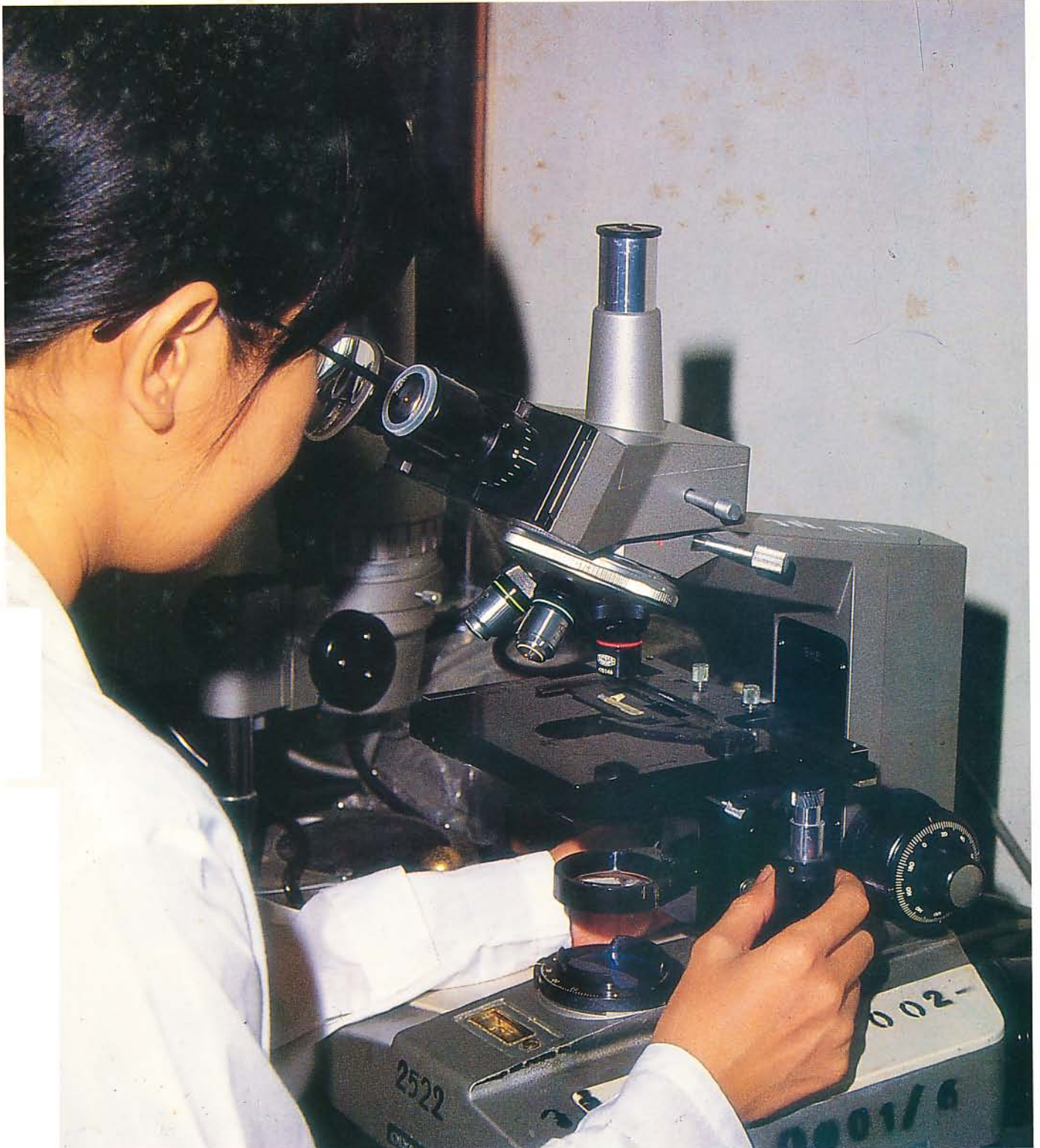


ปีที่ 39 ฉบับที่ 127

กันยายน 2534

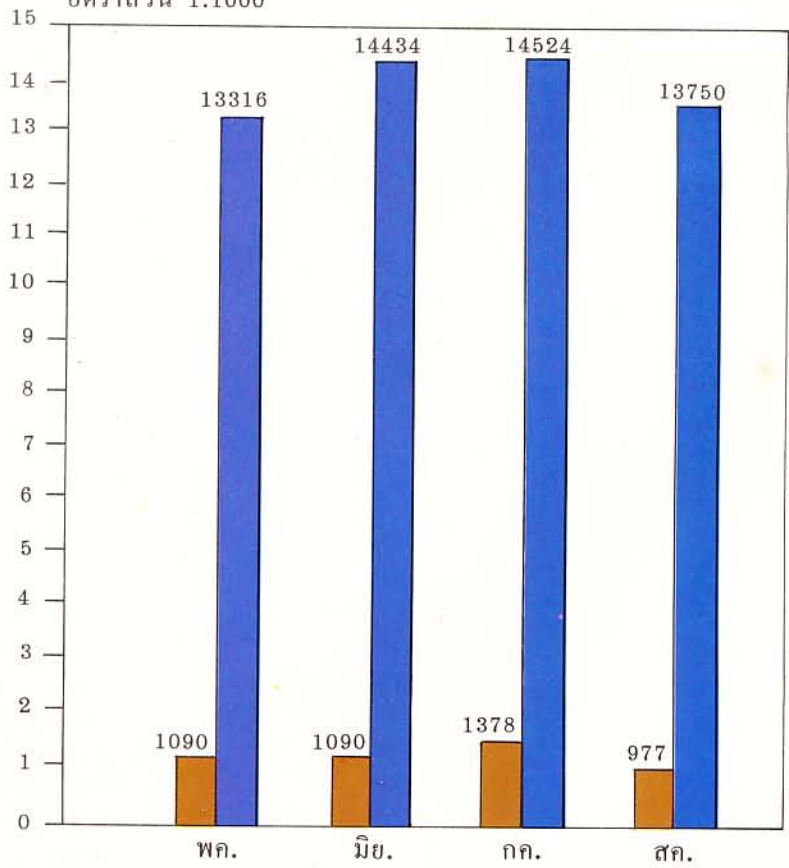
ISSN. 7684-7543



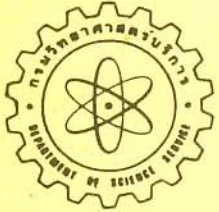
สุวิทย์ ใจกว้าง พ. ๑
 สิบตสี่ เป็นเหตุให้คนให้ใจ
 สิบเจ็ดคนให้ใจ

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่างของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
 ประจำเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2534

อัตราส่วน 1:1000



■ จำนวนตัวอย่าง
 ■ จำนวนรายการ



จัดทำและเผยแพร่โดย
 ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์
 สำนักงานเลขานุการกรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
 ถนนพระราม 6/โยธี ราชเทวี กท. 10400
 โทร. 2455523

การรับรองคุณภาพสินค้า ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

อัมภา เมฆานนท์ชัย

เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ 6

สำนักงานเลขาธิการกรม



กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ดำเนินงานเกี่ยวกับการรับรองคุณภาพสินค้าที่ผลิตขึ้นภายในประเทศเป็นเวลากว่า 50 ปีมาแล้ว โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ ประชาชนจะได้ใช้สินค้าที่มีคุณภาพ และหันมาใช้สินค้าไทย ไม่ต้องซื้อสินค้าจากต่างประเทศ ซึ่งจะช่วยลดการรั่วไหลของเงินตราต่างประเทศได้

การรับรองคุณภาพสินค้าของกรมวิทยาศาสตร์บริการ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. การรับรองคุณภาพตามชนิดของสินค้า หมายถึง การรับรองคุณภาพสินค้าแต่ละชนิดที่มีสูตรและส่วนประกอบแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น พริกไทย เมล็ดข้าวป่น แป้งสาลี เป็นต้น
2. การรับรองคุณภาพตามประเภทของสินค้า หมายถึง การรับรองคุณภาพสินค้าประเภทหรือกลุ่มเดียวกัน ผลิตโดยใช้วัตถุดิบและส่วนประกอบเดียวกัน มีกระบวนการผลิตเหมือนกัน แต่แตกต่างกันเพียงขนาดและภาชนะ

บรรจุเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ยางรถบรรทุกขนาด เล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เป็นต้น

สินค้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการรับรองคุณภาพ คือ สินค้าที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ โดยโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการจากกระทรวงอุตสาหกรรม หรือได้รับใบอนุญาตให้ผลิตได้จากกระทรวงสาธารณสุขสินค้าต่าง ๆ เหล่านี้อาจผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายโดยทั่วไป หรือจำหน่ายเฉพาะแห่ง หรืออาจผลิตขึ้นเพื่อการส่งออกก็ได้

สินค้าใดที่กรมวิทยาศาสตร์บริการรับรองคุณภาพแล้ว จะได้รับใบรับรองคุณภาพสินค้าซึ่งมีอายุ 3 ปีบริบูรณ์ นับตั้งแต่วันที่ออก

ใบรับรองคุณภาพให้เป็นต้นไป โรงงานหรือผู้ผลิตสินค้าสามารถจะใช้ใบรับรองคุณภาพสินค้าหรือเครื่องหมายรับรองคุณภาพที่กรมวิทยาศาสตร์บริการออกให้ไปโฆษณาเผยแพร่สินค้านั้น ๆ ในการจำหน่ายสินค้าของตน เพื่อให้เป็นที่นิยมแพร่หลายได้ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่กรมวิทยาศาสตร์บริการกำหนด

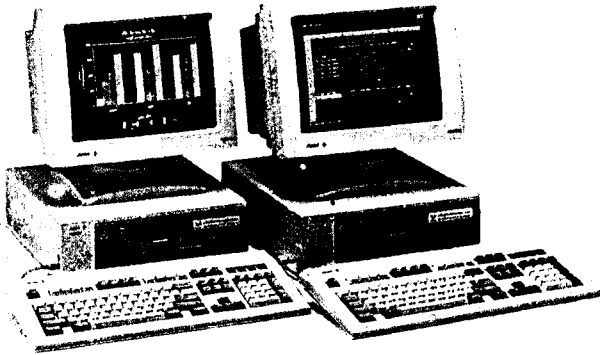
ผู้ที่ประสงค์จะขอรับบริการรับรองคุณภาพสินค้าของกรมวิทยาศาสตร์บริการ โปรดติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่ งานสารบรรณ สำนักงานเลขาธิการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 หรือ โทร 2455508 ได้ในวันและเวลาราชการ

การใช้คอมพิวเตอร์ในการประเมิน ผลการทดลองวิทยาศาสตร์

พิธีณห์ การสุทธี

นักวิทยาศาสตร์ 7

กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ



ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้ทำการทดลองจะจัดตารางข้อมูลเพื่อกรอกข้อมูลและแสดงผลปกติแล้วการทดลองเรื่องหนึ่งไม่ใช้ทำกันเพียงครั้งหรือสองสามครั้งแล้วเสร็จกันไป แต่จะทำการทดลองกันหลาย ๆ ครั้งโดยวิธีการอันเดียวกันเพื่อผลที่ถูกต้อง ในกรณีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ ๆ หนึ่งในสารตัวอย่างส่วนมากแล้วจะมีตัวอย่างนับเป็นสิบ ๆ หรือร้อยก็ได้ แต่ลักษณะการทำตารางข้อมูลและการคำนวณผลของแต่ละตัวอย่างหรือแต่ละครั้งของการทดลองจะเหมือนกัน และเมื่อคำนวณแล้วยังต้องใช้วิชาสถิติช่วยประเมินผลการทดลองว่ามีความถูกต้องเชื่อถือได้แค่ไหนอีกด้วย แม้จะใช้เครื่องคิดเลขช่วยในการคำนวณก็ยังต้องใช้เวลานาน ยุ่งยาก และอาจผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อประหยัดเวลาและเพื่อความถูกต้องเชื่อถือ จึงได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประเมินผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การหาปริมาณคลอไรด์ในสารตัวอย่างชนิดหนึ่งซึ่งตารางข้อมูลเป็นดังนี้

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

$$\text{AgNO}_3 = 0.100 \text{ M}$$

น้ำหนัก ตัวอย่าง = 1.250 กรัม

ทำการละลายแล้วเติมน้ำจนครบ 250 ml

ใน volumetric flask

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์

ตัวอย่างที่	จำนวน ml ของสารละลายตัวอย่าง	จำนวน ml ของ AgNO_3 ที่ใช้	จำนวนกรัมของ Cl^- ในสารละลาย 250 ML	เปอร์เซ็นต์ของ Cl^- ในตัวอย่างแรกเริ่ม
1	25 ML	20	0.71	56.8
2				
3				

จะเห็นว่าลักษณะการทำงานจะเหมือนกันทุกตัวอย่าง กล่าวคือมีการคำนวณโดยวิธีเดียวกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในสทมภ์ 4 และสทมภ์ 5 จะแตกต่างกันแต่ค่าตัวเลข ถ้ามีตัวอย่างเป็นสิบ ๆ การทำงานซ้ำกันเช่นนี้จะเป็นการเสียเวลาเปล่า ปัจจุบันเรามีซอฟต์แวร์ที่มีประโยชน์ที่สามารถช่วยงานในลักษณะเช่นนี้ ซอฟต์แวร์ดังกล่าวคือ Lotus 1-2-3 ผลิตโดย Lotus Development Cooperation โลตัส 1-2-3 เป็น application

software ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากในการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการบัญชี หรือด้านวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของโลตัส 1-2-3 อยู่ที่ว่าเมื่อผู้ใช้บรรจุ (load) โลตัส 1-2-3 เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะสามารถดูสิ่งทีเรียกว่า spread sheet (กระดาษทด) บนหน้าจอ ซึ่งมีลักษณะดังรูปข้างล่าง

	A	B	C	D	E	F.....
1						
2	<input type="checkbox"/>					
3						
4						
5						
6						
7						
8				<input type="checkbox"/>		

พื้นที่บน spread sheet นี้ จะแบ่งเป็นสดมภ์และแถว โดยที่สดมภ์ ๑ หนึ่งจะมีชื่อเป็นอักษรภาษาอังกฤษ เช่น A,B.....ส่วนแถวจะเป็นตัวเลข 1,2.....ใน spread sheet นี้จะมี 256 สดมภ์และ 20486 แถว บริเวณที่แถวและสดมภ์ติดกันจะประกอบขึ้นเป็นเซลล์และมีชื่อตามสดมภ์และแถว เช่น เซลล์ A₂ เกิดจากสดมภ์ A ติดกับแถวที่ 2 สำหรับสดมภ์แต่ละอันเราสามารถขยายหรือหดเพื่อการบรรจุข้อมูลลงได้

ในการบรรจุข้อมูล เราสามารถบรรจุข้อมูลได้ทั้งในรูปตัวเลขข้อความและสูตร เช่น เราสามารถกำหนดสูตรลงใน spread sheet ที่บริเวณ D₈ ให้เท่ากับ C₈ * 10 - B₈ โดย C₈ และ B₈ จะมีข้อมูลเป็นตัวเลขอยู่ ถ้าเราจะมีข้อมูลในเซลล์ C₉, B₉, C₁₀, B₁₀, C₁₁, B₁₁, และต้องการแสดงผลของการ treat ข้อมูลเหล่านี้ โดยใช้สูตรอันเดียวกันกับในเซลล์ D₈ แล้วให้ผลลัพธ์เข้าไปอยู่ในเซลล์ d₉, d₁₀, และ d₁₁เราไม่จำเป็นต้องใส่สูตร

ใหม่ที่ละเซลล์ลงในเซลล์ d₉, d₁₀, d₁₁ แต่สามารถใช้คำสั่งคัดลอกสูตรจาก d₈ มาไว้ที่เซลล์ d₉, d₁₀, d₁₁ ผลของการคำนวณก็จะออกมาทันที ผู้เขียนจะขอ นำตัวอย่างจากการวิเคราะห์คลอรีน ตามตารางที่ 1 ข้างต้นมาแสดงบน spread sheet เราสามารถสร้างรูปแบบตารางข้อมูลตามตารางที่ 1 ได้ดังนี้

ป้อนสูตรที่จะแสดงค่าจำนวนกรัมของ Cl⁻ ในสารละลาย 250 ml ลงในเซลล์ D₇ สูตรที่ป้อนเป็นดังนี้

$$D_7 = +(C_7 \times 0.1 \times 250 \times 35.5)/(1000 \times 25)$$

จะได้ค่าจำนวนกรัมคลอรีนใน 250 ml = 0.71

จากนั้นป้อนสูตร E₇ = $\frac{D_7 \times 100}{1.25}$

จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์คลอรีน = 56.8 แล้วคัดลอกสูตรจาก D₇ และ E₇ ไปที่ D₈ E₈, D₉ E₉จนหมดตัวอย่าง

ข้อมูลแสดง

ผลการวิเคราะห์การหาปริมาณคลอรีน

ตัวอย่างที่	C ₇		D ₇	E ₇
	ml ของสารตัวอย่าง	ml ของ AgNO ₃	กรัมของคลอรีนใน 250 ml	% คลอรีน
1	25	20	0.71	56.8
2	50	30	1.065	85.2
3	20	15	0.5325	42.6
4	25	18.5	0.65675	52.54
5	50	32	1.136	90.88

หมายเหตุ AgNO₃ ช้น 0.100M

น.น.ตัวอย่าง 1.250 กรัม

ในการวิเคราะห์ทางเคมี อาจมีการคำนวณค่าทางสถิติเช่น ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย ฯลฯ เป็นต้น โลตัส 1-2-3 จะมีประโยชน์มาก เพราะนอกจากจะทำโดยการป้อนสูตรทางสถิติลงไปแล้ว โลตัส 1-2-3 ยังมีฟังก์ชันพิเศษใช้คำนวณค่าพวกนี้ได้โดยตรง ดังตารางข้อมูลแสดงการหาปริมาณปรอท ตัวอย่างที่ 1 มีการวัด 3 ครั้งได้ค่าปรอท 1.80, 1.58, 1.64 เฉลี่ย 1.673

ในการหาค่าเฉลี่ย โลตัสมีฟังก์ชันพิเศษสำหรับหาค่าเฉลี่ยเช่น ในหมายเลขตัวอย่างที่ 1 ในตาราง เราใช้ฟังก์ชันพิเศษนี้หาค่าเฉลี่ย การวัด 3 ครั้ง ได้ค่า 1.673 ในเซลล์ L₁₁ เราสามารถคัดลอกสูตรจาก L₁₁ ลงไป L₁₂, L₁₃แต่โดยวิชาสถิติทำเช่นนั้นไม่ได้ เราต้องป้อนสูตรลงแต่ละเซลล์ไปเรื่อย ๆ จนครบ 7 ตัวอย่าง จากนั้นจึงป้อนสูตรค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยกำลังสองแล้วป้อนลงใน N₁₁ จะได้ค่า

0.016 แล้วคัดลอกสูตรจาก N_{11} ไปถึง P_{11} จะได้ค่า 0.008 และ 0.001 แทนที่แล้วใช้ฟังก์ชันพิเศษของโลตัส 1-2-3 หาผลบวกของค่าในเซลล์ N_{11} ถึง P_{11} แล้วป้อนลงใน T_{11} จะได้ค่า 0.0259 ส่วนตัวอย่างหมายเลขอื่น ๆ ก็ทำได้ในทำนองเดียวกัน (เราอาจจะใช้วิธีคัดลอกสูตรแต่การทำเช่นนี้ไม่ถูกต้องตามหลักสถิติ) เมื่อทำเช่นนี้เราจะได้ค่า 0.0115, 0.0242, 0.0611, 0.0114, 0.0685 และ 0.0170 ในเซลล์ T_{12} ถึง T_{17} ตามลำดับ จากนั้นใช้ฟังก์ชันพิเศษหาผลบวกของค่าตั้งแต่ T_{11} ถึง T_{17} แล้วใส่ลงใน T_{19} จะได้ค่า 0.21953 จากนั้นหาจำนวนตัวอย่างที่วัดทั้งหมด โดยใช้ฟังก์ชันพิเศษ กระทำบนเซลล์ B_{11} ถึง B_{17} จะได้ค่า 28 ใน B_{20} แล้วป้อนสูตร Degree of Freedom ลงใน B_{22} จากนั้นป้อนสูตร

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลงใน C_{25} จะเห็นว่าวิธีการยุ่งยากเพราะต้องอาศัยวิชาสถิติด้วย แต่เป็นการยุ่งยากเพียงครั้งเดียว ถ้ามีตัวอย่างอื่น ๆ อีกก็เพียงแต่ใส่ตัวเลขลงไปเท่านั้นก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างรวดเร็ว

จากค่าสถิติที่ได้ หากผู้ใช้ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลว่ามีความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด ก็ย่อมทำได้ทั้งนี้ต้องอาศัยความรู้ทางสถิติและความน่าจะเป็นไปได้มาช่วย เพื่อจะนำสูตรเหล่านั้นมาป้อนลงในเซลล์ต่าง ๆ

จะเห็นว่าการใช้โลตัส 1-2-3 นี้มีประโยชน์มาก คือ สามารถคำนวณผลการวิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งอาจมีถึงสองพันกว่าตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว (spread sheet มีจำนวนแถวถึง 20486 แถว) ผู้ประเมินผลเพียงแต่กดปุ่มตัวเลขที่ต้อง

การป้อนลงไป และทันทีที่ยกนิ้วมือออกจากคีย์บอร์ด ผลการวิเคราะห์จะปรากฏมาทันที รูปแบบของตารางข้อมูลสามารถเก็บไว้ลงในแผ่นดิสเก็ต และเมื่อต้องการใช้ก็สามารถเรียกออกมาได้ทันที

ในการใช้โลตัส 1-2-3 อาจสรุปได้ดังนี้

- 1) ผู้ใช้ต้องทราบสูตรที่ใช้คำนวณผลการทดลอง
- 2) ป้อนสูตรลงในเซลล์ใดเซลล์หนึ่งที่เหมาะสม
- 3) คัดลอกสูตรนี้ลงในเซลล์อื่น ๆ ที่ควบคุมไปกับหมายเลขตัวอย่างชุดอื่น ๆ นั้น จนครบจำนวนตัวอย่าง

การประเมินการหาปริมาณปรอท

หมายเลขตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่วัด	ผลการวัด (ppm) ครั้งที่			เฉลี่ย ppm			ค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยกำลังสอง						ผลบวกค่าเบี่ยงเบนกำลังสอง	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
1	3	1.80	1.58	1.64				1.673*	0.016	0.008	0.001				0.0259**
2	4	0.96	0.98	1.02	1.1			1.015	0.003	0.001	0.000	0.007			0.0115
3	2	3.13	3.35					3.240	0.012	0.012					0.0242
4	6	2.06	1.93	2.12	2.16	1.89	1.95	2.018	0.001	0.007	0.010	0.020	0.016	0.004	0.0611
5	4	0.57	0.58	0.64	0.49			0.570	0	0.000	0.004	0.006			0.0114
6	5	2.35	2.44	2.7	2.48	2.44		2.482	0.017	0.001	0.047	0.000	0.001		0.0685
7	6	1.11	1.15	1.22	1.04			1.130	0.000	0.000	0.008	0.008			0.0170
รวม:														0.21953	

จำนวนที่วัด 28

DEGREE OF FREEDOM 21

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.1

หมายเหตุ ! : B_{11}

* : L_{11}

^ : N_{11}

** : T_{11}

สีผงเซอรคอน : สีชมพูปะการัง

สุจินดา โชติพานิช

นักวิทยาศาสตร์ 7 กองการวิจัย

วรรณฯ โฉมิตะมงคล

นักวิทยาศาสตร์ 5 กองการวิจัย

สีผง (pigment) เป็นวัตถุดิบที่สำคัญและมีปริมาณการใช้มาก สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก การตกแต่งด้วยสีสีต่างๆ จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกอย่างยิ่ง เพราะจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความสดใส สวยงาม มีคุณค่าและนำไปใช้มากยิ่งขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยเรายังไม่สามารถผลิตสีผงสำหรับเซรามิกได้เอง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศในราคาแพง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติจึงได้ให้การสนับสนุนกรมวิทยาศาสตร์บริการในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำสีผงสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก

เนื่องจากในบรรดาสีผงที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด สีผงชนิดเซอรคอนเป็นกลุ่มสีผงที่ได้รับความนิยมสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องปูพื้น-บุผนัง ฯลฯ เพราะเป็นสีผงที่มีความคงตัวดี ไม่สลายตัวง่ายสามารถนำไปใช้กับเคลือบเซรามิกได้หลายชนิด อีกทั้งยังสามารถนำแม่สีมาผสมกันเองให้เกิดเป็นสีต่างๆ เพิ่มขึ้นอีกหลายสี โดยสีที่เกิดขึ้นจากการผสมยังคงมีความคงตัวและไม่เปลี่ยนแปลงยิ่งกว่านั้นประเทศไทยเรามีแร่เซอรคอนและทรายที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการทำสีผงเซอรคอนอยู่มาก ดังนั้นศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำแม่สี สีผงเซอรคอนที่สำคัญ 3 สี คือ สีฟ้า สีเหลือง และสีชมพูปะการังเพื่อให้มีเทคโนโลยี มีสูตรส่วนผสมที่เหมาะสม มีวิธีการทำสีผงทั้ง 3 สีสำหรับเผยแพร่และถ่ายทอดให้แก่อุตสาหกรรม การ

มีเทคโนโลยี มีความรู้ความสามารถในการทำสีผงเซรามิกได้เองจะช่วยสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมแขนงนี้ขึ้นในประเทศ ส่งผลให้มีการนำแร่ในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์รวมทั้งช่วยสร้างงาน สร้างอาชีพ ให้กับประชาชน และช่วยให้อุตสาหกรรมเซรามิกมีสีผงราคาถูกใช้ อันจะช่วยลดต้นทุนการผลิต ทำให้สินค้าเซรามิกไทยสามารถขายแข่งขันในตลาดโลกได้ดียิ่งขึ้น สำหรับการศึกษาวิจัยสีผงเซอรคอนที่จะกล่าวต่อไป เป็นการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการทำสีชมพูปะการัง

การศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ

สีผงเซอรคอนเป็นกลุ่มสีที่มีโครงสร้างผลึกเป็นโครงสร้างเซอรคอน ภายในโครงสร้างมีไอออนของสารให้สีถูกกักอยู่ การให้สี ได้แก่ การให้เป็นสีฟ้า สีเหลือง หรือสีชมพูปะการังขึ้นอยู่กับชนิดไอออนภายในโครงสร้าง กล่าวคือถ้าไอออนที่ถูกกักคือ ไอออนแวนเดียม (V) จะให้สีฟ้าและมักจะเรียกชื่อสีตามชนิดไอออนว่า Zircon-vanadium blue ถ้าเป็นไอออนพร้าซิโอดิเมียม (Pr) จะให้สีเหลืองและเรียกชื่อสีว่า zircon-praseodymium yellow ถ้าเป็นเหล็ก (Fe) จะให้สีชมพูปะการังและเรียกชื่อสีว่า zircon-iron (coral) pink

ไอออนของสารให้สีแทรกตัวเข้าไปในโครงสร้างเซอรคอน ขณะที่ ZrO_2 และ SiO_2 ทำปฏิกิริยารวมตัวเป็น $ZrSiO_4$ หรือเซอรคอน สำหรับ ZrO_2 และ SiO_2 ที่บริสุทธิ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดที่ระดับอุณหภูมิสูงมากไม่ต่ำกว่า 1,400°C. ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ดังนั้นในการทำสีผงจึงมักจะเติมสารประกอบเกลือ เช่น เกลือเฮไลต์ ที่มีจุดหลอมตัวต่ำเข้าไป

เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดที่อุณหภูมิต่ำลง การผสมเกลือเฮไลต์จะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเกิดที่อุณหภูมิต่ำกว่าเดิมมาก กล่าวคือ ปฏิกิริยาสามารถเกิดได้ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 700°-1,100° ซ. เท่านั้น นอกจากการเติมสารเพื่อช่วยลดอุณหภูมิแล้ว บางครั้งยังเติมเพื่อวัตถุประสงค์อย่างอื่นอีก เช่น เพื่อควบคุมสภาพวาเลนซ์ของไอออนให้สียอยู่ในสภาพที่ต้องการ สีจะได้สะอาดสดใสขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ส่วนผสมของสีผงเซอร์คอน นอกจาก ZrO_2 และ SiO_2 ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักแล้ว ยังต้องผสมสารอื่น ได้แก่ สารให้สี (chromophore) เพื่อทำให้เกิดสี และสารเติมแต่ง (mineralizer) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผง หรือช่วยในหน้าที่อื่นเพื่อให้เกิดสีที่ตีรวมอยู่ด้วย

สำหรับสีชมพูประกาย สารให้สีคือกลุ่มสารที่ให้ Fe_2O_3 หลังจากการเผา ได้แก่ เฟอร์ริออกไซด์ เฟอร์ริคลอไรด์ เฟอร์ริซัลเฟต เฟอร์ริไนเตรด เป็นต้น สารเติมแต่งที่ทำหน้าที่ช่วยลดอุณหภูมิการเผาสังเคราะห์สีผง ได้แก่ สารจำพวกฟลูออไรด์ของโลหะแอลคาไล (alkali metal fluoride) หรือซิลิโคฟลูออไรด์ หรือฟลูออไรด์ของโลหะแอลคาไลผสมกับเฮไลต์ ส่วนสารเติมแต่งที่ช่วยควบคุมสภาพวาเลนซ์ของไอออนให้สี ได้แก่ สารโซเดียมไนเตรด เป็นต้น

การศึกษาวัยสีผงเซอร์คอนสีชมพูประกาย

1. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาเพื่อสังเคราะห์สีผงเซอร์คอนสีชมพูประกาย จากส่วนผสมของ ZrO_2 , SiO_2 , $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, NaF, NaCl และ $NaNO_3$ พร้อมกันนั้นได้ค้นแปรตัวแปรที่สำคัญ อาทิ ปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ เพื่อดูว่าจะมีผลอย่างไร ต่อปฏิกิริยาการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอนและความเข้มของสี ทั้งนี้ได้นำสีผงที่สังเคราะห์ได้ไปทดลองใช้เป็นสีในเคลือบ (in glaze) ในเคลือบเซรามิกด้วย เพื่อดูว่าจะให้เคลือบที่ความเข้มของสีเป็นอย่างไร ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการทำสีผง การคัดเลือกส่วนผสม ระดับอุณหภูมิที่ควรเผาสังเคราะห์ ตลอดจนการควบคุมผลเพื่อให้ได้สีผงที่ดี มีคุณภาพสม่ำเสมอเหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก

1.1 วัตถุประสงค์การศึกษา มีดังนี้

1.1.1 เพื่อศึกษาการสังเคราะห์สีผงเซอร์คอนชนิดเซอร์คอนสีชมพูประกาย

1.1.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของ
- ปริมาณ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ซึ่งเป็นสารให้สี

- ปริมาณ NaF, NaCl, $NaNO_3$ ซึ่งเป็นสารเติมแต่ง

- ระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ว่ามีผลอย่างไร ต่อปฏิกิริยาการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน และความเข้มของสี

1.1.3 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของสีผงที่สังเคราะห์ได้ในเคลือบเซรามิกว่าจะให้สีเคลือบที่ความเข้มของสีเป็นอย่างไร

1.2 ขอบเขตการศึกษา

1.2.1 ส่วนผสมของสีผงที่ทำการศึกษา กำหนดให้อยู่ในขอบเขตต่อไปนี้

ZrO_2	1	โมล
SiO_2	1	โมล
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.10-0.25	โมล
NaF	0.25-0.67	โมล
NaCl	0.10-0.30	โมล
$NaNO_3$	0.03-0.10	โมล

1.2.2 ระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผง อยู่ในช่วง 650°- 950°ซ.

1.2.3 เคลือบเซรามิกที่นำสีผงไปทดลองใช้ เป็นเคลือบชนิด lime-zinc อุณหภูมิ 1,200°ซ.

2. วิธีการทดลอง

2.1 ส่วนผสมที่ทำการศึกษา กำหนดให้อัตราส่วน $ZrO_2:SiO_2$ ในส่วนผสมที่ทำการศึกษาทดลองคงที่คือ 1:1 โมล ส่วนปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง จะผันแปรออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง รวมทดลอง 3 ตัวอย่าง ใช้สัญลักษณ์ N1, N2 และ N3 ตามลำดับ รายละเอียดส่วนผสมพร้อมสัญลักษณ์กำกับตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 1 และ 2 โดยที่ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารเป็นจำนวนโมล ส่วนตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2.2 การเตรียมสีผง เตรียมตัวอย่างครั้งละ 50 กรัม มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

ก) ชั่งส่วนผสมทุกชนิดตามที่กำหนดสำหรับ 50 กรัม เว้นแต่ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ที่แบ่งออกมาประมาณ 4 กรัม สำหรับละลายกับน้ำร้อน ซึ่งจะนำกลับมาผสมรวมกันภายหลัง

ข) บดแห้ง ส่วนผสมตามข้อ ก. ในเครื่องบดประมาณ 5 นาที

ค) นำ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ จำนวน 4 กรัม ที่แบ่งไว้ มาละลายกับน้ำร้อนประมาณ 2.5 ลบ.ซม. แล้วนำไปผสมรวมกับส่วนผสมในข้อ ข. ให้ได้ส่วนผสมขึ้น ๆ เทใส่ในบาเดินเผาปิดฝาให้เรียบร้อย และนำไปเผา

ง) เผาในเตาเผาไฟฟ้า อุณหภูมิ 650°-950°ซ. ใช้อัตราเร่ง 200°ซ./ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ส่วนผสมเป็นจำนวนโมลของสีผงที่ผันแปรปริมาณสารให้สี และสารเติมแต่ง

สัญลักษณ์	จำนวน (โมล)					
	ZrO_2	SiO_2	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	NaF	NaCl	$NaNO_3$
N1	1	1	0.10	0.25	0.10	0.03
N2	1	1	0.175	0.46	0.20	0.07
N3	1	1	0.25	0.67	0.30	0.10

ตารางที่ 2 ส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสีผงที่ผันแปรปริมาณสารให้สี และสารเติมแต่ง

สัญลักษณ์	ส่วนผสม (๕ โมลทั้งหมด)					
	ZrO_2	SiO_2	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	NaF	NaCl	$NaNO_3$
N1	53.53	26.15	12.10	4.57	2.54	1.11
N2	45.78	22.37	18.11	7.19	4.35	2.21
N3	40.10	19.59	22.66	9.17	5.71	2.77

และยื่นไฟที่อุณหภูมิสูงสุด 3 ชั่วโมง

จ) นำสีผงที่ได้จากการเผาสังเคราะห์ มาบดแห้งในเครื่องบดประมาณ 15 นาที

ด) ล้างสีผงให้สะอาดด้วยน้ำร้อน ประมาณ 3 ครั้ง เพื่อกำจัดเกลือที่ละลายน้ำ กรองเอาน้ำออกด้วยกระดาษกรอง แล้วนำไป อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิประมาณ 80°C.

ข) นำสีผงที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบด ประมาณ 2 นาที ก็จะได้สีผงที่พร้อมจะนำไปใช้งาน และทดสอบ คุณสมบัติต่อไป

2.3 การเตรียมเคลือบสี นำสีผงที่เตรียมไว้มาทดลองใช้กับเคลือบ เพื่อดูว่าจะให้สีเป็นอย่างไร เคลือบที่ใช้ คือ เคลือบชนิด lime-zinc อุณหภูมิ 1,200°C. มีส่วนผสมดังนี้

แร่ฟันม้า	35.2%
CaCO ₃	13.6%
ควอร์ตซ์	28.5%
ดินขาวราอิवास	11.1%
ZnO	6.8%
ทัลก์	4.8%
เติม	
ZrSiO ₄	8%
สีผง	10%

บดเปียกส่วนผสมเคลือบข้างต้นที่มี ZrSiO₄ เป็นตัวทำที่ 8% และสีผง 10% ในหม้อบดพอร์ซเลน 8 ชั่วโมง นำมาเคลือบบนแผ่นดินเผาเนื้อเออร์เทนแวร์ ขนาด 3×3 ซม. โดยวิธีจุ่มเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 1,200°C. ใช้อัตราเร่ง 150°C./ชั่วโมง ยื่นไฟที่อุณหภูมิ สูงสุด 30 นาที

2.4 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่วิทยา นำสีผงที่ผ่านการล้างให้สะอาดแล้วมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางแร่วิทยา (minera-

logical compositions) ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ เพื่อศึกษาปฏิกิริยาการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน ใช้คลื่นรังสีโคบอล กระทำที่มุม 20:10°-60° ความเร็ว 0.05°/วินาที ความต่างศักย์ 35 กิโลโวลต์ กระแสรี 25 มิลลิแอมแปร์ จำนวนนับเต็มสเกล 10,000 counts

2.5 การวัดสี นำตัวอย่างสีผงที่ได้จากการสังเคราะห์ และแผ่นเคลือบสีที่เตรียมจากสีผงดังกล่าวมาวัดค่าสี L,a,b ตามระบบ Hunterlab ด้วยเครื่อง Elrepho 2000 โดยที่

L เป็นค่าแสดงความขาว (+L) และความมืด (-L) ของสี

a เป็นค่าแสดงปริมาณของสีแดง (+a) และสีเขียว (-a)

b เป็นค่าแสดงปริมาณของสีเหลือง (+b) และสีฟ้า (-b)

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการทดสอบสีผง ลักษณะทั่วไปของสีผงเผาสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 650°, 750°, 850° และ 950°C. ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่วิทยาด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ และผลการวัดค่าสี L,a,b ตามระบบ Hunterlab ด้วยเครื่อง Elrepho 2000 แสดงในตารางที่ 3,4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของสีผงที่ผันแปรปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์

ระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ °C	ลักษณะทั่วไปของสีผง		
	N1	N2	N3
650°	- สีส้ม - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดง - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดง - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา
750°	- สีส้ม - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดง - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดงคล้ำ - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา
850°	- สีส้ม - สีไม่ค่อนสีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดงคล้ำ - สีส้มเข้ม - ร่วน ติดเบ้าดินเผา	- สีน้ำตาลแดงคล้ำ - สีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา
950°	- สีส้ม - สีไม่ค่อนสีส้มเข้ม - ร่วน ไม่ติดเบ้า ดินเผา	- สีน้ำตาลแดงคล้ำ - สีไม่ค่อนสีส้มเข้ม - ร่วน ติดเบ้าดินเผา	- สีน้ำตาลแดงคล้ำ - สีส้มเข้ม - ร่วน ติดเบ้าดินเผา

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่วิทยาของสีผงที่ผันแปรปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์

ระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ °C	ส่วนประกอบทางแร่วิทยา											
	N1				N2				N3			
	ZrSiO ₄	ZnO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZrSiO ₄	ZnO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZrSiO ₄	ZnO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
650°	5.5*	4.1	3.9	0.1	7.3	0.3	0.6	0.2	5.5	1.4	1.6	0.3
750°	5.6	1.6	0.9	0.1	9.1	-	-	0.2	9.2	-	-	0.4
850°	6.8	1.1	0.4	0.1	8.8	-	-	0.3	9.1	-	-	0.4
950°	7.7	0.3	-	0.1	8.8	0.1	-	0.3	8.7	0.1	-	0.4

*ความสูงของ peak บนสเกล 10 หน่วย

ตารางที่ 5 ผลการวัดค่าสี ระบบ Hunterlab ของสีผงที่ผ่นแปรสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์

ระดับอุณหภูมิ เผาสังเคราะห์ °C	ค่าสีระบบ Hunterlab								
	N1			N2			N3		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
650°	46.08	26.18	17.09	41.32	26.08	15.21	39.09	27.98	16.39
750°	57.33	20.30	13.99	50.38	20.82	12.98	45.81	21.93	13.59
850°	59.29	18.00	12.92	52.42	19.40	13.34	39.89	20.87	12.74
950°	48.42	19.59	13.03	43.78	19.74	12.93	41.28	20.04	13.45

3.2 ผลการทดสอบเคลือบสี ลักษณะ ระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ แสดงในตารางที่ 6
ทั่วไปของเคลือบสี ที่เตรียมจากสีผงที่ผ่นแปร ปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และ ตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ลักษณะทั่วไปของเคลือบสี ที่เตรียมจากสีผงที่ผ่นแปรปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์

ระดับอุณหภูมิ เผาสังเคราะห์ °C	ลักษณะทั่วไปของเคลือบสี		
	N1	N2	N3
650°	- ไม่มีสี - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว
750°	- สีชมพูอ่อนมาก - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว
850°	- สีชมพูอ่อนมาก - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว
950°	- สีชมพูปะการังอ่อน - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว	- สีชมพูปะการัง - เคลือบผิวเป็นมันแวว

ตารางที่ 7 ผลการวัดค่าสีระบบ Hunterlab ของเคลือบสี ที่เตรียมจากสีผงที่ผ่นแปรปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผง

ระดับอุณหภูมิ เผาสังเคราะห์สีผง °C	ค่าสีระบบ Hunterlab								
	N1			N2			N3		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
650°	83.55	2.17	11.28	63.35	14.01	14.63	65.07	11.60	14.20
750°	81.34	5.19	11.11	62.30	14.19	14.29	59.20	15.66	14.79
850°	78.70	5.95	11.92	64.41	15.97	15.76	61.39	16.65	16.87
950°	73.59	10.62	14.59	59.83	17.03	15.74	54.92	17.41	15.19

4. สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองสังเคราะห์สีผงเซรามิก ชนิดเซอร์คอนสีชมพูปะการัง จากส่วนผสม ประกอบด้วย ZrO_2 , SiO_2 , $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, NaF , $NaCl$, $NaNO_3$ ปรากฏว่าได้สีผงเซอร์คอนสีน้ำตาลแดง และน้ำตาลแดงคล้ำ สีผงดังกล่าว จะให้สีชมพูปะการัง เมื่อนำไปใช้เป็นสีในเคลือบพร้อมกันนั้น จากการศึกษาคุณสมบัติของตัวแปรที่สำคัญ คือ ปริมาณสารให้สี ปริมาณสารเติมแต่ง และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ ว่ามีผลอย่างไร ต่อปฏิบัติการการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน และความเข้มของสี ทั้งในสภาพที่เป็นสีผง และสีเคลือบ พบว่า ตัวแปรที่กล่าวว่ามีผลต่อปฏิบัติการการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน และความเข้มของสีอย่างยิ่ง สรุปรายละเอียดได้ดังนี้

การเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน ผลวิเคราะห์ ส่วนประกอบทางแร่วิทยาของสีผงด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่า สีผงที่สังเคราะห์ได้ คือสีชนิดเซอร์คอน มีเซอร์คอน ($ZrSiO_4$) เป็นส่วนประกอบหลัก และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) เป็นส่วนประกอบรองปฏิบัติการการรวมตัวของ ZrO_2 และ SiO_2 เป็น $ZrSiO_4$ ขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ที่ระดับอุณหภูมิต่ำซึ่งปฏิบัติการยังเกิดไม่สมบูรณ์ จะมีสาร ZrO_2 และ SiO_2 เหลืออยู่มาก

นอกจากระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์แล้ว ปฏิบัติการการเกิดเป็นสีผงเซอร์คอน อยู่กับส่วนผสมเป็นอย่างมากด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของสารเติมแต่ง ซึ่งเป็นสารช่วยเร่งปฏิบัติการการรวมตัวของ ZrO_2 กับ SiO_2 ให้เป็น $ZrSiO_4$ จากผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่วิทยาในตารางที่ 4 จะเห็นว่าสีผง N1 ซึ่งมีปริมาณสารเติมแต่งในระดับต่ำสุด การเผาในช่วงอุณหภูมิ 650°-950°ซ. ยังเกิดเซอร์คอนได้ไม่มากนัก ส่วนสีผง N2 และ N3 ซึ่งมีปริมาณสารเติมแต่งในระดับกลางและสูงนั้น สามารถเกิดเซอร์คอนได้มากที่ประมาณระดับอุณหภูมิ 750°ซ. ขึ้นไป

ความเข้มของสี เนื่องจากการให้สีเป็นสีต่าง ๆ ของสีผงเซอร์คอน เกิดจากการที่มีไอออนของสารให้สี ถูกกักอยู่ในโครงสร้างเซอร์คอน ดังนั้นความเข้มของสีชมพูปะการัง

จึงขึ้นอยู่กับทั้งปริมาณเซอร์คอนที่เกิดขึ้น และปริมาณสารให้สี " Fe_2O_3 " ที่ถูกกักอยู่ในโครงสร้างดังกล่าว ส่วนผสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณสารให้สี ตลอดจนปริมาณสารเติมแต่งและระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ซึ่งมีผลต่อปริมาณ Fe_2O_3 ที่จะถูกกักอยู่ในโครงสร้างเซอร์คอน และปฏิกิริยาการเกิดเป็นเซอร์คอนจึงมีผลอย่างมากต่อความเข้มของสี จากการศึกษาคูผลกระทบบของส่วนผสม และระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์ต่อความเข้มของสี ทั้งในสภาพที่เป็นสีผง และสีในเคลือบ โดยการมองด้วยตาเปล่า ประกอบกับการวัดค่าสี L,a,b ตามระบบ Hunterlab ด้วยเครื่อง Elrepho 2000 พบว่าสีผง N1 ซึ่งยังทำปฏิกิริยาเกิดเป็นเซอร์คอนได้ไม่เต็มที่และมี Fe_2O_3 ถูกกักอยู่ในโครงสร้างน้อย เนื่องจากส่วนผสมมีปริมาณสารเติมแต่ง และปริมาณสารให้สีอยู่น้อย จะมีสีอิฐหรือสีส้ม ส่วนสีผง N2 และ N3 ซึ่งทำปฏิกิริยาเกิดเป็นเซอร์คอนได้ดีและมีสารให้สีถูกกักอยู่ในโครงสร้างเซอร์คอนมากขึ้น เนื่องจากส่วนผสมมีปริมาณสารเติมแต่งและสารให้สีมากขึ้น นั้นจะมีสีน้ำตาลแดง และสีน้ำตาลแดงคล้ำ (ตารางที่ 3) ค่าสีแดง (+a) ของสีผงทั้ง 3 ส่วนผสม (ตารางที่ 5) มีค่าใกล้เคียงกัน และเป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าสีแดง (+a) นี้จะลดลงเมื่อระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สูงขึ้น (ภาพที่ 1)

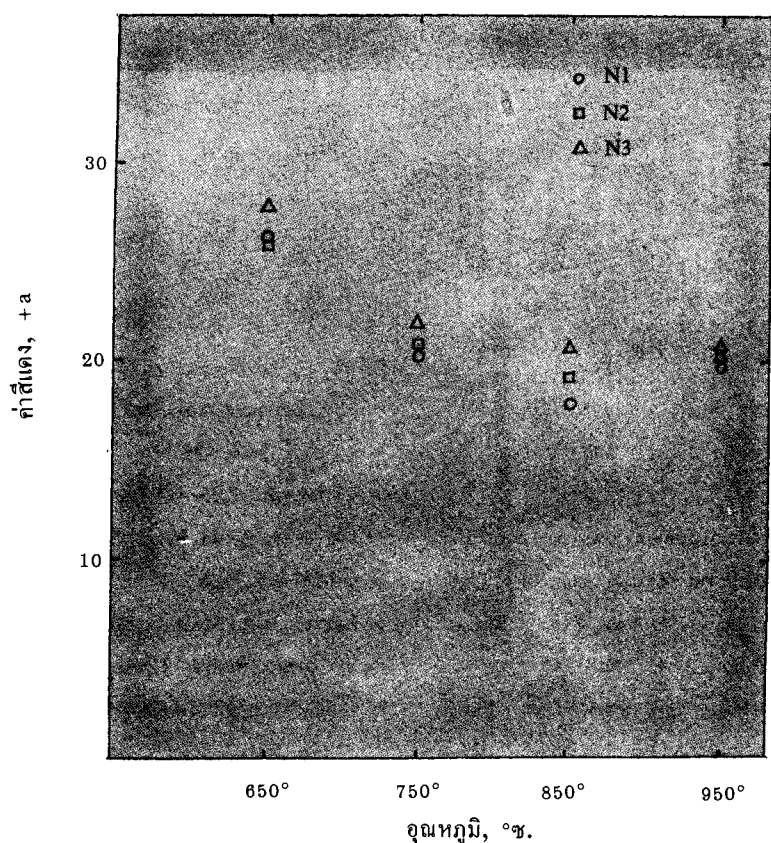
เมื่อนำสีผงทั้ง 3 ส่วนผสมมาใช้เป็นสีในเคลือบจะเห็นผลกระทบบของส่วนผสมของสีผง กล่าว คือ ผลกระทบบของปริมาณสารให้สี และสารเติมแต่ง รวมทั้งผลกระทบบของระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผงต่อความเข้มของสีชมพูประกายที่จะปรากฏในเคลือบชัดขึ้น จากผลการทดลอง ในตารางที่ 6 และ 7 จะเห็นว่าเคลือบซึ่งเตรียมจากสีผง N1 ซึ่งมีสีอิฐ หรือสีส้ม มีปริมาณสารให้สี สารเติมแต่ง อยู่น้อย และยังเกิดเซอร์คอนได้ไม่เต็มที่นั้น ส่วนใหญ่จะไม่ค่อยมีสี อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างเคลือบที่เตรียมจากสีผง ที่เผาที่ระดับอุณหภูมิ 950°ซ. ซึ่งเกิดเซอร์คอนได้มากพอสมควรนั้น พอที่จะให้สีเคลือบเป็นสีชมพูประกายได้บ้าง แต่ความเข้มของสีก็ยังอ่อนเกินไป วัดค่าสีแดง (+a) ได้เพียง 10.62 เท่านั้น ส่วนเคลือบซึ่งเตรียม

จากสีผง N2 และ N3 ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง และน้ำตาลแดงคล้ำ มีปริมาณสารให้สี สารเติมแต่ง อยู่มากและเกิดเซอร์คอนที่มี Fe_2O_3 ถูกกักอยู่ในโครงสร้างมากขึ้นนั้น จะมีสีชมพูประกายชัดเจนนาก จากการเปรียบเทียบค่าสีแดง (+a) ของเคลือบสีดังกล่าว พบว่า สีผง N3 แม้จะมีปริมาณสารให้สีและสารเติมแต่งมากกว่าสี N2 แต่ก็ให้สีเคลือบเข้มกว่าสีผง N2 แต่เพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 2) นอกจากนี้ จากการศึกษาผลกระทบบของระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผง ต่อความเข้มของสีเคลือบ พบว่าสีผงซึ่งเผาในระดับอุณหภูมิสูงซึ่งเกิดเซอร์คอนได้มากขึ้น และมี Fe_2O_3 ถูกกักอยู่ในโครงสร้างได้มากขึ้น จะให้สีเคลือบเข้มกว่าสีผงที่เผาที่ระดับอุณหภูมิต่ำ จากผลการวัดค่าสีแดง (+a) จะเห็นได้ชัดว่าค่าสีแดง (+a) ของเคลือบสีจะสูงเพิ่มขึ้น เมื่อระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผงสูงขึ้น (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าค่าสีแดงของเคลือบที่เตรียมจากสีผง

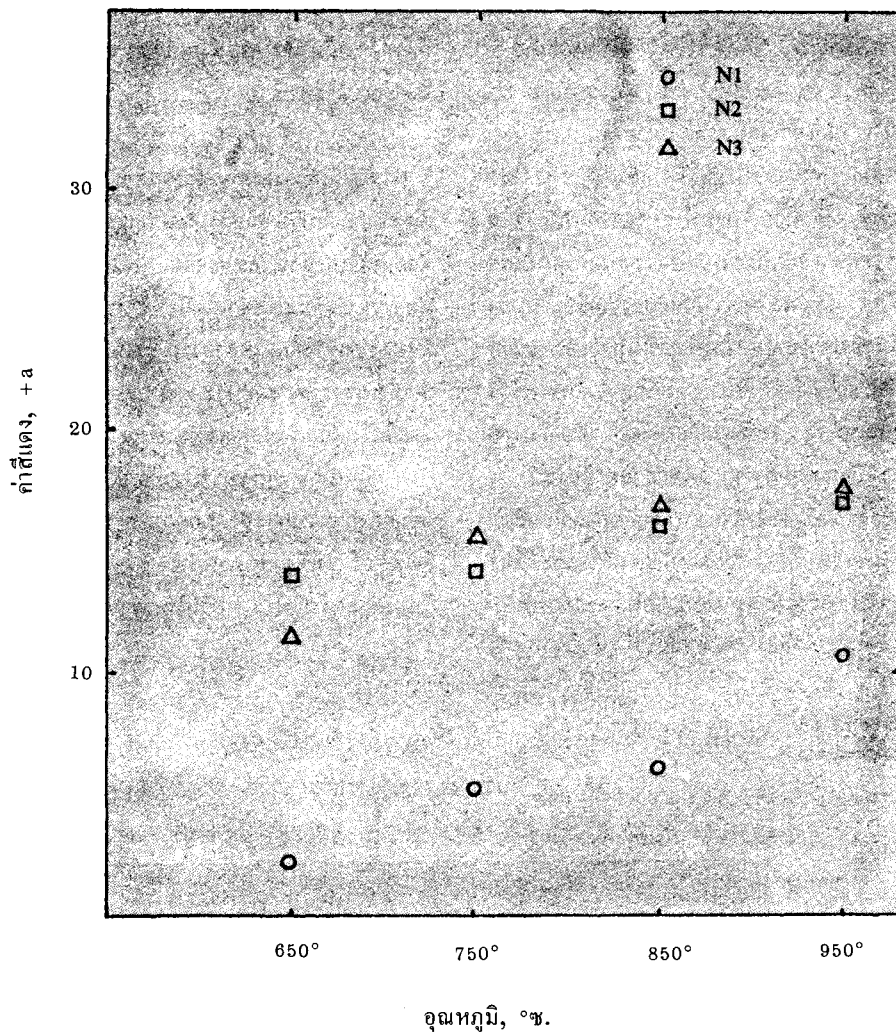
N2 และ N3 จะค่อย ๆ คงที่ที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 850°ซ. ขึ้นไป ทั้งนี้จะเป็นเพราะ ที่ระดับอุณหภูมิ 850°-950°ซ. ปริมาณเซอร์คอนที่เกิดขึ้น รวมทั้ง Fe_2O_3 ที่ถูกกักอยู่ในโครงสร้างถึงจุดที่จะเกิดได้สูงสุด ส่งผลให้ความเข้มของสีไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไป

จากการศึกษาวิจัย สรุปได้ว่า ส่วนผสมสี N1 ยังไม่เหมาะสมที่จะทำสีผงสีชมพูประกาย เนื่องจากยังมีปริมาณสารเติมแต่ง และสารให้สีน้อยเกินไป ส่วนผสมของสีผง N2 และ N3 มีความเหมาะสมกว่า เนื่องจากให้เคลือบสีชมพูประกายที่สดใสสวยงาม อุณหภูมิสำหรับเผาสังเคราะห์ควรจะประมาณ 850°-950°ซ. และยีนไฟที่อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 3 ชั่วโมง ผู้สนใจต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม หรือต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำสีผงเซอร์คอนสีชมพูประกาย ติดต่อได้ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวันในเวลาราชการ

ภาพที่ 1 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดง (+a) ของสีผง N1, N2 และ N3 กับระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์



ภาพที่ 2 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดง (+a) ของเคลือบสี ที่เตรียม จากสีผง N1, N2, N3 กับระดับอุณหภูมิเผาสังเคราะห์สีผง



เอกสารอ้างอิง

1. Batchelor, R.W. Modern Inorganic Pigments, *Trans. Brit. Ceram. Soc.*, V.73, No.8, p.298-301, 1974.
2. Beretka, J.; Bowman, R.G., and Brown, T. Studies on Zircon Pigments for Ceramic Glazes, *J. Aust. Ceram. Soc.*, V.17, No.2, p.37-43, 1981.
3. Booth, F.T., and Peel, G.N. The Preparation and Properties of Some Zirconium Stains, *Trans. Brit. Ceram. Soc.*, V.61, No.7, p.359-400, 1962.
4. Carter, R. Ceramic Colors-Problems Past and Present, *Ceram. Ind. J.*, V.94, No. 1050, p.19-26, 1985.
5. Carter, R. Zircon Ceramic Pigments, *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, V.8, No.11-12, p.1156-1161, 1987.
6. Eppler, R.A. Mechanism of Formation of Zircon Stains, *J. Am. Ceram. Soc.*, V.53, No.8, p.457-462, 1970.
7. Eppler, R.A. Zirconia-Based Colors for Ceramic Glazes, *Am. Ceram. Soc. Bull.*, V.56, No.2, p.213-215, 218, 224, 1977.
8. Eppler, R.A. Kinetics of Formation of an Iron-Zircon Pink Color, *J. Am. Ceram. Soc.*, V.62, No.1-2, p.47-49, 1979.
9. Eppler, R.A. Selecting Ceramic Pigments, *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, V.8, No.11-12, p.1139-1149, 1987.
10. Glodschmidt, Th. Process for Producing a Pink Ceramic Stain, *Brit. Pat. 1,227, 703*, Jan 19, 1965.
11. Kato, E. Studies on Ceramic Pigments Abstracts, *Interceram*, No.1, p.22-31, 1962.
12. Khan, M, and Schejbal, F. Some Aspects for Color Measurement in Ceramics, *Interceram*, NR.1, p.17-20, 1982.
13. Marquis, J.E., and Carpenter, R.E. Pink Ceramic Stain and Process, *U.S. Pat. 3, 166, 430*, Jan. 19, 1965.
14. Matkovich, V.I., and Corbett, R.M. Formation of Zircon from Zirconium Dioxide and Silicon Dioxide in the Presence of Vanadium Pentoxide, *J. Am. Ceram. Soc.*, V.44, No.3, p.128-130, 1961.
15. Morriss, H.A., et al. Production of Calcined Ceramic Pigments, *U.S. Pat. 4, 047, 970*, Sept. 13, 1977.
16. Seabright, C.A., Ceramics Pigments, *U.S. Pat. 1,441,447*, May 11, 1948.
17. Seabright, C.A., and Draker, H.C. Ceramic Stains from Zirconium and Vanadium Oxides, *Am. Ceram. Soc. Bull.*, V.40, No.1, p.1-4, 1961.
18. Seabright, C.A. Iron Ceramic Pigment, *U.S. Pat. 3,166,430*, Jan 19, 1965.
19. Tcheichvili, L., and Weyl, W.A. The Synthesis of Ceramics Pigments in the Light of Modern High-Temperature Crystal Chemistry, *The Glass Industry*, V.44, No.3, p.145-148, 1963.
20. Wildblood, N.C. Fluorine in Ceramic Colors, *Trans. Brit. Ceram. Soc.*, V.72, No.1, p.31-33, 1973.

ผลของโซดาไฟและบอแรกซ์ ต่อสมบัติของกาวแป้งมันสำปะหลัง

ยุหนาทพงศ์ แดงเพ็ญ นักวิทยาศาสตร์ 5 กองการวิจัย

ธีระชัย รัตนโรจน์มิ่งกุล นักวิทยาศาสตร์ 5 กองการวิจัย

จิระศักดิ์ ชัยสนิท นักวิทยาศาสตร์ 4 กองการวิจัย

ข้อมูลเบื้องต้น กลุ่มวิจัยและพัฒนา 4 ได้รับคำขอจากโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกรายหนึ่ง ให้ศึกษาปัญหาที่เกิดในการใช้กาวแป้งมันสำปะหลังสำหรับทำกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ แล้วสรุปได้ดังนี้

1. ระบบผลิตกาวแป้ง การผลิตกาวของโรงงานใช้ระบบที่อาจเรียกได้ว่าเป็น “ระบบแขวนลอยแป้งดิบด้วยแป้งสุก” หรือ carrier system แต่ใช้อุปกรณ์การผลิตแบบ no carrier system โดยทำให้แป้งดิบไม่นอนกันด้วยการใช้โซดาไฟชนิดเม็ดในการทำให้แป้งบางส่วนสุกและมีความหนืดสูง ซึ่งทำให้แป้งส่วนที่ยังดิบแขวนลอยอยู่ได้นาน โรงงานนี้มีอุปกรณ์ผลิตกาวแป้งเพียงชุดเดียว แต่ต้องผลิตกาวที่มีอุณหภูมิที่แป้งสุก (gel temperature) สองระดับเพื่อใช้ที่เครื่องติดกาวตัวแรก (single facer) และตัวที่สอง (double backer) ดังนั้นจึงมีการเติมโซดาไฟที่ถังจ่ายกาวของเครื่องติดกาวชุดที่สองอีกครั้ง เพื่อลดอุณหภูมิที่แป้งสุก

2. ปัญหา ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกาวหรือทั้งกาวและกระดาษมีหลายประการ เช่น

- ก. กาวหลุดร่อนง่ายหลังจากแห้งแล้ว
- ข. กาวหลุดร่อนง่ายหลังจากติดกับลูกฟูก
- ค. กระดาษผิวกลองไม่ติดกับลูกฟูกเนื่องจากไม่มีกาว

ปัญหาของข้อ ก. นั้นอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น อุณหภูมิของ preheater ต่ำเกินไปหรือขาดการควบคุมที่ดี ทำให้อุณหภูมิกระดาษไม่สูงพอที่จะทำให้แป้งสุก หรือ gel temperature ของแป้งสูงเกินไปเนื่องจากปริมาณโซดาไฟไม่เหมาะสม ปัญหาข้อ ข. ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของการยึดเหนี่ยวขณะที่กาวยังไม่แห้ง (green bond) ซึ่งแปรตามความหนืดของแป้งสุก (gel viscosity) ส่วนข้อ ค. เป็นปัญหาในการปรับระดับกาวในเครื่อง การที่ท่อจ่ายกาวและท่อหมุนเวียนกาวมีขนาดเล็กหรือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเล็กลงมากเนื่องจากขาดการดูแลรักษา อาจทำให้เกิดปัญหาเรื่อง

ระดับกาวในเครื่องติดกาวได้หากความหนืดของกาวแปรปรวนมาก

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น กลุ่มวิจัยและพัฒนา 4 มีความเห็นว่า ควรทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาสถานะที่เหมาะสมในการผลิตกาว โดยคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ของโรงงาน โดยเฉพาะบุคลากรและอุปกรณ์การผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษาทดลอง

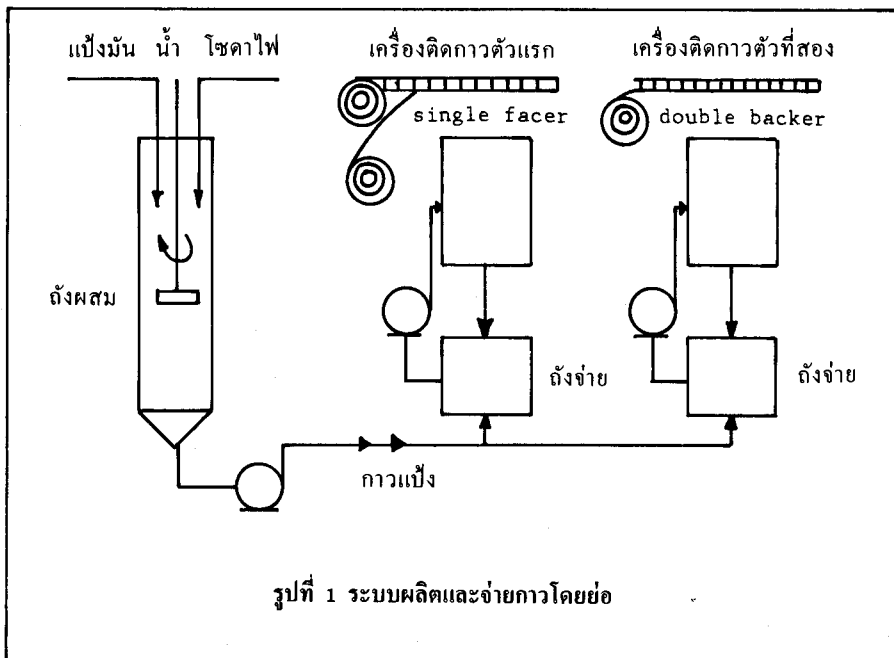
1. ศึกษาผลของการใช้โซดาไฟและบอแรกซ์ต่อความหนืด (viscosity) ของกาวแป้งและอุณหภูมิที่แป้งสุก เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดสถานะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกาวแป้ง ตัวแปรที่จะศึกษาได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายโซดาไฟ ระยะเวลาก่อนเริ่มกวน ปริมาณโซดาไฟและบอแรกซ์

2. ปริมาณสารเคมีที่ใช้และสถานะต่าง ๆ ในการทดลองจะกำหนดให้ใกล้เคียงกับระดับความแปรปรวนที่พบในการปฏิบัติงานของโรงงาน เช่น ปริมาณโซดาไฟ ความเข้มข้นของน้ำแป้งและความหนืดของกาว

ผลการทดลองและข้อวิจารณ์

1. อิทธิพลของความเข้มข้นของโซดาไฟและระยะเวลาก่อนการกวน

เป็นที่ทราบกันดีว่าการกวนหรือการผสมที่สมบูรณ์นั้นเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะการผลิตขั้นอุตสาหกรรม ดังนั้นการทดลองนี้จึงใช้ระยะเวลาระหว่างการเติมสารละลายโซดาไฟและการเริ่มเดินเครื่องกวนเป็นตัวบ่งชี้ความสมบูรณ์ของการผสมแป้งมันและโซดาไฟ ผลการทดลองดังที่ปรากฏในตารางที่ 1 บ่งชี้ว่า interaction ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโซดาไฟและระยะเวลาก่อนกวน มีผลอย่างมากต่อความหนืดของกาวแต่มีผลเพียง



เล็กน้อยต่ออุณหภูมิที่แบ่งสูง เมื่อใช้สารละลายโซดาไฟเจือจาง ระยะเวลาก่อนการกวนหรืออีกนัยหนึ่งความสมบูรณ์ของการผสมจะไม่มีผลต่อความหนืดของน้ำกาว แต่เมื่อใช้โซดาไฟเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 20 ความหนืดของกาวจะเพิ่มขึ้นเมื่อทั้งระยะเวลาก่อนกวนให้นานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแป้งที่ถูก gelatinized สูงมากขึ้น ดังนั้นการควบคุมความหนืดของกาวจึงจำเป็นต้องควบคุมการผสมให้ใกล้เคียงกันทุก batch ด้วย นอกเหนือไปจากการควบคุมการใช้โซดาไฟ

2. อิทธิพลของปริมาณโซดาไฟและปริมาณบอแรกซ์ต่ออุณหภูมิที่แบ่งสูงและความหนืดของกาว

จากการทดลองโดยใช้ 3² factorial design เพื่อศึกษาผลการใช้โซดาไฟและบอแรกซ์ในอัตราร้อยละ 1.5-2.5 และ 0-1.5 ของน้ำหนักแป้งอบแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) พบว่าการใช้โซดาไฟในอัตราร้อยละ 1.5-2.5 มีผลให้อุณหภูมิที่แบ่งสูงลดลงจาก 70-72°ซ. (กรณีที่ไม่ใส่โซดาไฟ) ลงมาอยู่ในช่วง 55-65°ซ. ขึ้นอยู่กับปริมาณโซดาไฟและบอแรกซ์ โดยที่การใช้บอแรกซ์จะมีผลตรงข้ามกับโซดาไฟ ผลจากการวิเคราะห์ถดถอย (สมการที่ 1) บ่งชี้ว่าโซดาไฟมีผลต่ออุณหภูมิที่แบ่งสูงมากกว่าบอแรกซ์

ในด้านความหนืดของกาว การเพิ่มปริมาณโซดาไฟร้อยละ 1.5-2.5 มีผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่าในกรณีที่ไม่มีบอแรกซ์และอาจเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่าเมื่อใช้โซดาไฟและบอแรกซ์ในอัตราร้อยละ 2.5 และ 1.5 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้บอแรกซ์จะมีผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้นมากเฉพาะเมื่อใช้ในปริมาณสูงร่วมกับโซดาไฟเท่านั้น ผลจากการวิเคราะห์ถดถอย (สมการที่ 2) บ่งชี้ว่า โซดาไฟมีผลต่อการเพิ่มความหนืดของกาวมากกว่าบอแรกซ์ ประมาณ 8 เท่า

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซดาไฟ/บอแรกซ์กับอุณหภูมิที่แบ่งสูงและความหนืดปรากฏในสมการถดถอยต่อไปนี้

$$\text{Gel temperature} = 60.67 - 3.50X_1 + 1.83X_2 + 0.50X_1X_2 + 0.50X_1^2 - 0.50X_2^2 \quad \text{--- (1)}$$

$$r^2 = 0.95$$

$$X_1 = \frac{\text{ปริมาณโซดาไฟ} - 2.0, \%}{0.5}$$

$$X_2 = \frac{\text{ปริมาณบอแรกซ์} - 0.75, \%}{0.75}$$

$$\ln \sqrt{v} = -0.584 + 0.8763X + 0.1125Y \quad \text{--- (2)}$$

$$r^2 = 0.96$$

$$X = \text{ปริมาณโซดาไฟ, \%}$$

$$Y = \text{ปริมาณบอแรกซ์, \%}$$

$$v = \text{ความหนืด (วัดด้วยกรวยกรอง), วินาที (ดูวิธีทดลองข้อ 4.2)}$$

3. อิทธิพลของปริมาณบอแรกซ์ต่อความหนืดของแป้งสูง

การเติมบอแรกซ์ในแป้งมันร้อยละ 0.25 มีผลให้ความหนืดของแป้งสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า เมื่อกาวมีเนื้อแป้งร้อยละ 20 ซึ่งเป็นปริมาณแป้งที่ใช้ในโรงงานทั่วไป การเพิ่มความหนืดของแป้งสูงมีผลให้การติดแน่นของกระดาษขณะที่กาวยังไม่แห้งดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแรงที่ใช้ในการดึงแผ่นกระดาษให้แยกกันในแนวตั้งฉากกับระนาบกระดาษจะเป็นปฏิภาคตรงกับความหนืดของกาว การเติมบอแรกซ์จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาการหลุดร่อนขณะกาวเปียกได้ (ผลการทดลองปรากฏในตารางที่ 3)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นร่วมกับข้อมูลสภาวะการทำงาน (operating conditions) ของเครื่องจักรซึ่งให้ผลเป็นที่พอใจแล้ว ให้ข้อสรุปได้ดังนี้

1. กาวแป้งสำหรับ single facer ควรใช้โซดาไฟร้อยละ 2 และบอแรกซ์ (decahydrate) ร้อยละ 0.75 ของน้ำหนักแป้งอบแห้ง จะได้กาวที่มีอุณหภูมิที่แบ่งสูง (gel temperature) ประมาณ 60°ซ. กาวที่ใช้กับ double backer ควรเพิ่มโซดาไฟอีกร้อยละ 0.5 เพื่อลดอุณหภูมิที่แบ่งสูงลงเป็น 58°ซ. ปริมาณบอแรกซ์อาจลดลงได้อีก จึงอาจทดลองลดที่ละน้อย แล้วสังเกตปัญหาควบคู่กันไป กราฟตามรูปที่ 2 ซึ่งได้จากสมการ 1 และ 2 จะเป็นประโยชน์ได้มากในการปรับส่วนผสมกาว

2. ความหนืดของน้ำกาวแป้ง และอุณหภูมิที่แบ่งสูง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 ความเข้าใจถึงอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้โรงงานสามารถปรับส่วนผสมของกาวให้เหมาะกับสภาวะการใช้งานจริง

3. ควรจัดให้มีการตรวจสอบความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสูงของน้ำกาวแป้งทุกครั้ง

ผลิต สำหรับความหนืด ควรตรวจสอบที่เครื่องติดกาวหลังการใช้งานตามเวลาที่เหมาะสมอีกด้วย เนื่องจากเครื่องวัดความหนืดชนิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น Brookfield viscometer มีราคาแพงและไม่เหมาะกับสภาพของโรงงาน จึงควรใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น กรวยกรองตามที่ปรากฏในรายงานนี้ ผลการวัดความหนืดด้วยกรวยกรองและ Brookfield viscometer มีสหสัมพันธ์เป็นอย่างดีในเชิงเส้นตรง (รูปที่ 3)

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาผลของความเข้มข้นของโซดาไฟและระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวนน้ำแป้ง

- 1.1 ปริมาณแป้ง 100 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร
- 1.2 ปริมาณโซดาไฟ 2 กรัม (คิดเป็นร้อยละ 2 ของน้ำหนักแป้งที่ใช้)
- 1.3 ระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวน 0, 6, 12 และ 18 นาที
- 1.4 ความเข้มข้นของสารละลายโซดาไฟก่อนเติมลงในน้ำแป้ง ร้อยละ 5, 20, 35 และ 50 แต่ละระดับจะใช้โซดาไฟ 2 กรัม
- 1.5 กวนน้ำแป้งในน้ำ โดยใช้เครื่องกวนที่มีความเร็วของรอบใบพัด 500 จนกระทั่งน้ำและแป้งกวนเข้ากันดี แล้วหยุดเครื่อง ใส่สารละลายของโซดาไฟที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5, 20, 35 และ 50 ตามข้อ 1.4 แล้วจับเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวน 0, 6, 12 และ 18 นาที ตามข้อ 1.3 หลังจากนั้นเปิดเครื่องกวนต่อไปอีก 15 นาที จึงนำน้ำแป้งที่ได้ไปวัดค่าความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสูง ดังตารางที่ 2

2. ศึกษาผลของปริมาณโซดาไฟและปริมาณบอแรกซ์ต่อค่าความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสูง

- 2.1 ปริมาณแป้ง 100 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร
- 2.2 ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซดาไฟ ร้อยละ 50
- 2.3 ใช้ระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวน (time lag) เป็น 12 นาที
- 2.4 โดยกำหนดร้อยละของปริมาณโซดาไฟและปริมาณบอแรกซ์ ต่อน้ำหนักแป้งที่

ตารางที่ 1 ผลของความเข้มข้นของโซดาไฟและระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟ และการเริ่มต้นกวนต่อค่าความหนืด และอุณหภูมิที่แบ่งสูง

เวลา นาที	ความเข้มข้นของ สารละลายโซดาไฟ, ร้อยละ	ความหนืด		อุณหภูมิที่แบ่งสูง, °C
		วินาที (กรวย)	centipoise (Brookfield)	
0	50	2.5	160	63
	35	2.5	160	61
	20	2.5	160	61
	5	2.5	160	62
6	50	9.0	1 960	61
	35	6.0	1 240	60
	20	4.5	800	59
	5	2.5	160	61
12	50	9.0	1 930	61
	35	7.5	1 480	60
	20	5.0	960	60
	5	2.5	160	61
18	50	9.0	1 920	59
	35	9.0	1 840	58
	20	7.5	1 680	59
	5	2.5	160	61

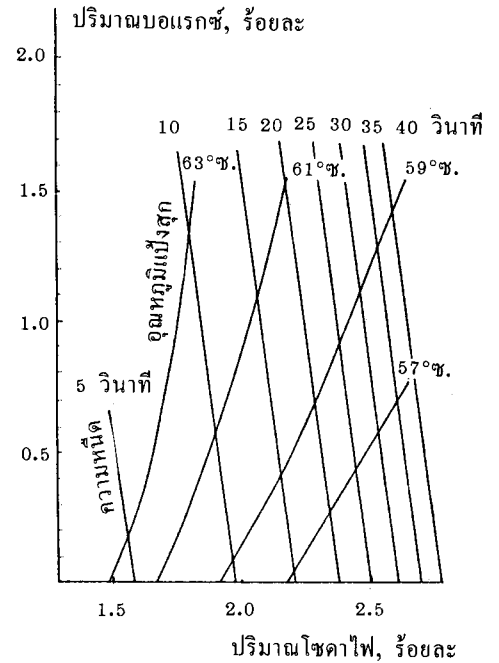
- หมายเหตุ 1. ความเข้มข้นของน้ำแบ่ง ร้อยละ 20
 2. ปริมาณโซดาไฟ ร้อยละ 2 ของน้ำหนักแบ่ง
 3. การวัดค่าความหนืดด้วย Brookfield viscometer ใช้ spindle no.2 speed 50 rpm

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสูง

ปัจจัย (เพิ่ม)	อุณหภูมิที่แบ่งสูง	ความหนืด	
		น้ำกรวแบ่ง	แบ่งสูง
ปริมาณโซดาไฟ	ลดต่ำลง	เพิ่ม	—
ความเข้มข้นของโซดาไฟ	ไม่มีผล	เพิ่ม	—
ปริมาณบอแรกซ์	เพิ่มสูงขึ้น	เพิ่ม	เพิ่ม
ระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการกวน	ลดต่ำลง	เพิ่ม	—

รูปที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซดาไฟ และปริมาณบอแรกซ์ต่อความหนืด และอุณหภูมิที่แบ่งสูง

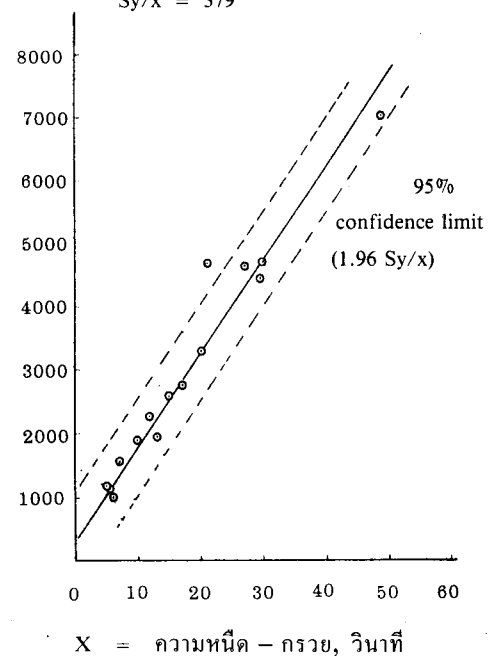


รูปที่ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืด ที่วัดด้วย Brookfield viscometer และกรวยแก้ว

$$Y = 515.26 + 140.51 X r^2 = 0.95$$

$$S_{y/x} = 379$$



ใช้ดังต่อไปนี้

ร้อยละของ ปริมาณโซดาไฟ	ร้อยละของ ปริมาณบอแรกซ์
1.5	0 0.75 1.0 1.5
2.0	0 0.75 1.0 1.5
2.5	0 0.75 1.0 1.5

2.5 ในการกวนน้ำแข็งกระทำขั้นตอนเหมือนข้อ 1.5 แล้ววัดค่าความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสุก

3. ศึกษาผลของปริมาณบอแรกซ์ต่อความหนืดของแบ่งสุก (gel viscosity)

- 3.1 ปริมาณแบ่ง 100 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร
- 3.2 ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซดาไฟ ร้อยละ 50
- 3.3 ใช้ระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวนเป็น 12 นาที
- 3.4 ใช้ปริมาณของโซดาไฟร้อยละ 2 ของน้ำหนักแบ่งที่ใช้
- 3.5 กำหนดปริมาณของบอแรกซ์ร้อยละ 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 และ 2.0 ต่อน้ำหนักแบ่งที่ใช้
- 3.6 ในการกวนน้ำแข็งกระทำเหมือนข้อ 1.5
- 3.7 จากนั้นทำแบ่งให้สุก ที่อุณหภูมิ 70°C. แล้ววัดความหนืดของแบ่งสุก
- 3.8 ทำการทดลองเหมือนข้อ 3.1-3.7 แต่ใช้ปริมาณแบ่ง 50 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร

4. การวัดค่าความหนืด และอุณหภูมิที่แบ่งสุกของกาวแบ่ง

- 4.1 วัดค่าความหนืดในหน่วย centi-poise ด้วย Brookfield viscometer
- 4.2 วัดค่าความหนืดในหน่วย วินาที ด้วยกรวยกรอง ปากกรวยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.5 ซม. วัดอัตราการไหลของกาวแบ่งปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยเริ่มจับเวลาเมื่อกาวแบ่งไหลลงมาจากขอบบนเป็นระยะทาง 3.0 ซม. ตามแนวดิ่ง
- 4.3 วัดอุณหภูมิของแบ่งสุก ตามวิธีใน "Preparation of Corrugating Adhesives" TAPPI Press, 1977, p. 51-54

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณโซดาไฟและปริมาณบอแรกซ์ต่อค่าความหนืดและอุณหภูมิที่แบ่งสุก

ปริมาณโซดาไฟ ร้อยละ	ปริมาณบอแรกซ์ ร้อยละ	ความหนืด		อุณหภูมิที่แบ่งสุก
		วินาที (กรวม)	Centipoise (Brookfield)	
1.5	0	5.5	1 160	63
2.0	0	10.0	2 280	58
2.5	0	21.0	4 680	55
1.5	0.75	5.5	1 000	65
2.0	0.75	12.0	2 280	60
2.5	0.75	27.0	4 640	58
1.5	1.0	5.0	960	65
2.0	1.0	12.5	1 960	60
2.5	1.0	29.5	4 440	58
1.5	1.5	5.5	800	65
2.0	1.5	14.0	2 000	65
2.3	1.5	49.0	7 046	59

- หมายเหตุ 1. การวัดค่าความหนืดด้วย Brookfield viscometer ใช้ spindle no.2, speed 50 rpm
2. ระยะเวลาระหว่างการเติมโซดาไฟและการเริ่มต้นกวน เป็น 12 นาที

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณบอแรกซ์ต่อความหนืดของแบ่งสุก (ปริมาณโซดาไฟ ร้อยละ 2 ของน้ำหนักแบ่ง)

ปริมาณบอแรกซ์ ร้อยละ	ความหนืดของแบ่งสุกที่ 70°C.	
	ปริมาณแบ่ง ร้อยละ 20	ปริมาณแบ่ง ร้อยละ 10
2	> 40,000	24,800
1.5	> 40,000	10,400
1.0	> 40,000	7,200
0.75	> 40,000	6,400
0.50	> 40,000	4,800
0.25	38,000	3,400
0	9,400	2,800



นายเกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา อธิบดี
 กรมวิทยาศาสตร์บริการ และข้าราชการ
 กรมวิทยาศาสตร์บริการ วางพานพุ่มถวาย
 ราชสักการะพระบรมราชานุสาวรีย์ พระบาท
 สมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องในวัน
 สถาปนาวิทยาศาสตร์ (18 ส.ค. 2534)

นางรวงทอง พันพาไพโร รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แลงข่าว
 แก่สื่อมวลชน เรื่องผลิตภัณฑ์จากผึ้ง ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ไปร่วมจัดนิทรรศการ
 "Thailand Food Fair'91" ณ ศูนย์แสดงสินค้า กรมส่งเสริมการค้าส่งออก
 ระหว่างวันที่ 8-15 พ.ค. 2534



คณะบุคลากรระดับสูงของประเทศย่าน Asia Pacific 6 ประเทศในหลักสูตร
 International Study Tour Schedule จาก UNDP ศึกษาดูงานด้านข้อมูลสารสนเทศ
 และมาตรวิทยาของ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



เจ้าหน้าที่สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เข้าศึกษาดูงานการบริการ
 เพิ่มข้อมูลเฉพาะเรื่อง บริการดัชนีและสาระสังเขป ที่ห้องสมุด
 กรมวิทยาศาสตร์บริการ





กองเคมีให้การต้อนรับนักศึกษาวิทยาลัย-
ครูหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ซึ่งเข้าศึกษา
ดูงานการใช้เครื่องมือทางเคมีในการวิเคราะห์สาร



นางมยุรี ผ่องหุดพันธุ์ ผู้อำนวยการกองสหเวชศาสตร์และเทคโนโลยี
ให้การต้อนรับและปรึกษาหารือกับ Dr.Lowell E.Netherton ผู้เชี่ยวชาญเรื่อง Technology
Licensing แห่ง Georgia Institute of Technology



กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ อบรมการถนอมอาหาร การแปรรูปผักและ
ผลไม้แก่คณะกลุ่มแม่บ้านและเกษตรกร หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้นของ
มหาวิทยาลัยเกษตรกรรมชลบุรีและเจ้าพนักงานเทคนิคการเกษตรประจำอำเภอ
จากจังหวัดเพชรบุรี ราชบุรี นครปฐม



นางรวงทอง พันหาไพโรจน์ รองอธิบดีกรม
วิทยาศาสตร์บริการ แถลงข่าวแก่สื่อมวลชน
เรื่องสีผงเซรามิกสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก
ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับ
Mr. Ernest L. Garner จาก National Institute
of Standard and Technology ประเทศสหรัฐ-
อเมริกา เพื่อปรึกษาหารือและนำชมห้อง
ปฏิบัติการมาตรฐานวิทยาของฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการจัดการอบรม
หลักสูตรการป้องกันและการระงับอัคคีภัยให้แก่
ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์ฯ





นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธีไหว้ครูและมอบประกาศนียบัตร ปีการศึกษา 2534 ให้แก่นักศึกษาศาสนาศึกษาเคมีปฏิบัติ

■ การร่วมจัดนิทรรศการ

กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการได้นำผลงาน เรื่อง การทำกระดาษจากผักตบชวา ซึ่งเป็นโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ไปแสดงในวันพืชมงคล ณ พระราชวังสวนจิตรลดา



■ การฝึกอบรมทางวิชาการ

กรมวิทยาศาสตร์จัดอบรมหลักสูตรการป้องกันและการระงับอัคคีภัย ให้แก่ข้าราชการและลูกจ้าง กรมวิทยาศาสตร์บริการ

อบรมวิชาอินทรีย์เคมี เคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค เคมีวิเคราะห์ Gen. Tech ให้แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ และมหาวิทยาลัยมหิดล

อบรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผักและผลไม้ การถนอมอาหารให้แก่กลุ่มแม่บ้านและเกษตรกรจังหวัดชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์ เจ้าพนักงานเคหกิจการเกษตร ประจำอำเภอจากจังหวัดเพชรบุรี ราชบุรี นครปฐม

อบรมการทำน้ำอ้อยบรรจุขวด น้ำว่านหางจระเข้บรรจุขวดและการลอกผิวขิงด้วยด่าง ให้แก่บริษัทชาวละออเภสัช บริษัทโคคา-โคล่า อิมพอร์ตเอ็กพอร์ต จำกัด และผู้สนใจ

อบรมวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม โลหะชุบผิว ผลิตภัณฑ์ทอพีวีซีและทอร้อยสายไฟ หนังสือ หมวกนิรภัย ให้แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อบรมการเขียนลวดลาย การใช้สี การปั้น การกลึง การทำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ กายวิภาคศาสตร์ ทฤษฎีสี ทฤษฎีการออกแบบ การปั้นขด การปั้นด้วย Slap การขึ้นรูปแบบ Sand Mold และแบบ Tube การหล่อน้ำดิน การทำแม่พิมพ์และแบบพิมพ์ การตกแต่งด้วยสีบนเคลือบและได้เคลือบ ให้แก่นักเรียนศิลปะบางโพธิ์ จังหวัดอยุธยา

อบรมและติดตามผลการฝึกอบรมสมาชิกศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่ต๋ำ จังหวัดลำปาง และศูนย์ศิลปาชีพ พระตำหนักทักษิณฯ จังหวัดนราธิวาส

■ การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

1. นายเกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ไปประชุม Environment Congress for Asia and The Pacific (ECO ASIA 91) Toward the Earth Summit 1992 ที่กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น
2. นางสาวยุภัณฑ์ อัครภาพ ข้าราชการกองเคมี ไปศึกษาระดับปริญญาโท-เอก สาขาเคมีอินทรีย์ ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยทุนรัฐบาลไทย
3. นางสาวลดา พันธุ์สุขุมธนา ข้าราชการกองการวิจัย ไปศึกษาระดับปริญญาโท-เอก สาขาวัสดุศาสตร์ (เซรามิก) ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยทุนรัฐบาลไทย
4. นางสาวปราณี แซ่โค้ว ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปศึกษาระดับปริญญาโท-เอก สาขาเทคโนโลยีอาหาร ที่ประเทศอังกฤษ ด้วยทุนรัฐบาลไทย

การทำผลิตภัณฑ์ยาง จากน้ำยางข้นโดยวิธีจุ่ม

พวยบ นามประเสริฐ

นักวิทยาศาสตร์ 7 กองฟิสิกส์และ
วิศวกรรม

กวนความเร็วสูง (high speed stirrer) หรือเครื่อง
ทำให้เกิดเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenizer) โดย
ใช้แอมโมเนีย หรือ potassium oleate เป็น
emulsifying agent

ในการเตรียม dispersion นั้น ขนาด
ของสาร (particle size) ต้องเล็กกว่า 5 ไมครอน
(microns) สารที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ยุ่งยากต่อ
กระบวนการผลิต เนื่องจากของแข็งจะตกตะกอน
ในถังจุ่ม (dipping tank) และอาจทำให้ผลิตภัณฑ์
เสียหายได้

4.2 การผสมและการบ่มน้ำยางผสม (mixing and maturation)

ลำดับของการผสมสารเคมีกับน้ำยาง
มีความสำคัญต่อความเสถียรของน้ำยางผสม
มาก ดังนั้นสูตรต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วจึงได้ลำดับ
ไว้ตามลำดับของการผสม

เมื่อผสมน้ำยางกับสารเคมีต่าง ๆ แล้ว
จะต้องนำน้ำยางผสมไปบ่ม (matured) ก่อนจะ
นำไปใช้ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการบ่มใน
แต่ละโรงงานจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับต้อง
การให้น้ำยางผสมเกิดพรีวัลคาไนท์ (crosslink-
ing) มากหรือน้อย และเพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมี
ต่าง ๆ ได้กระจายตัวในน้ำยางอย่างดีแล้ว กรณี
ที่ไม่ต้องการให้เกิดพรีวัลคาไนท์ ให้บ่มที่อุณหภูมิ
ห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง แต่ถ้าต้องการให้เกิด
พรีวัลคาไนท์ ระยะเวลาในการบ่มจะขึ้นอยู่กับ
ชนิดของสารช่วยเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ และอุณหภูมิ
ที่ใช้ในการบ่มด้วย

การบ่มน้ำยางผสม ถ้าให้เกิดพรีวัลคา-
ไนท์ด้วย จะมีข้อดีคือน้ำยางผสมจะมีความหนืด
(viscosity) คงที่มากขึ้น และช่วยให้เกิด vulcani-
zation เร็วขึ้นด้วย นอกจากนี้การบ่มน้ำยาง
ผสมจะทำให้มีช่วงเวลาสำหรับพองอากาศเคลื่อน
ที่ออกไปด้วย

ในระหว่างการบ่มน้ำยางผสม ควร
กวนน้ำยางผสมช้า ๆ เพื่อป้องกันการเกิดครีม
(creaming) และฝ้าที่ผิว (skin formation) หลัง
จากบ่มน้ำยางผสมแล้ว ให้ลดอุณหภูมิลงถึง
ระหว่าง 18-20°C. แล้วกรองน้ำยางผสมผ่าน
ตะแกรงกรอง (ในลอนหรือ stainless steel)
ขนาด 80-100 mesh โดยระวังอย่าให้มีพอง
อากาศ แล้วจึงนำไปใส่ในถังจุ่มต่อไป

4.3 วิธีการจุ่ม (dipping procedures)

4.3.1 การจุ่มโดยตรง (straight dipping)

ทำโดยจุ่มแม่แบบ (former) ที่
แห้งและสะอาดลงในน้ำยางผสมปล่อยให้ช่วง
เวลาหนึ่ง แล้วค่อย ๆ นำแม่แบบขึ้นช้า ๆ น้ำ
ยางจะเกาะแม่แบบเป็นฟิล์มบาง ๆ นำไปทำให้
แห้งและทำให้ยางสุกต่อไป ถ้าต้องการทำให้
ฟิล์มหนาขึ้น จะต้องทำให้ยางชั้นแรกแห้งไป
เพียงบางส่วน แล้วจุ่มแม่แบบลงในน้ำยางผสม
อีกครั้งหนึ่ง แต่ต้องระวังอย่าให้ฟิล์มยางชั้นแรก
แห้งเกินไป มิฉะนั้นฟิล์มยางชั้นที่สองจะไม่จับ
เป็นเนื้อเดียวกับฟิล์มยางชั้นแรก การจุ่มซ้ำนี้
จะจุ่มกี่ครั้งก็ได้ จนได้ฟิล์มยางหนาตามความ
ต้องการ

4. กระบวนการผลิต (Processing)

4.1 การเตรียมสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ (preparation of compounding ingredients)

เพื่อให้น้ำยางสามารถผสมกับสารเคมี
ต่าง ๆ เป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอและไม่
เกิดการแยกตัวในภายหลัง จะต้องเตรียมสารเคมี
ก่อนที่จะนำไปผสมกับน้ำยาง โดยสารเคมีที่
ละลายน้ำได้ให้ละลายในน้ำ ส่วนสารเคมีที่ไม่
ละลายน้ำให้เตรียมเป็น dispersion หรือ
emulsion ในน้ำ (เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่แขวนลอย
ในน้ำ) โดยใช้ น้ำอ่อนหรือน้ำ de-ionized

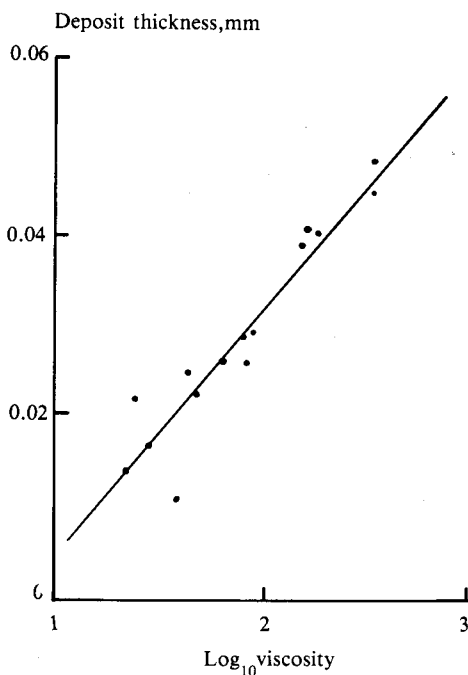
นำกำมะถัน, zinc oxide, สารเร่ง
ปฏิกิริยา และสารกันเสื่อมมาทำให้เป็น disper-
sion ในบอลลล์มิล (ball mill) หรือ attritor โดย
ใช้ condensation products ของ sodium salts
ของ naphthalene sulphonic acids กับ formal-
dehyde (เช่น Vulcastab LR, Vulnax Int.;
Anchoid, Anchor Chemicals) เป็นสารช่วยให้
เกิด dispersion (dispersing agents) และมัก
ใช้ร่วมกับ colloidal clay Bentonite ในปริมาณ
ที่เท่ากัน (ประมาณ 2% ของน้ำหนักของของ
แข็ง) ส่วนสารเคมีที่เป็นของเหลวและไม่ละลาย
น้ำ ทำให้แตกตัวเป็น emulsion ในน้ำด้วยเครื่อง

* ต่อจากฉบับที่แล้ว

ความหนาของฟิล์มยางขึ้นอยู่กับความหนืดและปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางผสม ในการจุ่มโดยตรง 1 ครั้ง จะได้ฟิล์มยางหนาประมาณ 0.05 มิลลิเมตร รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของความหนาของฟิล์มยางกับความหนืดของน้ำยาง เมื่อให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดคงที่

Figure 1

Variation of deposit thickness with latex viscosity for straight dipping



4.3.2 การจุ่มโดยใช้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบ (coagulant dipping)

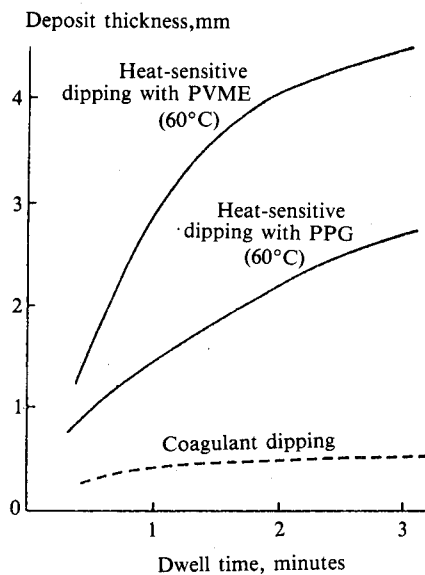
ทำให้โดยจุ่มแม่แบบที่สะอาดและแห้งลงในสารละลายของสารช่วยให้ยางจับแม่แบบ ทำให้แห้งพอสมควร เพื่อให้มันติดกับผิวของแม่แบบสม่ำเสมอ จุ่มแม่แบบในน้ำยางผสม ทั้งไว้ตามเวลาที่กำหนด แล้วค่อย ๆ นำแม่แบบขึ้นทำให้ฟิล์มยางแห้งและทำให้ยางสุกต่อไป ในทำนองเดียวกับการจุ่มโดยตรง ถ้าต้องการความหนาของฟิล์มยางเพิ่มขึ้น ก็ทำให้ฟิล์มยางชั้นแรกแห้งเพียงบางส่วน แล้วจุ่มแม่แบบในสารช่วยให้ยางจับแม่แบบ และจุ่มในน้ำยางผสมอีกเช่นเดียวกับครั้งแรก

ความหนาของฟิล์มยางจากการจุ่มโดยใช้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบขึ้นอยู่กับ

ชนิดและความเข้มข้นของสารช่วยให้ยางจับแม่แบบ เวลาในการจุ่มและปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางผสมแต่จะไม่ขึ้นกับความหนืดของการจุ่มโดยวิธีนี้ 1 ครั้งโดยทั่วไปจะได้ฟิล์มยางหนาประมาณ 0.2-0.8 มิลลิเมตร รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความหนาของฟิล์มยางกับเวลาในการจุ่ม โดยการให้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบ และสารช่วยให้ไวต่อความร้อน

Figure 2

Typical deposit thicknesses obtained with coagulant and heat-sensitive dipping



ได้มีการปรับปรุงเทคนิคการจุ่มให้ดีขึ้น โดยการจุ่มแม่แบบด้วยวิธีจุ่มโดยตรงก่อน และหลังจากทำให้ฟิล์มยางแห้งลงบ้างแล้วจึงจุ่มโดยวิธีการใช้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบอีกครั้งหนึ่ง วิธีนี้จะช่วยให้ยางจับกับแม่แบบได้ดีกว่าการจุ่มโดยใช้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบเพียงอย่างเดียว เพราะน้ำยางผสมจำนวนมากที่จับแม่แบบอาจเลื่อนลงจากแม่แบบหลังจากนำแม่แบบขึ้นมาจากถังน้ำยางผสม

สารช่วยให้ยางจับแม่แบบ ส่วนมากใช้สารละลายเกลือแคลเซียม (calcium salts) เช่น แคลเซียม ไนเตรท (calcium nitrate) หรือสารอื่น เช่น cyclohexylamine acetate หรือ zinc chloride โดยอาจทำเป็นสารละลายในน้ำหรือในแอลกอฮอล์ (methylated spirits) หรืออาจใช้น้ำผสมแอลกอฮอล์ก็ได้ น้ำได้เปรียบในแง่ที่ราคาถูก แต่แอลกอฮอล์ได้

เปรียบที่ระเหยเร็ว จึงทำให้กระบวนการผลิตเร็วขึ้น ความเข้มข้นของเกลือใช้ตั้งแต่ 10-50% ขึ้นอยู่กับความหนาของฟิล์มยางที่ต้องการตารางที่ 5 เป็นตัวอย่างของสารละลายช่วยให้ยางจับแม่แบบ

Table 5

Coagulant solutions

	Parts by weight		
	A	B	C
	Salt concentration, %		
	25	35	20
Calcium nitrate	25	35	—
Cyclohexylamine acetate	—	—	20
Water	25	30	30
Methylated spirits	50	30	50
Micronized talc	—	5	—

4.3.3 การจุ่มโดยใช้สารช่วยให้ยาง

ไวต่อความร้อน (heat-sensitive dipping)

การจุ่มวิธีนี้ต้องทำให้แม่แบบร้อนประมาณ 50-80°ซ. แล้วจึงจุ่มแม่แบบลงในน้ำยางผสมที่ผสมสารช่วยให้ยางไวต่อความร้อนทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่งจึงค่อย ๆ นำแม่แบบขึ้น ทำให้ฟิล์มยางแห้งและทำให้ยางสุกต่อไป

ความหนาของฟิล์มยางจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำยางผสม อุณหภูมิความร้อนของแม่แบบ และเวลาในการจุ่มวิธีนี้เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่มีความหนามาก เพราะในการจุ่ม 1 ครั้งสามารถทำให้ฟิล์มยางหนาถึง 4 มิลลิเมตรได้

วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ครั้งละมาก ๆ เพราะการจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงไปในน้ำยางผสมช้า ๆ กันจะทำให้ น้ำยางผสมร้อนขึ้น ซึ่งจะทำให้น้ำยางผสมไม่เสถียรได้ตั้งนั้นถึงจุ่ม (dipping tank) ควรวิธีควบคุมความร้อนอย่างดี เพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำยางผสมให้คงที่ จะได้ไม่เสียความเสถียรไป

4.4 การทำให้ฟิล์มยางแห้งและสุก (drying and vulcanizing)

ผลิตภัณฑ์ยางจากการจุ่ม จะถูกทำให้แห้งและสุกในตู้อบลมร้อน (hot-air oven) โดยฟิล์มยางจะถูกทำให้แห้งบางส่วนบนแม่แบบที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ประมาณ 80-90°ซ. แล้วจึงจะนำไปทำให้ยางสุก สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างหนาการทำให้ยางบางส่วนแห้งมีความจำเป็นมาก เพราะจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดรูพรุนอันเนื่องมาจากน้ำระเหยไปอย่างรวดเร็ว เมื่อ

ยางได้รับความร้อนสูงเกิน 100°ซ.

ในทำนองเดียวกัน การทำให้ยางแห้ง บางส่วนในระหว่างขั้นตอนที่มีการจุ่มหลายครั้ง จะต้องทำที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำด้วย ส่วนขั้นตอนสุดท้ายในการทำให้ยางแห้งและสุก มักใช้ อุณหภูมิระหว่าง 100-140°ซ. หรืออาจใช้ อุณหภูมิสูงกว่านี้ได้ ถ้าได้ผสมสารป้องกัน ปฏิกริยาย้อนกลับไว้ด้วย

4.5 การม้วนขอบ (beading)

ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางบางชนิด เช่น ถุงมือ จะต้องม้วนขอบที่ปากถุงมือด้วย การม้วนขอบทำโดยม้วนส่วนบนสุด (ปาก) ของถุงมือบนแม่แบบ ซึ่งอาจใช้พนักงานม้วนหรือม้วนด้วยเครื่องจักรก็ได้

การม้วนขอบกระทำหลังจากยางแห้งไปบางส่วนแล้ว ดังนั้นหลังจากทำให้ยางสุก ความเหนียวตามธรรมชาติของยางจะทำให้ขอบที่ม้วนไว้เกาะติดกันอยู่ในสภาพเดิมตามต้องการ

4.6 การแกะผลิตภัณฑ์ออกจากแม่แบบ (stripping)

กระบวนการสุดท้ายของการผลิต คือ การแกะผลิตภัณฑ์ออกจากแม่แบบ โดยใช้พนักงานและใช้ลมช่วยดันออก ในการแกะยางออกจากแม่แบบบางครั้งอาจใช้น้ำหรือน้ำแข็งช่วยก็ได้ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต้องนำไปทำให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจใช้กับผลิตภัณฑ์ที่จะต้องไปขั้นตอนในน้ำอีก เช่น การล้างน้ำ (leaching) หรือนำไปทำปฏิกิริยาเติมคลอรีน (chlorination) ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะต้องไปผ่านขั้นตอนการทำให้แห้งอีกครั้งอยู่แล้วก็ได้

ในการแกะผลิตภัณฑ์ออกจากแม่แบบ จะทำให้กลับด้านในเป็นด้านนอก สำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องการให้ด้านในเป็นด้านนอก อยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องกลับด้านอีก เช่น ถุงมือยางแม่บ้านที่ด้านในบุด้วยฝ้ายหรือเส้นใยต่าง ๆ (การบุจะกระทำขณะที่ถุงมียังติดอยู่กับแม่แบบ) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้ด้านนอกที่เกาะกับแม่แบบเป็นด้านนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น การทำผิวของถุงมือให้หยาบ จะต้องกลับผลิตภัณฑ์นั้นหลังจากแกะออกจากแม่แบบแล้ว

4.7 วิธีการเสริมในการทำผลิตภัณฑ์โดยวิธีจุ่ม

นอกจากวิธีการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา

แล้ว ยังมีวิธีการเสริมที่จำเป็นอีก ซึ่งวิธีการเหล่านี้ อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตหรือจะแยกออกมาต่างหากเลยก็ได้ เช่น การล้างผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำ (leaching) การบุด้านใน (flocking) การทำปฏิกิริยาเติมคลอรีน (chlorination) การทำให้ลื่น และการใช้ตัวทำละลาย (solvent) ทำให้ถุงมือหยาบ

4.7.1 การล้างผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำ (leaching)

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำยางโดยวิธีจุ่ม เมื่อล้างน้ำสารที่ละลายน้ำได้จะถูกกำจัดออกไป เนื้อยางใสขึ้น ไม่เกิด surface bloom ระหว่างการเก็บ การดูดซึมน้ำลดลง ทำให้มีความต้านทานไฟฟ้าดีขึ้น การล้างน้ำใช้ในการผลิตหัวนมสำหรับเด็ก และถุงมือยางสำหรับงานไฟฟ้าซึ่งต้องการให้มีความต้านทานไฟฟ้าสูง

กระบวนการล้างน้ำอาจรวมอยู่ในกระบวนการผลิต หรือแยกต่างหากจากกระบวนการผลิตก็ได้ ถ้าการล้างน้ำรวมอยู่ในกระบวนการผลิตจะล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 60-80°ซ. ในขณะที่เนื้อยางยังเปียก แล้วจึงนำไปทำให้แห้ง (ยกเว้นกรณีการจุ่มโดยตรงซึ่งมีเนื้อยางน้อยมาก ต้องทำให้ยางแห้งเสียก่อน) เพราะน้ำร้อนจะละลายสารที่ละลายน้ำได้ดีกว่าน้ำเย็น แต่เนื่องจากการล้างน้ำในกระบวนการผลิตมีเวลาค่อนข้างจำกัด จึงมักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เข้มงวดในการล้าง เช่น ถุงมือยางแม่บ้าน

ส่วนการล้างน้ำนอกกระบวนการผลิต จะเป็นการล้างผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว มักเป็นกระบวนการที่ช้า อาจใช้เวลาเป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาและคุณภาพที่ต้องการเนื่องจากกระบวนการนี้ เป็น batch process ที่แยกต่างหากจากกระบวนการผลิต จึงไม่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต โดยมักจะทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกำจัดสารที่ละลายน้ำได้ออกไป เช่น ถุงมือยางสำหรับงานไฟฟ้า เป็นต้น

4.7.2 การบุด้านในด้วยเส้นใย (flocking)

ถุงมือยางแม่บ้านบางชนิดด้านในจะบุด้วยฝ้าย หรือใยชนิดอื่น การบุด้านในทำให้สวมใส่สบายและรู้สึกสบายขึ้น กระบวนการนี้จะรวมอยู่ในกระบวนการผลิต โดยการจุ่มถุงมือยางที่เกาะกับแม่แบบและแห้งพอเหมาะจะ

ในน้ำยางผสมกาว (ส่วนผสมของน้ำยางผสมกาวจะคล้ายกับส่วนผสมของน้ำยางที่ใช้ทำถุงมือ)

ในตอนแรกจะจุ่มแม่แบบตามปกติ โดยวิธีใช้สารเคมีช่วยให้ยางเกาะแม่แบบ หลังจากทำให้ฟิล์มยางแห้งพอเหมาะแล้ว นำไปจุ่มในน้ำยางผสมสารเคมีและกาว (adhesive latex mix) ด้วยวิธีจุ่มโดยตรง เนื่องจากยางธรรมชาติมีคุณสมบัติเป็นกาวอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เหนียว (tackifying agent) หรือสารเรซิน (resin) และนำไปติดกับเส้นใยในขณะที่กาวยังเหลวอยู่ เพราะจะทำให้เส้นใยเปียกสามารถแทรกเข้าไปในเนื้อกาวได้ง่าย ทำให้เส้นใยติดได้แน่น ถ้าปล่อยให้กาวเกิดเป็นวุ้น (gel) จะทำให้เส้นใยเกาะติดไม่ดี สาเหตุของการเกิดวุ้นอาจเกิดจากการแพร่กระจายของอออนของสารช่วยให้ยางจับตัว (coagulating ion) จากการจุ่มครั้งแรก หรืออาจเกิดจากอุณหภูมิห้องสูงเกินไปก็ได้ สูตรในตารางที่ 6 สามารถป้องกันปัญหานี้ได้ โดยสาร surfactant ที่ช่วยให้เสถียรสามารถป้องกัน calcium ions ได้ ส่วน thickening agent ช่วยเพิ่มความหนืด ทำให้กาวมีความเสถียรมากขึ้นและแห้งยากขึ้นด้วย

สำหรับวิธีทำให้เส้นใยไปเกาะติดกับกาว อาจทำโดยวิธีทางไฟฟ้าสถิต (electrostatic) หรือวิธีทางเชิงกล (mechanic) ข้อดีของวิธีทางไฟฟ้าสถิตคือ การเรียงตัวของเส้นใยจะเป็นระเบียบ แต่เครื่องมือมีราคาแพง จึงมักนิยมใช้วิธีทางเชิงกลโดยการทำให้เกิด flock cloud ขึ้น ส่วนวิธีทำให้เส้นใยเกาะกับถุงมืออย่างทั่วถึง ทำโดยการหมუნแม่แบบในภาชนะบรรจุเส้นใย (flocking unit)

4.7.3 การเติมคลอรีน (chlorination)

ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางจำนวนมาก โดยเฉพาะถุงมือยางแม่บ้าน หลังการผลิตจะนำไปเติมคลอรีนเพื่อลดความเหนียวของผิวลง การเติมคลอรีนทำได้โดยจุ่มถุงมือในน้ำคลอรีนเจือจาง (0.3%) นาน 2-5 นาที คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับผิวยางเป็นยางคลอรีนเตตต์ ทำให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานลดลง (ถ้าใช้น้ำโบรมีนก็จะให้ผลทำนองเดียวกัน) โดยคุณสมบัติอื่น ๆ ขอบยางไม่เปลี่ยนแปลง (สำหรับยางที่มี

ความหนาตามปกติ)

น้ำคลอรีนอาจเตรียมโดยผสมกรดเกลือเข้มข้น 1 ส่วนโดยน้ำหนักกับสารละลายของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 7.5% ในน้ำ หรืออาจเตรียมจากแก๊สคลอรีนและน้ำ โดยใช้เครื่องผสมแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3 เนื่องจากคลอรีนเป็นสารที่มีอันตรายมาก ดังนั้นในบริเวณที่ทำปฏิบัติการเติมคลอรีน อากาศต้องถ่ายเทได้ดีและต้องมีเครื่องกำจัดคลอรีนด้วย

หลังจากเติมคลอรีน จะต้องนำผลิตภัณฑ์ไปล้างคลอรีนส่วนเกินออกด้วยสารละลายแอมโมเนียอย่างอ่อน (2%) เพื่อทำให้เป็นกลาง แล้วจึงนำไปล้างน้ำ และทำให้แห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40-60°C. ใน tumbler drier ถ้าเติมคลอรีนมากเกินไปหรืออุณหภูมิในการทำให้แห้งสูงเกินไป จะทำให้ยางเปลี่ยนสีได้ แต่ถ้าเติมคลอรีนน้อยไปในการทำให้แห้งถ้าใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลาสั้นลง ยางจะไม่เปลี่ยนสี

Table 6
Flock adhesive formulation

	Parts by weight
60% Natural rubber latex	167.0
20% Stabilizer solution ^a	2.5
10% Potassium hydroxide solution	2.0
50% Sulphur dispersion	2.0
50% Zinc diethyldithiocarbamate dispersion	2.0
50% Zinc oxide dispersion	2.0
50% Antioxidant dispersion	2.0
Antifoaming agent ^b	0.1
10% Thickener ^c solution	2.0, or as required ^d

a. Non-ionic surfactants are recommended, eg *Texofor FN30* (ABM Chemicals Ltd, Leeds, UK) or *Lubrol PF* (ICI).

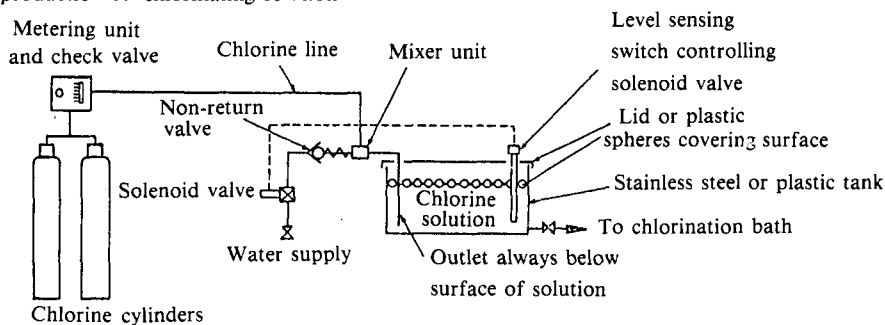
b. Trimethyl hexanol. Other proprietary antifoaming agents can also be used.

c. Polyacrylate type, eg *Rohagit S* (Rohm and Haas). Cellulose derivatives may also be used.

d. To give a viscosity of 200-300 cP as measured on the Brookfield LVT viscometer at 23°C, using spindle 2 at 60 rev/min.

Figure 3

Scheme for automatic production of chlorinating solution



4.7.4 การทำให้ลื่น (lubrication)

การลดความเหนียวของผิวยาง นอกจากวิธีเติมคลอรีนแล้ว อาจใส่สารช่วยให้ลื่น (lubricant) แทน เช่น tale, mica, แป้ง (starch), lycopodium และน้ำมันซิลิโคน เป็นต้น การจะเลือกใช้สารช่วยให้ลื่นชนิดใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งาน การใส่สารช่วยให้ลื่นนั้นง่ายกว่าการเติมคลอรีน จึงอาจทำไปพร้อมกับกระบวนการผลิตได้ โดยอาจใช้ในลักษณะเป็นผง สารละลาย หรือสารแขวนลอยในน้ำ (suspension) ก็ได้ ข้อเสียของการใส่สารช่วยให้ลื่นคือสารไม่ติดอยู่ถาวร เมื่อถูหรือล้างก็จะหลุดออกไปได้ แต่การเติมคลอรีนนั้นถาวร ดังนั้นการเติมคลอรีนจึงมักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่จะต้องใช้ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เช่น ถุงมือยางแม่บ้าน ส่วนการใส่สารช่วยให้ลื่นมักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เช่น ถุงมือผ่าตัด และถุงยางอนามัย เป็นต้น

4.7.5 การทำให้ผิวหยาบด้วยตัวทำละลาย (solvent roughening)

เป็นวิธีทำผิวของถุงมือยางให้มีลักษณะหยาบ โดยการจุ่มถุงมือยางขณะยังมีลักษณะเป็นวุ้น (gel) ลงในตัวทำละลายที่ทำให้ยางพอง เช่น โทลูอีนเป็นเวลา 10 นาที โดยทั่วไปการทำให้ผิวหยาบด้วยตัวทำละลายจะกระทำหลังจากผ่านกระบวนการทำให้ยางจับแม่แบบด้วยวิธีใช้สารช่วยให้ยางจับแม่แบบครั้งที่ 2 แล้ว ผิวของถุงมือที่มีลักษณะหยาบจะทำให้ดูสวยงามขึ้น และการหยิบจับสิ่งของมั่นคงขึ้นด้วย

5. เครื่องมือ (equipment)

5.1 ถังเก็บน้ำยางข้น (storage tank)

ในโรงงานอุตสาหกรรม ถังเก็บน้ำยางข้นจะต้องเหมาะสม มีที่กวนน้ำยางเพื่อกวนน้ำยางเป็นครั้งคราว และต้องอยู่ในที่ที่มี

อุณหภูมิต่ำประมาณ 10-15°C.

5.2 ถังผสมน้ำยาง (mixing tank)

ถังผสมน้ำยางเป็นถังทรงกระบอก กันเป็นรูปกรวยและมีหางอกที่กัน ถังอาจทำจากเหล็กและเคลือบภายในด้วยสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับยางและสารเคมีผสมยาง หรืออาจทำจากสแตนเลสก็ได้ ภายในถังมีใบพัดขนาดใหญ่สำหรับกวน (หมุนได้ตั้งแต่ 20-150 รอบ/นาที) ถังควรอยู่ในที่สูง เพื่อปล่อยให้ น้ำยางผสมไหลไปลงถังจุ่มหรือถังเก็บน้ำยางผสมได้สะดวก

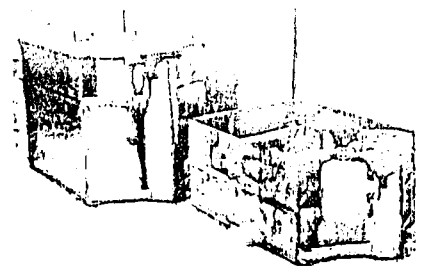
5.3 ถังจุ่มน้ำยาง (dipping tank)

ถังจุ่มน้ำยาง เป็นหัวใจของกระบวนการผลิตโดยวิธีจุ่ม จึงต้องออกแบบอย่างดีเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่ดี ถังต้องมีที่ให้น้ำเย็นไหลหมุนเวียน เพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำยางภายในถังและต้องมีอุปกรณ์สำหรับหมุนเวียนน้ำยางโดยไม่เกิดฟองอากาศ เพื่อป้องกันการตกตะกอนและการเกิดฟิล์มที่ผิว เนื่องจากน้ำระเหยออกไป นอกจากนั้นควรมีตะแกรงสำหรับกวาดเอาของที่จับตัวกันออกไปจากน้ำยางดังรูปที่ 4

Figure 4

Stainless steel circulating tank for latex

(Figures 4, 5 and 6 are courtesy of Process Dipping Equipment Ltd.)



5.4 ถังใส่สารช่วยให้ยางจับแม่แบบ (coagulant tank)

โดยทั่วไปถังใส่สารช่วยให้ยางจับแม่แบบไม่ต้องมีที่หล่อเย็น แต่ถ้าในสารช่วยให้ยางจับแม่แบบผสมพวก talc ด้วย จะต้องมีการกวนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการตกตะกอน

5.5 แม่แบบ (former)

แม่แบบมักทำจากกระเบื้องดินเผา แก้ว สเตนเลส หรืออะลูมิเนียม และบางครั้งอาจทำจากเหล็กชุบโครเมียมก็ได้ ในการทำถุงมือ

ยางมักใช้กระเบื้องดินเผาทำแม่แบบ เพราะสามารถทำให้ผิวมีลักษณะเรียบหรือเป็นลักษณะอื่นได้ แม่แบบที่ผิวมีลักษณะอื่น เช่น มีลักษณะหยาบ มักใช้สำหรับทำถุงมือเพื่อให้สามารถหยิบจับสิ่งของได้มั่นคงไม่ลื่นง่าย สำหรับถุงยางอนามัย แม่แบบมักทำด้วยแก้วและเนื่องจากมีความบางมาก จึงใช้เวลาน้อยในการให้ความร้อนและทำให้เย็น ทำให้สามารถผลิตได้เร็ว ส่วนหัวนมสำหรับขวดนมและหัวนมหลอด แม่แบบมักทำจากเหล็กชุบแข็ง (hard-chromed)

เพราะสามารถทำให้ผิวเรียบเนียนเป็นพิเศษได้

5.6 กลไกของกระบวนการจุ่ม (dipping mechanism)

กระบวนการจุ่มมีสิ่งสำคัญที่ต้องควบคุมคือ อัตราเร็วในการจุ่มแม่แบบและการนำแม่แบบขึ้น สำหรับกระบวนการแบบกึ่งอัตโนมัติหรือ batch process อาจทำโดยตั้งเวลาเครื่องไฮดรอลิกไว้ล่วงหน้าหรือใช้พนักงานควบคุม ดังรูปที่ 5

Figure 5

Electrohydraulic laboratory dipping equipment incorporating rotation of formers on axis of mounting

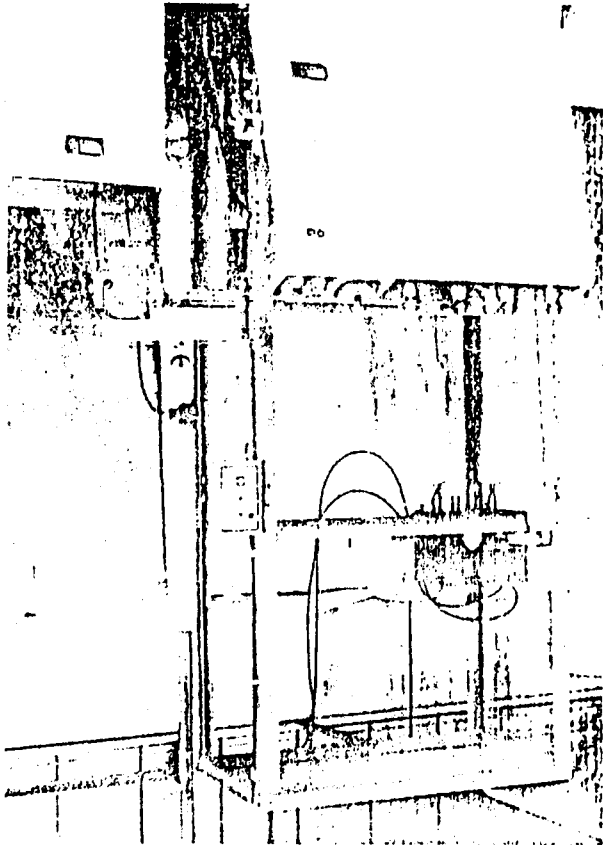


Figure 6

An automatic dipping unit for ambidextrous gloves. The unit is fully automated through multiple dipping stages



ในเครื่องอัตโนมัติสมบูรณ์แบบ แม่แบบจะถูกยึดอยู่ในไลน์ (line) ของกระบวนการผลิตและเคลื่อนที่ด้วยโซ่ อัตราเร็วในการจุ่มแม่แบบและการนำแม่แบบขึ้นถูกควบคุมด้วยอัตราเร็ว

ในการเคลื่อนที่ของแม่แบบและจะจุ่มและขึ้นตามมุมของการเคลื่อนที่ของแม่แบบ ดังรูปที่ 6 แต่ไม่ว่าจะเป็นการจุ่มโดยวิธีใด สิ่งที่สำคัญคือการเคลื่อนที่ของแม่แบบจะต้องเรียบสม่ำเสมอ

และไม่มีการสั่นเกิดขึ้น หลังจากนำแม่แบบขึ้นพ้นจากน้ำยางผสมแล้ว ต้องหมุนแม่แบบหรือกลับแม่แบบทันที เพื่อให้หน้ายางที่ยังไม่เป็นวัณ (ungelled latex) กระจายทั่วผิวอย่างสม่ำเสมอ

5.7 การทำให้ยางแห้งและสุก (drying and vulcanizing)

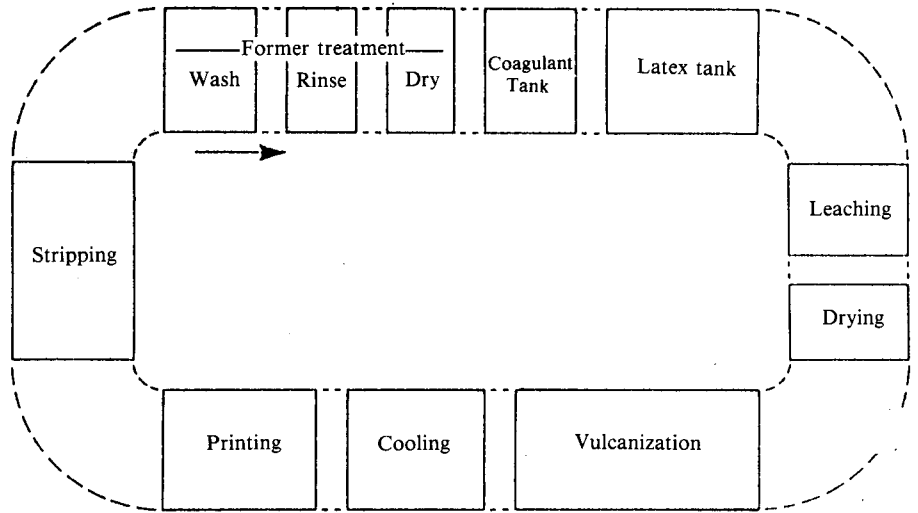
โดยทั่วไปจะใช้ตู้อบความร้อนแบบใช้ลมร้อน ด้วยการถ่ายเทความร้อนจากแก๊สหรือไอน้ำ หรืออาจใช้ความร้อนจากไฟฟ้าโดยตรงก็ได้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บางมาก มักใช้แสงอินฟราเรด (infra-red) แต่จะไม่ใช้ความร้อนจากแก๊สโดยตรง เพราะสิ่งที่ได้จากการเผาไหม้ของแก๊สอาจทำให้ยางเปลี่ยนสีได้

5.8 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ (associated equipment)

เครื่องมือประกอบอื่น เช่น อุปกรณ์ล้างแม่แบบและทำให้แม่แบบแห้ง เครื่องแกะผลิตภัณฑ์ออกจากแม่แบบหลังจากยางสุกแล้ว ถึงล้างถ้าเป็นการล้างแบบเปียก (wet-gel leaching) จะรวมอยู่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตด้วย แต่ถ้าเป็นการล้างแบบแห้งก็จะแยกออกไปต่างหาก เครื่องม้วนขอบ (beading) เครื่องชุบด้านในด้วยเส้นใย (flocking), เครื่องเติมคลอรีน (chlorination) และการทำให้ผิวลื่น (lubrication) จะใช้หรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และนอกจากนั้นยังอาจมีเครื่องพิมพ์ เครื่องหมายบนผลิตภัณฑ์อีกด้วย แผนผังโรงงานสำหรับกระบวนการจุ่มแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 7

Figure 7

Layout of an automatic dipping unit



เอกสารอ้างอิง

1. Pendle, TD., and Gordon, ADT **Dipping with natural later**. NR Technical bulletin, England : Hertford Offset Ltd., 1980.



เอกสารบริษัทผลิตสินค้า

พิชญ์ชนันท์ สุริยยา

บรรณารักษ์ 5

กองสนเทศวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี

การผลิตสินค้าใด ๆ ก็ตามโดยมีต้นทุนต่ำ และได้ผลผลิตมีคุณภาพดี ย่อมเป็นที่ต้องการของนักลงทุนทุกคน เพราะทำให้ได้กำไรมากและสามารถแข่งขันในตลาดได้ ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งผลิตวัตถุดิบ อุปกรณ์เคมีภัณฑ์ และเครื่องมือเครื่องจักร จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักลงทุน หรือผู้ที่สนใจศึกษา ค้นคว้าวิเคราะห์วิจัย เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาเปรียบเทียบ และติดต่อสั่งซื้อสินค้าที่มีคุณภาพเหมาะสมกับความต้องการใช้งานและราคายุติธรรม กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญที่จะสนองตอบความต้องการของผู้สนใจข้อมูลทางการค้า จึงได้จัดหาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทแหล่งผู้ผลิตสินค้า เพื่อให้บริการเอกสารทางการค้าที่เป็นประโยชน์ ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถเลือกลงทุนได้เหมาะสมกับภาวะการตลาด

เอกสารบริษัทผลิตสินค้า คือ เอกสารที่ให้ข้อมูลข้อสนเทศทางการค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์เคมีภัณฑ์และวัสดุอื่น ๆ ที่บริษัทผู้ผลิตสินค้าได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่สำหรับประกอบการทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม เอกสารนี้แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ แต่ละประเภทมีลักษณะเฉพาะและให้ประโยชน์ต่างกันออกไปคือ

1. แคตตาล็อกทางการค้า (Trade Catalogs) คือ แคตตาล็อกผลิตภัณฑ์ ที่บริษัทผู้ผลิตจัดทำเพื่อเผยแพร่ ใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบและพิจารณาสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ ผู้ที่สนใจจะสั่งซื้อเครื่องมือหรือสารเคมีมาใช้ในงานวิเคราะห์วิจัย หรืออุตสาหกรรมการผลิตสามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้จากเอกสารแคตตาล็อกของบริษัทต่าง ๆ เช่น แคตตาล็อกบริษัท Cole-Parmer Instrument, Gallenkamp, Fisher, Griffin ฯลฯ ซึ่งเป็น

แคตตาล็อกเครื่องมือ อุปกรณ์เคมีภัณฑ์ของบริษัทดังกล่าวที่ให้ข้อมูล รูปภาพ หมายเลขคุณสมบัติ ราคา และอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์บริษัทนั้น ๆ ผลิตและจำหน่าย ภายในเล่ม มีผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งสารเคมี หรือขวดแก้ว หลอดแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังรวบรวมผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ไว้อีกเป็นจำนวนมาก โดยมีตรรชนีหัวเรื่องชื่อผลิตภัณฑ์เครื่องมืออยู่ท้ายเล่มช่วยให้ค้นได้สะดวกและรวดเร็ว

2. นามานุกรมทางการค้า (Trade Directories) คือ เอกสารที่รวบรวมรายชื่อบริษัทผู้ผลิต พร้อมรายละเอียดที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรพิมพ์ และโทรสาร ผู้สนใจสามารถใช้เป็นคู่มือตรวจสอบและเลือกบริษัทเพื่อประกอบการพิจารณาสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ต้องการได้ เอกสารนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 Trade Directories ทั่วไป เป็นเอกสารที่รวบรวมรายชื่อบริษัทผู้ผลิต และรายการของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งครอบคลุมหลายสาขา มีรายละเอียดของที่อยู่ที่จะช่วยในการติดต่อเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของบริษัทในประเทศที่สนใจ นอกจากนี้ยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อทางการค้า (Trade name) ของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ให้รายละเอียดว่าชื่อทางการค้านั้นเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใด และบริษัทใดเป็นผู้ผลิต นักธุรกิจนักลงทุนหรือนักวิเคราะห์วิจัยที่สนใจจะเลือกซื้อเครื่องมือเพื่อใช้งานอุตสาหกรรม การผลิต หรือในห้องปฏิบัติการ สามารถหาข้อมูลทางการค้าเหล่านี้ได้จากเอกสารประเภทนี้ มีการรวบรวมและจัดทำของแต่ละประเทศ อาทิ

เอกสารชื่อ - Thomas Register of American Manufacturers and Thomas

Register Catalog File จัดทำโดย Thomas Publishing Company ประเทศสหรัฐอเมริกา

- U.S. Industrial Directory จัดทำโดย A Reed International Company ประเทศสหรัฐอเมริกา

- Kelly's Manufacturers and Merchants Directory จัดทำโดย Kelly's Directories ประเทศอังกฤษ

- BDI Deutschland Lifert Germany Supplies จัดทำโดย Gerncinschaftsverlag GmbH ประเทศเยอรมัน

- Japan Trade Directory จัดทำโดย Japan External Trade Organization ประเทศญี่ปุ่น

- Canadian Trade Index จัดทำโดย The Canadian Manufacturers's Association ประเทศแคนาดา

2.2 Trade Directories เฉพาะสาขาวิชา เป็นเอกสารที่รวบรวมและให้ข้อมูลเกี่ยวกับรายชื่อบริษัทผู้ผลิตพร้อมที่อยู่ และรายการผลิตภัณฑ์ เครื่องมือเฉพาะเรื่อง เช่น เอกสารชื่อ Directory of World Chemical Producers รวบรวมรายชื่อบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายสารเคมีทั่วโลกพร้อมที่อยู่ โดยแยกตามรายชื่อบริษัทผู้ผลิตจำหน่าย รายชื่อประเทศ และเรียงตามลำดับอักษรของชื่อสารเคมีผู้สนใจสามารถพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สารเคมีของบริษัท และประเทศที่ต้องการได้ และมี Trade Directories เฉพาะสาขาวิชาซึ่งออกเป็นรายปี ที่บริษัทผู้จัดพิมพ์และจำหน่ายได้รวบรวมรายการผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เฉพาะสาขาวิชาในแต่ละปี โดยให้รายชื่อบริษัทผู้ผลิตจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้น ๆ พร้อมที่อยู่ เช่น เอกสารชื่อ Food Processing Guide & Directory ให้ข้อมูลทางการค้าและแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กับเรื่องอาหาร พร้อมรายชื่อบริษัทผู้ผลิต
จำหน่ายและที่อยู่ นอกจากนี้ยังมีเอกสาร Trade
Directories เฉพาะสาขาวิชาที่น่าสนใจเป็น
จำนวนมาก เช่นเรื่องเกี่ยวกับ แก้ว เซรามิค
พลาสติก กระดาษ ผ้า น้ำตาล ฯลฯ เรื่องที่
กล่าวมาข้างต้นนี้มีหลายเรื่องที่มีเอกสารใช้
ประกอบการศึกษาค้นคว้าไว้บริการหลายชื่อ
ด้วยกัน เช่น เรื่องเกี่ยวกับเซรามิค มีเอกสารชื่อ

— Ceramic Industries International
Directory & Buyer's Guide

— Ceramic Industry Data Book &
Buyer's Guide

— Ceramic Society Bulletin

3. วารสารและสิ่งพิมพ์แคตตาล็อกทาง
การค้า เอกสารประเภทนี้ให้ข่าวสารและข้อมูล
ที่ทันสมัยเกี่ยวกับความก้าวหน้าของผลิตภัณฑ์
เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ แนะนำบริษัทและ
ผลิตภัณฑ์เครื่องมือใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่
วงการอุตสาหกรรมการผลิต การศึกษาค้นคว้า
และการวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ในแต่ละชื่อมีเนื้อหาหลายสาขาวิชา
ที่น่าสนใจและติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
ใหม่ ๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น เอกสารชื่อ
Plastic Machinery and Equipment และ
Pollution Equipment News ซึ่งออกเป็นราย
เดือนและราย 2 เดือนตามลำดับ

เอกสารแต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้นนี้
ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดระบบ
และแยกประเภทเอกสารแคตตาล็อกผลิตภัณฑ์
เครื่องมือที่มีอยู่ในห้องสมุด โดยจัดทำคู่มือใน
การค้นเป็นบัตรบรรณานุกรม ซึ่งสามารถดูหัวเรื่อง
ของรายการผลิตภัณฑ์เครื่องมือ และรายการ
บริษัทผู้ผลิตจำหน่ายได้จากตู้บัตรบรรณานุกรม นอก
จากนี้ยังได้จัดทำและเผยแพร่รายชื่อเอกสาร
ทางการค้าฉบับใหม่ในแต่ละเดือน เพื่อให้
ผู้สนใจได้ทราบว่ามีแคตตาล็อกผลิตภัณฑ์ใหม่
ของบริษัทใดบ้างที่น่าสนใจและต้องการขอใช้
บริษัท โดยมีบรรณารักษ์ประจำงานเอกสาร
บริษัทผลิตสินค้า คอยแนะนำและให้บริการ
ค้นขอสนเทศทางการค้าแก่ผู้ที่มาติดต่อด้วย
ตนเอง หรือทางโทรศัพท์และโทรสาร มีบริการ
ยืมเอกสารสำหรับสมาชิกและบริการตัดถ่าย

เอกสารสำหรับบุคคลทั่วไป ทุกวันในเวลา
ราชการ

แนะนำเอกสารน่าสนใจจากกองสนเทศ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Monthly Import Detention List

Department of Health and Human
Services

Food and Drug Administration USA.

เอกสารนี้หน่วยงานอาหารและยา (FDA)
ของสหรัฐอเมริกา พิมพ์และเผยแพร่เป็นราย

เดือนเนื้อหาในเอกสารมีรายชื่อสินค้าประเภท
อาหารและยาที่ถูกห้ามนำเข้าจำหน่ายใน
ประเทศสหรัฐอเมริกา สารสำคัญที่ระบุถึง
คือชื่อสินค้า ชื่อบริษัทผู้ส่งออกพร้อมเมืองและ
ประเทศ และปริมาณของสินค้า และเหตุผลใน
การห้ามนำเข้า

สนใจโปรดติดต่อกานขอสนเทศมาตรฐาน
และเอกสารบริษัทผลิตสินค้า กองสนเทศ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

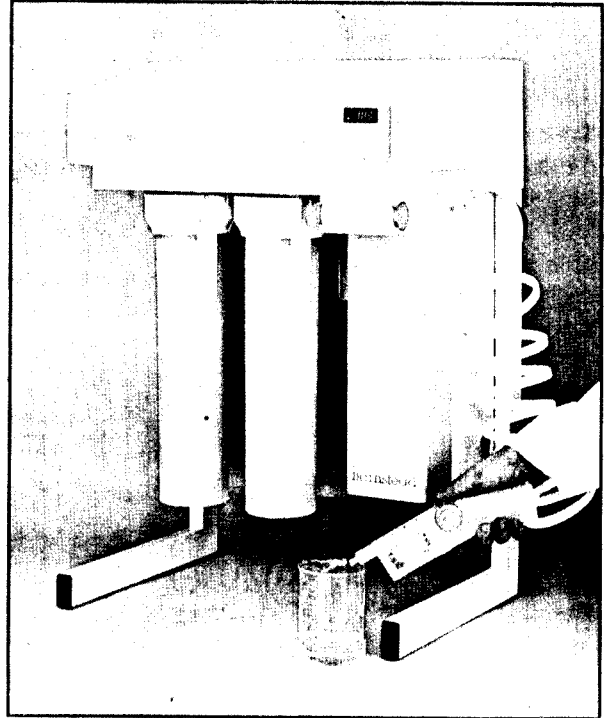
IMPORT DETENTION MONTHLY REPORT

SAMPLE#	PAC	QUANTITY	MER'S/SHPR'S NAME
PRODUCT CODE		UNIT TYPE	MFR'S/SHPR'S CITY
PRODUCT		DIST OF ENTRY	MFR'S/SHPR'S COUNTRY
PORT OF ENTRY		DET DATE/AMND	PRIMARY REASON
COUNTRY OF ORIGIN		AUTO DETENTION	SECONDARY REASON
MALL ENTRY			
# 1234567	03819A		RICE SHIPPERS LTD
02AAA05		44092	UNKNOWN
BASMATI RICE		POUNDS	INDIA
PORT ELIZ/NEWARK, NJ		BROOKLYN	RODENT FILTH/DAM.
INDIA		12/02/90	INSECT FILTH/DAM.
NO		AUTO DETENTION	
# 1701032	03819A		COMPANHIA IND. DE CONSERV
02AAA99		5238	UNKNOWN
SWEET POTATO PASTE		POUNDS	BRAZIL
NEW YORK SEAPORT, NY		BROOKLYN	NOT LABELED IN ENG.
BRAZIL		01/24/91	NO REASON ENTERED
NO		NO	
# 1701223	03819A		NANA MARKETING CO., LTD.
02AAA99		21019	BANGKOK
RICE VERMICELLI		POUNDS	THAILAND
NEW YORK SEAPORT, NY		BROOKLYN	INSECT FILTH/DAM.
THAILAND		01/29/91	ANIMAL FILTH/DAM.-NEC
NO		AUTO DETENTION	
# 1701090	03819A		CISA SPECIALITA ALIMENTARI
02AAA99		7600	PREDOSA
DRIED TOMATOES		POUNDS	ITALY
NEW YORK SEAPORT, NY		BROOKLYN	INSECT FILTH/DAM.
ITALY		01/30/91	NO REASON ENTERED
NO		NO	
# 767473	03819A		NANAPAN ENTERPRISE CO., LT
02AGG05		30000	BANGKOK
JASMINE RICE		POUNDS	MADAGASCAR
BOSTON, MA		BOSTON	RODENT FILTH/DAM.
MADAGASCAR		01/18/91	NO REASON ENTERED
NO		NO	
# 1650122	03819A		AMAR SINGH CHAWALWALA
02AGG05		250	AMRITSAR
BASMATI RICE		POUNDS	INDIA
LOS ANGELES/LONG B, CA		LOS ANGELES	INSECT FILTH/DAM.
INDIA		01/10/91	NO REASON ENTERED
NO		NO	
# 1701151	03819A		NANA MARKETING AVE
02AGG06		3003	BANGKOK
RICE VERMICELLI		POUNDS	THAILAND
NEW YORK SEAPORT, NY		BROOKLYN	INSECT FILTH/DAM.
THAILAND		01/29/91	ANIMAL FILTH/DAM.-NEC
NO		AUTO DETENTION	

น้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ

ดุชนฎี มั่นความดี

นักวิทยาศาสตร์ 6 กองเคมี



Deionizer

ปัจจุบันมนุษย์เราต้องประสบกับปัญหา มลภาวะต่าง ๆ มากมาย ทั้งทางตรงและทาง อ้อม เช่น สารพิษที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำดื่ม เครื่องสำอาง สารพิษตกค้างในผัก ผลไม้ น้ำ แม่น้ำลำคลอง อากาศ ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่บั่นทอน สุขภาพอนามัย ส่วนราชการและเอกชนที่ได้ เล็งเห็นความสำคัญในปัญหานี้ จึงกระตุ้นให้มีการ ณรงค์ต่อต้านเพื่อให้มลภาวะดังกล่าวลด น้อยลง ขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการ รณรงค์ดังกล่าว คือ การรวบรวมข้อมูลปริมาณ สารพิษทั้งจำพวกโลหะ อโลหะ สารประกอบ อินทรีย์ เช่น ตะกั่วปรอท สารหนู แคดเมียม โครเมียม เหล็ก สังกะสี ไซอะไนต์ สารประกอบ ฮาโลคาร์บอน ยาฆ่าแมลง เป็นต้น หน่วยงาน วิเคราะห์ทางเคมีต้องวิเคราะห์เชิงปริมาณอย่าง ละเอียดด้วยวิธีการทางเคมี ด้วยเครื่องมือที่

เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความ ถูกต้องแม่นยำสูงสุดสำหรับประกอบการ พิจารณาสถานะก่อนและหลังการบำบัดว่าได้ ผลดีเพียงไร ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงมีบทบาท สำคัญ เมื่อกล่าวถึงห้องปฏิบัติการอาจจะนึกถึง ห้องสีเหลี่ยมที่เต็มไปด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ ทางวิทยาศาสตร์ สารเคมีต่าง ๆ มากมาย ซึ่ง ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญทั้งสิ้น แต่สิ่งหนึ่งที่คว รคำนึงถึงสำหรับงานการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ของสารที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ ในระดับ ppm จนถึง ppb นั่นคือน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ ซึ่งโดยทั่วไปเรียกกันว่า น้ำกลั่น ที่จริงแล้ว น้ำกลั่นนับเป็นเพียงน้ำชนิดหนึ่งของน้ำสำหรับ ห้องปฏิบัติการเท่านั้น

การวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์ จำเป็น ต้องใช้น้ำในหลาย ๆ ขั้นตอน เช่น ตั้งแต่การ

ล้างทำความสะอาดเครื่องมือและภาชนะต่าง ๆ การเจือจาง การใช้สำหรับเป็นสารละลายลายแบบลิ้งค์ น้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ จำแนกตามปริมาณของสารปนเปื้อน ซึ่งยึดถือตาม Department of Defense และจัดเป็นเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานของ DoD Index แบ่งได้เป็น 4 ชนิด

Type I เป็นน้ำที่มีสารปนเปื้อนน้อยที่สุด ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีที่มีความแม่นยำสูงสุดและความผิดพลาด เบี่ยงเบนต่ำสุด น้ำชนิดนี้ควรเตรียมแล้วใช้ทันทีสำหรับงานวิเคราะห์ที่ต้องการให้มีความถูกต้องแม่นยำสูงสุด และปราศจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ ได้แก่

งานวิเคราะห์สารพิษที่มีปริมาณน้อยมากในระดับ ppb ถึง ppt

Type II เป็นน้ำที่ยอมให้มีสารปนเปื้อนได้บ้างเล็กน้อย ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสารเชิงปริมาณในระดับ ppm ถึง ppb และการวิเคราะห์ที่ยอมให้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนน้อยมาก ควรเก็บน้ำในขวดแก้ว ขวด Teflon หรือขวดพลาสติกที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี เช่น polyethylene

Type III น้ำชนิดนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ทดลองในห้องปฏิบัติการทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น

อุตสาหกรรมฟอกย้อม ใช้เป็นน้ำสำหรับหม้อต้มน้ำ (boiler) เป็นต้น

Type IV เป็นน้ำที่ยอมให้มีสารปนเปื้อนมากกว่าชนิดอื่น ๆ ใช้สำหรับการทดลองที่ต้องใช้น้ำปริมาณมาก เช่น ใช้เตรียมสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์สาร ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตน้ำ Type I Type II หรือ Type III ใช้ล้างเครื่องแก้ว นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่จัดเป็นน้ำกลั่นสำหรับแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดได้ด้วย

น้ำสำหรับห้องปฏิบัติการทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมาแล้วมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่

Quality parameter	Type I	Type II	Type III	Type IV
Total matter, max.,mg/litre	0.1	0.1	1.0	2.0
Electrical conductivity, max, $\mu\text{mho/cm}$ at 25°C	0.06	1.0	1.0	5.0
Electrical resistivity, min, $M\Omega\text{-cm}$ at 25°C	16.67	1.0	1.0	0.2
pH at 25°C	-	-	6.2-7.5	5.0-8.0
Minimum colour retention time of potassium permanganate, minutes	60	60	10	10
Maximum soluble silica	not detectable	not detectable	10 $\mu\text{g/litre}$	no limit

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าสภาพนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของน้ำ Type I, Type II, Type III ไม่เกิน 1 $\mu\text{mhos/cm}$ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้าในขั้นตอนสุดท้ายของระบบการผลิตเพื่อให้ได้ค่า

สภาพนำไฟฟ้าที่แท้จริงก่อนที่จะมีการปนเปื้อนโดยก๊าซต่าง ๆ เช่น CO_2 , NH_3 ฯลฯ น้ำ Type I, Type II ไม่มีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เนื่องจากน้ำทั้ง 2 ชนิดมีคุณภาพสูงมากจนอาจมีการผิดพลาดจากการ

ปนเปื้อนของอิเล็กโทรดของเครื่องวัด ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำที่มีการควบคุมปริมาณแบคทีเรียจะมีการจำแนกเฉพาะในด้านจุลินทรีย์ ดังนี้:

	Type A	Type B	Type C
Maximum total bacteria count	0/ml	10/ml	100/ml

การเตรียมน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ

Type I เตรียมโดยการกลั่นแล้วตามด้วย deionization โดยใช้ mixed-bed ion exchange resin และ 0.2 μm membrane filter น้ำที่ใช้เป็นสารตั้งต้นควรมีสภาพนำไฟฟ้า ไม่เกิน 20 $\mu\text{mhos/cm}$ ที่ 25°C

Type II เตรียมโดยการกลั่น น้ำที่ใช้เป็นสารตั้งต้นอาจต้องผ่านกรรมวิธีอื่น ๆ มาก่อน เช่น deionization การกลั่นหรือ reverse osmosis ขึ้นอยู่กับสภาพเริ่มต้นของน้ำดิบ

Type III เตรียมโดยการกลั่น, deionization, reverse osmosis หรือร่วมกันทั้ง 3 วิธี แล้วกรองด้วย 0.45 μm membrane filter

Type IV เตรียมโดยการกลั่น, deionization, reverse osmosis หรือร่วมกันทั้ง 3 วิธี

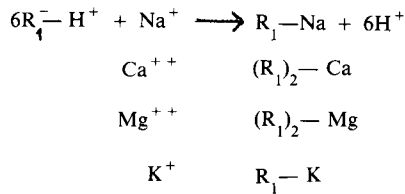
อย่างไรก็ตามการจัดจำแนกชนิดของน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการต้องจัดตามคุณสมบัติของน้ำที่เตรียมได้ ดังนั้นขั้นตอนและวิธีการเตรียมน้ำแต่ละชนิดอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพของน้ำที่ใช้เป็นสารตั้งต้นเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้

วิธีเตรียมน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ

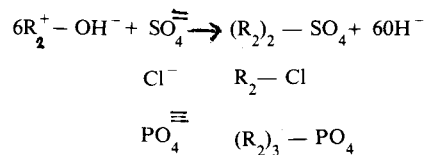
1. การกลั่น (distillation) เป็นวิธีการทำน้ำให้บริสุทธิ์ที่วิธีหนึ่ง ภาชนะที่ใช้ในการกลั่นควรทำจากแก้วชนิด borosilicate หรือ fused quartz, tin, titanium ถ้าน้ำที่จะนำมากลั่นมีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนตไอออนสูง จำเป็นต้องกำจัดแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ก่อน เพื่อป้องกันการเกิดตะกอน โดยวิธี reverse osmosis หรือ deionization ก็ได้ ในการกลั่นควรเติมกรดแร่ เช่น กรดซัลฟูริก ลงในขวดกลั่นเล็กน้อย เพื่อกำจัดก๊าซแอมโมเนีย และนำน้ำที่กลั่นได้มาต้มเดือดนาน 15 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว และปิดด้วยหลอดแก้วที่บรรจุโซดาไลม์ หรือแอสคาโรก เพื่อป้องกันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. Deionization เป็นวิธีการทำน้ำให้ปราศจากสิ่งเจือปนประเภทเกลือละลาย โดยใช้วิธี cation และ anion exchange reaction ด้วย resin ซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์โมเลกุลใหญ่

โมเลกุลของ resin พวกนี้ปลายข้างหนึ่งจะมีประจุลบหรือประจุบวก ถ้ามีประจุลบเรียกว่า cationic resin (R_1) กลไกในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเป็นดังสมการ



ถ้ามีประจุลบเรียกว่า anionic resin (R_2) กลไกในการแลกเปลี่ยนประจุลบเป็นดังสมการ



resin ที่ใช้ในกระบวนการ ion exchange นี้มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ แยกบรรจุ cation resin ไว้ในคอลัมน์แรก และ anion resin ไว้ในคอลัมน์ที่ 2 ถ้าจะให้กระบวนการ ion exchange มีประสิทธิภาพสูงจะต้องมีคอลัมน์ที่ 3 ซึ่งเป็นของผสมระหว่าง cation และ anion resin อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน เมื่อปล่อยให้น้ำดิบ (raw water) ที่ผ่านการ treat เบื้องต้น เช่น แยกตะกอนทรายและสารคอลลอยด์ออกไปก่อนแล้ว เข้าสู่คอลัมน์ที่ 1 ที่เป็น cation resin ในคอลัมน์นี้ cation ทั้งหมดจะถูก cation resin จับไว้โดยปฏิกิริยา cation exchange แล้วปล่อย H^+ ออกมา ดังนั้นหากมีคาร์บอเนตหรือไบคาร์บอเนตไอออนอยู่จะเกิดการคาร์บอนิกขึ้น จึงควรให้น้ำที่ผ่านคอลัมน์นี้ผ่านเครื่องเติมอากาศ (aerator) เพื่อไล่ CO_2 ออกจากน้ำก่อนเข้าสู่คอลัมน์ที่ 2 ซึ่ง anion ทั้งหมดจะถูก anion resin จับไว้แล้วปล่อย OH^- ออกมาในน้ำ ทำให้เกิดปฏิกิริยา neutralization กับ H^+ จากคอลัมน์แรกทำให้ไม่มี ions ต่าง ๆ เหลืออยู่เลย สำหรับน้ำที่ต้องการความบริสุทธิ์สูงเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการควรเพิ่มคอลัมน์ที่ 3 ซึ่งมีของผสมระหว่าง cation resin และ anion resin อยู่ปนกันอย่างสม่ำเสมอ ในคอลัมน์นี้จะเกิดปฏิกิริยา ion exchange กับ ions ต่าง ๆ ที่หลงเหลืออยู่จนหมด เมื่อใช้ cation และ anion resin ไปนาน ๆ active site ของ cation และ anion resin จะลดน้อยลง จน

กระทั่งเหลือน้อยจนไม่สามารถจับ ions ต่าง ๆ ได้อีกแล้ว จะต้อง regenerate cation resin ด้วยการด่าง ที่นิยมใช้ก็คือ HCl ส่วน anion resin นั้น regenerate ด้วย NaOH เมื่อ active site ของ cation resin มี H^+ และ active site ของ anion resin มี OH^- เต็มแล้ว ก็สามารถนำไปบรรจุในคอลัมน์เพื่อใช้งานต่อไปได้จนกว่า resin จะเสื่อมสภาพ น้ำที่เตรียมได้โดยวิธีนี้เรียกว่า deionized water หรือเรียกย่อ ๆ ว่าเป็นน้ำ DI

3. Reverse osmosis เป็นวิธีการนำหลักการออสโมซิสมาใช้ โดยทำให้เกิดขบวนการที่ตรงกันข้ามกับ osmosis คือเพิ่มความดันจำนวนหนึ่งซึ่งมากกว่า osmotic pressure เข้าไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นมาก ตัวทำละลายหรือน้ำก็จะไหลผ่านเยื่อ semipermeable membrane ออกมาสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า ส่วนไอออนหรือสารอื่น ๆ ที่ไม่สามารถผ่านไปได้ก็ยังคงค้างอยู่อีกด้านหนึ่ง โดยปกติใช้ความดันประมาณ 200 psi วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากในการทำน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยให้เป็นน้ำจืด ซึ่งต้องใช้ความดันสูงกว่าปกติ สำหรับน้ำทะเลใช้ความดันประมาณ 800-1,000 psi ส่วนน้ำกร่อยใช้ความดันประมาณ 400-600 psi ในเรื่องอุณหภูมิก็ทำให้เยื่อ semipermeable membrane ที่ใช้มีปัญหาเรื่องอัดตัวแน่น ปัจจุบันมีการพัฒนาในเรื่องสารที่ใช้เป็นเนื้อเยื่อให้มีคุณภาพสูงขึ้น เช่น cellulose acetate, aramid, thin film composite โดยที่ cellulose acetate ถูกจุลินทรีย์ทำลายได้ง่าย จึงต้องมีการปรับสภาพก่อนโดยเติม Cl_2 เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

4. Carbon adsorption วิธีนี้ใช้สำหรับกำจัด Cl_2 สารอินทรีย์ โดยใช้หลักการดูดซับของ activated carbon ซึ่งประสิทธิภาพในการทำจัดสารอินทรีย์ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารนั้น ๆ คุณสมบัติทางกายภาพของ activated carbon รวมทั้งวิธีการบรรจุ ปริมาณ และความสูงของ activated carbon ลงในคอลัมน์รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านคอลัมน์ด้วย วิธีเตรียมทั้ง 4 วิธีที่กล่าวมานี้ เป็นวิธีที่ใช้กันมากและได้ผลดี สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่น ๆ อีก เช่น Ultrafiltration, Ultraviolet oxidation เป็นต้น ซึ่งไม่ได้นำมากล่าวในที่นี้

วิธีการเตรียมน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ
ดังกล่าวมาแล้วนั้น ความสามารถในการกำจัด
สารปนเปื้อนของแต่ละวิธีจะแตกต่างกัน ทำให้
เราสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมกับสภาพที่ใช้
เป็นสารตั้งต้น ดังแสดงในตาราง 2

ตารางที่ 2

Process	Major classes of Contaminants					
	Dissolved Ionized solids	Dissolved Ionized gases	Dissolved organics	Particulates	Bacteria	Pyrogens
Distillation	G-E+	P	G	E	E	E
Deionization	E	E	P	P	P	P
Reverse osmosis	G#	P	G	E	E	E
Carbon adsorption	P	P§	G-E II	P	P	P
Filtration	P	P	P	E	E	P
Ultrafiltration	P	P	G#	E	E	G-E
Ultraviolet oxidation	P	P	G-E**	P	G ⁺	P

หมายเหตุ ตารางนี้คัดลอกมาจาก “Preparation and Testing of Reagent water in the Clinical Laboratory ซึ่งได้รับการรับรองจาก National Committee for Clinical Laboratory Standards ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในตารางนี้มีดังนี้

E = Excellent = กำจัดได้เกือบทั้งหมด

G = Good = กำจัดได้เป็นส่วนใหญ่

P = Poor = กำจัดได้เล็กน้อย หรือไม่
ได้เลย

+ = ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะของน้ำที่
ได้จากการกลั่นจะต่ำกว่าจากการ deionization
เนื่องจากถ้าน้ำดิบมี H₂S, NH₃, CO₂ ปนอยู่
การกลั่นจะกำจัดก๊าซเหล่านี้ได้ยาก

= ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะที่เกิดจาก
Dissolved ionized solids จะขึ้นอยู่กับน้ำดิบ

§ = Activated carbon กำจัด Cl₂ โดย
ขบวนการ adsorption

II = การเลือกใช้ activated carbon
ควรเลือกให้เหมาะสมกับ adsorbent ที่ใช้ควบคู่
กัน

= Ultrafilters ที่ใช้ลดปริมาณสาร
อินทรีย์จะได้ผลดีหากถ้าเลือกชนิดที่เหมาะสม
กับสารอินทรีย์ที่ต้องการกำจัด

** = 185 nm Ultraviolet oxidation
มีประสิทธิภาพดีมากในการกำจัดสารอินทรีย์
tt = 254 nm UV sterilizers สามารถ
ฆ่าหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
แต่ไม่ได้กำจัดออก

จะเห็นว่าน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการมี
หลายประเภท ซึ่งมีคุณภาพต่างกันและเหมาะสม
สำหรับใช้งานต่างกันด้วย ดังนั้นก่อนที่จะเตรียมน้ำ
สำหรับห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงคุณภาพ
ของน้ำและวัตถุประสงค์ของการใช้งานด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. **Standard methods for the Examination of Water and waste water.** 17 th ed. Washington, DC : American Public Health Association, 1989, P.1-54-P.1-58
2. American Society for Testing and Materials. **Annual book of ASTM Standards** section 11 volume 11.01. Philadelphia, PA : the Society, 1987, P.48-50
3. American Society for Testing and Materials. **Annual book of ASTM standards** section 11 volume 11.01 Philadelphia, PA : the Society, 1990, P.45-47
4. Faust, Samuel D. **Chemistry of water treatment.** Boston : Butterworth Publisher, 1983, P.40-45
5. ศักดิ์ชัย ทักษิณเสถียร การสกัดน้ำบริสุทธิ์ด้วยวิธีรีเวิร์สออสโมซิส **เทคนิคการจัดการและวิศวกรรม** (9) เม.ย. 2528 62-66.
6. เทวรักษ์า เครือคล้าย การทำน้ำสะอาด การอนามัยและสิ่งแวดล้อม (6)2 พ.ค.-ส.ค. 2526 33-36.

ภัยจากส้มเขียวหวาน

จิรพร โชติสมิทธิกุล

นักวิทยาศาสตร์ 5 กองการวิจัย



ปัจจุบันนี้ผู้คนหันมานิยมรับประทานผักผลไม้กันมากขึ้น เพราะเป็นอาหารที่ให้ปริมาณแคลอรีไม่สูงนัก ช่วยทำให้ผู้รับประทานมีการขับถ่ายที่ดี มีสุขภาพแข็งแรงและไม่อ้วน แต่ในผักผลไม้หลายชนิดก็ยังมีอันตรายที่เกิดจากการตกค้างของสารเคมีป้องกันศัตรูพืชต่าง ๆ เช่น อะพริคอตในพอร์มาลิน ถั่วงอกที่พอกขาวด้วยน้ำยาพอกขาว ทุเรียนที่แช่ด้วยน้ำยาเร่งสุก เป็นต้น เมื่อไม่นานมานี้เองก็มีข่าวส้มเขียวหวานมีเชื้อสีเขียวก่อเกิดขึ้น เนื่องจากการตกค้างของเคมีกำจัดเชื้อราที่ชาวสวนใช้ฉีดพ่น เพื่อให้ผิวของส้มเขียวหวานสวยงาม ไม่มีจุดที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อราต่าง ๆ นำชื่อหามารับประทาน

เนื่องจากส้มเขียวหวานเป็นที่นิยมรับประทานกันมาก มีจำหน่ายทุกฤดูกาล ราคาไม่แพง รสอร่อยและมีประโยชน์ต่อร่างกายมากด้วยมีสารอาหารต่าง ๆ มากมาย ดังตาราง

สารอาหาร	ปริมาณต่อน้ำส้มคั้น 100 กรัม
น้ำ	88.3 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	10.4 กรัม
โปรตีน	0.7 กรัม
เส้นใย	0.1 กรัม
แคลเซียม	11 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	17 มิลลิกรัม
โซเดียม	0.2 มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	200 มิลลิกรัม
เหล็ก	1 มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	200 I.U.
วิตามิน บี	1.0 ไมโครกรัม
วิตามิน บี 1	0.9 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.03 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 6	0.03 มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	50 มิลลิกรัม
วิตามิน อี	0.2 มิลลิกรัม
แคโรทีน	0.05 มิลลิกรัม

สารเคมีกำจัดเชื้อราที่ชาวไร่ชาวนาใช้ฉีดพ่นป้องกันโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรียจำพวกโรคราน้ำค้าง โรคแอนแทรคโนส โรคใบจุด โรคใบไหม้ โรคราสนิม โรคผลเน่า โรคใบแห้ง ที่เกิดกับผักและผลไม้ เช่น กะหล่ำปลี มะเขือเทศ มันฝรั่ง ส้ม องุ่น แอปเปิ้ล กล้วย มะม่วง สับปะรด และแตงต่าง ๆ นั้น นิยมใช้คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์โดยใช้เดี่ยว หรือ

ผสมกับยาฆ่าแมลง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดนี้เป็นเคมีที่ใช้สำหรับป้องกันโรคพืช เริ่มใช้ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2443 เป็นต้นมา มีลักษณะเป็นผงสีเขียวถึงเขียวแกมน้ำเงิน ไม่ละลายน้ำ ละลายและสลายตัวในสารละลายกรดเกลือเจือจางและละลายได้ดีในแอมโมเนีย จัดจำหน่ายในลักษณะทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว มีชื่อทางเคมีและชื่อทางการค้ามากมาย ดังตาราง

สำหรับความเป็นพิษของคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ จากการศึกษาทดลองในหนูพบว่า มีพิษเฉียบพลันทางปาก LD₅₀ (oral-rat = ขนาดที่หนูกินแล้วตายร้อยละ 50) = 700 mg/Kg body weight ส่วนในคนถ้ารับประทานเข้าไปโดยตรงจะเกิดการอาเจียนปวดท้องอย่างรุนแรง หน้ามืด ตาลาย อ่อนเพลีย โลหิตจาง เป็นตะคริว ชัก หมดสติ และอาจตายได้ ส่วนพิษสะสมจะก่อให้เกิดอาการเหมือนคนที่ป่วยโรค Wilson's disease คือ เกิดการสะสมของทองแดงที่ตับมากขึ้นแล้วทำให้ serum ceruloplasmin (โปรตีนในน้ำเลือดที่มีทองแดงอยู่ร้อยละ 90) มีปริมาณลดลง ผิวหนังซีด ระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย ทำให้พูดลำบาก นอกจากนี้หากสูดดมฝุ่นผงของเคมีกำจัดเชื้อรานี้เข้าไป จะเกิดอาการระคายเคืองของเนื้อเยื่อปอดเกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง และมีอาการระคายเคืองที่ผิวหนังเมื่อสัมผัสฝุ่นผงนั้น ๆ

จากคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของทองแดงในดินซึ่งเกิดจากการฉีดพ่นคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ เคมีกำจัดเชื้อรานี้บ่อย ๆ ในระยะเวลานาน ก่อให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดังที่เคยเกิดขึ้นกับสวนส้มในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากคอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ ละลายและสลายตัวในสารละลายกรดเกลือเจือจาง ซึ่งเป็นกรดชนิดเดียวกับที่มีอยู่ในน้ำย่อยของคนเรา จึงไม่เป็นการสมควรที่จะเสี่ยงรับประทานส้มเขียวหวานที่เมื่อปอกเปลือกแล้วพบว่า มีสีฟ้าแกมเขียวเกาะตามเส้นใยหรือเกาะตามเปลือกด้านใน เพราะนั่นคือ สารเคมีคอปเปอร์ ออกซีคลอไรด์ที่ตกค้างในผลส้ม ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการที่เกษตรกรชาวสวนฉีดพ่นเคมีกำจัดเชื้อรานี้มากเกินไป หรือเก็บเกี่ยวผลก่อนเวลาอันควร

เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิตของทั้งเกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภค เกษตรกรชาวสวนจึงควรใช้เคมีกำจัดศัตรูพืชด้วยความระมัดระวังในปริมาณที่เหมาะสม ระยะเวลาอันสมควรและต้องหยุดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดก่อนการเก็บเกี่ยวผลเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน และควรจะเปลี่ยนมาใช้ยากำจัดศัตรูพืชที่ได้มาจากการสกัดสมุนไพรธรรมชาติซึ่งเตรียม

Copper oxychloride, M.W. 424.22		
ชื่อทางเคมี	ชื่อทางการค้า	สูตรเคมี
Basic copper chloride Copper chloride, basic Copper chloride, hydroxide Copper chloride, oxide Copper chloride oxide, hydrate Cupric oxychloride Dicopper chloride trihydroxide	Agrizan Atacamite BASF-grunkupfer Blitox Blitox-50 Blue copper Blue copper-50 Cekuper Chemocin Chempar Cobox Colloidox Copper OC fungicide Coppersan Coprantol Cop-tox CU-56 Cupravit Cuprocaffaro Cuprokylt Cuprosan Cuprovinol Cuprox Fernacot Fytolan Kauritil Kupferoxychlorid Oxychlorure de cuivre Pere-col Recop Viricuire Vitigran	3Cu(OH) ₂ ·CuCl ₂

เองได้ในครัวเรือน มากกว่าที่จะใช้เคมีสังเคราะห์ ดังเช่นที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะนอกจากจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเกษตรกรเองแล้ว ยังเป็นการทำลายสภาวะแวดล้อมรอบตัวของเราอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- หนังสือพิมพ์รายวัน สยามรัฐ ปีที่ 41 ฉบับที่ 13937 ประจำวันพฤหัสบดีที่ 30 พฤษภาคม 2534 หน้า 7
- กรมวิชาการเกษตร ข่าวสารวัตถุดิบพืช ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มีนาคม 2531 กรุงเทพฯ กองวิจัยวัตถุดิบพืช หน้า 29
- Watt, B.K. and Merrill, A.L., **Composition of foods : agriculture.** United States Department of Agriculture, Handbook No. 8, Washington D.C., : US 1963, p.41
- de Ong, E.R. **Chemistry and uses of pesticides,** 2nd. ed., Reinhold New York, N.Y. : Reinhold Pub. 1956. p.42
- Ware, G.W. **The Pesticide Book,** San Francisco :Freeman and Co.,1978, p.97
- Bennett, H. **Concise chemical and technical dictionary.** New York, N.Y. : Chemical Publishing Co., Inc., 1986, p.339
- Kidd, H. and Horttey, D., **Pesticide Index.** U.K. : Royal Society of Chemistry, ODNRI, 1988
- Martin, H., **Pesticide Manual,** 3rd. ed., England : British Crop Protection Council, 1972
- Armstrong, M.E. Howe, J. et al. **McGrew-Hill Nursing Dictionary :** New York N.Y. McGrew-Hill Book Co., 1979, p.419, 999
- Gleason, M.N. Gosselin, R.E. et al. **Clinical toxicology of commercial product : acute poisoning,** 3rd. ed., Baltimore : The Williams & Wilkins Co., 1969, p.40,43,72
- Sitting, M. **Pesticide manufacturing and toxic materials control Encyclopedia.** New Jersey : Noyes Data Cor. 1980, p.210
- N.I.Sax and R.J.Lewis, **Dangerous properties of industrial materials,** 7th. ed. Vol II, New York N.Y. : Van Nostrand Reinhold, 1989, p.953
- Sax, N.I. and Lewis, R.J. **Howley's condensed chemical dictionary,** 11th ed., New York N.Y. : Van Nostrand Reinhold Co., 1987. p.312
- McCance, R.A. and Widdowson, E.M. **The composition of foods : Medical Research Council Special Report Series No. 297.** London : HMSO, 1960, p.184
- Cremlyn, R. **Pesticides preparation and mode of action** Brisbane : Wiley & Son, 1979
- Thomson, W.A.R. **Black medical dictionary,** 31th. ed. London : Adam & Charles Black, 1979

แยมมะตูม

ส่วนประกอบ

เนื้อมะตูมสุก	150 กรัม
น้ำตาลทรายขาว	100 กรัม
กรดซิตริก (กรดมะนาว)	0.6 กรัม (ประมาณ $\frac{1}{4}$ ช้อนชา)
น้ำ	200 มิลลิลิตร

กรรมวิธี

- เนื้อมะตูมผสมกับน้ำยี้ผ่านตะแกรงเบอร์ 8 เพื่อแยกเมล็ดออก
- นำขึ้นตั้งไฟอ่อน ๆ เติมกรดซิตริก น้ำตาลทรายขาว คนให้ละลาย
- เพิ่มไฟให้แรงขึ้นจนอุณหภูมิถึง 105 องศาเซลเซียส หรือจนแยมได้ที่
- บรรจุขวดที่แห้ง สะอาด และปิดสนิท



ชุดสอบเทียบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
(AC Calibrator)



ส ำ ร บั ญ

- 3 การรับรองคุณภาพสินค้าของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- 4 การใช้คอมพิวเตอร์ในการประเมินผลการทดลองวิทยาศาสตร์
- 7 สีผงเซอร์คอน : สีชมพูปะการัง
- 13 ผลของโซดาไฟและบอแรกซ์ต่อสมบัติของกาวเป็งมันสำปะหลัง
- 17 ข้าวทั่วไปใน วศ.
- 21 การทำผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางข้นโดยวิธีจุ่ม
- 27 เอกสารบริษัทผลิตสินค้า
- 29 น้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ
- 33 ก๊าซจากส้มเขียวหวาน
- 35 แยมมะตูม