การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ผลของอุณหภูมิและความดันที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของใบตองขึ้นรูป

Effect of Temperature and Pressure on Mechanical Properties of Banana Leaf Forming

มนตรี สอนสืบ, พฤทธ์ สกุลช่างสัจจะทัย และ ประดิษฐ์ เทอดทูล
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทร 0-5394-4146 ต่อ 911 โทรสาร: 0-5322-6014 E-mail:montree_298@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของใบตองขึ้นรูป โดยได้ทำการขึ้นรูปใบตองให้มีรูปทรงที่คล้ายกับถ้วยปลูกโพลีสไตรีน ที่ใช้ในการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร(Hydroponics) ถ้วยใบตองที่ทำการขึ้นรูปประกอบด้วยใบตองสองใบ นำส่วนท้องใบที่มีสีขาวของใบตองมาซ้อนทับกัน และให้เส้นใยใบตองทั้งสองใบตั้งฉากกัน เพื่อให้ถ้วยปลูกสามารถรับแรงได้ทุกทิศทาง ทดสอบหาค่าอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมในการประสานของใบตองทั้งสองก่อนทำการขึ้นรูปกับแม่พิมพ์จริง จากการทดสอบพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการประสานใบตอง อยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 80-90 องศาเซลเซียส และ แรงกดทับอยู่ในช่วง 1.5-2.0 กิโลกรัม จากนั้นนำผลของอุณหภูมิและความดันดังกล่าว ไปใช้ในการขึ้นรูปใบตองโดยใช้แม่พิมพ์ต่อไป และเมื่อได้ถ้วยปลูกที่ขึ้นรูปใบตองด้วยแม่พิมพ์แล้ว ทำการทดสอบตามเงื่อนไขใช้งาน คือ แช่ในสารละลายธาตุอาหาร 1/3 ของความสูงของถ้วย(ถ้วยสูง 4 เซนติเมตร) ตลอด 45 วัน ตามอายุเฉลี่ยของการเก็บเกี่ยวของพืชที่ปลูกด้วยวิธีแบบสารละลายธาตุอาหารนี้ ใบตองที่ได้รับความร้อนจะผลิตสารที่สามารถใช้เป็นตัวประสานด้วยตัวมันเองแต่ไม่สามารถคงรูปได้นาน 45 วัน ตามเงื่อนไขการใช้งาน หากใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ระหว่างใบตองทั้งสอง จะทำให้ถ้วยขึ้นรูปสามารถคงอยู่ได้ 45 วัน แต่ถ้วยปลูกที่ขึ้นรูปทั้ง 2 วิธี จะเกิดราขึ้นภายหลังใช้งาน 4 วัน และ 6 วัน ตามลำดับ ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการนำถ้วยขึ้นรูปไปจุ่มสารละลายป้องกันเชื้อรา (คาร์เบนดาซิม) ซึ่งทำให้ถ้วยปลูกสามารถคงรูปและไม่เกิดราตลอดอายุการใช้งาน 45 วัน

คำสำคัญ: ใบตอง(ใบกล้วย) [1,5], การขึ้นรูป และการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน [3]

Abtract

The effect of temperature and pressure on mechanical properties of banana leaf forming was studied. The mould was designed in order to form banana leaf cup as the same shape of polystylene cup for hydroponics. The banana leaf forming was composed of two pieces of banana leaves. Lower side of banana leaf (white color) was pressed together and turned the direction of banana leaf vein into 90° with each other in order to make the strength of a cup (height of 4 cm.) to any direction force. Optimum temperature and pressure were tested for banana leaf in forming of the banana leaf cup. It was found that the optimum temperature to form the banana leaf was in the range of 80-90°C and pressed force was in the range of 1.5-2.0 kg. After this , banana leaf was formed using the mould. The durability of leaf was tested by soaking the cup in to the nutrient solution at 1/3 of cup height (The cup height is 4 cm) for 45 days which is the plating period. It was also found that the heated banana leaf produced some substants which can attaché leaves together. But the durability was lower than 45 days. The result also showed that using organic glue or latex glue as binder between two banana leaves could extend the durability of leaf cup for 45 days. But these two methods of banana leaf cup forming were infected by fungi after use for 4 days and 6 days, respectively. It could be prevented by soaking it into the fungicide, “Carbendasym”, which could protect banana leaf cup and fungi infection for 45 days.

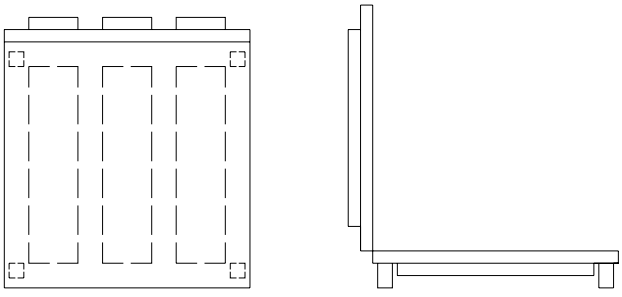
1. บทนำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือที่นิยม เรียกกันว่า การปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ (การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร) เป็นการปลูกพืชที่เลียนแบบการปลูกพืชแบบใช้ดินแต่ไม่นำดินมาเป็นวัสดุปลูก หลักการปลูกพืชแบบนี้ คือ การใช้สารละลายที่มีสารอาหารต่างๆที่พืชต้องการเพื่อเป็นการชดเชยสารอาหารที่มีอยู่ในดินและหาวัสดุที่ใช้ยึด หรือประคองต้นพืช ซึ่งเรียกว่า ถ้วยปลูก ที่ทำจากพลาสติกโพลิสไตรีน การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นิยมปลูกในประเทศที่มีพื้นที่การเกษตรน้อย เช่น

ญี่ปุ่น โดยมีการปลูกพืชตามดาดฟ้าบ้านเรือน หรือตามระเบียงบ้าน ซึ่งสถานที่ดังกล่าวจะมีพื้นที่จำกัดเพียงไม่กี่ตารางเมตร การปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์นี้ จึงมีความสำคัญต่อการปลูกพืชในพื้นที่เล็กๆ และพืชที่ปลูกด้วยวิธีนี้เป็นที่ต้องการของตลาดมาก เนื่องจากเป็นพืชที่สะอาด ปลอดภัย และปลอดยาฆ่าแมลง ทำให้เป็นที่นิยมในการบริโภค แต่เกิดปัญหาของขยะพลาสติกประเภทโพลีสไตรีน(Polystyrene) ตามมา ปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นเกิดเนื่องมาจากการที่ปลูกพืชวิธีนี้ จะใช้ถ้วยพลาสติก(Polystyrene) เป็นภาชนะในการปลูกพืช แล้วเมื่อครบกำหนดอายุพร้อมที่จะจำหน่าย ก็จะทำการจำหน่ายทั้งพืชและถ้วยปลูกโดยที่ไม่ได้มีการนำภาชนะที่ใช้ปลูก(Polystyrene) ออกก่อน เมื่อมาถึงมือผู้บริโภค ผู้บริโภคก็จะนำเอาเพียงแต่พืชผักที่ต้องการไปบริโภค ส่วนที่เป็นภาชนะที่ใช้ปลูกก็จะกลายเป็นขยะไปในที่สุด ซึ่งทำให้กลายเป็นปัญหาต่อสภาพแวดล้อม จึงเกิดแนวความคิดที่จะผลิตภาชนะที่จะใช้แทนถ้วยปลูกโพลีสไตรีน(Polystyrene) ที่มีอยู่เดิม โดยใช้วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ แล้วไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งในที่นี้ได้ใช้ใบกล้วย หรือ ใบตอง เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่าย และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาหาแนวทางการขึ้นรูปใบตอง เพื่อใช้แทนถ้วยปลูกโพลีสไตรีนโดยเน้นศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันที่มีต่อคุณสมบัติของใบตองขึ้นรูป และศึกษาหาแนวทางในการทำให้ถ้วยนี้สามารถใช้งานได้ตามลักษณะของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(Hydroponics)

2. ชุดทดลอง และขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการขึ้นรูปถ้วยใบตอง โดยใช้ใบตองสองใบติดกัน ทำการพิจารณาอุณหภูมิ เวลา และแรงดัน(แรงกด) ที่เหมาะสมที่ทำให้ใบตองติดกันดีที่สุด ซึ่งในบทความนี้จะแบ่งขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้ **ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาช่วงของอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองสองใบติดกัน โดยพิจารณาอุณหภูมิตั้งแต่ 50-110°C โดยพิจารณาที่ช่วงอุณหภูมิช่วงละ 10 องศาเซลเซียส ใช้ฮีตเตอร์ในการให้ความร้อน และมีตัวควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมช่วงอุณหภูมิให้คงที่ ในขั้นตอนที่ 1 นี้จะใช้ชุดทดลองดังรูปที่ 1



ก ข

รูปที่ 1 ก แสดงภาพด้านบนของชุดทดลอง
ข แสดงภาพด้านข้างของชุดทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 นำใบตองที่ติดกันในขั้นตอนที่ 1 ไปทดสอบหาสมบัติเชิงกล และค่าร้อยละอัตราการดูดซับ ในการทดสอบหาสมบัติเชิงกล [2] จะใช้เครื่อง INSTRON 5566 ในการหาคุณสมบัติเชิงกลนั้น สมบัติเชิงกลที่หา ได้แก่ แรงดึงสูงสุด[7], strength และ elongation

รูปที่ 2 เครื่อง INSTRON 5566

ขั้นตอนที่ 3 นำผลของอุณหภูมิ และเวลาในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการขึ้นรูป[4,6]ใบตองโดยใช้แม่พิมพ์ แม่พิมพ์ที่ใช้นี้ทำการบรรจุน้ำเข้าไปไว้ด้านใน แล้วทำการติดฮีตเตอร์ไว้ด้านข้างชุดทดลองเพื่อใช้ในการให้ความร้อน ใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิในการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ และพิจารณาน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการกดทับ ว่าควรใช้เท่าไร จึงจะเหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปถ้วยใบตองโดยใช้แม่พิมพ์นี้ เมื่อได้ถ้วยปลูกที่ขึ้นรูปใบตองด้วยแม่พิมพ์แล้ว ทำการทดสอบตามเงื่อนไขใช้งานนั้น คือ แช่ในสารละลายธาตุอาหาร 1/3 ของความสูงของถ้วย (ถ้วยสูง 4 เซนติเมตร) ตลอด 45 วัน ตามอายุเฉลี่ยของการเก็บเกี่ยวของพืชที่ปลูกด้วยวิธีแบบสารละลายธาตุอาหารนี้ และทำการตรวจสอบดูว่าบ่าที่ทำขึ้นนั้นสามารถรับน้ำหนักทดสอบ(25 กรัม) ที่มีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักพืชที่ใช้ปลูกจริง ชุดทดลองที่ใช้ในการขึ้นรูปใบตองนี้ แสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 ชุดทดลอง(แม่พิมพ์) ที่ใช้ในการขึ้นรูป

3. ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 ช่วงอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองติดกัน

จากการทดลองหาช่วงอุณหภูมิ ที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองติดกัน โดยใช้ชุดทดลองดังรูปที่ 1 เป็นเวลา 10 นาที ได้ผลดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงช่วงอุณหภูมิที่ทำการทดสอบการติดกันของใบตองและลักษณะของใบตองหลังการให้ความร้อน

ช่วงอุณหภูมิ°C	ลักษณะของใบตอง
50-60	ใบตองไม่ติดกัน ลอกออกได้ง่ายเมื่อออกแรงเพียงเล็กน้อย
60-70	ใบตองไม่ติดกัน ลอกออกได้ง่ายเมื่อออกแรงเพียงเล็กน้อย
70-80	ใบตองติดกันไม่ทั้งใบ ลอกออกได้ง่ายเมื่อออกแรงดึง
80-90	ใบตองติดสนิททั้งใบ ลอกออกได้ยาก
90-100	ใบตองติดกันแต่แห้งกรอบ
100-110	ใบตองไม่ติดกัน แห้งกรอบ

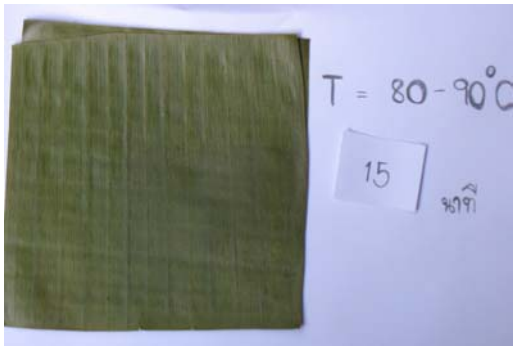
จากตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองติดกันดีที่สุด คือ ช่วงอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ลักษณะของใบตองนั้น ติดกันดีทั้งใบ และเมื่อออกแรงดึง ใบตองจะลอกออกจากกันได้ยาก ดังรูปที่ 4 จากนั้นเมื่อได้อุณหภูมิที่ทำให้ใบตองติดกันแล้ว ทำการพิจารณาเวลาว่าที่ระยะเวลาเท่าใด จึงจะเหมาะสมที่สุด ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

รูปที่ 4 แสดงลักษณะของใบตองที่ช่วงอุณหภูมิ 80- 90°C

ระยะเวลา(นาที) ที่อุณหภูมิ 80-90 °C	ลักษณะของใบตอง
5 นาที	ใบตองติดกันดี แต่สดเกินไปง่ายต่อการเสียรูป
10 นาที	ใบตองตืดกันดี แต่บริเวณขอบไม่ติดกัน
15 นาที	ใบตองติดกันสนิททั้งแผ่น
20 นาที	ใบตองติดกันดี บริเวณขอบแห้งกรอบเกินไป
25 นาที	ใบตองติดกันดี บริเวณขอบแห้งกรอบมาก

ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลา ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-90 °C ที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองติดกัน

จากตารางที่ 2 ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-90° C ในการทำให้ใบตองติดกันดีที่สุด คือ ที่ระยะเวลา 15 นาที ลักษณะของใบตองนั้น ติดกันสนิททั้งแผ่น ดังรูปที่ 5 ดังนั้นช่วงอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ใบตองสองใบติดกัน คือ ช่วงอุณหภูมิ 80-90°C ที่เวลา 15 นาที



รูปที่ 5 แสดงใบตองที่ช่วงอุณหภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 15 นาที

3.2 สมบัติเชิงกล และร้อยละอัตราดูดซับของใบตอง

ในการทดสอบสมบัติเชิงกลของใบตองที่ติดกันในเงื่อนไขดังกล่าวโดยใช้เครื่อง INSTRON 5566 ได้ผลดังตารางที่ 2

ชุดที่	แรงดึงสูงสุด (N)	strength (Mpa)	elongation (mm.)
ไม่ได้ทำการรีดใบเดียว	13.454	1.362	3.711
ทำการรีดเพียงใบเดียว	14.319	1.653	2.934
ไม่ได้ทำการรีดเพียงแต่ซ้อนทับกัน 2 ชั้น	19.979	3.111	3.074
ทำการรีดติดกัน 2 ใบ	27.624	5.594	3.314

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติเชิงกลของใบตองที่สภาวะต่าง ๆ

จากตารางที่ 2 ใบตองที่ทำการรีดติดกัน 2 ใบ จะมีคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะต่าง ๆดังตารางที่ 2 ดังนี้ ใบตองรีดติดกัน 2 ใบ มีแรงดึงสูงสุด 27.624 N, strength 5.594 Mpa และ elongation 3.314 mm. และจากการทดสอบหาค่าร้อยละอัตราการดูดซับ ได้ค่าร้อยละอัตราการดูดซับ คือ 28.65%

3.3 ผลของการนำถ้วยใบตองขึ้นรูปแช่ในสารละลายธาตุอาหารตลอด 45 วัน ตามอายุเฉลี่ยของการเก็บเกี่ยวของพืชที่ปลูกด้วยวิธีแบบสารละลายธาตุอาหารนี้

ขึ้นรูปถ้วยใบตองด้วยแม่พิมพ์ตามรูปที่ 3 ด้วยเงื่อนไข ช่วงอุณหภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้แรงกดทับ 1.5-2.0 กิโลกรัม ได้ถ้วยใบตองตามรูปที่ 6 และนำถ้วยใบตองดังกล่าว แช่ลงในสารละลายธาตุอาหารตามรูปที่ 7 ตามลำดับ ดังนี้

รูปที่ 6 แสดงถ้วยใบตองขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้แรงกดทับ 1.5-2.0 กิโลกรัม

รูปที่ 7 แสดงถ้วยใบตองขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ที่ช่วงอุณหภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้แรงกดทับ 1.5-2.0 กิโลกรัม และแช่น้ำยาสารละลาย

จากที่ทำการทดลองถ้วยใบตองที่ทำการขึ้นรูป ถ้วยใบตองที่มีบ่า และแขวนไว้ โดยมีน้ำหนักทดสอบ (25 กรัม) ดังรูปที่ 6 สามารถคงรูปร่างเป็นถ้วย โดยไม่เกิดรา ตลอดอายุการใช้งาน 45 วัน และจากการทดลองขึ้นรูปใบตอง และแช่น้ำยาสารละลาย 1/3 ของความสูงของถ้วย(ถ้วยสูง 4 เซนติเมตร) ตลอด 45 วัน ตามอายุเฉลี่ยของการเก็บเกี่ยวของพืชที่ปลูกด้วยวิธีแบบสารละลายธาตุอาหารนี้ ผลที่ได้ตามเงื่อนไข คือ ขึ้นรูปใบตองสด โดยใช้ตัวประสานกาวแป้งเปียก ที่ช่วงอุณภูมิ 80-90° C เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้แรงกดทับ 1.5-2.0 กิโลกรัม เคลือบยากันราชนิดคาร์เบนดาซิม (carbendazim) และแช่สารละลายธาตุอาหาร ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 แสดงถ้วยใบตองสด โดยใช้ตัวประสานกาวแป้งเปียก ที่ช่วงอุณภูมิ 80-90°C เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้แรงกดทับ 1.5-2.0 กิโลกรัม เคลือบยากันราชนิดคาร์เบนดาซิม (carbendazim) และแช่สารละลายธาตุอาหาร

4. ผลและสรุปผล

ในการทดลองนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของใบตองขึ้นรูป สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ในการทำให้ใบตองสองใบติดกัน ต้องใช้อุณหภูมิระหว่าง 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
- ใบตองที่ติดกันนำไปหาค่าสมบัติเชิงกล ได้แก่ แรงดึงสูงสุด 27.62 N, Ultimate strength 134.35 Pa และ Elongation 3.31 mm ร้อยละอัตราการดูดซับใบตองหลังการทำให้ติดกันอยู่ที่ 28.65 % ขึ้นรูปใบตองที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที น้ำหนักที่ใช้กดอยู่ที่ 2.0-2.5 กิโลกรัมรวมน้ำหนักน้ำที่อยู่ในชุดทดลองแล้ว เพราะว่าถ้าใช้น้ำหนักมากกว่านี้ จะทำให้ชุดทดลองที่เป็นถ้วยทั้งตัวเบ้าและตัวสวมเกิดการเบียดกันมากเกินไป ทำให้ใบตองนั้นและและไม่สามารถขึ้นรูปเป็นถ้วยได้
- ในการขึ้นรูปใบตองที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่แรงกด 1.5-2.0 kg และใช้ตัวประสานในการขึ้นรูปใบตอง คือ กาวแป้งเปียก เมื่อขึ้นรูปเสร็จแล้วให้ทำการเคลือบยากันราชนิด คาร์เบนดาซิม (carbendazim) แล้วนำถ้วยใบตองดังกล่าวไปแช่สารละลาย ผลปรากฏว่า ถ้วยใบตองสามารถคงรูป และไม่เกิดราตลอดอายุการใช้งาน 45 วัน และบ่าที่ทำขึ้นเพื่อรับน้ำหนักดินน้ำมันที่มีน้ำหนักเท่ากับพืชที่ใช้ปลูกจริง(25 กรัม) สามารถรับน้ำหนักอยู่ได้ตลอดอายุการใช้งาน 45 วัน เช่นเดียวกัน

References

1. "กล้วย."2549 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มาhttp://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowlage/ARTICLE/ArtileF.htm, (20 ธันวาคม 2549)

2. จินตมัย สุวรรณประทีป. การทดสอบสมบัติทางกลของพลาสติก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547

3. ถวิล สุขวงษ์. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค, 2546.

4. นที ศรีสวัสดิ์. การศึกษาผลของการทำให้คงรูปด้วยความร้อนต่อสมบัติของเส้นใยพอลิไตรเมทิวลีนทาแลบทา เลท.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี

วัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.2546

5 . “ใบกล้วย.” 2 550 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.kamphangphet.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=29900,(19 มกราคม 2550)

6. วันชัย ชัยชมชื่น. งานขึ้นรูปแปรรูปโลหะ. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ, 2525

7. Bayraktar, E., Isac, N., and Anold , G., An experimental Study on the forming parameters of deep-drawable steel sheets in automotive industry.SUPMECA-LISMMA/ARIS. School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Saint Ouen, France., 2005, Volume 162-163, Page 471-476.