

การสังเคราะห์และศึกษาผลของซิงค์สเตียเรต ต่อกระบวนการอัดรีดพอลิพรอพิลีน

รศ. บรรณ เลง ศรีนิล bsn@kmitnb.ac.th
ผศ. ณรงค์ พังวิวัฒน์ npw@kmitnb.ac.th
อ. นฤมล เครือทอง nkk@kmitnb.ac.th

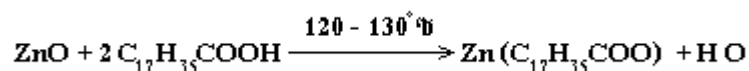
พลาสติกที่นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ส่วนมากจะต้องมีการเติมสารหรือสารเติมแต่ง เช่น สี สารเติมแต่งเนื้อพลาสติก ไซเซออร์ สารป้องกันออกซิเดชัน สารหล่อลื่น เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้พลาสติก มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ และมีสีสรรนาใช้สอย ในการเติมสารต่าง ๆ ลงในพลาสติกส่วนใหญ่จะเกิดปัญหา 2 ประการ คือเกิดการฟีด และการกระจายตัวไม่ดี ซึ่งจะมีผลต่อเนื่อง ในด้านอื่น ๆ อีกมาก เช่นเกิดความร้อน จากการเสียดสีทำให้พลาสติก สลายตัวหรือเกิดความฟีดมากต้องใช้เวลาหลอม สกรูสูง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และอาจทำให้การกระจายตัว ของสารไม่ดีเท่าที่ควร เช่นสีไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย ให้แก่ผู้ผลิตเป็นประจำ การแก้ปัญหาดังกล่าว อาจทำได้โดยสารหล่อลื่น ช่วยลดความฟีดภายใน และความฟีดภายนอก

สารหล่อลื่น ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ บางชนิดได้มาจากธรรมชาติ เช่นซีดีง ไขมันจากพืชและสัตว์ บางชนิดได้มาจาก การสังเคราะห์ เช่นพอลิเอทิลีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำ สารหล่อลื่นกึ่งสังเคราะห์ จะได้มาจากการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาผ่าน กระบวนการ ทางเคมี เช่น การนำกรดไขมันทำปฏิกิริยากับ โลหะออกไซด์ หรือ โลหะไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ได้เกลือโหหะ ของกรดไขมัน การทำปฏิกิริยา ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ให้เป็นเอสเตอร์

ซิงค์สเตียเรต จัดเป็นสารหล่อลื่น ชนิดหนึ่งที่มีนิยมใช้กับพลาสติก บางที่เรียกว่า ซิงค์โซฟ (Zinc soap) มีสูตรโมเลกุลคือ $Zn(C_{17}H_{35}COO)_2$ ซิงค์สเตียเรต มีลักษณะเป็นผงสีขาว คล้ายแป้ง และไม่ละลายน้ำ มีความสามารถ ใน

การหล่อลื่นสูงกว่า เมทอลโซฟ ที่มาจากกรดสเตียริกด้วยกัน ซิงค์สเตียเรตที่มีขายอยู่ในรูปผงละเอียด และอาจมีสบู่มากกว่า 30 เกรดที่แตกต่างกัน ซิงค์สเตียเรตทางการค้า จะไม่ใช่ซิงค์สเตียเรตที่บริสุทธิ์ เนื่องจากกรดสเตียริก ทางการค้าประกอบด้วยกรดปาล์มมิดิก ประมาณ 30-60%

การเตรียมซิงค์สเตียเรต สามารถทำได้โดยกระบวนการ หลอมเหลว และ กระบวนการตกตะกอน ในวิธีแรก กรดสเตียริกและ ซิงค์ออกไซด์จะถูกนำมาหลอม รวมกันที่อุณหภูมิ ประมาณ 120-130 °ซ



กระบวนการหลอมเหลว นี้จะใช้ความร้อน จากภายนอกถึงปฏิกิริยาหลักแล้ว ไรซินิม และการกวนที่ค่อนข้างรุนแรง จะทำให้ ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ซิงค์สเตียเรต ที่ได้โดยวิธีนี้ มีกรดไขมันอิสระหลงเหลือ อยู่มากกว่าที่ได้จาก กระบวนการตกตะกอน และมีเนื้อแน่นกว่า มีสีที่เข้มกว่า และทำการบด เป็นผงได้ยากกว่า ส่วนการเตรียม โดยวิธีการตกตะกอน จะใช้วัตถุดิบคือ คอสติกโซดา กรดสเตียริก และเกลือสังกะสีที่ละลายน้ำคือ ซิงค์ซัลเฟต

กระบวนการตกตะกอนประกอบด้วยปฏิกิริยา 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอัลคาไลน์โซฟ โดยปฏิกิริยาของกรดสเตียริกกับ คอสติกโซดา



ขั้นตอนที่ 2 การตกตะกอนซิงค์สเตียเรตด้วยซิงค์ซัลเฟต



คอสติกโซดา จะถูกละลาย ในน้ำที่มีปริมาตร เหมาะสมเข้าสู่ถัง ปฏิกิริยาจากนั้น กรดสเตียริกจะถูกเติมลงไป เพื่อให้เกิดเป็น โซเดียมสเตียเรตที่ละลายน้ำ ความเข้มข้นประมาณ 5% หลังจากปฏิกิริยาเกิดขึ้น สมบูรณ์แล้ว ซิงค์ซัลเฟตที่อยู่ใน รูปสารละลายและ น้ำที่มีความเข้มข้น 10-15% จะถูกเติมลงไป เพื่อทำการตกตะกอน ซิงค์สเตียเรตออกมา

ในการวิจัยโดยเตรียมซิงค์สเตียเรต ด้วยวิธีตกตะกอน ใช้โซเดียม ไฮดรอกไซด์ กรดสเตียริก และซิงค์ซัลเฟต ในห้องปฏิบัติการพบว่า ซิงค์สเตียเรตที่เตรียมได้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 1

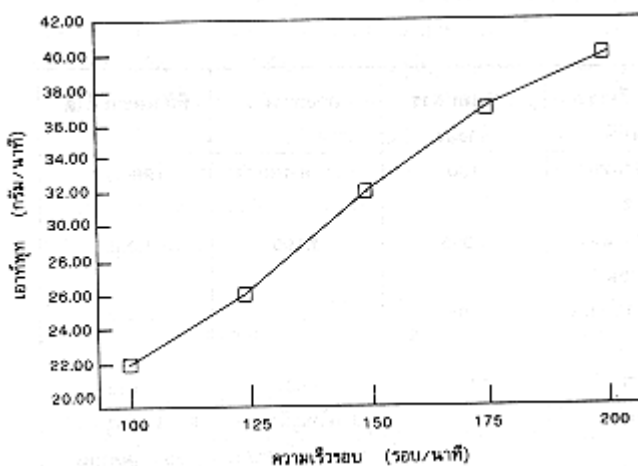
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสมบัติทางเคมี-กายภาพ ของซิงค์สเตียเรตทางการค้าและที่สังเคราะห์ได้จากงานวิจัย

ซิงค์สเตียเรต สมบัติ	ตามเอกสารอ้างอิง	ทางการค้า	ที่สังเคราะห์ได้
จุดหลอมเหลว (°ซ)	130	128-130	126-127
ความหนาแน่น (กรัม/ซม. ³)	1.095	1.100	1.085
ร้อยละกรดไขมัน	0.05	0.569	0.424
อิสระ ร้อยละของเก้า ขนาดอนุภาค	14.50	13.37 ส่วนใหญ่มีขนาด 125-180 ไมครอน	13.35 ส่วนใหญ่มีขนาด* 350 ไมครอน

*(บดด้วยมือ)

ซิงค์สเตียเรต ที่สังเคราะห์ขึ้น ด้วยวิธีตกตะกอน มีสมบัติทางเคมี-กายภาพ เช่นเดียวกับซิงค์สเตียเรต ทางการค้า และสมบัติทาง เคมี-กายภาพดังกล่าว ต่างจากค่าที่ได้จากเอกสารอ้างอิง เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

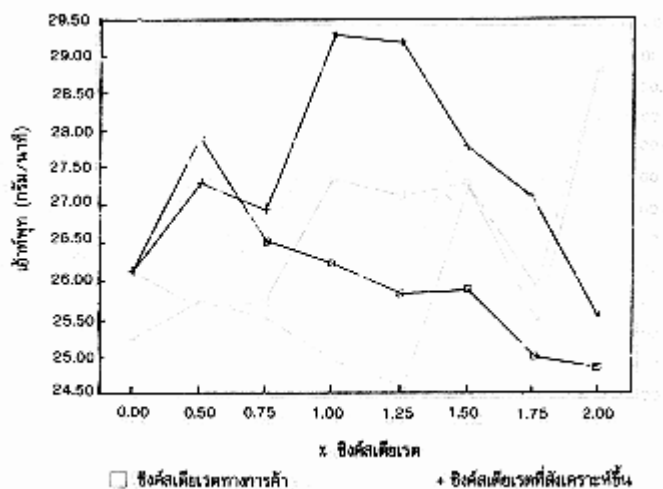
ในการทดสอบผลการเป็นสารหล่อลื่น ของซิงค์สเตียเรตในกระบวนการ อัดรีดพอลิพรอพิลีน โดยมีสีน้ำเงิน (พาทาโลไซยานิน บลู) แคลเซียมคาร์บอเนต และททาเนียมไดออกไซด์ เป็นสารเติมแต่งอยู่ด้วย (ในอัตราส่วน พอลิพรอพิลีน : สีน้ำเงิน : แคลเซียมคาร์บอเนต : ททาเนียมไดออกไซด์ เป็น 100 : 0.6 : 0.3: 1.5) พบว่าในการอัดรีด ด้วยเครื่องอัดรีด (extruder) แบบเกลียวหนอนตัวเดี่ยวของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซิงค์สเตียเรต ที่สังเคราะห์ได้ให้ผล ในการลดกำลัง การอัดรีด เมื่อเพิ่มความเร็วรอบ ของเครื่องอัดรีด ปริมาณ คอมเปานด์ ที่ผ่านหัวดายในเวลาเท่ากัน จะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1) นั่นคือ ในการผลิตถ้าต้องการ ผลผลิตที่สูงจะต้องใช้ ความเร็วรอบที่สูง นอกจากนี้ ยังช่วยให้การผสมพลาสติก กับสารเติมแต่ง เร็วขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามกำลังที่ใช้ ในการอัดรีดจะเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอ้าท์พุท (กรัม/นาที) กับความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

เมื่อนำเส้นคอมเปานด์ ที่ผ่านเครื่อง อัดรีดมาตัดเป็นชิ้น ๆ แล้วอัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ นำไปวางระหว่าง กระจก สไลด์และนำ ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าสีน้ำเงินกระจายได้ดีที่สุด เมื่อใช้อุณหภูมิที่หัวดาย 120°ซ เนื่องจาก ที่อุณหภูมินี้ ทำให้การกระจาย ตัวอย่างสม่ำเสมอ และขนาดของเม็ดสีมีขนาดใกล้เคียงกัน ส่วนที่อุณหภูมิสูง หรือต่ำกว่านี้ การกระจาย ขนาดของเม็ดสีไม่ตึก เนื่องจากมีเม็ดสีขนาดใหญ่กระจาย ปะปนอยู่กับเม็ดสีขนาดเล็ก

ในแง่ของการเป็น สารหล่อลื่นพบว่า เมื่อเติมซิงค์สเตียเรตลงไป ใน พอลิพรอพิลีนที่มีสารเติมแต่งอื่น ๆ อยู่ ด้วย จะไปช่วยให้ การไหลของพอลิพรอพิลีนดีขึ้น โดยสังเกตจากปริมาณเอ้าท์พุท ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเติมซิงค์สเตียเรต 0.5% แต่เมื่อเติมซิงค์สเตียเรตมากขึ้น ค่าเอ้าท์พุท จะลดลงซึ่งคงมีสาเหตุมาจาก พอลิพรอพิลีน ที่ผสมสารเติมแต่ง ซึ่งกำลังไหล ออกจากเครื่องอัดรีด ได้รับแรงดันจาก ปลายเกลียวหนอน ทำให้เกิดการกระจายตัว ของซิงค์สเตียเรต ซึ่งไปช่วยหล่อลื่นการไหล ของคอมเปานด์ได้มากขึ้น เอ้าท์พุทมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณซิงค์สเตียเรตที่เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับแรงดันเท่าเดิมเอ้าท์พุท จะลดลงทั้งนี้เกิดการลื่นไหล (Slipping) มากขึ้น

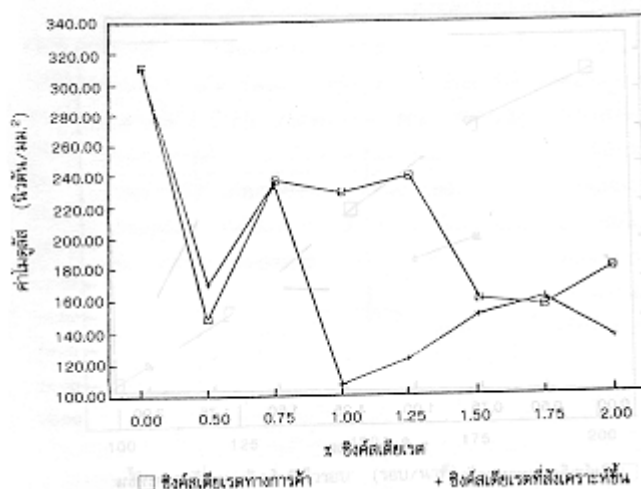


รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเถ้าขี้เถ้ากับปริมาณซิงค์สเดียมเรต

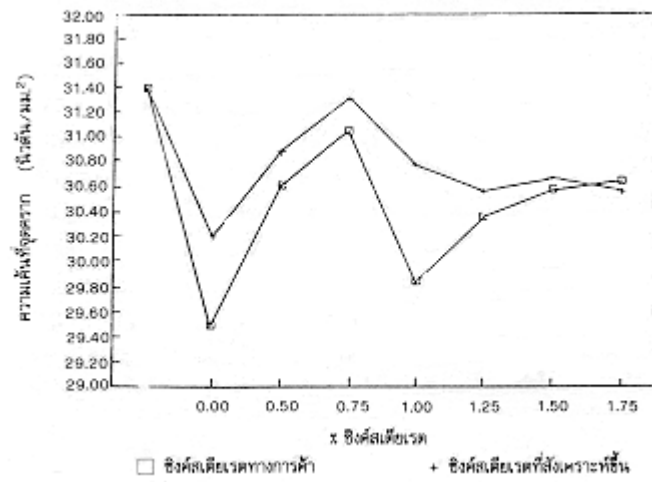
ซิงค์สเดียมเรต ที่เติมลงไปยังผล เพิ่มค่าดัชนีการหลอมไหล ให้สูงขึ้นอีกด้วย แต่ปริมาณซิงค์สเดียมเรต ที่ใส่ (0-2%) ไม่ทำให้ค่าดัชนี การหลอมไหลต่างกันมากนัก

เมื่อนำคอมเปานด์ จากเครื่องอัดรีดมาอัด ให้เป็นแผ่นลงในแบบแม่พิมพ์หนา 0.2 ซม. โดยใช้อุณหภูมิ แทนอัดร้อนจากเครื่องอัด ไฮโดรลิกมีค่าเท่ากับ 200°ซ เวลา 2 นาที (แรงดันในการอัด 110 กิโลกรัม/ซม.²) แล้วตัดเป็นรูป ดัมเบลล์พบว่าซิงค์สเดียมเรต ที่สังเคราะห์ขึ้น และซิงค์สเดียมเรตทางการค้า มีผลต่อสมบัติเชิงกล ที่คล้ายกัน คือ ลด ค่าโมดูลัสของอีลาสติกซิตี และความเค้นที่ จุดครากของ คอมเปานด์พอลิพรอพิลีน แต่จะไปเพิ่ม ความเครียดที่จุด รากความเค้น ที่จุดขาด และความเครียดที่จุดขาด

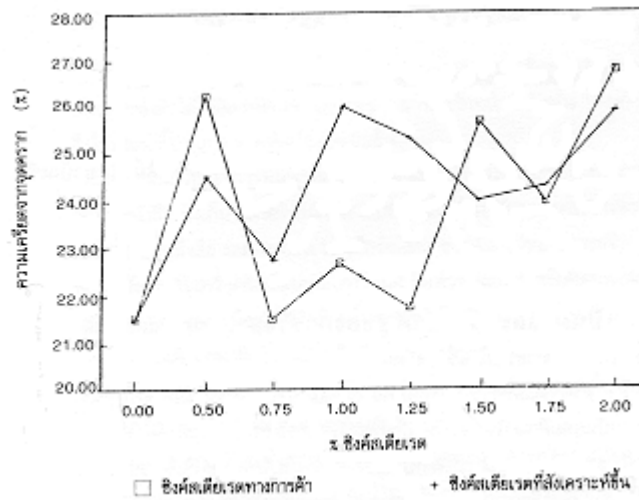
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสกับปริมาณซิงค์สเดียมเรต



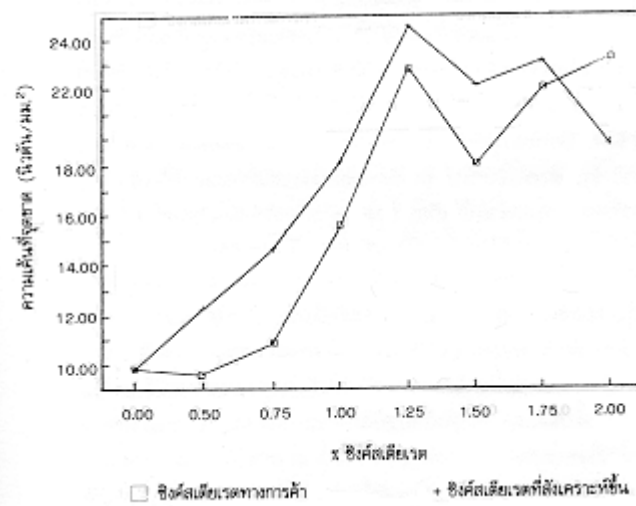
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นที่จุดรากับปริมาณซิงค์สเดียมเรต



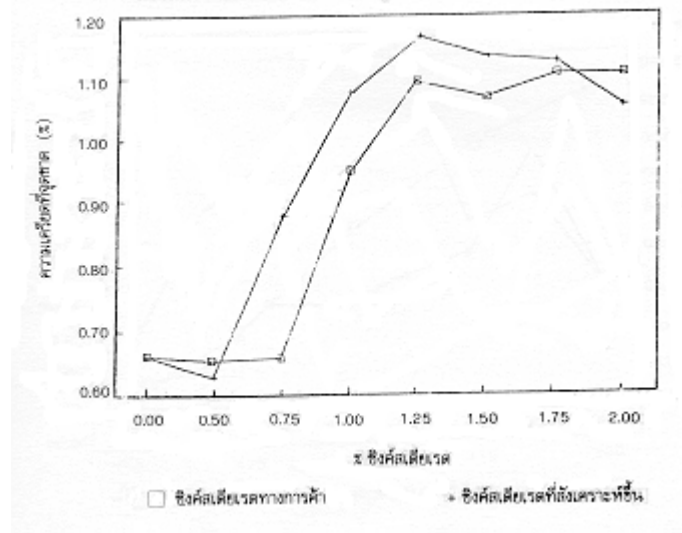
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดที่จุดครากกับปริมาณซิงค์สเตียเรต



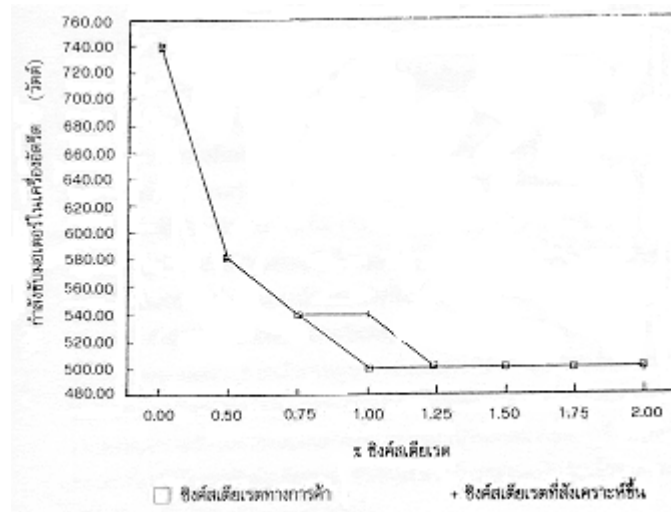
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นที่จุดขาดกับปริมาณซิงค์สเตียเรต



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดที่จุดขาดกับปริมาณซิงค์สเตียเรต

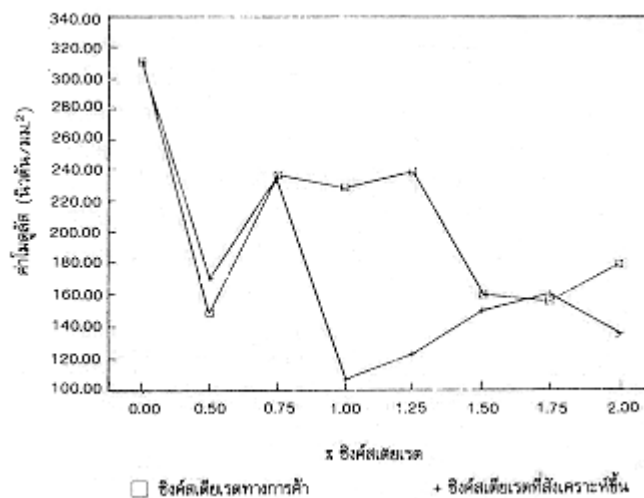


กราฟระหว่างกำลังอัดรีดกับปริมาณซิงค์สเดียมเรต

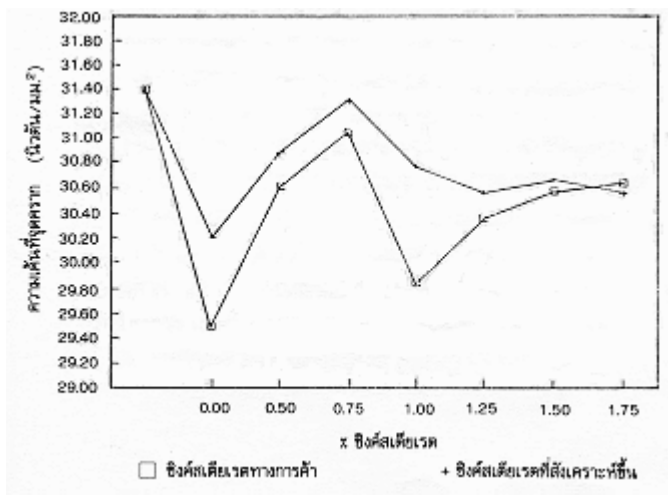


โดยสรุปแล้ว ซิงค์สเดียมเรต ที่สังเคราะห์ขึ้นเมื่อนำมาใช้ เป็นสารหล่อลื่น ในขบวนการอัดรีด พอลิพรอพิลีน มีผลเช่นเดียวกับ ซิงค์สเดียมเรตทางการค้า ซึ่งถ้าการผลิตในประเทศ ค้มนทุนน่าจะผลิตออกจำหน่ายได้ ซึ่งในเรื่องความคุ้มทุน นี้คณะผู้วิจัยยังไม่ได้คิด

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสกับปริมาณซิงค์สเดียมเรต



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นที่จุดครากกับปริมาณซิงค์สเดียมเรต



Last modified :