# การออกแบบและพัฒนาหม้อต้มไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ด
# The Development and Design of Boiler for Steaming Cubes Mushroom

*ธนะวิทย์ ทองวิเชียร, ภาณุมาศ สุยบางดำ และ สุห์ดี นิเซ็ง*

*สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร สาขาอุตสาหกรรม*
*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ 414 ม. 14 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180*
*tanawit2@gmail.com, panumas.suybangdum@gmail.com, zuhmech@gmail.com*

## บทคัดย่อ

*งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาหม้อต้มไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำเพื่อนำไปใช้ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด โดยการพัฒนาหม้อต้มไอน้ำนี้เพื่อต้องการให้หม้อต้มไอน้ำมีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ราคาถูก และสามารถใช้เชื้อเพลิงได้มากกว่า 1 ชนิด โดยหม้อต้มไอน้ำที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้จะแยกส่วนกับตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด โดยเมื่อน้ำเดือดกลายเป็นไอที่หม้อต้มไอน้ำก็จะไหลผ่านท่อไปยังตู้นึ่งและมีวาล์วนิรภัยติดตั้งที่หม้อต้มไอน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ความดันในหม้อต้มไอน้ำสูงเกินไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโดยใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิดคือ ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืน จากการทดลองในการต้มน้ำให้เป็นไอน้ำเพื่อไปใช้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยการต้มน้ำจำนวน 28 ลิตร ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุกๆ 10 นาที โดยใช้เวลาในการนึ่ง 180 นาที พบว่าหม้อต้มไอน้ำโดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิสูงสุด 115.3 องศาเซลเซียส และ การใช้ไม้ฟืนเป็นเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิสูงสุด 116.8 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการวัดอุณหภูมิภายในตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 100.3 องศาเซลเซียสและใช้ไม้ฟืนเป็นเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 101.4 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่ามีอุณหภูมิที่เฉลี่ยที่ตู้นึ่งจากเชื้อเพลิงทั้ง 2 ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากและสามารถฆ่าเชื้อโรคที่ปะปนมากับวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดก่อนการหยดเชื้อเห็ดได้*

**คำสำคัญ:** หม้อต้มไอน้ำ ก้อนเชื้อเห็ด ก๊าซหุงต้ม ไม้ฟืน

## Abstract

*This study aimed to design and development of steam boiler for steaming mushroom propagation bag, to study the relationship between temperature and time to boil water into steaming for mushroom propagation. The reason for development of steam boiler is want to be small boiler, easy to moving, cheaper and can be used for the fuel more 1 types. The boiler has been designed and developed was separated with cabinet cubes mushrooms. When the water boils, the steam boiler will flow through the tube to the steam cabinet and install a safety valve on the boiler steam to prevent the pressure in the boiler is over too high. The research was conducted by using the fuel two types, are cooking gas and firewood. The experiments to boil water into steam for the steaming lump of fungus by boil the water 28 liters and to measure the temperature every 10 minutes that spent time 180 minutes in the steam. And then meet to the steam boiler by*

*use LPG as the fuel, there are temperatures up to 115.3 °C and by use firewood as the fuel, there are temperatures up to 116.8 °C. And when measure the temperature inside the cabinet cubes mushrooms that meet to the temperature by use LPG as a fuel, there are an average temperatures is 100.3 °C and use firewood as fuel, there are an average temperatures is 101.4 ° C. Finally it was found that the average temperature of both too nearby and similar moreover can kill germs mixed with the material that used in the cultivation before have a trickle of mushrooms.*

**Keyword**: steam boiler, cubes mushrooms, liquid propane gas (LPG), firewood

**1.บทนำ**

เห็ดนางฟ้า (Sarjor – caju Mushroom) มีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกับเห็ดนางรม เห็ดทั้งสองชนิดนี้จัดอยู่ในวงศ์เดียวกัน ชื่อ "เห็ดนางฟ้า" เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นในเมืองไทย คนไทยบางคนเรียกว่าเห็ดแขก เนื่องจากมีผู้พบเห็นเห็ดนี้ครั้งแรกที่ประเทศอินเดีย ขึ้นตามธรรมชาติบนตอไม้เนื้ออ่อนที่กำลังผุในแถบเมืองแจมมู (Jammu) บริเวณเชิงเขาหิมาลัย ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Pleurotussajor – caju (Fr.) Singer [1] ประโยชน์จากเห็ดนางฟ้านั้นมีมากมาย นอกจากนำไปปรุงอาหารรสชาติอร่อยแล้วยังมีสรรพคุณทางยาของเห็ดอีกมากมาย เช่น ช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น สมอง หัวใจ ปอด ตับ และระบบไหลเวียนของโลหิต อีกด้วย ชาวจีนจะจัดเห็ดเป็นประเภทของยาเย็น เพราะมีสรรพคุณช่วยลดไข้เพิ่มพลังชีวิต ดับร้อนใน แก้ช้ำใน บำรุงร่างกาย ลดระดับน้ำตาล และคอเลสเตอรอลในหลอดเลือด ลดความดัน ขับปัสสาวะ ช่วยให้หายหงุดหงิด บำรุงเซลล์ประสาท รักษาอาการโรคอัลไซเมอร์ ซึ่งราคาของเห็ดนางฟ้าจะขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 50-60 บาท [2]

ปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมากมีความสนใจและหันมาเพาะเห็ดนางฟ้าขายทั้งเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมแต่สำหรับเกษตรกรที่มีโรงเรือนเพาะเห็ดขนาดเล็ก และมีงบประมาณลงทุนน้อยในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดนั้นจะต้องมีการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคที่ปะปนมากับวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดก่อนการหยอดเชื้อเห็ด ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านในการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดขึ้นมาใช้เอง โดยการใช้ถัง 200 ลิตร เปิดฝาด้านบนสำหรับใส่ก้อนเชื้อเห็ดและใส่น้ำลงไปในถังพอประมาณแล้วทำการตั้งไฟเพื่อต้มให้น้ำเดือดเพื่อนำไอน้ำที่ได้ไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่อยู่ภายในถังหรือที่เรียกว่าเตาลูกทุ่งแต่เตาผลิตไอน้ำแบบเตาลูกทุ่งส่วนใหญ่ ตั้งอยู่กลางแจ้งไม่มีฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศ ขณะเผาเชื้อเพลิงหรือไม้ฟืนเพื่อทำการต้มน้ำ จึงทำให้การต้มน้ำให้เดือดต้องใช้เวลานาน และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำนวนมากในการผลิตไอน้ำแต่ละครั้ง [3] ทำให้มีประสิทธิภาพในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดไม่ดีพอ เพราะการต้มน้ำเพื่อนำไอน้ำไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดมีอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และหม้อต้มไอน้ำในปัจจุบันมีราคาสูงและมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่มีโรงเรือนขนาดเล็กและต้นทุนการผลิตที่น้อย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ปัญหาของเกษตรกรในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดก็คือประสิทธิภาพในการนึ่งจากการต้มน้ำในถัง 200 ลิตรเมื่อนำไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดนั้นมีประสิทธิภาพที่ต่ำจึงได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรโดยการพัฒนาหม้อต้มไอน้ำขนาดเล็กสำหรับเกษตรกรในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดที่มีโรงเรือนเพาะเห็ดขนาดเล็ก ช่วยลดต้นทุนและลดขนาดของหม้อต้มไอน้ำให้มีขนาดเล็กสะดวกต่อการใช้งานของเกษตรกรและได้หม้อต้มไอน้ำที่เหมาะสมในการนึ่งและได้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

**1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.1.1. ออกแบบและพัฒนาหม้อต้มไอน้ำสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

1.1.2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เหมาะสมในการต้มน้ำให้เป็นไอน้ำที่ใช้ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

**1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.2.1 ได้หม้อต้มไอน้ำที่เหมาะสมสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

1.2.2 รู้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

1.2.3 เกษตรกรสามารถนำหม้อต้มไอน้ำไปใช้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.4 ได้หม้อต้มไอน้ำที่มีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้สะดวก และมีราคาถูก

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

**2.1 การเคลื่อนที่ของความร้อน**

ความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนเมื่ออุณหภูมิของระบบกับสิ่งแวดล้อมต่างกัน ความร้อนจะถ่ายเทจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปหาแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าการเคลื่อนที่ของความร้อน แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. การนำความร้อน (Heat Conduction) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนในของแข็ง ส่วนมากจะเป็นพวกที่ทึบแสง การนำความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิและพลังงานจลน์ โดยที่ความร้อนจะเคลื่อนที่จากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ในขณะที่โมเลกุลของสสารดังกล่าวไม่เคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม

2. การพาความร้อน (Heat Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนในของไหล โดยที่โมเลกุลของของไหลเคลื่อนที่และพาเอาความร้อนไปด้วย ซึ่งในขณะเดียวกันในแต่ละโมเลกุลของของไหลก็มีการนำความร้อนเกิดขึ้นด้วย การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพานี้เกิดได้ 2 วิธี คือ

- เกิดขึ้นโดยปริมาณความร้อนที่อยู่ในของไหล ทำให้ความหนาแน่นของส่วนต่างๆของของไหลต่างกัน ทำให้ของไหลเกิดการหมุนเวียนพาความร้อนไปถ่ายเทกับส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าวิธีนี้เรียกว่า การพาความร้อนแบบอิสระหรือการพาความร้อนโดยวิธีธรรมชาติ

- เกิดขึ้นโดยทางกลไก เช่น ใช้ปั๊มหรือพัดลม บังคับให้ความร้อนถ่ายเทออกไป วิธีนี้ เรียกว่า การพาความร้อนแบบกลไก

3. การแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนแบบวัตถุที่มีความร้อนจะแผ่รังสีความร้อนออกรอบๆตัวเมื่อรังสีนี้ไปกระทบกับวัตถุอื่น บางส่วนของความร้อนก็จะสะท้อนออกมา และบางส่วนก็จะถูกวัตถุนั้นดูดเอาไว้ และถ้ามีวัตถุสองชิ้นที่มีอุณหภูมิต่างกันวางใกล้กัน วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะแผ่รังสีความร้อนออกมามากกว่าดูดเข้า และวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะดูดความร้อนมากกว่าแผ่รังสีความร้อนออก [4]

**2.2 ความดันไอ (Vapor Pressure)**

ในขณะที่ของเหลวเช่นน้ำอยู่ในภาชนะที่เปิดสู่บรรยากาศ ของเหลวที่อยู่บริเวณผิวบนจะเกิดการเดือดขึ้นและจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเนื่องจากโมเลกุลของของเหลวที่อยู่บริเวณผิวบนมีโมเมนตัมมากพอที่จะเอาชนะแรงยึดเกาะระหว่างโมเลกุลหนีขึ้นสู่บรรยากาศจนกว่าอากาศที่อยู่บริเวณรอบๆ ของเหลวนั้นอิ่มตัวไม่สามารถรับเอาไอน้ำเข้าไปได้อีก ความดันที่จะเกิดขึ้นโดยไอของโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวเรียกว่าความดันไอ ความดันไอน้ำจะแปรผันไปตามอุณหภูมิดังแสดงในตารางที่ 1 ที่อุณหภูมิ 32 $^{o}F$ = 12.8 N/m ที่อุณหภูมิ 0 = 0.611 kN/m [5]

**ตารางที่ 1** สมบัติของแก๊สที่ความดันบรรยากาศระดับน้ำทะเล

| แก๊สที่ 68 $^{o}F$ | สูตรทางเคมี | น.น.โมเลกุล $M$ | ความหนาแน่น $\rho$ | ความหนืด $\mu$ | ค่าคงที่ของแก๊ส $R$ |
|---|---|---|---|---|---|
| ฮีเลียม | He | 4.00 | 0.000323 | 0.411 | 12,420 |
| ไฮโดรเจน | $H_2$ | 2.02 | 0.000162 | 0.189 | 24,680 |
| มีเทน | $CH_4$ | 16.0 | 0.00129 | 0.280 | 3,100 |
| ไนโตรเจน | $N_2$ | 28.0 | 0.00226 | 0.368 | 1,773 |
| ออกซิเจน | $O_2$ | 32.0 | 0.00258 | 0.418 | 1,554 |
| ไอน้ำ | $H_2O$ | 18.0 | 0.00145 | 0.212 | 2,760 |

**2.3 คุณสมบัติของไอน้ำ**

เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ อุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำเดือด ปริมาณความร้อนที่ใส่เข้าไปเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจนถึงจุดเดือดนั้นเรียกว่าปริมาณความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ถ้าหากเพิ่มปริมาณความร้อนต่อไป

อีกจะพบว่าอุณหภูมิของน้ำจะคงที่ไม่เพิ่มขึ้นอีก แต่น้ำจะเริ่มระเหยกลายเป็นไอ ณ อุณหภูมิเดียวกับจุดเดือด ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอนี้เรียกว่า ความร้อนแฝง (Latent Heat)

ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกในการคำนวณจะถือว่าน้ำที่อุณหภูมิ $72^{o}F$ ไม่มีความร้อน ดังนั้น ความร้อนทั้งหมดของไอน้ำจะเป็นผลรวมของปริมาณความร้อนสัมผัส ที่ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงจุดเดือด และ ปริมาณความร้อนแฝง ที่ทำให้น้ำเดือดระเหยกลายเป็นไอ เมื่อนำไอน้ำไปใช้งานไอน้ำจะมีทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงและจะคายความร้อนแฝงให้แก่ระบบทำให้ไอน้ำเย็นตัวลง และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเรียกว่าการควบแน่นซึ่งจะมีอุณหภูมิเท่ากับไอน้ำในขณะกลั่นตัวเมื่อความดันไอน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความร้อนแฝงต่อปอนด์ของไอน้ำลดลง ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้จะมีความสัมพันธ์ต่อการประหยัดพลังงานสำหรับในทางปฏิบัติไม่สามารถผลิตไอแห้ง (Dry Saturated Steam) จากหม้อไอน้ำได้โดยตรงเมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนระหว่าง ไอแห้ง (Dry Saturated) กับไอเปียก (Wed Steam) พบว่าค่าความร้อนรวมของ ไอเปียก มีค่าน้อยกว่าค่าความร้อนรวมของไอแห้งทั้งนี้เพราะค่าละอองน้ำที่มีอยู่ในไอน้ำจะไม่มีค่าความร้อนแฝงภายในตัวควบแน่น นอกจากนี้ปริมาณละอองไอน้ำในไอเปียกยังมีผลต่อปริมาณของไอน้ำต่อปอนด์อีกด้วย

**2.4 วิธีการทำก้อนเชื้อเห็ด**

ประกอบด้วยส่วนผสม ขี้เลื่อยยางพาราแห้งสนิท 100 กิโลกรัม รำละเอียด 6-8 กิโลกรัม ข้าวโพดป่น 3-5 กิโลกรัม ปูนขิบซัม 1 กิโลกรัม หินปูนหรือผงชอล์ก 1 กิโลกรัม ดีเกลือ 0.2 กิโลกรัม น้ำ 80 กิโลกรัม EM 1 ลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากันและค่อยๆ ผสมน้ำลงไปให้ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ประมาณ 80% โดยสังเกตจากการกำส่วนผสมแล้วแบมือออกถ้าแตกเป็นก้อนแสดงว่าความชื้นเหมาะสมให้นำใส่ถุงสำหรับเพาะเห็ดขนาด 3×3×12 นิ้ว ให้ได้น้ำหนักประมาณ 850 กรัม/ก้อน จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดเข้าเครื่องอัดก้อนหรือใช้แรงคนทุบให้ส่วนผสมแน่นแล้วใส่คอขวดดึงปากถุงขึ้นให้ตึงแล้วพร้อมกับแบะปากถุงออกสวมจุก จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดเข้าเตานึ่งไอน้ำ รอจนเดือดที่ 95-100 องศาเซลเซียส แล้วนึ่งทิ้งไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมงเมื่อครบกำหนดให้ปิดไฟแล้วรอให้อุณหภูมิลงมาที่ 50 องศาเซลเซียส นำก้อนเชื้อเห็ดไปไว้ในห้องหยอดเชื้อที่มิดชิด ลมนิ่งไม่มีลมพัดผ่านแล้วทำการหยอดเชื้อประมาณก้อนละ 20 เม็ดแล้วนำไปบ่มประมาณ 20-25 วันเมื่อเชื้อเดินเต็มก้อนแล้วให้เปิดจุกออกเขี่ยเมล็ดข้าวฟ่างทิ้งรอประมาณ 7 วันก็สามารถเก็บดอกได้ [1]

**2.5 ภาชนะความดันผนังบาง**

ภาชนะผนังบางหมายถึงภาชนะที่มีความหนาของผนังมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับรัศมีความโค้ง ถ้าให้ t เป็นความหนา และ R เป็นรัศมีความโค้ง ถ้า R/t มีค่ามากกว่า 10 ก็อาจจัดได้ว่าเป็นภาชนะผนังบาง ซึ่งภาชนะผนังบางทรงกลมภายในบรรจุก๊าซความดัน P ความเค้นที่เกิดขึ้นภายในผนังตามทฤษฎีของภาชนะผนังบางมีค่าเท่ากับ [6]

$$\sigma = \frac{Pr}{2t} \quad (1)$$

เมื่อ $\sigma$ คือความเค้น $\left(N/m^2\right)$

$P$ คือความดัน $\left(N/m^2\right)$

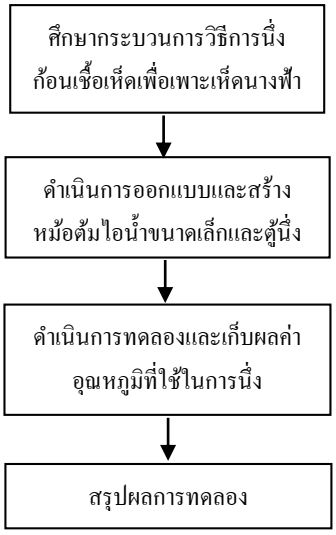
$R$ คือ รัศมีความโค้ง $(m)$

$t$ คือ ความหนาของผนัง $(m)$

**3. วิธีดำเนินการวิจัย**

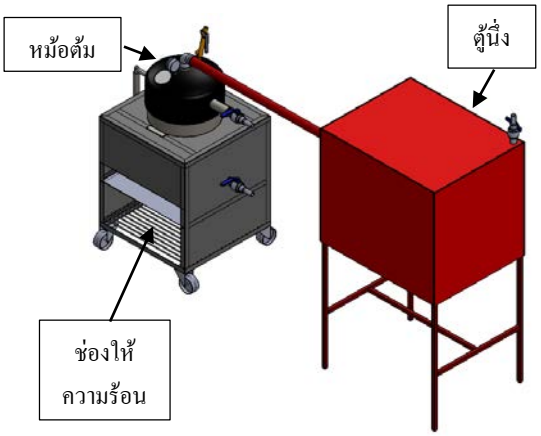
กระบวนการวิจัยมีวิธีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดในการสร้างหม้อต้มไอน้ำสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด




3.2 การออกแบบหม้อต้มไอน้ำสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดตามหลักการทฤษฎีที่ได้ศึกษามาข้างต้นโดยการออกแบบจะให้

หม้อต้มไอน้ำวางไว้ด้านข้างโดยการให้ความร้อนที่ด้านล่างซึ่งสามารถที่จะให้ความร้อนได้จากก๊าซหุงต้มหรือไม้ฟืนโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ และให้ไอน้ำที่เกิดจากการเดือดของน้ำไหลจากด้านบนของหม้อต้มไหลไปยังตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด ดังแสดงในภาพที่ 1




**ภาพที่ 1 :** หม้อต้มไอน้ำและตู้นึ่งสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด

3.2 ดำเนินการสร้างหม้อต้มไอน้ำสำหรับการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดตามแบบที่ได้ออกแบบไว้

ช่องวางเตาก๊าซหุงต้ม

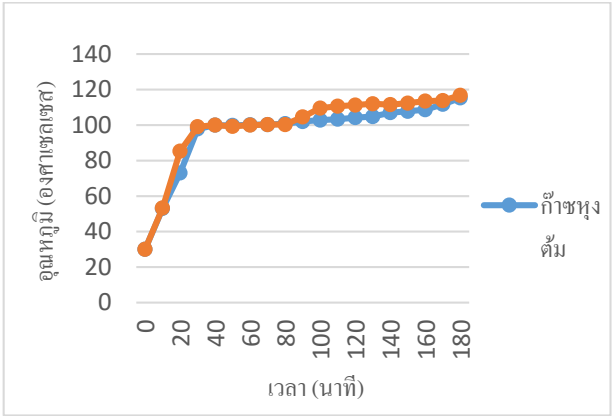
ช่องใส่ไม้ฟืน

**ภาพที่ 2 :** ช่องวางเตาก๊าซหุงต้มและช่องใส่ไม้ฟืน

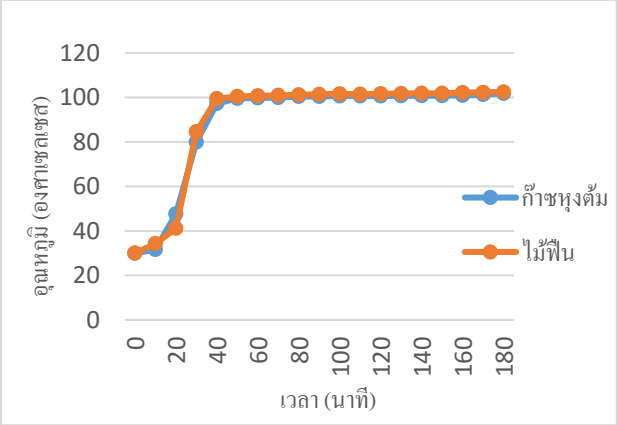
**ภาพที่ 3 :** หม้อต้มและตู้นึ่งที่เสร็จสมบูรณ์

## 4. ผลการวิจัยการวิจัย

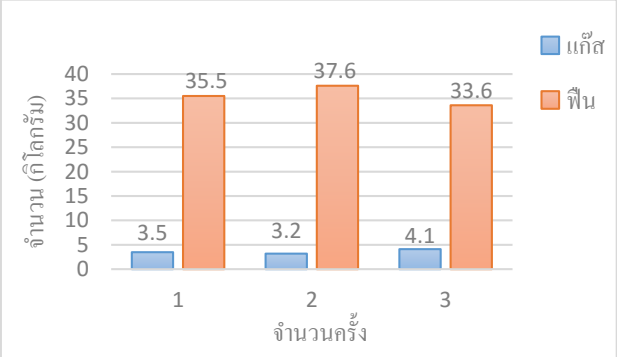
จากการทดลองจากการทดลองต้มน้ำในหม้อต้มไอน้ำที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงและใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลา จากระยะเวลาที่ 30 นาที จนถึงช่วงเวลาที่ 80 นาที และอุณหภูมิจะค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากปริมาณของน้ำในถังเหลือน้อยจึงทำให้อุณหภูมิของหม้อต้มไอน้ำเพิ่มสูงขึ้นซึ่งการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนมีอุณหภูมิสูงสุด 115.3 องศาเซลเซียส และใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนมีอุณหภูมิสูงสุด 116.8 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 4 เมื่อพิจารณาดูอุณหภูมิภายในตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ด ดังแสดงในภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าการใช้ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกัน




**ภาพที่ 4 :** กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของหม้อต้มไอน้ำโดยการใช้ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืน




**ภาพที่ 5 :** กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของตู้นึ่งก้อนเชื้อเห็ดโดยการใช้ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืน




**ภาพที่ 6 :** แผนภูมิเปรียบเทียบเพื่อหาค่าเฉลี่ยการใช้เชื้อเพลิง

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำให้เป็นไอน้ำเพื่อไปนึ่งก้อนเชื้อเห็ดนั้นการใช้ไม้ฟืนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35.6 กิโลกรัมต่อครั้ง และแก๊สมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.6 กิโลกรัมต่อครั้งและเมื่อนำมาคิดค่าการสิ้นเปลืองของปริมาณเชื้อเพิงพบว่าราคาการใช้ก๊าซหุงต้มในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละครั้งเท่ากับ 108 บาท และราคาการใช้ฟืนในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละครั้งเท่ากับ 28.48 บาท

## 5. สรุปผล

จากการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการต้มน้ำให้เป็นไอน้ำที่ใช้ในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดซึ่งได้ทำการทดลองโดยใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิดคือ ก๊าซหุงต้มและไม้ฟืนโดยใช้เวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง และวัดอุณหภูมิทุกๆ 10 นาที ผลการทดลองที่ได้คือ การต้มน้ำให้เป็นไอน้ำโดยใช้เชื้อเพลิงคือแก๊สพบว่าในช่วงเวลาการต้ม ระหว่าง 0 – 30 นาที อุณหภูมิของหม้อต้มไอน้ำมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากน้ำกำลังจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำและหลังจากนั้นความร้อนที่วัดได้ก็จะเริ่มค่อยๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 115.3 องศาเซลเซียส ส่วนการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงนั้นก็มีลักษณะของความร้อนที่หม้อต้มไอน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเวลาค่อนข้องที่จะใกล้เคียงกับการใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงซึ่งอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 116.8 องศาเซลเซียส แต่มีบางช่วงเวลาของการต้มที่อุณหภูมิของไอน้ำมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากหลายปัจจัยที่มีผลต่อการต้มไอน้ำสำหรับนึ่งก้อนเชื้อเห็ดคือ การเติมน้ำ การเติมเชื้อเพลิง สภาพแวดล้อมขณะทดลอง สภาพอากาศขณะทดลอง แต่ก็ยังมีอุณหภูมิที่เกินกว่า 100 องศาเซลเซียสซึ่งสามารถฆ่าเชื้อโรคที่ปะปนมากับวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดก่อนการหยดเชื้อเห็ดได้

## 6. การเขียนเอกสารอ้างอิง

[1] อภิชาติ ศรีสะอาด และพัชรี สำโรงเย็น. (2557). แนวทางและแบบอย่างการเพาะเห็ดนางฟ้า & โรงเรือนต้นทุนต่ำ. กรุงเทพฯ : นาคาอินเตอร์มีเดีย

[2] ตลาดกลางสินค้าแห่งประเทศไทย. (2559). ราคากลางเห็ดนางฟ้า. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://talaadthai.com/ price_page /thai?keywords =เห็ด&limit=100 (วันที่สืบค้น : 25 เมษายน 2559)

[3] ลือพงษ์ ลือนาม. (2553). พลัง+งาน : ฉบับคิดเป็น ทำเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด

[4] มนตรี พิรุณเกษตร. (2548). อุณหพลศาสตร์1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท วิทยพัฒน์จำกัด.

[5] บัญชา ใต้ศรีโคตร และประสพสุข สร้อยทอง. (2557). ออกแบบและประสิทธิภาพเตานึ่งก้อนเชื้อเห็ด. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมครั้งที่ 7 . 6 พฤศจิกายน 2557.

[6] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ณัตงาน. (2556).การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม1.กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น