

การลดปริมาณสารฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลอด

นางสาววิมลวรรณ กัญจนวนิชกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาชีววิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3855-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE REDUCTION OF FLUORESCENT PHOSPHORS FOR LAMP IN COATING PROCESS.

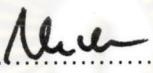
Miss Wimonwan Kanjanavanichakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003
ISBN 974-17-3855-2

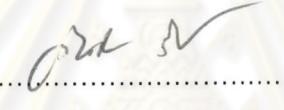
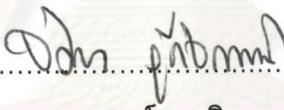
หัวข้อวิทยานิพนธ์
โดย
สาขาวิชา
อาจารย์ที่ปรึกษา

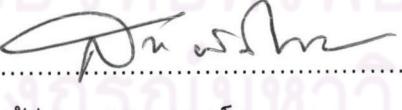
การลดปริมาณสารฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในกระบวนการเคลือบหลอด
นางสาววิมลวรรณ กาญจนวนิชกุล
วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รักษาการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ พัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิวนิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รักษาการพานิช)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธัน พัฒนากีอกั้งหวาน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัฒนาเดนต์)

วิมลวรรณ กาญจนวนิชกุล : การลดปริมาณสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ใช้ในกระบวนการเคลือบ
หลอด. (THE REDUCTION OF FLUORESCENT PHOSPHORS FOR LAMP IN
COATING PROCESS) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รุ่งกิจการพานิช :
160 หน้า ISBN 974-17-3855-2

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการใช้สารฟลูออเรสเซ็นต์ที่เป็นสี Daylight ในหลอดไฟชนิด 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ ในโรงงานหลอดไฟแห่งหนึ่ง เพื่อหาต้นทุนต่ำสุดแต่คุณภาพยังคงเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพหลอดไฟของกลุ่มประเทศยุโรป (IEC) และความต้องการของลูกค้าคือ ค่าความส่องสว่าง ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างสีของแสงและคุณลักษณะภายนอก โดยการดำเนินการทดลองนี้จะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นตอนการทำทดลองปัญหา: จัดตั้งทีมทำการทดสอบสมองสำรวจปัญหา กำหนดเป้าหมายและขอบเขต 2) ขั้นตอนการวางแผน: คัดเลือกตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าโดยใช้ แผ่นผังกำแพง ตารางสาเหตุและผล ตลอดจนทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นตอนการวิเคราะห์: ทำการทดสอบสมมติฐานของตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าที่ผ่านการคัดเลือก 4) ขั้นตอนการปรับปรุง: ทำการออกแบบการทดลองแบบบล็อกการทดลองทำขั้นตอนเข้าซึ่งเป็นคุณสมบัติสารฟลูออเรสเซ็นต์จากบริษัทผู้ผลิต 5 รายที่นำมาพิจารณาและนำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์มี 4 ระดับ (2.20, 2.60, 3.00 และ 3.40 กรัม) โดยทำการทดลองที่หลอดชนิด 36 วัตต์(เคลือบสารรองพื้น) จากผลการทดลองพบว่าส่องรายเท่านั้นที่ให้คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานที่น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่เหมาะสมสมคือ 2.40 ± 0.10 กรัม จากนั้นทำการทดลองในหลอดชนิดเดิมนี้เพื่อหาอิทธิพลของสารรองพื้นที่มีต่อคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์โดยออกแบบการทดลองแบบบล็อกการทำขั้นตอนเข้าโดยมีตัวแปร 3 ปัจจัยซึ่งได้แก่ คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ได้ตามมาตรฐาน สารรองพื้น(มี/ไม่มี) และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ 2 ระดับ (2.20 กับ 2.60 กรัม) จากผลการทดลองพบว่าการใช้สารรองพื้นให้คุณภาพด้านความส่องสว่างที่ดีกว่า สุดท้ายทำการทดลองที่หลอดชนิด 18 วัตต์ โดยออกแบบการทดลองแบบบล็อกการทำขั้นตอนเข้าโดยมีตัวแปร 2 ปัจจัยซึ่งเป็น คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่ได้ตามมาตรฐาน และนำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ 4 ระดับ (1.15, 1.35, 1.55 และ 1.75 กรัม) จากการทดลองพบว่าคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานให้น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่เหมาะสมสมคือ 1.35 ± 0.10 กรัม 5) ขั้นตอนการควบคุม: ขั้นตอนนี้เป็นแนวทางให้บริษัทได้คัดเลือกคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์หลักที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานและให้ราคาต่ำกว่าไปทำการทดลองใช้ในสายการผลิต และพบว่าคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานและที่ราคาต่ำกว่าสามารถใช้ในสายการผลิตได้จริง ทำให้บริษัทจะสามารถลดน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์จากปัจจุบันได้อันจะส่งผลให้ต้นทุนหลอดลดลงได้ไปประมาณ 3 % ส่วนคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์อิกรายหนึ่งทางบริษัทก็จะใช้เป็นบริษัทผู้ผลิตสำรอง

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต..... ปุณยวัฒน์ คงภูวนะกุล
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. รุ่งกิจการพานิช
ปีการศึกษา 2546 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4471445821: MOJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS/ HYPOTHESIS TEST/GR&R /DOE

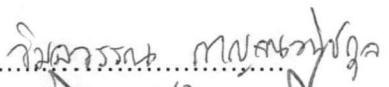
WIMONWAN KANJANAVANICHAKUL : THE REDUCTION OF
FLUORESCENT PHOSPHORS FOR LAMP IN COATING PROCESS. THESIS

ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. JITTA RUKIJKANPANICH, Ph.D. 160 pp.

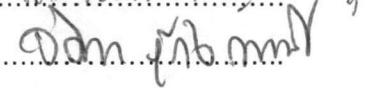
ISBN 974-17-3855-2.

The objective of this thesis is to reduce the amount of Daylight fluorescent powder used in both 36W&18W lamp types. The study aims to find out the lowest cost of fluorescent powder while maintaining lamp quality to International European Standard (IEC). This comprises of lumen output ,lumen maintenance and texture appearance as a key process output variable(KPOV). This experiment was carried out by using 5 phases structure approach. 1) Define phase: to define problem, objective and scope. 2) Measuring phase: to define key process input variable (KPIV) and analyze the precision of measurement system. 3) Analyzing phase: to do Hypothesis test for screening significant KPIV. 4) Improving phase : to use Design of experiment (DOE) to analyze interested KPIV with blocking on replicate. The interested KPIV was the fluorescent powder made to 5 characteristics and 4 powder weight levels (2.20, 2.60, 3.00 & 3.40 g). The experiment results in the precoat 36W lamps showed that only 2 characteristics of fluorescent powder (first & second characteristics) at lowest powder weight level (2.40 ± 0.10 g) were acceptable in quality. These 2 characteristics were further tested DOE in order to verify the influence of the precoat layer; whether or not it impacts to the lumen output in 36W. The results showed the lamp with precoat layer gave a better lumen output. Later, the two outstanding fluorescent powders were also applied to the precoat 18W lamps with 4 powder weight levels(1.15, 1.35, 1.55 &1.75g). The fluorescent powder at lowest powder weight (1.35 ± 0.10 g) from both suppliers were found to be above standard as well. 5) Controlling phase : the fluorescent powder of the cheapest one was selected for testing on the production line. The test results showed according to standard and it was selected to be used further while the second was kept for bargaining power. Finally, the cost reduction achieved will be about 3 %.

Department Industrial Engineering

Student's signature.....

Field of study Industrial Engineering

Advisor's signature.....

Academic year 2003

Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รักษาภานินช อาจารยที่ปรึกษาวิทยานิพนธ ที่เคยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึง รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวนิช ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุภศน รัตนเกื้อกงวน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พวงจินดา เนตร กรรมการ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัย

นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณพนักงานระดับเทคนิคในแผนกพัฒนาผลิตภัณฑของบริษัทที่ช่วยทำงานตลอดตัวอย่าง ตรวจสอบหลอดตัวอย่าง ตลอดจนเก็บข้อมูลและบันทึกผลงานลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องและเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและค่อยสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
อุปราชกรรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๑
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๑
กิตติกรรมประกาศ	๒
สารบัญ	๓
สารบัญตาราง	๔
สารบัญรูป	๕
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โครงสร้างในหลอดฟลูออเรสเซ็นต์.....	9
2.2 การสำรวจงานวิจัย.....	10
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	
3.1 ศึกษารายละเอียดของเบรนบรองผลการตรวจสอบสารฟลูออเรสเซ็นต์.....	28
3.2 ขั้นตอนการทำหนดปัญหา (Define phase).....	29
3.3 ขั้นตอนการวัด (Measuring phase).....	29
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyzing phase).....	37
3.5 ขั้นตอนการปรับปรุง (Improving phase).....	37
3.6 ขั้นตอนการควบคุม (Controlling phase).....	43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
4.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการทำหนดปัญหา.....	45
4.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการวัด.....	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผล.....	66
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้ในสายการผลิต	
5.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการปรับปูน.....	72
5.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการควบคุม.....	99
บทที่ 6 บทวิจารณ์	
6.1 คุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์จากบริษัทผู้ผลิต.....	102
6.2 ผลการทดลอง.....	103
บทที่ 7 สูปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
7.1 บทนำ.....	104
7.2 สูปและผลการทดลอง.....	105
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	109
7.4 ข้อจำกัดในการทดลอง.....	109
รายการอ้างอิง.....	110
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	112
ภาคผนวก ข.....	119
ภาคผนวก ค.....	135
ภาคผนวก ง.....	143
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	160

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ราคาของสารฟลูอօเรสเซ็นต์ที่เป็นสีเดียวกัน	2
1.2 Grant chart ของระยะเวลาที่ใช้การดำเนินงาน	7
2.1 สาเหตุแห่งความผิดพลาดในการวัดด้วยเครื่องมือเชิงกล	17
2.2 ประเภทความผันแปรในระบบการวัด	17
3.1 ขนาดของสารฟลูอօเรสเซ็นต์ของบริษัทผู้ผลิต	28
3.2 ค่า % GR&R ที่ยอมรับได้ของข้อมูล Variable	34
3.3 การทดลองหาอิทธิพลของน้ำหนักสารฟลูอօเรสเซ็นต์กับคุณสมบัติของสารฟลูอօเรสเซ็นต์ที่มีต่อค่าความส่องสว่างในหลอดชนิด 36 วัตต์	39
3.4 การทดลองอิทธิพลของสารรองพื้นที่มีต่อค่าความส่องสว่างในหลอดชนิด 36 วัตต์	41
3.5 การทดลองหาอิทธิพลของน้ำหนักสารฟลูอօเรสเซ็นต์กับคุณสมบัติของสารฟลูอօเรสเซ็นต์ที่มีค่าความส่องสว่างในหลอดชนิด 18 วัตต์	42
4.1 สภาพปัจุหการกำหนดขอบเขตของโครงการ การกำหนดเป้าหมายและผลที่คาดว่าจะได้รับ และสามารถใช้ในทีม	46
4.2 ความสัมพันธ์ของผู้ส่งมอบกับวัตถุดิบ กระบวนการผลิตสินค้า การตรวจเช็คสินค้า และลูกค้าด้วย SIPOC	48
4.3 Cause and Effect Matrix	60
4.4 วิธีการคิดและเกณฑ์ค่าคะแนนเพื่อเป็นเกณฑ์คัดเลือกตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปรวัดผลจริงๆ	61
4.5 ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าทุกตัวที่มีเกณฑ์ค่าคะแนนสูงกว่า 168	62
4.6 ผลการวิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบ(Failure Mode and Effect Analysis) 63	
4.7 ผลการวิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบ(Failure Mode Effect and Analysis) (ต่อ)	64
4.8 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำชนิดค่าวัดเป็น Variable ของระบบการวัดของเครื่องวัดต่างๆ	65
4.9 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำชนิดค่าวัดเป็น Attribute ของการตรวจสอบ	66
4.10 จำนวนตัวอย่าง(Sample size) ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis test)	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ข้อมูลการทดลองการทดสอบสมมติฐานที่น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ต่ำสุด (2.20 กรัม) ของคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์แต่ละรายให้ค่าความส่องสว่างที่แตกต่าง	68
4.12 ผลการวิเคราะห์ความป่วนแปรของคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์	68
4.13 ข้อมูลการทดลองในการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการอุ่นหลอดมีผลต่อค่าความส่องสว่าง	69
4.14 การวิเคราะห์ผลของเวลาที่ใช้ในการอุ่นหลอด	70
4.15 ข้อมูลการทดลองในการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้วัดหลอดในเครื่องมือผลต่อค่าความส่องสว่าง	70
4.16 การวิเคราะห์ผลของเวลาที่ใช้วัดหลอดในเครื่องวัดความส่องสว่าง	71
5.1 ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าและตัวแปรวัดผลในการทดลองศึกษาความสามารถในการลดน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ของคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์รายต่างๆ ที่หลอดชนิด 36 วัตต์	74
5.2 ผลการทดลองของค่าความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมง	75
5.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรป่วนของกราฟแบบเชิงแฟคทอรีล 2 ปัจจัยแบบบล็อกการทำซ้ำ	76
5.4 ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างที่ลดลงจาก 0 ชั่วโมง ถึง 100 ชั่วโมง	79
5.5 ข้อมูลของค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างจาก 100 ชั่วโมง ถึง 2000 ชั่วโมง	80
5.6 ข้อมูลสีของแสงของการทดลองร่วมปัจจัยของคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์	82
5.7 ข้อมูลความหมายของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ในหลอดชนิด 36 วัตต์	84
5.8 ข้อมูลความบางของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้านหัวของหลอดชนิด 36 วัตต์	85
5.9 ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าและตัวแปรวัดผลในการทดลองอิทธิพลสารรองพื้นในหลอด 36 วัตต์	88
5.10 ผลการทดลองของค่าความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมงของหลอดชนิด 36 วัตต์ของปัจจัยคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ น้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์และสารรองพื้น	89
5.11 การวิเคราะห์ความป่วนแปรของกราฟแบบเชิงแฟคทอรีล 3 ปัจจัยแบบบล็อกการทำซ้ำโดยโปรแกรม Minitab	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.12 ตัวแปรวัดปัจจัยป้อนเข้าและตัวแปรวัดผลในการทดลองที่หลอดชนิด 18 วัตต์	92
5.13 ผลการทดลองของค่าความส่องสว่างที่ 0 ข้ามิงของหลอดชนิด 18 วัตต์ ของปัจจัยคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์	93
5.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยแบบ บล็อกการทำข้ามโดยโปรแกรม Minitab	94
5.15 ประสิทธิภาพค่าความส่องสว่างที่ลดลงจาก 0 ข้ามิง ถึง 100 ข้ามิง	95
5.16 ประสิทธิภาพค่าความส่องสว่างที่ลดลงจาก 100 ข้ามิง ถึง 2000 ข้ามิง	95
5.17 ข้อมูลสีของแสงของการทดลองร่วมปัจจัยของคุณสมบัติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์	96
5.18 ข้อมูลความหมายของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ในหลอดชนิด 18 วัตต์	97
5.19 ข้อมูลความบางของเนื้อสารฟลูออเรสเซ็นต์ด้านหัวหลอดชนิด 18 วัตต์	97
5.20 ค่าความส่องสว่างที่ 0 ข้ามิงของหลอดชนิด 36 วัตต์	100
5.21 ค่าความส่องสว่างที่ 0 ข้ามิงของหลอดชนิด 18 วัตต์	101
6.1 ขนาดผงของสารฟลูออเรสเซ็นต์และ Bulk density ของบริษัทผู้ผลิต	102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
บุคลากรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

	หน้า
รูปประกอบ	
2.1 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์	9
2.2 กระบวนการวัดที่เสถียร	14
2.3 กระบวนการวัดที่ไม่เสถียร	15
2.4 สาเหตุแห่งความผันแปรของระบบการวัด	15
2.5 แผนภูมิในการเลือกวิธีการในการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัด	21
2.6 ความเที่ยงตรงและความแม่นยำของระบบการวัด	22
2.7 ความแปรปรวนจาก ความสามารถในการทำซ้ำ และความสามารถในการทำเหมือน	24
2.8 รูปแบบขั้นตอนการดำเนินการสำหรับพัฒนาแผนภูมิ FMEA	26
4.1 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ	50
4.2 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ (ต่อ)	51
4.3 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ (ต่อ)	52
4.4 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการ (ต่อ)	53
4.5 ผลการวิเคราะห์ผังก้างปลาในแต่ละกระบวนการผลิตที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปร วัดผลของกระบวนการเตรียมสารฟลูออเรสเซ็นต์ (Suspension preparation)	55
4.6 ผลการวิเคราะห์ผังก้างปลาในแต่ละกระบวนการผลิตที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปร วัดผลของกระบวนการเคลือบสารรองพื้น (Precoating : Dosing and Drying)	56
4.7 ผลการวิเคราะห์ผังก้างปลาในแต่ละกระบวนการผลิตที่คาดว่ามีผลต่อตัวแปร วัดผลของกระบวนการเคลือบสารฟลูออเรสเซ็นต์ (Main Coating : Dosing and Drying)	57
4.8 ผลการวิเคราะห์ผังก้างปลาในแต่ละกระบวนการผลิตที่คาดว่า มีผลต่อตัวแปร วัดผลของกระบวนการวัดค่าความส่องสว่าง (Lamp measuring on Photometry)	58
5.1 ปัจจัยคุณสมบติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ มีผลต่อค่า ความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมง	77
5.2 การทดลองร่วมปัจจัยของคุณสมบติสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ มีผลต่อค่าความส่องสว่างที่ 0 ชั่วโมง	78
5.3 การทดลองร่วมปัจจัยของคุณสมบติสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรสเซ็นต์ มีผลต่อค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างจาก 0 ชั่วโมง ถึง 100 ชั่วโมง	80
5.4 การทดลองร่วมปัจจัยของคุณสมบติของสารฟลูออเรสเซ็นต์ และน้ำหนักสารฟลูออเรส เซ็นต์ มีผลต่อค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างจาก 100 ชั่วโมง ถึง 2000 ชั่วโมง	81
5.5 กราฟการควบคุมค่าสีของแสงของสีที่เป็นเดย์ไลท์	83

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในช่วง 2.20-2.70 กรัมกับค่าความ ส่องสว่างที่ 0 ขั้วไมง ของคุณสมบัติสารฟลูอเรสเซ็นต์รายที่ 1	86
5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในช่วง 2.20-2.70 กรัมกับค่าความ ส่องสว่างที่ 0 ขั้วไมง ของคุณสมบัติสารฟลูอเรสเซ็นต์รายที่ 2	86
5.8 ปัจจัยคุณสมบัติสารฟลูอเรสเซ็นต์ น้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ และสารรองพื้นเมื่อผล ต่อค่าความส่องสว่างที่ 0 ขั้วไมง	91
5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในช่วง 1.15 –1.55 กรัมกับค่าความ ส่องสว่างที่ 0 ขั้วไมง ของคุณสมบัติสารฟลูอเรสเซ็นต์รายที่ 1	98
5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในช่วง 1.15 –1.55 กรัมกับค่าความ ส่องสว่างที่ 0 ขั้วไมง ของคุณสมบัติสารฟลูอเรสเซ็นต์รายที่ 2	99
5.11 น้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในหลอดชนิด 36 วัตต์	100
5.12 น้ำหนักสารฟลูอเรสเซ็นต์ในหลอดชนิด 18 วัตต์	101

**ศูนย์วิทยทรัพยากร
อุปกรณ์มหा�วิทยาลัย**