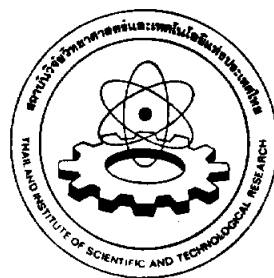




RP1986748
Development for cassava



ภ. 27-13/รายงานฉบับที่ 1

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

**วิธีการผลิตกาวจากแป้งมันสำปะหลังกับน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
ในระดับห้องปฏิบัติการ**

โดย

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์

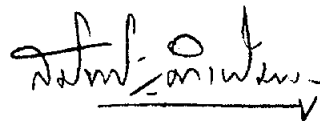
ชัยวัฒน์ คุณโสภา

จุไรลักษณ์ วรธำรง

ประเวศ เลหาศิริ

วท., กรุงเทพฯ ๓ 2529
ไม่พิมพ์เผยแพร่

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร. สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล)
ผู้ว่าการ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ก. 27-13

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

รายงานฉบับที่ 1

วิธีการผลิตกาวจากแป้งมันสำปะหลังกับน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
ในระดับห้องปฏิบัติการ

โดย

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์

ชัชวรินทร์ คุณโสภา

จุไรลักษณ์ วรธำรง

ประเวศ เลานศิริ

วท., กรุงเทพฯ 2529

สารบัญ

	หน้า
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
บทนำ	3
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	9
ขอบเขตของการทดลอง	9
ความหมายของรหัสที่ใช้ในการทดลอง	10
วัตถุดิบและเคมีภัณฑ์	11
เครื่องมือ	13
วิธีการและผลการทดลอง	14
การวิเคราะห์และทดสอบ	24
วิจารณ์	25
สรุป	27
ข้อเสนอแนะ	27
กิตติกรรมประกาศ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก : รายงานผลการติดต่อกับบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด	29

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง	12
ตารางที่ 2. คุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)	12
ตารางที่ 3. แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง, formalin, NaOH, DTA และ xylene ที่มีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว	15
ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของปฏิกิริยาที่มีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว	17
ตารางที่ 5. ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาของกาวรหัส $C_{100}S_{15}F^*_{45}X_{60}$	17
ตารางที่ 6. ผลการทดลองหาสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง	20
ตารางที่ 7. การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง	21
ตารางที่ 8. ผลการทดลองเพื่อหาส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง	23

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1. สุกตรโครงสร้างของแป้ง	3
รูปที่ 2. สุกตรโครงสร้างของ amylose และ amylopectin	4
รูปที่ 3. สุกตรโครงสร้างขององค์ประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วง หิมพานต์	5
รูปที่ 4. ปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ diethylene triamine (DTA)	8
รูปที่ 5. ปฏิกิริยาของ formaldehyde กับ phenol	8
รูปที่ 6. ปฏิกิริยาของ formaldehyde กับ diethylene triamine	9
รูปที่ 7. เครื่องมือสำหรับทดสอบผลึกกาวยาว	13
รูปที่ 8. แสดงระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะที่เกิดปฏิกิริยา ของกาวยาวรหัส C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] ₄₅ X ₆₀	18
รูปที่ 9. เครื่องมือสำหรับทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อของกาวยาว	24

PRODUCTION OF ADHESIVE
FROM TAPIOCA STARCH AND CASHEW NUT SHELL LIQUID
ON LABORATORY SCALE

By Kannika Sthapitanonda, Chaiwat Khunasopa,
Jurailuck Vorathumrong and Pravet Lauhasiri

ABSTRACT

Tapioca starch and cashew nut shell liquid (CNSL) when cross-linked together with formaldehyde in the presence of alkali yielded a high viscous dark brown adhesive. The mixture was heated about 1 hour at 95^o-97^oC then thinned down with xylene and continued heating for 1 hour. After mixing with driers, the product became air-drying adhesive which was suitable for plywood. The experiment was conducted at a laboratory level with a possibility to scale up into a pilot-scale production.

วิธีการผลิตกาวจากแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
ในระดับห้องปฏิบัติการ

โดย กรรณิการ์ สถาปิตานนท์*, ชัยวัฒน์ คุณโสภาก*, จุไรลักษณ์ วรชำรง*
และ ประเวศ เลานศิริ†

บทคัดย่อ

แป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL) สามารถเกิดปฏิกิริยาร่วมกับ formaldehyde ในสภาวะของค่า่าง ได้ผลิตภัณฑ์จำพวกกาวที่มีความหนืดสูงและมีสีน้ำตาลไหม้, โดยการทำให้ส่วนผสมอยู่ที่อุณหภูมิ 95° - 97°ซ. ประมาณ 1 ชั่วโมง, แล้วลดความหนืดด้วย xylene และทำให้ร้อนต่อไปอีก 1 ชั่วโมง. หลังจากเติมสารเร่งแห้ง (driers) แล้วจะได้กาวที่แห้งในสภาวะปกติมีความเหมาะสมสำหรับใช้กับแผ่นไม้อัด. การทดลองนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการซึ่งมีลู่วางขยายระดับงานไปสู่การผลิตต้นแบบ.

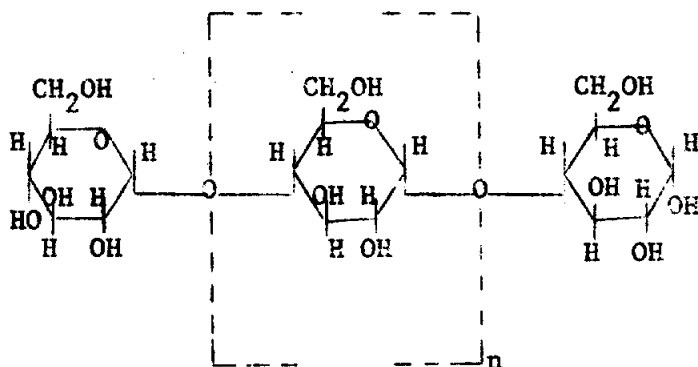
*ห้องปฏิบัติการพัฒนาสูตรและกระบวนการเคมี, สถาบันวิจัยอุตสาหกรรมเคมี, วท.

†ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์, ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา, วท.

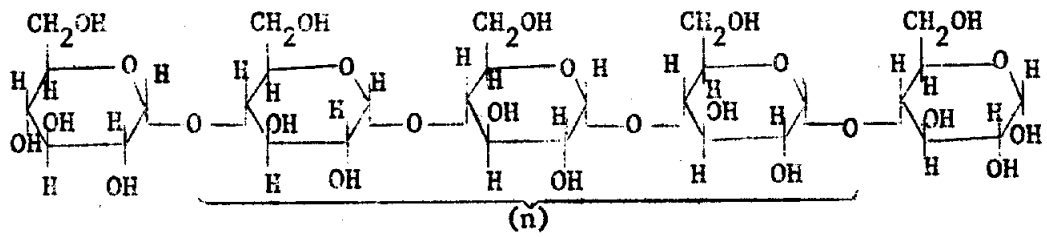
บทนำ

รายงานนี้เป็นผลการทดลองเพื่อหาคุณค่าทางการใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดกะมั่งงวมกัน.

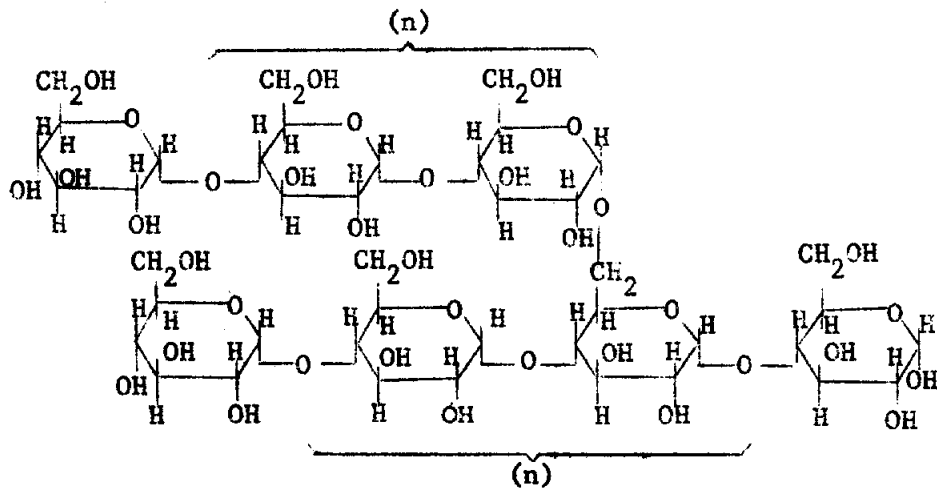
มันสำปะหลัง (*Manihot utilissima*) ที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์, พันธุ์ที่ปลูกมากซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐาน คือพันธุ์ระยอง 1 มีแป้งอยู่ร้อยละ 18, พันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่คือพันธุ์ ทป.4 มีแป้งสูงถึงร้อยละ 23 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2526). แป้งมันสำปะหลัง (tapioca, cassava, manihot flour/starch) เป็นส่วนที่ได้จากหัวมันสำปะหลัง มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 1 (Gibbons and Lawrence 1980), ประกอบด้วย amylose และ amylopectin ซึ่งเป็นสารประกอบพวกรวม polymeric polyhydroxy compound ที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว (Skeist 1977), สูตรโครงสร้างแสดงในรูปที่ 2 .



รูปที่ 1. สูตรโครงสร้างของแป้ง.



Amylose

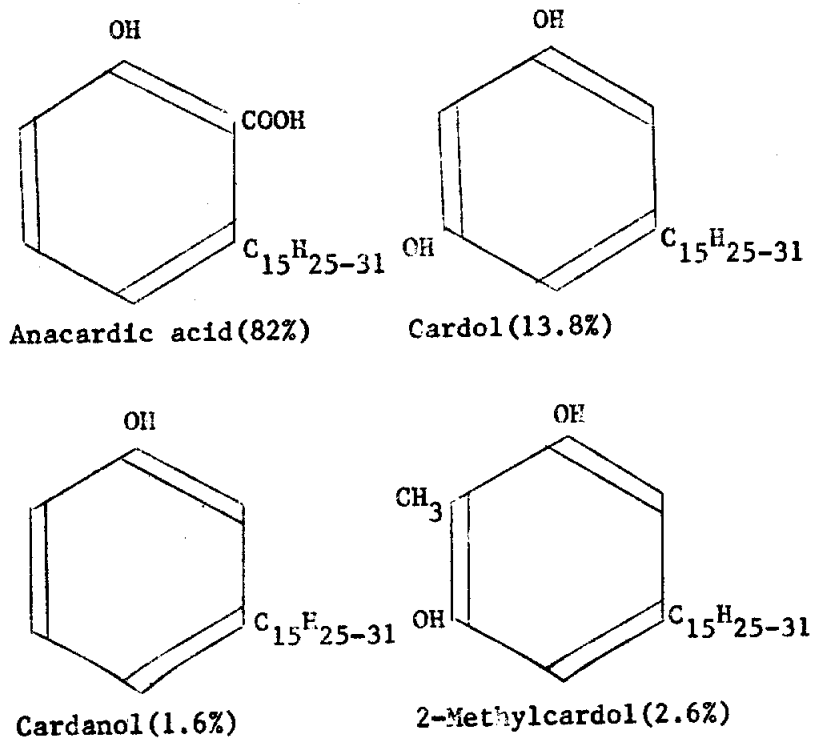


Amylopectin

รูปที่ 2. สูตรโครงสร้างของ amylose และ amylopectin.

น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL) ได้มาจากการบีบหรือสกัดส่วนที่เป็นเปลือกซึ่งห่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. CNSL มีอยู่ในเปลือกประมาณร้อยละ 25-30 โดยน้ำหนัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2522), เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง ประกอบด้วยสารพวก phenol ซึ่งเป็นอันตรายต่อผิวหนัง, แต่สามารถเปลี่ยนให้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกาวที่มีประโยชน์ได้โดยกรรมวิธีทางเคมี. กาวนี้เป็น phenolic resin ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (Skeist 1977) คือ :

1. Resole resin ได้จากปฏิกิริยาของ phenol กับ formaldehyde โดยมี NaOH เป็น catalyst.
2. Novolac ได้จากปฏิกิริยาของ phenol กับ formaldehyde และ amine.



รูปที่ 3. สูตรโครงสร้างขององค์ประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.

แป้งมันสำปะหลัง และ CNSL ต่างก็มีองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาวและต่างก็เกิดปฏิกิริยาได้กับ formaldehyde, ดังนั้นแป้งมันสำปะหลัง และ CNSL จึงอาจรวมกันแล้วเกิดปฏิกิริยากับ formaldehyde กลายเป็นกาวที่ติดแน่นได้. เหตุผลที่สนับสนุนแนวความคิดนี้คือ :

1. Formaldehyde-starch products ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหนียว (resinous products) ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง hydroxy groups ของ starch และ formaldehyde. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ขึ้นกับสภาวะของปฏิกิริยา เช่น ในสภาวะเป็นกรดใช้อุณหภูมิต่ำจะได้ water-resistance formaldehyde-starch compounds ซึ่งเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว. ในสภาวะเป็นกรด ใช้อุณหภูมิสูง ให้ความคันค้าย แต่ใช้ alkali-treated starch จะได้กาวที่เหนียวมากขึ้น เป็นคน (Walker 1964).

2. Phenol-formaldehyde products เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวมากกว่า formaldehyde-starch products; ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง hydroxy groups ของ phenol และ formaldehyde (Turner 1967). ในสภาวะที่เป็นกรดหรือค่างเป็น catalyst, formaldehyde ทำหน้าที่เป็น coupling agent ทำให้โมเลกุลของ phenol ท่อกันจนกลายเป็น resin (Gibbons and Lawrence 1980).

3. Carbohydrate-phenol resin เป็น soluble liquid resin ได้จากปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ phenol โดยมี aldehyde หรือสารประกอบที่มี nitrogen เช่น diamine อยู่ด้วย. Diamine ทำหน้าที่เป็น coupling agent ให้โมเลกุลของ carbohydrate ท่อกับ phenol (Gibbons and Lawrence 1980).

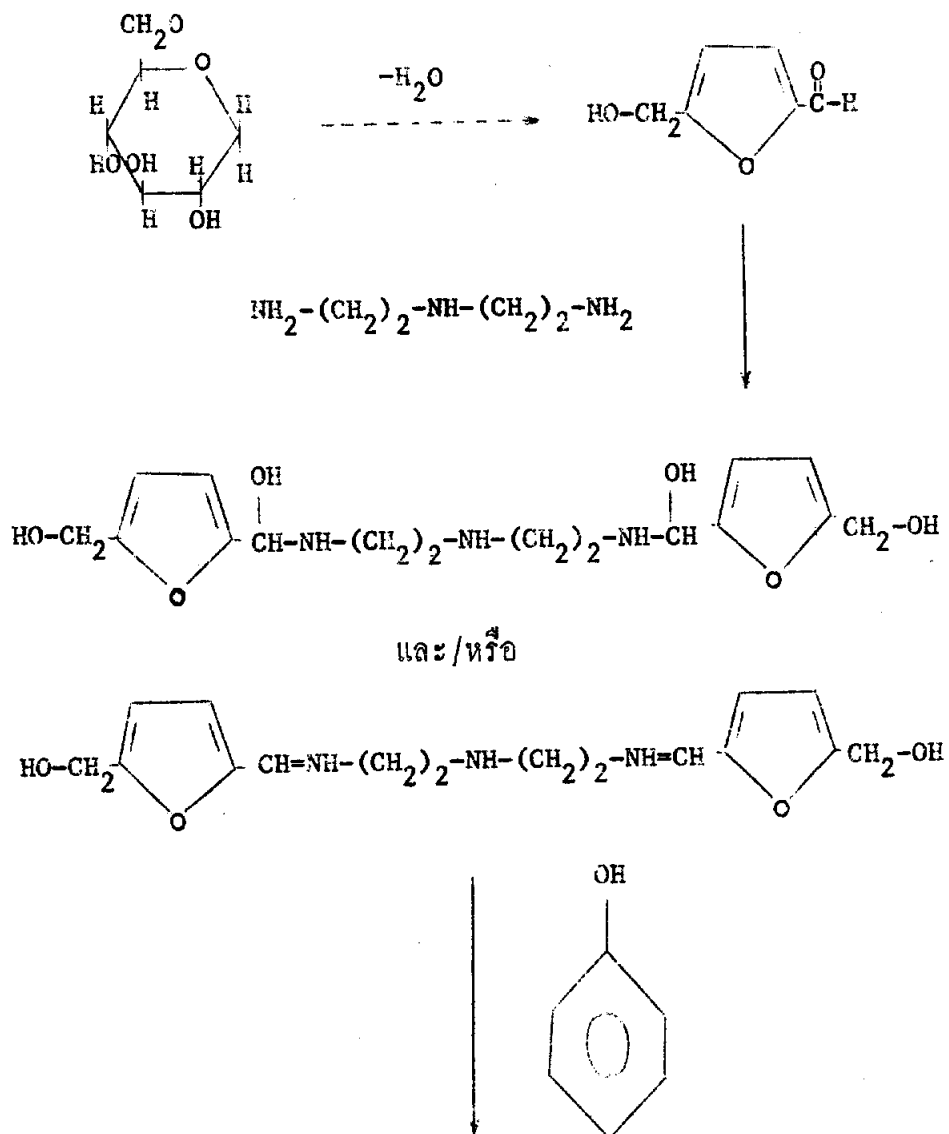
4. CNSL มีสารประกอบพวก phenol อยู่มากกว่าร้อยละ 90, วท. เคยทดลองผลิตเป็นวารนิชมาแล้วโดยใช้ paraformaldehyde ซึ่งได้รับผลดี และบริษัทผลผลิตจำกัได้นำผลการทดลองนี้ไปปรับปรุงการผลิตอยู่ในระดับอุตสาหกรรม (อรัญชนะนาคและคณะ 2524). ส่วน formaldehyde ชนิด 38% solution หรือ formalin นั้น วท. ก็ได้ทดลองผลิตเป็นวารนิชแล้วเช่นเดียวกัน โดยทดลองในระดับห้องปฏิบัติการได้รับผลดีพอใช้ (สถาปิตานนท์และคณะ 2527).

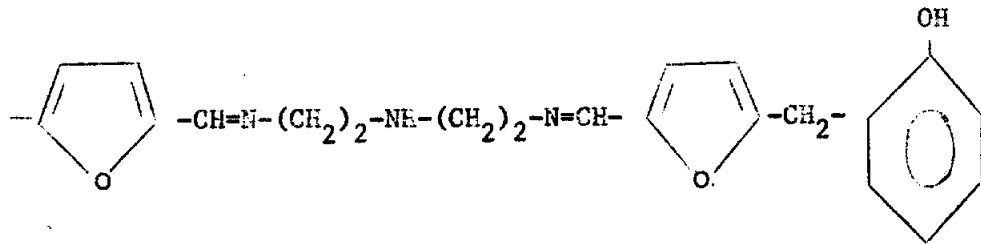
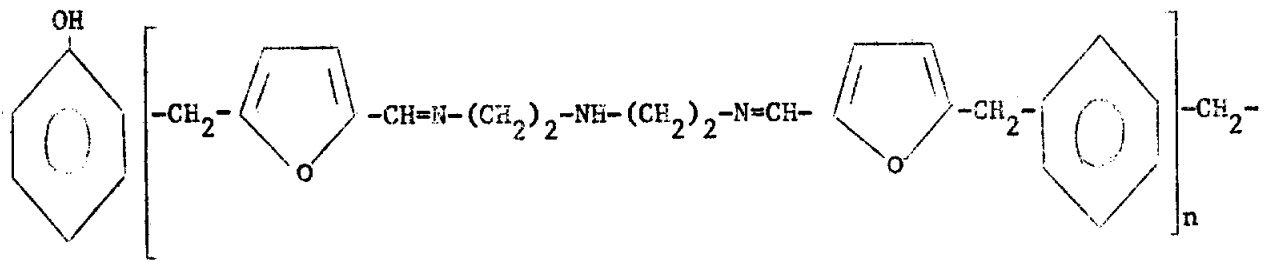
แป้งมันสำปะหลัง และ CNSL จึงควรเกิดปฏิกิริยาได้ resin ด้วย.

กระบวนการผลิต resin โดยใช้สารประกอบจำพวก carbohydrate, phenol, amine และ formaldehyde นี้ อาจเริ่มจากวิธี carbohydrate hydrolysis โดยใช้กรดแก่ เช่น H_2SO_4 แล้วจึงให้ทำปฏิกิริยาต่อไปกับ phenol ก็ได้.

ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่อาจเกิดในกระบวนการผลิต resin โดยใช้สารประกอบจำพวก carbohydrate, phenol, amine และ formaldehyde ในสถานะเป็นค่าง (Gibbons and Lawrence 1980) คือ :

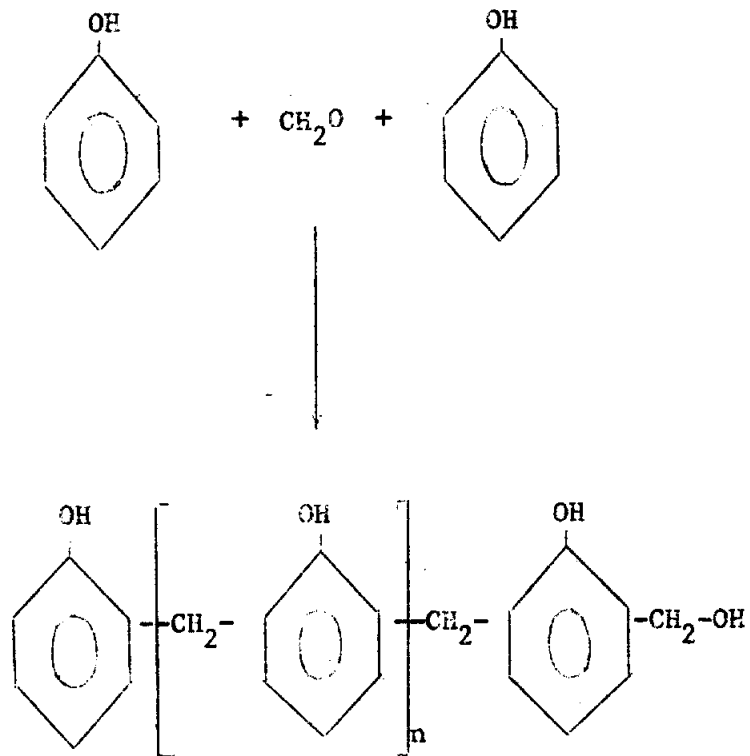
1. ปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ diethylene triamine (DTA) ใช้ dextrose เป็นตัวอย่างของปฏิกิริยาโดยจะเกิด dehydration ก่อนทำปฏิกิริยากับ DTA.



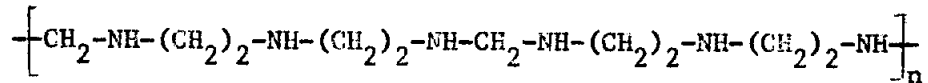
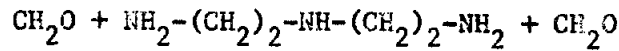


รูปที่ 4. ปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ diethylene triamine (DTA).

2. Formaldehyde เป็น coupling agent.



รูปที่ 5. ปฏิกิริยาของ formaldehyde กับ phenol.



รูปที่ 6. ปฏิกริยาของ formaldehyde กับ diethylene triamine.

รายงานนี้เป็นสรุปผลการทดลองเพื่อหาส่วนผสม, สภาวะ และกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับขยายระดับงานไปสู่การผลิตต้นแบบ. ในการผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง, CNSL, formaldehyde และ DTA ได้ใช้วิธีการทดลอง 3 วิธีคือ :

1. วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน.
2. วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกริยากับแป้งมันสำปะหลัง และ DTA.
3. วิธีเริ่มด้วย starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกริยากับ CNSL และ DTA.

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อศึกษาและวิจัยกรรมวิธี, ส่วนผสม และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกาวสำหรับขยายงานไปสู่การผลิตต้นแบบ.

ขอบเขตของการทดลอง

- ทดลองวิจัยและผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ ขนาดวัตถุดิบและสารเคมีรวมกัน ประมาณ 200 กรัม/การทดลอง.
- วัตถุดิบ แป้งมันสำปะหลังชนิดคุณภาพดี, CNSL, formaldehyde, DTA และ xylene.
- ทดสอบคุณภาพบางประการของผลิตภัณฑ์.

การทดลองและผลการทดลอง

วัตถุดิบและเคมีภัณฑ์

1. แปะงมันสำปะหลัง ทุบเปอร์ ไฮ-เกรด ทราเจคีย์
ของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลสินสวัสดิ์, กทม.
มีคุณสมบัติดังตารางที่ 1.
2. น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)
ที่ใช้ทดลองได้มาจากการผลิตโดย วท. และโดยบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด.
มีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.
 - 2.1 ผลิตโดย วท.
ได้จากการบีบเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วย Screw Expeller เป็นเปลือก
ที่ได้มาจากบริษัทแอกโกรปิซิเนสอินเทอร์จำกัด, กทม.
โดยการต้มเมล็ดก่อนกะเทาะเปลือกด้วยมือ.
 - 2.2 ผลิตโดย บริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด
ใช้เปลือกที่ได้มาจากการต้มเมล็ดก่อนกะเทาะเปลือกด้วยมือ.
3. Formaldehyde solution ชนิด 37-41% (formalin) ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรม
ผลิตในประเทศไทย โดย บริษัทตั้งเข่งฮวดจำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย.
4. Sodium hydroxide (NaOH) ชนิด flake ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรม
ผลิตในประเทศไทย โดย บริษัทวิทยาศรมจำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย.
5. Diethylene triamine (DTA) ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรม
ผลิตในประเทศไทย โดย บริษัทเซลประเทศไทยจำกัด เป็นผู้แทนจำหน่าย.
6. Xylene ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรม
จากบริษัทเอสโซ่เคมีประเทศไทยจำกัด.

ตารางที่ 1. คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

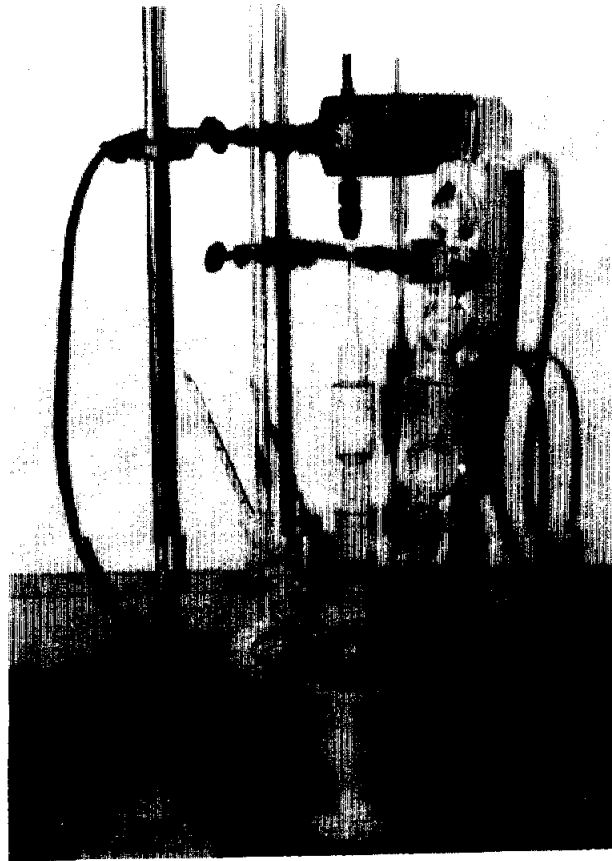
คุณสมบัติ	แป้งมันสำปะหลังตราเจกีย์
ความชื้น ร้อยละ	13.82
แป้ง ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	86.50
เถ้า ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.17
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash) ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.02
โปรตีน ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.07
เยื่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่อน้ำหนักแป้ง 50 กรัม ก่อนอบแห้ง	< 0.13
ความเป็นกรด-ด่าง	4.70
ความละเอียด แป้งที่คางบนตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร ร้อยละ	0.29

ตารางที่ 2. คุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดกะมวงทิมพานต์ (CNSL)

คุณสมบัติ	ผลิตโดย วท.	ผลิตโดยบริษัท
Refractive index ที่ 25° ซ.	1.52	1.52
Specific gravity, 25/25° ซ.	1.01	1.01
Iodine value, ก. ไอโอดีน/100 ก. น้ำมัน	280.87	280.39
Viscosity ที่ 25° ซ., หน่วยเครบส์	71.00	80.50
Non-volatile matter ที่ 205° ซ., 30 นาที ร้อยละของน้ำหนัก	11.62	11.87
Loss on heating ที่ 205° ซ., 30 นาที ร้อยละของน้ำหนัก	88.38	88.13

เครื่องมือ

1. ขวดแก้ว 3 คอ ก้นกลม จู 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขนาดคอ 29/32.
2. เครื่องควบแน่นสูง 30 เซนติเมตร ขนาดคอ 29/32 ใช้น้ำที่อุณหภูมิห้องหล่อ.
3. เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดอุณหภูมิ 50-200°ซ.
4. เครื่องกวนแบบไข่มอเตอร์ของ บริษัทคาร์ลคอล์บจำกัด ประเทศเยอรมันนี ใช้กำลังไฟฟ้า 25 วัตต์, มีความเร็ว 450 รอบต่อนาที, ใบพัดทำด้วยแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร.
5. เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าชนิดหม้อของ บริษัทคาร์ลคอล์บจำกัด ประเทศเยอรมันนี ใช้กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์.



รูปที่ 7. เครื่องมือสำหรับทดลองผลิตกาว.

วิธีการและผลการทดลอง

ดำเนินการทดลองผลิตถ่าน 3 วิธี ดังนี้ :

1. วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน

1.1 การเตรียมถ่าน

ตัวอย่างการเตรียมถ่านรหัส $C_{100}S_{15}F^*_{45}X_{60}$ ใช้ CNSL ที่ผลิตโดย วท. จำนวน 100 กรัม กวนกับแป้ง 15 กรัม ให้เข้ากันด้วยมือ, แล้วเติม formalin 45 กรัม ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วยร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก. ใส่ส่วนผสมลงในชวคแก้วก้นกลม วางในเครื่องทำความร้อน, ติดตั้งเครื่องควบแน่น, เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องกวน ให้ ความร้อนพร้อมกัน. ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง แสดงไว้ในตารางที่ 5. เมื่อทำปฏิกิริยาไปประมาณ 60 นาที จึงเติม xylene 60 กรัม เพื่อลดความหนืดซึ่งจะทำให้ อุณหภูมิลดลงเล็กน้อย, ยังคงกวนและให้ความร้อนต่อไปเป็นเวลา 60 นาที จึงหยุดให้ความร้อน. กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°C. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ถ่าน มีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 220 กรัม.

1.2 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมซึ่งทำให้ได้ถ่านที่แข็งแรง

เตรียมถ่านตามข้อ 1.1 ใช้รหัสต่าง ๆ กัน. เติมสารเร่งแห้งต่อไปนี้คือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.750% Pb, ทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง จึงนำมาหาค่าความแข็งแรง ของรอยต่อของถ่านตาม มอก.360-2523 โดยทาไม้ประกบกัน แล้วทิ้งไว้ 4 วัน ก่อนทดสอบ. ปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง, formalin, NaOH, DTA และ xylene มีผลต่อความแข็งแรง ของรอยต่อของถ่าน ดังผลการทดลองในตารางที่ 3. ความแข็งแรงของรอยต่อของถ่านขนาด 28.1 kg/cm^2 ของรหัส $C_{100}S_{15}F^*_{45}X_{60}$ มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินงานในขั้น ต่อไป เนื่องจากมีความแข็งแรงมาก และต้นทุนของวัตถุดิบไม่สูง. นอกจากนั้นยังแห้งเร็วด้วย คือ แห้งที่ผิว 5 นาที และแห้งแข็ง 5 ชั่วโมง.

ตารางที่ 3. แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง, formalin, NaOH, DTA และ xylene ที่มีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

การทดลองที่	รหัส	ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว kg/cm ²
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ แป้งมันสำปะหลัง	
1	C ₁₀₀ S ₁₀ F [*] 45X60	27.1
2	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 45X60	28.1
3	C ₁₀₀ S ₂₀ F [*] 45X60	21.9
4	C ₁₀₀ S ₂₅ F [*] 45X60	22.6
5	C ₁₀₀ S ₃₀ F [*] 45X60	21.9
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ formalin	
6	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 25X60	24.7
7	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 35X60	25.3
8	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 45X60	28.1
9	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 55X60	27.4
10	C ₁₀₀ S ₁₅ F [*] 65X60	18.8
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ NaOH	
11	C ₁₀₀ S ₁₅ F ^{0.00} 45X60	27.7
12	C ₁₀₀ S ₁₅ F ^{0.25} 45X60	28.1
13	C ₁₀₀ S ₁₅ F ^{0.50} 45X60	25.7
14	C ₁₀₀ S ₁₅ F ^{0.75} 45X60	21.9
15	C ₁₀₀ S ₁₅ F ^{1.00} 45X60	15.7

ตารางที่ 3. (ต่อ)

การทดลองที่	รหัส	ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว kg/cm ²
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ DTA	
16	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ D _{0.0} X ₆₀	28.1
17	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ D _{0.5} X ₆₀	26.0
18	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ D _{1.0} X ₆₀	27.4
19	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ D _{1.5} X ₆₀	27.8
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ xylene	
20	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ X ₂₀	24.7
21	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ X ₄₀	27.7
22	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ X ₆₀	28.1
23	C ₁₀₀ S ₁₅ F* ₄₅ X ₈₀	19.5

1.3 การทดลองเพื่อหาระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 1.1 ใช้รหัส C₁₀₀S₁₅F*₄₅X₆₀ โดยมีระยะเวลาที่แตก่างกันเฉพาะช่วงก่อนเติม xylene และหลังจากเติม xylene, ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4. พบว่าระยะเวลา 60 นาทีที่ก่อนเติม xylene และหลังจากเติม xylene แล้วยังคงทนต่อไปอีก 60 นาที จะได้กาวที่มีความแข็งแรง 28.1 kg/cm² ถึงการทดลองที่ 2. การหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1.2.

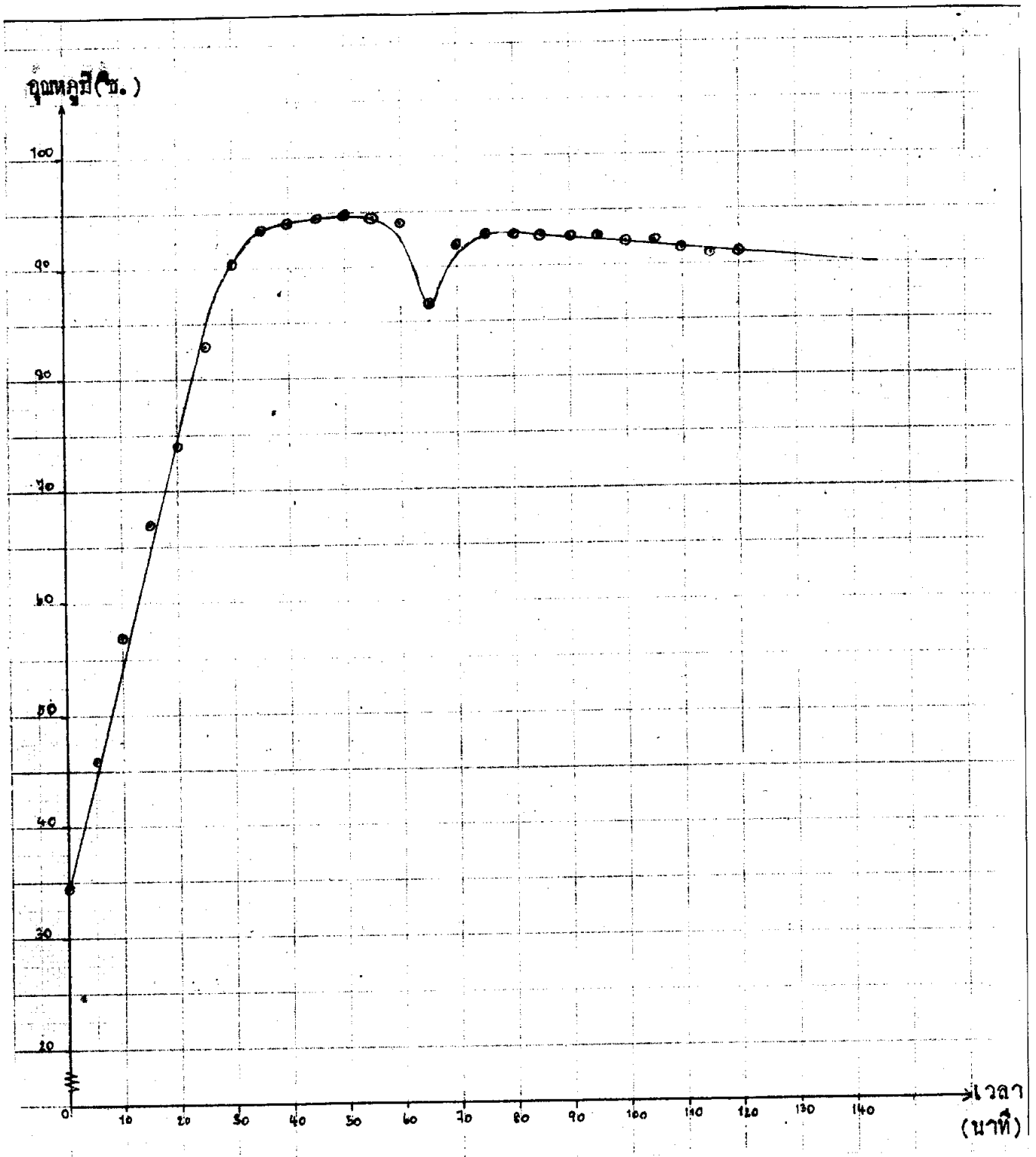
ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของ
ปฏิกิริยามีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

การทดลอง ที่	ระยะเวลาเมื่อเติม xylene (นาที)		ความแข็งแรงของ รอยต่อของกาว (kg/cm ²)	ระยะเวลาเมื่อแห้ง	
	ก่อนเติม	หลังเติม		แห้งที่ผิว (นาที)	แห้งข้าง (ชั่วโมง)
1	30	30	21.1	-	-
2	60	60	28.1	5	5
3	90	90	22.6	-	-

จากการทดลองที่ 2 ได้แสดงระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยา
ไว้ในตารางที่ 5 และรูปที่ 7.

ตารางที่ 5. ระยะเวลาและอุณหภูมิ
ที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาของกาวรหัส C₁₀₀S₁₅F^{*}₄₅X₆₀

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ.)	เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ.)
0	34.5	เติม xylene	
5	46.0	65	86.5
10	57.0	70	92.0
15	67.0	75	93.0
20	74.0	80	93.0
25	83.0	85	93.0
30	90.5	90	92.8
35	93.5	95	92.8
40	94.0	100	92.0
45	94.5	105	92.0
50	94.8	110	91.5
55	94.5	115	91.0
60	94.0	120	91.0



รูปที่ 8. แสดงระยะเวลาและดัชนีหักเหที่เปลี่ยนแปลง
ขณะเกิดปฏิกิริยาของกาวรหัส C₁₀₀S₁₅F*₄₅X₆₀.

2. วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกิริยากับแป้งมันสำปะหลังและ DTA

2.1 การเตรียมกาว

แบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเตรียมวาร์นิชและช่วงหลังจากเติมแป้ง คังค์วอย่างการเตรียมกาวรหัส (C₁₀₀F* 12.5)S₁₀F* 12.5D₁X₂₀. เริ่มด้วยการเตรียมวาร์นิชก่อนตามรหัสภายในวงเล็บ, ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัท จำนวน 100 กรัม ผสมกับ formalin 12.5 กรัม ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วยร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก, ใส่ส่วนผสมลงในชวคแก้วก้นกลม วางในเครื่องทำความร้อน. ติดตั้งเครื่องควบคุม, เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องกวน. ให้ความร้อนพร้อมกับกวนเป็นเวลา 30 นาที โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้น 33-35°ซ. และอุณหภูมิสุดท้าย 91-97°ซ. ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนผสมที่ใช้. ระยะเวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิสุดท้ายประมาณ 30 นาที. หลังจากนั้นปิดเครื่องทำความร้อน กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงเป็น 70°ซ. จึงเริ่มช่วงเวลาหลังจากเติมแป้ง. เติมแป้ง 10 กรัม, formalin 12.5 กรัม, DTA 1 กรัม และ xylene 20 กรัม. เปิดเครื่องทำความร้อน กวนตลอดเวลาก่อนอีก 30 นาที แล้วหยุดให้ความร้อน. กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°ซ. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือกาว มีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 150 กรัม.

2.2 การทดลองเพื่อหาปริมาณสารเร่งแห้ง (drier) ซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลองนี้ใช้กาวรหัส (C₁₀₀F* 12.5)S₁₀F* 12.5D₁X₂₀. เตรียมตามข้อ 2.1 นำมาเติมสารเร่งแห้งในปริมาณแตกต่างกัน ตั้งไว้ 16 ชั่วโมง. หลังจากนั้นจึงนำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาว ตาม มอก.360-2523 โดยทำไม้ประกบกันแล้วตั้งไว้ 15 วันก่อนทดสอบ. ปรากฏว่ากาวมีลักษณะแห้งและมีความแข็งแรงแตกต่างกันตามปริมาณสารเร่งแห้งที่เติมดังแสดงไว้ในตารางที่ 6. สารเร่งแห้งที่ใช้คือสารละลาย 10% cobalt naphthenate, สารละลาย 10% manganese naphthenate และสารละลาย 32% lead naphthenate. พบว่ากาวแข็งแรงที่สุดเมื่อใช้สารเร่งแห้งตามการทดลองที่ 1 จึงใช้ปริมาณของสารเร่งแห้งนี้สำหรับการทดลองต่อไป นั่นคือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.750% Pb.

ตารางที่ 6. ผลการทดลองหาสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลอง ที่	สารเร่งแห้ง (drier)			ความแข็งของรอยต่อของกาว kg/cm ²
	Co (%)	Mn (%)	Pb (%)	
1	0.075	0.200	0.750	38.19
2	0.075	0.300	0.800	19.11
3	0.080	0.500	1.500	17.66
4	0.080	0.500	1.600	25.64

2.3 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 2.1 ใช้รหัสและช่วงเวลาของปฏิกิริยาแตกต่างกัน. เติมสารเร่งแห้งตามการทดลองที่ 1 ข้อ 2.2 ทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง จึงนำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวตาม มอก.360-2523 โดยหาไม้ประกบกัน แล้วทิ้งไว้ในเวลาแตกต่างกัน ก่อนนำมาทดสอบ. พบว่ากาวรหัส (C₁₀₀F₁₅)S₁₀F₁₅D₁X₂₀ ในการทดลองที่ 1 และ 2: ขอลตารางที่ 7 มีค่าความแข็งแรงฯ หลังจากทิ้งไว้ 7 วัน 40.5 kg/cm², แต่เมื่อทิ้งไว้จนถึง 40 วัน ค่าความแข็งแรงฯ ลดลงเป็น 21.21 kg/cm² และกาวมีสภาพค่อนข้างเปราะ.

2.4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกาวที่ใช้ CNSL จากแหล่งผลิตแตกต่างกัน

เตรียมกาวตามข้อ 2.1 รหัส (C₁₀₀F₁₅)S₁₀F₁₅D₁X₂₀ ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯและที่ผลิตโดย วท. นำกาวที่ผลิตได้มาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวทำนองเดียวกันกับข้อ 2.3. พบว่ากาวที่ใช้ CNSL ที่ผลิตโดย วท. มีค่าความแข็งแรง 21.86 kg/cm² และแห้งช้ามาก, ส่วนกาวที่ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯ มีค่าความแข็งแรงถึง 40.51 kg/cm² แต่ที่แห้งไม่เร็วนัก.

ตารางที่ 7. การทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กากที่แข็งแรง

การทดลองที่	รหัส	ช่วงเวลาของปฏิกิริยา(นาที)		ความแข็งแรงหลังจากทำไม่ประกบกันแล้วทิ้งไว้		ลักษณะของกาก
		เตรียมวาร์นิช	หลังจากเติมแม่	เวลาที่ทิ้งไว้(วัน)	ความแข็งแรง (kg/cm ²)	
1	(C ₁₀₀ ^F 15)S ₁₀ ^F 15D ₁ X ₂₀	30	30	7	40.51	เนื้อไม่ค่อยละเอียด มีฟองอากาศเล็กน้อย
2	(C ₁₀₀ ^F 15)S ₁₀ ^F 15D ₁ X ₂₀	30	30	40	21.21	เนื้อไม่ค่อยละเอียด มีฟองอากาศเล็กน้อย
3	(C ₁₀₀ ^F 12.5)S ₁₀ ^F 12.5D ₁ X ₂₀	30	40	3	15.61	เหลว มีแบ่งเหลือ
4	(C ₁₀₀ ^F 12.5)S ₁₀ ^F 12.5D ₁ X ₂₀	30	45	3	16.58	เหลว มีแบ่งเหลือ
5	(C ₁₀₀ ^F 12.5)S ₁₀ ^F 12.5D ₁ X ₂₀	30	50	3	20.65	เหลว มีแบ่งเหลือ

3. วิธีเริ่มท้าว starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกิริยากับ CNSL และ DTA

3.1 การเตรียมท้าว

แบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง starch hydrolysis และช่วง หลังจากเติม CNSL ดังตัวอย่างการเตรียมท้าว รหัส $(S_{80}W_{80}H_{15})C_{100}P_{20}D_{2.5}X_{10}$. เริ่มท้าวการทำ starch hydrolysis ก่อนตามรหัสภายในวงเล็บ. ใช้แป้งมันสำปะหลังจำนวน 80 กรัม กวนกับน้ำ 80 กรัม จนเข้ากัน. เติม 6N. H_2SO_4 15 กรัม ใส่ส่วนผสมลงในขวดแก้วทนกลม วางในเครื่องทำความร้อน. ติดตั้งเครื่องควบแน่น, เทอร์โมมิเตอร์และเครื่องกวน. ให้ความร้อนพร้อมกับกวนเป็นเวลา 60 นาที โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้น 33-35°ซ. และอุณหภูมิสุดท้าย 91-97°ซ. ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนผสมที่ใช้. ระยะเวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิลสุดท้ายประมาณ 30 นาที. หลังจากนั้นปิดเครื่องทำความร้อน กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงเป็น 70°ซ. จึงเริ่มช่วงเวลหลังจากเติม CNSL. เติม CNSL ที่ผลิตโดยบริษัท จำนวน 100 กรัม, paraformaldehyde 20 กรัม, DTA 2.5 กรัม และ xylene 10 กรัม. เปิดเครื่องทำความร้อน กวนตลอดเวลาอีก 60 นาที แล้วหยุดให้ความร้อน, กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°ซ. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ กาวมีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 300 กรัม.

3.2 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้ง (driers) ซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมท้าวตามข้อ 3.1 ใช้รหัสแตกต่างกัน แล้วนำมาเติมสารเร่งแห้ง ในปริมาณแตกต่างกันทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง. นำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวตาม มอก.360-2523, โดยทาไม้ประกบกัน แล้วทิ้งไว้ 13 วันก่อนทดสอบ. ปรากฏว่ากาว มีลักษณะแห้งและมีความแข็งแรงแตกต่างกันตามส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้ง ดังแสดง ไว้ในตารางที่ 8. สารเร่งแห้งที่ใช้คือ สารละลาย 10% cobalt naphthenate, สารละลาย 10% manganese naphthenate และสารละลาย 32% lead naphthenate.

ตารางที่ 8. ผลการทดลองเพื่อหาส่วนผสม
และปริมาณสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การ ทดลอง ที่	รหัส	สารเร่งแห้ง (driers)			ความแข็งแรงของ รอยต่อของกาว kg/cm ²
		% Co	% Mn	% Pb	
1	(S ₈₀ W ₈₀ H ₁₅)C ₁₀₀ P ₂₀ D _{2.5} X ₁₀	0.075	0.200	0.750	25.93
		0.075	0.300	0.800	24.25
		0.080	0.500	1.500	26.72
		0.080	0.500	1.600	26.29
2	(S ₈₀ W ₆₀ H ₁₀)C ₁₀₀ P ₁₅ D _{2.5} X ₂₀	0.075	0.200	0.750	20.72
		0.075	0.300	0.800	-
		0.080	0.500	1.500	23.48
		0.080	0.500	1.600	23.29
3	(S ₈₀ W ₆₀ H ₁₀)C ₁₀₀ P ₁₅ D ₂ X ₂₀	0.075	0.200	0.750	17.28
		0.075	0.300	0.800	17.28
		0.080	0.500	1.500	15.43
		0.080	0.500	1.600	22.86

กาวที่ได้ตามรหัสของ 3 การทดลองนี้ มีลักษณะคล้ายกัน คือ เหลว, เนื้อไม่หยาบ, ไม่มีฟองอากาศ และแห้งภายใน 1-2 วัน. ส่วนผสมที่ตีพอใช้ คือ ส่วนผสมของการทดลองที่ 1. สำหรับสารเร่งแห้งควรเป็น 0.080% Co, 0.500% Mn และ 1.500% Pb.

4. การวิเคราะห์และทดสอบ

4.1 วัตถุดิบ

4.1.1 แป้งมันสำปะหลัง

- วิเคราะห์ตาม มอก.274-2521.

4.1.2 CNSL

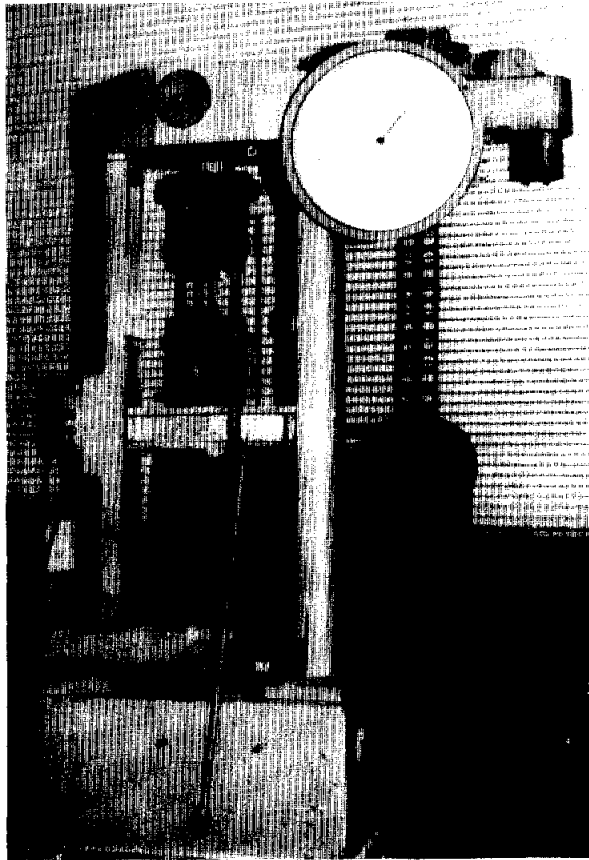
- วิเคราะห์ตาม IS 840-1964

4.2 ผลิตภัณฑ์

4.2.1 กาว

- ระยะเวลาการแห้ง ทดสอบตาม มอก.285-2524 เล่ม 9 และเล่ม 10.

- ความแข็งแรงของรอยต่อ เตรียมแผ่นทดสอบตาม มอก.360-2523 แล้วทดสอบแรงดึงโดยใช้เครื่องมือ ชื่อ Lohmann - V. Tarnogrocki, Essen ผลิตในประเทศเยอรมันนี้.



รูปที่ 9. เครื่องมือสำหรับทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

วิจารณ์

1. CNSL

การทดลองในคอนทินได้ใช้ CNSL ของบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด (ภาคผนวก) ซึ่งผลิต CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มาจาก :

- การกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักร.
- การกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยคั่วก่อนกะเทาะ.
- การกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยต้มก่อนกะเทาะ.

CNSL ที่ได้มาจากเปลือกซึ่งกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักรนั้นเมื่อนำมาทดลองทำเป็นกาวปรากฏว่าไม่สามารถทำเป็นกาวได้. เข้าใจว่า CNSL ได้เกิด polymerization ไปแล้ว เพราะการกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักรต้องใช้ความร้อนสูงในขณะที่คั่วเมล็ดก่อนกะเทาะ. ส่วนการกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยคั่วก่อนกะเทาะนั้น เป็นการคั่วในกระโถนธรรมดา อุณหภูมิไม่สูงมาก, CNSL ที่ได้มายังไม่เกิด polymerization น่าจะทำเป็นกาวได้ แต่บริษัทฯ มิได้นำมาให้ทดลองในเรื่องนี้. สำหรับ CNSL ที่ได้มาจากเปลือกซึ่งกะเทาะด้วยมือโดยต้มก่อนกะเทาะนั้น บริษัทฯ สามารถผลิต CNSL ให้มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาวได้, ซึ่งอาจเป็นเพราะกรรมวิธีผลิตที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก. แต่ต่อมาบริษัทฯ ได้หยุดการผลิต CNSL การทดลองในคอนทินต่อไปจึงใช้ CNSL ที่ผลิตใน วท. โดยใช้เปลือกที่ได้มาจากการต้มก่อนกะเทาะด้วยมือ ซึ่งเป็น CNSL ที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว.

2. วิธีการทดลอง

ได้นำผลการทดลองผลิตรวารีชจาก CNSL (สถาปัตยกรรมและคณะ 2527) มาเป็นแนวทางในการกำหนดกรรมวิธี, ส่วนผสม, อุณหภูมิและระยะเวลาของปฏิกิริยา, รวมทั้งการใช้ปริมาณ driers เพื่อช่วยให้กาวแห้งได้ในสภาวะปกติด้วย.

วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน มีความสะดวกในทางปฏิบัติ สามารถควบคุมสภาวะของปฏิกิริยาได้, และต้นทุนการผลิตไม่สูง จึงเหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อขยายระดับการผลิต

ต่อไป. การทดลองครั้งนี้พบว่า DTA มีช่วยให้กาวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง, จึงได้เลือกส่วนผสมที่ไม่มี DTA อยู่ด้วย แต่มีความแข็งแรงพอใช้คือ รหัส $C_{100}S_{15}F^*_{45}X_{60}$ สำหรับทดลองเพื่อเก็บข้อมูลโดยละเอียด.

วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกิริยากับแป้งมันสำปะหลัง และ DTA นั้น ได้กาวที่มีความแข็งแรงมาก เนื่องจาก CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับปฏิกิริยานี้. แต่ลักษณะของกาวยังไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและสถานะของปฏิกิริยาที่เป็น 2 ช่วง ซึ่งยุ่งยากในการควบคุมให้กาวมีคุณภาพสม่ำเสมอได้ จึงต้องปรับปรุงวิธีนี้ต่อไปอีก.

วิธีเริ่มด้วย starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกิริยากับ CNSL และ DTA ต้องใช้ paraformaldehyde เพราะทำให้ได้กาวที่มีความชื้นเหลือเหมาะสมสำหรับใช้งาน. กาวที่ได้มีความแข็งแรงพอใช้ แต่สถานะของปฏิกิริยาที่เป็น 2 ช่วง มีความยุ่งยากในการควบคุมให้กาวมีคุณภาพสม่ำเสมอได้ จึงต้องปรับปรุงวิธีนี้ก่อนการทดลองเพื่อขยายระดับการผลิตต่อไป.

3. ผลิตภัณฑ์

กาวนี้แห้งในสภาวะปกติได้เนื่องจากเติม driers. อาจทำให้แห้งได้โดยการอบ แต่เนือกาวจะเปราะ แรงยึดเกาะต่ำ ความแข็งแรงจึงน้อย. การที่กาวแห้งได้เร็วก็มีปัญหาในการเก็บ เพราะถ้าเก็บไว้นานกาวจะแข็งตัวจนใช้งานไม่ได้.

สรุป

1. CNSL ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาวคือ CNSL ที่ได้จากเปลือกซึ่งกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยการตำก่อนกะเทาะ.

2. กาวที่มีความแข็งแรงพอใช้ ต้นทุนการผลิตไม่สูง และ กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก คือ กาวรหัส $C_{100}S_{15}F^*_{45}X_{60}$ เป็นส่วนผสมของ CNSL 100 ส่วน, แป้งมันสำปะหลัง 15 ส่วน, formalin ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก จำนวน 45 ส่วน และ xylene 60 ส่วน. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตคือ วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน, ระยะเวลาก่อนเติม xylene 60 นาที อุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิสุดท้ายประมาณ $34-95^{\circ}\text{C}$. โดยกวนส่วนผสมตลอดเวลาเมื่อเติม xylene แล้วและยังคงให้ทำปฏิกิริยาต่อไปอีก 60 นาที ที่อุณหภูมิ $91-93^{\circ}\text{C}$. สำหรับปริมาณสารเร่งแห้งที่ใช้ คือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.075% Pb.

ขอเสนอแนะ

สมควรทดลองขยายระดับงานต่อไปจนถึงการผลิตต้นแบบ โดยใช้ข้อสรุปในรายงานนี้เป็นแนวทาง เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิตและแก้ไขข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้น เมื่อขยายทั้งเครื่องมือและส่วนผสมออกไป.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและคณะกรรมการโครงการ Modified Starch ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยให้งานนี้ได้สำเร็จจุลวง ไปด้วยดี.

เอกสารอ้างอิง

GIBBONS, John F. and WONDOLSKI, Lawrence 1980.—Carbohydrate-phenol based condensation resins incorporating nitrogen-containing compounds. Can. 1090026 (Cl.c07H 7/04).

SKEIST, Irving 1977.—"Handbook of Adhesives." p.192-193,
(Van Nostrand Reinhold Co. : New York.)

TURNER, G.P.A. 1967.—"Introduction to Paint Chemistry."
1st edition, (Chapman and Hall Ltd. : London.)

WALKER J.F. 1964.—"Formaldehyde." 3rd edition, p.272-274,
(Reinhold Publishing Corporation, Chapman and Hall Ltd. : London.)

สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2522.—
รายงานการสัมมนาเรื่องมะม่วงหิมพานต์สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 34 :
66-67, 71.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2526.—การใช้ประโยชน์จาก
มันสำปะหลัง. หน้า 115. (กรุงเทพฯ.)

สถาปิตานนท์, กรรณิการ์ ; บุญศิริ, พัชรี และ สุภัทรา, มั่นสกุล 2527.—การทำวาร์นิช
จากน้ำมันคิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในระกัษห้องปฏิบัติการ, วท.; กทม.
(รายงานฉบับที่ 2, โครงการวิจัยที่ บ. 23-21.)

อรัญยะนาถ, ศิลปชัย ; สถาปิตานนท์, กรรณิการ์ และ มั่นสกุล, สุภัทรา 2524.—
การทำวาร์นิชจากน้ำมันคิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในระกัษกัษโรงงานต้นแบบ.
วท.; กทม. (รายงานฉบับที่ 1, โครงการวิจัยที่ บ. 23-21.)

ภาคผนวก

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเคมี

รายงานการติดต่อ ที่ 4-3/2528

เรื่อง มะม่วงหิมพานต์ของ บริษัท ไทยเอโกอุตสาหกรรม จำกัด

วัน - เวลา วันจันทร์ที่ 11 กุมภาพันธ์ 2528 เวลา 12.00 - 13.00 น.

สถานที่ วท.

ผู้ติดต่อ บริษัท ไทยเอโกอุตสาหกรรม จำกัด

1. นายวิเชียร ศิริคุตตามารณ์ ผู้จัดการโรงงาน

วท.

1. คร. จิตต์ ศรีวรรณวิทย์

2. นางกรรณิการ์ สถาปิตานนท์

สาระของการติดต่อ

1. วัตถุประสงค์ของผู้จัดการโรงงาน

ต้องการให้ วท. ค้นคว้าวิจัยเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จาก การกะเทาะเมล็ดให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์แก่บริษัทฯ เช่น :

1.1 นำน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (Cashew Nut Shell Liquid, CNSL) มาทำเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบผิววัสดุซึ่งบริษัทฯ อาจใช้เคลือบบีบที่บรรจุเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อส่งต่างประเทศ

1.2 แก๊ซคุณภาพของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งโรงงานฯ ได้คว่ำเอา CNSL ออกแล้วแต่ยังมี CNSL เหลือค้างอยู่บ้างให้เป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ก่กร่อนเตาเผาหรือปล่องนำ ความร้อน

2. ภูมิหลังของการติดต่อกับ วท.

2.1 นายสุรเดช วัฒนาภา อธิบดีประธานกรรมการบริษัท (ปัจจุบันคือ นายวิสุทธิ์ แพรพพรายกุล) ได้มาติดต่อกับ นางกรรณิการ์ เมื่อวันที่ 18 พ.ค. 26 ท้องการให้หากรรมวิธีผลิตวารีนิชจาก CNSL.

2.2 นางกรรณิการ์ ได้ทดลองทำวารีนิชในระกบห้องปฏิบัติการจาก CNSL ซึ่งได้มาจากบริษัท สยามซัพพลายแอนด์เอนจิเนียริง จำกัด ให้บริษัท ไทยเอโกรา ทดลองใช้ปรากฏว่าทางบริษัท ท้องการให้แก้ไขคุณสมบัติการติดแน่นบนผิวโลหะ ซึ่งยังคิดไม่ถึ ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ใช้ได้แล้ว.

2.3 นายวิเชียร ศิริคุศตากรณ์ ได้เริ่มมาติดต่อกับ นางกรรณิการ์ เมื่อวันที่ 23 ก.ค. 27 แจ้งว่ากำลังติดต่อกับกรมส่งเสริมการเกษตร เรื่องเมล็ดพันธุ์ ที่กรมฯ ให้ชาวบ้านทางภาคอีสานปลูกนั้น คุณภาพไม่ถึ ปลูกได้ 5-6 ปีแล้ว เมล็ดก็ยังไม่เล็ก. เมื่อใช้เครื่องจักรของบริษัทฯ กระเพาะจะเป็นซี่กลมถึ ถ้าใช้มือกระเพาะจะเป็นซี่บาง และเนื่องจากเมล็ดเล็กทำให้เสียเวลากระเพาะ บริษัทฯ จึงไม่สามารถรับซื้อในราคาสูงได้. ถึ วท. วิจัยให้บริษัทฯ ใช้ประโยชน์จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ได้ ถึ จะช่วยให้บริษัทฯ รับซื้อเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากชาวบ้านได้ในราคาที่ไม่ต่ำมาก.

2.4 บริษัท ไทยเอโกรา ได้ส่ง CNSL ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ มาให้ นางกรรณิการ์ ทดลองผลิตเป็นวารีนิช เมื่อ 26 ก.ค. 27 จำนวน 2 ปีบ.

3. กิจการของบริษัทฯ

3.1 โรงงานกระเพาะเปลือกของบริษัทฯ มี 2 แห่งคือ

3.1.1 โรงงานซึ่งเป็นที่ตั้งของบริษัท ไทยเอโกราอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งอยู่ที่ถนนพหลโยธิน สาย 4 จังหวัดนครปฐม เป็นโรงงานแห่งแรกในประเทศไทย หรือเป็นแห่งที่สองของกลุ่มอาเซียนที่ใช้เครื่องจักรกระเพาะเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. บริษัทฯ ดำเนินงานมาได้ 4 ปีแล้ว โดยสั่งเครื่องจักรมาจากประเทศอังกฤษ. การกระเพาะเมล็ดต้องคั่วก่อน ใช้อุณหภูมิ 180-200°ซ. ซึ่ง CNSL จะออกมาในขณะคั่ว. เมื่อคั่วแล้วก็ใช้ซี่เสียบ

CNSL ที่ยังเหลือค้างอยู่บนเมล็ดเพื่อป้องกันมิให้ CNSL ไปติดเมล็ดในขณะที่แกะ ซึ่งจะทำให้เมล็ดสกปรกและไม่ได้ราคา. ดังนั้นผลพลอยได้จึงเป็น CNSL และเปลือกเมล็ดที่มีซีลีเนียมติดปนอยู่กับ CNSL.

3.1.2 โรงงานซึ่งเป็นชื่อของบริษัท Siam Cashew Nut จำกัด ตั้งอยู่ที่ บางมด กทม. เป็นโรงงานที่เริ่มดำเนินการในปี โดยวิธีแกะเพาะเปลือกด้วยมือ อุปกรณ์ที่ช่วยแกะเพาะส่งมาจากประเทศอิตาลี.

3.2 บริษัทฯ มีความต้องการเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 1,000-1,500 ตัน/ปี โดยรับซื้อจากภาคใต้และภาคอีสาน คาดว่าผลผลิตของประเทศมีประมาณ 4,000-6,000 ตัน/ปี.

3.3 เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่แกะเพาะด้วยเครื่องจักร จะได้เมล็ดคู่เพียง 40% เท่านั้น. บริษัทฯ มีตลาดต่างประเทศหลายแห่ง แต่มีกั้ราคาจากอินเดียและจีนแพงไม่ได้ เพราะเริ่มด้วยวัตถุดิบจากชาวไร่ที่ราคาสูงแก่คุณภาพต่ำ ซึ่งราคาขณะนี้ประมาณ 18-20 บาท/กก.

CNSL นั้นอาจส่งขายให้เกาหลีได้ ราคา 13 บาท/กก. แต่ต้องรวบรวมให้มามีปริมาณมาก 50-100 ตัน เกาหลีจึงจะรับซื้อ การแกะเพาะด้วยเครื่องจักรจะได้ CNSL 15% ของเมล็ดก่อนแกะเพาะ.

เปลือกที่บีบเอา CNSL ออกแล้วแต่ยังมี CNSL ติดอยู่บ้าง โรงงานฯ ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องจักร.

นางกรรณิการ์ สดามิคานนท์
(นางกรรณิการ์ สดามิคานนท์)
ผู้ทำรายงาน