

## รูปทรงและความแข็งของลูกยางแปดที่เหมาะสมสำหรับพิมพ์ลงบนพลาสติก พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET) และโพลีคาร์บอเนต (PC)

### The Best Shape and Hardness of Rubber Pad used Printed on Plastic PET and PC

พงศยุทธ์ จันทอง\*

Phongyut Junthong\*

\*ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

\*Printing and Packaging Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

Received : May 25, 2021

Revised : June 17, 2021

Accepted : June 20, 2021

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อหาคุณภาพของงานพิมพ์แปดลงบนพลาสติก พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET) และโพลีคาร์บอเนต (PC) ที่ใช้รูปทรงและความแข็งของลูกยางแปดที่แตกต่างกัน โดยการทดลองเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและกระบวนการทำลูกยางแปด กำหนดรูปทรงและค่าความแข็งของลูกยางแปดที่ใช้ในการทดลอง โดยลูกยางแปดที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 3 รูปทรง และแต่ละรูปทรงสามารถแบ่งเป็นช่วงความแข็งได้ 3 ช่วง นำมาทดลองพิมพ์ลงบนพลาสติก PET และ PC ด้วยแม่พิมพ์เพื่อการทดสอบคุณภาพของงานพิมพ์ในด้านต่าง ๆ คือ ความคมชัดของเส้นตรง ตัวอักษร เส้นโค้ง เม็ดสกรีน และความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่บัพจากผลการทดลองพบว่า ลูกยางแปดรูปทรง Cone Shape ที่ค่าความแข็ง 15 – 19 Shore A สามารถพิมพ์งานออกมาได้คุณภาพงานพิมพ์ที่ดีและให้ผลของคุณภาพงานพิมพ์ลงบนพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งลูกยางจะมีลักษณะของยอดแหลมสูง ส่งผลให้คุณภาพการพิมพ์มีความคมชัดและเกิดฟองอากาศน้อย การทดลองนี้จะช่วยให้งานพิมพ์แปดบนพลาสติก PET และ PC มีคุณภาพของงานพิมพ์ดีขึ้น

**คำสำคัญ :** คุณภาพงานพิมพ์, ระบบการพิมพ์แปด, ลูกยางแปด

\*พงศยุทธ์ จันทอง

E-mail : phongyut.jun@kmutt.ac.th

#### Abstract

The purpose of the Research is to find the quality of the printed on PET plastic and a PC plastic that is using the shape and hardness of different pad rubber. The trial starts from study the data and the process of making a pad rubber, define shape and hardness of a pad rubber that used in the trial. The pad rubber that used in the trial will be split into 3 shapes and each shape can be divided into 3 range of hardness. After that, printed on the PET plastic and PC plastic with plate to test the quality of the printing. A quality test includes the sharpness of the linear, letters, arc, dot screen and the flatness of the print solid. From the trial found that the Cone-Shape rubber with the value of hardness is 15 - 19 shore A produce a best print quality and give the best plastic print quality. The rubber which high apex can provide best image quality and less bubble, this trial will help the pad printing on the PET plastic and PC plastic has the good quality.

**Keywords :** Quality Printed, Pad Printing, Pad Rubber

## 1. บทนำ

ระบบการพิมพ์แพดเป็นระบบการพิมพ์พื้นลึกชนิดหนึ่ง สามารถถ่ายทอดภาพพิมพ์ได้โดยการใช้ลูกยางแพดถ่ายทอดหมึกพิมพ์ไปบนวัสดุพิมพ์ ในสมัยอดีตจะใช้ลูกยางแพดที่ทำจากเจลาตินทำหน้าที่ถ่ายทอดหมึกพิมพ์ แต่เนื่องจากเจลาตินมีข้อเสียดังที่เปราะบาง และมีความไวต่อความชื้น จึงทำให้ไม่ทนทานต่อการใช้งาน (สุณี ภูสีม่วง, 2542) ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวการพิมพ์แพดจึงยังไม่เป็นที่นิยมที่แพร่หลายและใช้ในอุตสาหกรรมมากนัก การพัฒนาในการพิมพ์แพดในเวลาต่อมา นั่นคือ การคิดค้นลูกยางแพดที่ทำจากยางซิลิโคนแทนเจลาติน ซึ่งเป็นลูกยางแพดที่ใช้มาจนกระทั่งถึงปัจจุบัน ยางซิลิโคนมีสมบัติที่เหมาะสม เพราะเป็นวัสดุที่เมื่อสัมผัสกับสิ่งใดก็ตามก็จะสามารถแนบไปตามรูปทรงของวัสดุที่ใช้พิมพ์ได้ดี พิมพ์บนวัสดุพิมพ์ได้หลากหลายชนิด ทั้งวัสดุที่มีรูปทรง หรือพื้นผิวที่ระบบการพิมพ์อื่นพิมพ์ได้ยากหรือพิมพ์ไม่ได้ จึงได้มีการนำระบบการพิมพ์แพดไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสินค้าหลากหลายประเภทมากขึ้น โดยเฉพาะการพิมพ์แพดลงบนวัสดุอย่างพลาสติกประเภทต่าง ๆ เช่น ของเล่นเด็ก อุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์กีฬา ชิ้นส่วนของงานอิเล็กทรอนิกส์และรถยนต์ เป็นต้น (สุภาวดี ธีรธรรมการ และคณะ, 2555)

การจะเลือกใช้ลูกยางแพดให้มีความเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้พิมพ์อย่างพลาสติกนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญ เพราะลูกยางแพดเป็นตัวรับและถ่ายโอนภาพพิมพ์ โดยลักษณะของลูกยางแพดที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของงานพิมพ์แพดคือ รูปทรงและความแข็งของลูกยางแพด ถ้าเลือกลูกยางแพดที่มีรูปทรงและความแข็งที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดปัญหาคุณภาพของงานพิมพ์ได้ อย่างเช่น ความไม่คมชัดของตัวอักษรและลายเส้น การเกิดฟองอากาศหรือเรียกอีกอย่างว่าจุดขาว ภาพพิมพ์มาไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียวัสดุพิมพ์เป็นจำนวนมาก และส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น หากสามารถกำหนดรูปทรงและความแข็งของลูกยางแพดที่ใช้พิมพ์ลงบนพลาสติก PET และ PC ได้อย่างเหมาะสม ก็จะช่วยลดปัญหาทางการพิมพ์ต่าง ๆ ทำให้คุณภาพของงานพิมพ์บนพลาสติกดียิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อหาคุณภาพของงานพิมพ์แพดลงบนพลาสติก PET และ PC ที่ใช้รูปทรงและความแข็งของลูกยางแพดที่แตกต่างกัน

## 3. สมมุติฐานของการวิจัย

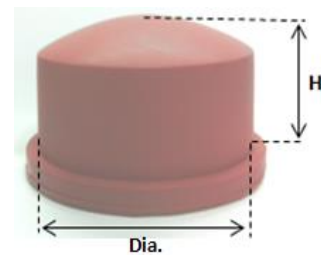
รูปทรงและความแข็งของลูกยางแพดมีผลต่อคุณภาพของงานพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนพลาสติก PET และ PC

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

### 4.1 ศึกษารูปทรงและการทำลูกยางแพด

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลูกยางแพด ประเภท รูปทรง ลักษณะ และการทำลูกยางแพด และกำหนดรูปทรงและค่าความแข็งของลูกยางแพดที่ใช้ในการทดลอง รูปทรงที่ใช้ในการหล่อลูกยางแพด มีขนาดดังนี้



ภาพที่ 1 ภาพรูปทรง Round Shape



ภาพที่ 2 ภาพรูปทรง Bullet Shape



ภาพที่ 3 ภาพรูปทรง Cone Shape

การเตรียมอัตราส่วนผสมในการทำลูกยางแพดแต่ละความแข็ง มีสูตรในการผสมดังนี้

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมยางของการทำลูกยางแพด

ค่าความแข็งของลูกยางแพด (Shore A)	อัตราส่วนผสม		
	Silicone (Part A)	Silicone Curing agent (Part B)	Silicone oil
5 – 9	9	1	50 %
10 – 14	9	1	35 %
15 – 19	9	1	25 %

จากตารางที่ 1 นำส่วนผสมได้อย่างที่ได้ตามอัตราส่วนข้างต้น คนให้เข้ากันและใช้เครื่องกวนเพื่อช่วยให้เนื้อยางผสมเข้ากันมากยิ่งขึ้น นำเนื้อยางเทใส่โมลหล่อที่เตรียมไว้ จากนั้นรอประมาณ 10 วินาที เพื่อให้เนื้อยางแข็งตัวแล้วจึงนำฐานไม้มาประกบกับโมลหล่อให้แบบสนิทพอดี ลูกยางแพดจะใช้เวลาในการแข็งตัวประมาณ 2 – 3 ชม. เมื่อครบกำหนด ให้แกะลูกยางออกจากโมลหล่อและปล่อยให้แข็งตัวอีก 24 ชม. ก่อนนำไปวัดค่าความแข็งและนำไปใช้พิมพ์ทดลอง

#### 4.2 เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลคุณภาพงานพิมพ์โดยดูจากงานพิมพ์ที่พิมพ์จากลูกยางแพดที่มีรูปทรง และค่าความแข็งที่ต่างกัน โดยใช้วิธี

4.2.1 การใช้กล้องขยาย 10 เท่า และ 8 เท่า ที่มีสเกลมิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวัดความกว้างของเส้นบนงานพิมพ์

4.2.2 การใช้เครื่อง Digital Microscope ถ่ายภาพงานพิมพ์ เพื่อเปรียบเทียบภาพพิมพ์เม็ดสกรีน

4.2.3 การใช้เครื่องวัด Transmission Densitometer วัดค่าความเข้มของสีบนชิ้นงานพิมพ์

4.2.4 การใช้เครื่อง PlateScope™ วัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีนบนชิ้นงานพิมพ์ (พงษ์ธร แซ่ฮุย, 2550)

4.3 การวิเคราะห์ผลการวิจัย งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ผลการวิจัยดังนี้

4.3.1 วิเคราะห์คุณภาพและความคมชัดของเส้นตรง สังเกตและพิจารณาความแตกต่างของลายเส้นโดยการใช้กล้องขยาย 8 เท่าดูความสามารถในการพิมพ์ลายเส้นที่เล็กที่สุด วัดสเกลความกว้างของแต่ละเส้นเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความบวม

4.3.2 วิเคราะห์คุณภาพและความคมชัดของตัวอักษรสังเกตและพิจารณาความแตกต่างของตัวอักษรดูความสามารถพิมพ์ตัวอักษรที่เล็กที่สุดและภาพพิมพ์สมบูรณ์ที่สุดที่ลูกยางแพดรูปทรงและความแข็งเท่าไร

4.3.3 วิเคราะห์คุณภาพและความคมชัดของเส้นโค้ง สังเกตและพิจารณาความแตกต่างของเส้นโค้งโดยการใช้กล้องขยาย 8 เท่าดูความสามารถในการพิมพ์เส้นโค้งที่เล็กที่สุด วัดสเกลความกว้างของเส้นเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความบวม

4.3.4 วิเคราะห์คุณภาพและความคมชัดของเม็ดสกรีนสังเกตและพิจารณาลักษณะของเม็ดสกรีนว่ามีความบวมของเม็ดสกรีนหรือไม่ โดยใช้เครื่อง Digital Microscope ในการดูภาพขยาย 500 เท่า และใช้เครื่อง PlateScope™ วัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีนที่ได้และคำนวณหาค่าเฉลี่ย

4.3.5 วิเคราะห์คุณภาพและความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่บึง สังเกตและพิจารณาความแตกต่างของภาพพิมพ์พื้นที่บึง โดยใช้เครื่องวัด Transmission Densitometer วัดค่าความดำจากภาพพิมพ์พื้นที่บึง 5 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย (วิพุธ จันโหมศึก และคณะ, 2544)

## 5. ผลการวิจัย

### 5.1 ผลการหาคุณภาพและความคมชัดของเส้นตรง

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพและความคมชัดของเส้นตรง

Shape	เปอร์เซ็นต์ความบวมของเส้นตรง		
	5-9	10-14	15-19
	Shore A	Shore A	Shore A
Round on PC	6.2	2.6	2.4
Round on PET	3.8	2.2	2.2
Bullet on PC	6.4	4.6	2.2
Bullet on PET	3.8	3.0	1.2
Cone on PC	3.8	3.2	2.0
Cone on PET	4.0	0.8	0

จากตารางที่ 2 พบว่า ลูกยางแปดรูปทรง Cone Shape ที่มีความแข็ง 15 – 19 Shore A มีเปอร์เซ็นต์การบวมของเส้นน้อยที่สุด และมีความคมชัดของเส้นตรงที่ดีที่สุด

### 5.2 ผลการหาคุณภาพและความคมชัดของเส้นโค้ง

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพและความคมชัดของเส้นโค้ง

Shape	เปอร์เซ็นต์ความบวมของเส้นตรง		
	5-9	10-14	15-19
	Shore A	Shore A	Shore A
Round on PC	5.8	2.8	2.6
Round on PET	4.6	3.2	2.2
Bullet on PC	5.0	3.8	1.8
Bullet on PET	4.2	2.6	1.6
Cone on PC	3.4	2.8	1.2
Cone on PET	3.2	1.4	0.2

จากตารางที่ 3 พบว่า ลูกยางแปดรูปทรง Cone Shape ที่มีความแข็ง 15 - 19 Shore A มีเปอร์เซ็นต์การบวมของเส้นน้อยที่สุด และมีความคมชัดของเส้นโค้งที่ดีที่สุด

### 5.3 ผลการหาคุณภาพและความคมชัดของเม็ดสกรีน

ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพและความคมชัดของเม็ดสกรีน

Shape	เปอร์เซ็นต์ความบวมของเส้นตรง		
	5-9	10-14	15-19
	Shore A	Shore A	Shore A
Round on PC	11.75	5.75	3.75
Round on PET	11	5	4.5
Bullet on PC	2.75	1.75	-0.25
Bullet on PET	3.25	-0.25	-0.50
Cone on PC	1	-0.25	-0.25
Cone on PET	0	-1	-3

จากตารางที่ 4 พบว่า ลูกยางแปดรูปทรง Cone Shape ที่มีความแข็ง 5-9 Shore A มีเปอร์เซ็นต์การบวมตัวเม็ดสกรีนเฉลี่ย 5 ตำแหน่งน้อยที่สุด (อชียา ศรีปรุ, 2551)

### 5.4 คุณภาพและความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่บ

ตารางที่ 5 แสดงคุณภาพและความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่บ

Shape	เปอร์เซ็นต์ความบวมของเส้นตรง		
	5-9	10-14	15-19
	Shore A	Shore A	Shore A
Round on PC	0.44	0.45	0.48
Round on PET	0.36	0.40	0.42
Bullet on PC	0.47	0.50	0.50
Bullet on PET	0.41	0.43	0.45
Cone on PC	0.50	0.49	0.48
Cone on PET	0.44	0.42	0.42

จากตารางที่ 5 พบว่า ยางแพดรูปทรง Cone Shape ที่ความแข็ง 5 - 9 Shore A และลูกยางแพดรูปทรง Bullet Shape ที่ความแข็ง 10-14 และ 15 - 19 Shore A มีเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของค่าความดำที่ดีที่สุด

#### 5.5 คุณภาพและความคมชัดของตัวอักษร

การพิมพ์ลงบนพลาสติก PC รูปทรง Cone Shape ที่ความแข็ง 15 - 19 Shore A มีความคมชัดของตัวอักษรที่ดีที่สุด เพราะลูกยางแพดรูปทรง Cone Shape มียอดแหลมสูง ทำให้ผิวหน้าของยางแพดเมื่อกดพิมพ์ลงไปจะไล่ฟองอากาศระหว่างลูกยางและวัสดุพิมพ์ได้ดี



ภาพที่ 4 แสดงงานพิมพ์ลงบนพลาสติก PC

การพิมพ์ลงบนพลาสติก PET รูปทรง Cone Shape ที่ความแข็ง 15 -19 Shore A มีความคมชัดของตัวอักษรที่ดีที่สุด เพราะรูปทรง Cone Shape สามารถให้ผลทางคุณภาพและความคมชัดของตัวอักษรที่ดีและมีความเหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 5 แสดงงานพิมพ์ลงบนพลาสติก PET

#### 6. สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์รูปทรงของลูกยางแพดที่ให้คุณภาพของงานพิมพ์แพดลงบนพลาสติก PET และ PC ที่เหมาะสมที่สุด คือรูปทรง Cone Shape ที่มีลักษณะของยอดลูกยางแพดที่แหลมสูง ทำให้ได้คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเส้นตรง คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของตัวอักษร คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเส้นโค้ง คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเม็ดสกรีนและคุณภาพการพิมพ์ในด้านความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่ที่ดีที่สุด สามารถเก็บรายละเอียดและพิมพ์เส้นตรง เส้นโค้ง และตัวอักษรขนาดเล็กที่สุดได้ และเกิดฟองอากาศบนบริเวณภาพพิมพ์น้อยที่สุด เพราะลูกยางแพดที่รูปทรงหน้าตัดมียอดแหลมที่สูง จะช่วยไล่ฟองอากาศตรงช่องว่างระหว่างลูกยางและแม่พิมพ์ในตอนกดพิมพ์ได้ดี รองลงมา คือ ลูกยางแพดรูปทรง Bullet Shape ที่มีลักษณะของยอดเนินที่สูงและมนทำให้ได้คุณภาพใกล้เคียงกับรูปทรง Cone Shape ส่วนความแข็งลูกยางแพดที่ให้คุณภาพการพิมพ์แพดที่ 15 - 19 Shore A ส่งผลให้ได้คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเส้นตรง คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของตัวอักษร คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเส้นโค้ง คุณภาพการพิมพ์ในด้านความคมชัดของเม็ดสกรีนและคุณภาพการพิมพ์ในด้าน

ความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่ที่ดีที่สุด ส่วนค่าความแข็งที่รองลงมา คือ ค่าความแข็งที่ 10 – 14 Shore A จะให้ผลคุณภาพทางการพิมพ์ที่ค่อนข้างดีในด้านความคมชัดของเม็ดสกรีนและคุณภาพการพิมพ์ในด้านความเรียบของภาพพิมพ์พื้นที่

## 7. อภิปรายผลการวิจัย

การพิมพ์แพด เมื่อลูกยางแพดทำการกดพิมพ์ยอดลูกยางแพดจะสัมผัสที่จุดกลางของแม่พิมพ์และค่อย ๆ เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้กว้างออกไป เมื่อลูกยางแพดกดลงมาจะค่อย ๆ ป้อนออกทำให้ผิวหน้าของลูกยางแพดสัมผัสแม่พิมพ์ได้กว้างออกไปจนครอบคลุมส่วนภาพบนแม่พิมพ์ ทำให้สามารถดึงหมึกพิมพ์ที่อยู่ในร่องภาพขึ้นมาที่ผิวแพดทั้งหมดอย่างครบถ้วน และลักษณะของการกดให้ลูกยางแพดค่อย ๆ ป้อนออกทางด้านข้างโดยรอบนี้เรียกว่า โรลลิงโมชัน (Rolling Motion) การกดแบบโรลลิงโมชันนี้ จะช่วยบีบอัดไล่อากาศที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างผิวยางกับแม่พิมพ์แพดออกไป ทำให้แนบกันสนิทและถ่ายทอดภาพได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าลูกยางแพดไม่มีโรลลิงโมชันอาจมีช่องอากาศเกิดขึ้นระหว่างลูกยางแพดกับแม่พิมพ์หรือวัสดุพิมพ์ได้ ก่อให้เกิดปัญหาภาพพิมพ์บิดเบี้ยว ไม่คมชัดหรือฟองอากาศได้ ส่วนค่าความแข็งของลูกยางแพดนั้น ลูกยางแพดที่มีค่าความแข็งมากจะมีความสามารถในการรับและถ่ายโอนหมึกพิมพ์ได้ดีกว่าและให้คุณภาพทางการพิมพ์ที่ดีกว่าลูกยางแพดที่มีค่าความแข็งน้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามลูกยางแพดที่มีค่าความแข็งมาก ๆ อาจไม่เหมาะสมที่จะใช้งานในการพิมพ์ลงบนวัสดุบางประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิมพ์บนวัสดุที่มีความแตกง่าย อย่างเช่น พลาสติกบางประเภท และแก้ว ส่วนในขั้นตอนการผสม - ขึ้นรูปลูกยางแพด และขั้นตอนในการพิมพ์แพดเพื่อทดลองพบว่า การควบคุมสภาพแวดล้อมในห้องพิมพ์ให้มีอุณหภูมิประมาณ 22 – 25 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ประมาณ 50 – 60 % เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการพิมพ์แพดมากที่สุด (สุณี ภูสีม่วง, 2542)

## 8. ข้อเสนอแนะ

การเลือกใช้ลูกยางแพดให้เหมาะสมกับงานพิมพ์

ต้องเลือกให้มีขนาดเหมาะสมและใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ภาพทั้งหมด ส่วนใหญ่พลาสติกจะไม่นิยมพิมพ์ภาพพิมพ์พื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ เพราะพลาสติกเป็นวัสดุใช้พิมพ์ที่ไม่ดูดซับหมึก การแก้ไขคือการใส่พื้นที่เม็ดสกรีนลงไป ในภาพพิมพ์พื้นที่ เพื่อให้หมึกพิมพ์ไม่เยิ้มและได้ความเรียบของภาพพิมพ์ที่ดีกว่า

## 9. เอกสารอ้างอิง

- พงษ์ธร แซ่ฮุย และชาคริต สิริสิงห. (2550). ยางกระบวนการผลิต และการทดสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะแห่งชาติ.
- วิพุธ จันใจมณี และคณะ. (2553). การจัดการทางการผลิตและการควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุณี ภูสีม่วง. (2542). กระบวนการพิมพ์พื้นลิทอกราฟีพิมพ์พื้นฉลุสายผ้าและการพิมพ์ไร่แรงกด. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุภาวดี อธิธรรมมาร และคณะ. (2555). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- อชิยา ศรีปฐ. (2551). การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพงานพิมพ์ที่มีรูปแบบเม็ดสกรีนแตกต่างกันในการพิมพ์สกรีนรูปบล็อกร้อนบนผ้าฝ้าย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.