

ผลของกลูตาอัลดีไฮด์ต่อสมบัติการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่าย
ของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันและแป้งมันสำปะหลัง

Effect of Glutaraldehyde on Properties of Interpenetrating Polymer
Network Hydrogel of Pre-Vulcanized Natural Rubber Latex with
Sulphur and Cassava Starch

อัญชลี มุลาสะเก¹ อภิญญา อุทธา¹ สายันต์ แสงสุวรรณ² และชัยวุฒิ วัชรจิง^{2*}

Oanchali Mulasake¹, Apinya Uttha¹, Sayant Saengsuwan² and Chaiwute Vudjung^{2*}

บทคัดย่อ

ไฮโดรเจล เชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่าย (Interpenetrating polymer network, IPN) ของยางพรีวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันและแป้งมันสำปะหลัง (IPN NR/CT) เตรียมด้วยวิธีการเบลนด์น้ำยางพรีวัลคาไนซ์และแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการเจลาติไนซ์ใช้ Glutaraldehyde (GA) เป็นสารเชื่อมขวางปริมาณ 2–10% ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ศึกษาผลของปริมาณ GA ต่อสมบัติการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำและสมบัติการคายน้ำของ IPN NR/CT ลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของ GA ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำสูงสุด 54.44% ที่ 2% GA ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้งานดีขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณ GA เนื่องจากความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางในโครงสร้างของ IPN NR/CT เป็นสาเหตุให้การรักษาระดับการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลคงที่ เมื่อมีการใช้งานของไฮโดรเจลซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

คำสำคัญ : น้ำยางธรรมชาติพรีวัลคาไนซ์ แป้งมันสำปะหลัง ไฮโดรเจล เชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่าย

¹ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการยาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

² อ. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

* Corresponding author: e-mail: chaiwute2110@gmail.com

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

Abstract

Interpenetrating polymer network (IPN) hydrogel of natural rubber and cassava starch (IPN NR/CT) was prepared by blending the pre-vulcanized natural rubber latex with sulphur and gelatinized cassava starch by using Glutaraldehyde (GA) as crosslinking agent at 2–10% w/w of starch and reaction temperature 50°C for 2 h. The influence of GA content on the water absorption of IPN NR/CT was investigated. It was found that the percentage of the water absorption of IPN NR/CT decreased with increasing GA content. The highest percentage of the water absorption of IPN NR/CT was ca. 54.44% at 2% GA content, while the efficiency of using was improved with increasing GA content due to crosslink density in structure of IPN NR/CT which caused stable retention of water absorption degree of the hydrogel when the use of hydrogel was repeated several times.

Keywords: Pre-Vulcanized Natural Rubber Latex, Cassava Starch, Hydrogel, Interpenetrating Polymer Network (IPN)

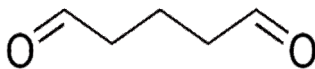
บทนำ

ไฮโดรเจล (Hydrogel) เป็นพอลิเมอร์เชื่อมขวาง (Crosslinked polymer) ชนิดไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic) มีลักษณะเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติ ที่สามารถดูดซึมน้ำหรือสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายในปริมาณมากโดยไม่เกิดการละลาย [1] ด้วยคุณสมบัติสามารถดูดซึมน้ำได้ดี ไฮโดรเจลจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านเกษตรกรรม ใช้เป็นตัวช่วยการอุ้มน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินไม่ให้ถูกชะล้างลงไปในดินชั้นล่าง ฟิล์มควบคุมการปลดปล่อยปุ๋ยยูเรีย [2] แต่ไฮโดรเจลมี ข้อด้อย คือ ราคาแพง ดังนั้น ถ้าหากว่าสามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจลขึ้นเองได้ จากพอลิเมอร์ธรรมชาติก็จะเป็นอีกทางเลือก จึงมี การศึกษาการเตรียมไฮโดรเจลจากพอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยการนำยางธรรมชาติ กราฟต์ด้วยแป้งมันสำปะหลัง [3] เพื่อปรับปรุงโมเลกุลยางธรรมชาติโดยการเติมหมู่ไฮดรอกซี ที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง [4] และกราฟต์ยางธรรมชาติด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรต์ในสภาวะหลอม [5] เพื่อเพิ่มสมบัติการดูดซึมน้ำมากขึ้น และเป็นการเพื่อมูลค่าให้กับยางธรรมชาติอีกด้วย กลูต้าออลดีไฮด์ เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 1 เป็นของเหลวที่มีกลิ่นฉุน ไม่มีสี จากสูตรโครงสร้างที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น (–CHO) โมเลกุลจึงมีขั้วเช่นเดียวกับน้ำ มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา จึงใช้เป็นสารเชื่อมขวางระหว่าง 2 โมเลกุลของพอลิเมอร์ ทำให้เกิดพันธะเชื่อมขวางของพอลิเมอร์ นอกจากนี้ความหนาแน่นของโมเลกุล ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเชื่อมขวางที่เพิ่มขึ้นด้วย

แป้งมันสำปะหลัง (Cassava Starch, CT) มีลักษณะ ผิวสัมผัสของแป้งจะเนียนลื่นมือ เมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียวหนืดและใส เป็นสินค้าเกษตรกรรมที่มีมากในประเทศไทยนิยมนำมาผสมกับอาหารที่ต้องการความเหนียวหนืดและใส เช่น ขนมชั้น ขนมฟักทอง ขนมกล้วย ฯลฯ ภายในโครงสร้างโมเลกุลมีหมู่ไฮดรอกซี (Hydroxy) ซึ่งทำให้แป้งสามารถดูดซึมน้ำได้ แต่เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ ด้วยกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย ยีสต์ และเห็ด [6] จึงไม่เหมาะสมที่จะนำแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นตัวดูดซับเพื่อผลิตเป็นไฮโดรเจลที่ใช้ในทางการเกษตร เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของไฮโดรเจลสั้นลง หากมีการเติมพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ ที่มีการย่อยสลายทางชีวภาพได้ช้าลงไป เพื่อไฮโดรเจลที่ใช้ทางการเกษตรมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถัน (Pre-vulcanized Natural rubber latex with sulphur) คือน้ำยางธรรมชาติที่ทำปฏิกิริยากับกำมะถันในปริมาณเหมาะสม ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของกำมะถัน ทำให้ยางมีสภาพคงตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ ทนต่อความร้อน แสง และละลายในตัวทำละลายยากขึ้น ซึ่งเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า “วัลคาไนเซชัน” ซึ่งระบบที่มีการใช้ปริมาณกำมะถันมาก จะทำให้เกิดการเชื่อมขวางโมเลกุลยางได้มาก [7] น้ำยางพรีวัลคาไนซ์มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำยางอย่างมาก นิยมใช้ในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ถุงมือแม่บ้านถุงมือแพทย์ ฯลฯ

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557



ภาพที่ 1 โครงสร้างของกลูต้าออลดีไฮด์

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมไฮโดรเจลจากน้ำยางพริ้วคานโซซ์ด้วยกัมมะถัน โดยการเติมแป้งมันสำปะหลังลงไป เพื่อให้เกิดหมู่ไฮดรอกซี (Hydroxy) โดยการเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่ายสามมิติ (IPN) ด้วยกลูต้าออลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) ผ่านหมู่ไฮดรอกซีของแป้งมันสำปะหลัง เพื่อให้เกิดความเข้ากันระหว่างแป้งมันสำปะหลังและยางธรรมชาติมากขึ้น ได้ไฮโดรเจลที่มีสมบัติการดูดซึมน้ำที่ดีและย่อยสลายทางชีวภาพช้าลง

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมน้ำยางพริ้วคานโซซ์

เตรียมน้ำยางพริ้วคานโซซ์ด้วยกัมมะถันโดยน้ำยางชั้นจาก บริษัท เคมีคอล แอนด์ แมทีเรียลส์ จำกัด ปริมาณ เนื้อยางแห้ง 60% โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide, KOH) ใช้เพิ่มความเสถียรของน้ำยาง เตรียมในรูปสารละลาย 10% ปริมาณ 0.3 phr กัมมะถัน (Sulphur) เป็นสารเชื่อมขวางในน้ำยาง เตรียมในรูปสารละลาย 50% ปริมาณ 1.5 phr และซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide) ใช้เป็นสารกระตุ้นในการวัลคาไนซ์ด้วยกัมมะถัน เตรียมในรูปสารละลาย 50% ปริมาณ 0.25 phr ซิงค์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต (Zinc diethyl dithiocarbamate, ZDEC) ใช้เป็นสารตัวเร่ง เตรียมในรูปสารละลาย 50% ปริมาณ 1.5 phr จากบริษัท เคมีคอล แอนด์ แมทีเรียลส์ จำกัดโดยกวนน้ำยางชั้นที่มีการเติมสารเคมี 2 ชั่วโมง และบ่มทิ้งไว้ 3 วันก่อนนำมาใช้งาน

2. การเตรียมไฮโดรเจล IPN NR/CT

เจือจางน้ำยางพริ้วคานโซซ์ให้ความเข้มข้น 25% (เตรียมโดยเติมน้ำกลั่นให้ปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยาง เหลือ 25%) เติมนิมัลวัน (Emulvin WA) เพื่อลดแรงตึงผิวของน้ำยางเตรียมในรูปสารละลาย 50% ปริมาณ 5 phr จาก บริษัท Connell Bros ประเทศไทย และนำไปกวนเป็นเวลา 15 นาที เตรียมสารละลายแป้งมันสำปะหลังเข้มข้น CT 25% (w/w) ยีห่อ ตราแมวดแดง ดาวเทียมลูกโลก จากบริษัท เกรียงไกรค้าแบ่ง จำกัด กวนที่อุณหภูมิ 60°C จนเป็น เจลาตินโซซ์ (เปลี่ยนจากสีขาวขุ่นเป็นสีใสและความหนืดสูง) จากนั้นเติมกลูต้าออลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) และ 1 N ของกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) 1 ml ในแป้งเจลาตินโซซ์ เทแป้งเจลาตินโซซ์ที่ไดลงในน้ำยางที่เตรียมไว้โดย อัตราส่วนน้ำยางพริ้วคานโซซ์กับแป้งมันสำปะหลังคือ 50 : 50 เพื่อควบคุมให้ความเข้มข้นของเนื้อยางกับแป้งเท่ากัน [4] และนำไปกวนให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำของผสมที่เตรียมได้ เทเป็นแผ่นและนำไปอบด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบสมบัติของไฮโดรเจล ดังนี้

- การวิเคราะห์หองค์ประกอบสารของไฮโดรเจล ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (X-ray diffraction) รุ่น X Pert 2000 จากประเทศ ญี่ปุ่น

- การหาเปอร์เซ็นต์ส่วนเจล (Gel fraction) และ ส่วนที่ละลาย (Soluble fraction) โดยการละลายแผ่นฟิล์ม ยางตัวอย่างที่ตัด ขนาดเล็กประมาณ 1 กรัม ในน้ำกลั่น 3 ชั่วโมง กวนที่ 200 รอบ/นาทีโดยใช้สมการที่ 1 [8]

$$\text{Sol (\%)} + \text{Gel (\%)} = 100 \quad (1)$$

เมื่อ Sol คือ ส่วนที่ละลายได้ในตัวทำละลาย
Gel คือ ส่วนที่ไม่ละลายในตัวทำละลาย

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

- สมบัติการดูดซึมน้ำโดยเตรียมชิ้นตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 0.5$ เซนติเมตร แช่น้ำกลั่น 240 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (\% water absorption)} = [(W_2 - W_1)/W_1] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_1 และ W_2 เป็นน้ำหนักของไฮโดรเจลขณะแห้งและเปียก ตามลำดับ [5]

- อัตราการคายน้ำโดยเตรียมชิ้นตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 0.5$ เซนติเมตร แช่น้ำกลั่น 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำแผ่นไฮโดรเจล ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนัก 1 - 240 ชั่วโมง

- ประสิทธิภาพในการใช้งานของไฮโดรเจลโดยเตรียมชิ้นตัวอย่างขนาด $2 \times 2 \times 0.5$ เซนติเมตร แช่น้ำกลั่น 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักไว้ นำไปอบให้แห้ง

$$\text{ประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำ (\% Retention of water absorption)} = (A_2/A_1) \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ A_1 และ A_2 เป็นน้ำหนักของไฮโดรเจลเมื่อใช้งานครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ

- สัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) รุ่น JSM 5410LV บริษัท Becthai ประเทศ ญี่ปุ่น

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

สมบัติไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่ายจาก น้ำยางพริ้วคานโซลด้วยกำมะถันและแป้งมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสารของไฮโดรเจล (IPN NR/CT) ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (X-ray diffraction pattern) ในภาพที่ 2 แสดง XRD pattern ของ IPN NR/CT เปรียบเทียบกับ NR, CT และ NR/CT blend พบว่า พีคของ NR ไม่เกิดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ เนื่องจากโมเลกุลของยางจัดเรียงตัวแบบอสัณฐาน ในขณะที่เกิดการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ของ CT ปรากฏที่ตำแหน่งมุม 2θ เท่ากับ 15.17, 17.67 และ 23.09 แสดงถึงความ เป็นผลึกของ CT เมื่อนำ CT มาเติมลงใน NR และเชื่อมขวางด้วย GA เพื่อเตรียมเป็น IPN NR/CT พบว่ามีส่วนของผลึก ลดลงเนื่องจาก CT มีการกระจายตัวในเมทริกซ์ ของ NR

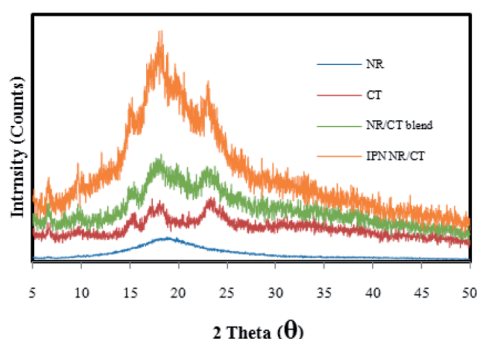
ภาพที่ 3 แสดงผลของปริมาณ Glutaraldehyde (GA) ต่อเปอร์เซ็นต์ส่วนเจล (Gel fraction) และส่วนที่ละลาย (Soluble fraction) ในน้ำกลั่นของไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่าย (IPN NR/CT) ที่แปรปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10% พบว่า เมื่อปริมาณของ GA มากขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์ส่วนเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ส่วนที่ละลายได้ใน น้ำกลั่นของไฮโดรเจลลดลง โดยเปอร์เซ็นต์ส่วนเจลสูงสุดประมาณ 90% ที่ GA 10% เนื่องจากการเติม GA ทำให้เกิด การเชื่อมขวางกันระหว่างโมเลกุลแป้งมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการขัดขวางการละลายของส่วนละลายได้ในน้ำของไฮโดรเจล นอกจากนั้นลักษณะโครงสร้างของ IPN NR/CT ที่เป็นแบบโครงร่างตาข่ายสามมิติทำให้เปอร์เซ็นต์ส่วนเจลมีปริมาณ ที่สูงอีกด้วย

ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ GA ซึ่งเป็นสารเชื่อมขวางต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของ IPN NR/CT พบว่า ปริมาณ GA มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล คือ เมื่อเพิ่มปริมาณ GA มากขึ้นทำให้ เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของ IPN NR/CT มีแนวโน้มลดลง และปริมาณ GA ที่ทำให้ IPN NR/CT ดูดซึมน้ำได้สูงที่สุดในการ แช่น้ำกลั่น คือ 2% โดยให้เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ 54.44% เนื่องจากปริมาณ GA เพิ่มขึ้นทำให้โครงร่างตาข่ายของ IPN NR/CT มีความหนาแน่นมากขึ้น ความสามารถของน้ำในการแพร่ซึมเข้าไปใน IPN NR/CT เกิดได้ยากขึ้น เปอร์เซ็นต์การ ดูดซึมน้ำของ IPN NR/CT จึงลดลง

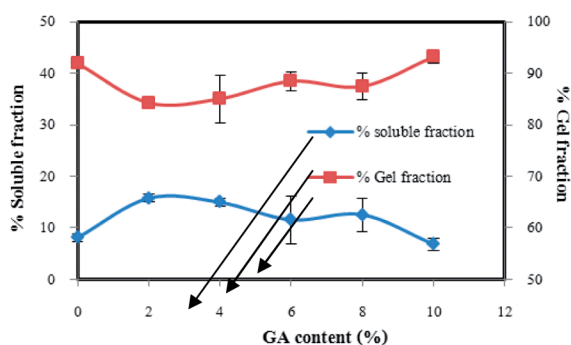
การศึกษาการคายน้ำของไฮโดรเจล IPN NR/CT ที่แปรปริมาณ GA แสดงในภาพที่ 5 พบว่า เมื่อแปรปริมาณ GA เพิ่มขึ้น ปริมาณการคายน้ำของ IPN NR/CT มีแนวโน้มลดลง โดยที่ปริมาณ GA 2% มีเปอร์เซ็นต์การคายน้ำสูงและ เร็วที่สุดในขณะที่ GA 10% ให้การคายน้ำออกมาได้เร็วในช่วง 6 ชั่วโมงแรก แต่หลังจากนั้นจะเกิดการคายน้ำได้ช้าลง

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

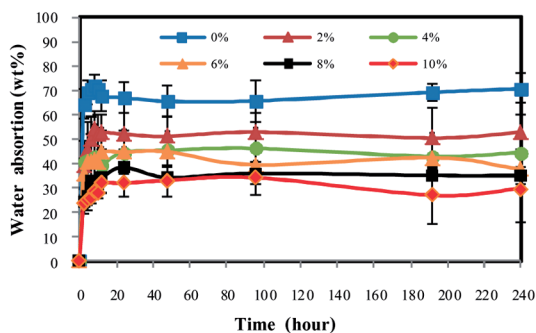
และน้อยที่สุดเนื่องจาก IPN NR/CT มีโครงร่างตาข่ายที่หนาแน่น น้ำที่คายออกมาในช่วงแรกเป็นส่วนที่ยังไม่แพร่เข้าไปในโครงสร้าง ทำให้ช่วงแรกเกิดการคายน้ำได้รวดเร็ว หลังจากนั้นจึงเป็นการคายน้ำที่แพร่เข้าสู่โครงสร้าง ซึ่งระเหยออกมาได้ค่อนข้างยาก ทำให้ไฮโดรเจล IPN NR/CT ที่ GA 10% การคายน้ำเกิดน้อยลง



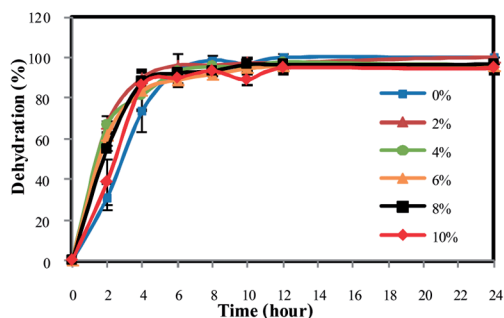
ภาพที่ 2 X-ray diffraction pattern ของ ไฮโดรเจล IPN NR/CT เปรียบเทียบกับ NR, CT และ NR/CT blend



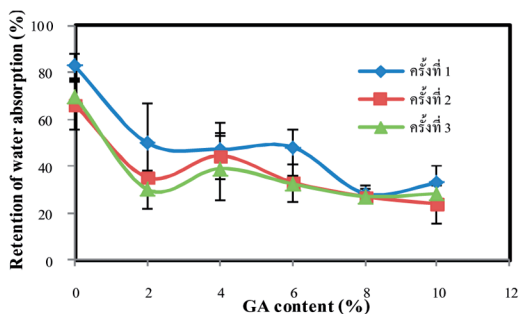
ภาพที่ 3 ผลของปริมาณ GA ต่อเปอร์เซ็นต์สัดส่วนเจล และส่วนที่ละลายได้ในน้ำของไฮโดรเจล IPN NR/CT



ภาพที่ 4 ผลของการแปรปริมาณ GA ต่อสมบัติการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจล IPN NR/CT



ภาพที่ 5 ผลของปริมาณ GA ต่อสมบัติการคายน้ำของ IPN NR/CT

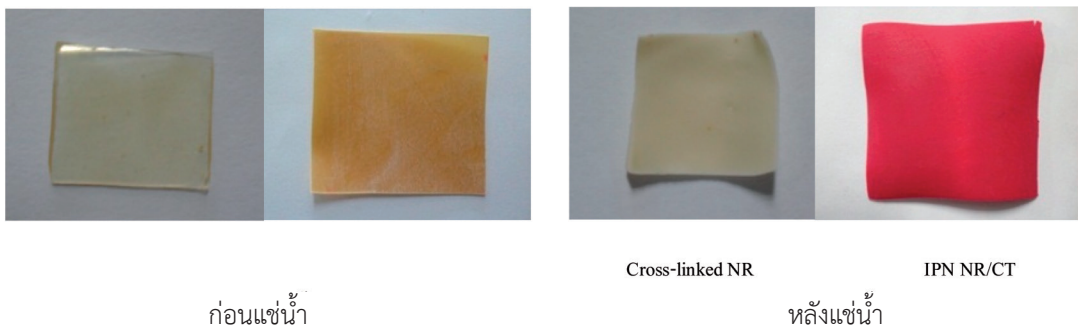


ภาพที่ 6 ผลของปริมาณ GA ต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของ IPN NR/CT

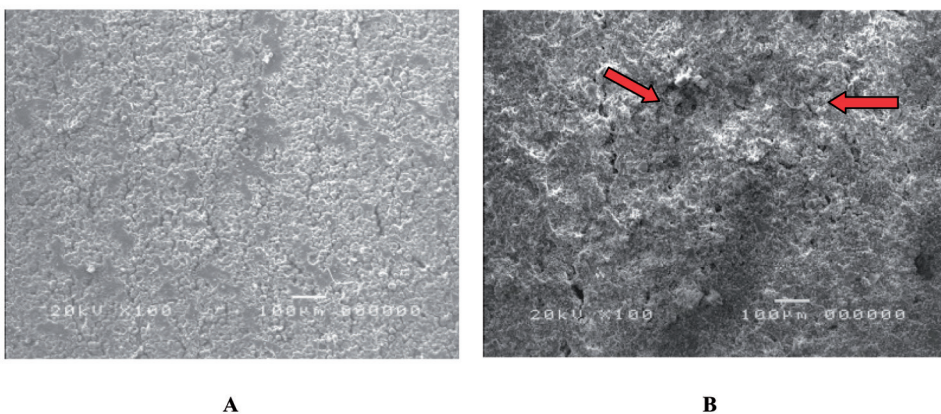
จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

ภาพที่ 6 แสดงผลของปริมาณ GA ต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของ IPN NR/CT แปรปริมาณ GA 0, 2, 4, 6, 8 และ 10% ทดสอบการใช้งาน 3 ครั้ง พบว่า เมื่อปริมาณ GA เพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพการใช้งานในการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลมีแนวโน้มคงที่เพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณ GA 2% มีค่าการดูดซึมน้ำปริมาณที่สูงในครั้งแรก แต่ความคงที่ของการดูดซึมน้ำลดลงเมื่อทดสอบการใช้ในครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนที่ GA 8% และ 10% ไฮโดรเจลมีค่าการดูดซึมน้ำน้อย แต่มีความคงที่ของการดูดซึมน้ำมากเมื่อทดสอบการใช้ในครั้งที่ 2 และ 3 เนื่องจากไฮโดรเจลมีโครงสร้างการเชื่อมขวางที่หนาแน่นและแข็งแรงการหลุดออกของแบ่งเกิดได้น้อย จึงมีประสิทธิภาพต่อการใช้งานคงที่

นอกจากนี้ภาพที่ 7 แสดงการดูดซึมน้ำสีของแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT เปรียบเทียบกับยางธรรมชาติเชื่อมขวางก่อนและหลังการแช่น้ำสีแดง ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT มีสมบัติการดูดซึมน้ำจากการเปลี่ยนสีหลังจากแช่น้ำสีแดง ในขณะที่แผ่นยางธรรมชาติเชื่อมขวาง ไม่เกิดการดูดซึมน้ำและเปลี่ยนสีแต่อย่างใด และเมื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ก่อน และหลังการแช่น้ำ แสดงในภาพที่ 8 พบว่า หลังจากการแช่น้ำของแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT จะเกิดรูพรุนและโพรงขนาดใหญ่มากขึ้น ทำให้แผ่นไฮโดรเจลสามารถดูดซึมน้ำได้



ภาพที่ 7 การดูดซึมน้ำสีแดงของแผ่นยางธรรมชาติเชื่อมขวางและแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT



ภาพที่ 8 สัณฐานวิทยาของแผ่นไฮโดรเจล IPN NR/CT ก่อน (A) และ หลัง (B) หลังแช่น้ำ

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลอง พบว่าปริมาณของ Glutaraldehyde มีผลต่อสมบัติการดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่ายของน้ำยางพริ้วลาคาโนซด้วยกัมมะถันและแป้งมันสำปะหลัง โดยปริมาณของ Glutaraldehyde ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของไฮโดรเจลมีแนวโน้มลดลง สมบัติการคายน้ำของไฮโดรเจลเกิดได้ช้าลงเมื่อปริมาณ Glutaraldehyde เพิ่มขึ้นนอกจากนี้ Glutaraldehyde ซึ่งเกิดการเชื่อมขวางในโครงร่างช่วยให้ไฮโดรเจลมีประสิทธิภาพในการใช้งานการดูดซึมคั่งที่มากขึ้นเมื่อมีการใช้งานซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในโครงการวิจัยเรื่อง “การปลดปล่อยปุ๋ยยูเรียโดยใช้ไฮโดรเจลเชื่อมขวางแบบโครงร่างตาข่ายจากยางธรรมชาติและแป้ง” และขอบคุณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Senna, M., Mohamed, R., Shehab-Eldin, A. and El-Hamouly, E. (2012). “Characterization of electron beam irradiated natural Rubber/modified starch composites”, **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**. 18, 1654-1661.
- [2] Chen, L., ZhigangXie. XiuliZhuang. Chen, X. and Jing X. (2008). Controlled release of urea encapsulated by starch-g-poly (L- lactide). **Carbohydrate polymers**. 72, 342-348.
- [3] Riyajan, S., Sasithornsonti, Y. and Phinyocheep P. (2012). “Green natural rubber-g-modified starch for controlling urea Release”, **Carbohydrate Polymers**. 89, 251-258.
- [4] Kwanhien, J., Boonprasop, T. amd Vudjung, C. (2012). **Abstracts of NESTC**. 34-44.
- [5] Khongtong, S. and Fungchonlajit, N. (2008). “Water Swollen Natural Rubber”, **Walailak J Sci & Tech**. 5(1). 67-75.
- [6] ปันดดา ไยภักดี และคนาวรรณ พจนาคม. (2547). “ความสำคัญของการศึกษาการเมแทบอลิซึมยาโดยใช้จุลินทรีย์”, **วารสารไทยเภสัชนิพนธ์**. 1(5), 15-26.
- [7] วราภรณ์ ขจรไชยกูล. (2555). “เทคโนโลยีน้ำยาง”, **สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว)**. กรุงเทพฯ.
- [8] Keles, H., Celik, M., Sacak, M., Aksu, L. (1999). “Graft copolymerization of methyl methacrylate upon gelatin initiated by benzoyl peroxide in aqueous medium”, **J Appl Polym Sci**. 74, 1547-1556.