สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

เทคนิคการทำแผ่นรังเทียมด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดต่าง ๆ

Techniques on Foundation sheet production with Commercial surfactants

โดย

นายกฤษณะ หุ่นดี

นายกิตติศักดิ์ พรรณพราว

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

วพ. ศ38ท 2542

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 36000

วัน, เดือน, ปี - 4 ก.ค. 2543

บทคัดย่อและเนื้อหาวิทยานิพนธ์นี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

เทคนิคการทำแผ่นรังเทียมด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดต่าง ๆ

Techniques on Foundation sheet production with Commercial surfactants

โดย

นายกฤษณะ หุ่นดี

นายกิตติศักดิ์ พรรณพราว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรเดช จันทรสร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ ๒๗ เดือน มิ.ย. พ.ศ. ๒๕๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : เทคนิคการทำแผ่นรังผึ้งเทียมด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดต่าง ๆ

โดย : นายกฤษณะ หุ่นดี

: นายกิตติศักดิ์ พรรณพราว

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา: 17/ม.ค./2563

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

บทคัดย่อ

จากการศึกษา การทดลองใช้สารลดแรงตึงผิว 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 Anionic surfactant กลุ่มที่ 2 Anionic surfactant ผสมกับ Amphoteric surfactant กลุ่มที่ 3 Anionic surfactant , Nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน กลุ่มที่ 4 Sodium laureth sulfate ผสมน้ำที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในการป้องกันไม่ให้แผ่นไขผึ้งติดกับลูกกลิ้ง ของเครื่องทำแผ่นพื้นฐานรวงรัง จากการทดลอง ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สารลดแรงตึงผิวทุกกลุ่ม ทำให้แผ่นไขผึ้งติดกับลูกกลิ้ง ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารลดแรงตึงผิวทุกกลุ่ม ยกเว้น Sodium laureth sulfate กลุ่มเดียวที่ไม่ติดกับลูกกลิ้ง ทุกกลุ่มไม่ติดกับลูกกลิ้งเหมือนกัน ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสารในกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด ในการทำแผ่นรังเทียม คือ Sodium laureth sulfate เนื่องจากใช้ความเข้มข้นเพียง 1 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Techniques on foundation sheet production with commercial surfactants

By : Kritsana Hoondee

: Kittisak Panprow

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 17 March 2000

(Assoc. Prof. Warlardej Chantrasorn)

Abstract

Four groups of surfactant, anionic surfactant, anionic mixed with amphoteric surfactant, the mixture of anionic, nonionic and amphoteric and sodium laureth sulfate were diluted with water at 0, 0.1, 0.5, 1, 5 and 10 percents and tested in order to prevent wax sheet attached to the mould. The result indicated that at 0, 0.1, and 0.5 percent concentration wax sheet fixed to the mould . At 1 percent of sodium laureth sulfate , the mould allowed wax sheet passing through but not for the other groups. At 5 and 10 percent of all surfactant , wax sheet could pass through as a complete foundation sheet . It is concluded that sodium laureth sulfate is the best surfactant used in the mould because of it used least concentration (1 %) .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.วรเดช จันทรสร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ทำการทดลอง ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จเรียบร้อย และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ตึกภาควิชาเทคนิคการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ทำการทดลอง

ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านปัจจัยต่าง ๆ ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเป็นกำลังใจ และให้การช่วยเหลือ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

นายกฤษณะ หุ่นดี
นายกิตติศักดิ์ พรรรณพราว
มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	v
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	18
สรุป	19
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.ผลการทดลองของสารลดแรงตึงผิวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อไขผึ้ง	17

สารบัญภาพ

ภาพผนวกที่	หน้า
1. เครื่องทำแผ่นรังเทียม (Foundation mould)	21
2. เครื่องรีดไขผึ้ง	21
3. หม้อต้มไขผึ้ง	22
4. แผ่น Future board และ แผ่นไม้	22
5. อุปกรณ์ (กาต้มน้ำ, เทอร์โมมิเตอร์, Cutter, Beaker, แปรงสีฟัน)	23
6. สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant	23
7. สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant ผสม Amphoteric surfactant	24
8. สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant, Nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน	24
9. สารลดแรงตึงผิวในกลุ่ม Sodium laureth sulfate	25
10. แสดงการวัดหาอุณหภูมิของไขผึ้งที่เหมาะสม	25
11. แสดงการวัดความสูงของน็อต เพื่อกำหนดความหนาของแผ่นรังเทียม	26
12. แสดงการชุบไขผึ้ง	26
13. แสดงการหล่อน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของไขผึ้ง	27
14. แสดงการชุบไขผึ้งอีกด้าน	27
15. แผ่น Future board ที่ผ่านการชุบไขผึ้งจนมีความหนาที่เหมาะสม	28
16. แสดงการใส่ไขผึ้งที่ถูกต้องเข้าเครื่องทำแผ่นรังเทียม	28
17. แผ่นไขผึ้งที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป	29
18. แสดงแผ่นรังเทียมที่ขึ้นรูปสมบูรณ์	29
19. แผ่นไขผึ้งที่ขึ้นรูปแล้ว หรือแผ่นรังเทียม (foundation sheet)	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผึ้ง (honeybee) เป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ ไฮเม็นนอพเทอรา (order Hymenoptera) วงศ์ย่อย อปินี่ (Apinea) วงศ์นี้ประกอบด้วยแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งในด้านการผสมเกสรของพืชหลายชนิด การผลิตน้ำผึ้ง เกสรผึ้ง (bee pollen) และนมผึ้ง (royal jelly) ประกอบด้วยแมลงที่มีขนาดลำตัวประมาณ 8 – 10 มิลลิเมตร ลำตัวอ้วนป้อมสีน้ำตาล สีน้ำตาลทอง มีขนปกคลุมลำตัว โปรโนตัมสั้น ปีกคู่หน้ามีสับมาร์จินัล เซลล์ (submaginal cell) 3 เซลล์ ปีกคู่หลังมีจูกัล โลบ (jugal lobe) สั้นกว่าสับมีเดียน เซลล์ (submedian cell) ปลายทิเบียของขาคู่หลังไม่มี spur และมีลักษณะพิเศษ คือ ด้านนอกทิเบียของขาคู่หลัง มีลักษณะเป็นแอ่งเว้า เรียกว่า โพลเลน บาสเก็ต (poller basket or corbuculae) ใช้เป็นถุงเก็บเกสรดอกไม้ ทาร์ไซปล้องแรกของขาคู่หลังขยายใหญ่และแบน ด้านในมีขนยาวเรียกว่า pollen brushes ช่วยปัดเก็บรวบรวมเกสรดอกไม้ก่อนที่จะนำไปเก็บยังโพลเลน บาสเก็ต แมลงวงศ์นี้เป็นแมลงที่ดำรงชีวิตเป็นแมลงสังคม มีการจัดระเบียบการทำงานเป็นอย่างดี โดยแบ่งออกเป็น 3 วรรณะ (castes) คือ ผึ้งเพศผู้ (drone) ผึ้งนางพญา(queen) และผึ้งงาน (workers) นางพญาจะมีเพียงตัวเดียว ในรังทำหน้าที่วางไข่แพร่ขยายพันธุ์ ผึ้งเพศผู้มีขนาดลำตัวใหญ่กว่าผึ้งงานมีหน้าที่ผสมพันธุ์กับนางพญา และผึ้งงานมีขนาดลำตัวเล็กที่สุด ทำหน้าที่เก็บเกสรดอกไม้และน้ำหวานต่าง ๆ มาเลี้ยงสมาชิกในรัง และทำหน้าที่อื่น ๆ ภายในรังด้วย เช่น ป้องกันอันตราย ทำความสะอาดภายในรัง ส่วนผึ้งที่พบทั่วไป ในบ้านเรามีหลายชนิด เช่น ผึ้งหลวง (Apis dorsata) ผึ้งโพรง (Apis cerana) ผึ้งพันธุ์ (Apis mellifera) ผึ้งมิ้ม (Apis florea) และผึ้งม้าน (Apis andreniformis) โดยผึ้งพันธุ์จัดเป็นแมลงอุตสาหกรรมที่เกษตรกรนำมาเลี้ยงเพื่อผลิตน้ำผึ้งและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เกสรผึ้ง ไขผึ้ง (wax) และนมผึ้ง นอกจากนี้ยังมีชันโรง (Trigona spp.) มีรูปร่างลักษณะคล้ายผึ้งแต่มีขนาดเล็ก จัดเป็นแมลงที่เป็นประโยชน์โดยช่วยผสมเกสรในสวนผลไม้ พืชไร่ และ ป่าไม้

ผึ้ง เป็นแมลงที่มีความคุ้นเคยกับมนุษย์มากที่สุด เพราะเป็นสัตว์ชนิดแรกที่สอนให้มนุษย์รู้จักกับรสหวานตามธรรมชาติ ซึ่งมีหลักฐานของมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์ประมาณ 7,000 ปีก่อน คริสตศักราชที่ได้แสดงไว้ คือ ภาพวาดบนผนังถ้ำยุคหิน หรือยุกเมโซลิธิก (Mesolitic) ในประเทศเปรู แม้ในประเทศไทยเอง เรื่องผึ้งของไทยมีมานานเช่นกัน ดังได้มีหลักฐานจากศิลาจารึกหลักแรก พบพยัญชนะไทยเพียง 39 ตัว ตั้งแต่สมัยพ่อขุนรามคำแหงมหาราชได้มี “ผ” แล้ว ซึ่งปัจจุบันอ่านว่า “ ผ – ผึ้งทำรัง” ทั้งยังมีจารึกบนศิลาหลักที่พบใน วัดศรีชุมกล่าวถึง เรื่องฝูงผึ้งในนิทานชาดก ตั้งแต่กรุงสุโขทัย (พ.ศ. 1890 – 1920) นอกจากนั้นสิ่งที่ยังยืนยันได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ยาไทยนั้นใช้ผสมกับน้ำผึ้ง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญแต่โบราณ ดังนั้นคนไทยคงจะบริโภคน้ำผึ้งมานานหลายร้อยปีมาแล้วเช่นกัน (เชลียง, 2520)

ซึ่งในปัจจุบันนี้พบว่าเกษตรกร เริ่มมีความสนใจในการเลี้ยงผึ้งเพิ่มมากขึ้น เพราะเลี้ยงง่าย และยังให้ผลผลิตที่มีราคาสูง และมีตลาดรองรับมาก นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผึ้งนั้นไม่ใช่ได้แต่เพียงน้ำผึ้งเพียงอย่างเดียว แต่ยังได้ เกสรของพืช , รอยัลเยลลี และไขผึ้ง ปัจจุบันในไทยมีการเลี้ยงผึ้งกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงให้มีความเหมาะสมกับท้องถิ่นแทบทุกภูมิภาคของประเทศ มีคุณภาพและประสิทธิภาพทัดเทียมกับนานาประเทศ ปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้การเลี้ยงผึ้ง ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของเกสร และน้ำหวานจากดอกไม้ธรรมชาติ ดังนั้นส่วนใหญ่การเลี้ยงผึ้งในประเทศไทยจะทำกันในทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกของประเทศไทย แต่ยังพบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งยังประสบปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนที่สูงอยู่ ในที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งที่มีความจำเป็นมาก นั้นคือ แผ่นรังเทียมซึ่งจะช่วยให้ผึ้งสามารถสร้างรังได้เร็ว และป้องกันไม่ให้ผึ้งงานสร้างหลอดรังที่เป็นตัวผู้ และแผ่นรังเทียมนี้ก็ยังมีราคาที่สูงอยู่ นอกจากนี้แผ่นรังเทียมยังทำมาจากไขผึ้ง ซึ่งก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผึ้ง ซึ่งเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งจะมีอยู่แล้ว แต่ไม่อาจจะนำไขผึ้งที่มีมาทำแผ่นรังเทียมใช้เอง เพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าหน่วยงานราชการที่ให้การส่งเสริมด้านการเลี้ยงผึ้งที่มีเครื่องจักร ในการผลิตแผ่นรังเทียมนั้นกับ ไม่สามารถที่จะผลิตแผ่นรังเทียมได้เอง ยังต้องซื้อแผ่นรังเทียมมาใช้ ซึ่งผู้จัดทำปัญหาพิเศษได้เล็งเห็น ถึงปัญหาข้อนี้จึงมีการทำการทดลองเรื่องเทคนิคการทำแผ่นรังเทียมขึ้น เพื่อจะช่วยในเกษตรกรได้ใช้แผ่นรังเทียมที่มีราคาถูก ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตในการเลี้ยงผึ้งอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการทำแผ่นรังเทียมผึ้ง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำแผ่นรังเทียม
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิวที่ความเข้มข้นต่างกัน ที่มีผลต่อการทำแผ่นรังเทียม
3. เพื่อหาแนวทางในการผลิตแผ่นรังเทียมเพื่อให้มีคุณภาพ สะดวก รวดเร็ว มีราคาถูก สามารถพัฒนาสู่ระบบอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ความเป็นมาของการเลี้ยงผึ้ง

ปัจจุบันการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ กำลังเป็นที่สนใจของบุคคลทั่วไป และมีแนวโน้มว่า ผึ้งพันธุ์จะนำไปเลี้ยงได้ ในหลายภาคของประเทศไทย และได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลี้ยง ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นเพื่อให้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพทัดเทียมกับนานาประเทศ ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ ของเกสร และน้ำหวานจากดอกไม้ธรรมชาติ รวมทั้งการเข้าใจ เทคนิคในการจัดการภายในรวงรังของผึ้งที่ถูกต้อง (ประยงค์, 2526)

แผ่นฐานรวงรังหรือแผ่นรังเทียม (foundation sheet) ถือได้ว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในการเลี้ยงผึ้ง มีบทบาทเสริมให้อุตสาหกรรม การเลี้ยงผึ้งพันธุ์พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว แผ่นรังเทียม คือ แผ่นไขผึ้งที่ถูกพิมพ์ให้เป็นรอยตารางเหลี่ยมทั้งสองหน้า ซึ่งขนาดตารางหกเหลี่ยมนี้ จะเท่ากับขนาดความกว้างของหลอดรวงผึ้งในธรรมชาติ (พงค์เทพ , 2526) ซึ่งแผ่นรังเทียมจะบางประมาณ 3 มิลลิเมตร มีขนาดตั้งแต่ 180 x 320 มิลลิเมตร (แสนนัด , 2531)

ปัจจุบันมีผู้ผลิตออกมาในหลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงความแข็งแรงอายุใช้งานเป็นหลัก มีทั้งแบบที่ใช้ไขผึ้งล้วน (pure bee wax) แบบฝังเส้นลวดเป็นโครง (structure)

ผู้เลี้ยงผึ้งอาจไม่ใช้แผ่นพื้นฐานรวงรัง โดยปล่อยให้ผึ้งสร้างรวงรังขึ้นเองก็ได้ แต่เสียเวลามาก และหลอดรังมักมีขนาดไม่เท่ากัน ซึ่งในสมัยโบราณมักนิยมเลี้ยงกันอย่างนี้ต่อมา โจฮันเนส เมธริง (Johanes Mehring) เป็นชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์ ทำเป็นแผ่นไขผึ้งให้ผึ้งสร้างรวงรังขึ้นในปี ค.ศ. 1857 แต่การประดิษฐ์นั้นยังไม่เรียบร้อยประณีตนัก เพราะไม่มีผนัง (Cell wall) รอบๆ รูปหกเหลี่ยม พอถึงปี ค.ศ. 1861 แซมมวล แวกเบอร์ (Samuel Wagner) ได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้วก็มีการพัฒนาเรื่อยมาจนปัจจุบัน (Crane, 1975)

ลักษณะโครงสร้างของไขผึ้ง (Bee wax)

ประดิษฐ์ (2528) ได้กล่าวไว้ว่า ไขผึ้ง คือ เอสเทอร์ของโมโนไฮดริกแอลกอฮอล์ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกับกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ๆ มีสูตรโครงสร้างทั่ว ๆ ไปว่า RCOOR

โดยที่ R จะประกอบ ด้วย คาร์บอน 16 ถึง 36 อะตอมตัวอย่าง เช่น ไมริซิลปาล์มิเตต ($C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$) เป็นไขผึ้งที่ได้จากรังผึ้ง

ไขผึ้งที่เกิดจากธรรมชาติมักจะมีกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ และไฮโดรคาร์บอนอิสระปนอยู่ด้วย และเนื่องจากไขผึ้งเป็นของแข็ง จึงให้นิยามอีกอย่างหนึ่งว่า “ เอสเทอร์ที่เป็นของแข็ง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขผึ้ง จะมีจุดหลอมเหลวที่ 62 – 65 องศาเซลเซียส และสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น Chloroform, Benzene, Ether เป็นต้น ไขผึ้งเป็น Complex mixture ของ lipid และ hydrocarbon มีสารประกอบมากกว่า 300 ชนิด ไขผึ้ง 1 กรัม สามารถสร้างรังผึ้งได้ 20 เซนติเมตร ถ้าใช้ไขผึ้ง 55 กรัม สามารถเก็บน้ำหวานได้ 1 กิโลกรัม ในสหรัฐอเมริกาไขผึ้ง 1 กิโลกรัม สามารถเก็บน้ำหวานได้ถึง 50 กิโลกรัม ไขผึ้งที่ดีต้องมีสีเหลืองอ่อน (Crane, 1975)

ลักษณะทั่วไปของสารลดแรงตึงผิว

D.C. Cullum (1994) ได้กล่าวไว้ว่า สารลดแรงตึงผิวสามารถแบ่งออก ได้ 4 กลุ่ม ด้วยกัน คือ

1) Anionic surfactants สารลดแรงตึงผิวในกลุ่มนี้จะมีขั้วลบ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับ Na^+, NH^+_4 และ trietanolammonium, $NH^+_4(C_2H_4OH)_3$ แต่ K^+ ,Mg^{2+} และ alkanolammonium ions กลุ่มอื่น ก็พบอยู่บ้าง ส่วนพวก Petroleum sulphonates อาจใช้ Ca^+ หรือ Ba^{2+} สารในกลุ่มนี้ คือ

Sulphates	
Alkyl sulphates	$ROSO^-_3$
Alkylether sulphates	$R(OC_2H_4)_nOSO^-_3$
Sulphated alkanolamides	$RCONHC_2H_4OSO^-_3$
(Sulphated ethoxylated derivatives)	
Monoglycerride sulphates	$RCOOCH_2CHOHCH_2OSO^-_3$
Sulphated alkylphenol ethoxylates	$RC_6H_4(OC_2H_4)OSO^-_3$
($R = C_9H_{19}^-$, $n = 3$ หรือมากกว่า)	
Sulphonated hydrocarbons	
Alkylbenzene sulphonates	$RC_6H_4SO^-_3$
Alkane sulphonates	RSO^-_3
Alpha-olefin sulphonates	$RCH{=}CHR'SO^-_3$
(R' = mainly - CH_2- and - C2H_4-)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alklnaphtale sulphonates	$RC_{10}H_6SO_3^-$
(typically R = C_4H_9-)	
Petrolum sulphonates	dialkylbenzene sulphonates
	$R_2C_6H_3SO_3^-$
	(R = $C_{10}H_{21}$-$C_{14}H_{29}$) และ
	dialkylnaphthalene sulphonates
	$R_2C_{10}H_5SO_3^-$
	(R = C_9H_{19})
Sulphonated esters	
Acyl isethionates	$RCOOC_2H_4SO_3^-$
Fatty ester α - sulphonates	$RCHCOOR'$ $\vert$ SO_3^-
(R' = CH_3 - to C_4H_9 -)	
Monoalkylsulphosuccinates	$ROOCCHSO_3^-$ $\vert$ CH_2COO^-
(R= $C_{12}H_{25}$ or longer)	
Dialkylsulphosuccinates (R and	$ROOCCHSO_3^-$ $\vert$
R' = C_6H_{13} - to C8H_{17}-)	$R'OOCCH_2$
Sulphonated amides	
Acyl methyltaurates	$RCON(CH_3)C_2H_4SO_3^-$
Alkyl sulphosuccinamates	$RNNHCOCHSO_3^-$ $\vert$ CH_2COO^-
Carboxylates	
Soaps	$RCOO^-$
Alkyl ethoxy carboxylates	$R(OC_2H_4)_nOCH_2COO^-$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acyl sarcosinates	$RCON(CH_3)CH_2COO^-$

Phosphates

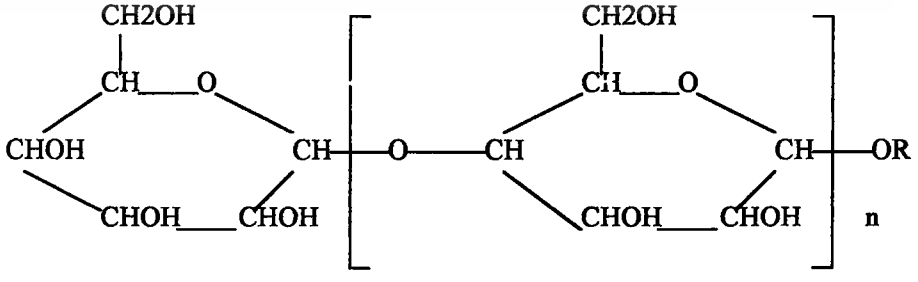
Alkyl phosphates	$RO.PO.(OH)_2 + (RO)_2POOH$ $+(RO)_3PO$
Alkylether phosphates	$RO(C_2H_4O)_nPO(OH)_2$ + $[RO(C_2H_4O)_n]_2POOH$ + $[RO(C_2H_4O)_n]_3PO$

2. Nonionic surfactant เป็นสารลดแรงตึงผิวในกลุ่มที่มีไม่มีขั้วสารในกลุ่มจะมี ดังนี้

Non- nitrogenous

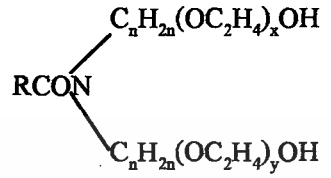
Fatty alcohols	ROH
Fatty alcohol ethoxylates	$R(OC_2H_4)_nOH$
Alkylphenol ethoxylates	$RC_6H_4(OC_2H_4)_nOH$
Polyethylene glycol esters (ethoxylated fatty acids)	$RCO(OC_2H_4)_nOH$
Sorbitan esters (also ethoxylated derivatives)	$RCOOCH_2CHOHC(CHOH)_2CH_2$ (O)

Alkyl polyglycosides (n = 0 to 4)



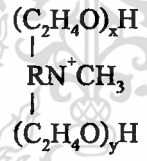
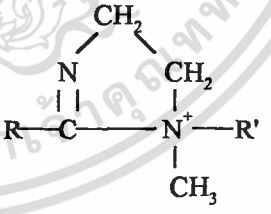
Alkanolamides. Usually ethanolamides, sometimes isopropanolamides.

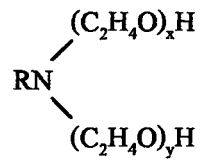
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monoalkanolamides	$RCONHC_nH_{2n}OH$
Dialkanolamides	$RCON(C_nH_{2n}OH)_2$
Ethoxylated monoalkanolamides	$RCONHC_nH_{2n}(OC_2H_4)_xOH$
Ethoxylated dialkanolamides	

3. Cationic surtactants

เป็นสารลดแรงตึงผิว ในกลุ่มที่มีขั้วบวก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะจับประจุลบของ Cl^-, Br^-, CH_3COO^- และ $CH_3OSO_3^-$

Monoalkyltrimethylammonium salts	$RN^+(CH_3)_3$
Dialkydimethylammonium salts	$R_2N^+(CH_3)_2$
Benzalkonium salts	$RN^+(CH_3)CH_2C_6H_5$
Alkylpyridimium salts	$RN^+C_5H_5$
Ethocylated quatermary salts, e.g.	
Imidazolinium salts, e.g.	

Alkylamines	RNH_2
Amine oxides	$RN(CH_3)_2 \rightarrow O$
Dialkylmethylamines	$RR'NCH_3$
Ethoxylated amines	

$(x + y = n = 2 - 50)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Amphoteric surfactant

สารลดแรงตึงผิวในกลุ่มนี้จะ ประกอบด้วยทั้ง ขั้วบวก และขั้วลบ โดยทั่วไป Amphoteric surfactant จะประกอบด้วย กรด และ เบส โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ WW, WS, WS, SS

โดยที่ W คือ weak (อ่อน)

S คือ strong (แก่)

ตัวอักษรตัวแรก คือ หมู่ของกรด

ตัวอักษรตัวที่สอง คือ หมู่ของเบส

สารในกลุ่มนี้ มีดังนี้

เบสอ่อน N(W/W) Carboxylate	
Alkylhycinates	$RNH^+{}_2CH_2COO^-$
Alkylaminopropionates	$RNH^+{}_2CH_2CH_2COO^-$
Alkyldiglycinates (X^+ = any cation,e.g. Na^+)	$RNH^+(CH_2COO^-)_2 + X^+$
Alkylaminodipropionates (X^+ = any cation, e.g. Na^+)	$RNH^+(CH_2CH_2COO^-)_2 + X^+$
Imidazoline derivatives (many possibilities)	e.g. $RCONHCH_2CH_2NH^+CH_2CH_2OH$ CH_2COO^-
เบสแก่ N(W/S) Carboxylates	
Alkyldimethyl betaines	$RN^+(CH_3)_2CH_2COO^-$
Alkylamidobetaines	$RCONHC_nH_{2n}N^+(CH_3)_2CH_2COO^-$
เบสอ่อน N(S/W) Sulphonates	
Amphopropyl sulphonates	$RCONH(CH_2)_2NH^+(CH_2CH_2OH)CH_2CHOHCH_2SO_3^-$
เบสแก่ N(S/S) Sulphonates หรือ hydroxysultaines	$RCONH(CH_2)_3N^+(CH_3)_2CH_2CHOHCH_2SO_3^-$

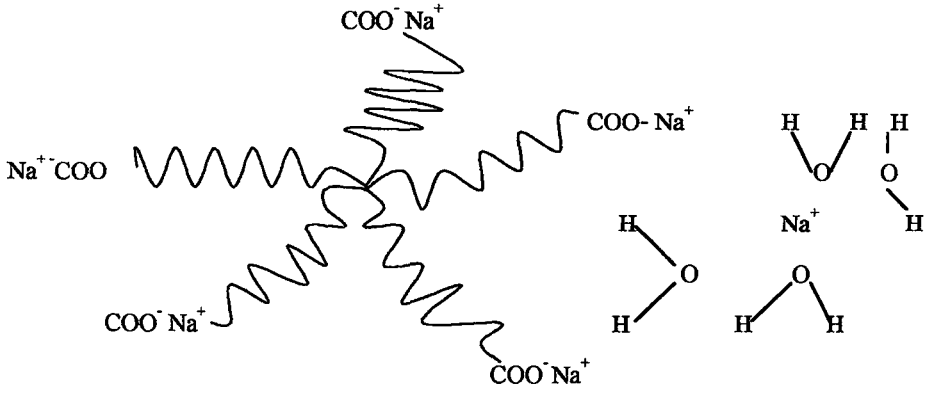
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทำปฏิกิริยาระหว่างสารลดแรงตึงผิว และไขมัน</u>

นักเคมีพบว่าโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว ประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอนเป็นโซ่ยาวรวมกับหมู่ คาร์บอกซิล ส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนละลายในไขมันได้ และส่วนที่เป็นคาร์บอกซิลละลายน้ำได้ สารละแรงตึงผิวจึงละลายได้ทั้งในไขมันและในน้ำ

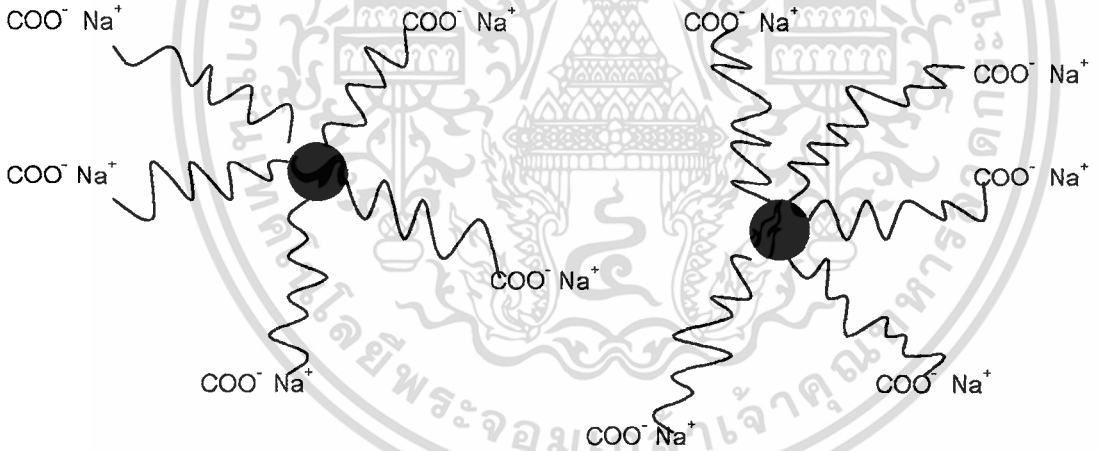
เมื่อสารลดแรงตึงผิว เช่น โซเดียมสเตียเรตละลายน้ำ โซเดียมอิออนในโมเลกุลจะเป็นโซเดียมอิออนไฮเดรต โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวจะจับกันเป็นกลุ่มของสารลดแรงตึงผิว โดยมีปลายด้านที่เป็นไฮโดรคาร์บอนจับกลุ่มอยู่ตรงกลาง ข้างในส่วนปลายหมู่คาร์บอกซิลิก จะผลักห่างออกจากกัน (เพราะมีประจุเหมือน ๆ กัน) และชี้ออกไปยังโมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบ ๆ ตามภาพที่ 1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ก็คือ เนื่องจากกลุ่มของสารลดแรงตึงผิวจะหันปลายโซ่ไฮโดรคาร์บอนไปละลายในน้ำมัน โดยดึงน้ำมันออกเป็นหยดเล็ก ๆ ทำให้น้ำมันกระจายตัวออกและหลุดออกจากผิวหน้าของสิ่งที่ซักล้าง ตามภาพที่ 2

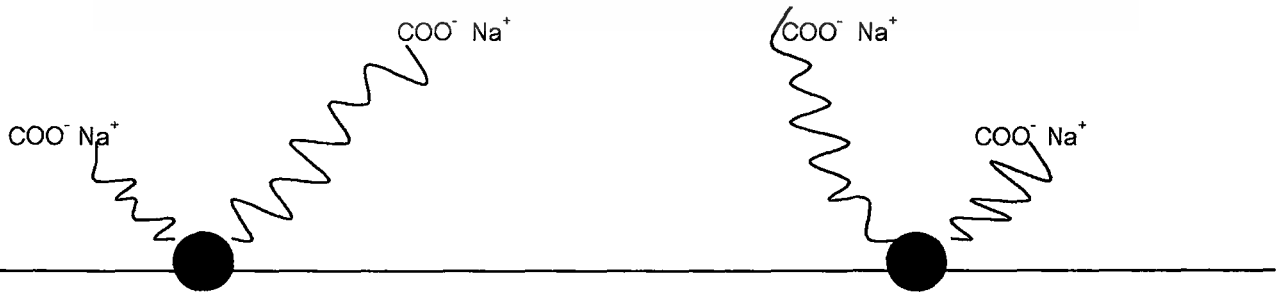
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โซเดียมสเตียเรต

ภาพที่ 1 แสดงกลุ่มสารลดแรงตึงผิวในน้ำ (ประดิษฐ์, 2528)





ภาพที่ 2 แสดงการกำจัดน้ำมันโดยสารลดแรงตึงผิว (ประดิษฐ์, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องทำแผ่นรังเทียม (Foundation mould) (ภาพผนวกที่ 1)
2. เครื่องรีดไขผึ้ง (ภาพผนวกที่ 2)
3. หม้อต้มไขผึ้ง มีลักษณะรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 65 X 35 เซนติเมตร ทำจากโลหะ มี 2 ชั้น ชั้นนอกไว้สำหรับใส่น้ำ ด้านในไว้สำหรับใส่ไขผึ้ง (ภาพผนวกที่ 3)
4. เตาไฟฟ้า
5. แผ่นไม้ หรือ Future board พลาสติกลูกฟูก ขนาด 23 x 50 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 4)
6. อ่างน้ำสำหรับหล่อเย็น
7. มีด (Cutter)
8. Cylinder
9. Beaker
10. แปรงสีฟัน (สำหรับทาสารลดแรงตึงผิว และทำความสะอาดเครื่องทำแผ่นฐานรวงรัง)
11. กาต้มน้ำ
12. แผ่นพลาสติกบาง
13. สารลดแรงตึงผิวชนิดต่าง ๆ แบ่งตามกลุ่ม

    12.1 Anionic surfactant แชมพู แคล์รอล (เฮอร์บิล เอสเซ็นส์), LUX (SUPER RICH), สบู่เหลว DERMAPON (ภาพผนวกที่ 6)

    12.2 Anionic surfactant ผสมกับ Amphoteric surfactant แชมพู SUNSILK (EXTRA MILD), BABI MILD, สบู่เหลว SHOWER TO SHOWER (ภาพผนวกที่ 7)

    12.3 Anionic surfactan, Nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน แชมพู CUSSONS, St.ANDIEWS, KODOMO, สบู่เหลว , St. ANDREWS, BABI MILD (ภาพผนวกที่ 8)

    12.4 Sodium laureth sulfate แชมพู KAO (ESENTIAL), แฟซ่า (EXTRA), แฟซ่า (สูตรบำรุงผม), PANTENE (PRO-V), LAVENUS (FOR SEVERELY DRY, DAMAGED HAIR), LAVENUS (EXTRA SHINY FORMULA), CARE, สบู่เหลว JOHNSON'S (pH 5.5), JOHNSON'S (KID), KODOMODETTOL (FRESH), CUSS0NS (PREMIUM), CUSSONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(IMPRERIAL LEATHER), PALMOLIVE, BIORE U., CITRA, SHOKUBUTSU, LUX, LUX (BEAUTY), JOHNSON'S (BABI BATH), JOHNSON'S (BABI HEAD TO TOE BATH) (ภาพผนวกที่ 9)

วิธีการ

วิธีการและขั้นตอนการทำแผ่นรังเทียม

1) การเตรียมหม้อต้มไขผึ้ง เติมน้ำลงในช่องใส่น้ำประมาณ ½ ของหม้อต้มไขเพื่อป้องกันไม่ให้ไขผึ้งไหม้ จากนั้นนำไขผึ้งที่เป็นก้อนสำเร็จที่พร้อมสำหรับต้ม ซึ่งต้องเป็นไขผึ้งแท้ และก่อนนำไปต้มควรทำความสะอาดโดย ตัดส่วนที่มีเศษสิ่งสกปรกที่ก้นทิ้งก่อน จากนั้นนำขึ้นตั้งบนเตาไฟฟ้ารอให้ไขผึ้งละลาย ซึ่งไขผึ้งจะหลอมเป็นของเหลงที่อุณหภูมิในช่วง 65 –70 องศาเซลเซียส (ประยงค์, 2525) ในการหลอมไขผึ้งนี้ ไขผึ้งที่เป็นก้อนยังไม่ละลายจะลอยขึ้นมาด้านบนผิว และเมื่อไขผึ้งเริ่มละลายจนหมดให้ดับไฟ เพื่อให้อุณหภูมิของไขลดลงอยู่ในช่วง 60 – 65 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะที่สุดที่จะทำการจุ่มไขผึ้ง (ภาพผนวกที่ 10)

2) การเตรียมเครื่อง Roller Foundation Mould หรือเครื่องทำแผ่นฐานรวงรัง ทำความสะอาดลูกกลิ้ง เพราะลูกกลิ้งมักจะมีเศษของไขผึ้งติดอยู่เสมอ และถ้าไม่ทำความสะอาดจะทำให้แผ่นรังเทียมที่ออกมาขึ้นรูปไม่สวย และไม่มีความสม่ำเสมอของลาย ซึ่งการทำความสะอาดลูกกลิ้งทำโดยการนำน้ำร้อนไปราดให้ทั่วลูกกลิ้ง และราดที่จุดที่มีไขผึ้งไปเกาะอยู่จากนั้นให้ใช้แปรง (แปรงสีฟันเก่า) ขัดไปด้วยจะทำให้สะอาดดียิ่งขึ้น จากนั้นควรปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง ให้เหมาะสม กับความหนาของแผ่นที่ต้องการ จากนั้นทดสอบการหมุนของมอเตอร์ ดูว่าเฟืองเข้ากันหรือไม่ ช่วงนี้อาจใช้แผ่นไขผึ้งขนาดเล็ก ใส่ทดลองลงไปเพื่อดูว่า การขึ้นรูปบนแผ่นใช้ได้ตามต้องการ หรือไม่ ซึ่งความห่างในที่นี้ในการทดลอง ได้วัดเอาความสูงของน็อตซึ่งเป็นตัวควบคุมความถี่ห่าง ของลูกกลิ้งซึ่งใช้ความสูงของน็อต ซึ่งวัดจากฐานของน็อตขึ้นมาต้องสูงประมาณ 2.6 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 11)

3) การเตรียมแผ่นแบบสำหรับจุ่มไขผึ้งซึ่งผู้ทดลองได้ใช้แผ่น Future board นำแผ่น Future board ที่ได้มาตัดให้ได้ขนาด 23 x 50 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานของแผ่น ที่ใช้ในการเป็นแบบในการจุ่มไขผึ้ง ซึ่งผิวหน้าของแผ่น Future board จะมีความเรียบกว่าแผ่นไม้อัด นอกจากนี้ผิวหน้าของแผ่น Future board ยังมีความลื่น ทำให้ง่ายต่อการแกะออกจากแบบได้ง่าย และราคาถูกกว่าการใช้แผ่นไม้อัด และข้อเสียของแผ่นไม้อัด อีกอย่างคือ เมื่อใช้แผ่นไม้อัดไปนานๆ แผ่นไม้อัดจะมีการบวมเพราะต้องโดนน้ำและไขผึ้งเป็นประจำ ทำให้ไม่คุ้มค่าต่อค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเตรียมน้ำในการหล่อเย็นแผ่นไขผึ้ง ขณะจุ่มไขผึ้งแต่ละครั้งน้ำที่ใช้ในการทำไม่ควรเย็นเกินไปหรือน้ำที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหหภูมิห้อง เพราะน้ำจะเป็นสาเหตุหลักที่จะทำให้แผ่นไขผึ้งแตกซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นในช่วงที่จะเข้าเครื่องทำแผ่นฐานรวงรัง เพราะจะทำให้แผ่นไขผึ้งแตกซึ่งจะเป็นปัญหาอย่างมาก เพราะแผ่นที่แตกมักจะติดกับลูกกลิ้ง ทำให้การทำแผ่นรังเทียมต้องหยุดชะงักไม่ต่อเนื่อง เพราะต้องทำความสะอาดลูกกลิ้งก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นต่อไปต้องติดลูกกลิ้ง และขึ้นรูปแผ่นจะไม่เสีย

5) การจุ่มแผ่น Future board ในไขผึ้ง เมื่ออุณหภูมิของหม้อต้มไขผึ้งเริ่มลดลงมา ถึงอุณหภูมิ 60 – 65 องศาเซลเซียส โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์วัด แล้วจึงนำแผ่น Future board ที่เตรียมไว้มาทา ด้วยสารลดแรงตึงผิวด้วยความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ไขผึ้งติดกับแผ่น Future board และ จะทำให้แกะไขผึ้งจากแผ่น Future board ได้ง่ายขึ้น เมื่อทาสารลดแรงตึงผิวได้ทั่วทั้ง 2 ด้านแล้ว จึงนำไปจุ่มลงในไขผึ้งที่หลอมเหลว (ภาพผนวกที่ 12) ในหม้อต้มไขซึ่งต้องรีบยกขึ้นทันที ไขผึ้งจะเกาะอยู่ที่ผิวของ Future board ซึ่งช่วงนี้อาจรอให้ไขผึ้งเย็นตัวลงก่อนแล้วค่อยจุ่มลงเป็นครั้งที่สอง แต่จากการทดลองจะใช้น้ำเป็นตัวลดอุณหภูมิ (ภาพผนวกที่ 13) เพราะจะไม่ต้องเสียเวลา ในการรอให้แผ่นเย็นตัวลงเอง เพราะแผ่นจะเย็นตัวลงเองโดยไม่ใช้น้ำช่วยจะใช้เวลานาน 2 – 3 นาที ในแต่ละชั้นซึ่งระยะเวลาจะนานขึ้น เมื่อชั้นหนาขึ้นซึ่งถ้ารอจนทำครบ 4 ชั้น ตามที่ต้องการในแต่ละแผ่นต้องใช้เวลาถึง 18 นาที ซึ่งจะเป็นการเสียเวลามากและนอกจากการเสียเวลา ในการทำแผ่นที่มากแล้ว ยังส่งผลไปถึงอุณหภูมิของไขผึ้งในหม้อต้มซึ่งจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่เสียไป เพราะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของเตาได้ ทำให้ทำแผ่นรังเทียมได้น้อย และความสม่ำเสมอของแผ่นก็จะเปลี่ยนแปลงไป ตามอุณหภูมิที่ลดลงอีกด้วย ดังนั้นการใช้น้ำหล่อเย็นจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยลดระยะเวลาในการทำแผ่นได้ดีทีเดียว แต่จะมีข้อกำหนดของอุณหภูมิของน้ำที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเท่านั้น และเมื่อหลังจากจุ่มครั้งที่ 1 แล้วผ่านน้ำแล้วในการจุ่มครั้งที่ 2 นั้นควรกลับด้านแผ่น Future board ด้านที่เคยอยู่บนเอาลงข้างล่างเพื่อให้ไขผึ้งที่เกาะที่แผ่น Future board มีความหนาบางเท่ากันทั่วทั้งแผ่น (ภาพผนวกที่ 14) และจากการทดลองพบว่าควรจุ่มทั้งหมด 4 ครั้ง จะได้ความหนาที่พอเหมาะในการทำแผ่นรังเทียม การที่ไขผึ้งจะจับเกาะกับผิว Future board บางหรือหนาในแต่ละครั้งนั้นขึ้นอยู่กับความร้อนที่ใช้หลอมละลายไขผึ้ง หากความร้อนสูงไขผึ้งจะเกาะได้บาง และบางทีก็มีรอยแตกแยกตามพื้นผิวดังนั้นไม่ควรใช้ความร้อนสูงมากนัก เพื่อจะได้ไขผึ้งที่หนา และเกาะตัวดีตามต้องการและแผ่นจะสม่ำเสมอ

6) หลักการแกะแผ่นรังเทียมออกจากแผ่น Future board เมื่อทำการจุ่มไขผึ้งครบตามที่ต้องการเรียบร้อย (ภาพผนวกที่ 15) แล้วไม่ควรรีบแกะเอาแผ่นไขออกจากแผ่น Future board โดยทันที เพราะในช่วงแรกนี้แผ่นไขยังมีความอ่อนตัวอยู่มาก และจะง่ายต่อการฉีกขาด และแผ่นไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผึ้งยังจับตัวกันยังไม่ดีนัก ควรทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 – 4 นาที และไม่ควรทิ้งไว้นาน เพราะจะทำให้แผ่นไขผึ้งแห้งจนเกินไปจะทำให้แกะยาก และอาจทำให้แผ่นขาดได้เมื่อแผ่นไขผึ้งเย็นลงให้ใช้มีดตัดขอบมุมทั้ง 4 ของ Future board ที่จะมีไขมาจับหนามาก ซึ่งวัดจากขอบออกมาประมาณด้านละ 1 เซนติเมตร เพื่อจะทำให้แผ่นที่ได้สม่ำเสมอ และเมื่อนำเข้าไปในเครื่องแผ่นจะไม่เบี้ยว เพราะสาเหตุหลักที่ทำให้แผ่นไขบิดเบี้ยวนั้น เกิดจากความหนาของแผ่นไขไม่สม่ำเสมอนั่นเอง

7) การแก้ปัญหาที่แผ่นไม่สม่ำเสมอ เมื่อทำแผ่นไขผึ้งที่ได้เกิดความไม่สม่ำเสมอซึ่งเกิดจากสาเหตุหลายอย่าง เช่น

- อุณหภูมิในการจุ่มเริ่มต่ำลงมากทำให้ไขผึ้งเกาะไม่สม่ำเสมอ เพราะมีไขผึ้งบางส่วนเริ่มจับตัวกันเป็นฝ้าที่ผิวบนของไขผึ้ง

- ในช่วงที่จุ่มแผ่น Future board ในไขผึ้งแล้วมาผ่านน้ำเพื่อหล่อเย็นนั้นถ้าสลัดน้ำไม่หมด เมื่อทำการนำไปจุ่มในไขผึ้ง เมื่อน้ำที่เกาะบนแผ่นไขหยดลงไปในหม้อต้มจะทำให้ไขผึ้งที่หลอมเหลวจับตัวกันเป็นจุดลอยขึ้นมา และเมื่อจุ่มแผ่น Future board ลงไปก็จะติดขึ้นมาด้วยทำให้เกิดจุดขึ้นบนแผ่นไขทำให้ไม่เรียบ

ซึ่งการแก้ไขแผ่นไขผึ้งที่ไม่เรียบนั้น สามารถทำได้โดยนำไปผ่านเครื่องรีดแผ่น โดยเครื่องจะรีดแผ่นให้มีความสม่ำเสมอกัน แต่การใส่ในเครื่องรีดนั้น ไม่ควรปล่อยให้แผ่นรังเทียมเย็นเกินไป และในการใส่แผ่นไข ลงไปในเครื่องรีดแผ่นไขนี้ควรใส่ตามยาว (ภาพผนวกที่ 16) เพราะถ้าใส่ตามขวางแล้วแผ่นจะมีการบิดเบี้ยวผิดรูปได้ง่ายซึ่ง เมื่อแผ่นบิดเบี้ยวแล้วจะไม่สามารถนำมาใช้หรือนำมาทำเป็นแผ่นรังเทียมเพราะจะทำให้ได้แผ่นรังเทียมบิดเบี้ยวผิดรูปไปด้วย แต่ถ้าใส่ด้านตามยาวแผ่นจะออกมาสม่ำเสมอไม่บิดเบี้ยว และความหนาที่ได้จะสม่ำเสมอ และเมื่อนำไปทำแผ่นรังเทียมจะทำให้ได้แผ่นรังเทียมที่สม่ำเสมอ

8) การใส่พลาสติก (การหุ้มส่วนบนของแผ่นไขผึ้งก่อนเอาเข้าเครื่อง) ก่อนที่จะนำไขผึ้งเข้าในเครื่องทำแผ่นรวงรัง (ภาพผนวกที่ 17) เนื่องจากโดยปกติที่มีการใส่แผ่นไขผึ้งเข้าไปในเครื่องนั้น ช่วงต้นของแผ่นไขผึ้งมักจะติดกับลูกกลิ้ง ซึ่งจะเป็นการยากในการที่จะแกะแผ่นไขผึ้ง ออกจากลูกกลิ้ง และทำให้เสียเวลาในการแกะ และนอกจากนี้ยังทำให้ต้องแกะแผ่นไขออกมาจากลูกกลิ้ง ทำให้แผ่นบิดเบี้ยวในช่วงแรกทำให้ต้องตัดทิ้งไป แต่ถ้ามีการหุ้มส่วนบนด้วยพลาสติกบางใส จะทำให้แผ่นไขผึ้งไม่ติดกับลูกกลิ้งทำให้ง่ายต่อการแกะ

9) การทดลองสารลดแรงตึงผิวทั้ง 4 กลุ่ม หลังจากได้แผ่นไขผึ้งตามต้องการที่มีความหนาสม่ำเสมอเรียบร้อยแล้วให้นำมาทำการทดสอบกับสารลดแรงตึงผิวทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1)Anionic surfactant 2)Anionic surfactant , nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน 3)Anionic surfactant ผสมกับ Amphoteric surfactant 4)Sodium laureth sulfate surfactant ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันของสารแต่ละกลุ่ม คือ ที่ความเข้มข้น 0 , 0.1 ,0.5 , 1 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันจะมีค่าที่ต่างกันเช่นกัน ซึ่งพบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าแผ่นไขผึ้งจะติดลูกกลิ้ง ส่วนความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ของสารทั้ง 4 กลุ่มพบว่าแผ่นไขผึ้งมีการติดลูกกลิ้งเป็นบางส่วน ทำให้แผ่นขาดไม่สมบูรณ์ ที่ความเข้มข้นที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของสารทั้ง 4 กลุ่มพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ ของการติดลูกกลิ้งน้อยลง แผ่นขาดเล็กน้อย ที่ความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสาร 4 กลุ่มมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการทดลองทำให้พบว่าที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์นี้เอง สารในกลุ่ม Sodium laureth sulfate surfactant พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของไขผึ้ง ที่ติดลูกกลิ้งน้อยมากหรือเรียกว่า เกือบไม่ติดเลยเมื่อเปรียบเทียบกับสารในกลุ่ม 1)Anionic surfactant, 2)Anionic surfactant, nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน3)Anionic surfactant ผสมกับ Amphoteric surfactant และเมื่อทำการทดลองโดยเพิ่มความความเข้มข้นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารทั้ง 4 กลุ่มนี้ ไม่มีสารตัวใดเลยที่ทำให้แผ่นไขผึ้งติดลูกกลิ้งของเครื่องทำแผ่นรวงรัง แต่ในทั้ง 4 กลุ่มนี้ถ้าเปรียบเทียบการลอกแผ่นออกจากเครื่องทำให้ทราบถึงข้อแตกต่าง อย่างเห็นได้ชัดว่าสารในกลุ่มของ Sodium laureth sulfate surfactant จะลอกแผ่นออกได้ง่ายกว่าชนิดอื่น จากนั้นได้ทดลองที่ความเข้มข้นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ความเข้มข้น นี้พบว่าสารทั้ง 4 กลุ่ม ทำให้แผ่นไขไม่ติดลูกกลิ้งเช่นกัน ซึ่งถ้าเปรียบเทียบเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจแล้วผลที่ดีที่สุด คือ ที่ความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ เพราะว่าถ้าเทียบกับ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ของสารทั้ง 4 กลุ่ม จะมีความแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นควรนำสารความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารในกลุ่ม Sodium laureth sulfate surfactant จึงจัดว่าดีที่สุด (ตารางที่ 1) นอกจากนั้นยังขึ้นรูปได้สมบูรณ์ (ภาพผนวกที่ 18)

10) หลังจากที่ทำแผ่นรังเทียมโดยผ่านเครื่องทำแผ่นฐานรวงรัง แผ่นที่ผ่านเครื่องออกมา จะมีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน และยังมีสารลดแรงตึงผิวติดที่แผ่นรังเทียม ควรนำไปล้างสารลดแรงตึงผิวออกให้หมด และผึ่งลมให้แห้ง เพราะถ้าล้างสารลดแรงตึงผิวไม่หมด นอกจากจะทำให้กลิ่นของไขผึ้งเปลี่ยนไปแล้ว เมื่อทิ้งไว้ให้แห้งยังจะทำให้เกิดรอยด่างขึ้นกับแผ่นรังเทียมอีกด้วย ดังนั้นแล้วจึงควรล้าง และผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำมาตัดให้ได้ขนาดที่ต้องการคือ 23 x 50 เซนติเมตร แล้วนำไปเก็บรวมกันเพื่อส่งออกขายได้ (ภาพผนวกที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

<u>สถานที่และระยะเวลาทำในการทดลอง</u>

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองขึ้นที่ ตึกภาควิชาเทคนิคการเกษตรคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองของสารลดแรงตึงผิวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อไขผึ้ง

กลุ่มสารทดสอบ	ความเข้มข้น					
	0	0.1	0.5	1	5	10
1) Anionic	+++++	++++	++++	+++	+	—
2) Anionic,nonionic, Amphoteric	+++++	++++	++++	+++	++	—
3) Anionic, Amphoteric	+++++	++++	++++	+++	++	—
4) Sodium Laureth Sulfate	+++++	++++	+++	++	+	—

(+++++) ติดลูกกลิ้งมากและขาด (++) ไม่ติดลูกกลิ้ง

(++++) ติดลูกกลิ้งมาก (+) ไม่ติดลูกกลิ้งลอกง่าย

(+++) ติดลูกกลิ้งบางส่วน (_) ไม่ติดลูกกลิ้งลอกง่ายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36000

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่แผ่นไขผึ้งที่ได้จากการจุ่มนั้นความหนาไม่สม่ำเสมอนั้น เนื่องจากเตาที่ใช้ในการให้ความร้อนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ ทำให้ในการจุ่มแต่ละครั้ง จะมีการเปลี่ยนของอุณหภูมิตลอดเวลา ทำให้การจับตัวของไขหนาบางไม่เท่ากัน การที่ควบคุมอุณหภูมิของห้องไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำซึ่งจะมีผลในการหล่อน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิของไขในการชุบแต่ละครั้ง เพราะถ้าอุณหภูมิของน้ำเย็นเกินไปจะทำให้ผิวของแผ่นไขแตก เมื่อเอาไปทำเป็นแผ่นรังเทียมแผ่นจะแตกเสียใช้ไม่ได้ การล้างเครื่องทำแผ่นพื้นฐานรวงรังไม่สะอาดจะมีผลทำให้แผ่นรังเทียมที่ได้มีความไม่สมบรูณ์ขึ้นรูปไม่ครบ 6 เหลี่ยม หรือตื้นเกินไป หรือทำให้ลายของแผ่นด้านหน้า และด้านหลังของแผ่นรังเทียมไม่เท่ากัน กำลังมอเตอร์ของเครื่องทำแผ่นพื้นฐานรวงรังมีกำลังน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถทำแผ่นรังเทียมที่มีขอนาดหนาได้ ในการจุ่มแผ่นไขผึ้งแต่ละครั้งต้องนำไปแช่น้ำเพื่อลดอุณหภูมิ และในขั้นตอนนี้เองถ้าหากสลัดน้ำบนแผ่นไขผึ้งไม่หมด แล้วนำไปจุ่มลงในไขผึ้งอีก จะทำให้แผ่นไขผึ้งไม่เรียบ ซึ่งจะมีผลในการนำไปทำแผ่นรังเทียม เพราะจะทำให้ขึ้นรูปไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป (Conclusion)

จากการทดลอง ทำให้เราทราบว่าสารลดแรงตึงผิวมีผลกับการติด ของไขผึ้งบนลูกกลิ้งของเครื่องทำแผ่นฐานรวงรัง ซึ่งจาการทดลองจากสารทั้ง 4 กลุ่ม 1) Anionc surfactant, 2)Anionic surfactant, nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant, 3)Anionic surfactant และ Amphoteric surfactant, 4)Sodium Laureth sulfate surfactant ซึ่งนำสารทั้ง 4 กลุ่มนำไปทดลองในแต่ละความเข้มข้นที่ 0 เปอร์เซ็นต์ 0.1เปอร์เซ็นต์ 0.5เปอร์เซ็นต์ 1 เปอร์เซ็นต์ 5 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจาการทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้นที่ 0.1 , 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของสารทั้ง 4 กลุ่มพบว่าได้ผลไม่ที่น่าพอใจ เพราะทำให้ไขผึ่งติดลูกกลิ้งอยู่ ส่วนความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารทั้ง 4 กลุ่มกลับพบว่ามีความแตกต่างกันเกิดขึ้น พบว่าสารในกลุ่มที่ 4) Sodium Laureth sulfate surfactant แผ่นไขผึ้งไม่ติดกับลูกกลิ้ง ส่วนสารในกลุ่ม 1) Anionic surfactant, 2) Anionic surfactant ผสม nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant, 3)Anionic surfactant และ Amphoteric surfactant ผสมกัน ยังคงทำให้แผ่นไขผึ้งติดลูกกลิ้งอยู่ และที่ความเข้มข้นที่ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งจากผลการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าที่ความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารในกลุ่มที่ 4) Sodium Laureth sulfate surfactant จึงเหมาะที่สุดที่จะนำมาใช้เป็นสารลดแรงติงผิว และเหมาะที่จะทำเป็นการค้ามากที่สุดถ้ามองในแง่เศรษฐกิจ เพราะใช้ความเข้มข้นที่ต่ำสุด และได้ผลดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประยงค์ จึงอยู่สุข. 2525. การจัดการดูแลในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. สำนักงานส่งเสริมเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. 116 หน้า.

"_____". 2525. การเลี้ยงผึ้งและอุปกรณ์ เอกสารประกอบการบรรยายการเลี้ยงผึ้ง สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. 98 หน้า.

พงค์เทพ อัครธนกุล. 2526. ว่าด้วยผึ้งและการเลี้ยงผึ้ง. โรงพิมพ์พฤกษ์ศิริ, กรุงเทพฯ. 182 หน้า.

แสนนัด หงษ์ทรงเกียรติ. 2531. เทคโนโลยีการเลี้ยงผึ้ง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 356 หน้า.

เชลียง เกษตรชีวิน. 2520. คู่มือเลี้ยงผึ้ง. โรงพิมพ์ บ.จริการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

สริวัฒน์ วงษ์ศิริ, ยงยุทธ ไวคกุล และ แสนนัด หงษ์ทรงเกียรต์. 2528. หลักการเลี้ยงและขยายพันธุ์ผึ้งในประเทศไทย. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.

Crane, E. 1975. The World's Beekeeping – Past and Present in The Hive and The Honey Bee. Dadant and Sons, Hamilton, Illinnois. 322 pp.

Cullum, D.C. 1994. Introduction to Surfactant Analysis. Clays Ltd. St Ives plc, England. 352 pp.

Kaoru Tsujii. 1998. Sutface Activity. Academic press, Chestnut Hill, U.S.A. 245 pp.

Press, B. 1976. Guide to Bees and Honey. BAS Printer Limited. Hampshire. 260 pp.

Ami memis. 1981. Beekeeping Libbutz Dan, Israel International Course on Bee keeping and Extension Method Israel.

Root, A.I. 1974. The A B C and X Y Z of Bee Culture, The A.I. Root Company of Agriculture Israel.

Beven Edward. 1838. The Honey Bee. Baldwin, Cradock Jay, London.

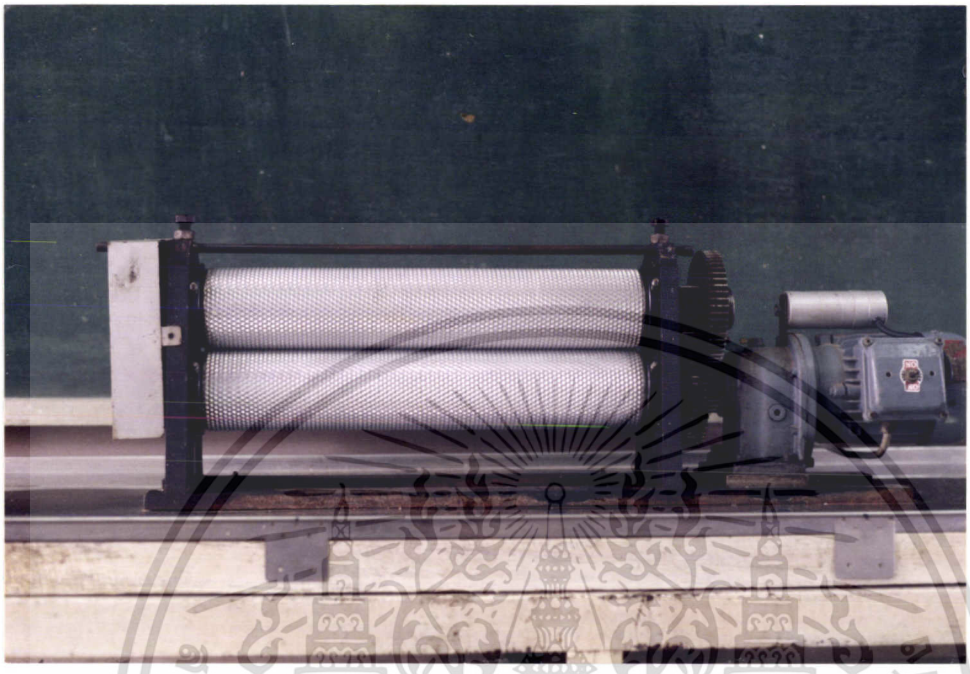
Dadant & Sons. 1975. The Hive and the Honey Bee 4 th ed. Dadant & Sons. Hamilton Illinois, 740 pp.

Eckert and Shaw 1974 Beekeeping 5 th Printing 1974 Macmillan Publishhing Co, Inc 536 pp.

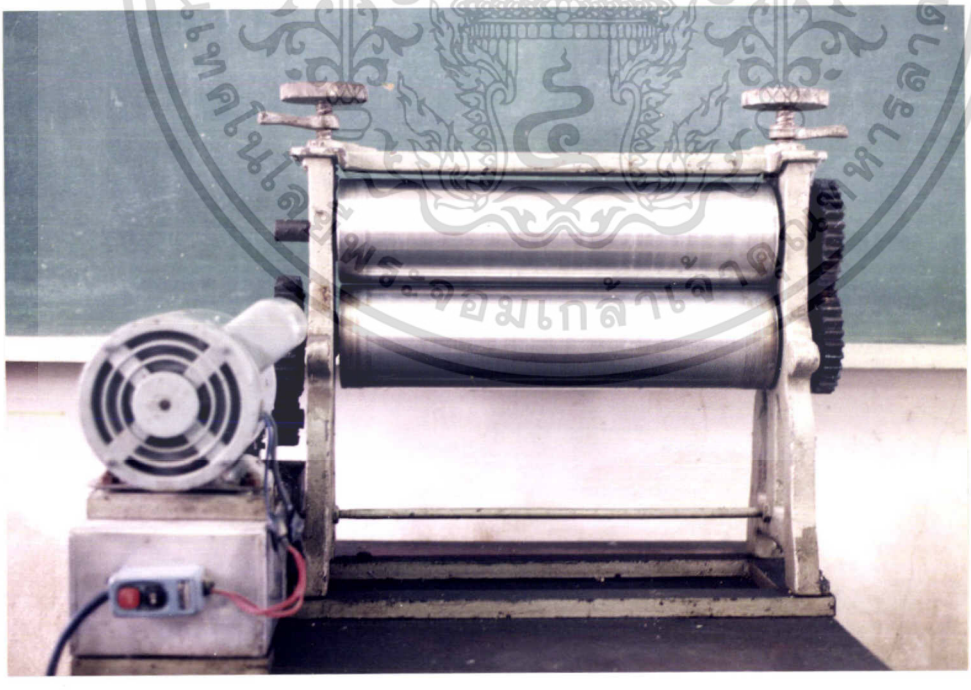
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องทำแผ่นรังเทียม (Foundation mould)



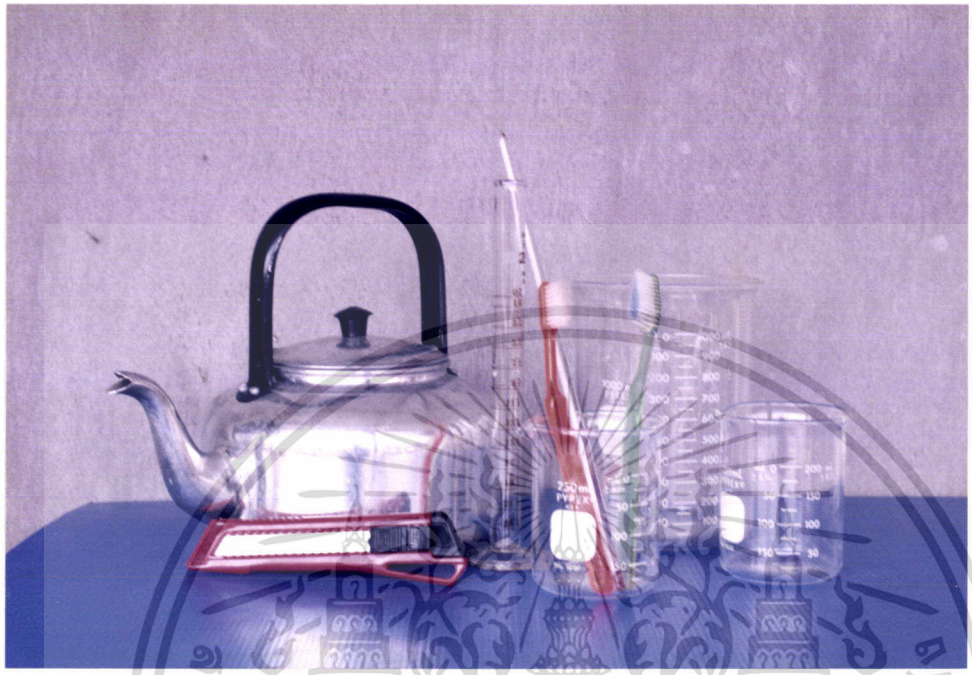
ภาพผนวกที่ 2 เครื่องรีดไขผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 3 หม้อต้มไขผึ้ง

ภาพผนวกที่ 4 แผ่น Future board และ แผ่นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 อุปกรณ์ (กาต้มน้ำ, เทอร์โมมิเตอร์, Cutter, Beaker, แปรงสีฟัน)

ภาพผนวกที่ 6 สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 7 สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant ผสม Amphoteric surfactant

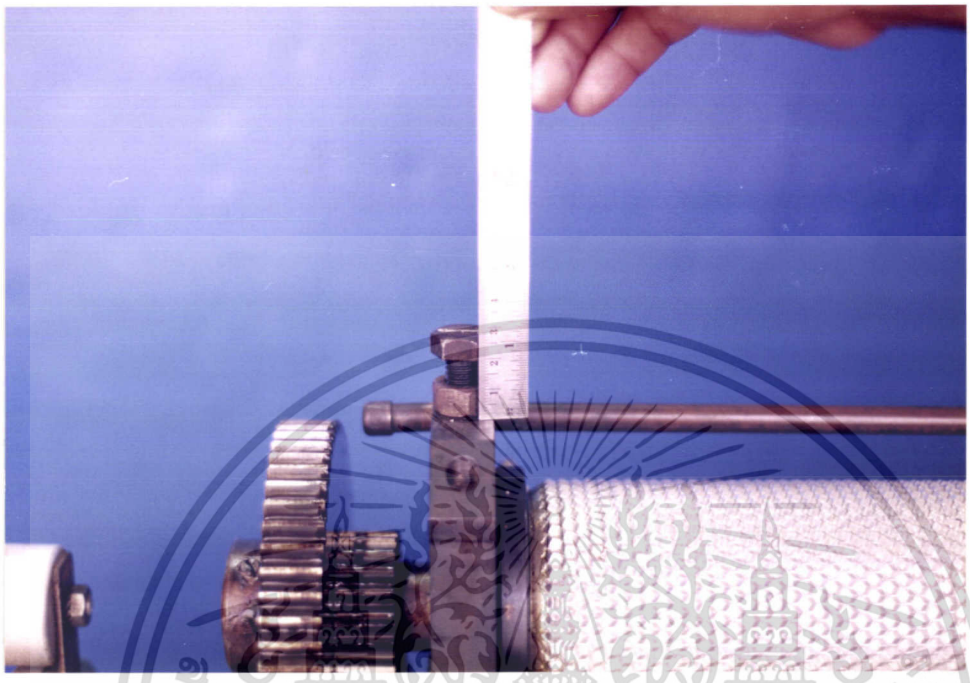
ภาพผนวกที่ 8 สารลดแรงตึงผิวกลุ่ม Anionic surfactant, Nonionic surfactant และ Amphoteric surfactant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 9 สารลดแรงตึงผิวในกลุ่ม Sodium laureth sulfate

ภาพผนวกที่ 10 แสดงการวัดหาอุณหภูมิของไขผึ้งที่เหมาะสม

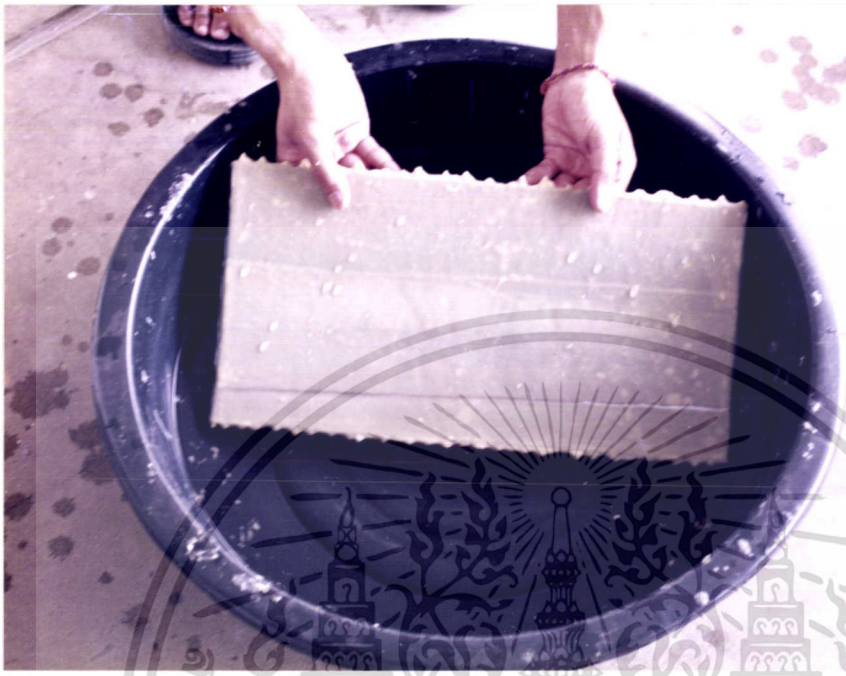
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 11 แสดงการวัดความสูงของน็อต

ภาพผนวกที่ 12 แสดงการชุบไขผึ้ง

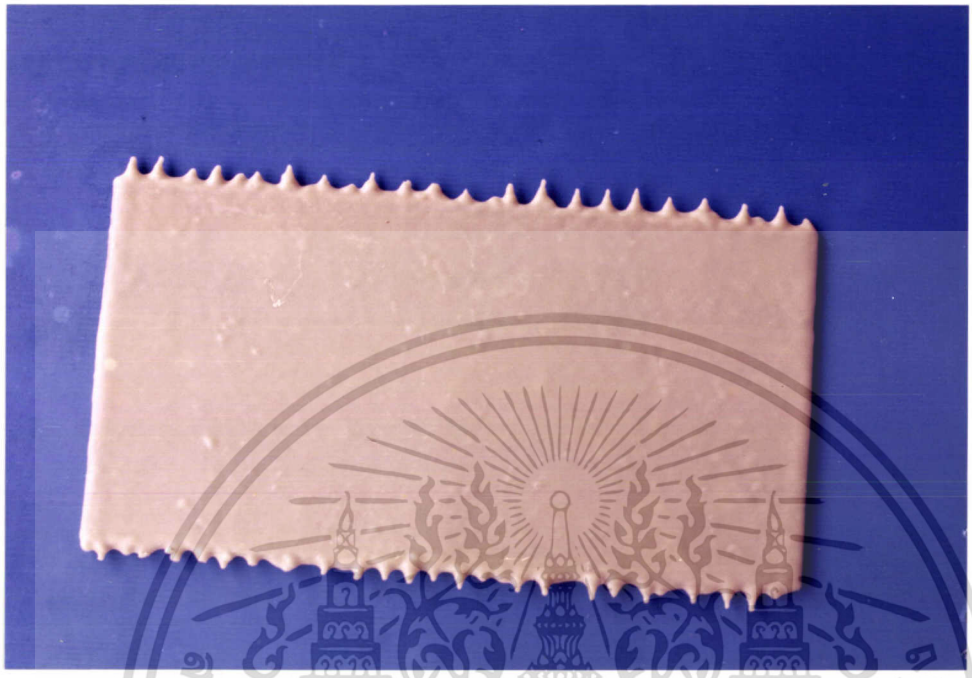
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 13 แสดงการหล่อน้ำเพื่อลดอุณหภูมิของไขผึ้ง

ภาพผนวกที่ 14 แสดงการชุบไขผึ้งอีกด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

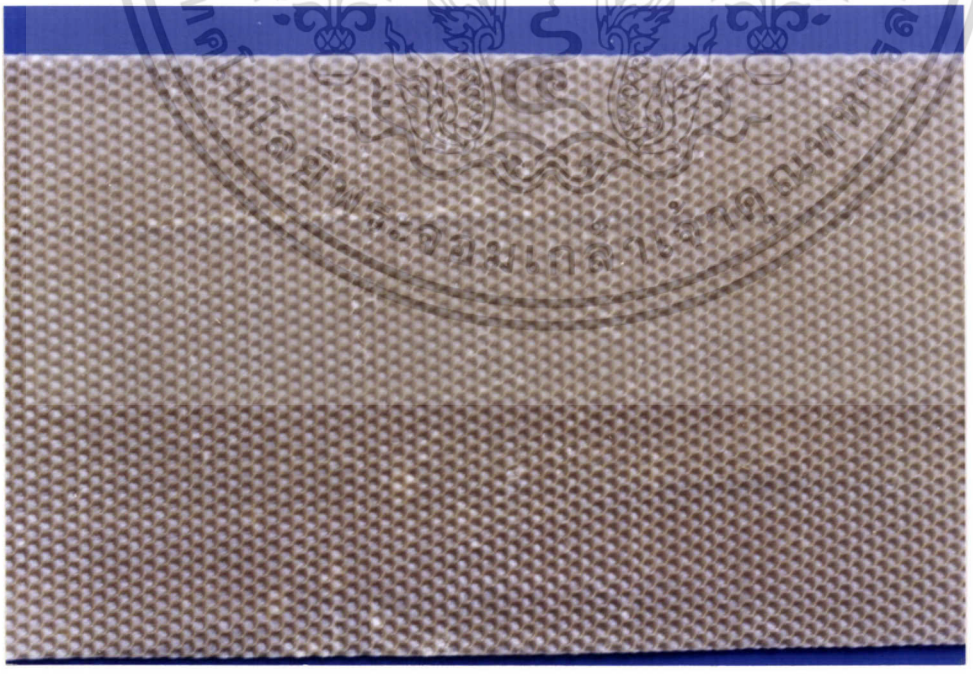


ภาพผนวกที่ 15 แผ่น Future board ที่ผ่านการชุบไขผึ้งจนมีความหนาที่เหมาะสม

ภาพผนวกที่ 16 แสดงการใส่ไขผึ้งที่ถูกต้องเข้าเครื่องทำแผ่นรังเทียม

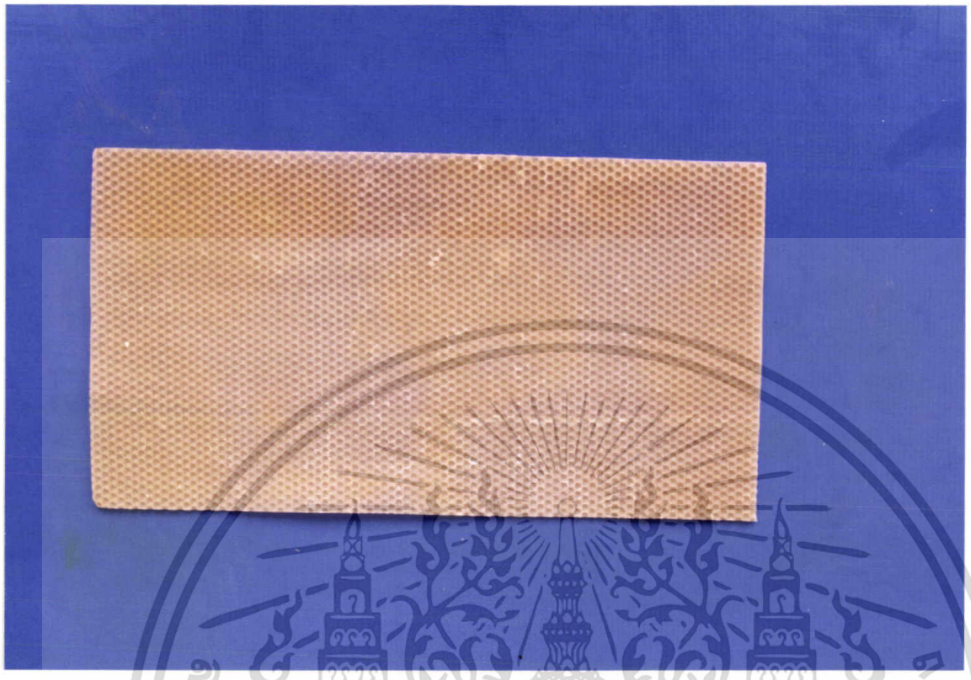
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 17 แผ่นไขผึ้งที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป



ภาพผนวกที่ 18 แสดงแผ่นรังเทียมที่ขึ้นรูปสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 19 แผ่นไขผึ้งที่ขึ้นรูปแล้ว หรือแผ่นรังเทียม (foundation sheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้