

ขีดจำกัดในการแบกหามกระสอบข้าวสารโดยวิธีสรีรวิทยาในการทำงาน



นาย อนรรฆพล เวียงพล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-671-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E 80.2. 2545

119246424

LIMITS IN RICE-BAG-CARRYING TASKS USING A WORK  
PHYSIOLOGICAL APPROACH

Mr. Anakapon Wiengpon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University


Academic Year 1999

ISBN 974-332-671-5


หัวข้อวิทยานิพนธ์	ขีดจำกัดในการแบกหามกระสอบข้าวสารโดยวิธีสรีรวิทยาใน
	การทำงาน
โดย	นาย อนรรฆพล เวียงพล
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์


---

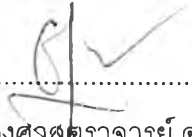
บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

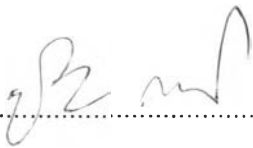
  
..... รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ชัย คงจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทึงจิตร)

อนรรฆพล เวียงพล : ชีตจำกัดในการแบกหามกระสอบข้าวสารโดยวิธีสรีรวิทยาในการทำงาน  
(LIMITS OF RICE-BAG-CARRYING TASKS USING A WORK PHYSIOLOGICAL APPROACH)

อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์, 170 หน้า. ISBN 974-332-671-5.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งที่จะทำการพัฒนา และการทดลองเพื่อหาโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนายน้ำหนักกระสอบที่เหมาะสมตลอดจนเวลาที่สามารถแบกกระสอบข้าวที่ระดับน้ำหนักที่กำหนดได้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้เกณฑ์ทางสรีรวิทยาที่  $30\% \dot{V}O_2 \text{ max}$  ของค่า  $\dot{V}O_2$  ของแต่ละคน

ผลตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน ซึ่งผลการตอบสนองเหล่านี้จะแปรผันตามน้ำหนักกระสอบและรูปแบบในการแบกกระสอบข้าวสาร โดยในการพิจารณาถึงน้ำหนักกระสอบและระยะเวลาแบกต่อเนื่องที่เหมาะสมนั้น ได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่อไปนี้เป็นน้ำหนักตัว ความจุปอด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อายุ ข้อมูลทางด้านกายวิภาคศาสตร์ร่างกายและค่ากำลังสถิติของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ โดยการกำหนดน้ำหนักกระสอบและระยะเวลาที่แบกต่อเนื่องนั้นอิงตามเกณฑ์  $30\% \dot{V}O_2 \text{ max}$

ในการทดลอง จำนวนงานชายจำนวน 10 คนที่มีอายุระหว่าง 25-42 ปี ซึ่งปัจจุบันได้ทำการแบกกระสอบข้าวสารอยู่เป็นอาชีพ โมเดลที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักและระยะเวลาแบกที่เหมาะสมถูกพัฒนาจากเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Backward Multiple Linear Regression ซึ่งโมเดลทั้งหมดได้รับการทดสอบความถูกต้องอีกครั้งโดยนำผู้ทดลองที่มีอาชีพแบกกระสอบจำนวน 1 คนมาทำการทดลองในรูปแบบเดิมอีกครั้ง โดยผลปรากฏว่าโมเดลทั้งหมดสามารถทำนายน้ำหนัก และระยะเวลาที่สามารถแบกได้เป็นไปตามเกณฑ์  $30\% \dot{V}O_2 \text{ max}$

ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักกระสอบที่เหมาะสมในการทดลองครั้งนี้เป็น 100 กิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยที่ 92 กิโลกรัม) และระยะเวลาที่สามารถแบกได้ที่ระดับน้ำหนัก 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม เป็น 14.75, 1.75, 0.5 และ 0.375 นาที ตามลำดับ

ภาควิชา .....  
.....  
สาขาวิชา .....  
.....  
ปีการศึกษา .....  
.....

วิศวกรรมอุตสาหการ  
วิศวกรรมอุตสาหการ

2542

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาอื่น .....  
.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงอย่างเดียว

## 4070497921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD:

PHYSIOLOGICAL RESPONSE/ OXYGEN CONSUMPTION/ HEART RATE

ANAKAPON WIENGPON: LIMITS OF RICE-BAG-CARRYING TASKS USING A WORK  
PHYSIOLOGICAL APPROACH. THESIS ADVISOR: PROF. KITTI INTARANONT, Ph.D.,  
170 pp. ISBN 974-332-671-5.

This research aims to develop a mathematical model for the prediction of the acceptable weight and time of rice-bags carrying using the criterion of an individual's  $\dot{V}O_2$  value at  $30\% \dot{V}O_{2max}$

The physiological responses used in this research were heart rate and oxygen consumption. These physiological responses varied by different rice bag sizes and rice-bag carrying methods. The individual acceptable weight and carrying time were considered as the dependent variables from the criteria of  $30\% \dot{V}O_{2max}$ , using body weight, lung capacity, heart rate at rest, age, anthropometric data and strength data as the independent variables .

Ten male workers, 25-42 years of age, were paid as subjects of the experiment. All were employed to carrying rice bags as their primary jobs. The predictive models of acceptable weight and carrying time were developed for each range of rice-bag sizes using a backward multiple linear regression technique. All of models were validated using one additional subject. It was concluded that the models could reasonably predict acceptable weight and carrying time based on the  $30\% \dot{V}O_{2max}$  achieved during the validation experiment.

It was found that the acceptable weight of rice-bag was close to at 100 kg (average at 92kg) and acceptable time in 25, 55, 100 and 125 kg in sequence were 14.75, 1.75, 0.5, 0.375 minutes

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ  
ปีการศึกษา.....2542

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิดจาก ศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้รับคำแนะนำอื่นๆ จากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันมีศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทหังจิตร ผู้วิจัยขอถือโอกาสกราบขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสามท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย ต้องขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้เอื้อเพื่อเครื่องมือให้ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณบรรดาเหล่าผู้ถูกทดลองที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้การทดลองเป็นไปอย่างราบรื่น ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกท่านจากห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบพระคุณ บิดา-มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่านและครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกด้านแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

อนรรฆพล เวียงพล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สภาพปัญหาในปัจจุบัน.....	5
ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย.....	5
รายละเอียดของขั้นตอนในการวิจัย.....	6
วิธีการดำเนินการศึกษาและวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	11
นิยามของปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บ.....	11
สรีรวิทยา.....	13
อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate).....	13
อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด.....	16
ผลตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกาย.....	17
การวัดอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจเนื่องจากการทำงาน....	19
ข้อเสนอถึงขีดจำกัดในการทำงานในงานอุตสาหกรรม ภายใน 1 วัน(8 ชั่วโมง)...	22
ประเภทของกิจกรรม.....	26
3. วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย.....	28
กลุ่มตัวอย่าง.....	28
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28
วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย.....	29

4. ผลการสำรวจและวิจัย.....	32
รายละเอียดทั่วไปของผู้ถูกทดลองและสภาพแวดล้อมในการวิจัย.....	32
ลักษณะของภาระงาน.....	33
รายละเอียดของลักษณะในการแบกกระสอบข้าว.....	34
การวัดกำลังสถิติของกล้ามเนื้อ.....	35
การวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการปั่นจักรยาน.....	36
การวิเคราะห์ผลตอบสนองทางสรีรวิทยา.....	39
การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านรูปแบบการแบกกระสอบข้าว และ น้ำหนักกระสอบข้าว ที่ส่งผลกระทบต่อสัดส่วนร้อยละของ การใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น.....	39
การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้น ของหัวใจที่เพิ่มขึ้นในกิจกรรมการแบกกระสอบข้าวสารชนิดเดียวกัน.....	41
การเปรียบเทียบระหว่าง ค่าสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและ อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2.....	44
เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถึงระดับของการทำงานที่เหมาะสม ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2.....	44
สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายน้ำหนักที่สอดคล้องกับ เกณฑ์ที่เหมาะสมนั้น ของรูปแบบการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1.....	47
สมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายระยะเวลาที่สามารถแบกได้ ในการแบกกระสอบข้าวสารที่น้ำหนักใดๆ.....	50
ผลการ Validation.....	55
5. อภิปรายผล สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	65
อภิปรายผลการวิจัย.....	65
สรุปผลการวิจัย.....	70
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	72
รายการอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก ก. รูปแบบการแบกกระสอบข้าวสาร.....	77
ภาคผนวก ข. แบบสอบถาม, แบบฟอร์มและใบยินยอมที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	80
ภาคผนวก ค. การวัดกำลังสถิติ.....	88



ภาคผนวก ง. การทดสอบทางสถิติพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและ อัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจ.....	94
ภาคผนวก จ. การทดสอบทางสถิติถึงผลของระดับน้ำหนักที่มีต่อ ค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจ.....	96
ภาคผนวก ฉ. การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับรูปแบบในแบกกระสอบข้าวสาร ที่มีผลต่อค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจน และค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจ.....	102
ภาคผนวก ช. ผลการทดสอบ.....	106
ภาคผนวก ซ สมการที่ใช้ทำนายน้ำหนักตาม 30%VO <sub>2</sub> max ของ ผู้ถูกทดลองแต่ละคน.....	114
ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นของระดับน้ำหนักกระสอบที่ เหมาะสมในการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 1.....	125
ภาคผนวก ฎ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของเวลาสูงสุดที่ สามารถแบกได้ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 25 กิโลกรัม .....	130
ภาคผนวก ฏ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของเวลาสูงสุดที่ สามารถแบกได้ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 55 กิโลกรัม.....	134
ภาคผนวก ฐ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของเวลาสูงสุดที่ สามารถแบกได้ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 100 กิโลกรัม.....	138
ภาคผนวก ฑ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นของเวลาสูงสุดที่ สามารถแบกได้ของการแบกกระสอบข้าวสารรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 125 กิโลกรัม .....	141
ภาคผนวก ท วิธีการวัดสัดส่วนร่างกายที่ตำแหน่งต่าง.....	145
ภาคผนวก ธ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	160
ประวัติผู้เขียน.....	170

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ลักษณะตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการวัดทางสรีระวิทยา.....	8
2-1	แสดงถึงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดสำหรับหญิง.....	16
2-2	แสดงถึงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดสำหรับชาย.....	17
2-3	ตารางสรุปเกี่ยวกับขีดจำกัดในการทำงานภายในเวลา 8 ชั่วโมง .....	25
4-1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะผู้ถูกทดลอง .....	32
4-2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสภาพแวดล้อมโดยใช้เครื่องมือวัด.....	33
4-3	แสดงค่าทางค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ การวัดกำลังสติดส่วนต่างๆ.....	35
4-4	ค่าความสามารถสูงสุดในการทำงานของผู้ถูกทดลองทั้ง 10 คน ในช่วงอายุระหว่าง 30-42 ปี.....	38
4-5	แสดงสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1.	41
4-6	แสดงสัดส่วนร้อยละของการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2.	41
4-7	แสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1.....	42
4-8	แสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของหัวใจต่อการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2 .....	42
4-9	แสดงน้ำหนักกระสอบที่ผู้ถูกทดลองแต่ละคนสามารถยกได้ ตามเกณฑ์ 30% VO <sub>2</sub> max .....	48
4-10	แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายน้ำหนักที่ สามารถแบกได้.....	50
4-11	แสดงระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ที่สามารถแบกกระสอบข้าวที่ระดับ น้ำหนักใดๆ ของผู้ถูกทดลองจำนวน 10 คน.....	51
4-12	แสดงตัวแปร นิยาม และขอบเขตของตัวแปรต่างๆ ที่จะทำให้ สมการ Linear Regression มีค่าเป็นจริง.....	52
4-13	แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลา ที่สามารถแบกกระสอบ 25 กิโลกรัม.....	53
4-14	แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลา ที่สามารถแบกกระสอบ 55 กิโลกรัม.....	53

4-15	แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลา ที่สามารถแบกกระสอบ 100 กิโลกรัม.....	54
4-16	แสดงค่า Tolerance และ VIF ของสมการในการทำนายระยะเวลา ที่สามารถแบกกระสอบ 125 กิโลกรัม.....	54
4-17	ค่ากำลังสถิติในกล่ามเนื้อเฉลี่ยของผู้ถูกทดลองในการ Validation.....	55
4-18	ค่าสัดส่วนร่างกายที่ตำแหน่งต่างๆ.....	56
4-19	แสดงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนในช่วงน้ำหนักที่สนใจ.....	63
4-20	แสดงค่าสัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนในช่วงเวลาที่กำหนด.....	63

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2-1	แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกายเมื่อเวลาเปลี่ยนไป.....	19
2-2	แสดงระดับของภาระงานที่สูงขึ้น ที่ส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ที่ต้องอาศัยเวลาพักนานขึ้น กว่าที่จะเข้าสู่ภาวะปกติ.....	19
4-1	ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการทดสอบ โดยการปั่นจักรยานที่ระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด.....	36
4-2	ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจที่สภาวะคงตัว ในแต่ละระดับความหนักของภาระงาน.....	36
4-3	แสดงอิทธิพลของปัจจัยรูปแบบของการแบกกระสอบข้าว และผลของน้ำหนักกระสอบที่ส่งผลกระทบต่อค่าสัดส่วนร้อยละ ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด.....	40
4-4	แสดงอิทธิพลของปัจจัยรูปแบบของการแบกกระสอบข้าว และผลของน้ำหนักกระสอบที่ส่งผลกระทบต่อ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น.....	41
4-5	ผลของระดับน้ำหนักกระสอบที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนร้อยละ อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 1.....	43
4-6	ผลของระดับน้ำหนักกระสอบที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนร้อยละ อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยของการแบกกระสอบข้าวรูปแบบที่ 2.....	43
4-7	แสดงลักษณะของอัตราการใช้ออกซิเจน ของการแบกกระสอบ ข้าวรูปแบบที่ 1 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม.....	45
4-8	แสดงลักษณะของอัตราการเต้นของหัวใจ ของการแบกกระสอบ ข้าวรูปแบบที่ 1 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม...	45
4-9	แสดงลักษณะของอัตราการใช้ออกซิเจน ของการแบกกระสอบ ข้าวรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนักกระสอบ 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม.....	46
4-10	แสดงลักษณะของอัตราการเต้นของหัวใจ ของการแบกกระสอบ ข้าวรูปแบบที่ 2 ที่ระดับน้ำหนัก 25, 55, 100 และ 125 กิโลกรัม.....	47
4-11	แสดงการหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยกราฟ.....	57

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

$^{\circ}\text{C}$	=	องศาเซลเซียส
Hr	=	อัตราการเต้นของหัวใจ
Max Hr Range	=	อัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น
MVC	=	ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ
MVE	=	ค่าการออกแรงเพื่อหดตัวสูงสุด
$\dot{V}\text{O}_2$	=	อัตราการใช้ออกซิเจนหรือปริมาณการใช้ออกซิเจน
$\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$	=	อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหรือความสามารถสูงสุดในการทำงาน
$\% \dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$	=	สัดส่วนร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด