รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญจนา ทุมมานนท์ และ มยุรี ภาคลำเจียก. 2538. ประมวลศัพท์การหีบห่อ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

โกสุม สายใจ. 2536. สีและการใช้สี. กรุงเทพมหานคร: กุล พริ้นติ้ง.

คณะกรรมการโครงการฉลากเขียว, สำนักงาน. 2540. ข้อกำหนดของสารซักฟอก. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 51, สำนักงาน. 2541. ผงซักฟอก. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

ดารณี พานทอง. 2522. สถานะการหีบห่อสินค้าประเภทอาหารในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาการตลาด บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองเจือ เขียดทอง. 2542. การออกแบบสัญลักษณ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สิปประภา.

ธงชัย สันติวงษ์. 2534. การตลาดสำหรับนักบริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพาณิช.

นันทนา เอื้องสีทอง และ จตุพร วัฒยากร. 2534. อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์กระดาษในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (อัดสำเนา)

นาเกิล, โทมัสที. 2535. กลยุทธ์ราคา. แปลโดย สมคิด จาตุศรีพิทักษ์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

ประชิด ทิณบุตร. 2531. การออกแบบบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ. 2531. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพมหานคร: หยี่เฮง.

ฝ่ายวิชาการ, หน่วยการอุตสาหกรรม. 2537. ภาวะธุรกิจและอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: ธนาคารแห่งประเทศไทย.

พิษณุ จงสถิตย์วัฒนา. 2542. การบริหารการตลาด. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:

ศรีสุภา สหชัยเสรี. มกราคม-เมษายน 2533. บรรจุภัณฑ์-กลยุทธ์ใหม่ในวงการตลาด. วารสารมกค 10: 29-42.

ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. 2537. เทคนิคงานกราฟิค. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, ปริญ ลักษิตานนท์, ศุภร เสรีรัตน์ และ องอาจ ปทะวานิช. 2541. การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: ธีระฟิลม และไซเท็กซ์.

ศุภร เสรีรัตน์ และ ศิริวรรณ เสรีรัตน์. 2534. นโยบายผลิตภัณฑ์และราคา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพาณิช.

ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์. มิถุนายน 2542. ภาวะตลาดสินค้าอุปโภคบริโภค-ผลิตภัณฑ์ชำระล้าง. วารสารเศรษฐกิจ 5: 1-10.

สงบ โอฬารรัตน์มณี. มิถุนายน 2537. การออกแบบบรรจุภัณฑ์. วารสารเทคโนโลยี 15: 2-12.

สุปัญญา ไชยชาญ. 2538. การบริหารการตลาด. กรุงเทพมหานคร: พี.เอ.ลีฟวิ่ง.

สุภาภรณ์ สุขประเสริฐ และ สุวิมล ลาภานันต์. 2534. อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (อัดสำเนา)

อรสา จิรภิญโญ. 2535. ข้อคิดในการออกแบบลักษณะกราฟิคบนภาชนะบรรจุ. ใน Packaging : A Tool for Marketing Consumer Goods for Export. หน้า 60-70. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. (อัดสำเนา)

อารยะ ศรีกัลยาณบุตร. 2541. การออกแบบตราสัญลักษณ์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

อารยะ ศรีกัลยาณบุตร. 2541. เรขศิลป์ 1. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

ภาษาอังกฤษ

Danton, de Rouffignac, Peter. 1990. Packaging in the Marketing Mix. London: Butterworth-Heinemann.

Jorge, Marcodes. 1997. Packaging Development. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. (อัดสำเนา)

Julien, Behaeghel. 1991. Brand Packaging. London: Architecture Design and Technology Press.

Louis, E., and David, L. 1998. Contemporary Marketing. 9th ed. New York: Harcourt Brace College Publishers.

Minale, Marcello. 1993. The Leader of the Pack. Hong Kong: World Print.

Steven, Sonsino. 1990. Packaging Desing. London: Thames and Hudson.

Stewart, Bill. 1996. Packaging as an Effective Marketing Tool. London: Kogan Page.

Sutnar, Ladislav. 1953. Package Design: The Force of Visual Selling. New York: Arts.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ประวัติผงซักฟอก

ในสมัยอารยธรรมอียิปต์โบราณนั้นประชาชนในสมัยนั้นได้อาศัยน้ำในการชำระล้างสิ่งสกปรกจากเสื้อผ้าโดยการนำผ้าที่จะทำความสะอาดมาจุ่มน้ำแล้วใช้เท้าย่ำทำความสะอาด ต่อมาได้มีการนำเอาสารประกอบประเภทด่าง(Soda)ชนิดหนึ่งมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด และได้มีการนำเอาสารประกอบประเภทโซเดียมซิลิเคต (Sodium Silicate) มาใช้เพื่อลดความกระด้างของน้ำ ซึ่งมาภายหลังได้มีการนำเอาสารประกอบ 2 ตัวนี้มาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตผงซักฟอกที่ใช้ตามท้องตลาดในประเทศเยอรมัน ปี ค.ศ. 1878 ผลิตโดยบริษัท Henkel's ในชื่อ "Bleichsoda"

ในสมัยสุเมเรียน (2,500 B.C.) ประชาชนในแถบนั้นได้ใช้สบู่เพื่อการชำระล้างความสะอาด และในช่วง 3000 ปีก่อนก็ได้มีการนำเอาสบู่มาใช้ในด้านของการทำความสะอาดเพื่อบำรุงรักษาความงาม (เครื่องสำอาง) แต่ในช่วงนั้นสบู่ยังไม่ได้รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายนัก เนื่องจากในสมัยนั้นสบู่ยังมีราคาสูงอยู่เลยทำให้ดูเป็นสินค้าฟุ่มเฟือย จนกระทั่งมาในภายหลังได้มีการคิดค้นการผลิตสบู่โดยการใช้ไขมันผสมกับด่าง จึงทำให้สบู่มีราคาต่ำลงและเริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในด้านของการชำระล้างสิ่งสกปรกออกจากเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ต่อมาได้มีการผลิตสารซักฟอกขึ้นใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมันช่วงปี ค.ศ. 1878 โดยบริษัท Henkel's เนื่องจากในขณะนั้นไขวัวและน้ำมันพืชซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตสบู่มีราคาแพงและเกิดการขาดแคลน ต่อมาในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการผลิตผงซักฟอกขึ้นใช้กันอย่างจริงจังจนกระทั่งผงซักฟอกได้เข้ามาแทนที่สบู่กรด(Lime Soaps) ด้วยคุณสมบัติในการชำระล้างสิ่งสกปรกได้ดีกว่าช่วยแบ่งเบาภาระในการซักผ้า ละลายน้ำได้ง่ายไม่เหลือกาก และใช้สะดวกกว่าสบู่ ดังนั้นผู้บริโภคจึงเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สบู่หันมานิยมใช้ผงซักฟอกแทน (G. Jakobi ,A . Lhr: 1987)

สำหรับในประเทศไทยนั้นได้มีการสั่งผงซักฟอกเข้ามาใช้แทนสบู่ในปี 2497 โดยบริษัทหลุยส์ทีเลียวโนเวนส์ จำกัด ในชื่อ "แฟ็บ" ซึ่งปรากฏว่าเป็นที่นิยมของผู้ใช้มาก จนชื่อ "แฟ็บ" กลายเป็นชื่อติดปากคนไทยเรียกแทนคำว่า "ผงซักฟอก" โดยความสำเร็จในยุคนั้น เนื่องจากความแข็งแกร่งของช่องทางการจัดจำหน่ายและการอัดฉีดงบโฆษณามหาศาลจากบริษัทแม่อย่างบริษัทคอลเกต-ปาล์มโอลีฟเองโดยมีบริษัทหลุยส์ทีเลียวโนเวนส์ จำกัดเป็นเอเยนต์ใหญ่รวมทั้งคุณสมบัติของผงซักฟอก แฟ็บที่มีจุดเด่นที่ให้ฟองมาก ต่อมาในปี พ.ศ. 2500 บริษัทคอลเกต-ปาล์มโอลีฟ จำกัดได้เข้ามาตั้งบริษัทและทำการผลิตผงซักฟอกขึ้นจำหน่ายเองในประเทศไทย

เมื่อความนิยมในการใช้ผงซักฟอกเพิ่มมากขึ้นจึงได้มีบริษัทผู้ผลิตรายอื่นได้เข้ามาทำตลาดร่วมด้วยโดยในปีพ.ศ.2536 มีผู้ผลิตผงซักฟอกในไทยอยู่ 6 ราย

วัตถุดิบและส่วนประกอบของสารซักฟอก

สารซักฟอกเป็นผลิตภัณฑ์เคมี ใช้วัตถุดิบแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสูตรการผลิตของแต่ละโรงงาน และสารเคมีบางตัวอาจใช้แทนกันได้ วัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนประกอบของสารซักฟอกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ส่วนประกอบหลัก
2. ส่วนประกอบที่อาจมีได้

1. *ส่วนประกอบหลัก*

1.1 สารลดแรงตึงผิว

1.2 สารลดความกระด้างของน้ำ

1.3 สารรักษาระดับความเป็นด่าง

1.4 โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

1.5 สารเพิ่มความสดใส

1.1 สารลดแรงตึงผิว เป็นพวกสารอินทรีย์ ทำหน้าที่เป็นตัวละลายไขมัน ช่วยลดแรกตึงผิวของน้ำ ทำให้น้ำซึมเข้าไปสัมผัสกับสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้ จึงสามารถชำระล้างสิ่งสกปรกออกมาได้ทั้งในน้ำกระด้างและน้ำธรรมดา สารนี้ต้องเป็นสารเคมีประเภทนี้ประจุลบ (anionic) ประจุบวก (cationic) หรือไม่มีประจุ (nonionic) ประเภทใดประเภทหนึ่งหรือผสมกัน ในกรณีที่เป็นสารเคมีประเภทมีประจุลบ ต้องไม่เป็นแอลคิลเบนซีนซัลโฟเนตที่มีโครงสร้างแบกกิ่ง (branched alkylbenzene sulphonate) ตัวอย่างเช่น โซเดียมแอลคิลอะริลซัลโฟเนต (sodium alkyl aryl sulphonate) ส่วนสารลดแรงตึงผิวประเภทมีประจุบวก เช่น เซทิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (cetyl trimethyl ammonium bromide) และสารลดแรงตึงผิวประเภทไม่มีประจุ เช่น เอทิลินออกไซค์คอนเดนเซตออฟแอลคิลแฟตตีแอลกอฮอล์ (ethylene oxide condensate of alkyl fatty alchols) สารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ชำระล้างสิ่งสกปรก มีปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 สำหรับผงซักฟอกชนิดฟอกด้วยเครื่องซักผ้า และไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 สำหรับผงซักฟอกชนิดซักฟอกด้วยมือ

1.2 สารลดความกระด้างของน้ำ เช่น โซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate: STPP) โซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) เกลือของกรดไนทริโลไตรแอซีตก (nitrilotriacetic acid: NTA) เกลือของกรดเอทิลีนไดแอมีนเททระแอซีติก

(ethylenediaminetetraacetic acid : EDTA) กรดซิตริกและอนุพันธ์ของกระซิตริก (citric acid and derivatives) ซีโอไลต์ (zeolite) สารใดสารหนึ่ง หรือผสมกัน สารพวกนี้ไม่ช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากเสื้อผ้าหรือจากของใช้โดยตรง แต่ทำหน้าที่เสริมประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิว โดยทำให้น้ำเป็นด่างเหมาะแก่การปฏิบัติงานของสารซักฟอก สารซักฟอกทั่วไปมีปริมาณฟอสเฟต (P_2O_5) ไม่เกินร้อยละ 20

สารลดความกระด้างมีหน้าที่ช่วยแก้ความกระด้างของน้ำ เนื่องจากความกระด้างของน้ำ (Ca^{2}, Mg^{+2}) จะรบกวนการทำงานของสารลดแรกตึงผิวที่จะดึงสิ่งสกปรกออกจากผ้า นอกจากนี้สารลดความกระด้างยังช่วยควบคุมสมดุลของค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะและคงที่ได้ด้วย สารลดความกระด้างมีหลายชนิด ตัวอย่าง เช่น

- สารโซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต
- สารทดแทนสารประกอบ STPP

❑ สารโซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต

สาร STPP มีสูตรโมเลกุล $NA_5\ P_3\ O_{10}$ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่สำคัญ คือ เทอร์มัลฟอสฟอริกแอซิค และโซดาแอซเข้มข้น ปฏิกิริยาของกรดฟอสฟอริกกับโซดาแอซเข้มข้นจะให้ของผสมระหว่างโมโนและไดโซเดียมออร์โทฟอสเฟต STPP ได้จากปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน (dehydration) ของของผสมระหว่างโมโนและไดโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่อุณหภูมิสูง (500°C) STPP ที่ผลิตได้ในประเทศไทยใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสารซักฟอกเป็นส่วนใหญ่ นอกนั้น STPP สามารถที่ใช้ในระบบเตรียมน้ำประปา อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิก สารช่วยถนอมอาหารทะเล อุตสาหกรรมสี เป็นต้น

สาร STPP ในสารซักฟอกจะลดความกระด้างโดยถึงอนุภาคแคลเซียม (Ca^{+2}) และแมกนีเซียม (MG^{+2}) ออกจากน้ำ แคลเซียมหรือแมกนีเซียมจะเข้าแทนที่โซเดียมในโมเลกุลของ STPP

ส่วนประกอบ STPP ในสารซักฟอกตามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของไทย เมื่อคำนวณจากน้ำหนักของสารซักฟอกจะมีส่วนผสมที่เป็นสาร STPP ซึ่งคำนวณในรูปของฟอสเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็นฟอสฟอรัสเพนตะออกไซค์ :P^2O^5) กำหนดให้ไม่เกินร้อยละ 20 และ 28 ในผงซักฟอกด้วยมือและด้วยมือและด้วยเครื่องซักผ้าตามลำดับในหลายประเทศทางยุโรปที่ยังไม่มีข้อจำกัดการใช้ STPP จะมีส่วนประกอบ STPP ในสารซักฟอกใกล้เคียงกัน เช่น ประเทศอังกฤษมีปริมาณ STPP ร้อยละ 18-25 ซึ่งสังเกตได้ว่าน้อยกว่าข้อกำหนดสูงสุดของประเทศไทยเล็กน้อย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากผงซักฟอกในท้องตลาดจำนวน 60 ตัวอย่าง และทดสอบหาปริมาณ

ฟอสเฟต (คำนวณเป็น P_2O_5) พบว่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.4-28.1 (ตารางที่ 1) ส่วนความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของผงซักฟอกในประเทศไทยอยู่ระหว่างร้อยละ 88-98 (ตารางที่ 2)

STPP เป็นสารลดความกระด้างที่ทำหน้าที่ได้ประสิทธิผลดีแต่สามารถก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ หลายประเทศมีความเห็นว่าฟอสเฟตอาจเป็นต้นเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงได้ให้ความสนใจกับสารซักฟอกที่ไม่มีส่วนประกอบของฟอสเฟตโดยใช้สารอื่นทดแทนเป็นสารลดความกระด้าง

- สารทดแทนสารประกอบ STPP

สารทดแทนสารประกอบ STPP มีหลายชนิด แต่มีเพียง 5 ชนิดเท่านั้นที่ใช้อยู่ในประเทศต่าง ๆ ในปัจจุบัน โดยใช้รูปของสารลดความกระด้างโดยตรงหรือเป็นสารร่วมในการลดความกระด้าง (co-builder) ได้แก่

1. ไนทริโลไตรแอซีติก (NTA)
2. ซิเทรต (Citrates)
3. โพลิคาร์บอกซีเลตหรือเกลือของกรดโพลิคาร์บอกซีลิก (Polycarboxylic acid, PCA)
4. ฟอสฟอเนต (Phosphonates)
5. ซีโอไลต์ (Zeolite)

1. ไนทริโลไตรแอซีติก

สารไนทริโลไตรแอซีติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้แก่ แอมโมเนีย ฟอร์มาลดีไฮด์ กรดไฮโดรไซยานิก อนุมูลความกระด้าง (Ca^{+2} Mg^{+2})ในน้ำจะถูกเปลี่ยนกับเกลือไตรโซเดียมของสาร NTA ทำให้ลดความกระด้างของน้ำลง ซึ่งจะทำหน้าที่ได้ดีในสภาวะน้ำที่เป็นด่าง ราคาของสาร NTA แพงกว่า STPP ประมาณร้อยละ 50 แต่ใช้ปริมาณน้อยกว่า

2. ซิเทรต

ซิเทรตเป็นเกลือของกรดซิตริก (citric acid) เป็นสารประกอบอินทรีย์ ข้อเสียของสารซิเทรตในการใช้เป็นสารลดความกระด้าง คือ ประสิทธิภาพจะลดลงที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ ซิเทรตยังมีประสิทธิภาพต่ำในการลดความกระด้างที่เกิดจากอนุมูลแคลเซียม อย่างไรก็ดีซิเทรตยังใช้เป็นสารลดความกระด้างในหลาย ๆ ประเทศ โดยเป็นส่วนประกอบในสารซักฟอกที่ใช้ซักล้างที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่อเมริกามีการใช้ซิเทรตในน้ำยาซักฟอกที่ใช้ซักล้างที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่อเมริกามีการซิเทรตในน้ำยาซักฟอกและเป็นส่วนแบ่งในตลาดสารซัก

ฟอกถึงร้อยละ 19 ในปี 2523 สำหรับสารซักฟอกในประเทศไทยไม่นิยมใช้สารประกอบนี้เพราะมีราคาแพงคือประมาณ 40 บาทต่อ 1 ลิตร

ในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีรายงานที่แสดงถึงความเป็นพิษของซิเทรตต่อสุขภาพ และเนื่องจากเป็นสารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ จึงสามารถถูกกำจัดในระบบบำบัดน้ำเสียได้ (ถ้ามี)

3. เกลือของกรดโพลิคาร์บอกซีลิก

โพลิคาร์บอกซีเลตเป็นเกลือโพลิเมอร์ของกรดซึ่งได้แก่ กรอดอะคริลิก (acrylic acid) กรดมาลีอิก (maleic acid) สมบัติในการลดความกระด้างขึ้นอยู่กับขนาดของโพลิเมอร์ กลไกในการลดความกระด้างของ PCA เป็นแบบ electrostatic binding และ site binding ในกลไกแรกอนุมูลประจุตรงข้ามจะถูกตรึงโดยสภาพประจุไฟฟ้ารอบ ๆ โมเลกุลของโพลิเมอร์รวมกับอนุมูลประจุตรงข้าม โดยเฉพาะอนุมูลที่มีขนาดใหญ่กว่าจะรวมกันได้ดีขึ้น ($Ca^{+2}>Li^{+}>Na^{+}>K^{+}$)

PCA ใช้ในปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับสารทดแทนอื่น โดยให้สมบัติเท่ากัน ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นสารลดความกระด้างร่วม ทั้งนี้เนื่องจากราคาที่สูงและย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก สำหรับในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความเป็นพิษนั้นยังไม่เป็นที่แน่ชัด เนื่องจากมีข้อมูลการวิจัยไม่พอที่จะสรุปได้

4. ฟอสฟอเนต

ฟอสฟอเนตเป็นเกลืออยู่ในกลุ่มของกรดฟอสฟอนิก (phosphonic acids) ซึ่งมีสารฟอสฟอรัสและไนโตรเจน มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีสมบัติและราคาแพงเช่นเดียวกับ PCA ย่อยสลายยาก ปัจจุบันมักใช้เป็นสารร่วมลดความกระด้าง รายงานในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความเป็นพิษยังมีอยู่น้อยเช่นเดียวกัน

5. ซีโอไลต์

สารซีโอไลต์เป็นผลึกอนินทรีย์ของอะลูโนซิลิเคต ซึ่งมีพื้นที่ผิวภายในสูงมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวภายนอก สังเคราะห์ขึ้นโดยเลียนแบบดินขาว (kaolin clay) ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ประกอบด้วย 1 โมลของน้ำ สารซีโอไลต์สารถลดความกระด้างของน้ำโดยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุกับโซเดียมในสารทั้งสอง

ได้มีการศึกษาทางด้านประสิทธิภาพของการลดความกระด้างในน้ำระหว่างซีโอไลต์และ STPP พบว่าเวลาที่ใช้ในการลดปริมาณแคลซียมในน้ำอุณหภูมิต่ำของซีโอไลต์และ STPP ประมาณ 3 เท่า กล่าวคือซีโอไลต์ใช้เวลา 3 นาที ในขณะที่ STPP ใช้เวลา 1 นาที ซีโอไลต์เมื่อเทียบกับสารทดแทนอื่น ๆ ในปริมาณเดียวกันจะมีความสามารถในการลดความกระด้างได้ต่ำกว่าและจะลดความกระด้างที่เกิดจากอนุมูลแคลเซียมได้ดีกว่าที่เกิดจากอนุมูล

แมกนีเซียม ขนาดของซีโอไลต์มีผลต่อประสิทธิภาพการลดความกระด้างเช่นกัน ซีโอไลต์ควรมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (Um) เพื่อที่จะให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุได้เร็วขึ้นและลอดผ่านเส้นใยของเยื่อผิวได้ จึงจะทำให้สารซักฟอกมีประสิทธิผลสูง

สำหรับการใช้สารลดความกระด้างในประเทศไทย ได้มีการนำซีโอไลต์มาใช้ทดแทน STPP ในสูตรบางส่วน โรงงานที่ผลิตซีโอไลต์ในประเทศเริ่มเปิดดำเนินการเมื่อปี 2534 มีกำลังการผลิตเดิม 12,000 ตัน/ปี ผลิตซีโอไลต์ใช้ในโรงงานผลิตผงซักฟอกในเครือ ยังไม่มีการจำหน่ายให้กับโรงงานผลิตผงซักฟอกอื่น ๆ ในปี 2536 ได้มีอีกโรงงานภายใต้การร่วมทุนจากสหรัฐอเมริกาเปิดดำเนินการและมีกำลังการผลิตเต็มประมาณ 20,000 ตันต่อปี

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบของสารลดความกระด้างเมื่อมีซีโอไลต์เป็นสารหลักของสารซักฟอกในประเทศแถบยุโรป ซึ่งจะพบว่ามีซีโอไลต์อยู่ในช่วงร้อยละ 17-31 ตารางที่ 4 และ 5 แสดงส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตและสูตรซีโอไลต์

1.3 สารรักษาระดับความเป็นด่าง (alkaline builder) เป็นสารที่รักษาระดับความเป็นด่างให้คงที่ตลอดช่วงการใช้งาน ได้แก่ โซเดียมซิลิเคต (sodium silicate) โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) โซเดียมเซสควิคาร์บอเนต (sodium sesquicarbonate) สารใดสารหนึ่งหรือผสมกัน ช่วยให้สารซักฟอกไม่กัดภาชนะที่ใช้ซัก กันสนิม และช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิว

1.4 โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นตัวกันไม่ให้เกิดตะกอนขึ้นในระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ มีปริมาณร้อยละ 0-2

1.5 สารเพิ่มความสดใส (optical brightening agent or optical brightener) เป็นสารที่มีสมบัติดูดแสงอัลตราไวโอเลตไว้ ทำให้เกิดการเรืองแสงสะท้อนเข้าตาและทำให้เสื้อผ้าแลดูขาวนิยมใช้กันมากได้แก่ Stilbene derivative

2. *ส่วนประกอบที่อาจมีได้*

1. โซเดียมซัลเฟต (sodium sulphate) มักจะเติมลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณ เพราะโดยปกติเป็นสารที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์อยู่แล้ว และเป็นสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของผงซักฟอก (processing aid)

2. สารเพิ่มฟอง (suds booster) เป็นสารซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้เกิดฟองมากขึ้น ใช้เติมในผงซักฟอกชนิดซักด้วยมือ หรือสารลดฟอง (suds depressor) เป็นสารซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้ฟองลดลง ใช้เติมลงในผงซักฟอกชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า

3. สารฟอก (oxygen bleach หมายถึง สารที่อาศัยปฏิกิริยาของแนสแซนต์ออกซิเจน (nascent oxygen) ในการฟอก) และสารฟอกต้นตอ (bleach precursor หมายถึงสารซึ่งเมื่อละลายในน้ำจะเกิดสารฟอกขึ้น) รวมทั้งสารคงสภาพของสารฟอกต้นตอ (stabilizer for bleach precursor หมายถึง สารซึ่งเมื่อผสมกับสารฟอกต้นตอแล้วทำให้สารฟอกต้นตกสลายตัวช้าลง) ทำหน้าที่ออกซิไดซ์สารประกอบบางชนิดซึ่งลดการสะท้อนกลับของแสง ดังนั้นทำให้ผ้าดูขาวและสดใสขึ้น

4. สารช่วยการละลาย (hydrotrope) เป็นสารที่ทำให้สารซักฟอกแบบชนิดผงละลายน้ำได้ดีขึ้น

5. สารกันหมอง (anti-tarnishing agent) เป็นสารที่ช่วยทำให้ส่วนประกอบบางอย่างของผงซักฟอกมีปฏิกิริยากับออกซิเจนช้าลง

6. แอนติออกซิแดนต์ แอนติออกซิแดนต์ (anti-oxidant) เป็นสารที่ทำให้ส่วนประกอบบางอย่างของผงซักฟอกมีปฏิกิริยากับออกซิเจนช้าลง

7. เอนไซม์ (enzyme) เป็นสารอินทรีย์ที่มีสมบัติช่วยย่อยโมเลกุลของโปรตีนหรือแป้งหรือไขมันให้เป็นหน่วยย่อย ๆ ได้ ปัจจุบันนิยมใช้แพร่หลายมากขึ้น เพราะมีประสิทธิภาพในการชำระล้าง สามารถย่อยโปรตีนของเหงื่อไคล คราบโลหิต ปกติใช้ Proteases และ amylases ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

8. น้ำหอม เพื่อให้กลิ่นหอมน่าใช้

9. สี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดูสวยงาม

10. สารกันการจับตัวเป็นก้อน

11. สารช่วยขับสิ่งสกปรก (soil releasing agent) เป็นสารที่ช่วยให้สิ่งสกปรกที่ติดเนื้อผ้าหลุดออกง่ายขึ้น

12. สารต้านจุลินทรีย์ (anti-microbial compound) เป็นสารที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

13. สารช่วยคงสภาพผิวหนัง (mildness additive) เป็นสารที่ช่วยให้ผงซักฟอกไม่ทำอันตรายผิวหนัง

14. สารคงสภาพการเก็บรักษา (storage stabilizer) เป็นสารที่ช่วยให้ผงซักฟอกเก็บไว้ได้นานโดยไม่เสื่อมสภาพ

15. สารช่วยให้ผ้านุ่ม (fabric softening agent) เป็นสารที่ช่วยทำให้ผ้านุ่มขึ้นหลังจากซักแล้ว

16. สารต้านไฟฟ้าสถิต (anti-static agent) เป็นสารที่ช่วยลดประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นบนเนื้อผ้า

17. สารต้านการกัดกร่อน (anti-corrosion) เป็นสารที่ช่วยลดการกัดกร่อนส่วนที่เป็นโลหะของเสื้อผ้า ช่วยป้องกันการสึกหรอของส่วนประกอบของเครื่องซักผ้า

18. สารป้องกันสิ่งสกปรกกลับเข้าเกาะ (anti-soil redeposition agent) เป็นสารที่ช่วยป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกกลับเข้าไปเกาะกับเนื้อผ้าที่สะอาดแล้ว เช่น โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose)

19. น้ำ

20. สารประกอบอื่น ๆ อาจมีได้ และสามารถทดสอบได้ เช่น โซเดียมไฮโดรฟอสเฟต (sodium hydrophosphate) โซเดียมออร์โทฟอสเฟต (sodium orthophosphate) หรือโซเดียมเมทาฟอสเฟต (sodium metaphosphate) ที่มีสมบัติเหมือน STP ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์

ตารางที่ 1 ปริมาณฟอสเฟต (คำนวณในรูป P_2O_5) ของผงซักฟอกในประเทศไทย

No.	% Phosphate	No.	% Phosphate	No.	% Phosphate	No.	% Phosphate
1	15.7	16	14.4	31	12.1	46	8.6
2	13.3	17	7.6	32	14.0	47	7.2
3	13.3	18	4.1	33	15.7	48	2.8
4	11.2	19	5.9	34	10.6	49	28.1
5	6.0	20	15.7	35	8.8	50	9.1
6	12.8	21	7.5	36	7.5	51	19.2
7	10.7	22	5.9	37	14.6	52	16.3
8	12.0	23	12.0	38	9.3	53	14.2
9	12.0	24	16.3	39	6.7	54	15.0
10	13.3	25	13.1	40	16.3	55	5.5
11	25.3	26	13.1	41	8.3	56	27.0
12	24.8	27	9.3	42	15.0	57	7.3
13	25.3	28	6.8	43	3.8	58	8.7
14	0.4	29	13.9	44	18.1	59	5.9
15	8.4	30	18.2	45	9.7	60	15.8

หมายเหตุ : สุ่มตัวอย่างจากผงซักฟอกในท้องตลาดจำนวน 60 ตัวอย่าง

แหล่งที่มา : ผลวิเคราะห์ของกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ (มีนาคม 2540)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของผงซักฟอกในประเทศไทย

No.	% Phosphate	No.	% Phosphate	No.	% Phosphate	No.	% Phosphate
1	97	16	92	31	94	46	96
2	94	17	92	32	94	47	98
3	95	18	88	33	96	48	95
4	98	19	97	34	89	49	94
5	98	20	97	35	89	50	98
6	96	21	97	36	90	51	97
7	95	22	92	37	90	52	92
8	98	23	94	38	91	53	94
9	93	24	95	39	94	54	94
10	98	25	92	40	89	55	94
11	99	26	89	41	94	56	95
12	99	27	92	42	94	57	95
13	99	28	95	43	91	58	94
14	99	29	96	44	88	59	96
15	94	30	92	45	91	60	90

หมายเหตุ : สุ่มตัวอย่างจากผงซักฟอกในท้องตลาดจำนวน 60 ตัวอย่าง

แหล่งที่มา : ผลวิเคราะห์ของกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ (มีนาคม 2540)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของสารลดความกระด้างในสารซักฟอกของประเทศต่าง ๆ (สูตรซีโอไลต์)

ประเทศ	ซีโอไลต์	โซเดียมคาร์บอเนต	PCA
อังกฤษ	17-22	20	3
เบลเยียม	19-22	8-15	3
อิตาลี	20	15-18	4
เยอรมัน	25	10	2-3
เนเธอร์แลนด์	25	45	4
สวีเดน	27-31	20	4

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตและสูตรซีโอไลต์คิดเป็นร้อยละ (%) โดยน้ำหนัก

ส่วนประกอบ	ฟอสเฟต	ซีโอไลต์
STPP	25	0
ซีโอไลต์-A	0	30
สารลดแรงตึงผิว ชนิดไม่แตกตัวเป็นอิออน	2	4
สารลดแรงตึงผิว ชนิดแอนอิออน	12	10
โซดาแอช	10	15
ซิลิเคต	6	2
PCA	0	1
โซเดียมซัลเฟต	44	37
สารป้องกันสิ่งสกปรกกลับเข้าเกาะ	1	1

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของสารซักฟอกสูตรฟอสเฟตและสูตรไร้ฟอสเฟตชนิดผงและชนิดน้ำ

ส่วนประกอบ	ชนิดผง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)		ชนิดน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	
	สูตรฟอสเฟต	สูตรไร้ฟอสเฟต	สูตรฟอสเฟต	สูตรไร้ฟอสเฟต
STPP	28	0	25	0
ซีโอไลต์	0	25	0	0
สารลดแรงตึงผิว	12	15	13	49
โซเดียมซิลิเคต	6	4	-	-
โซเดียมคาร์บอเนต	5	15	-	-
โซเดียมเพอร์บอเรต	14	18	-	-
โซเดียมซัลเฟต	21.1-23.3	9.2	-	-
โซเดียมซิเทรด	-	-	0	2
โพลิเมอร์	0	4	-	-
Organic Phosphonates	0-0.2	0.4	0-0.2	1.0
สารป้องกันสิ่งสกปรกกลับเข้าเกาะ	1	1	-	-
ตัวกระตุ้น	0-2	2.5	-	-
ซิลิเคต	-	-	1.0	0
Silicone Antifoam	-	-	0.2	0.2
ตัวกระตุ้น	-	-	0	10
เอนไซม์	0.3	0.5	0.3	0.5
สารสร้างความสดใส	0.2	0.2	0.2	0.2
น้ำหอม	0.2	0.2	0.2	0.2
บัฟเฟอร์	-	-	0	0
น้ำ	10	5	59.9-60.1	36.90
รวม	100	100	100	100

กรรมวิธีผลิต

สารตั้งต้นในการผลิตผงซักฟอกมี 2 ชนิด คือ

1. branched alkyl benzene (BAB) สารตั้งต้นชนิดนี้เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาก เพราะทำให้เกิดฟองและสลายตัวยาวนาน เกิดน้ำเสียและทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2. neutralization คือ นำวัตถุดิบที่ได้จากขั้นที่ 1 มาทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซดาไฟ (caustic soda) เพื่อเปลี่ยนกรดซัลโฟนิก (sulphonic acid) ให้เป็นเกลือโซเดียม (sodium salt) ซึ่งเป็นสารช่วยลดแรงตึง ผิวของน้ำ ในขั้นนี้ยังช่วยกำจัดกรดซัลฟิวริก (sulphuric acid) ให้หมดไปด้วย เพราะกรดซัลฟิวริกจะเป็นอันตรายต่อเส้นใยของผ้าและผิวหนังของคน

3. crutching คือ นำวัตถุดิบในขั้นที่ 2 มาผสมกับสารลดความกระด้างของน้ำ เช่น STPP วีโอไลต์ ซิลิเคต และสารเติมแต่งอื่นอีกหลายชนิดตามสูตรของแต่ละโรงงานสำหรับสารซักฟอกแต่ละชนิด เพื่อช่วยให้การซักฟอกมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สารผสมที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวข้น ๆ คล้ายแป้งเปียก (paste) เก็บไว้ในถังซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (drop tank)

4. สูบ (pump) สารผสมที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นขึ้นไปยังหอสูง (spray tower) เพื่อนำไปฉีดพ่น (spraying) ให้เป็นเม็ดด้วยความดันสูง ซึ่งปกติหอสูงจะมีความสูงประมาณ 80 ฟุต เมื่อสารผสมที่ถูกฉีดออกมาปะทะกับลมร้อนที่จะกลายเป็นเม็ดผงซักฟอกเล็ก ๆ มีลักษณะแห้ง (dried granules) และนำเม็ดผงซักฟอกที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการไปหลอมตัวเป็นของเหลวใหม่ในขั้นที่ 3 ก่อนส่งกลับขึ้นมายังหอสูงเพื่อฉีดเป็นเม็ดให้ได้ขนาดตามความต้องการต่อไป

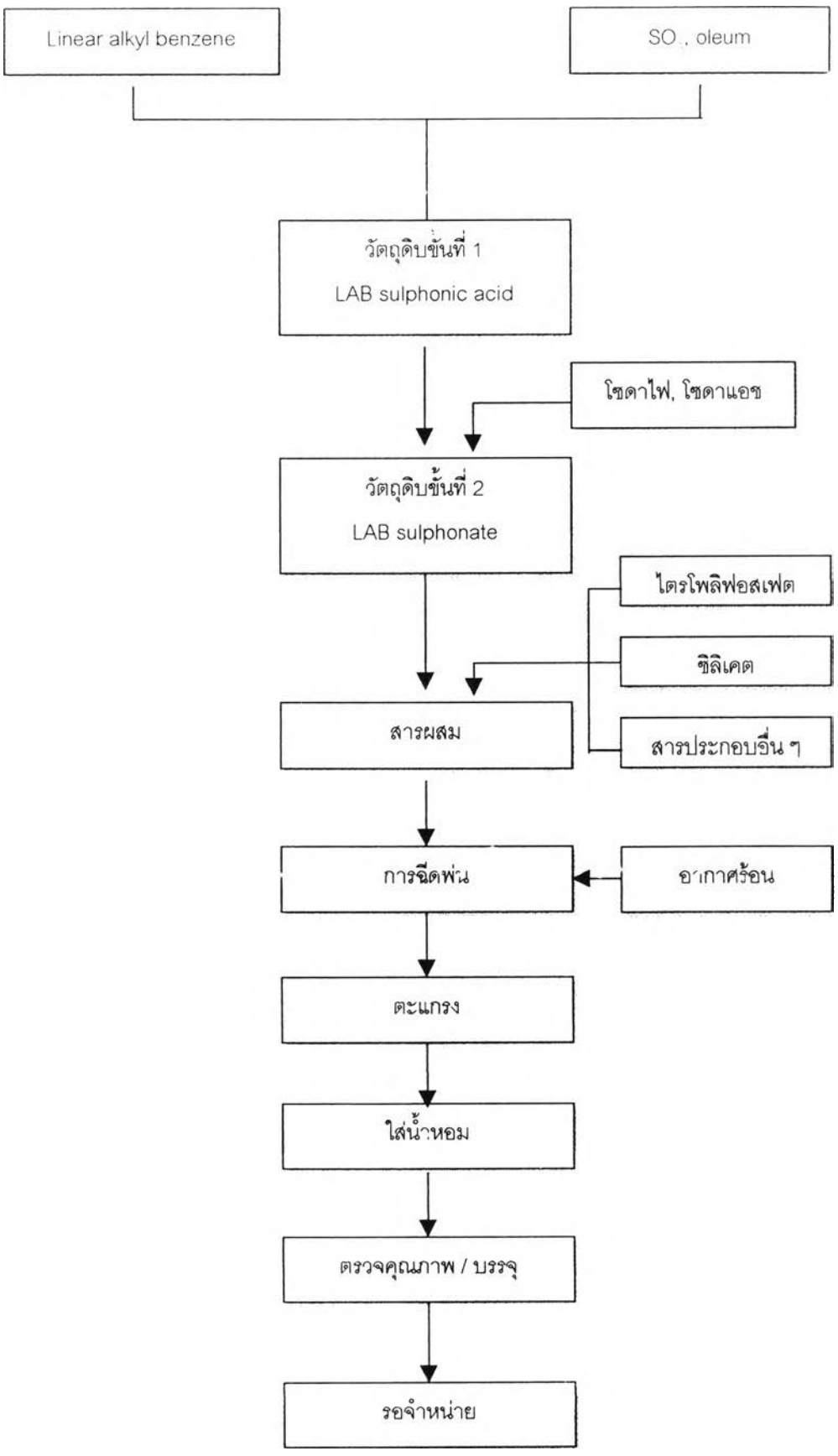
5. เม็ดผงซักฟอกเล็ก ๆ ที่ได้จะเคลื่อนไปยังไซโคลน โดยการดันขึ้นไปของลมเย็นเพื่อไล่ความชื้น และแยกเม็ดผงซักฟอกให้ได้ตามขนาดที่ต้องการโดยผ่านตะแกรง

6. นำเม็ดผงซักฟอกที่ได้ขนาดไปผ่านการฉีดน้ำหอมเพื่อช่วยให้ผ้าหรือสิ่งชำระล้างมีกลิ่นหอม

7. ตรวจสอบคุณภาพและนำไปบรรจุใส่กล่องหรือซองให้ได้ขนาดและน้ำหนักต่าง ๆ ตามที่ต้องการแล้วบรรจุใส่หีบเพื่อรอการจำหน่าย

สำหรับกรรมวิธีผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นนั้น จะมีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของโรงงานต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงไม่ได้ยกตัวอย่างในที่นี้

รูปที่ 1 กรรมวิธีผลิตสารซักฟอกสูตรมาตรฐานภายในประเทศ



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศุภรัก สุวรรณวัจน์ เกิดเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2517 ที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาทัศนศิลป์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2539 และได้ดำรงตำแหน่งอาจารย์ภาควิชามนุษยศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานฤมิตศิลป์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2541 โดยได้รับทุนสนับสนุนการศึกษา จากมหาวิทยาลัยนเรศวร และในปี พ.ศ. 2542 ได้เปลี่ยนทุนสนับสนุนการศึกษามาเป็นทุนส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษเป็นอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐจากทบวงมหาวิทยาลัย