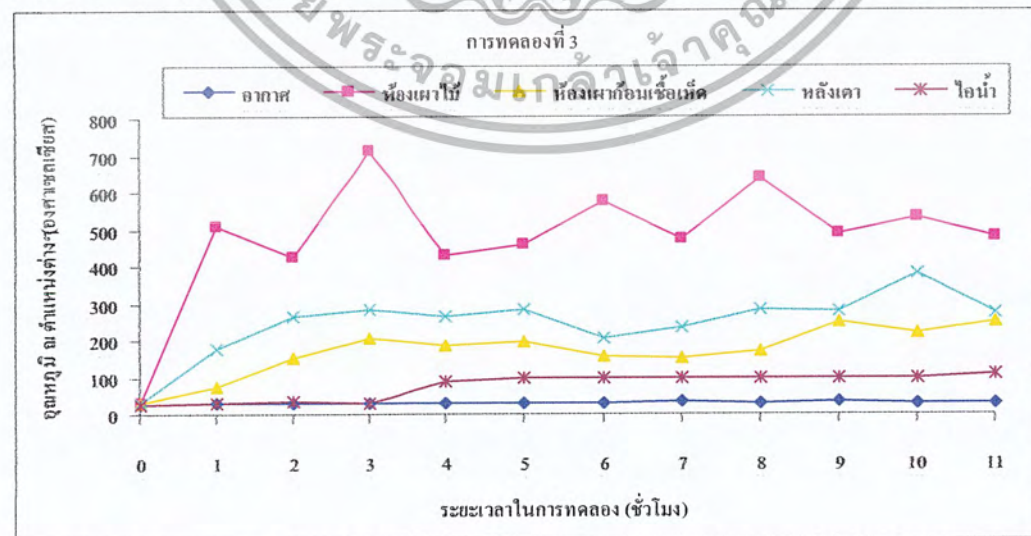
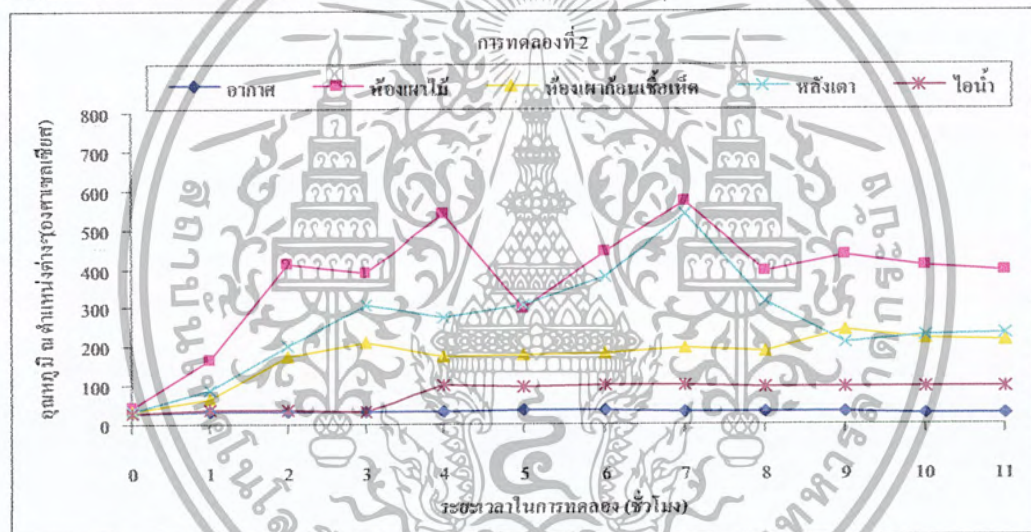
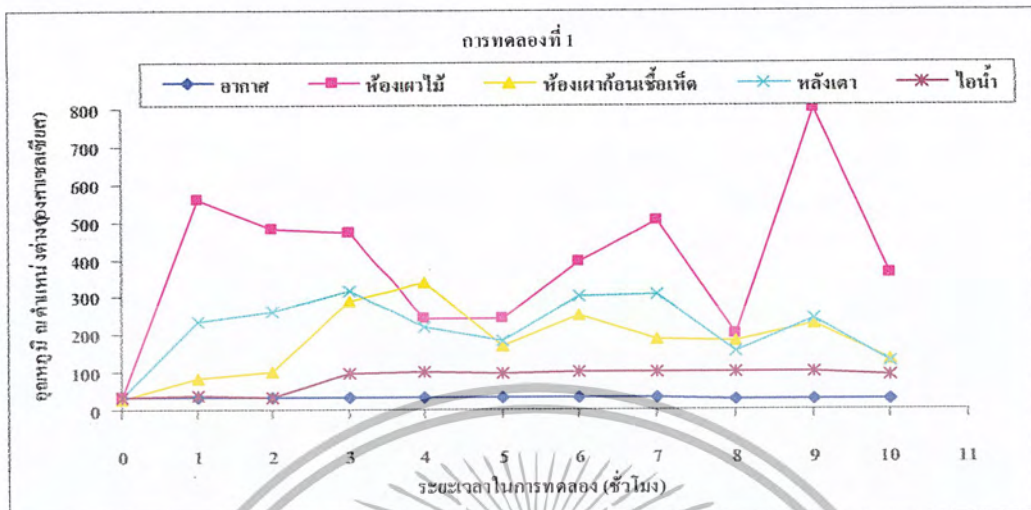
เผาก่อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำ มีอุณหภูมิ 28.40 42.20 31.8 32.8 และ 27.6 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไปอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆเริ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 3:17 ชั่วโมง สังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ โดยอุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก่อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำสูงถึง 32.10 470.50 289.20 317.60 และ 97.50 องศาเซลเซียสตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 8:03 ชั่วโมง จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้ จากนั้นปล่อยให้ไอน้ำเย็น

การทดลองที่ 3 เริ่มจุดเตาช่วงเวลา 7:25 นาฬิกา ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้พินที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 36.00 กิโลกรัม โดยมีค่าความชื้น (ฐานเปียก) 14.02 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 75.00 กิโลกรัม จำนวน 115 ก้อน มีค่าความชื้น (ฐานเปียก) 65.47 เปอร์เซ็นต์ และใช้น้ำ 32.50 ลิตร โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก่อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำ มีอุณหภูมิ 26.10 29 27 29.5 และ 24.8 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไปอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆเริ่มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 3:29 ชั่วโมง สังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ โดยอุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก่อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา และท่อไอน้ำ 31.40 713.40 246 412.7 และ 93.40 องศาเซลเซียสตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 8:01 ชั่วโมง จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้ จากนั้นปล่อยให้ไอน้ำเย็น



ภาพที่ 3 ลักษณะไอน้ำที่พุ่งออกจากเตาทดสอบเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เตาผลิตไอน้ำเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว
เบื้องต้น

รายการวิเคราะห์ผล	การทดลองที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักไม้ฟืนเชื้อไฟ (กิโลกรัม)	47.50	59.00	36.00	47.50
น้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง (กิโลกรัม)	56.50	73.00	75.00	68.17
จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง (ก้อน)	87.00	120.00	115.00	107.33
ความชื้นไม้ฟืนเชื้อไฟ (%ฐานเปียก)	17.75	17.68	14.02	16.48
ความชื้นก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อไฟ (%ฐานเปียก)	64.51	63.17	65.47	64.38
ปริมาณน้ำในหม้อต้ม (กิโลกรัม)	57.50	57.50	57.50	57.50
อุณหภูมิไอน้ำสูงสุด (องศาเซลเซียส)	99.40	106.00	109.50	104.97
ระยะเวลาที่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง:นาที)	8:01	8:03	8:01	8:02
ระยะเวลาในการเผาทั้งหมด (ชั่วโมง:นาที)	10:55	11:20	11:30	11:02
ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด(กิโลกรัม)	104.00	132.00	111.00	115.67
ปริมาณไอน้ำที่ระเหย (ลิตร)	26.50	32.50	28.00	29.00
อัตราการผลิตไอน้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)	3.31	4.05	3.50	3.62
อัตราส่วนเชื้อเพลิงระหว่างก้อนเชื้อเห็ดต่อไม้(กิโลกรัม)	1:1.19	1:1.24	1:2.08	1:1.44
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	9.96	11.79	9.82	10.49

จากการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว
เบื้องต้นทั้ง 3 การทดลอง โดยมีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดโดยเฉลี่ยประมาณ 115.67
กิโลกรัม ในปริมาณเพลิงทั้งหมดที่ใช้ในการเผาสามารถแบ่งชนิดของเชื้อเพลิงเป็น 2 ชนิด คือ ไม้
ฟืนกับก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว โดยการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยแต่ละชนิดมีความใกล้เคียงกันซึ่งจะใช้
ปริมาณเชื้อเพลิงที่เป็นก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้แล้วมากกว่าปริมาณไม้ฟืน ซึ่งใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ดโดย
เฉลี่ยประมาณ 68.17 กิโลกรัม มีความชื้น(%ฐานเปียกเฉลี่ยประมาณ 64.38 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้
จำนวนก้อนประมาณ 107.33 ก้อน และใช้ปริมาณไม้ฟืนโดยเฉลี่ยประมาณ 47.50 กิโลกรัม ที่มี
ความชื้น(%ฐานเปียกเฉลี่ยประมาณ 16.48 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถคิดเป็นอัตราส่วนโดยเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 1 ต่อ 1.44 ซึ่งมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดโดยเฉลี่ย 10.49 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในการเผาทดสอบการผลิตไอน้ำของเตา พบว่าใช้เวลาทดสอบเผาานเฉลี่ย ประมาณ 3:13 ชั่วโมง ก็เริ่มเกิดไอน้ำพุ่งออกกว่าจากท่อไอน้ำ ใช้เวลาในการผลิตไอน้ำโดยเฉลี่ย 8:02 ชั่วโมง สามารถผลิตไอน้ำได้เฉลี่ย 29.00 ลิตร ซึ่งมีอัตราการผลิตไอน้ำเฉลี่ย 3.62 ลิตรต่อชั่วโมง โดยไอน้ำมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 104.97 องศาเซลเซียส

4.2 การศึกษาทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้ว

การดำเนินการทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ดได้ใช้ถัง 200 ลิตรเป็นถังนึ่ง ภายในถังมีตะแกรงเหล็กสำหรับใส่ก้อนเชื้อเห็ดที่จะนึ่ง มีทั้งหมด 3 ชั้น แต่ละชั้นใส่ได้ 14 ก้อน เริ่มต้นโดยนำก้อนเชื้อเห็ดที่จะนึ่งมาเชื้อมาเรียงในตะแกรงแต่ละชั้นให้เต็มทั้ง 3 ชั้น แล้ววางลงในถังนึ่ง ปิดฝาให้สนิทต่อท่อไอน้ำจากหม้อต้มไอน้ำเข้ากับถังนึ่ง แล้วตั้งเตาให้พร้อมใช้งาน วางตะแกรงลงในเตาเผา วางถังต้มน้ำ แล้วเรียงก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงลงบนตะแกรง โดยเว้นช่องด้านหลังเอาไว้สำหรับเป็นทางออกของควันไฟ แล้วนำทรายเปียกผสมขี้เถ้ามาปิดฝาเตาเผามาปิดฝาดังเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อน และเติมน้ำในถังต้มน้ำ แล้วทำการจุดไฟหน้าเตาก็ทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะอภิปรายผลได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 ทำการเริ่มจุดเตาช่วงเวลา 15:05 นาฬิกา ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ฟืนที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 26.50 กิโลกรัม มีความชื้น (ฐานเปียก) 20.89 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 59.50 กิโลกรัม จำนวน 122 ก้อน มีความชื้น (ฐานเปียก) 48.12 เปอร์เซ็นต์ โดย ณ บริเวณอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้ฟืนเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหลังเตาเผา ถังนึ่ง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิเริ่มต้น 31.20 33.20 31.10 31.70 31.70 39.50 36.90 และ 39.20 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป อุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 2:14 ชั่วโมง เริ่มสังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ จากนั้นเวลาผ่านไป 3:25 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้ฟืนเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ถังนึ่ง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 28.70 682.90 231.50 391.90

97.80 91.40 90.90 และ 92.50 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งเริ่มนับเวลาในการฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็ด จากนั้นเวลาผ่านไป 6:25 ชั่วโมง ปรากฏว่าที่อุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และ ก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 28.30 577.00 250.50 385.60 104.40 96.50 97.30 และ 98.10 องศาเซลเซียสตามลำดับ จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้

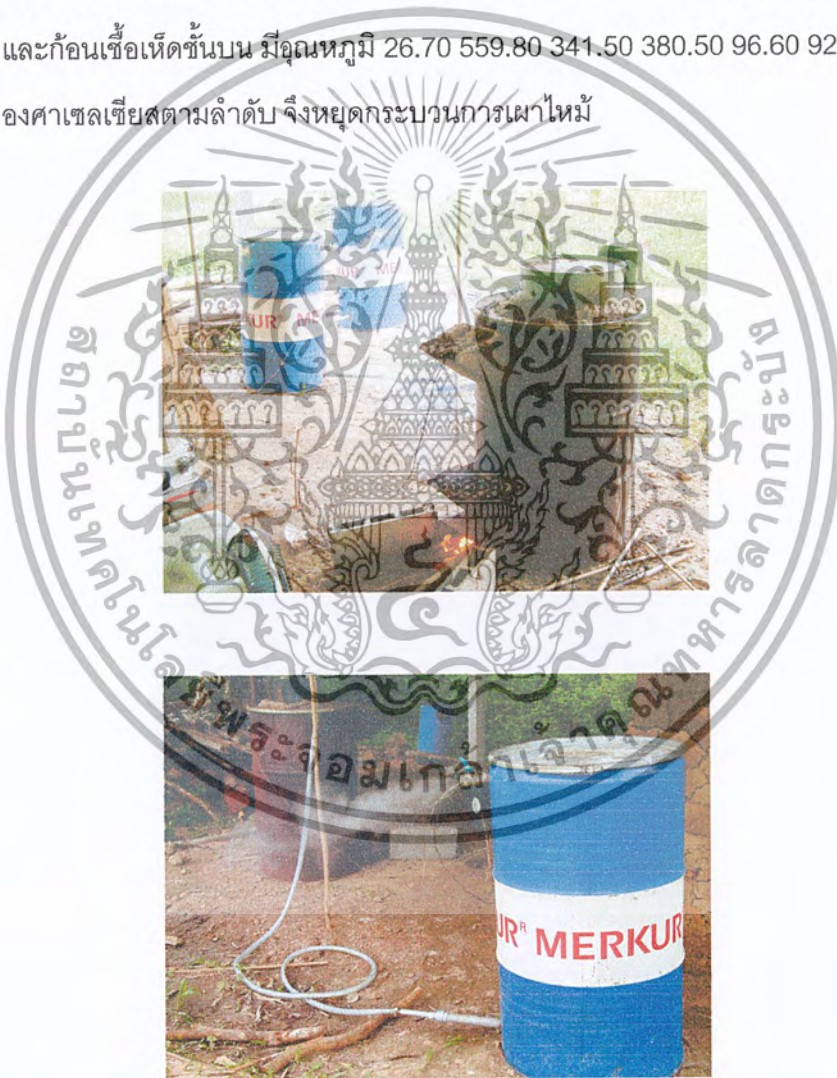
การทดลองที่ 2 ทำการเริ่มจุดเตาช่วงเวลา 12:10 นาฬิกา ใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้พินที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 30.50 กิโลกรัม มีความชื้น (ฐานเปียก) 19.65 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 55.00 กิโลกรัม จำนวน 100 ก้อน มีความชื้น(ฐานเปียก) 51.24 เปอร์เซ็นต์ โดย ณ บริเวณอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิเริ่มต้น 31.00 31.70 33.00 32.70 38.60 39.00 41.70 และ 40.70 องศาเซลเซียสตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป อุณหภูมิ ณ จุดต่างๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 1:59 ชั่วโมง สังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ จากนั้นเวลาผ่านไป 3:00 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 27.30 447.00 312.90 338.90 100.60 90.90 95.90 และ 97.00 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งเริ่มนับเวลาในการฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อเห็ด จากนั้นเวลาผ่านไป 6:00 ชั่วโมง ปรากฏว่าที่อุณหภูมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 29.00 835.20 268.90 370.20 98.40 95.10 97.10 และ 96.80 องศาเซลเซียสตามลำดับ จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้

การทดลองที่ 3 ทำการเริ่มจุดเตาช่วงเวลา 13:10 นาฬิกา เชื้อเพลิงที่เป็นไม้พินที่ใช้ในการเป็นเชื้อหน้าเตาจำนวน 31.50 กิโลกรัม มีความชื้น (ฐานเปียก) 17.25 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง 55.00 กิโลกรัม จำนวน 109 ก้อน มีความชื้น(ฐานเปียก) 62.39 เปอร์เซ็นต์ โดย ณ บริเวณอากาศทั่วไป, ห้องเผาไม้พินเชื้อไฟ, ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิเริ่มต้น 30.90 32.80 31.50 33.10 34.40 28.10 33.80 และ 28.80 องศาเซลเซียส

ตามลำดับ จากนั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป อุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไป 2:30

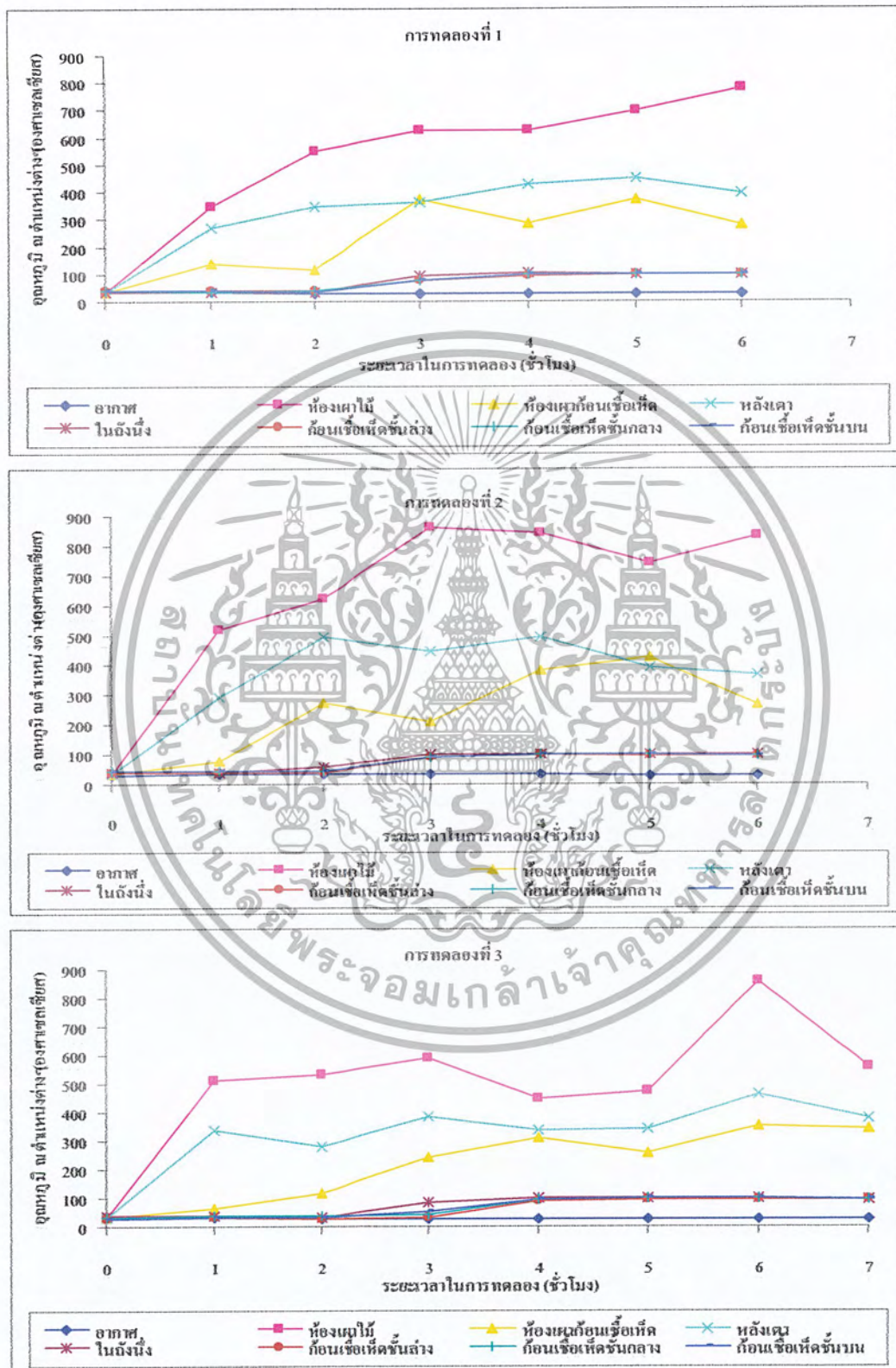
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมง ก็เริ่มสังเกตเห็นไอน้ำพุ่งออกมาจากท่อไอน้ำ จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 4:00 ชั่วโมง โดย
 คุณหมุมิอากาศทั่วไป ห้องเผาไม้พื้นเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดัง
 นั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 27.30 447.00
 312.90 338.29 100.90 90.90 95.90 และ 97.00 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งเริ่มนับเวลาในการ
 ฆ่าเชื้อในก้อนเชื้อเห็ด จากนั้นเวลาผ่านไป 7:05 ชั่วโมง ปรากฏว่าที่คุณหมุมิอากาศทั่วไป ห้องเผา
 ไม้พื้นเชื้อไฟ ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง หลังเตาเผา ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดชั้นล่าง ก้อนเชื้อ
 เห็ดชั้นล่าง และก้อนเชื้อเห็ดชั้นบน มีอุณหภูมิ 26.70 559.80 341.50 380.50 96.60 92.70 96.00
 และ 95.50 องศาเซลเซียสตามลำดับ จึงหยุดกระบวนการเผาไหม้



ภาพที่ 5 การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ การทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

รายการวิเคราะห์ผล	การทดลองที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักไม้ฟืนเชื้อไฟ (กิโลกรัม)	26.50	30.50	31.50	29.50
น้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง (กิโลกรัม)	59.50	55.00	52.00	55.50
จำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นเชื้อเพลิง (ก้อน)	122.00	100.00	109.00	110.33
ความชื้นไม้ฟืนเชื้อไฟ (%ฐานเปียก)	20.89	19.65	17.25	19.26
ความชื้นก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อไฟ (%ฐานเปียก)	48.12	51.24	62.39	53.92
ปริมาณน้ำในหม้อต้ม (กิโลกรัม)	50.00	50.00	50.00	50.00
ปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่ง (ก้อน)	42.00	42.00	42.00	42.00
อุณหภูมิไอน้ำในถังนึ่งสูงสุด (องศาเซลเซียส)	106.90	101.20	101.10	103.07
อุณหภูมิในก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่งสูงสุด (องศาเซลเซียส)	97.40	99.40	97.10	97.97
ระยะเวลาที่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง:นาที)	4:11	4:01	4:30	4:14
ระยะเวลาที่ใช้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด (ชั่วโมง:นาที)	3:00	3:00	3:00	3:00
ระยะเวลาในการเผาทั้งหมด (ชั่วโมง:นาที)	6:25	6:00	7:00	6:28
ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด(กิโลกรัม)	86.00	85.50	83.50	85.00
ปริมาณไอน้ำที่ระเหย (ลิตร)	37.50	33.00	29.00	33.17
อัตราการผลิตไอน้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)	9.12	8.23	6.74	8.01
อัตราส่วนเชื้อเพลิงระหว่างก้อนเชื้อเห็ดต่อไม้(กิโลกรัม)	1:2.25	1:1.8	1:1.65	1:1.88
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	13.76	14.25	11.93	13.54

จากผลการศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว ใช้ก้อนเชื้อเห็ด 55.50 กิโลกรัม ที่ความชื้น (ฐานเปียก) 53.92 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้จำนวนก้อน 110.33 ก้อน และใช้ปริมาณไม้ฟืน 29.50 กิโลกรัม ที่ความชื้น(ฐานเปียก) 19.26 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถคิดเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 1.88 ซึ่งมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด 13.54 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในการเผาทดสอบการผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ด พบว่าสามารถนึ่งได้ครั้งละ 42 ก้อน ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาทดสอบเผานาน 2.14 ชั่วโมง โดยสามารถนึ่งก้อนเชื้อที่อุณหภูมิมากกว่า 90 องศาเซลเซียสได้ 3 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาในการผลิตไอน้ำโดยเฉลี่ย 4:14 ชั่วโมง สามารถผลิตไอน้ำได้เฉลี่ย 33.17 ลิตร ซึ่งมีอัตราการผลิตไอน้ำเฉลี่ย 8.01 ลิตรต่อชั่วโมง โดยถังนึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 103.07 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 6:28 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้ถังไอน้ำให้ก้อนเชื้อเห็ดเย็นตัวลง ประมาณ 1 วัน จึงเย็บเชื้อเห็ดภูฐานลงในถังก้อนเชื้อเห็ด นำไปบ่มไว้ประมาณ 1 เดือน เชื้อเห็ดก็เดินจนเต็มถัง จากนั้นเริ่มเปิดดอกเห็ดเวลาผ่านไป 5-7 วัน เห็ดเริ่มออกดอก (ภาพที่ 7) ดังนั้น การนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากเตาที่ได้ออกแบบขึ้น สามารถผลิตเห็ดได้เป็นผลสำเร็จ สามารถช่วยประหยัดการใช้เชื้อเพลิง และช่วยกำจัดก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วมาเป็นพลังงานให้แก่เกษตรกร



ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว โดยใช้ถัง 200 ลิตรเป็นเตาเผา ซึ่งโครงสร้างเตาแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ตัวเตาเผา หม้อต้มผลิตไอน้ำ ตะแกรงเผาก้อนเชื้อเห็ด และฝาปิด โดยทดสอบผลิตไอน้ำเบื้องต้นและทดสอบผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ด สรุปผลได้ดังนี้

5.1 การศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น พบว่าใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด 68.17 กิโลกรัม มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 64.38 เปอร์เซ็นต์ และใช้ปริมาณไม้ฟืน 47.50 กิโลกรัม ที่มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 16.48 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการใช้เชื้อเพลิง 10.49 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาทดสอบเผาานาน 3:13 ชั่วโมง ก็เกิดไอน้ำพุ่งออกกว่าจากท่อไอน้ำ สามารถผลิตไอน้ำได้ 29.00 ลิตร ในเวลา 8:02 ชั่วโมง ซึ่งมีอัตราการผลิตไอน้ำ 3.62 ลิตรต่อชั่วโมง

5.2 ทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วกับถังนึ่งแบบถัง 200 ลิตร พบว่าใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด 55.50 กิโลกรัม จำนวน 110.33 ก้อน ซึ่งมีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 53.92 เปอร์เซ็นต์ และใช้ปริมาณไม้ฟืน 29.50 กิโลกรัม ที่มีค่าความชื้น(ฐานเปียก) 19.26 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 1.88 ซึ่งสามารถนึ่งก้อนเชื้อเห็ดได้ครั้งละ 42 ก้อน ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 6.28 ชั่วโมง และอุณหภูมิในถังนึ่งก้อนเชื้อ มากกว่า 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถผลิตไอน้ำได้ 33.17 ลิตร ในเวลา 4.14 ชั่วโมง ซึ่งมีอัตราการผลิตไอน้ำ 8.01 ลิตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่งไปแช่เชื้อเห็ดภูฐาน แล้วนำไปบ่มเชื้อไว้ประมาณ 1 เดือน เชื้อเห็ดก็เดินจนก้อน

ดังนั้นจากการศึกษาเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว ทำให้เตาที่พัฒนาขึ้นผลิตเห็ดได้เป็นผลสำเร็จ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และช่วยกำจัดก้อนเชื้อเห็ดที่ทิ้งให้เป็นพลังงานแก่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด

ข้อเสนอแนะ

1. ไม้ฟืนและก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงควรทิ้งไว้ให้แห้งชักระยะก่อนที่จะนำไปเผา
2. การเรียงก้อนเชื้อเห็ดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่ควรเรียงแน่นจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานจุลชีววิทยาประยุกต์. 2544. การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กอบเกียรติ์ บันลิตธี, พรทิพย์ วิสารทานนท์, ฉัตรไชย ศฤงฆไพบูลย์ และสัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2544. แผลง-ไร ศัตรูเห็ดในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร กรมวิชาการเกษตร
- “การเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ” 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.mdboilers.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538775074&Ntype=6>
- “การพัฒนาเตาผลิตไอน้ำสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ด” 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.kaset.org/index.php?topic=20.0>
- “การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก” 2551. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/mushroom4.pdf
- จิรวุฒิ จิตโสภณ. 2542. การออกแบบหม้อไอน้ำแรงดันต่ำโดยใช้เหง้ามันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.
- เฉลิมวรรณ ชูทรัพย์. 2539. เทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท. กรุงเทพมหานคร. ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, จำนงค์ อุทัยบุตร และนงนุช แดงทรัพย์. 2546. โครงการพัฒนาการผลิตเห็ดครบวงจร. กรุงเทพมหานคร. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.
- “เชื้อเพลิงและการเผาไหม้” 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.sut.ac.thEngineering/Electricalcourses429306filePPSS%20Lecture%20Note%20004.pdf>
- “ฐานข้อมูลผลิตเห็ด” 2551 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.agric-prod.mju.ac.th/web-veg/mushroom/chapter8.pdf>
- ธนิธน์ เรืองรุ่งชัยกุล. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของเตาเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน. กรุงเทพมหานคร. รายงานวิจัยเสริมหลักสูตร ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธนิตน์ เรืองรุ่งชัยกุล. 2545. การพัฒนาเตาเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับการเพาะเห็ดฟางใน

โรงเรียน. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

บรรณ บุรณะชนบท. 2547. คู่มือเพาะเห็ด. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์เทพพิทักษ์

ประณีต งามเสน่ห์. 2539. เทคโนโลยีสำหรับชาวบ้าน. กรุงเทพมหานคร. ศูนย์บริการเอกสาร

การวิจัยแห่งประเทศไทย.

ปัญญา ไพธิฐิตร์รัตน์ และกิติพงษ์ ศิริวานิชกุล. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. กรุงเทพมหานคร.

สำนักพิมพ์รั้วเขียว.

เพยาว์ รอดโพธิ์ทอง. 2539. เทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท. กรุงเทพมหานคร ศูนย์บริการเอกสาร

การวิจัยแห่งประเทศไทย.

"วงเดือน พองไสยา"2551. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.vcharkarn.com/vblog/38061>

/1

วสันต์ เพชรรัตน์. 2536. การผลิตเห็ด. สงขลา. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากร

ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิวัฒน์ ภัททิยธนี. 2543. เทคโนโลยีไอน้ำ. กรุงเทพฯ. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ศูนย์ทดลองวิชาการด้านพลังงานธรรมชาติและเชื้อเพลิงพลังงาน. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง.

เอกสารประกอบการปฏิบัติการ. กรุงเทพมหานคร. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สมชาย ไทยทัตกุล. 2543. สติมฟิงตนเอง วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน ปีที่ 11 (กันยายน).

"หม้อไอน้ำ"2549. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://teenet.chiangmai.ac.th/emac/journal/199>

9/05/02.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่าความชื้นก้นเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วที่ศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำ
จากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น

การทดลองที่	ตัวอย่างที่	น้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดเชื้อเพลิง (กรัม)		ความชื้นก้นเชื้อ %(ฐานเปียก)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	1	151.31	40.92	72.96
	2	134.48	38.49	71.38
	3	151.31	33.91	77.59
	4	80.34	25.34	68.46
	5	153.56	51.73	66.31
	6	89.98	39.17	56.47
	7	60.59	34.14	43.65
	8	97.93	36.89	62.33
	9	136.33	46.61	65.81
	10	135.81	54.09	60.17
	เฉลี่ย	119.16	40.13	64.51
2	1	121.38	39.03	67.84
	2	169.97	42.39	75.06
	3	150.34	49.79	66.88
	4	96.64	37.58	61.11
	5	83.04	27.48	66.91
	6	183.21	60.40	67.03
	7	97.96	42.13	56.99
	8	82.51	41.03	50.27
	9	148.82	58.73	60.54
	10	140.50	57.50	59.07
	เฉลี่ย	127.44	45.61	63.17
3	1	118.10	47.56	59.73
	2	66.26	22.25	66.42
	3	46.22	24.67	46.62
	4	66.80	22.65	66.09
	5	78.91	25.81	67.29
	6	71.37	25.48	64.30
	7	60.59	22.87	62.25
	8	137.25	22.77	83.41
	9	72.56	17.54	75.83
	10	72.15	26.89	62.73
	เฉลี่ย	79.02	25.85	65.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นไม้ที่ศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม้ใช้แล้วเบื้องต้น

การทดลองที่	ตัวอย่างที่	น้ำหนักไม้เชื้อเพลิง (กรัม)		ความชื้นไม้ %(ฐานเปียก)
		นน.ไม้ก่อน	นน.ไม้หลัง	
1	1	93.48	76.27	18.41
	2	194.78	159.64	18.04
	3	51.61	41.3	19.98
	4	168.21	137.16	18.46
	5	277.08	238.66	13.87
	เฉลี่ย	157.03	130.61	17.75
2	1	200.95	170.42	15.19
	2	215.63	186.38	13.56
	3	175.65	148.02	15.73
	4	90.49	72.42	19.97
	5	82.98	63.1	23.96
	เฉลี่ย	153.14	128.07	17.68
3	1	149.7	129.6	13.43
	2	169.63	144.2	14.99
	3	121.8	103.87	14.72
	4	124.76	108.36	13.15
	5	164.96	142.18	13.81
	เฉลี่ย	146.17	125.64	14.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้น

การทดลองที่	ปริมาณไม้ฟืน (กก.)	ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด (กก.)	ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด (กก.)	จำนวนก้อนเชื้อ (ก้อน)	ปริมาณน้ำในถังต้ม (ลิตร)	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น(ตามนาฬิกา : น.)			ปริมาณน้ำที่เหลือ (ลิตร)	ระยะเวลาการเกิดไอน้ำ (ชม.)	ระยะเวลาทั้งหมด (ชม.)
						เริ่มจุดไฟ	เกิดไอน้ำ	เวลาหยุด			
1	47.50	56.50	104.00	87.00	57.50	10:45:00	13:39:00	21:40:00	31.00	8:01	10:55
2	59.00	73.00	132.00	120.00	57.50	8:15:00	11:32:00	19:35:00	25.00	8:03	11:20
3	36.00	75.00	111.00	115.00	57.50	7:25:00	10:54:00	18:55:00	29.50	8:01	11:30
เฉลี่ย	47.50	68.17	115.67	107.33	57.50	-	-	-	28.50	8:01	11:15

ตารางที่ 4 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของคอกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตา
ผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 1

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
10:45	30.90	32.40	29.70	32.30	31.20
10:50	30.40	44.30	28.90	36.10	31.40
10:55	31.00	89.30	27.90	61.20	31.50
11:00	31.40	124.00	31.70	93.60	33.30
11:05	31.60	287.30	37.20	138.40	32.90
11:10	30.90	168.20	38.50	108.90	31.10
11:15	31.50	289.40	42.70	146.00	32.60
11:20	32.80	377.50	45.10	189.70	34.30
11:25	32.40	409.20	64.50	158.50	35.00
11:30	32.30	541.40	72.60	196.60	34.50
11:35	32.10	319.50	80.80	152.00	33.90
11:40	31.90	749.10	89.50	285.30	35.60
11:45	32.00	557.50	80.40	234.60	36.20
11:50	32.60	255.60	76.80	178.90	32.50
11:55	31.30	373.60	85.70	140.70	31.20
12:00	32.60	126.20	56.60	101.50	32.40
12:05	30.60	155.00	47.40	97.90	30.80
12:10	31.40	303.10	47.70	104.50	31.10
12:15	31.40	394.30	100.70	128.10	32.60
12:20	31.50	376.00	156.80	163.40	32.60
12:25	31.20	375.80	109.00	194.80	32.30
12:30	31.20	494.30	156.20	211.40	31.40
12:35	31.40	364.60	140.10	211.00	32.00
12:40	30.50	514.30	152.40	284.40	30.40
12:45	32.90	478.10	100.70	262.40	33.80
12:50	33.20	574.30	159.70	281.20	37.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
12:55	31.30	722.60	212.50	328.70	35.20
13:00	32.00	695.40	242.00	302.60	31.70
13:05	31.50	698.10	275.70	291.30	32.30
13:10	32.30	544.20	240.90	252.80	33.40
13:15	33.00	452.00	245.40	269.50	35.90
13:20	32.60	367.70	239.30	244.80	33.40
13:25	32.80	350.10	241.40	232.40	34.00
13:30	31.70	342.20	248.20	233.50	32.10
13:35	32.20	392.70	252.20	239.70	32.50
13:40	32.60	571.80	289.40	318.90	94.70
13:45	32.10	470.50	289.20	317.60	97.50
13:50	32.80	500.10	285.00	315.80	98.20
13:55	32.30	603.40	343.20	358.80	94.50
14:00	32.70	528.60	399.30	364.40	96.60
14:05	32.30	631.40	325.60	361.70	96.90
14:10	32.00	483.60	317.60	299.30	97.30
14:15	31.90	758.90	320.10	293.50	97.80
14:20	32.00	511.30	242.40	242.40	97.70
14:25	31.80	418.90	293.20	251.10	97.40
14:30	31.10	422.20	291.50	239.60	98.70
14:35	31.00	243.40	306.60	224.00	98.80
14:40	30.60	303.70	346.20	247.10	98.40
14:45	31.10	241.40	336.40	221.30	99.00
14:50	30.50	276.60	329.50	217.30	98.40
14:55	32.70	309.10	280.30	197.90	98.90
15:00	30.80	388.40	243.00	237.70	98.90
15:05	30.80	418.80	216.60	232.10	99.00
15:10	30.80	348.70	230.80	244.80	98.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
15:15	31.50	499.00	226.50	288.40	98.90
15:20	31.00	527.00	234.00	311.30	98.90
15:25	31.00	841.10	216.20	324.70	98.90
15:30	31.70	535.30	187.00	273.40	98.10
15:35	31.70	298.30	175.30	211.80	98.30
15:40	31.50	287.70	178.70	222.30	98.40
15:45	30.10	243.00	168.50	184.60	97.60
15:50	31.60	737.60	158.10	292.30	98.60
15:55	32.30	736.70	127.90	413.00	98.70
16:00	32.50	592.30	153.40	424.60	99.00
16:05	31.90	675.40	199.60	398.00	98.90
16:10	31.40	513.60	238.10	418.00	98.70
16:15	31.90	569.70	233.90	427.20	98.20
16:20	32.20	569.00	283.80	373.20	98.60
16:25	31.70	598.30	211.00	432.40	98.60
16:30	31.60	463.50	177.60	350.90	98.70
16:35	31.70	324.30	196.00	316.70	97.90
16:40	31.90	308.30	243.30	256.80	98.40
16:45	32.40	391.90	250.20	301.30	98.60
16:50	31.10	391.00	237.30	277.10	98.50
16:55	30.50	322.30	321.30	282.10	98.10
17:00	31.20	292.80	210.90	275.60	98.00
17:05	30.70	386.20	163.60	248.00	97.90
17:10	31.00	346.70	175.00	245.10	98.70
17:15	30.90	281.00	162.20	213.20	98.10
17:20	30.60	272.10	161.90	209.70	98.40
17:25	29.80	257.50	159.30	190.70	98.60
17:30	31.00	278.90	167.70	198.00	98.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
17:35	30.60	244.50	166.30	171.90	98.40
17:40	30.00	225.10	171.50	189.30	98.40
17:45	31.50	505.10	185.40	306.40	98.50
17:50	30.00	358.90	170.50	286.10	97.80
17:55	30.40	304.30	173.90	261.30	98.60
18:00	29.10	218.00	167.50	207.50	98.60
18:05	28.80	232.50	161.10	186.70	97.50
18:10	28.70	209.00	161.90	165.50	98.50
18:15	28.70	686.60	170.80	381.70	98.40
18:20	28.50	493.80	158.60	310.30	98.70
18:25	28.10	606.40	168.20	318.40	98.40
18:30	28.30	347.70	178.30	223.20	98.30
18:35	28.20	237.90	147.20	178.20	99.10
18:40	27.80	222.10	176.60	158.70	99.30
18:45	27.50	198.90	180.90	156.50	99.20
18:50	27.50	191.50	182.90	159.70	99.40
18:55	27.50	274.40	173.70	160.20	99.30
19:00	27.90	160.20	172.40	178.90	99.30
19:05	28.60	250.90	148.50	189.30	99.40
19:10	29.00	221.20	169.00	180.90	99.40
19:15	28.10	477.50	193.60	183.40	99.20
19:20	27.90	412.10	158.10	189.50	99.20
19:25	28.20	362.00	189.80	176.40	99.30
19:30	27.80	405.40	207.20	208.50	94.00
19:35	27.40	207.20	165.40	155.30	99.30
19:40	27.60	744.50	173.00	193.50	99.10
19:45	27.50	800.00	227.20	243.50	99.30
19:50	27.20	880.30	234.10	248.40	99.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
19:55	27.50	699.70	222.10	221.50	99.30
20:00	27.30	426.80	180.40	176.30	99.30
20:05	27.20	502.60	205.80	171.60	99.20
20:10	27.30	393.60	172.10	150.70	99.10
20:15	26.90	219.60	145.80	137.10	98.70
20:20	26.90	821.40	143.40	148.30	99.30
20:25	27.00	735.30	130.90	141.20	96.20
20:30	27.40	746.50	137.70	142.30	99.20
20:35	26.90	365.40	131.30	134.80	96.90
20:40	26.90	370.80	123.20	126.30	97.90
20:45	26.80	361.00	132.60	129.60	92.80
20:50	26.80	252.00	115.60	115.80	73.20
20:55	26.60	370.30	137.60	140.90	99.20
21:00	26.50	382.70	147.20	149.00	99.10
21:05	26.60	440.50	140.90	142.40	97.00
21:10	26.60	250.20	122.60	124.70	82.90
21:15	26.60	206.60	129.30	121.70	99.10
21:20	26.80	562.40	131.30	138.90	99.20
21:25	27.10	526.20	140.30	139.70	99.20
21:30	27.20	641.10	139.40	136.50	99.30
21:35	26.40	587.50	141.80	134.30	99.30
21:40	26.60	589.10	220.50	218.80	99.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตา
ผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 2

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
8:15	28.40	42.20	31.80	32.80	27.60
8:20	28.20	170.90	39.90	49.50	28.90
8:25	28.50	469.30	50.40	87.50	28.40
8:30	29.30	369.20	63.80	97.00	29.40
8:35	29.60	200.90	64.60	100.40	29.60
8:40	30.30	321.00	64.80	105.10	31.20
8:45	31.20	227.50	73.20	116.70	31.90
8:50	31.30	171.00	66.90	92.40	32.90
8:55	31.20	159.70	57.80	83.90	31.90
9:00	32.20	135.50	65.60	80.70	32.70
9:05	30.90	230.40	66.70	105.20	31.50
9:10	31.50	137.10	61.80	76.20	32.30
9:15	32.40	165.70	63.60	85.10	34.70
9:20	31.80	213.20	64.80	104.00	33.50
9:25	31.10	274.80	77.90	124.90	33.10
9:30	31.50	179.60	73.80	89.70	32.10
9:35	32.60	253.10	83.30	128.40	33.30
9:40	31.30	519.50	83.70	135.00	32.30
9:45	32.00	275.20	87.10	118.60	24.50
9:50	32.40	223.80	85.20	114.90	35.70
9:55	32.00	193.00	75.50	102.90	-2.90
10:00	32.50	239.30	89.30	122.80	33.50
10:05	32.70	252.30	108.60	135.60	32.70
10:10	32.70	423.20	123.70	169.30	33.40
10:15	32.90	409.50	174.80	201.60	34.90
10:20	33.50	443.30	165.40	215.80	34.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
10:25	33.50	329.40	170.10	230.80	38.40
10:30	34.20	671.60	205.50	242.30	34.60
10:35	33.50	357.90	161.40	223.90	35.80
10:40	32.00	306.40	143.90	177.80	32.40
10:45	33.80	476.30	183.70	146.10	35.10
10:50	32.80	296.20	185.10	163.50	33.30
10:55	31.60	385.30	188.70	161.50	31.80
11:00	32.40	386.70	188.00	168.90	32.70
11:05	32.90	273.90	182.40	167.20	33.30
11:10	32.40	418.50	211.30	225.90	33.60
11:15	30.30	387.00	208.90	306.30	31.50
11:20	30.50	222.40	178.70	219.90	22.60
11:25	30.90	315.50	209.20	228.00	30.90
11:30	31.10	247.00	186.00	259.60	30.00
11:35	31.90	289.20	188.10	246.60	98.20
11:40	32.90	240.80	154.90	221.50	96.80
11:45	31.60	371.90	139.50	229.30	97.80
11:50	32.80	297.20	135.00	207.40	99.10
11:55	32.60	214.50	133.30	209.70	99.30
12:00	33.40	187.50	145.50	176.90	99.30
12:05	32.60	244.80	132.60	178.10	99.30
12:10	34.30	304.30	128.10	213.20	99.20
12:15	32.80	539.40	174.70	275.40	99.30
12:20	33.40	214.00	159.80	200.70	99.20
12:25	33.00	498.50	189.20	343.60	98.40
12:30	32.30	613.10	173.90	309.20	89.20
12:35	32.00	267.70	163.30	251.50	97.60
12:40	34.20	234.40	153.10	203.60	97.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
12:45	33.10	142.40	134.30	194.80	85.00
12:50	31.70	168.20	136.90	264.20	98.30
12:55	33.40	178.00	160.90	291.30	97.70
13:00	33.90	215.80	157.20	256.60	95.40
13:05	33.50	191.60	153.20	207.10	97.90
13:10	34.40	242.40	172.10	253.80	98.20
13:15	34.60	295.70	176.60	304.70	95.30
13:20	34.20	305.00	217.50	408.30	92.20
13:25	34.30	351.00	257.00	458.00	96.40
13:30	33.80	456.10	213.40	376.10	95.70
13:35	33.10	433.10	235.90	404.70	95.80
13:40	32.30	405.20	203.00	398.80	94.90
13:45	33.50	498.00	222.80	421.00	97.30
13:50	33.20	391.70	221.90	329.30	95.20
13:55	33.60	383.00	191.40	310.80	98.80
14:00	33.70	283.40	200.60	280.90	99.20
14:05	33.50	322.60	183.90	357.70	99.10
14:10	33.40	393.80	165.60	306.20	98.70
14:15	34.80	444.60	184.20	379.30	99.10
14:20	34.40	321.90	134.90	235.50	99.10
14:25	32.30	263.00	138.20	233.60	98.70
14:30	33.20	334.90	140.90	321.60	99.00
14:35	32.70	438.30	158.60	329.20	99.30
14:40	33.30	366.20	157.00	310.00	99.10
14:45	32.40	446.70	149.90	327.90	99.20
14:50	32.30	485.40	171.20	279.50	99.10
14:55	32.80	363.20	169.70	296.40	99.20
15:00	33.00	837.80	212.90	519.80	95.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก่อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
15:05	33.70	694.90	195.30	501.00	95.60
15:10	32.60	721.90	165.10	356.10	96.60
15:15	32.70	569.50	195.20	541.00	99.00
15:20	32.10	630.80	165.80	446.30	99.30
15:25	33.70	521.90	243.70	506.30	99.20
15:30	33.70	594.10	249.80	485.60	98.80
15:35	33.50	652.80	260.90	423.60	98.60
15:40	33.60	460.00	287.60	482.20	98.60
15:45	33.30	428.60	206.40	404.50	95.70
15:50	32.70	569.70	213.00	410.60	99.20
15:55	32.80	449.70	211.80	396.80	99.20
16:00	32.30	339.90	209.60	267.60	97.30
16:05	32.10	287.90	191.60	253.20	98.50
16:10	32.50	382.10	201.80	367.60	98.00
16:15	31.70	391.00	185.90	313.40	97.20
16:20	31.70	370.80	191.20	236.90	97.10
16:25	31.40	333.70	219.80	297.10	96.30
16:30	31.40	382.90	228.60	262.10	95.40
16:35	31.40	443.90	222.80	237.30	94.80
16:40	31.10	379.80	215.80	237.30	98.20
16:45	31.50	405.00	215.60	230.40	96.10
16:50	31.40	248.30	177.90	177.70	97.40
16:55	31.20	387.90	226.30	220.20	97.50
17:00	31.70	453.50	243.80	226.10	95.60
17:05	31.40	388.20	246.70	252.20	95.60
17:10	31.90	414.50	248.20	263.20	96.90
17:15	31.10	433.40	243.50	211.40	96.40
17:20	31.00	372.20	222.30	196.40	95.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
17:25	30.40	162.80	150.30	125.50	93.10
17:30	30.70	421.10	203.20	193.70	96.30
17:35	31.70	502.10	239.10	238.40	98.90
17:40	31.10	398.30	254.80	328.50	98.50
17:45	31.10	467.30	254.60	293.50	100.70
17:50	30.50	445.10	254.10	297.30	100.20
17:55	30.30	271.60	201.80	193.10	97.80
18:00	29.80	353.80	198.60	197.30	95.60
18:05	30.00	437.50	252.80	287.30	99.10
18:10	29.80	373.00	222.40	243.90	97.90
18:15	29.50	406.90	221.20	227.30	98.10
18:20	30.30	402.40	210.80	185.30	96.90
18:25	29.00	187.90	157.20	166.30	93.30
18:30	28.80	400.10	201.80	225.20	94.60
18:35	28.90	306.80	177.00	182.40	94.90
18:40	28.70	240.40	167.00	158.70	94.40
18:45	28.90	392.90	278.70	199.40	97.40
18:50	28.60	306.60	232.00	196.30	101.20
18:55	28.30	294.50	223.60	263.70	100.50
19:00	28.00	474.50	203.30	287.20	99.70
19:05	27.80	435.00	201.70	187.70	98.30
19:10	27.50	309.50	193.10	184.40	97.20
19:15	27.50	393.40	214.80	235.20	97.70
19:20	27.50	454.30	239.70	244.00	99.80
19:25	27.80	362.40	219.70	208.40	99.40
19:30	27.70	521.70	247.10	213.90	101.40
19:35	27.60	674.20	228.40	194.80	106.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการทดสอบของศึกษาออกแบบสร้างและทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วเบื้องต้นการทดลองที่ 3

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
7:30	26.10	29.00	27.00	29.50	24.80
7:35	26.50	137.30	26.50	34.80	26.00
7:40	27.10	153.60	39.60	70.30	27.10
7:45	27.70	196.70	36.10	65.60	28.40
7:50	27.00	126.20	37.40	51.40	27.50
7:55	27.00	267.20	48.90	92.10	27.10
8:00	27.10	133.00	43.30	75.60	27.50
8:05	27.80	324.30	73.10	206.90	31.30
8:10	28.40	337.40	57.30	118.20	28.20
8:15	28.30	343.50	53.50	111.80	30.10
8:20	28.40	624.60	71.00	168.80	29.30
8:25	29.70	462.00	75.70	152.80	33.40
8:30	29.40	504.90	74.80	173.80	30.70
8:35	30.60	205.50	67.30	127.70	30.70
8:40	30.60	214.00	74.10	152.90	30.80
8:45	30.70	377.70	87.10	206.70	31.30
8:50	29.10	173.20	80.00	210.00	31.30
8:55	29.80	261.50	85.20	249.80	34.50
9:00	31.00	167.90	86.00	188.90	31.80
9:05	30.90	393.80	84.90	234.50	34.20
9:10	30.30	259.80	75.50	185.90	30.00
9:15	31.40	212.10	107.40	334.80	32.40
9:20	30.90	285.20	117.60	274.70	33.10
9:25	30.60	418.40	158.20	334.40	32.20
9:30	30.90	425.90	153.60	261.10	32.50
9:35	31.30	333.60	160.60	253.90	31.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
9:45	31.90	393.90	153.90	239.10	32.40
9:50	30.90	610.10	190.10	186.60	32.60
9:55	30.70	328.00	141.60	230.80	31.90
10:00	31.30	530.00	147.40	222.30	31.80
10:05	30.70	291.00	198.90	198.70	31.40
10:10	31.50	219.50	203.40	187.60	33.50
10:15	31.40	456.30	176.40	174.80	32.50
10:20	30.20	445.00	196.80	241.80	35.50
10:25	30.00	331.60	162.10	226.80	32.30
10:30	30.10	711.90	206.00	284.90	31.40
10:35	31.10	505.20	170.70	329.50	33.30
10:40	30.80	670.50	168.20	286.60	30.80
10:45	30.70	519.00	163.60	283.10	30.60
10:50	31.60	540.10	192.70	328.20	34.00
10:55	31.40	713.40	246.00	412.70	93.40
11:00	30.90	570.50	238.90	387.30	85.60
11:05	31.40	534.10	187.60	308.70	84.00
11:10	31.70	530.10	185.90	298.20	89.70
11:15	32.70	576.90	264.70	335.70	89.00
11:20	30.90	389.20	151.50	331.00	78.30
11:25	31.80	404.80	134.10	298.20	86.50
11:30	31.20	430.40	186.90	263.40	89.70
11:35	31.50	341.70	164.30	252.10	84.20
11:40	31.70	449.70	149.30	307.80	99.20
11:45	31.70	284.20	234.80	248.20	99.20
11:50	31.40	474.50	164.30	309.30	98.80
11:55	31.70	641.60	212.30	366.70	98.00
12:00	31.50	569.30	241.80	311.90	97.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
12:10	31.50	234.40	180.10	229.30	99.40
12:15	31.50	610.20	216.00	270.40	99.70
12:20	31.70	501.90	243.40	251.10	99.50
12:25	32.50	397.50	210.80	276.50	99.40
12:30	31.00	460.50	195.50	283.90	99.40
12:35	31.30	401.10	201.50	277.80	99.60
12:40	31.10	369.30	142.40	253.60	99.50
12:45	30.90	305.80	175.90	203.10	99.30
12:50	31.60	509.50	187.60	227.90	99.50
12:55	32.10	338.70	180.80	215.50	99.60
13:00	31.90	615.50	235.30	238.40	99.70
13:05	31.90	596.80	236.30	258.50	99.30
13:10	31.80	446.90	193.20	231.00	99.50
13:15	31.70	572.90	207.50	237.50	99.60
13:20	31.20	342.40	169.00	193.00	99.70
13:25	31.60	441.50	184.80	196.40	99.50
13:30	31.70	574.00	155.10	203.60	99.50
13:35	31.80	561.70	187.10	219.00	99.30
13:40	31.60	556.50	238.50	257.60	99.40
13:45	31.80	696.20	202.70	255.40	99.60
13:50	31.20	606.30	204.10	257.20	99.40
13:55	32.10	598.20	207.90	251.20	99.40
14:00	32.10	506.20	164.40	275.10	99.60
14:05	31.20	379.60	166.70	239.80	99.40
14:10	31.20	372.10	200.40	254.60	99.00
14:15	30.90	371.80	194.90	209.10	99.10
14:20	31.10	610.00	189.70	254.40	99.30
14:25	32.00	354.90	177.30	230.00	99.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
14:35	32.50	299.30	157.20	235.60	99.10
14:40	33.40	571.60	196.60	312.90	99.20
14:45	31.90	535.70	169.10	268.40	99.20
14:50	32.00	735.80	157.90	301.70	99.20
14:55	33.10	644.20	168.40	255.70	99.20
15:00	34.10	511.10	165.90	224.50	99.50
15:05	32.20	491.40	173.60	226.60	99.20
15:10	32.90	395.60	161.70	213.40	99.00
15:15	32.60	304.50	154.10	195.50	99.10
15:20	32.50	596.60	167.70	215.30	99.10
15:25	32.30	561.30	142.00	216.80	99.00
15:30	31.70	637.60	171.20	284.10	99.30
15:35	31.10	369.60	156.90	222.30	99.10
15:40	32.10	433.20	159.20	219.50	99.10
15:45	31.70	546.50	159.10	218.80	99.50
15:50	31.70	371.60	154.00	206.10	99.40
15:55	33.00	391.20	157.40	217.00	99.10
16:00	33.00	571.80	159.50	285.20	99.30
16:05	32.70	616.30	187.80	346.80	99.50
16:10	32.90	617.00	195.70	317.40	99.30
16:15	32.00	598.30	227.50	300.60	99.50
16:20	33.10	674.30	205.30	337.60	99.40
16:25	33.40	564.40	229.90	302.40	99.20
16:30	32.10	486.40	246.50	276.50	99.50
16:35	32.40	575.10	268.20	348.90	99.30
16:40	31.90	665.50	229.80	294.10	99.10
16:45	31.70	580.50	232.90	279.90	99.40
16:50	31.60	662.90	203.80	311.10	99.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)				
	อากาศ	ห้องเผาไม้	ห้องเผาก้อนเชื้อเห็ด	หลังเตา	ไอน้ำ
17:00	31.30	632.90	271.30	268.60	99.20
17:05	31.30	601.90	241.30	241.20	99.40
17:10	30.60	624.10	259.50	256.00	99.30
17:15	30.80	627.70	238.50	269.30	99.10
17:20	31.30	498.30	167.50	230.20	99.10
17:25	30.50	499.10	204.40	322.30	99.40
17:30	30.90	534.00	221.30	380.10	99.30
17:35	31.20	536.40	206.40	325.50	99.00
17:40	30.80	524.30	208.00	330.50	99.10
17:45	30.30	489.20	217.50	389.60	99.00
17:50	30.60	466.90	239.30	397.20	103.20
17:55	30.80	493.30	230.70	379.40	105.70
18:00	30.20	473.80	200.30	335.80	105.30
18:05	30.50	460.70	263.90	416.70	107.90
18:10	30.30	467.70	273.20	402.90	109.20
18:15	29.90	467.70	232.90	396.10	109.50
18:20	29.40	455.00	274.60	369.30	109.10
18:25	29.30	459.90	253.20	346.50	108.90
18:30	29.60	475.70	248.80	271.10	107.10
18:35	28.80	459.20	180.50	329.40	107.20
18:40	28.30	451.50	202.80	267.60	106.00
18:45	28.80	457.60	226.10	285.10	107.90
18:50	28.40	439.00	208.00	328.30	107.20
18:55	28.80	438.00	186.10	286.70	106.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. วางตะแกรงลงในเตา



2. วางถังตักน้ำ



3. ชั่งน้ำหนักไม้



4. ชั่งน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ด



5. ใส่ก้อนเชื้อเห็ด



6. ปิดฝาเตาเผา



7. เติมน้ำใส่ถังตักน้ำ



8. ไล่ท่อไอน้ำ



9. สูดเตา



10. ลักษณะไอน้ำที่พุ่งออกมา

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทดสอบเตาผลิตไอน้ำจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้วเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าความชื้นก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วที่ศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

การทดลองที่	ตัวอย่างที่	น้ำหนักก้อนเชื้อเห็ดเชื้อเพลิง (กรัม)		ความชื้นก้อนเชื้อเห็ด (%(ฐานเปียก))
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	1	86.47	33.72	61.00
	2	37.93	22.90	39.63
	3	93.01	24.88	73.25
	4	55.97	32.99	41.06
	5	52.52	32.32	38.46
	6	42.34	28.08	33.68
	7	49.78	23.69	52.41
	8	48.37	31.15	35.60
	9	84.78	28.78	66.05
	10	38.43	23.03	40.07
		เฉลี่ย	58.96	28.15
2	1	35.20	20.93	40.54
	2	74.39	29.41	60.47
	3	48.04	28.40	40.88
	4	53.43	25.44	52.39
	5	36.46	20.32	44.27
	6	55.86	27.46	50.84
	7	46.19	26.56	42.50
	8	50.98	17.30	66.07
	9	25.67	13.84	46.08
	10	61.15	19.35	68.36
		เฉลี่ย	48.74	22.90
3	1	98.53	39.22	60.19
	2	83.30	27.20	67.35
	3	72.69	30.58	57.93
	4	88.97	22.56	74.64
	5	41.55	25.70	38.15
	6	88.07	30.06	65.87
	7	88.53	29.03	67.21
	8	73.19	25.78	64.78
	9	73.09	30.80	57.86
	10	92.78	27.95	69.87
		เฉลี่ย	80.07	28.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าความชื้นไม้ที่ศึกษาทดสอบออกแบบและเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช่แล้ว

การทดลองที่	ตัวอย่างที่	น้ำหนักไม้เชื้อเพลิง (กรัม)		ความชื้นไม้ %(ฐานเปียก)
		นน.ไม้ก่อน	นน.ไม้หลัง	
1	1	282.73	225.26	20.33
	2	186.15	161.49	13.25
	3	195.10	149.33	23.46
	4	233.91	170.72	27.01
	5	324.70	258.5	20.39
	เฉลี่ย	244.52	193.06	20.89
2	1	199.06	163	18.12
	2	150.12	119.78	20.21
	3	270.38	228.6	15.45
	4	167.20	134.09	19.80
	5	285.86	215.36	24.66
	เฉลี่ย	214.52	172.17	19.65
3	1	151.29	121.9	19.43
	2	184.97	156.84	15.21
	3	164.42	137.71	16.24
	4	218.27	187.01	14.32
	5	201.28	158.92	21.05
	เฉลี่ย	184.05	152.48	17.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

การทดลองที่	ปริมาณไม้ฟืน (กก.)	ปริมาณก้อนเชื้อเห็ด (กก.)	ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด (กก.)	จำนวนก้อนเชื้อ (ก้อน)	ปริมาณน้ำในถังต้ม (ลิตร)	ปริมาณก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่ง (ก้อน)	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (ตามนาฬิกา : น.)				ปริมาณน้ำที่เหลือ (ลิตร)	ระยะเวลาการเกิดไอน้ำ (ชม.)	ระยะเวลา นึ่ง (ชม.)	ระยะเวลา ทั้งหมด (ชม.)
							เริ่มจุดไฟ	เกิดไอน้ำ	นึ่งก้อนเชื้อเห็ด	เวลาหยุด				
1	26.50	59.50	86.00	122.00	50.00	42.00	15:05:00	17:19:00	18:30:00	21:30:00	12.50	4:11	3:00	6:25
2	30.50	55.00	85.50	100.00	50.00	42.00	12:10:00	14:09:00	15:10:00	18:10:00	17.00	4:01	3:00	6:00
3	31.50	52.00	83.50	109.00	50.00	42.00	13:10:00	15:40:00	17:10:00	20:10:00	21.00	4:30	3:00	7:00
เฉลี่ย	29.50	55.50	85.00	110.33	50.00	42.00	-	-	-	-	16.83	4:14	3:00	6:28

ตารางที่ 10 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 1

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
15:05	31.20	33.20	31.10	31.70	31.70	39.50	36.90	39.20
15:10	31.50	37.50	32.40	35.30	32.20	39.30	36.90	38.90
15:15	30.80	62.80	45.10	64.60	31.70	39.10	36.70	38.60
15:20	30.30	132.50	61.70	129.40	31.70	38.80	36.60	38.40
15:25	30.40	392.70	93.70	273.10	31.50	38.50	36.40	38.20
15:30	30.30	196.50	79.20	175.20	31.40	38.30	36.30	37.90
15:35	30.60	248.00	83.60	133.00	31.60	38.30	36.30	37.70
15:40	30.00	127.80	67.10	93.60	31.50	38.10	36.20	37.50
15:45	29.40	85.30	55.50	69.30	30.90	37.70	35.90	37.10
15:50	30.40	76.20	57.20	71.50	30.90	37.50	35.80	36.90
15:55	30.90	491.10	100.40	207.50	31.70	37.40	35.70	36.70
16:00	30.80	450.40	168.80	233.90	31.70	37.50	35.70	36.40
16:05	30.50	346.20	134.70	266.70	31.10	37.00	35.50	36.10
16:10	30.20	476.40	159.40	350.10	31.00	37.00	35.60	35.80
16:15	30.80	539.30	152.40	320.30	31.30	36.90	35.60	35.90
16:20	30.40	307.40	125.20	230.00	33.10	36.90	35.60	36.80
16:25	30.20	400.50	98.50	274.70	33.70	36.80	35.60	35.70
16:30	30.50	344.80	105.40	265.00	34.00	36.80	35.60	35.60
16:35	31.30	452.40	108.70	333.20	34.10	36.70	35.60	35.60
16:40	30.40	426.70	123.80	306.70	34.40	36.80	35.80	35.60
16:45	30.40	379.80	125.90	277.50	34.40	36.70	35.90	35.50
16:50	30.30	545.40	162.30	356.10	34.40	36.70	36.10	35.50
16:55	30.20	495.70	177.90	312.90	34.40	36.60	36.00	35.50
17:00	30.20	522.20	146.40	375.80	34.50	36.80	36.30	35.70
17:05	29.90	546.50	113.50	347.70	34.40	36.70	36.30	35.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
17:10	30.60	654.00	96.80	291.70	34.50	36.60	36.30	36.60
17:15	30.30	659.70	71.70	437.60	35.00	36.90	36.60	36.90
17:20	30.10	602.10	82.10	399.20	51.20	36.70	36.50	36.70
17:25	30.50	586.70	128.50	315.80	58.70	34.80	34.70	3.80
17:30	30.70	604.80	127.20	344.20	65.80	27.60	33.00	30.40
17:35	30.80	502.50	144.30	271.40	86.10	24.60	32.30	31.50
17:40	31.10	569.00	222.20	381.70	86.60	30.00	36.10	35.30
17:45	30.70	593.10	218.30	365.90	89.10	37.50	42.20	41.40
17:50	30.50	498.80	212.50	331.80	90.30	47.20	50.50	50.40
17:55	30.20	470.80	215.10	314.00	90.90	57.90	60.00	60.30
18:00	29.70	174.80	224.30	280.30	92.40	67.50	68.10	69.40
18:05	29.60	626.00	375.00	364.60	94.50	75.00	75.00	76.40
18:10	29.70	699.80	300.00	381.30	95.90	80.50	80.20	81.50
18:15	29.30	605.40	274.90	369.30	96.80	84.40	84.10	85.60
18:20	29.20	699.00	199.80	391.90	97.40	87.60	87.30	88.70
18:25	28.90	688.50	298.30	371.00	97.80	90.00	89.50	91.00
18:30	28.70	682.90	231.50	391.90	97.80	91.40	90.90	92.50
18:35	28.80	706.50	288.10	412.00	97.80	92.50	92.20	93.50
18:40	29.00	607.10	265.80	404.00	98.30	93.10	93.10	94.30
18:45	28.40	607.10	283.50	418.10	106.90	93.80	94.20	95.10
18:50	29.20	608.40	343.30	383.60	105.20	94.40	95.00	95.70
18:55	28.90	664.60	344.10	363.40	104.10	94.60	95.40	96.00
19:00	28.80	617.70	380.70	393.60	102.00	95.20	96.00	96.60
19:05	28.50	627.30	285.60	428.90	101.90	95.30	96.20	96.70
19:10	28.90	644.60	246.50	475.40	103.80	95.10	96.50	96.90
19:15	29.30	633.30	298.10	467.00	103.20	95.30	96.70	97.10
19:20	29.60	678.50	413.80	438.10	99.30	95.40	96.70	97.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
19:25	28.60	621.10	367.00	398.40	99.00	95.60	97.00	97.50
19:30	28.50	656.00	251.60	425.10	99.00	95.60	96.80	97.50
19:35	28.40	814.70	470.40	374.50	103.80	95.70	96.90	97.70
19:40	29.60	873.80	398.40	376.40	103.50	96.00	97.20	97.80
19:45	28.90	726.60	361.30	387.30	103.20	96.20	97.50	97.90
19:50	29.00	672.70	401.70	395.70	99.30	96.30	97.40	98.00
19:55	28.30	550.30	241.50	306.30	99.30	96.10	97.20	97.70
20:00	28.30	603.50	343.60	446.20	98.70	96.10	97.10	97.90
20:05	28.30	697.30	374.90	450.30	99.00	96.10	96.90	97.70
20:10	29.60	539.40	244.90	450.00	98.70	96.00	96.70	97.70
20:15	28.50	632.20	293.40	485.60	98.90	96.20	97.10	97.80
20:20	28.80	704.80	402.40	438.40	99.30	96.40	97.20	98.00
20:25	28.80	804.60	377.00	373.40	104.00	96.30	97.10	97.90
20:30	29.50	539.40	299.00	408.70	98.80	96.20	97.00	97.90
20:35	28.70	560.40	274.40	358.10	98.70	96.50	97.20	98.00
20:40	28.40	652.40	260.80	486.40	99.40	96.20	97.00	97.80
20:45	28.70	640.80	359.80	421.20	106.10	96.40	97.20	98.00
20:50	28.00	594.30	216.50	415.00	98.40	96.20	97.00	97.70
20:55	28.80	685.90	309.50	417.10	98.50	96.30	97.00	97.80
21:00	28.80	703.10	330.40	366.40	98.40	96.10	97.00	97.70
21:05	29.10	778.90	277.30	394.10	98.50	96.30	97.00	97.70
21:10	29.00	655.20	259.60	418.50	98.70	96.60	97.50	98.10
21:15	29.00	671.10	308.50	407.10	98.70	96.50	97.30	97.90
21:20	29.20	638.60	303.70	396.50	98.80	96.60	97.50	98.00
21:25	28.70	662.10	263.70	418.50	98.80	96.60	97.50	98.10
21:30	28.30	577.30	250.50	385.60	104.40	96.50	97.30	98.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 2

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
12:10	31.00	31.70	33.00	32.70	38.60	39.00	41.70	40.70
12:15	31.50	66.60	33.50	45.10	38.80	39.00	41.70	40.60
12:20	31.20	128.40	36.00	104.00	38.70	39.20	42.00	40.90
12:25	31.60	107.80	39.30	99.60	38.60	39.20	42.00	40.90
12:30	33.30	244.60	37.70	142.20	38.90	39.30	42.10	40.90
12:35	30.70	151.00	38.80	126.20	38.80	39.30	42.10	41.20
12:40	32.50	584.00	38.70	159.90	38.80	39.40	42.10	40.90
12:45	31.10	570.30	45.50	281.30	38.90	39.60	42.30	41.30
12:50	31.10	666.20	50.40	263.20	38.70	39.60	42.30	41.30
12:55	31.90	478.00	55.20	249.10	39.10	39.50	42.30	41.10
13:00	32.20	498.40	58.00	243.20	38.90	39.60	42.30	41.00
13:05	32.10	172.20	67.80	235.30	38.80	39.60	42.30	41.30
13:10	32.20	514.90	76.30	290.70	38.80	39.50	42.30	41.30
13:15	32.00	679.40	84.50	296.60	38.90	39.60	42.30	41.20
13:20	32.70	290.30	94.70	283.70	39.00	39.60	42.40	41.30
13:25	31.80	338.90	118.40	296.80	38.90	39.70	42.50	41.50
13:30	31.30	244.80	112.30	240.20	38.80	39.70	42.40	41.50
13:35	31.90	426.00	111.20	344.00	39.00	39.70	42.40	41.20
13:40	32.40	630.00	115.40	363.30	39.10	39.80	42.50	41.30
13:45	31.70	912.50	138.40	480.00	39.00	39.70	42.40	41.40
13:50	33.70	718.30	115.80	353.00	39.20	39.80	42.50	41.30
13:55	32.30	635.10	138.30	381.30	39.30	40.00	42.70	41.40
14:00	33.00	622.00	188.40	429.50	39.10	39.90	42.50	41.20
14:05	33.00	627.20	275.70	366.90	39.30	39.90	42.60	41.10
14:10	33.20	623.40	272.50	493.50	55.70	40.10	42.60	40.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
14:15	33.50	401.20	198.10	360.90	71.30	39.10	42.20	32.20
14:20	33.90	820.30	239.70	379.00	78.90	38.10	42.10	22.70
14:25	32.30	778.80	260.50	399.30	85.80	38.70	42.40	42.00
14:30	32.50	688.70	251.10	403.40	91.90	41.10	44.50	45.50
14:35	32.50	609.90	370.50	415.10	96.40	45.80	48.30	51.40
14:40	33.40	666.70	437.20	420.40	98.30	52.80	54.50	58.90
14:45	33.70	811.80	123.00	399.50	98.60	61.30	63.10	67.20
14:50	33.50	717.20	277.00	425.60	99.00	70.30	72.30	75.30
14:55	33.90	759.80	229.40	445.90	99.40	77.80	80.00	82.00
15:00	33.60	836.00	191.50	439.20	99.70	83.50	85.80	87.10
15:05	34.70	827.80	179.60	432.70	99.60	87.70	89.90	90.40
15:10	33.40	863.40	211.30	444.20	99.70	90.70	92.70	93.10
15:15	34.00	862.80	222.30	422.10	99.60	92.50	94.60	94.80
15:20	33.50	912.50	251.40	412.30	99.70	93.80	95.70	95.90
15:25	33.10	801.30	233.20	439.50	99.90	94.90	96.80	96.80
15:30	32.50	825.00	231.20	433.90	100.00	95.80	97.40	97.50
15:35	32.50	823.80	250.10	400.80	99.90	96.40	97.90	97.90
15:40	34.10	887.40	409.00	403.30	100.00	96.70	98.10	98.00
15:45	32.60	818.40	261.90	510.00	100.50	97.20	98.70	98.60
15:50	33.30	870.20	245.90	453.30	100.20	97.50	98.70	98.60
15:55	33.30	752.70	231.50	551.30	100.80	97.80	99.20	99.20
16:00	32.70	896.70	322.60	484.50	101.10	98.30	99.50	99.40
16:05	33.20	701.80	522.60	430.50	101.20	98.70	99.80	99.70
16:10	32.30	841.30	381.50	491.70	100.60	98.50	99.70	99.50
16:15	32.30	797.70	387.20	448.00	100.40	98.20	99.50	99.30
16:20	32.50	671.00	263.20	479.00	100.30	98.10	99.30	99.20
16:25	32.30	708.80	227.30	429.50	100.20	97.70	99.10	99.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
16:30	32.50	798.70	233.90	488.10	100.00	97.70	99.00	98.90
16:35	32.20	818.50	374.20	392.30	100.10	97.80	99.10	98.90
16:40	31.70	750.00	455.20	359.90	99.70	97.70	98.80	98.70
16:45	31.40	697.20	472.20	406.70	99.70	97.70	98.80	98.70
16:50	31.10	920.40	425.60	407.60	99.80	97.70	98.90	98.60
16:55	30.10	911.70	523.30	388.50	99.70	97.80	98.80	98.60
17:00	30.70	834.80	302.40	398.20	99.90	97.70	98.90	98.70
17:05	31.30	644.60	269.30	353.90	99.40	97.50	98.50	98.10
17:10	28.80	742.00	425.10	394.10	99.50	97.20	98.40	98.60
17:15	28.00	632.60	276.50	381.60	99.40	96.80	98.10	98.30
17:20	28.30	734.30	293.30	357.00	99.30	96.60	98.00	98.10
17:25	30.20	823.70	360.80	361.30	99.10	96.10	97.90	97.70
17:30	28.90	670.20	347.20	361.20	99.20	96.40	98.00	98.00
17:35	28.70	705.80	270.50	315.90	98.50	95.90	97.70	98.00
17:40	30.10	423.00	204.20	375.30	98.10	95.60	97.30	97.50
17:45	29.00	563.00	225.60	344.40	98.30	95.70	97.60	97.50
17:50	30.20	570.70	209.30	383.20	97.40	95.30	97.20	97.20
17:55	28.90	555.80	223.70	340.70	96.70	95.30	97.20	97.00
18:00	29.00	732.80	360.30	385.80	97.00	95.20	96.80	96.60
18:05	29.30	903.80	274.90	378.30	97.50	95.30	96.90	96.60
18:10	29.00	835.20	268.90	370.20	98.40	95.10	97.10	96.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งๆ ในการออกแบบและทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้วการทดลองที่ 3

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
13:10	30.90	32.80	31.50	33.10	34.40	28.10	33.80	28.80
13:15	30.30	63.10	32.00	51.00	34.30	28.30	34.00	28.90
13:20	31.60	118.30	34.40	112.10	34.40	28.30	34.00	29.10
13:25	31.50	166.00	35.90	104.80	34.70	28.20	34.00	29.10
13:30	31.80	121.80	37.40	129.00	35.00	28.50	34.30	29.50
13:35	31.00	293.70	39.30	210.70	35.00	28.80	34.60	30.00
13:40	31.70	209.40	39.70	160.40	35.00	28.80	34.50	30.20
13:45	30.70	288.80	43.70	194.60	35.00	28.60	34.60	30.20
13:50	31.70	203.10	47.90	193.30	35.00	29.00	34.80	30.60
13:55	31.70	565.30	49.10	221.90	35.00	29.10	34.60	30.80
14:00	32.60	272.80	47.70	202.50	35.30	29.10	34.80	30.70
14:05	31.50	419.80	51.90	228.40	35.30	29.40	34.90	31.20
14:10	32.90	510.50	63.40	337.40	35.50	29.30	34.90	32.10
14:15	31.80	334.70	57.20	239.70	36.00	29.70	35.10	32.60
14:20	31.60	418.50	73.10	314.90	35.90	29.60	35.10	32.70
14:25	31.30	375.90	73.10	274.60	35.70	29.50	35.30	32.40
14:30	31.30	392.50	79.50	319.60	35.40	29.60	35.40	32.50
14:35	30.30	357.90	89.50	302.40	35.00	29.40	35.20	32.30
14:40	29.60	401.40	89.10	300.30	34.80	29.50	35.30	32.00
14:45	27.80	373.70	97.90	249.10	34.30	29.30	35.40	30.90
14:50	26.90	534.40	103.60	300.80	34.20	29.40	35.40	30.80
14:55	26.70	477.60	109.30	265.80	33.90	29.30	35.30	29.70
15:00	27.50	615.70	114.00	340.50	33.60	29.20	35.30	29.10
15:05	25.80	309.00	113.70	239.00	33.30	29.10	35.20	29.00
15:10	25.60	530.30	118.00	281.40	32.80	28.90	35.00	29.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
15:15	25.90	395.30	127.60	327.30	32.70	29.00	35.20	28.60
15:20	26.20	313.50	148.90	255.40	32.50	28.90	35.10	27.60
15:25	26.40	438.00	109.50	275.70	32.50	28.90	35.10	27.00
15:30	25.60	412.90	141.20	283.20	32.50	29.00	35.30	26.90
15:35	26.30	478.20	167.90	277.00	32.50	29.00	35.20	25.60
15:40	26.30	414.00	129.50	308.60	56.70	28.30	35.00	22.80
15:45	26.20	339.90	175.60	299.20	65.00	26.70	33.50	16.90
15:50	26.30	321.20	213.70	286.90	68.90	24.70	31.90	9.80
15:55	26.80	500.90	226.10	313.00	72.60	24.90	32.80	37.40
16:00	26.10	465.40	293.20	294.10	75.90	26.10	35.60	42.30
16:05	25.80	505.10	312.90	293.60	79.60	29.10	38.60	48.20
16:10	27.00	587.30	243.00	383.20	86.70	31.90	42.30	54.00
16:15	26.30	512.60	281.20	372.70	90.70	36.80	46.90	60.60
16:20	26.80	428.10	292.60	304.10	92.50	43.10	52.60	67.20
16:25	26.20	460.10	354.50	288.30	94.00	50.60	59.30	73.40
16:30	27.30	686.30	373.30	418.30	96.60	57.70	66.30	78.30
16:35	27.50	666.80	205.10	416.60	98.40	64.90	72.60	82.80
16:40	27.20	464.80	379.80	366.10	99.30	71.70	78.60	86.70
16:45	28.20	676.00	330.90	418.30	99.70	77.30	83.90	89.50
16:50	28.30	755.50	223.10	449.50	99.80	81.80	87.90	91.60
16:55	27.50	778.10	450.60	438.60	100.40	85.40	90.80	93.60
17:00	27.60	711.40	521.30	420.70	101.00	87.70	93.10	95.30
17:05	27.20	551.20	427.70	398.70	101.10	89.50	94.70	96.40
17:10	27.30	447.00	312.90	338.90	100.60	90.90	95.90	97.00
17:15	27.00	512.10	293.70	383.50	99.90	91.50	96.50	97.30
17:20	26.90	576.80	277.70	392.90	99.90	92.20	97.00	97.60
17:25	26.80	697.00	304.70	360.70	99.70	92.40	97.20	97.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
17:30	26.90	628.60	243.50	389.80	99.70	92.70	97.60	97.90
17:35	26.90	772.60	237.80	445.30	99.80	93.00	97.80	98.20
17:40	27.10	719.40	317.70	427.90	100.00	93.40	98.20	98.60
17:45	27.80	726.90	320.10	363.20	99.70	93.30	98.20	98.20
17:50	28.10	843.00	259.30	403.50	99.80	93.60	98.40	98.60
17:55	27.90	749.60	323.60	368.50	99.60	93.80	98.50	98.40
18:00	28.30	558.90	262.20	330.10	98.90	93.80	98.00	97.90
18:05	27.60	681.80	261.30	350.60	98.80	94.00	97.90	97.90
18:10	26.70	472.80	259.30	344.50	98.80	94.10	98.10	98.10
18:15	27.70	648.10	292.60	342.20	98.70	93.60	97.90	97.80
18:20	28.10	606.60	295.00	358.90	98.70	93.60	98.00	98.00
18:25	27.00	629.40	293.10	394.30	98.80	93.60	98.10	98.20
18:30	27.00	578.40	336.80	366.90	99.20	93.90	98.50	98.70
18:35	26.90	839.20	344.60	338.20	99.10	93.70	98.50	98.70
18:40	26.50	451.00	347.40	315.80	99.10	93.80	98.40	98.50
18:45	26.50	618.70	329.90	370.90	99.00	93.90	98.40	98.60
18:50	26.70	542.40	275.00	330.50	99.00	93.60	98.40	98.60
18:55	27.40	755.90	319.10	345.50	98.70	93.30	98.10	98.10
19:00	27.40	775.50	306.90	361.50	98.60	93.00	97.80	97.90
19:05	27.80	753.40	343.50	313.80	98.50	93.10	97.70	98.00
19:10	27.80	858.40	352.70	462.40	99.10	93.70	98.30	98.70
19:15	27.70	472.00	251.10	307.20	98.90	93.60	98.20	98.30
19:20	27.70	364.60	206.50	240.40	98.20	92.70	97.70	97.70
19:25	27.20	286.60	189.70	203.10	95.40	91.80	96.90	96.30
19:30	26.40	531.20	260.10	225.40	94.20	90.90	96.60	95.90
19:35	26.70	537.40	358.60	323.80	95.10	90.30	96.20	95.40
19:40	26.80	684.00	310.30	310.70	95.10	90.30	95.90	95.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (น.)	ระดับอุณหภูมิ ณ ที่ต่างๆ (°C)							
	อากาศ	ห้องเผา ไม้	ห้องเผาก้อน เชื้อเห็ด	หลังเตา	ในถังนึ่ง	ก้อนเชื้อ เห็ดชั้นล่าง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นกลาง	ก้อนเชื้อเห็ด ชั้นบน
19:45	26.70	529.40	347.90	330.60	96.20	90.20	96.10	95.80
19:50	27.10	534.30	335.60	324.50	95.30	90.90	95.60	95.40
19:55	27.30	486.40	295.30	279.80	95.60	92.10	95.80	95.40
20:00	26.70	584.10	368.70	309.40	96.30	92.60	95.70	96.10
20:05	26.40	618.40	311.20	401.30	96.20	92.90	96.20	95.70
20:10	26.70	559.80	341.50	380.50	96.60	92.70	96.00	95.50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. วางตะแกรงลงในเตา



2. วางถังต้มน้ำ



3. ชั่งน้ำหนักไม้



4. ชั่งน้ำหนักก้อนเชื้อเห็ด



5. ใส่ก้อนเชื้อเห็ด



6. ปิดฝาเตาเผา



7. เติมน้ำใส่ถังต้มน้ำ



8. ตอสายยางที่ถังต้มน้ำ



9. ตอสายยางที่ถังนี้



10. วางก้อนเชื้อเห็ดที่นี้ ปิดฝา



11. จุดเตา



12. การเขี่ยเชื้อ



13. ปิดด้วยกระดาษ



14. บ่มเชื้อเห็ด



15. ผลผลิตเห็ด

ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทดสอบเตาผลิตไอน้ำนึ่งก้อนเชื้อเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้