



คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

เรื่อง

ศึกษาการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม
Study on foundation mould invention

โดย

นายสุภาพ วัฒนกุลวิวัฒน์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วท.บ. (พัฒนาการเกษตร)

เมื่อวันที่ 21 เดือน ๗ : ๑ : พ.ศ. ๒๕๓๖ ..

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ..... *[Signature]* 7.10.36
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แสนนิต หงษ์ทรงเกียรติ)

กรรมการปัญหาพิเศษ *[Signature]* 8.11.36
(อาจารย์ เอก บัญย)

กรรมการปัญหาพิเศษ *[Signature]* 7-7-36.
(อาจารย์ ดร. สุพาส เศรษฐบุตร)

หัวหน้าภาควิชา *[Signature]* 13.11.36
(อาจารย์ สอนง นิลเพ็ชร)

Two empty rectangular boxes at the bottom of the page, likely for stamps or additional signatures.

14244



เรื่อง

ศึกษาการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม
Study on foundation mould invention

โดย



T096395

นายสุภาพ วัฒนกุลวิวัฒน์

ปพ.
๙๘๓๙๓
๙๕๓๖

เลข

เลขหมู่

๙๖๓๙๕

3 JUN 2000

ภาควิชาเทคนิคเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)

พ.ศ. ๒๕๓๖



ชื่อเรื่อง : ศึกษาการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม

โดย : นายสุภาน วัฒนกุลวิวัฒน์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)

สาขาวิชาเอก : พัฒนาการเกษตร

ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ : *ศาสตราจารย์ ดร. กนกนที ศรี...* ๗.๗.๖๖

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แสนนัต หงษ์ทรงเกียรติ)

เนื่องจากอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งมีการขยายตัวมาก ทำให้มีเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งเพิ่มขึ้นมากตามไปด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ก็เป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งรายย่อย ส่งผลให้มีความต้องการในการใช้วัสดุในการเลี้ยงผึ้งมากขึ้น โดยเฉพาะแผ่นรังเทียมก็เป็นวัสดุตัวหนึ่ง ซึ่งมีการใช้เป็นจำนวนมากในการเลี้ยงผึ้ง เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศหรือผู้ผลิตรายใหญ่ ทำให้ราคาแผ่นรังเทียมสูงและบางครั้งอาจมีคุณภาพไม่ดีพอ จึงมีแนวความคิดในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด (Flat Plate Foundation) ขึ้นใช้เอง สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งรายย่อย โดยใช้วัสดุที่มีความทนทานแข็งแรง อย่างเช่น ไฟเบอร์กลาส และเรซิน ซึ่งเครื่องทำแผ่นรังเทียมนี้สามารถทำได้ทีละ 1 แผ่น แต่ก็สามารถช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงผึ้งของเกษตรกรได้ นอกจากนั้น เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งยังสามารถนำเอาแผ่นรังเทียมที่ใช้แล้ว นำกลับมาหลอมทำแผ่นรังเทียมใหม่ได้ และยังได้แผ่นรังเทียมที่มีคุณภาพด้วย

ในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัดเครื่องนี้ มีข้อปรับปรุงสำหรับการทำครั้งต่อไป เช่น ให้ตัวแม่พิมพ์ตัวล่างต่ำกว่าขอบร่องของตัวฐาน เพื่อลดขั้นตอนในการเทน้ำสบู แล้วต้องมาใช้มือหรือแปรงไล่แผ่นแม่พิมพ์อีกครั้งหนึ่ง และตัวแผ่นแม่พิมพ์ทั้งสองด้านควรทำการขุดร่องรูปหกเหลี่ยมด้วยเหล็กแหลมอีกครั้งหนึ่ง เพราะเมื่อทำการพิมพ์เป็นแผ่นรังเทียมแล้วร่องนูนรูปหกเหลี่ยมที่ได้จากแผ่นรังเทียมจะชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นต้น

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับความกรุณาจาก ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ แสนนัต หงษ์ทรงเกียรติ เป็นอย่างมาก ทั้งในด้านแนวความคิด คำปรึกษา และ ทุนทรนัย ในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม ซึ่งท่านได้ช่วยเหลือตลอดเวลาในการประดิษฐ์ แก่ข้าพเจ้า รวมทั้งอาจารย์เอนก บุญยีน และอาจารย์ดร.สรพล เศรษฐ์บุตร ซึ่งคอยให้กำลังใจในการทำงานครั้งนี้ จนทำให้การประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ

สุดท้ายนี้ ขอแสดงความดีของปัญหาพิเศษในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม ขอมอบให้แก่ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดข้าพเจ้า สำหรับข้อบกพร่องในการประดิษฐ์ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ และขอขอบใจเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าในการทำปัญหาพิเศษด้วยดีตลอดมา

สุภาพ วัฒนกุลวิวัฒน์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(2)
บทที่ 1 บทนำ	1
- ความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
- ขอบเขตของการศึกษา	2
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
- นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 วิจัยอุปกรณ์และวิธีการประดิษฐ์	6
- วัสดุ	6
- อุปกรณ์	6
- วิธีการประดิษฐ์	6
- งบประมาณ	9
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	10
- ผลการทดลอง	10
- วิจารณ์	10
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	10
- สรุป	12
- ข้อเสนอแนะ	12
เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก	14

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1. แสดงผลการทดลองเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด

10

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด (ตัวฐาน)	15
2. แสดงเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด (ฝาปิด)	16
ขั้นตอนการทำแผ่นรังเทียม	
3. ขั้นตอนที่ 1	17
4. ขั้นตอนที่ 2	18
5. ขั้นตอนที่ 3	19
6. ขั้นตอนที่ 4	20
7. ขั้นตอนที่ 5	21
8. ขั้นตอนที่ 6	22
9. ขั้นตอนที่ 7	23
10. ขั้นตอนที่ 8	24

ความสำคัญของปัญหา

อาชีพการเลี้ยงผึ้ง เป็นอาชีพเกษตรกรรมอาชีพหนึ่ง ซึ่งเกษตรกรเริ่มให้ความสนใจกันมากขึ้น เนื่องจากผู้ประกอบการอาชีพนี้ไม่จำเป็นต้องยึดครองพื้นที่ทางการเกษตร หรือมีพื้นที่เป็นของตนเอง มีวิธีการที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือผลเสียต่อธรรมชาติ และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่สูญเปล่า ซึ่งไม่เคยถูกเก็บเกี่ยวมาก่อน คือ น้ำหวาน และเกสร จากพรรณไม้ต่าง ๆ ในประเทศ ไม่ว่าจะป็นไม้ปลูกหรือไม้ป่าให้เป็นประโยชน์ นอกจากนั้น ผลพลอยได้ที่เกิดจากการพัฒนาอุตสาหกรรมเลี้ยงผึ้ง อาจจะมีประเมิณได้เป็นมูลค่าสูงกว่าน้ำผึ้ง และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากรังผึ้งเสียอีก โดยที่วงการเกษตรกรรมจะได้รับบริการจากอาชีพนี้ เพราะว่าผึ้งเป็นตัวการผสมเกสรให้พืชบางชนิดติดเมล็ดติดผลดีขึ้น (พงศ์ เทน อัครธกุล: 2528)

ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งในประเทศไทย ได้รับความสนใจจากเกษตรกรอย่างกว้างขวาง จึงส่งผลให้มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งเพิ่มขึ้น และปริมาณรังผึ้งก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว แต่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งส่วนใหญ่ยังต้องสั่งซื้อแผ่นรังเทียม (แผ่นพื้นฐานรวงรังผึ้ง) จากต่างประเทศ และจากผู้นำเข้า เนื่องจากไม่สามารถทำได้เอง และเครื่องทำแผ่นรังเทียม มีราคาแพงมากสำหรับเกษตรกร หรือไม่ ก็ต้องซื้อจากผู้ผลิตรายใหญ่ ซึ่งมีราคาแพงและอาจมีสิ่งเจือปน เพราะยังเป็นสินค้าใหม่ที่ยังไม่ได้รับการกำหนดมาตรฐานสินค้าจากสำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

ดังนั้น หากเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง ซึ่งมีไขผึ้งเป็นวัสดุหลักในการทำแผ่นรังเทียมอยู่พร้อมแล้ว ก็สามารถที่จะทำแผ่นรังเทียมขึ้นใช้ได้เอง ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนแล้ว ยังได้ใช้ไขผึ้งที่มีคุณภาพด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัดอย่างง่าย และสามารถนำไปใช้ได้จริง
2. เพื่อเผยแพร่แนวความคิด ในการสร้างเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด โดยใช้วัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศ

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด เพื่อใช้เป็นเครื่องต้นแบบ
2. เครื่องต้นแบบทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด เป็นแม่พิมพ์ของแผ่นพื้นฐานวางรัง ผังพื้นที่ต่างประเทศ เพศผู้
3. ความสามารถของเครื่องทำแผ่นรังเทียม สามารถทำแผ่นรังเทียมได้ครั้ง ละ 1 แผ่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัดไว้เป็นต้นแบบ 1 ชุด
2. เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง สามารถนำเอาแนวความคิดนี้ ไปสร้างเครื่องทำแผ่นรังเทียมนี้เองได้ หรือนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้น และเหมาะสมยิ่งขึ้น

นิยามศัพท์

เรซิน (resin): เป็นสารเคมีพวกพลาสติกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสภาพเป็นของเหลว เมื่อผสมสารบางอย่างลงไปเพื่อทำปฏิกิริยา จะกลายเป็นของแข็งได้ในเวลาต่อมา โดยปกติแล้วไม่มีสีคือใสเหมือนน้ำ แต่กลิ่นค่อนข้างแรงเหมือนพลาสติกใหม่ ใช้ในงานทั่วไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ทำ โดยอาศัยวิธีการหล่อ คือ เทเรซินลงในแบบหล่อเมื่อแข็งแล้วจึงแกะออก (อนงศ์ และชนาวุฒิ, 2530:116)

ยางซิลิโคน (silicone rubber): เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี เมื่ออุณหภูมิจะต่ำหรือสูง (สูงไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส) เพราะเนื้อยางประกอบด้วย โมเลกุลของซิลิกา และออกไซด์ ใช้ทำชนวนหุ้มสายไฟ, ท่อยาง, สายเคเบิล, ประเก็นกันซึม (อรรถจัน และนิพนธ์, 2531:187)

ใยแก้ว (glass wool): เป็นเส้นใยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง = 0.006 ซม. นำมารวมกันเป็นแผ่นอ่อนนุ่ม มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. อ่อนนุ่ม น้ำหนักเบา
2. เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี
3. ไม่ลวกไหม้เป็นไฟ ไม่ติดไฟ
4. กันไม่ให้เสียงผ่านได้

ใยแก้วมีคุณสมบัตินอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์โดยตรงแล้ว ยังนำไปเป็นวัสดุในการผลิตไฟเบอร์กลาส โดยนำไปผสม polyester เพื่อขึ้นรูปเป็นโครงสร้างต่าง ๆ ได้สวยงามและแข็งแรง เช่น ทำตัวเรือ หรือเก้าอี้ เป็นต้น (อรรถจันทร์ และนิพนธ์, 2531:217)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้แผ่นรังเทียมเป็นจำนวนมาก เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ในการเก็บเกี่ยวน้ำหวานจากดอกไม้ (น้ำผึ้ง) ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับแผ่นรังเทียม ลิวิวัฒน์ วงษ์ศิริและคณะ (2528:71) ได้กล่าวไว้ดังนี้

...แผ่นรังเทียม (foundation sheets) ทำด้วยไขผึ้ง (bees wax) อัดเป็นแผ่นบาง ๆ พิมพ์เป็นรูปร่างรังหกเหลี่ยมทั้งสองด้านประสานกัน เพื่อให้ผึ้งสร้างเป็นรวงรัง (drawn comb) โดยการสร้างต่อจากรูปร่างรังหกเหลี่ยมให้ออกมาหลายลักษณะ โดยคำนึงถึงความแข็งแรงและอายุการใช้งานเป็นหลักการขั้นพื้นฐาน จึงมีทั้งชนิดที่ผึ้งเส้นหลอดเป็นโครงในแผ่นรังเทียม หรือใช้แผ่นพลาสติกแข็งเป็นแกนกลาง เป็นต้น ขนาดของแผ่นไขผึ้งมีตั้งแต่ขนาด 320x180 มม. ถึง 460x270 มม. มีทั้งชนิดที่ใช้กับผึ้งอิตาลีและผึ้งโพรงไทย

เครื่องมือทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง (foundation mould) นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญ คอยอำนวยความสะดวกแก่อุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้ง คือ ประหยัดเวลาในการที่จะให้ผึ้งสร้างแผ่นรวงรังขึ้นมาเอง โดยที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นมาให้แทน และยังช่วยให้สามารถเก็บผลิตผลทันเวลาที่ สำหรับในอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้ง ได้มีการสร้างเครื่องมือในการทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง แสนนัต หงษ์ทรงเกียรติ (2531:130) ได้กล่าวไว้ดังนี้

...เครื่องทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง (foundation mould) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้ง ซึ่งส่วนใหญ่มักทำด้วยโลหะมี 2 ชนิด คือ

1. แบบแผ่นอัด (Flat Plate foundation) ลักษณะเป็นแผ่นโลหะแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แผ่นประกบ มีลายกรวยหกเหลี่ยมเชื่อมติดต่อประสานกันทั้งแผ่น ก้นของรูปหกเหลี่ยมมีลึกลงไปและบนขึ้นสลับกัน โดยมีขอบรอยรูปหกเหลี่ยมลึกประมาณ 1 มม. ทางด้านยาวด้านหนึ่งของแผ่นแม่พิมพ์ มีบานพับเชื่อมติดต่อกัน ส่วนอีกด้านหนึ่งเปิดปิดได้คล้ายหนังสือ เมื่อจะทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง ต้องใช้น้ำสบู่ราดลงไปบนแผ่นแม่พิมพ์อันล่าง แล้วกดแม่พิมพ์อันบนลงมาให้สัมผัสกับน้ำสบู่ ที่หล่อเลี้ยงแม่พิมพ์อันล่างอยู่แล้วเปิดออก ต่อจากนั้น ใช้ไขผึ้งที่หลอมละลายด้วยอุณหภูมิประมาณ 65-70 องศาเซลเซียส ราดลงไปบนแผ่นแม่พิมพ์อันล่าง แล้วปิดแม่พิมพ์อันบนลงมาพร้อมทั้งกดให้แน่น การกดแน่นมากน้อยเป็นผลให้แผ่นไขผึ้งที่ได้หนาท่างต่างกัน แล้วยกแผ่นแม่พิมพ์อันบนออก ดึงแผ่นไขผึ้งออกมาก็จะได้แผ่นพื้นฐานรวงรังผึ้ง 1 แผ่น

2. แบบลูกกลิ้ง (Roller foundation mould) ตัวแม่พิมพ์เป็นท่อนกลมทรงกระบอกสองท่อนวางซ้อนกันตามแนวอนบนแท่นที่ประกบกัน ปลายด้านหนึ่งของท่อนกลมทั้งสองมี

พื้นเฟืองขบกันอยู่ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งมีพื้นเฟืองขบกับมือหมุน บางเครื่องหมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า บริเวณพื้นผิวของท่อนกลมทรงกระบอกทั้งสอง มีลวดรูปหกเหลี่ยมมนและบิดลงไป ท่อนกลมทั้งสองนี้มีที่ปรับระยะให้อยู่ห่างกันมาน้อยตามต้องการ เมื่อนำแผ่นไขผึ้งที่เป็นแผ่นเรียบบางสอดใส่เข้าไป ระหว่างท่อนกลมทั้งสองแล้วหมุน ลูกกลิ้งทั้งสองจะกดแผ่นไขผึ้ง ให้เป็นลวดรูปหกเหลี่ยมออกมา เครื่องชนิดนี้สามารถทำแผ่นพื้นฐานวางรัง ได้ครึ่งละหลาย ๆ แผ่น สะดวกและรวดเร็ว แต่ต้องเตรียมแผ่นไขผึ้งที่แบนและบางเรียบไว้ก่อน...

ในการทำเครื่องทำแผ่นรังเทียม ที่มีหลักการคล้ายคลึงกับปัญหาพิเศษเรื่องนี้ Curtis Gentry (1982:205) ได้กล่าวไว้ในภาคผนวกหมวด C ที่เกี่ยวกับวิธีการออกแบบเครื่องมือการเลี้ยงผึ้งไว้ดังนี้

- ...แม่พิมพ์สำหรับการทำแผ่นพื้นฐานวางรังจากไขผึ้ง
1. ทำกรอบไม้สำหรับใส่ไขผึ้ง โดยด้านยาวข้างหนึ่งสูง 3.7 ซม. และด้านตรงข้ามสูง 1.9 ซม. แล้ววางแผ่นพื้นฐานวางรังบนแผ่นกระดานไม้
 2. ทาแผ่นพื้นฐานวางรังด้วยน้ำมันพืช
 3. ผสมปูนขาวชนิดดี (Plaster of Paris) ที่ใช้ในการปั้นและอุด เกลงลงแบบ และทิ้งไว้ให้ปูนแข็งตัว
 4. พลิกแบบกลับด้าน โดยเอาด้านที่ปูนมีรอยรูปหกเหลี่ยมออก แล้วทำซ้ำแบบจากข้อที่ 1-3 อีกหนึ่งชุด
 5. เมื่อแบบทั้ง 2 แผ่น(ชุด) แข็งตัวดีแล้ว ระวังเวลาแกะแบบ ต่อจากนั้นใช้ขานพับติดแบบทางด้านยาวเชื่อมกันทั้ง 2 แผ่น เหมือนหีบปิดเปิดได้ ก็จะได้เครื่องต้นแบบ...

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการประดิษฐ์

วัสดุ

1. แผ่นรังเทียม 1 แผ่น (แผ่นรังเทียมผิวนำร่องต่างประเทศ เพศผู้)
2. ยางซิลิโคน 1 กิโลกรัม
3. เรซิน 3 กิโลกรัม
4. แผ่นใยแก้ว 6 ตารางฟุต
5. ปูนพลาสเตอร์ 5 กิโลกรัม
6. สีน้ำมัน 1 กระป๋องเล็ก
7. มือจับขนาด 8 นิ้ว 1 อัน
8. ผงแคลเซียม 1 กิโลกรัม
9. ยูรีเทน และทินเนอร์
10. จาระบี หรือน้ำมันเครื่อง
11. บานพับอย่างยาว 4 อัน
12. แผ่นไม้อัดหนา 10 มม. ขนาด 20X40 ซม. 3 แผ่น

อุปกรณ์

1. แปรงทาสี ขนาด 1.5 นิ้ว 1 อัน
2. พู่กัน เบอร์ 12 1 อัน
3. สว่าน 1 ตัว
4. เลื่อยไฟฟ้า 1 ตัว
5. กระดาษทรายหยาบ 2 แผ่น
6. เลื่อยคูลมยาว 1 ตัว
7. ถังมือยาว 1 คู่
8. ฝาปิดจุ่มก 1 ผืน
9. ตลับเมตร
10. ไม้แบบหน้ากว้าง 2 นิ้ว ยาว 2 เมตร 1 ท่อน

วิธีการประดิษฐ์

สำหรับการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัดนี้ มีขั้นตอนในการทำอยู่

4 ขั้นตอน คือ

1. การทำแบบพิมพ์
2. การหล่อแบบพิมพ์
3. การทำฐานและฝาปิด
4. การติดอุปกรณ์และตกแต่ง

การทำแบบพิมพ์

การทำแบบพิมพ์มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. จัดเตรียมโต๊ะที่มีพื้นเรียบและได้แนวระดับ นำแผ่นกระจกหนานขนาดกว้างยาว ด้านละ 50 ซม. แล้วปูพลาสติกทับแผ่นกระจก
2. นำแผ่นรังเทียมมาพันสริเทนทั้งสองด้าน เมื่อแห้งดีแล้วนำมาวางบนแผ่นกระจกที่ปูด้วยพลาสติก เอาไม้แบบมาติดกรอบรอบแผ่นรังเทียม แล้วใช้น้ำมันเครื่องหรือจาระบี ทาให้ทั่วแผ่นด้านหนึ่งก่อน
3. ทำการผสมยางซิลิโคนประมาณ 250 กรัมกับน้ำยาทำแข็ง แล้วเทลงไปในแบบพยายามเกลี่ยให้เสมอกัน และทำลายนองอากาศที่มีอยู่
4. เมื่อยางซิลิโคนแห้งตัวดีแล้ว ก็ถอดแบบแล้วกลับมาทำอีกด้านหนึ่งที่เหลือ
5. เอาไม้แบบมาติดกรอบทั้ง 4 ด้าน รอบแบบแผ่นรังเทียม ที่หุ้มด้วยยางซิลิโคนทั้งสองด้านแล้ว นำปูนพลาสเตอร์มาละลายน้ำใช้ประมาณ 2 กิโลกรัม ผสมน้ำให้เหลวแล้วเทลงบนแบบด้านหนึ่งก่อน เกลี่ยปูนให้เรียบ เมื่อปูนแข็งตัวดีแล้วก็กลับไปอีกด้านหนึ่งที่เหลือ
6. ทำการแกะแบบ โดยใช้เหล็กขูดขอบปูนทั้ง 4 ด้าน จนถึงเนื้อยางซิลิโคนแล้ว ใช้มีดกรีดยางซิลิโคนโดยรอบ จากนั้นค่อย ๆ แกะแบบออกเบา ๆ ก็จะได้แผ่นซิลิโคนที่เป็นรูปหกเหลี่ยมมนขึ้น และเป็นร่องลึกระหว่างรอยต่อรูปหกเหลี่ยม
7. ทำความสะอาดแผ่นซิลิโคนให้เรียบร้อย แล้วนำไปพันสริเทนอีกทั้ง 2 แผ่น
8. ใช้น้ำมันเครื่องหรือจาระบี ทาแผ่นซิลิโคนทั้งสองให้ทั่ว เอาไม้แบบมาตั้งขอบทั้ง 4 ด้าน
9. ผสมยางซิลิโคนประมาณ 250 กรัม กับน้ำยาทำแข็ง เทลงบนแบบแล้วเกลี่ยให้ทั่ว และทำลายนองอากาศที่มีอยู่ แล้วทำแบบเดียวกันอีกแผ่นหนึ่งที่เหลือ
10. แกะไม้แบบออก ใช้มีดกรีดขอบยางซิลิโคนทั้ง 4 ด้าน นำแผ่นบนที่ทับอยู่แยกออกมาทำความสะอาด ตัดแต่งให้เรียบร้อยทั้ง 4 ด้าน ก็จะได้แผ่นยางซิลิโคนที่มีรูปหกเหลี่ยมมุมลึก และเป็นร่องนูนระหว่างรอยต่อรูปหกเหลี่ยม
11. นำแผ่นยางซิลิโคนที่ได้นี้ ไปวางบนแผ่นกระจกเรียบ เอาไม้แบบมาตั้งกรอบทั้ง 4 ด้าน ผสมยางซิลิโคนเล็กน้อยกับน้ำยาทำแข็ง แล้วเชื่อมขอบรอยต่อระหว่างแผ่นยางซิลิโคนกับกรอบไม้ ให้สนิทกัน
12. เมื่อยางซิลิโคนที่เชื่อมไว้แข็งตัวดีแล้ว ให้ทำความสะอาดเนื้อที่จะใช้หล่อแบบต่อไป

การหล่อแบบพิมพ์

การหล่อแบบพิมพ์มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. นำเรซินผสมกับน้ำยาทำแข็ง ใช้เรซินประมาณ 500 กรัม/แบบ เทลงบนแบบที่เตรียม แล้วเกลี่ยเรซินให้เรียบเสมอกัน และทำลายนองอากาศที่มีอยู่

2. เมื่อเรซินแข็งตัวดีแล้วให้แกะออกจากแบบ แล้วจึงทำความสะอาดตกแต่งให้เรียบร้อย
3. แผ่นเรซินที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมมน และมีร่องลึกกระหว่างรอยต่อรูปหกเหลี่ยม ซึ่งจะใช้เป็นตัวแม่พิมพ์ในการทำแผ่นรังเทียม

การทำฐานและฝาปิด

การทำฐานและฝาปิดมีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. เริ่มทำตัวฐานก่อน โดยใช้ไม้แบบทำเป็นกรอบสี่เหลี่ยมพื้นผ้าขนาดกว้างยาว 30x50 ซม. ทำกรอบด้านในให้เฉียงลง ประมาณ 2 ซม. นำไม้อัดขนาด 20x40 ซม. ที่ตัดไว้มาหนึ่งแผ่น วางลงกึ่งกลางของกรอบไม้ที่ทำไว้ แล้วนำเทปใสปิดตัวกรอบไม้กับแผ่นไม้อัดที่วางไว้ตรงกลางให้ทั่ว แล้วใช้น้ำมันเครื่องหรือจาระบีทาแบบที่ทำเป็นตัวฐานให้ทั่ว
2. ตัดแผ่นไฟเบอร์กลาส ให้มีขนาดใหญ่กว่ากรอบเล็กน้อยไปบนแบบ ใช้เรซินทาแผ่นไฟเบอร์กลาสให้ทั่วก่อน 1 ครั้ง เพื่อให้แผ่นไฟเบอร์กลาสอ่อนตัว แล้วนำน้ำยาทำแข็งผสมกับเรซินทาที่บ่ออีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ไฟเบอร์กลาสแข็งตัว
3. เมื่อตัวฐานไฟเบอร์กลาสแข็งตัวดีแล้ว ให้แกะแบบไม้ ออกแล้วตัดแผ่นไฟเบอร์กลาสขนาด 20x40 ซม. คว่ำตัวฐานลงนำแผ่นไฟเบอร์กลาสปูทับแผ่นไม้อัดที่รองกันฐาน ต่อจากนั้น ใช้เรซินทาให้แผ่นไฟเบอร์กลาสอ่อนตัว แล้วนำเรซินผสมกับน้ำยาทำแข็ง ทาที่บ่ออีกครั้งหนึ่ง
4. ทำตัวฝาปิด โดยเอาไม้อัดขนาด 20x40 ซม. ที่ตัดไว้แล้วมา 1 แผ่น ตัดแผ่นไฟเบอร์กลาส ให้มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นไม้อัดเล็กน้อย ปูแผ่นไฟเบอร์กลาสลงบนแผ่นไม้อัดด้านหน้า ใช้เรซินทาให้ทั่วแผ่นไฟเบอร์กลาส จนอ่อนตัวติดกับไม้อัด จึงผสมเรซินกับน้ำยาทำแข็งทาที่บ่ออีกครั้งหนึ่ง เมื่อไฟเบอร์กลาสแข็งตัวดีแล้ว ให้กลับด้าน ตัดแผ่นไฟเบอร์กลาสขนาดเท่าไม้อัด ปูทับลงบนแผ่นไม้อัด พร้อมกับทาลบปลายแผ่นไฟเบอร์กลาส ที่เล็ยออกมาจากด้านล่างเข้าหาด้านบน โดยใช้เรซินทาที่บ่อ ให้แผ่นไฟเบอร์กลาสอ่อนตัวเชื่อมติดกับแผ่นด้านบน จากนั้นจึงผสมเรซินกับน้ำยาทำแข็งทาที่บ่ออีกครั้งหนึ่งให้ทั่ว

การติดอุปกรณ์และตกแต่ง

การติดอุปกรณ์และตกแต่งมีขั้นตอนในการทำดังนี้

1. นำตัวฐานแผ่นเรซินที่เป็นตัวแม่พิมพ์มา 1 แผ่น และแผ่นไม้อัดขนาด 20x40 ซม. มา 1 แผ่น ผสมเรซินกับน้ำยาทำแข็ง ทาลงบนส่วนที่เป็นฐานด้านใน และตัวแผ่นไม้อัดด้านหนึ่ง แล้วจึงนำไปประกบติดกัน จากนั้นก็ทาเรซินบนแผ่นไม้อัดด้านบนกับแผ่นเรซินด้านเรียบมาประกบติดกัน จัดขอบให้เสมอกันแล้วทิ้งไว้ให้เรซินแข็งตัว

2. นำฝาปิดและแผ่นเรซิน ที่เป็นตัวแม่พิมพ์มา ผสมเรซินกับน้ำยาทำแข็งทาบนแผ่น ฝาปิดด้านหนึ่งกับด้านเรียบของแผ่นเรซิน แล้วนำมาประกบติดกัน จัดขอบให้ เสมอกัน แล้วทิ้งไว้ให้เรซินแข็งตัว
3. จากนั้น นำตัวฐานและฝาปิด พร้อมกับตัวบานพับที่เชื่อมแนบด้านสั้นแล้ว มาขัด แต่งด้วยกระดาษทรายให้เรียบ
4. หลังจากขัดแต่งเรียบร้อยแล้ว ผสมสีกับเรซินที่ผสมน้ำยาทำแข็งแล้ว ในอัตรา สี 1 ส่วน/เรซิน 1 ส่วน ทำการทาสีทั้งตัวฐาน ฝาปิด และตัวบานพับ ยกเว้น ด้านที่เป็นตัวแม่พิมพ์
5. หลังจากสีที่ทาแห้งดีแล้ว นำฝาปิดด้านเรียบมาวัดระยะกึ่งกลาง ติดมือจับให้ เรียบร้อย ต่อจากนั้นนำฝาปิดมาวางที่ตัวฐานให้ลงล็อก ทำการติดบานพับให้ เรียบร้อย

งบประมาณ

ค่าวัสดุอุปกรณ์

-ยางซิลิโคน	1 กิโลกรัม	700 บาท
-เรซิน	3 กิโลกรัม	210 บาท
-แผ่นไฟเบอร์กลาส	6 ตารางฟุต	360 บาท
-ปืนพลาสติกเตอร์	5 กิโลกรัม	25 บาท
-มือจับขนาด 8 นิ้ว	1 อัน	90 บาท
-บานพับ	2 คู่	100 บาท
-ไม้อัดขนาด 20 40 ซม.	3 แผ่น	100 บาท
ค่าพิมพ์และทำรูปเล่ม		300 บาท
ค่าฟิล์มและรูปถ่าย		300 บาท
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด		500 บาท
	รวมค่าใช้จ่าย	2,685 บาท

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองทำแผ่นรังเทียม โดยใช้เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด ที่ได้ทำการประดิษฐ์ขึ้นมา ได้มีการทดสอบจริงประมาณ 10 ครั้งเสร็จแล้ว ทำการตรวจสอบสภาพแผ่นรังเทียมที่ได้ว่ามีลักษณะอย่างไร ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด

การทำแผ่นรังเทียมครั้งที่	ความสมบูรณ์ของแผ่นรังเทียม	ร่องนูนรูปหกเหลี่ยมด้านบน	ร่องนูนรูปหกเหลี่ยมด้านล่าง	ความสม่ำเสมอของแผ่นรังเทียม
1	*	**	*	*
2	*	*	*	*
3	*	**	*	*
4	**	**	**	**
5	**	**	**	**
6	***	***	**	**
7	***	***	**	**
8	***	***	**	**
9	***	***	**	*
10	***	***	**	**

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * แทนความหมายดังต่อไปนี้

- **** หมายถึง ดีมาก
- *** หมายถึง ดี
- ** หมายถึง พอใช้
- * หมายถึง ต้องแก้ไข

วิจารณ์

จากผลการศึกษาทดลองทำแผ่นรังเทียม จากเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัดที่ประดิษฐ์ขึ้นนั้น จากการทำทั้ง 10 ครั้งจะเห็นได้ว่า ครั้งที่ 1-3 นั้น แผ่นรังเทียมที่ได้มีความสมบูรณ์น้อยมาก เนื่องจากมีการแก้ไขเพียงครั้งเดียว ส่วนครั้งที่ 4-10 นั้น จะเห็นได้ว่าแทบไม่พบการแตกหักของแผ่นรังเทียมเลย เนื่องจากมีการแก้ไขเพียงถึง 2 ครั้ง และนอกจากนั้นด้านล่างของแผ่นรังเทียมจะไม่ค่อยมีร่องนูนรูปหกเหลี่ยมอีกด้วย

ฉะนั้น ในการทำแผ่นรังเทียมควรมีการเทไซม์ 2 ครั้ง เพื่อลดปัญหาการแตกหักของแผ่นรังเทียม สำหรับด้านล่างของแผ่นรังเทียม ที่มีร่องนูนรูปหกเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากแผ่นเรซิน ซึ่งเป็นฐานตัวล่างไม่เรียบสม่ำเสมอ ในการทำแผ่นรังเทียมแต่ละครั้ง ควรใช้แปรงทำความสะอาด ร่องรูปหกเหลี่ยมของแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่างด้วย

ข้อบกพร่องในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมในครั้งนี้

1. ขอบร่องรอยตัวฐานแม่พิมพ์อยู่ในระดับต่ำเกินไป
2. หลังจากประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัตโนมัติเสร็จแล้ว ควรใช้เหล็กแหลมขัดร่องรูปหกเหลี่ยมให้ลึกลงอีกทั่วทั้งแม่พิมพ์
3. ตัวนำยาเรซินควรมีการผสมโคบอลต์ เพื่อช่วยในการแข็งตัวของเรซินให้เร็วขึ้น

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

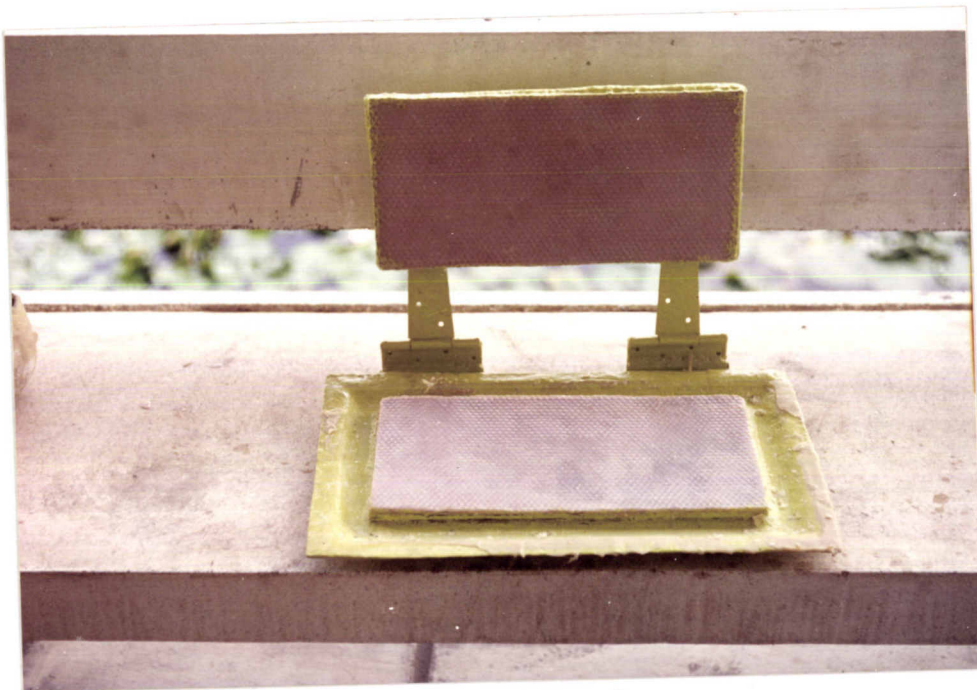
สรุป

1. ในการทำแผ่นรังเทียม จากเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด ที่ประดิษฐ์ขึ้นมา นั้น ควรมีการเทไขผึ้งสองครั้งเป็นอย่างน้อย
2. ควรมีการทำความสะอาด ร่องรูปหกเหลี่ยมของแม่พิมพ์ทั้งด้านบนและด้านล่าง ด้วยแปรง
3. ช่วงเวลาและจังหวะในการเทไขผึ้งไม่ควรช้าจนเกินไป เพราะจะทำให้แผ่นรังเทียมไม่ติดเป็นเนื้อเดียวกัน
4. ในการเทน้ำสบู ลงบนแผ่นแม่พิมพ์ทั้งสองด้านไม่ควรทาจนชุ่มมาก โดยเฉพาะแม่พิมพ์ด้านล่าง (ตัวฐาน) ซึ่งจะช่วยให้แผ่นรังเทียมที่ได้ ไม่เป็นร่องนูนรูปหกเหลี่ยม

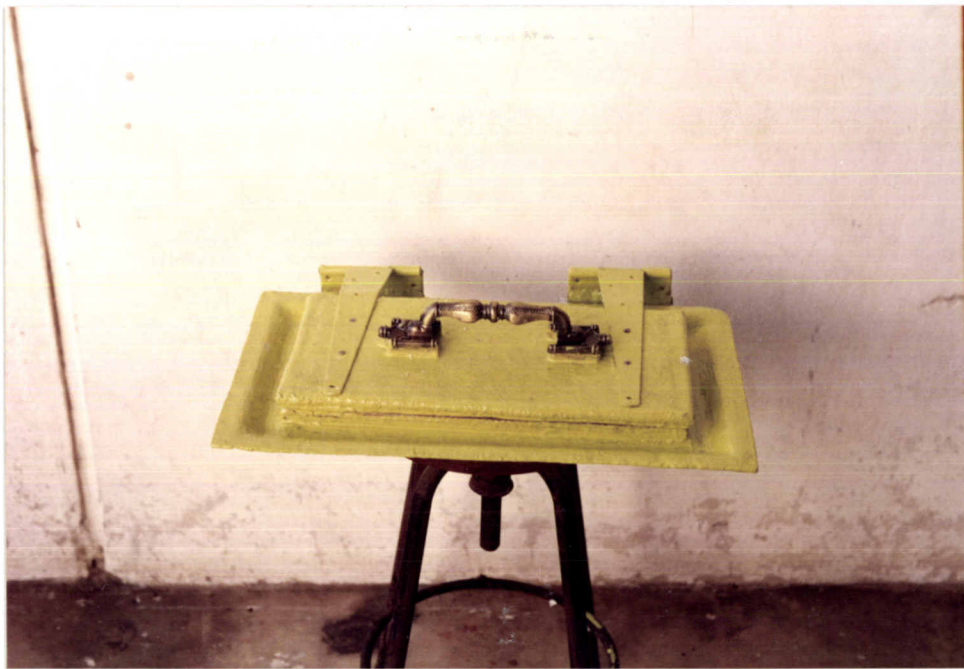
ข้อเสนอแนะในการประดิษฐ์เครื่องทำแผ่นรังเทียม

1. ฐานของแม่พิมพ์ต้องปรับให้เรียบได้แนวระดับ
2. แผ่นเรซินที่เป็นแม่พิมพ์ ต้องทำให้สม่ำเสมอเท่ากันทั้งสองแผ่น
3. มีการตรวจสอบเครื่องรูปหกเหลี่ยมทั้งสองด้านของแม่พิมพ์ว่า มีร่องตื้นเกินไปหรือเศษของเรซินติดอยู่หรือไม่ ถ้ามีการเกาะออกให้ เป็นร่องสม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น
4. แม่พิมพ์ทั้งสองด้านจะต้องทำการขัดที่ร่องรูปหกเหลี่ยม เพื่อเพิ่มความลึกของร่องอีก เพราะแม่พิมพ์ที่ได้หลังจากการหล่อนิมฟ์จะมีร่องรูปหกเหลี่ยมที่ตื้น
5. ขอบร่องรอบตัวฐานแม่พิมพ์ ควรทำให้สูงกว่าแม่พิมพ์ด้านล่าง เพื่อความสะดวกในการเทน้ำสบู ลดขั้นตอนและเวลาในการที่จะต้องใช้มือหรือแปรง ไล่น้ำแม่พิมพ์
6. เวลาซื้อเรซินจากร้านที่จำหน่าย ควรให้เติมโคบอลท์มาด้วย เพื่อเวลาใช้งาน น้ำยาเรซินจะได้แข็งตัวเร็วขึ้น
7. ไขผึ้งที่ใช้ในการทำแผ่นรังเทียม เมื่อนำไปหลอมละลายในหม้อต้ม ควรมีการผสมพลาตินัลเฮลวหรือน้ำมันมะกอก เพื่อให้แผ่นรังเทียมที่ได้มีความนุ่ม และเหนียวไม่เปราะแตกง่าย ซึ่งทำให้ผึ้งยอมรับในการก่อหลอดรัง
8. หลังจากใช้เครื่องทำแผ่นรังเทียมเสร็จแล้ว ควรทำความสะอาดให้เรียบร้อย และใช้ผ้าหรือแผ่นกระดาษ วางกั้นระหว่างแผ่นแม่พิมพ์ทั้งสองที่เป็นร่องนูนรูปหกเหลี่ยม เพื่อกันรอยร่องขบกันทำให้เหลี่ยมแม่พิมพ์เสียความคมชัด

ภาคผนวก

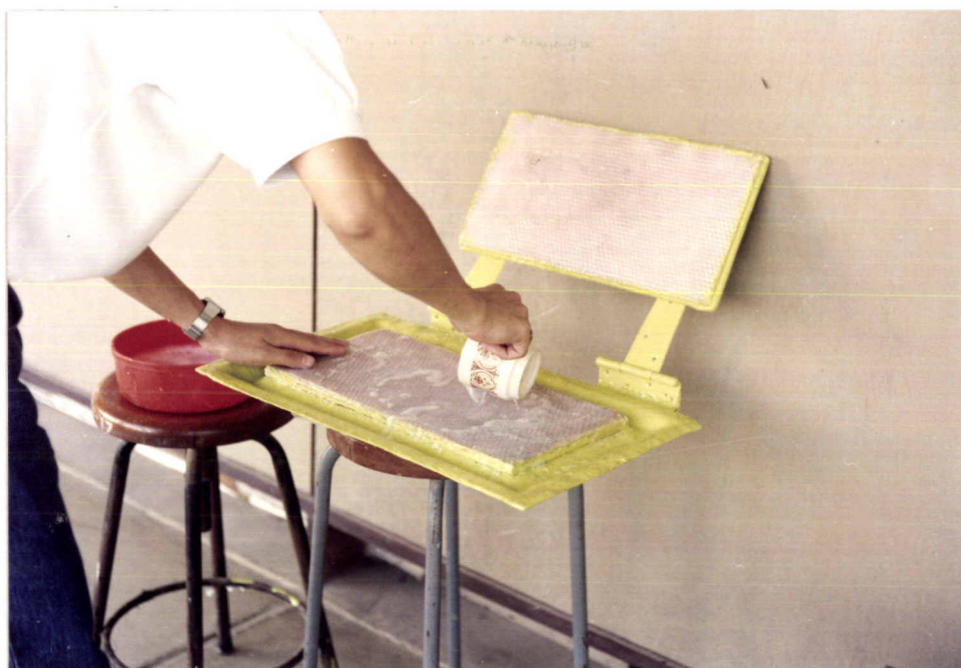


ภาพที่ 1 แสดงเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด (ตัวฐาน)



ภาพที่ 2 แสดงเครื่องทำแผ่นรังเทียมแบบแผ่นอัด (ฝาปิด)

ขั้นตอนการทำแผ่นรังเทียม



ภาพที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เทน้ำสับลงบนแม่พิมพ์ด้านล่างให้ทั่ว สาเหตุที่ใช้น้ำสับเนื่องจากสับเมื่อละลายน้ำแล้ว จะเป็นไขแขวนลอยในน้ำและมีความลื่นอยู่ในตัว เมื่อเวลาเทไขผึ้งลงบนแผ่นแม่พิมพ์ จะทำให้ไขผึ้งไม่ติดกับแม่พิมพ์ เมื่อเวลาดึงแผ่นรังเทียมออกจากแม่พิมพ์



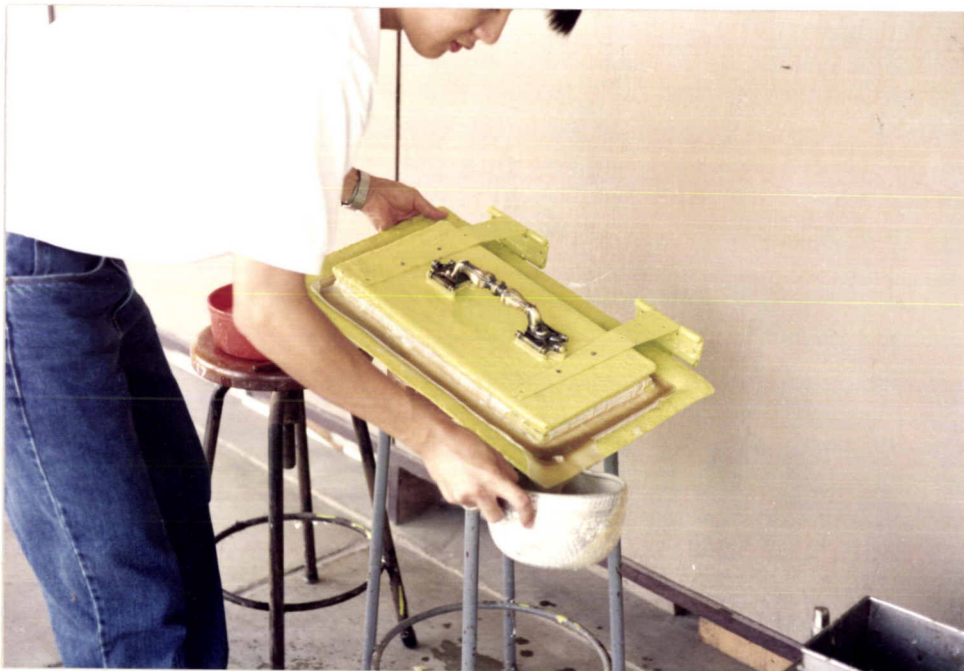
ภาพที่ 4 ขั้นตอนที่ 2 ใช้มอลบน้ำสบูให้ทั่วแม่พิมพ์ทั้งด้านล่างและด้านบน แล้วเทน้ำสบู่ที่เหลือกลับคืน



ภาพที่ 5 ขั้นตอนที่ 3 ทำการเทไขผึ้งลงบนแม่พิมพ์ด้านล่าง



ภาพที่ 6 ขั้นตอนที่ 4 จับฝาปิดด้านบนกดลงกับแม่พิมพ์ด้านล่างสักครู่หนึ่ง



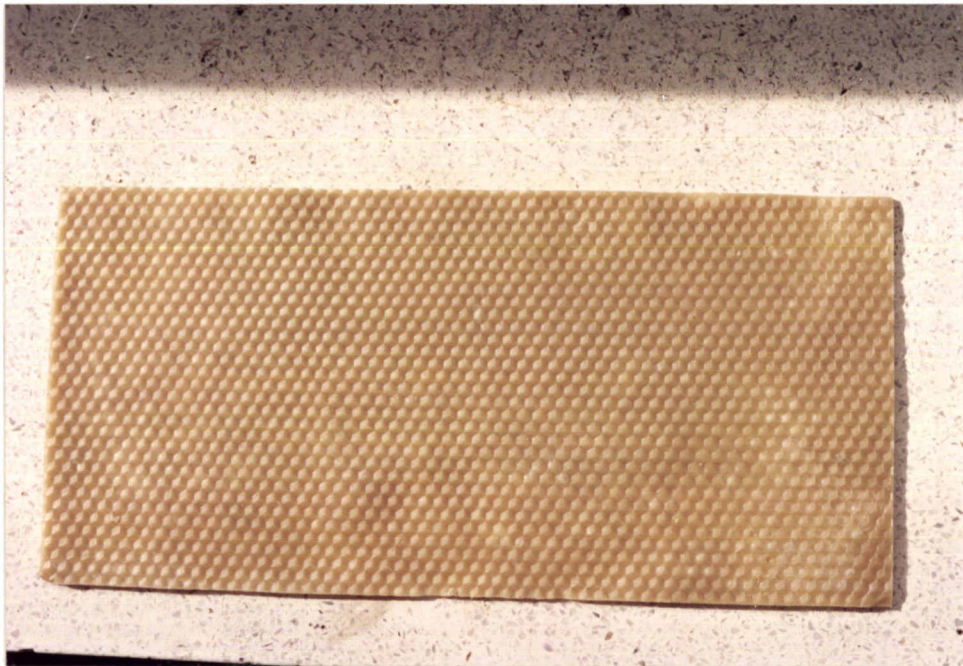
ภาพที่ 7 ขั้นตอนที่ 5 นำไผ่ฝั่่งที่ล้่นออกจากแม่พิมพ์ เทกลับไปยังหม้อต้มไผ่ฝั่่ง สำหรับหม้อต้มไผ่ฝั่่งที่ใ้ช้อยู่เป็นหม้อ 2 ชั้น โดยใช้ความร้อนจากไ้อน้ำ เพื่อไม่ให้ไผ่ฝั่่งสัมผัสกับความร้อนจากไฟโดยตรง เพราะไผ่ฝั่่งสามารถละลายได้ที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส และป้องกันการไหม้ของไผ่ฝั่่งจากการสัมผัสกับความร้อนจากไฟโดยตรง



ภาพที่ 8 ขั้นตอนที่ 6 ใช้มีดปาดขอบทั้ง 4 ด้านของแม่พิมพ์ เพื่อให้ไขผึ้งที่ล้นออกจากขอบแม่พิมพ์จะไต่ไม่ติดกับแผ่นรังเทียม



ภาพที่ 9 ขั้นตอนที่ 7 ภาพแผ่นรังเทียมที่ยกแม่พิมพ์ด้านบนออกแล้ว



ภาพที่ 10 ชั้นตอนที่ 8 ภาพแสดงแผ่นรังเทียมที่ทำการตัดแต่งเรียบร้อยแล้ว

