

## การอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดิเซชัน Shrimp Feed Drying Using Fluidization

อัษฎายุทธ มิตรศิริ<sup>1\*</sup>, วathyoo รอดประพัฒน์<sup>2</sup>, มานพ กาญจนบุรังกูร<sup>3</sup>  
Asadayuth Mitsiri, Wathanyoo Rordprapat, Manop Karnjanaburangkul

<sup>1</sup>นักศึกษานิเทศศาสตร์ <sup>2</sup>อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ <sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตบางพระ ชลบุรี

\*Email: asadayuth.mitsiri@jci.com โทร 080-6307093

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดิเซชันระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้อากาศร้อน ที่อุณหภูมิ 100 120 140 และ 160 °C ความสูงของเบต 5 7.5 และ 10 cm และความเร็ว 3.6 m/s พบว่าสามารถลดความชื้นจาก 36.6%(d.b.) ให้เหลือความชื้นสุดท้าย 12% (d.b.) ในระยะเวลาไม่ถึง 2 นาที ในกรณี 120 140 และ 160 °C ขณะที่วิธีการตากแห้งจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง อาหารกุ้งที่อบแห้งที่อุณหภูมิสูง จะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำ และที่ความสูงของเบต 5 cm มีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่ความสูงเบต 7.5 และ 10 cm ตามลำดับ ค่าสี L a b จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นและสูงกว่าอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้ง ปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหาร และการลอยตัวไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ค่าพลังงานจำเพาะที่อุณหภูมิต่ำมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิสูง และมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการอบแห้งที่เพิ่มมากขึ้น

**คำสำคัญ:** การอบแห้งอาหารกุ้ง, ฟลูอิดิเซชัน, คุณภาพ

### Abstract

The objective of this lab scale study is to investigate the drying effects of shrimp feed through fluidization technique by hot air. In this experiment, there are 4 conditions of drying temperature at 100, 120, 140 and 160 °C along with 4 vary conditions of fluidized bed depth at 5, 7.5 and 10 cm. In addition, superficial velocity in this experiment is constant at 3.6 m/s. In the drying temperature conditions at 120, 140 and 160 °C, results show that moisture content reduces from 36.6% (d.b.) to 12.0% (d.b.) within 2 minutes while the shed drying takes more than 8 hours. The results also indicate that drying rate of fluidized bed height at 5 cm is higher than at 7.5 and 10 cm. Moreover, the results of shrimp feed color L a b analysis proves that its color is direct variation to drying time and its value is higher than the products from shed drying. Protein, fat, fiber and buoyancy and stability in the water of the sampling test are indifferent, compared to shed drying. Found that specific energy consumption at low temperature is more than at high temperature; however, its value is inversely through increasing drying time.

**Keyword:** Shrimp feed drying, Fluidization, Quality



## 1. บทนำ

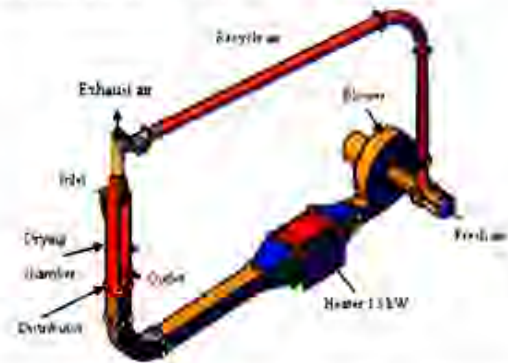
ปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงกุ้งมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล และใกล้เคียง เนื่องจากความต้องการบริโภคกุ้งมีมากขึ้น ทั้งในและต่างประเทศ ในปี 2556 ประเทศไทยส่งออกกุ้ง 1.9 ล้าน คิวบิกเมตร คิดเป็นมูลค่า 6.54 หมื่นล้านบาท ดังนั้นอาชีพการเลี้ยงกุ้งจึงเป็นอาชีพหลักที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร พบว่าในการเลี้ยงกุ้งต้นทุนมากกว่า 50% มาจากอาหารกุ้ง เกษตรกรส่วนใหญ่มีก็จะซื้ออาหารกุ้งสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงซึ่งมีราคาแพง มีเกษตรกรบางรายต้องการลดต้นทุนดังกล่าวลง ได้ผลิตอาหารกุ้งใช้เอง โดยเลือกใช้วัสดุส่วนผสมอาหารที่หาได้ภายในท้องถิ่น แล้วนำมาบดหรือสับให้วัตถุดิบมีขนาดเล็ก หลังจากนั้นจึงเข้าเครื่องผสมอาหารกุ้งและผ่านเครื่องอัดเม็ด แล้วนำไปใส่ตะแกรงหรือตาข่ายไปตากแห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือต่ำกว่า 12% d.b. ด้วยแสงอาทิตย์จากธรรมชาติ ซึ่งจะต้องใช้เวลา 6-8 ชั่วโมง (กรณีมีแสงแดดสม่ำเสมอ) ถ้าเข้าช่วงฤดูฝนจะเกิดอุปสรรคในผลิตอาหารกุ้งมาก มักก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากความชื้นภายในเม็ดอาหารกุ้งยังสูงกว่าระดับที่จะเก็บรักษาได้ มีผลให้มีปริมาณอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งไม่เพียงพอต่อความต้องการของกุ้ง ส่งผลให้กุ้งเจริญเติบโตได้ช้า และเมื่อนำกุ้งไปจำหน่ายไม่ได้ราคาตามที่ต้องการ จากปัญหาดังกล่าว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรหาวิธีการลดการสูญเสียให้กับกลุ่มเกษตรกร จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชันสามารถลดความชื้นได้อย่างรวดเร็ว [1] แต่ยังไม่พบการนำมาใช้กับการอบแห้งอาหารกุ้งโดยตรง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชัน ระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อหาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้ง ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารกุ้ง เช่น โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร เทียบกับอาหารกุ้งที่ตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ตลอดจนการใช้พลังงานในการอบแห้ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องอบแห้งอาหารกุ้งระดับชาวบ้าน และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์สำเร็จรูปต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ลักษณะของเครื่องอบแห้งที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบฟลูอิดไดเซชัน ระดับห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 1) ห้องอบแห้ง

(Drying chamber) ขนาด 0.15x0.15x0.80 m ประกอบให้ความร้อน (Heater) 13 kW พัดลมขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1.5 kW



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งอาหารกุ้ง

นำอาหารกุ้งที่มีส่วนผสมวัสดุที่หาได้ภายในท้องถิ่น ตามสูตรของเกษตรกรที่นิยมใช้เลี้ยงกุ้งมาผ่านเครื่องอัดเม็ดด้วยสกรูเดี่ยว (Extruder) มาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชันระดับห้องปฏิบัติการ เงื่อนไขการทดลอง อุณหภูมิอบแห้ง 100 120 140 และ 160 °C ที่ความสูงของเบด 5 7.5 และ 10 cm ความเร็วอากาศอบแห้ง 3.6 m/s (1.3 เท่าของความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไดเซชัน) [1] นำตัวอย่างอาหารกุ้งไปหาความชื้นตามมาตรฐานของ AOAC 2000[2] ด้านคุณภาพอาหารกุ้งที่ทดสอบ คือ ด้านกายภาพและเคมี ซึ่งทางด้านกายภาพ ได้แก่ อัตราการลอยน้ำ ด้วยวิธีของปริศนา และคณะ, 2545[3] ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Dominy และ Lim, 1991[4] และทางด้านเคมี ได้แก่ โปรตีน และใยอาหาร ใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน AOAC, 2000[5] ส่วนปริมาณไขมัน ใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ISO, 1999[6]

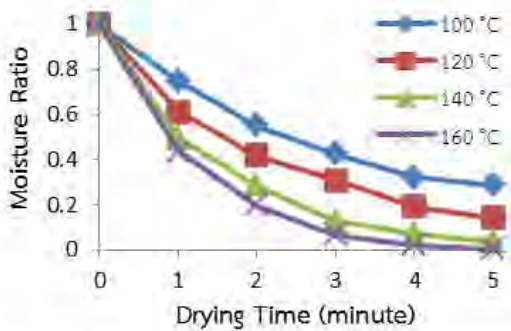
## 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองและวิจารณ์ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้น ค่าสี L a b การลอยตัว ปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหาร รวมทั้งการวิเคราะห์การใช้พลังงานจำเพาะของการอบแห้งอาหารกุ้ง รายละเอียดดังต่อไปนี้

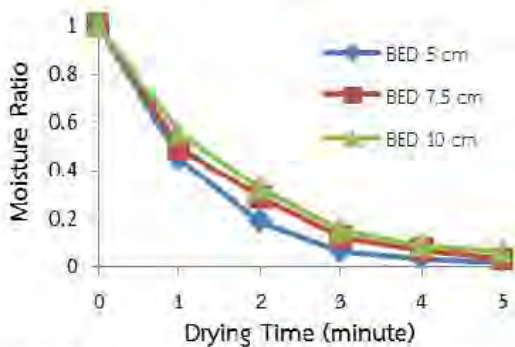




### 3.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของอาหารกุ้ง



รูปที่ 2 เส้นลักษณะการอบแห้งอาหารกุ้งที่อุณหภูมิอบแห้งต่างๆ ที่ความสูงเบต 7.5 cm



รูปที่ 3 เส้นลักษณะการอบแห้งอาหารกุ้งที่ความสูงเบตต่างๆ ที่อุณหภูมิอบแห้ง 140 °C

จากผลการทดลองอบแห้งอาหารกุ้งที่มีความชื้นเริ่มต้น 36.6% d.b. พบว่าอัตราการอบแห้งอาหารกุ้งในช่วงแรกของการอบแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็ว และเริ่มมีอัตราการลดลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาการอบแห้งเพิ่มมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิอบแห้งสูง (160 °C) จะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่าตามลำดับ (140 120 และ 100 °C) ดังรูปที่ 2 เพราะค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่อุณหภูมิสูงมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า[7]

จากรูปที่ 3 พบว่าอัตราการอบแห้งอาหารกุ้งที่ความสูงเบต 5 cm มีอัตราการอบแห้งสูงกว่าที่ความสูงเบต 7.5 และ 10 cm ที่มีค่าอัตราการอบแห้งไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เพราะว่าที่ความสูงของเบตอาหารกุ้งต่ำจะมีมวลอาหารกุ้งน้อยกว่าที่เบตสูงกว่า ในขณะที่อัตราการให้ความร้อนมีค่าเท่ากัน อัตราการ

ถ่ายโอนความร้อนที่เบตต่ำมีค่ามากกว่าที่เบตสูง จึงส่งผลให้อัตราการอบแห้งสูงกว่า

### 3.2 ค่าสี (Color)

จากตารางที่ 1 แสดงค่าสีของอาหารกุ้งที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ 140°C ความสูงเบต 7.5 cm ที่เวลาการอบแห้ง 0 - 5 นาที พบว่าค่า L a และ b มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามเวลาการอบแห้งที่มากขึ้น อาจเป็นเพราะว่าอุณหภูมิอบแห้งสูงมากเมื่อเทียบกับการตากแห้ง ส่งผลให้ความชื้นระเหยออกอย่างรวดเร็ว สีของอาหารกุ้งบางส่วนจึงถูกพาออกไปด้วย จึงทำให้อาหารกุ้งมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น จากการตรวจด้วยสายตาจะเห็นว่าอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชันมีลักษณะไม่แตกต่างจากอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์มากนัก

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีของอาหารกุ้ง

Temperature (°C)	Time (min)	Color		
		L	a	B
Control 140	0	36.68±0.22	6.61±0.40	16.33±0.34
	1	36.87±0.59	7.13±0.13	17.81±0.16
	2	36.37±0.56	7.68±0.31	17.79±0.05
	3	37.51±0.36	7.47±0.09	17.55±0.27
	4	39.26±0.30	7.79±0.02	17.90±0.15
	5	38.63±0.12	7.70±0.01	18.51±0.04

### 3.3 การลอยตัว

นำตัวอย่างอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 140 °C ความสูงเบต 7.5 cm มาเปรียบเทียบกับอัตราการลอยตัวกับอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง (Control) แสดงดังรูปที่ 4 พบว่าอาหารกุ้งอัดเม็ดที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 2 กรณี มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตด้วยตาเปล่า เช่น การดูดซับน้ำ การพองตัว การยุบและแตกตัวของอาหารกุ้ง ไม่แตกต่างกันมากนัก ในเวลาที่ 15 60 และ 120 นาที การอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชันไม่มีผลต่ออัตราการลอยตัวของอาหารกุ้งในน้ำ เมื่อเทียบกับวิธีการตากแห้ง







รูปที่ 4 ลักษณะการลอยตัวของอาหารกุ้ง

### 3.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านโภชนาการ

นำตัวอย่างอาหารกุ้งที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ  $140^{\circ}\text{C}$  ความสูงเบต 5 7.5 และ 10 cm ที่เวลาการอบแห้ง 2 และ 4 นาที เปรียบเทียบกับอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (Control) ผลแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชัน ด้วยเงื่อนไขดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น มีปริมาณโปรตีน (Protein) ไขมัน (Fat) และใยอาหาร (Fiber) มีค่าไม่แตกต่างกันมาก และเมื่อนำไปเทียบกับอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

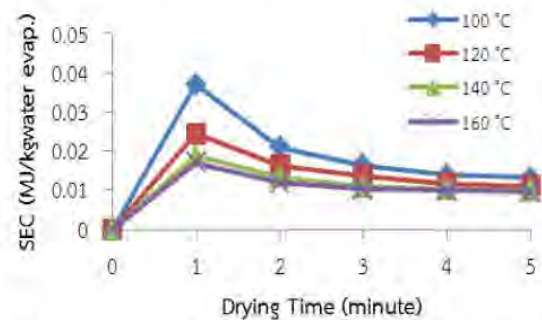
ตารางที่ 2 แสดงค่าโปรตีน ไขมัน และใยอาหาร

Bed depth (cm)	Time (min)	Protein (%)	Fat (%)	Fiber (%)
Control	0	36.69±0.06	4.56±0.01	1.93±0.04
5	2	37.05±0.05	5.40±0.10	2.98±0.00
	4	37.01±0.07	4.55±0.03	2.05±0.07
7.5	2	36.92±0.10	4.39±0.02	2.11±0.09
	4	36.58±0.03	4.82±0.00	1.97±0.03
10	2	36.78±0.08	4.69±0.00	2.34±0.05
	4	36.92±0.05	4.93±0.01	1.88±0.02

### 3.5 วิเคราะห์การใช้พลังงาน

ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของการอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชันระดับ

ห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิต่างๆ ความสูงเบต 7.5 cm แสดงรูปที่ 5 พบว่าการใช้พลังงานจำเพาะของการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำมีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเกิดจากอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำมีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง ในขณะที่พลังงานจำเพาะมีแนวโน้มลดลงตามเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น เพราะว่าเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณความชื้นระเหยได้มากขึ้น



รูปที่ 5 แสดงการใช้พลังงานจำเพาะของการอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชัน

## 4. สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งอาหารกุ้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชัน ที่อุณหภูมิต่ำสูง 120 140 และ  $160^{\circ}\text{C}$  ความสูงเบต 7.5 cm สามารถลดความชื้นจาก 36.6% (d.b.) ลงเหลือความชื้นสุดท้ายต่ำกว่า 12% (d.b.) โดยใช้เวลาในการอบแห้งไม่ถึง 2 นาที ในขณะที่วิธีการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ต้องใช้เวลามากกว่า 8 ชั่วโมง โดยที่อุณหภูมิต่ำสูง จะมีการอบแห้งสูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำ และตรงข้ามกับความสูงของเบตมาก จะมีอัตราการอบแห้งต่ำกว่าที่ความสูงของเบตน้อย และเมื่อนำไปทดสอบคุณภาพเม็ดอาหารกุ้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไอเซชัน ไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี คือ การลอยตัวและคงสภาพในน้ำ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารกุ้งที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ เงื่อนไขการอบแห้งอาหารกุ้งที่แนะนำจากงานวิจัยนี้ และควรนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ คือ ที่อุณหภูมิต่ำสูง  $140^{\circ}\text{C}$  ความสูงของเบต 7.5 cm เวลาในการอบแห้ง 2 นาที เพราะว่าคุณภาพอาหารกุ้งอยู่ในเกณฑ์ดี



### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระชลบุรี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] มนูญ สุขสวัสดิ์ วทัญญู รอดประพัฒน์ กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์ และมานพ กาญจนบุรังกูร (2555), การอบแห้งอาหารปลาด้วยเทคนิคฟลูอิดไลเซชันระดับห้องปฏิบัติการ, การประชุมสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี หน้า 104-111.
- [2] AOAC (2000). *Official method of analysis of AOAC: Loss on Drying (moisture) for feeds.* 930.15, 17<sup>th</sup> edition. Association of official Analytical, Chemists, EUA.
- [3] ปรีศนา สุวรรณภรณ์, นที สังข์บุญลือ และ ธงชัย สุวรรณสิขณน์ (2545). การวัดค่าความคงทนในน้ำของอาหารกุ้ง : เปรียบเทียบวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และวิธีวิเคราะห์ทางเนื้อสัมผัส, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40, หน้า 351-358.
- [4] Dominy, W. and C. Lim (1994). *Stabilizing influence*, International Milling Flour and Feed, pp. 59:22-27
- [5] AOAC (2000). *Official method of analysis of AOAC international: Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food-Fritted Glass Crucible Method* (978.10). 18<sup>th</sup> Association of Official Analytical Chemists
- [6]. ISO (1999). *Animal feeding stuffs Determination of fat content in Animal Feed Stuff* (6492). Available source.

[7] พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2534), *การถ่ายเทความร้อน*, พิมพ์ครั้งที่ 1, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 135-165.







**การประชุมวิชาการ**

# **เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11**

11<sup>st</sup> Conference On Energy Network of Thailand (E-NETT)

วันที่ 17-19 มิถุนายน 2558

ณ โรงแรมบางเลน เออริทอ อิมพัลส์บุรี



**จัดการประชุมโดย**

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร