

## ตู้อบทะเลาะปาล์มสำหรับชุมชน Palm Bunch Oven for Community

สกุลตลา วรณปะเช\* กฤษฎากร บุคตาจันทร์  
ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 129 หมู่ 21 ต.เนินหอม อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี 25230

\*Corresponding author: E-mail: Sakultala.W@fitm.kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันการผลิตน้ำมันปาล์มมีกระบวนการหลักอยู่อย่างหนึ่งคือการอบหรือการนึ่งทะเลาะปาล์มเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ที่จะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระและยังช่วยให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะเลาะได้ง่าย แต่สำหรับการใช้งานในกลุ่มเกษตรกรนั้นกระบวนการอบถือเป็นกระบวนการที่ง่ายต่อการใช้งานภายในกลุ่ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้อบทะเลาะปาล์มสำหรับชุมชน โดยออกแบบให้มีขนาดห้องอบที่สามารถอบได้ไม่ต่ำกว่า 100 กิโลกรัม โดยที่ภายในตู้จะแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นมีช่องว่างระหว่างชั้น 50 เซนติเมตร การทดสอบตู้อบทะเลาะปาล์มโดยทดสอบอบทะเลาะปาล์ม 100 กิโลกรัม อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อยู่ในช่วง 59-70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอุ่นอุณหภูมิภายในตู้อบก่อนทำการจับเวลาคือ 10 นาที เมื่อนำไปทดสอบตีแยกผลปาล์มออกจากทะเลาะ ผลปรากฏว่า ระยะเวลาในการอบทะเลาะปาล์มที่ดีที่สุดคือ 3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการตีแยกผลปาล์มออกจากทะเลาะสูงสุด คือ 97.80 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** ตู้อบ, การอบลมร้อน, การอบปาล์มน้ำมัน, ปาล์มทะเลาะ, ตู้อบทะเลาะปาล์มสำหรับชุมชน

### ABSTRACT

Nowadays, the main process of palm oil production was palm bunch drying or sterilization for inhibition of enzyme reactions which produce free fatty acids and palm leave from bunch easily. In case of agriculturist group, drying process is easily for using. Therefore, the aims of this research were designed and built the palm bunch oven for community. The drying chamber was designed for palm bunch over 100 kilograms. The drying chamber was divided of 3 layers. The distances between layers were 50 centimeters. The experiment of palm bunch oven by using 100 kilograms of palm bunch was tested at average temperature testing between of 59-70 Degrees Celsius. The time for heating air before recording drying time was 10 minutes. After that the dried palm bunch was tested for separation fruits from bunch. It was found that the best time for drying was 3 hours; the highest effective for separation fruits from bunch was 97.80%.

**Keyword:** Oven, Hot Air Drying, Palm Oil Drying, Palm Bunch, Palm Bunch Oven for Community

## 1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาของประเทศทั้งในด้าน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม ที่พักอาศัย การขนส่ง และอื่นๆ ในปัจจุบันความต้องการการใช้พลังงานมีแนวโน้มสูงขึ้น [1] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานให้มากขึ้น เพื่อให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการของประเทศ แต่วัตถุดิบและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตพลังงานภายในประเทศไทยมีไม่เพียงพอกับความต้องการ เช่น ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าประเทศไทยต้องสั่งซื้อน้ำมันและเชื้อเพลิงต่างๆ จากต่างประเทศเพื่อนำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราในการซื้อวัตถุดิบและเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากในแต่ละปี อีกทั้งปัญหาเรื่องราคาน้ำมันที่มีแนวโน้มสูงขึ้นยิ่งส่งผลให้ประเทศไทยต้องหาพลังงานทดแทนมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยประเทศไทยเรานั้นเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรทางธรรมชาติที่สามารถนำมาสกัดทดแทนน้ำมันได้ เช่น มะพร้าว, สบู่ดำ, ปาล์มน้ำมัน และอื่น ๆ โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันถือเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง ทำให้มีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายทั้งในสินค้าอุปโภคและบริโภค โดยในกระบวนการผลิตน้ำมันนั้นก็มีกระบวนการหลัก คือ ขั้นตอนการทำให้ผลปาล์มสุกเพื่อช่วยยับยั้งกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในผลปาล์ม ทำให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะลายได้ง่าย การทำให้ผลปาล์มสุกและหลุดออกจากทะลายได้ง่ายมี 2 วิธี คือ การอบทะลายปาล์มด้วยไอน้ำ และการอบทะลายปาล์มด้วยลมร้อน หลังจากนั้นจึงนำผลปาล์มไปเข้าสู่กระบวนการหีบน้ำมันต่อไป ในปี 2548 บุญรักษ์ กาญจนวรวณิษฐ์ [2] ได้นำเสนอข้อดีข้อเสียและปัญหาของระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำและแบบใช้ไอน้ำโดยได้กล่าวว่าเมื่อมีแหล่งปลูกปาล์มเพิ่มสิ่งๆ ที่ควรมีเพิ่มด้วยคือ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม แต่เหตุที่ทำให้การตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มใกล้พื้นที่เพาะปลูกใหม่เกิดขึ้นน้อยและช้า ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้เทคโนโลยีสกัดน้ำมันออกจากผลปาล์มโดยใช้ไอน้ำ ซึ่งต้องใช้พลังงานก่อนข้างสูงเพื่อสร้างโรงงาน และนำเข้าเครื่องจักรขนาดใหญ่ เนื่องจากเทคโนโลยีการสกัดน้ำมันปาล์มด้วย

ไอน้ำทำให้เกิดน้ำเสีย ทำให้การขุดตั้งโรงงานขนาดใหญ่ (ที่มีน้ำเสียเกิดขึ้นในระบบการผลิต) ต้องผ่านการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก่อน เมื่อปัจจัยเรื่องความคุ้มค่ามีน้อย ผนวกกับประเด็นทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้นโอกาสเกิดโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแห่งใหม่ ๆ ใกล้แหล่งปลูกใหม่จึงเป็นไปได้ยาก ซึ่งเอกรัตน์ ไวยนิตย์ [3] ได้สรุปถึงปัญหาในการสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำขนาด 1 ตันผลปาล์มต่อชั่วโมง ไว้ว่า ปัญหาสำคัญที่พบคือ การแปรรูปผลปาล์มดิบ เนื่องจากไม่มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในพื้นที่ปลูก ส่งผลให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัตถุดิบ รวมถึงคุณภาพของผลปาล์มสดที่ลดลงเพราะระยะทางการขนส่ง สำหรับสาเหตุที่ทำให้โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเกิดขึ้นน้อยและช้าเนื่องจากเทคโนโลยีสกัดน้ำมันออกจากผลปาล์มโดยใช้ไอน้ำ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่โรงงานส่วนใหญ่นิยมใช้ ต้องใช้งบลงทุนค่อนข้างสูง รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและนอกจากนั้นยังได้มีนักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการอบและนึ่งทะลายปาล์ม เช่น บัญญัติ นิพนवास [4] ได้ศึกษาการอบแห้งผลปาล์มเป็นกระบวนการต้นทางที่ควบคุมคุณภาพน้ำมันปาล์ม ของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบรวมเมล็ดในปัจจุบันโรงงานหีบน้ำมันขนาดเล็กได้ปฏิบัติอยู่คือ การรับซื้อทะลายปาล์ม และผลปาล์มร่วง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการอบแห้งโดยเร็ว เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ที่จะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ ในน้ำมันปาล์ม ซึ่งการอบแห้งเช่นนี้จะทำให้ผลปาล์มแห้ง และหลุดออกจากทะลายได้ง่ายขึ้น แต่ระยะเวลาในการอบแห้งที่นานเกินไปอาจทำให้ผลปาล์มแห้งมากจนเกินไป อาจทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้ลดลง รวมทั้งจะทำให้เครื่องจักรที่ใช้ในการหีบสีหรือได้ง่าย สถิตพงศ์ เสี่ยมศักดิ์ [5] ได้ศึกษาออกแบบและสร้างตู้อบทะลายปาล์มที่ใช้กาลีเซอร์รินเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับสำหรับดึงความร้อนทั้งกลับมาใช้ใหม่ ผลการทดลองพบว่าการกระจายตัวของความร้อนภายในตู้อบทะลายปาล์มที่ติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิด CLOHP/CV มีการกระจายตัวของความร้อนดีกว่าและคงที่ เป็นผลให้ทะลายปาล์มน้ำมันได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอส่งผลต่อการยับยั้งเอนไซม์ ซึ่งจะหยุดปฏิกิริยา

การแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระ อันจะเป็นผลให้เกิด  
ความสูญเสียน้ำมัน และช่วยลดความชื้นของปาล์มลงได้  
1.19 เปอร์เซ็นฐานแห้ง

จากงานวิจัยที่กล่าวมานี้ทำให้ผู้วิจัยคิดที่จะออกแบบ  
และสร้างตู้อบทะเลลายปาล์มซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้  
ในชุมชนที่ต้องการอบทะเลลายปาล์มเพื่อขายผลปาล์มที่  
ผ่านกระบวนการอบหรืออาจจะมีการหีบน้ำมันในชุมชน  
เพื่อขายน้ำมันปาล์มซึ่งถือเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการ  
เก็บรักษาผลปาล์มน้ำมันให้คุ้มค่ากับการขนส่งสำหรับ  
กลุ่มเกษตรกรที่ต้องการปลูกปาล์มน้ำมันแต่มีพื้นที่ใน  
การเพาะปลูกน้อยและมีความจำเป็นต้องรอเก็บเกี่ยว  
ผลผลิตให้ได้ปริมาณมากพอสำหรับการขนส่งและเพิ่ม  
มูลค่าให้กับปาล์มน้ำมัน

## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

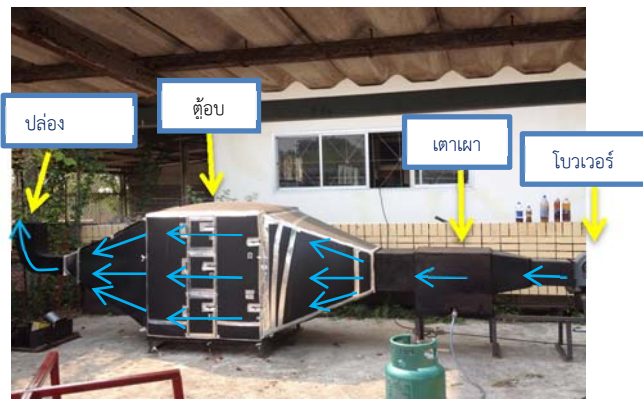
ในการออกแบบตู้อบทะเลลายปาล์มสำหรับชุมชนนั้น  
ออกแบบให้มีส่วนประกอบของเครื่องที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน  
คือ ส่วนของการอุ่นอากาศให้ร้อน เพื่อให้ความร้อนกับ  
ห้องอบ และส่วนของห้องอบทะเลลายปาล์ม โดยในส่วน  
ของห้องอบทะเลลายปาล์มนั้นเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้  
งานได้จริงจึงต้องสามารถอบทะเลลายปาล์มสดได้ปริมาณ  
พอสมควร และจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของ  
ทะเลลายปาล์มในพื้นที่ใกล้เคียง (จังหวัดปราจีนบุรี) จาก  
การวัดขนาดของทะเลลายปาล์มเพื่อออกแบบตู้อบ โดยการ  
วัดความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางของทะเลลายปาล์ม  
พบว่าปาล์มที่วัดแต่ละทะเลลายจะมีความยาวตั้งแต่ 35-55  
เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของทะเลลายปาล์ม  
ตั้งแต่ 15-35 เซนติเมตร และน้ำหนักของทะเลลายปาล์มจะ  
มีน้ำหนักตั้งแต่ 7-20 กิโลกรัมต่อทะเลลาย ดังรูปที่ 1 แสดง  
ตัวอย่างทะเลลายปาล์มที่เหมาะสมสำหรับการอบ

จากข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวเพื่อให้สามารถอบทะเลลาย  
ปาล์มได้ในปริมาณเหมาะสมกับการใช้งานในชุมชนจึง  
ออกแบบตู้อบทะเลลายปาล์มให้มี 3 ชั้นโดยที่แต่ละชั้นให้มี

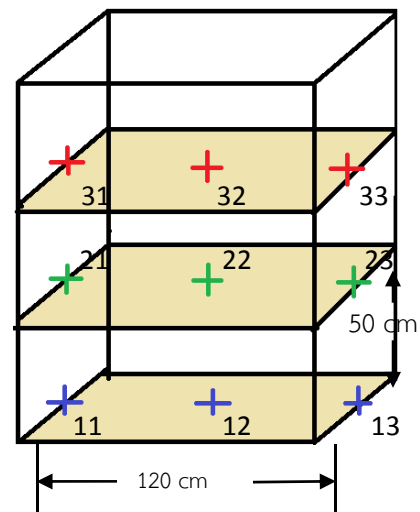


รูปที่ 1 ตัวอย่างทะเลลายปาล์มที่เหมาะสมกับการอบ

ระยะห่างระหว่างชั้น 50 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถบรรจุ  
ทะเลลายปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 100 กิโลกรัม และสามารถอบ  
ทะเลลายปาล์มได้ในรูปแบบการอบแบบชั้นบางและ  
ออกแบบทิศทางของลมร้อนสามารถผ่านทะเลลายปาล์มได้  
พร้อมกันทุกชั้น ดังรูปที่ 2 ส่วนของการอุ่นอากาศให้  
ความร้อนนั้น ใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน  
เผาแผ่นเหล็กที่ติดตั้งครีป เพื่อช่วยถ่ายเทความร้อนให้  
อากาศได้สูงขึ้น ดังรูปที่ 3 โดยขั้นตอนในการทดสอบ  
ตู้อบทะเลลายปาล์มโดยทดสอบวัตถุดิบภายในตู้อบดัง  
รูปที่ 4 โดยที่ตำแหน่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจับเวลาใน  
การอบแห้งคือตำแหน่งที่ 22 เวลาที่ใช้สำหรับทดสอบอบ  
ทะเลลายปาล์มคือ 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง และเมื่อครบ  
ระยะเวลาที่กำหนด นำทะเลลายปาล์มที่ผ่านการอบไป  
ทดสอบการแยกผลปาล์มออกจากทะเลลายปาล์มโดย  
เครื่องตีแยกทะเลลายปาล์มหรือเครื่องผลิตผลปาล์ม ดังรูปที่  
5 เป็นเครื่องที่ใช้ผลิตผลปาล์มออกจากทะเลลายปาล์มโดย  
ไม่ต้องสับแยกทะเลลายปาล์มก่อน โดยใช้หลักการจาก  
งานวิจัยของ วุฒิพล จันทรสระคูและคณะ [6] โดย  
ความเร็วรอบของเพลลาที่ใช้ในการตีทะเลลายปาล์มคือ 80  
รอบต่อนาที



รูปที่ 2 ภาพประกอบของตู้อบทะเลลายปาล์ม



รูปที่ 4 ภาพจุดต่างๆ ที่ทำการวัดอุณหภูมิภายในตู้



รูปที่ 3 แสดงส่วนของเตาเผา

รูปที่ 5 เครื่องตีทะเลลายปาล์มที่ใช้ในการทดสอบตี  
ทะเลลายปาล์มหลังการอบด้วยความเร็วรอบในการตีคือ  
80 รอบต่อนาที

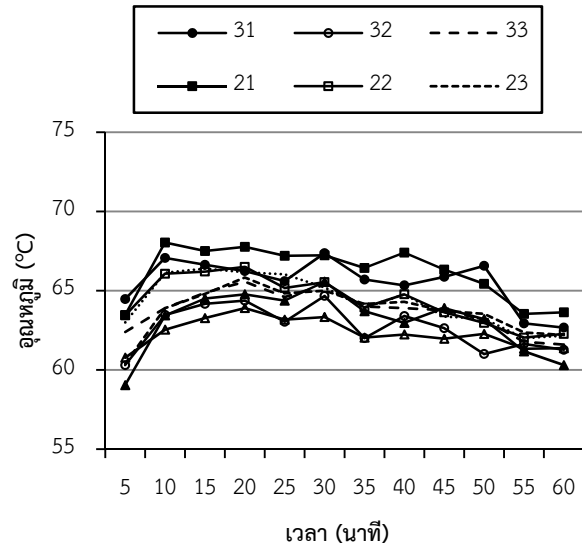
### 3. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

ผลการทดสอบตู้อบทะเลลายปาล์มสำหรับชุมชนกรณี  
มีผลิตภัณฑ์ ในการทดสอบใช้งานตู้อบทะเลลายปาล์ม  
สำหรับชุมชน นั้นได้ทดสอบอบทะเลลายปาล์มโดยให้  
น้ำหนักของทะเลลายปาล์มโดยรวมเพื่อใช้ทดสอบคือ

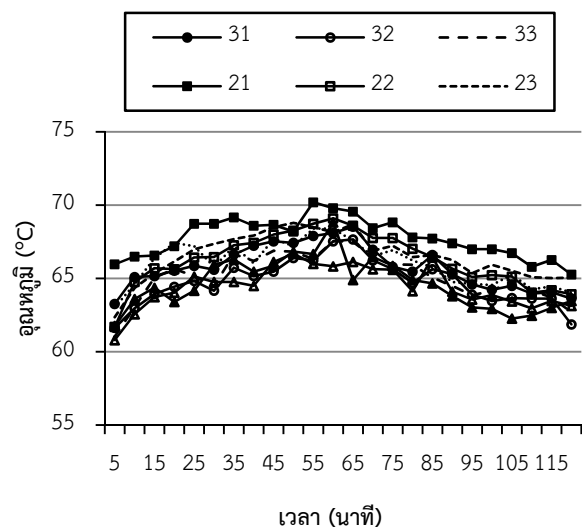
100 กิโลกรัม วางกระจายภายในตู้อบให้มีลักษณะการ  
อบแบบชั้นบาง ระยะเวลาในการอุ่นอุณหภูมิภายใน  
ตู้อบก่อนทำการจับเวลาคือ 10 นาที โดยในการ  
ทดสอบอบทะเลายปาล์มแต่ละครั้งมีการวัดปริมาณการ  
ใช้ก๊าซแอลพีจีโดยการชั่งน้ำหนักของถังก๊าซแอลพีจี  
ก่อนและหลังการอบ (เริ่มบันทึกเมื่ออุณหภูมิภายใน  
ตู้อบตำแหน่งที่ 22 มีอุณหภูมิถึง 59 องศาเซลเซียส)  
ดังตารางที่ 1 แสดงปริมาณการใช้ก๊าซแอลพีจีในการ  
ทดสอบซึ่งจากค่าปริมาณการใช้ก๊าซแอลพีจีที่พบว่า  
มีค่าการใช้ใกล้เคียงกันและเมื่อพิจารณาอัตราการใช้  
ก๊าซแอลพีจีพบว่าทุกการทดสอบมีอัตราการใช้ก๊าซ  
แอลพีจีอยู่ในช่วง 2.4 – 2.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้น  
จึงถือได้ว่าทุกการทดสอบมีอัตราการให้พลังงานความ  
ร้อนใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิภายใน  
ตู้อบพบว่าอุณหภูมิภายในตู้อบอยู่ในช่วง 59 - 70  
องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 6 - 9 และเมื่อนำทะเลายปาล์ม  
ไปทดสอบตีแยกผลปาล์มออกจากทะเลายปาล์มพบว่า  
ระยะเวลาในการอบ 3 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการ  
แยกผลปาล์มออกจากทะเลายสูงที่สุด คือ 97.80  
เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 10 เนื่องจากหากใช้ระยะเวลาใน  
การอบต่ำเกินไป (1 - 2 ชั่วโมง) ทำให้ผลปาล์มใน  
ทะเลายสุกยังไม่หมดและหากใช้ระยะเวลาในการอบ  
มากเกินไปทำให้ผลปาล์มในทะเลายสุกเกินไปจนเริ่ม  
เหี่ยว และยังทำให้ทะเลายปาล์ม นั้นเหี่ยว  
ประสิทธิภาพในการแยกผลปาล์มออกจากทะเลายก็จะ  
ลดลงด้วย ซึ่งบัญญัติ นิยมवास [4] ได้กล่าวว่  
ระยะเวลาในการอบมีผลต่อลักษณะของผลปาล์มน้ำมัน  
กล่าวคือหากระยะเวลาในการอบแห้งที่นานเกินไปอาจ  
ทำให้ผลปาล์มแห้งมากจนเกินไป อาจทำให้ปริมาณ  
น้ำมันที่ได้ลดลง รวมทั้งจะทำให้เครื่องจักรที่ใช้ในการ  
หีบสีหรือได้ง่าย

จากผลการทดสอบพบว่าเวลาที่ใช้ในการอบเพื่อให้  
สามารถตีแยกผลปาล์มออกจากทะเลายปาล์มคือ 3  
ชั่วโมง และปริมาณการใช้ก๊าซแอลพีจีโดยเฉลี่ย 2.6  
kg/hr และค่าไฟฟ้าจากโบลเวอร์ขนาด 0.5 hp 220V  
2A ดังนั้นผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการอบแต่ละครั้ง  
สำหรับอบปาล์มทะเลายสด 100 kg คือ 193.5 บาท/  
ครั้ง (คิดจากราคา ณ เดือนมิถุนายน 2559 ราคาแก๊ส

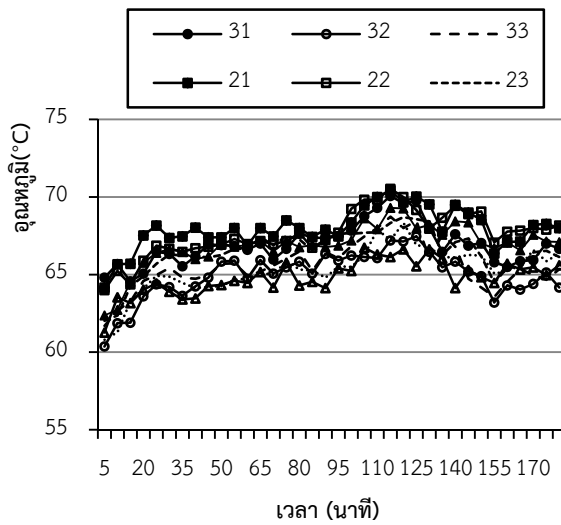
แอลพีจี 24.14 บาท/kg, ราคาไฟฟ้า คือ 3.9086 บาท/  
หน่วย [7,8])



รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบโดยเฉลี่ยกรณีมี  
ผลิตภัณฑ์ เวลาในการอบ 1 ชั่วโมง



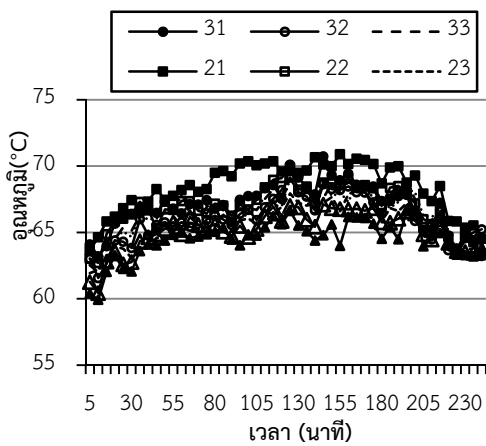
รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบโดยเฉลี่ยกรณีมี  
ผลิตภัณฑ์ เวลาในการอบ 2 ชั่วโมง



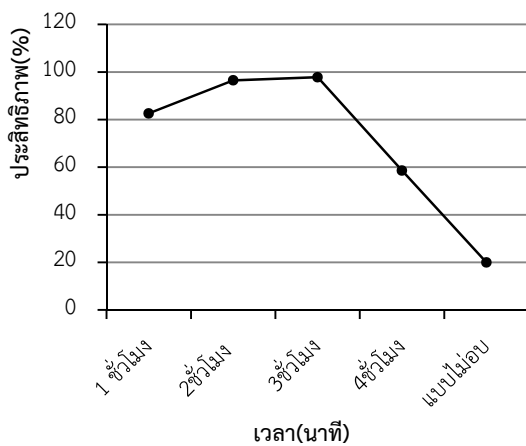
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการใช้ก๊าซแอลพีจีในการทดสอบ

ระยะเวลาการอบ (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ก๊าซแอลพีจี (กิโลกรัม)			
	ทดสอบครั้งที่ 1	ทดสอบครั้งที่ 2	ทดสอบครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	2.6	2.7	2.5	2.6
2	5.5	5.8	5.3	5.5
3	7.5	7	7.4	7.3
4	9.8	10	10	9.9

รูปที่ 8 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบโดยเฉลี่ยกรณีมีผลิตภัณฑ์ เวลาในการอบ 3 ชั่วโมง



รูปที่ 9 แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบโดยเฉลี่ยกรณีมีผลิตภัณฑ์ เวลาในการอบ 4 ชั่วโมง



ก่อนตีแยกผล หลังตีแยกผล

รูปที่ 11 ตัวอย่างทะเลาะปาล์มเมื่อผ่านการอบด้วยตู้อบทะเลาะปาล์ม 1 ชั่วโมง ก่อนและหลังการตีแยกผล

รูปที่ 10 แสดงประสิทธิภาพการตีแยกผลปาล์มออกจากทะเลาะ



ก่อนตีแยกผล

หลังตีแยกผล



ก่อนตีแยกผล

หลังตีแยกผล



รูปที่ 12 ตัวอย่างทะลายปาล์มเมื่อผ่านการอบด้วยตู้อบ  
ทะลายปาล์ม 2 ชั่วโมง ก่อนและหลังการตีแยกผล

รูปที่ 14 ตัวอย่างทะลายปาล์มเมื่อผ่านการอบด้วยตู้อบ  
ทะลายปาล์ม 4 ชั่วโมง ก่อนและหลังการตีแยกผล



ก่อนตีแยกผล

หลังตีแยกผล



รูปที่ 13 ตัวอย่างทะลายปาล์มเมื่อผ่านการอบด้วยตู้อบ  
ทะลายปาล์ม 3 ชั่วโมง ก่อนและหลังการตีแยกผล

#### 4. สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตู้อบทะลายปาล์มสำหรับชุมชนกรณี  
มีผลิตภัณฑ์ ในการทดสอบใช้งานตู้อบทะลายปาล์ม  
สำหรับชุมชน นั้นได้ทดสอบอบทะลายปาล์มโดยให้  
น้ำหนักของทะลายปาล์มโดยรวมเพื่อใช้ทดสอบคือ  
100 กิโลกรัม วางกระจายภายในตู้อบให้มีลักษณะการ  
อบแบบชั้นบาง พบว่า อุณหภูมิภายในตู้อบอยู่ในช่วง  
59 - 70 องศาเซลเซียส และเมื่อนำทะลายปาล์มไป  
ทดสอบตีแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์ม พบว่า  
ระยะเวลาในการอบ 3 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการ  
แยกผลปาล์มออกจากทะลายสูงที่สุด คือ 97.80  
เปอร์เซ็นต์

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากทุน  
งบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชิต เหล่าวัฒนา. (2559, มี.ค. 7). เครื่องจักรผลิตน้ำมันปาล์ม, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.fibo.kmutt.ac.th/fiboweb2015/2012-08-10-04-14-34/>
- [2] บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2559, ก.พ. 10). ศึกษาและวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำและแบบใช้ไอน้ำ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.mtec.or.th/index.php/2013-05-29-09-06-21/2013-05-29-09-39-49/750-> [2548].
- [3] บัญญัติ นินมवास. (2559, ก.พ. 10). ศึกษาพฤติกรรมทางของผลปาล์ม, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2010/9018/1/373891.pdf> [2544].
- [4] วุฒิพล จันทร์สระคูและคณะ. “การทดสอบและพัฒนาเครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะเลปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14. 17-19/มี.ค./2556. กรุงเทพมหานคร : 284-288, (2556).
- [5] สติตพงษ์ เสี่ยมศักดิ์. การออกแบบและสร้างตู้อบทะเลปาล์มที่ใช้กลีเซอรินเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดท่อความร้อนแบบส่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับสำหรับดึงความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. วิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, (2553).
- [6] เอกรัตน์ ไวนิตย์. (2559, ก.พ. 10). ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: [http://www.mtec.or.th/index.php?option=com\\_content&task=view&id=750&Itemid=36](http://www.mtec.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=750&Itemid=36)[2552].
- [7] ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2559, มิ.ย. 10). ราคาสินค้าอุตสาหกรรมที่สำคัญ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www2.bot.or.th/statistics/ReportPage.aspx?reportID=90&language=th>
- [8] การไฟฟ้านครหลวง. (2559, มิ.ย. 10). การคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.mea.or.th/aboutelectric/116/280/form/11>