บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติและวัสดุเหลือใช้ชีวมวลเพื่อบำบัดน้ำมันในน้ำเสีย ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การกำจัดน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสีย

2.2 ยางพารา

2.3 โฟมยางพาราธรรมชาติ

2.4 สารตัวเติมในยางพาราจากวัสดุเหลือใช้ชีวมวล

2.5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำจัดน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสีย

ภาพที่ 2.1 น้ำมันและไขมัน

การกำจัด หมายถึง การนำเอาสารปนเปื้อน หรือความสกปรกออกจากน้ำเสีย ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างปลอดภัย (Udomsirot, K. 1995 : 20) และ (Samat, R. 1996 : 51) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การกำจัด หมายถึง วิธีการแยกหรือย่อยสลายสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำเสียออก (Khonglaem, W. 2002 : 40) ให้คำนิยามของน้ำมันและไขมันว่า หมายถึง สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำ และมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพใกล้เคียงกัน สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดเดียวกันได้ส่วน (Tanthunwet, M. 2004 : 57) ได้กล่าวถึงน้ำมันและไขมันว่าเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากและเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษจำนวนมากละลายในน้ำมันและไขมันได้ดีกว่าน้ำ น้ำมันและไขมันมักมีกลิ่นที่น่ารังเกียจ

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

น้ำมันและไขมันที่แสดงดังภาพที่ 2.1 เป็นองค์ประกอบที่มีสะสมอยู่ในพืชและสัตว์โดยธรรมชาติ เมื่ออยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิปกติเรียกว่าน้ำมันแต่ถ้าอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติเรียกว่าไขมัน น้ำมันและไขมันมีความคงตัวมากกว่าสารอินทรีย์อื่น ๆ ทำให้ถูกย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยาก น้ำมันและไขมันที่ปะปนมากับน้ำเสียจาก ร้านค้า, ภัตตาคาร, บ้าน และอาคาร เป็นปัญหาสำคัญที่ก่อให้เกิดสภาพการเน่าเสียของแหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะน้ำมันและไขมันมักจะลอยตัวอยู่ที่ผิวหน้าทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง ก่อให้เกิดความสกปรก ทำลายทัศนียภาพที่สวยงาม จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การกำจัดน้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจำเป็นต้องกระทำให้เกิดประสิทธิภาพดีพอที่จะไม่ทำให้แหล่งน้ำเกิดปัญหาภาวะมลพิษ เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้

วิธีการกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียให้เกิดความเหมาะสม ได้จำแนกประเภทของวิธีกำจัดน้ำมันและไขมัน ออกเป็น 3 ประเภท คือ วิธีการทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ

2.1.1 วิธีการกำจัดทางกายภาพ เป็นวิธีควบคุม กำจัด และเก็บกวาดน้ำมันและไขมันด้วยวิธีทางกลศาสตร์หรือใช้อุปกรณ์เครื่องมือ ซึ่งแต่ละอุปกรณ์ หลักการและประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละชนิดแตกต่างกันและในบางครั้งอาจใช้อุปกรณ์ในการทำงานมากกว่า 1 ชนิด วิธีการกำจัดทางกายภาพเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากทำได้รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ กระบวนการไม่ซับซ้อน วิธีการทางกายภาพมีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ การเติมอากาศ การทำให้ลอยตัวโดยธรรมชาติ และการใช้วัสดุดูดซับ เป็นต้น

2.1.1.1 การเติมอากาศ เป็นวิธีการเป่าอากาศลงไปในน้ำเสียโดยตรงเพื่อให้ฟองอากาศพาน้ำมันและไขมันในน้ำเสียลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ โดยฟองอากาศเป็นตัวช่วยพาให้น้ำมันและไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะไขมันที่ไม่สามารถแยกได้ด้วยถังดักไขมันหรือต้องใช้ระยะเวลาในการกักพักนานทำให้ถังดักไขมันมีขนาดใหญ่

2.1.1.2 การทำให้ลอยตัวโดยธรรมชาติ เป็นวิธีการที่อาศัยคุณสมบัติในด้านความถ่วงจำเพาะ ซึ่งน้ำมันและไขมันจะมีความถ่วงจำเพาะที่น้อยกว่าน้ำ เมื่อมีระยะเวลาการกักพักภายในถังเพียงพอที่จะทำให้น้ำมันและไขมันลอยตัวขึ้นมาอยู่ที่ผิวน้ำได้ วิธีการนี้จะใช้ถังดักไขมันและเครื่องแยกไขมัน วิธีการนี้เหมาะสมกับแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำเสียและปริมาณการปนเปื้อนของน้ำมันและไขมันไม่มากนัก

2.1.1.3 การใช้วัสดุดูดซับ เป็นวิธีการทางกายภาพที่ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำมันและไขมัน โดยวัสดุที่นำมาใช้อาจทำมาจากเส้นใยสังเคราะห์ หรือเส้นใยพืชซึ่งอาจจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยทั่วไปวัสดุดูดซับควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือ สามารถลอยตัวอยู่ได้บนน้ำ มีความหนาแน่นต่ำเพื่อทำให้ลอยตัวได้และสามารถดูดซับน้ำมันและไขมันไว้ในตัวได้ดี สะดวกต่อการใช้งาน ขั้นตอนการใช้ไม่ยุ่งยาก ไม่เป็นพิษหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.2 วิธีการกำจัดทางเคมี เป็นวิธีการกำจัดน้ำมันและไขมันด้วยการเติมสารเคมีที่ใช้สำหรับแยกน้ำมันและไขมันออกจากน้ำ โดยการใช้สารเคมีที่มีส่วนประกอบของสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบทำให้น้ำมันแตกตัว โดยสารเคมีนี้จะทำให้ความแตกต่างของแรงตึงผิวระหว่างน้ำมันและไขมันกับน้ำลดลง จนแรงตึงผิวของน้ำมันและไขมันใกล้เคียงกับน้ำ ทำให้น้ำมันและไขมันกระจายตัว

และช่วยป้องกันการรวมตัวของน้ำมันและไขมันอีก และการใช้สารเคมีทำให้น้ำมันและไขมันรวมตัวกัน โดยการใช้สารเคมีฉีดลงบนจุดที่มีน้ำมันและไขมันอยู่จะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันและไขมันเกิดการรวมตัวกันกลายเป็นก้อนแล้วจมลงในน้ำแต่สารเคมีที่ใช้ในขณะนี้มีราคาแพงและการใช้ยังไม่แพร่หลาย

2.1.3 วิธีการกำจัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการกำจัดน้ำมันและไขมันที่อาศัยจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์, รา, แบคทีเรีย ช่วยในการย่อยสลายน้ำมันและไขมัน การย่อยสลายโดยธรรมชาติโดยการใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ช่วยในการย่อยสลายน้ำมันและไขมันเป็นไปอย่างช้า ๆ ใช้เวลานาน โดยปกติแล้วในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์ประเภทต่าง ๆ อาศัยอยู่ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยอาหารที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงอาศัยหลักการตามธรรมชาติ สารปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสียที่อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์จะกลายเป็นอาหารและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ วิธีการกำจัดทางชีวภาพสามารถแบ่งออกตามลักษณะของปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ได้เป็น 2 ประเภท คือการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน และการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน การย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งส่วนมากเป็นออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เมื่อจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ถ้าปริมาณออกซิเจนมีไม่เพียงพอจุลินทรีย์จะตายลง จึงจำเป็นต้องมีการเติมออกซิเจนลงไปในน้ำวิธีการนี้มักจะใช้ในระบบเอเอส ถังเลี้ยงตะกอนและลานกรอง ส่วนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจน มักจะใช้ในระบบถังกรองแอนแอโรบิค บ่อพักไร้อากาศ และถังหมัก เป็นต้น การกำจัดน้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการกำจัดทางกายภาพเป็นวิธีที่สามารถทำได้รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ กระบวนการไม่ซับซ้อน และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยนี้สนใจวิธีการกำจัดทางกายภาพ โดยการใช้วัสดุดูดซับ วัสดุที่นำมาใช้โดยทั่วไปอาจทำมาจากเส้นใยสังเคราะห์ หรือเส้นใยพืชซึ่งอาจจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยทั่วไปวัสดุดูดซับควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือสามารถลอยตัวอยู่ได้บนน้ำ มีความหนาแน่นต่ำเพื่อทำให้ลอยตัวได้และสามารถดูดซับน้ำมันและไขมันไว้ในตัวได้ดี สะดวกต่อการใช้งานขั้นตอนการใช้ไม่ยุ่งยาก ไม่เป็นพิษหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากคุณสมบัติที่กล่าวมาเหล่านี้ โฟมยางธรรมชาติก็สามารถทำได้ ดังนั้นจึงเกิดความคิดที่จะนำโฟมยางธรรมชาติมาทดลองกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย และทำการปรับปรุงคุณภาพของโฟมยางโดยการเพิ่มวัสดุเหลือใช้ทางชีวมวลที่สามารถดูดน้ำมันได้ดี(Boonsong Kaigate, 2011 : 30-42)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2 ยางพารา

แหล่งผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือ แถบเอเชียตะวนออกเฉียงใต้คิดเป็น ร้อยละ 90 ของแหล่งผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือมาจากแอฟริกากลาง ซึ่งพันธุ์ยางที่ปลูกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ พันธุ์ฮีเวียบราซิลเลียนซิส (Hevea brasiliensis) น้ำยางที่กรีดได้จากต้นจะเรียกว่าน้ำยางสด (Field latex) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นอนุภาคเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็นคอลลอยด์ มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 27 - 48 pH 6.5 - 7 น้ำน้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ส่วน

ประกอบในน้ำยางสดแบงออกไดเป็น 2 สวน คือ สวนที่เป็นเนื้อยาง 35% สวนที่ไมใช่ยาง 65 % (สุนิสา สุชาติ และวิศนีย์ ยิ่งประเสริฐ, 2551 : 2-7)

2.2.1 สวนประกอบของน้ำยาง

น้ำยางธรรมชาติเป็นสารที่ไมบริสุทธิ์ เมื่อกรีดมาจากต้นยางมีปริมาณของเนื้อยางแห้งอยู่ระหว่าง 25-45 เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างระหว่างปริมาณสารที่เป็นของแข็งและสารที่เป็นเนื้อยางแห้งประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%)
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด	27-48
เนื้อยางแหง	25-45
สารพวกโปรตีน	1-1.5
สารพวกเรซิน	1-1.25
ขี้เถา	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ	ส่วนที่เหลือจนครบ 100

ส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำยางสามารถแบงออกเป็น 2 สวนใหญ่ ๆ คือ

2.2.1.1 สวนที่เป็นเนื้อยาง

2.2.1.1.1 อนุภาคยาง อนุภาคยางถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกไขมันและโปรตีน โดยโปรตีนนี้จะอยู่ชั้นนอกและอาจมีโลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียม และทองแดง ปะปนอยู่ปริมาณเล็กน้อยประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นตโดยปกติอนุภาคยางจะแขวนลอยในน้ำ ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีชื่อทางเคมีว่า ซิส-1,4-พอลิไอโซพรีน (cis-1, 4 Polyisoprene) มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.92 กรัมต่อมิลลิลิตร ลักษณะอนุภาคยางเป็นรูปค่อนข้างทรงกลมมีขนาดอนุภาคแตกต่างกันมาก คือ อยู่ระหว่าง 0.02 μm จนถึง 4 μm อนุภาคยางส่วนใหญ่จะมีขนาดมากกว่า 0.4 μm โดยมีขนาดใหญ่จะแยกตัวออกจากชั้นน้ำขึ้นมาอยู่ด้านบนซึ่งสามารถแยกออกไดเป็นน้ำยางข้น สวนอนุภาคยางที่มีขนาดเล็กจะปนอยู่กับหางน้ำยาง สามารถแยกออกโดยการทำให้จับตัวเป็นก้อนด้วยกรด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.1.1.2 โปรตีน สวนของสารพวกโปรตีนที่ห่อหุ้มอยู่ตรงผิวรอบนอกของอนุภาคยางมีอยู่ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง สวนที่เหลือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์จะอยู่ในชั้นน้ำและอีก 25 เปอร์เซ็นต์จะปะปนอยู่ในส่วนของลูทอยด์

2.2.1.1.3 ไขมัน ไขมันซึ่งเกาะอยู่ระหว่างผิวของอนุภาคยางและโปรตีน สวนใหญ่เป็นสารพวกฟอสโฟไลปิด ชนิด α -Lecithin เชื่อว่าทำหน้าที่ยึดโปรตีนให้เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคยาง

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%)
เนื้อยางไฮโดรคาร์บอน	86
น้ำ กระจายอยู่ในเนื้อยาง	10
สารโปรตีน	1
สารพวกไขมัน	3

2.2.1.2 สวนที่ไม่ใช่ยาง

2.2.1.2.1 สวนที่เป็นน้ำ หรือเซรุม เซรุม (Serum) ของน้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ประกอบด้วยสาร ชนิดต่าง ๆ คือ

2.2.1.2.2 คาร์โบไฮเดรต เป็นสารพวกแป้งและน้ำตาลมีอยู่ในน้ำยางประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลส่วนใหญ่เป็นชนิด คิวบาซิทอล มีน้ำตาลชนิด กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส ปริมาณเล็กน้อย

2.2.1.2.3 โปรตีนและกรดอะมิโนเป็นส่วนที่อยู่ในเซรุ่มของน้ำยาง สวนใหญ่เป็นโปรตีนประเภท อัลฟากลูโบลิน

2.2.1.3 สวนของลูทอยด์และสารอื่น

2.2.1.3.1 ลูทอยด์ มีลักษณะเป็นอนุภาคค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 - 3 ไมครอน ห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆ ภายในเยื่อบางนี้จะมีทั้งสารละลายและสารแขวนลอยมีค่า pH = 5.5 สวนใหญ่ประกอบด้วยโปรตีน โดยมีโปรตีนที่ละลายน้ำอยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์และมีสวนของโปรตีนที่ไมละลายน้ำอยู่ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์

2.2.1.3.2 อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง (Frey - wyssling) เป็นสารที่ไม่ใช่ยางมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่ายางแต่ความหนาแน่นน้อยกว่า มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีผนังล้อมรอบสองชั้น มีปริมาณไมมาก นักประกอบด้วยสารเม็ดสีคาโรตินอยด์ซึ่งทำให้ยางมีสีเหลืองเขม สามารถรวมตัวกับ แอมโมเนียและแยกตัวออกจากยางมาอยู่ในส่วนของเซรุม

น้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยาง จะคงสภาพความเป็นน้ำยางอยู่ไดไมเกิน 6 ชั่วโมง เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศ และจากเปลือกของต้นยางขณะกรีดยางจะลงไปในน้ำยาง และกินสารอาหารที่อยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน น้ำตาล ฟอสโฟลิปด โดยแบคทีเรียจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียกินสารอาหาร คือ จะเกิดการย่อยสลายไดเป็นก๊าซชนิด ต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เริ่มเกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นเหม็น การที่มกรดที่ระเหยง่ายเหล่านี้ในน้ำยางเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่า pH ของน้ำยางเปลี่ยนแปลงลดลง ดังนั้นน้ำยางจึงเกิดการสูญเสียสภาพ ซึ่งสังเกตไดจาก น้ำยางจะค่อย ๆ หนืดขึ้น เนื่องจากอนุภาคของยางเริ่มจับ ตัวเป็นเม็ดเล็กๆ และจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จนน้ำยางสูญเสียสภาพโดยน้ำยางจะแยกเป็น 2 สวน คือ สวนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่เป็นเซรุ่ม ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของน้ำยางไมให้อนุภาคของเม็ดยางเกิดการรวมตัวกันเองตามธรรมชาติ จึงมีการใส่สารเคมีลงไปในน้ำยางเพื่อเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพเป็นของเหลว โดยสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยางเรียกว่า สารป้องกันการจับตัว (Anticoagulant) ไดแก่ แอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟด์ ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นต้น เพื่อที่รักษาน้ำยางไมให้

สูญเสียสภาพ การนำยางธรรมชาติไปใช้งานมีอยู่ 2 รูปแบบ คือในรูปน้ำยางและรูปยางแหง ในรูปแบบน้ำยางนั้น น้ำยางสดจะถูกนำมาแยกน้ำออกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเนื้อยาง โดยการใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบสูง ในขณะที่การเตรียมยางแห้งนั้นใช้วิธีการใสกรดอะซิติก ลงในน้ำยางสด การใสกรดอะซิติกเจือจางลงในยางทำให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อน เกิดการแยกชั้นระหว่างเนื้อยางและน้ำ ส่วนน้ำที่ปนอยู่ในยางจะถูกกำจัดออกไปโดยการรีดด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูกกลิ้ง

2.2.2 รูปแบบของยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติสามารถแบงออกเป็นหลายประเภทตามลักษณะรูปแบบของยางดิบ ไดแก

2.2.2.1 น้ำยาง

2.2.2.1.1 น้ำยางสด มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายน้ำนม มีสภาพเป็นคอลลอยด์หรือสารแขวนลอย มีความหนาแน่นอยูระหว่าง 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า pH ประมาณ 6.5 -7.0 ความหนืดของน้ำยางมีค่าประมาณ 12-15 เซนติพอยส์

2.2.2.1.2 น้ำยางข้น คือน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความเข้มข้นแลวจะมีปริมาณเนื้อยางประมาณร้อยละ 55-65 ซึ่งสูงกว่าน้ำยางสดที่มีปริมาณเนื้อยางประมาณร้อยละ 25 - 30 ทำให้สามารถทำการขนส่งไดง่ายขึ้นเป็นอย่างมาก

2.2.2.2 ยางแผ่นผึ่งแห้ง

ยางที่ได้จากการนำน้ำยางมาจับตัวเป็นแผ่นโดยสารเคมีที่ใช้จะต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด สวนการทำให้แห้งอาจใช้วิธีการผึ่งลมในที่ร่ม หรืออบในโรงอบก็ไดแต่ต้องปราศจากควัน

2.2.2.3 ยางแผ่นรมควัน

วัตถุดิบที่ใช้ คือ น้ำยางพาราสด กระบวนการผลิตคือ นำน้ำยางสดมาผ่านกระบวนการทำเป็นยางดิบ พิมพ์ลายอบรมควัน คัดคุณภาพแผ่นยางและส่งจำหน่าย

2.2.2.4 ยางเครพ (Crepe Rubber)

เป็นยางที่ได้จากการนำเศษยางไปรีดด้วยเครื่องรีดยาง สองลูกกลิ้ง โดยทั่วไปเรียกว่า เครื่องเครพ จะมีการใช้น้ำในการทำความสะอาดในระหว่างการรีด เพื่อนำสิ่งสกปรกออกจากยางในขณะรีดยาง เนื่องจากยางที่ใช้โดยมากเป็นยางที่มีมูลค่าต่ำมีสิ่งสกปรกเจือปนค่อนข้างมาก หลังจากรีดในเครื่องเครพแลวจะนำยางไปผึ่งแหง หรืออบแห้งด้วยลมร้อน ยางเครพที่ไดจะมีสีค่อนข้างเข้มและมีหลายรูปแบบ เช่น ยาง Brown crepe, Flat bark crepe, Skim crepe และ Blanket crepe เป็นต้น ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์และชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต สวนยางเครพขาวเป็นยางเครพที่ไดมาจากน้ำยาง ที่มีการกำจัดสารเกิดสีในน้ำยางคือ สารเบต้าแคโรทีน ซึ่งมีสีเหลืองอ่อนโดยการฟอกสียางให้มีสีขาวด้วยสารเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.2.5 ยางแท่ง

ก่อนปี 2508 ยางธรรมชาติที่ผลิตขึ้นมา สวนใหญ่จะผลิตในรูปของยางแผ่นรมควัน ยางเครพหรือน้ำยางข้น ซึ่งยางธรรมชาติเหล่านี้จะไมมีการระบุมาตรฐานการจัดชั้นยางที่ชัดเจน ตามปกติจะใช้สายตาในการพิจารณาตัดสินชั้นยาง ต่อมาในปี 2508 สถาบันวิจัยยางมาเลเซีย (Rubber Research Institute of Malaysia) ไดมีการผลิตยางแท่งขึ้นเป็นแห่งแรก เพื่อปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของยางธรรมชาติให้ไดมาตรฐาน เหมาะสมกับการใช้งาน จนทำให้ยางแท่งเป็นยางธรรมชาติชนิดแรกที่

ผลิตมาโดยมีการควบคุมคุณภาพให้ไดมาตรฐาน ตลอดจนมีการระบุคุณภาพของยางดิบที่ผลิตได้แน่นอน

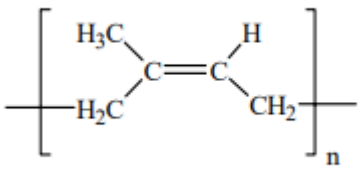
2.2.2.6 ยางแท่งความหนืดคงที่

เป็นยางที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมความหนืดของยางที่ใช้ในการแปรรูป เช่น อุตสาหกรรมยางท่อ, อุตสาหกรรมทำกาว เป็นต้น

2.2.2.7 ยางสกิม

เป็นยางธรรมชาติที่ไดจากการจับตัวน้ำยางสกิม (Skim latex) ด้วยกรด แลวนำยางที่ไดไปทำการรีดแผ่นและทำให้แหง โดยน้ำยางสกิมเป็นน้ำส่วนที่เหลือจากการทำน้ำยางข้นด้วยการนำน้ำยางสดมาทำการเซนตริฟิวส์ แยกอนุภาคเม็ดยางออกจากน้ำ ซึ่งอนุภาคเม็ดยางเบากว่าน้ำสวนใหญ่จึงแยกตัวออกไปเป็นน้ำยางข้น น้ำยางข้นที่ไดมีปริมาณเนื้อยางอยู่ร้อยละ 60-63 สวนน้ำยางสกิม คือ สวนที่เหลือจากการเซนตริฟวสแยกเนื้อยางส่วนใหญ่ออกไปแลว แก็ยังมีส่วนของเนื้อยางออกมาด้วยเป็นเนื้อยางที่มีขนาดอนุภาคเล็กๆ มีปริมาณเนื้อยางอยู่ร้อยละ 3-6

2.2.3 โครงสรางโมเลกุลและสมบัติของยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอรที่มีโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วย ซิส-1, 4-พอลิไอโซพรีน (cis-1,4-Polyisoprene) มากกว่า 99.99% มี หน่วยไอโซพรีน (Isoprene unit) ประมาณ 3,000-5,000 หน่วยต่อโมเลกุล มีการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุล (MWD) กว้าง ทำให้มีความสามารถในการแปรรูปไดดี รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติ (cis-1, 4-Polyisoprene) ดังนี้



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติ (cis-1, 4-Polyisoprene)

2.2.4 สมบัติของยางธรรมชาติ

2.2.4.1 ยางธรรมชาติมีสมบัติดีเยี่ยมในด้านความต้านทานต่อแรงดึง แม้ไมไดเติมสารเสริมแรงและมีความยืดหยุ่นสูงมาก จึงเหมาะที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ถุงมือยางถุงยางอนามัย ยางรัดของ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.2.4.2 ยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงพลวัต (Dynamic properties) ที่ดีมีความยืดหยุ่น (Elasticity) สูง ในขณะที่มีความร้อนภายใน (Heat build-up) ที่เกิดขณะใช้งานต่ำ และมีสมบัติการ เหนียวติดกันที่ดี จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางรถบรรทุก ยางล้อเครื่องบิน หรือใช้ผสมกับยาง สังเคราะหในการผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น

2.2.4.3 ยางธรรมชาติมีความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear resistance) สูง ทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางกระเป๋าน้ำร้อน เพราะในการแกะชิ้นงานออกจากเบ้าในระหว่างกระบวนการผลิตจะต้องดึงชิ้นงานออกจากเบ้าพิมพ์ในขณะที่ร้อน ยางที่ใช้จึงองมีค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดขณะร้อนสูง

2.2.4.4 ความยืดหยุน (Elasticity) ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อแรงภายนอกที่มากระทำกับมันหมดไป ยางก็จะกลับคืนสูรูปร่างและขนาดเดิม (หรือใกล้เคียง) อย่างรวดเร็ว

2.2.4.5 สมบัติทางกายภาพ มีค่าความถ่วงจำเพาะของยางธรรมชาติที่ 20 °C เท่ากับ 0.934 และมีค่าเพิ่มขึ้นถ้ายางถูกแชแข็ง หรือถูกยืด ค่าความร้อนจำเพาะที่ 20 °C เท่ากับ 0.502 มีความต้านทานไฟฟ้า 10^{15} Ohms-cm ซึ่งใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าไดดี

2.2.4.6 ความสามารถในการแปรรูป ยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยสูงทำให้แปรรูปไดยากจึงต้องทำการบดก่อนแปรรูปทุกครั้ง การบดยางทำให้น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติลดต่ำลง ทำให้ยางนิ่มลง แต่อาจทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ในกรณีการอัดเบาจะเกิดอากาศขัง (Air trap) ในยางได้ง่ายนอกจากนยางธรรมชาติ มีสมบัติความเหนียวติด (Tack) ที่ดีไหลไดง่ายและมีความต้านทานต่อการฉีกขาดที่อุณหภูมิสูงไดดีจึงไมมีปัญหาในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางโดยการอัดเบ้า

2.2.4.7 พฤติกรรมในตัวทำละลาย ยางธรรมชาติสามารถเกิดการบวมพองและใน บางกรณีสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิดไดสารละลายที่มีความหนืดสูง ยางธรรมชาติที่เกิดการเชื่อมโยงแลวจะบวมพองในตัวทำละลายไดน้อยมากขึ้นอยู่กับชนิดตัวทำละลาย และระดับการเชื่อมโยง ดังนั้นการเชื่อมโยงทางเคมีชวยปรับปรุงความทนทานต่อการบวมพอง ในตัวทำละลายของยางธรรมชาติได

แม้วายางธรรมชาติมีสมบัติที่ดีเหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ยางต่าง ๆ มากมาย แต่ยางธรรมชาติก็มีข้อเสียหลักคือการเสื่อมสภาพเร็วภายใต้แสงแดดออกซิเจน โอโซน และความร้อนเนื่องจากโมเลกุลของยางธรรมชาติมีพันธะคูอยู่มาก ทำให้ยางว่องไวต่อปฏิกิริยากับออกซิเจนและโอโซน โดยมีแสงแดดและความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์จึงต้องมีการเติมสารเคมีบางชนิด (สารในกลุ่มของ Antidegradants) เพื่อยืดอายุการใช้งาน นอกจากนี้ยางธรรมชาติยังมีประสิทธิภาพการทนต่อสารละลายไมมีขั้ว น้ำมันและสารเคมีต่ำ จึงไมสามารถใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ

2.3 โฟมยางธรรมชาติ (รับเบอร์แลนด์, 2560)

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ที่เราสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำยางพาราได้หลากหลายทั้งในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมต่างๆ รวมไปถึงแวดวงงานออกแบบและเฟอร์นิเจอร์ โดยน้ำยางพาราถูกแปรรูปให้กลายเป็น “โฟมยางพารา” ด้วยการนำเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการเพิ่มมูลค่าของยางพาราให้ดียิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างโฟมยางพารา

โฟมยางพารา คือ การนำน้ำยางธรรมชาติมาตีให้ขึ้นฟูเป็นเนื้อโฟม (เทคนิคการเติมอากาศ) คล้ายวิปครีม แล้วเทหรือฉีด (Injection) ลงในแม่พิมพ์ให้เป็นรูปทรงที่ต้องการ แล้วอบด้วยความร้อน แล้วนำไปล้างส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่ยางพาราออกให้คงเหลือแต่ยางพารา 100% จากนั้นนำมาอบลมร้อนไล่ความชื้นออกให้หมด จะได้โฟมยางพาราที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ สีขาวครีม มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของยางพารา สะอาด, นุ่มน่าสัมผัส, ทนต่อแรงดึง, มีความยืดหยุ่นคืนตัวได้ดี โฟมยางพาราธรรมชาติผลิตครั้งแรก ในปี ค.ศ.1929 ทำจากน้ำยางพาราแท้ 100% โดย บริษัท Dunlop Rubber Company ในการทำเบาะหุ้มแผงเครื่องยนต์ในหัวเครื่องบิน ต่อมาได้ทำเบาะรองนั่งในรถยนต์ออสติน จากนั้นจึงเริ่มมีการส่งออกน้ำยางพารามาใช้ในธุรกิจทำเครื่องนอนตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ด้วยคุณสมบัติของโฟมยางพาราธรรมชาติที่เหนียวทนทานเป็นอย่างมาก ที่สำคัญคืออ่อนนุ่ม รองรับแรงกระแทกได้ดีสามารถขึ้นรูปตามแบบที่ต้องการ ต้านแบคทีเรียได้โดยธรรมชาติปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยไร้สารพิษ และไรฝุ่น ด้วยเหตุนี้ทำให้โฟมยางพาราจึงกลายเป็นวัสดุที่ใช้ในการออกแบบเครื่องนอนและเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้านที่ได้รับความนิยมอย่างมาก ตัวอย่างเช่น

2.3.1 ที่นอนยางพารา เป็นที่นอนที่ผลิตจากน้ำยางพาราธรรมชาติ 100 % ซึ่งจะโอบอุ้มสรีระของร่างกายทำให้รู้สึกผ่อนคลายสบายตัว ด้วยคุณสมบัติความเป็นยางทำให้มีความยืดหยุ่นค่อนสูง มั่นใจได้ว่าจะไม่เกิดการยุบตัวเป็นแอ่งบนที่นอนอีกทั้งยังไม่กักเก็บความชื้นและฝุ่นละออง จึงทำให้ที่นอนยางพาราไม่มีกลิ่นอับ โดยแบ่งตามความหนาถ้าชนิดบางจะเรียกว่า Topper (ท็อปเปอร์) เป็นที่นอนยางพาราชนิดบางนิยมวางไว้บนฟูกอันเดิม ส่วนชนิดหน้า คือ Core Mattress เป็นนิยมวางไว้บนเตียง

2.3.2 เบาะรองนั่งยางพารา ถูกนำไปพัฒนาทั้งแบบเบาะอาสนะ ไปจนถึงเบาะของเก้าอี้โซฟา ซึ่งช่วยในการรองรับน้ำหนักได้อย่างดี บรรเทาอาการปวดเกร็งบริเวณกระดูกก้นกบ คลายความเมื่อยล้า ลดอาการของผู้ป่วยที่เป็นแผลกดทับ และช่วยระบายอากาศทำให้นั่งสบายไม่ร้อน

2.3.3 หมอนยางพารา มีคุณสมบัติในการรองรับและโอบกระชับศีรษะอย่างสมบูรณ์แบบในทุกท่วงท่าของการนอนพร้อมช่วยกระจายแรงกดทับ และช่วยในการไหลเวียนของโลหิต ทั้งยังระบายอากาศได้ดี ทำให้หมอนไม่อับชื้นปราศจากไรฝุ่น และทำให้ศีรษะเย็นสบายตลอดเวลาที่นอนหลับพักผ่อน ซึ่งมีทั้งหมอนหนุน หมอนรองคอ และหมอนตุ๊กตา

2.3.4 โฟมยางกันกระแทก โฟมยางที่ติดกับขอบโต๊ะเพื่อป้องกันการกระแทกจากโต๊ะที่มีเหลี่ยมคมเหมาะสำหรับครอบครัวที่มีเด็กเล็ก ช่วยเพิ่มความปลอดภัยภายในบ้าน

2.3.5 เสื่อโฟมยางพารา/แผ่นรองคลาน นอกจากจะช่วยป้องกันการลื่น และลดแรงกระแทกสำหรับเด็กเล็กแล้ว แผ่นรอง หรือเสื่อที่ทำจากโฟมยางพารายังช่วยระบายอากาศและลดกลิ่นอับได้ดี

นี่เป็นแค่ส่วนหนึ่งที่วัสดุโฟมยางพาราถูกนำไปต่อยอดเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันภายในบ้านเท่านั้น ยังมีอีกหลายอุตสาหกรรมที่โฟมยางพาราเข้าไปมีบทบาท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ ใช้โฟมยางพาราทำขอบกระจกรถ เพดานหุ้มด้านในรถ และเบาะนั่งของรถยนต์ ในส่วนของอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการใช้โฟมยางพาราทำเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน โฟมวัสดุกันเสียง ส่วนในอุตสาหกรรมกีฬาจะใช้โฟมยางพาราในการทำรองเท้ากีฬา และนอกจากนั้นยังมีการใช้โฟมยางพาราทำเป็นวัสดุทุ่นลอยกลางทะเล โฟมกันกระแทกในกระเป๋าเดินทาง หมวกกันน็อก และของเล่น จะเห็นได้ว่าโฟม

ยางพารานั้นมีประโยชน์มากมาย รวมทั้งยังสามารถใช้งานได้ในแทบทุกอุตสาหกรรมเลยทีเดียว ดังนั้น การนำโฟมยางพารามาดูดซับน้ำมันในน้ำเสียจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษา

2.4 สารตัวเติมในยางพาราจากวัสดุเหลือใช้ชีวมวล (ปุญญานิช อินทรพัฒน์, 2555 : 31-43)

สารตัวเติมในยาง มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ถูกเติมลงไปในยางเพื่อวัตถุประสงค์หลายอย่าง เช่น เป็นสารเสริมแรงในยาง สารช่วยในกระบวนการผลิตและขึ้นรูปยางพารารวมทั้งเป็นสารลดต้นทุนด้านวัตถุดิบ ทั้งนี้เพราะสารตัวเติมส่วนใหญ่มีราคาถูกกว่ายางธรรมชาติ โดยทั่วไปสารตัวเติมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สารตัวเติมกลุ่มที่เสริมแรง (ได้แก่ เขม่าดา, ซิลิกา, และเส้นใยแก้ว) ซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กและสามารถเกิดอันตรกิริยากับยางได้ดี ส่วนสารตัวเติมกลุ่มที่ไม่เสริมแรง ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต, เคลย์, และทัลคัม จะเป็นสารตัวเติมที่มีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่และมีอันตรกิริยากับยางต่าง ๆ เป็นที่ทราบกันดีว่าในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง สารตัวเติมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งที่เป็นสารตัวเติมเสริมแรงและไม่เสริมแรง โดยทั่วไปปริมาณการใช้สารตัวเติมในผลิตภัณฑ์ยางมีตั้งแต่ 20-150 ส่วนต่อยางหนึ่งร้อยส่วน (Part per hundred rubber, phr) ซึ่งปริมาณที่ใช้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสารตัวเติม จุดประสงค์ของการใช้สารตัวเติม สมบัติและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

แต่ถึงอย่างไรก็ตามสารตัวเติมส่วนใหญ่ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นวัสดุที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ตัวอย่างเช่น การใช้สารตัวเติมเขม่าดำซึ่งเป็นสารตัวเติมหลักในการทาผลิตภัณฑ์ประเภทยางล้อและยางทางวิศวกรรม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผลิตจากกระบวนการเผาไหม้ของน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ ทาให้สามารถเกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกระบวนผลิตออกสู่บรรยากาศ หรือสารตัวเติมซิลิกาและแคลเซียมคาร์บอเนตที่เตรียมได้จากการขุดเจาะหรือระเบิดของชั้นดินและภูเขา รวมทั้งการผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งต้องใช้วัตถุดิบสารเคมี และพลังงานในกระบวนการผลิตสารตัวเติมอย่างมหาศาล ส่งผลต่อระบบนิเวศน์ที่ถูกทาลาย ทรัพยากรที่ลดลง และอาจมีการปนเปื้อนของสารมลพิษต่าง ๆ สู่สิ่งแวดล้อมได้

ดังนั้นในการผลิตภัณฑ์ยางพารานอกจากการปรับปรุงสมบัติแล้ว ยังจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของตัวผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง ดังจะเห็นได้จากการออกกฎหมายและข้อบังคับใหม่ ๆ โดยรัฐบาลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ เช่น ห้ามการใช้สารประกอบอะโรมาติกในผลิตภัณฑ์ยาง หรือลดการใช้ส่วนประกอบที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นต้น แนวโน้มการนำวัสดุชีวมวลมาใช้ทดแทนสารตัวเติมในทางการค้าจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากชีวมวลเป็นสารอินทรีย์ที่มีการหมุนเวียนและเกิดขึ้นได้ใหม่ได้ตลอดเวลาใช้แล้วไม่หมดไปเหมือน เช่น วัตถุดิบจากแหล่งฟอสซิล หรือถ่านหิน ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาขยะมูลฝอยของชีวมวลที่เกิดขึ้นแล้ว ยังเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ประชากรอีกประการหนึ่งด้วย เมื่อพิจารณาถึงคำว่า “ชีวมวล” อาจเข้าใจว่าเป็นสิ่งไกลตัว แต่โดยแท้จริงแล้วเป็นสิ่งของที่อยู่ใกล้ตัว และพบเจอได้อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือจากการแปรรูปสินค้า ได้แก่ ฟางข้าว, ชานอ้อย, กะลามะพร้าว, เศษไม้, ขี้เลื่อย ฯลฯ ยังรวมถึงการเลี้ยงสัตว์ มูลสัตว์ และของเสียจากการอุปโภคและบริโภคจากแหล่งชุมชนหรือจากกระบวนการผลิต

ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ซึ่งวัสดุชีวมวลดังกล่าวสามารถนามาประยุกต์ใช้เป็นสารตัวเติมได้ จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของบทความนี้ที่มุ่งเน้นการเสนอแนวทางเลือกใหม่และศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ชีวมวลที่มีมากในประเทศไทย เนื่องจากชีวมวลหลายชนิด เช่น เถ้าแกลบ, เส้นใยปาล์ม, เปลือกไข่ไก่ ฯลฯ มีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นสารตัวเติมได้ นอกจากนี้ข้อดีของชีวมวลที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงทำให้ชีวมวลเป็นแหล่งวัตถุดิบอีกทางเลือกหนึ่งที่มีข้อได้เปรียบทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม สามารถนาไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมยางและสารตัวเติมได้อย่างยั่งยืนบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียงของประเทศอย่างแท้จริง

2.4.1 ชีวมวล (Biomass)

ชีวมวล เป็นคำที่ถูกบัญญัติขึ้นเมื่อราวปี ค.ศ. 1975 เพื่อใช้อธิบายถึงการนำวัตถุดิบที่มีตามธรรมชาติมาใช้เป็นแหล่งพลังงานใหม่อีกครั้ง และเริ่มเป็นที่สนใจตั้งแต่ต้นยุค 1970 เป็นต้นมา เนื่องจากว่าในยุคนั้นได้มีการคาดการว่าน้ำมันอาจจะมีราคาพุ่งสูงถึงกว่า 100 ดอลล่าต่อบาร์เรล และหลังจากปี 1980 พลังงานชีวมวลก็เป็นที่นิยมในนาไปผลิตไฟฟ้าทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนนาดาอย่างแพร่หลาย สำหรับการนำชีวมวลมาประยุกต์ใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาสมบัติและผลิตภัณฑ์ยางพาราเริ่มมีการศึกษาในช่วงระยะเวลาประมาณ 15-20 ปีที่ผ่านมา

สารชีวมวล ประกอบด้วยคำสองคำ คือ “ชีว” และ “มวล” โดย “ชีว” คือ สิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ พืช และสัตว์ ส่วน “มวล” คือ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ดังนั้นชีวมวล หมายถึงวัตถุ หรือสสารที่ได้จากสิ่งมีชีวิต หรือธรรมชาติโดยตรง เช่น ข้าว, อ้อย, ข้าวโพด, และไม้ เป็นต้น หรือเป็นเศษวัตถุดิบจากของเหลือใช้ เช่น แกลบได้จากข้าวเปลือกกะลามะพร้าวได้จากลูกมะพร้าว และมูลไก่ได้จากการเลี้ยงไก่ เป็นต้น สำหรับความหมายอีกนัยของชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงาน เนื่องจากพืชจะต้องอาศัยแสงอาทิตย์ในการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโต จากนั้นจึงแปรเปลี่ยนสภาพกลายเป็นของแข็งหรือเป็นมวลในทุกส่วน เช่น กิ่ง, ก้าน, ใบ, ลำต้น, ราก หรือแปรสภาพกลายเป็นของเหลว เช่น น้ำยางพารา, น้ำมันหอมระเหย, น้ำมันพืช เป็นต้น จะเห็นว่าชีวมวลมีความหมายที่ค่อนข้างกว้าง เพื่อให้มีความกระชับมากและเข้าใจยิ่งขึ้น ได้นิยามความหมายชีวมวลในที่นี้ว่า “สารทุกรูปแบบที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต โดยไม่นับการกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลไปแล้ว” เช่น สิ่งที่ได้หรือวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ, ชานอ้อย, ฟางข้าว จากสัตว์ เช่น กระดองปลาหมึก, เปลือกไข่, ขนสัตว์ หรือแม้กระทั่งมูลสัตว์ต่างๆ และของเหลือจากภาคอุตสาหกรรมหรือจากชุมชนบางชนิด เช่น กากน้ำตาล, ขี้เลื่อย, เส้นใยปาล์ม ซึ่งในบทความนี้ได้ให้ความสำคัญกับชีวมวลในประเด็นเศษวัสดุที่ได้จากส่วนที่เหลือใช้จากการเกษตร เพื่อเป็นการนำสิ่งที่ไม่มีประโยชน์มาเพิ่มมูลค่าและสร้างประโยชน์อีกครั้ง ตัวอย่างวัสดุเหลือใช้ชีวมวลจากการเกษตร ดังแสดงในภาพที่ 2.4

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างวัสดุเหลือใช้ชีวมวลจากการเกษตร ก) ชานอ้อย ข) เส้นใยปาล์ม

2.4.2 ข้อดีของการใช้สารตัวเติมชีวมวล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการปลูกพืชและทำปศุสัตว์เป็นอาชีพพื้นฐานของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ จึงมีเศษวัสดุที่เกิดจากผลผลิตทางการเกษตรและปศุสัตว์อย่างมากมาย ทั้งที่สามารถใช้เป็นประโยชน์ทางการค้าได้ เช่น ไม้, ข้าว, อ้อย, ปาล์ม ฯลฯ และบางส่วนเป็นของเหลือใช้หรือใช้ไม่ได้ เช่น ขี้เลื่อย, แกลบ, ชานอ้อย, กากของผลปาล์ม ปัจจุบันการนำชีวมวลเหลือใช้มาเป็นวัสดุทดแทนสารตัวเติมที่มีใช้กันอยู่อาจมีอุปสรรคบ้าง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการกระจายตัวของแหล่งชีวมวลในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ รวมทั้งการนำเทคโนโลยีหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการนำชีวมวลมาใช้ เช่น กระบวนการทางเคมี ได้แก่ การสกัด, การเผา, และการปรับปรุงผิวด้วยวิธีต่างๆ และกระบวนทางกล ได้แก่ การบด, และการแยกขนาด เพื่อทำให้สารตัวเติมจากชีวมวลมีคุณลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารตัวเติมทางการค้ามากขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตสารตัวเติมในทางการค้าที่มีความซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีขั้นสูงถือได้ว่าชีวมวลมีความสะดวกและได้เปรียบมากกว่าทั้งในเรื่องของแหล่งวัตถุดิบ และขั้นตอนในการผลิต ข้อมูลในปี พ.ศ. 2550-2551 พบว่า ในประเทศไทยมีชีวมวลเหลือใช้จากการเกษตรสูงถึงประมาณ 158,035,000 ล้านตัน ซึ่งการนำเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จะก่อให้เกิดผลดีทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาอุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อมต่อประเทศ ดังนี้

2.4.2.1 สารตัวเติมชีวมวลเกิดจากการนาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การปศุสัตว์ และอุตสาหกรรมบางประเภทมาผลิต ซึ่งช่วยให้สามารถลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตสารตัวเติม ตลอดจนช่วยลดการใช้พลังงาน ลดการเกิดสารมลพิษ และของเสียที่เกิดจากกิจกรรมหรือจากกระบวนการผลิต นอกจากนี้วัสดุชีวมวลยังสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาตามวัฏจักรชีวิตของชีวมวลจึงไม่มีวันหมดสิ้น

2.4.2.2 สารตัวเติมชีวมวลสามารถผลิตได้ในประเทศไทย ช่วยลดการนำเข้าสารตั้งต้นในการผลิตจากต่างประเทศช่วยให้เกษตรกร รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องมีรายได้เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.4.2.3 เป็นการสร้างและพัฒนาภาคอุตสาหกรรมรวมทั้งเป็นสร้างงานขึ้นมาใหม่จากการใช้ประโยชน์จากชีวมวล และทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

2.4.2.4 สารตัวเติมชีวมวลมีราคาถูก น้ำหนักเบา และชีวมวลบางชนิดมีความหนาแน่นต่ากว่าสารตัวเติมในเชิงพาณิชย์ ทำให้สามารถใส่สารชีวมวลในการทำผลิตภัณฑ์ยางได้ในปริมาตรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเจือจางเนื้อยางทำให้ต้นทุนทางด้านวัสดุต่อหน่วยลดลง นอกจากนี้ปริมาณสารตัวเติมที่เพิ่มขึ้นโดยทั่วไปจะส่งผลทำให้ผิวผลิตภัณฑ์เรียบและลดการบวมพองของชิ้นงานจากกระบวนการแปรรูปและสารเคมีได้ การใช้สารตัวเติมชีวมวลทดแทนสารตัวเติมในทางการค้า เช่น เขม่าดำ จะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิต ที่จะส่งผลต่อสภาวะโลกร้อนและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

2.4.2.5 สารตัวเติมชีวมวลมีปริมาณองค์ประกอบของกำมะถันที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการนำมาผลิตเขม่าดำ ดังนั้นการปลดปล่อยของสารประกอบของกำมะถันออกสู่บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จึงน้อยมาก ทำให้ลดก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อนและการเกิดฝนกรดได้

2.4.3 คุณสมบัติของชีวมวลที่มีผลต่อการนำมาใช้เป็นสารตัวเติม

การนำวัสดุเหลือใช้จากชีวมวลมาประยุกต์ใช้เป็นสารตัวเติมนั้นจะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้จากคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของชีวมวลนั้นๆ เนื่องจากชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง เช่น ลักษณะทางเคมีและลักษณะทางกายภาพ ความเสถียร และ แหล่งวัตถุดิบ เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อสมบัติของยางแล้ว ยังส่งผลต่อความสะดวกในการนาไปใช้งาน ความสำเร็จในการผลิตใช้ในเชิงพาณิชย์และกระบวนการเตรียมชีวมวลเพื่อใช้เป็นสารตัวเติม ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาโดยทั่วไป ประกอบด้วย

2.4.3.1 ลักษณะทางเคมีของชีวมวล (Chemical characteristic of biomass) สำหรับการนำชีวมวลไปเป็นสารตัวเติมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมี เนื่องจากองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีนี้มีผลต่อการเสริมแรงของยางโดยตรง ซึ่งสามารรถแบ่ง ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.4.3.1.1 องค์ประกอบพื้นฐานของธาตุต่างๆ (Elemental analysis) เช่น ร้อยละของ C, O, N, Si, Al และ Ca เป็นต้น ซึ่งในการพิจารณาองค์ประกอบธาตุหลักที่สำคัญสำหรับนำมาใช้เป็นสารตัวเติมเสริมแรง ได้แก่ ธาตุคาร์บอน ซึ่งจากตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าธาตุคาร์บอนพบมากในกะลาปาล์มและซังข้าวโพด ดังนั้นการมีปริมาณคาร์บอนสูงซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเขม่าดำ จึงมีความเหมาะสมในการนำมาเตรียมและใช้เป็นสารตัวเติมประเภทเขม่าดำได้ โดยจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงกลต่างๆ โดยเฉพาะโมดูลัส ความทนต่อแรงดึง และความต้านทานต่อการขัดถูสูงขึ้น เป็นต้น นอกจากธาตุคาร์บอนแล้ว ยังมีธาตุที่สำคัญ เช่น ซิลิกอน แคลเซียม และอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในสารตัวเติม ซิลิกา แคลเซียมคาร์บอเนต และอะลูมิเนียมซิลิเกต ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบธาตุอื่นๆ ที่สามารถนำมาพิจารณาร่วมด้วย ได้แก่ ออกซิเจน และไนโตรเจน ซึ่งมีผลต่อการเสริมแรงของสารตัวเติมได้เช่นกัน เนื่องจากธาตุเหล่านี้ มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างทางเคมีบนพื้นผิวของสารตัวเติมชีวมวล ที่ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันเคมีต่าง ๆ เช่น หมู่ไฮดรอกซิล, คาร์บอกซิลิก, คีโตน, และเอมีน เป็นต้น โดยหมู่ฟังก์ชันเหล่านี้มีความว่องไวทางปฏิกิริยา

(Surface activity) ทำให้มีผลต่อการเกิดอันตรกิริยาระหว่างสารตัวเติมกับยางได้และยังมีผลต่อลักษณะ การวัลคาไนซ์ของยางอีกด้วย

การพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานยังสามารถทำได้ในรูปของสารประกอบออกไซด์ เช่น SiO_2, CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3 เป็นต้น องค์ประกอบทั่วไป (Proximate analysis) คือ ความชื้น ปริมาณเถ้า และความหนาแน่น เป็นต้น หากสารตัวเติมมีความชื้นสูงจะบ่งชี้ถึงความสามารถดูดซึมน้ำหรือดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อมของสารตัวเติมได้ดี ดังนั้นค่าความถ่วงจำเพาะของสารตัวเติมจึงเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามระดับการดูดซึมน้ำ นอกจากนี้ความชื้นยังมีผลต่อกระบวนการผลิตและการแปรรูป รวมทั้งการกระจายตัวและลดประสิทธิภาพการเสริมแรงของสารตัวเติมได้เช่นกัน

นอกจากองค์ประกอบของชีวมวลที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของยางแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่างสามารถส่งผลต่อลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางได้โดยตรง ซึ่งสารตัวเติมที่มีฤทธิ์เป็นกรดจะส่งผลต่อเวลาการวัลคาไนซ์ที่เพิ่มขึ้น ส่วนสารตัวเติมที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะส่งผลให้เวลาการวัลคาไนซ์ลดลงทำให้มีผลต่อกระบวนการขึ้นรูปของยางคอม-ปาวด์

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชีวมวลชนิดต่าง ๆ

องค์ประกอบทั่วไป (%)	ชานอ้อย	แกลบข้าว	ฟางข้าว	ซังข้าวโพด	เส้นใยปาล์มน้ำมัน	ทะลายปาล์มเปล่า	กะลาปาล์ม
ความชื้น	50.73	8.20	10.00	7.00	31.84	58.60	12.00
สิ่งระเหย	41.98	58.90	60.70	70.40	48.61	30.44	68.20
เถ้า	1.43	13.20	10.39	1.40	6.35	2.92	3.50
องค์ประกอบธาตุ (%)							
C	21.33	39.10	38.17	43.70	31.35	15.11	44.44
H	3.06	4.59	5.02	5.21	4.57	1.51	5.01
N	0.12	0.18	0.32	0.19	0.02	2.57	0.28
O	23.29	34.70	35.28	42.50	25.63	19.13	34.70

2.4.3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของชีวมวล (Physical characteristic of biomass) ควรมีการพิจารณาสำหรับการนำชีวมวลใช้เป็นสารตัวเติมในยาง ดังนี้

2.4.3.1.2.1 มีลักษณะที่เหมาะสมและง่ายต่อการนาไปใช้งาน เช่น ในรูปของเส้นใย ผง แผ่น และเม็ด เป็นต้น

2.4.3.1.2.2 ขนาดและพื้นที่ผิวจำเพาะของชีวมวล เนื่องสารตัวเติมที่มีขนาดเส้นใยหรืออนุภาคเล็กจะมีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อหนึ่งหน่วยของน้ำหนัก พื้นที่ผิวจาเพาะสูง ส่งผลให้มีพื้นที่ที่สามารถเกิดแรงกระทำหรืออันตรกิริยาระหว่างยางกับสารตัวเติมเพิ่มสูงขึ้น

2.4.3.1.2.3 โครงสร้างของชีวมวล เนื่องจากชีวมวลที่มีองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับเขม่าดำ และ ซิลิกานั้น ลักษณะอนุภาคสารจะไม่อยู่อย่างเดี่ยว ๆ โดยมีการเกาะกลุ่มระหว่างอนุภาค

เกิดเป็นแอกกรีเกตและแอกโกลเมอเรต ซึ่งระดับการเกาะกลุ่มนี้จะส่งผลต่อการจัดตัวให้มีโครงสร้างต่ำ (Low structure) และโครงสร้างสูง (High structure) ทำให้มีผลต่อการกระจายตัวและสมบัติเชิงกลของยางเช่นกัน ตัวอย่างของสารตัวเติมจากชีวมวลที่สามารถเกิดในลักษณะดังกล่าวได้ คือ เถ้าแกลบ เถ้ากะลามะพร้าว และเถ้าชานอ้อย ซึ่งจัดเป็นสารตัวเติมประเภทเขม่าดำ และซิลิกาตามลำดับ การวิเคราะห์โครงสร้างของสารตัวเติมสามารถหาได้จากเทคนิคการดูดซึมน้ำมันไดบิวทิลพาทาเลตและค่าการดูดซับไอโอดีนตามมาตรฐาน ASTM D2414 และ ASTM D1510 ตามลำดับ

2.4.3.1.2.4 สี โดยในการทำผลิตภัณฑ์ยางที่มีสีจำเป็นต้องเลือกใช้สารตัวเติมที่มีสีขาวหรือสีอ่อน หรือหากไม่คำนึงถึงสี ก็สามารถใช้สารตัวเติมที่มีสีดำได้

2.4.3.1.2.5 ความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น ไม่มีโลหะหนักปนเปื้อน, สารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง, ติดไฟยาก, และไม่เกิดการระเบิด เป็นต้น

2.4.4 สารตัวเติมชีวมวลในยางธรรมชาติและอนุพันธ์

ลักษณะทางกายภาพของชีวมวลที่นิยมนำมาใช้เป็นสารตัวเติมในยางสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะใหญ่ คือ สารตัวเติมที่มีลักษณะเป็นเส้นใย (Fibrous filler) และสารตัวเติมที่มีลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ด (Particulate filler)

2.4.4.1 เส้นใยชีวมวล การนำเส้นใยชีวมวลที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เส้นใยใบสับปะรด (Pineapple leaf fiber) เส้นใยไผ่ (Bamboo fiber) เส้นใยมะพร้าว (Coconut fiber) เส้นใยชานอ้อย (Bagasse fiber) เส้นใยปาล์มน้ำมัน (Palm oil fiber) เป็นต้น เนื่องจากเส้นใยเหล่านี้มีความแข็งแรง หาได้ง่าย และราคาไม่แพง

2.4.4.2 ผงชีวมวล การนำชีวมวลมาใช้เป็นสารตัวเติมในรูปของผง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเถ้า เช่น ผงเถ้าแกลบ ผงเถ้าชานอ้อย หรือวัตถุดิบที่สามารถนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปทางกลให้เป็นผงได้เลย เช่น ผงปาล์ม, ผงชานอ้อย, ผงเปลือกไข่, และผงกระดองปลาหมึก เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้สารชีวมวลที่สนใจจะใช้ในการทดลองมี 2 ตัว ดังต่อไปนี้

2.4.5 ดอกธูปฤาษีหรือกกช้าง

ภาพที่ 2.5 ธูปฤาษีหรือกกช้าง

ที่มา : (วิกิพีเดีย)

ธูปฤาษีหรือกกช้าง (Typha angustifolia Linn. หรือ Cattail) เป็นวัชพืชน้ำที่แพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว พบอยู่ตามหนอง, คลอง, บึง, และอ่างเก็บน้ำ ดอกธูปฤาษีทำให้สูญเสียพื้นที่การเกษตรแต่การใช้ยากำจัดวัชพืชจะให้ผลตกค้างในน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยตามแหล่งน้ำ (Rungtip Lamdual, 2010) ลักษณะของธูปฤาษี คือ มีความสูงถึง1.5-3.0 เมตร ดอกออกเป็นช่อแบบสไปด์ (spike) รูปทรงกระบอกหรือช่อดอกแบบ spadix อยู่ปลายก้านช่อแต่ไม่มี spathe รองรับ ก้านดอกยาวเรียวแข็งและมักชูช่อดอกสูงเกือบเท่าใบ ช่อดอกมองดูเหมือนเป็นธูป ส่วนบนเป็นดอกตัวผู้ยาว 15-30 เซนติเมตร ส่วนล่างเป็นดอกตัวเมียมี 1 ตอนยาว 7-28 เซนติเมตร แต่อาจมี 2 ตอนได้ เมื่อเจริญเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 เซนติเมตร แม้จะถูกจัดให้เป็นวัชพืชในกลุ่มวัชพืชชายตลิ่ง แต่ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ส่วนของลำต้นและใบสามารถนำมาเป็นวัสดุมุงหลังคา, ทำตะกร้า, ทำเชือกและเครื่องจักสาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าธูปฤาษีเป็นวัชพืชที่มีศักยภาพในการกำจัดและน้ำบัดน้ำเสีย เช่น สามารถดูดซับโลหะหนักจำพวก ปรอท, ตะกั่ว, แคดเมียม เป็นต้น ดังนั้นจึงได้นำดอกธูปฤาษีมาศึกษาหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำมันเพื่อนำไปปรับปรุงและบำบัดคุณภาพของน้ำเสียก่อนการระบายทิ้งให้ดีขึ้น ในการวิจัยนี้จึงใช้ธูปฤาษีปรับปรุงคุณภาพการดูดซับน้ำมันของโฟมยางธรรมชาติ (ธิดา วิเชียรเพชร, 2546)

2.4.6 กากมันสำปะหลัง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2. 6 กากมันสำปะหลัง

กากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตร (Agro industrial by – products) ที่ได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีกระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่การนำหัวมันสำปะหลังมาแยก เอาดินออกและนำเข้าเครื่องทำการล้างทำความสะอาดจากนั้นส่งผ่านไปยังเครื่องสับ (Root cutter) เพื่อสับหัวมันสำปะหลังเป็นชิ้นเล็กๆ แลวจะทำการขูดหัวมันสำปะหลังด้วยเครื่องขูด (Rasper) จากนั้นทำการแยกส่วนที่เป็นกากออกครั้งแรกในส่วนที่เป็นแป้งนั้นจะแชอยู่ในบ่อน้ำแป้ง ซึ่งจะนำไปทำการฟอกสีด้วยไอกำมะถันและจะนำแป้งนี้มาแยกกากออกเป็นครั้งที่ 2 ด้วย

ตะแกรงโยกอีก 2 – 3 ครั้ง น้ำแป้งที่ไดนี้จะนำไปทำให้ข้นด้วยวิธีการปั่นเหวี่ยงและเข้าเครื่องอบแห้งซึ่งจะไดแป้งมันสำปะหลังเพื่อนำไปคัดแยกโดยใช้ตะแกรงโยกต่อไปส่วนที่เป็นกากที่ไดจากการคัดแยกทั้ง สองครั้ง เป็นส่วนที่เรียกว่ากากมันสำปะหลัง (Cassava root meal) ในการผลิตแป้งมันสำปะหลังถ้าใช้หัวมันสำปะหลัง 100 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ไดกากมันสำปะหลัง 11.1 เปอร์เซ็นต์ กากมันสำปะหลังมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต 81 เปอร์เซ็นต์ (ปิตุนาถ หนูเสน, 2547) ซึ่งกากมันสำปะหลังเหล่านี้เป็นวัสดุเหลือใช้ทางชีวมวลถ้านำมาทำให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าได้ก็จะเป็นผลดีต่อโรงงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำมาผสมกับโฟมยางธรรมชาติเพื่อดูดซับน้ำมันในน้ำเสีย

2.5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน ทำโดยการใช้น้ำมันพืชชนิดต่างๆเป็นตัวแทนของน้ำมันในน้ำเสีย นอกจากนั้นยังใช้น้ำมันหมู และน้ำมันดีเซล แก๊สโซฮอล์ในการทดสอบการดูดซับน้ำมันอีกด้วย การทดสอบการดูดซับน้ำมันเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM F726-12 (Bazargan, Tan and McKay, 2015 : 1-8) โดยขั้นแรกนำโฟมยางที่ได้มาตัดให้มีรูปร่างเป็นทรงลูกบาศก์ที่มีขนาด 0.7 ซม. × 0.7 ซม. × 0.7 ซม. จากนั้นนำโฟมยางลูกบาศก์ไปชั่งน้ำหนักบันทึกเป็นค่าน้ำหนักเริ่มต้น (W_0) แล้วนำโฟมยางลูกบาศก์จุ่มแช่ลงในน้ำมันแต่ละชนิดเป็นเวลา 15 นาที ± 20 วินาที หลังจากนั้นให้วางทิ้งไว้ให้ของเหลวระบายออกเป็นเวลา 30 ± 3 วินาที นำโฟมยางลูกบาศก์ไปชั่งน้ำหนักบันทึกเป็นค่าน้ำหนักหลังการดูดซับ (W_1) ทำการทดสอบการดูดซับน้ำมันแบบนี้โดยเปลี่ยนชนิดน้ำมันทั้งหมด 7 ชนิด ดังต่อไปนี้ น้ำมันมะกอก, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันรำข้าว, น้ำมันหมู, น้ำมันดีเซล และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ คำนวณหาค่าความจุของการดูดซับของโฟมจากสมการดังต่อไปนี้ (Arissara Ratcha et al., 2015 : APP.42688)

$$Q(gg^{-1}) = \frac{W_1 - W_0}{W_0}$$

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธิดาและชลธิชา (2003) ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าดอกธูปฤาษีมีความสามารถในการดูดซับน้ำมันได้ โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมัน เท่ากับร้อยละ 86-94 ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบแบตช์ และร้อยละ 63-83 ในระบบแบบไหลต่อเนื่อง ในขณะที่แผ่นเยื่อที่ทำจากดอกธูปฤาษีไม่สามารถกำจัดน้ำมันออกจากน้ำเสียได้เนื่องจากไม่มีความพรุน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดน้ำมันที่ได้จากระบบที่ทำการศึกษานี้ คือ การใช้ระยะเวลากักพักในการบำบัดน้ำเสีย 30 นาที และใช้ปริมาณดอกธูปฤาษีมากกว่า 20 กรัมขึ้นไปในระบบแบบแบตช์ นอกจากนี้พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณดอกธูปฤาษี

Sisenphila & Thongkham (2001) ได้จัดทำโครงการติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพถังดักไขมันในร้านจำหน่ายอาหารในเขตดุสิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากถังดักไขมันและศึกษาประสิทธิภาพในการลดความสกปรกของน้ำทิ้งโดยการบำบัดด้วยถังดักไขมันที่ติดตั้งใน

ร้านจำหน่ายอาหารในพื้นที่เขตดุสิต ผลการศึกษาพบว่าน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านก๋วยเตี๋ยว มีค่าไขมันและน้ำมันเฉลี่ย 7,691.33 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 1,441.33 mg/l น้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านอาหารตามสั่ง มีค่าไขมันและน้ำมัน 10,489.5 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 2,063.38 mg/l และน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านฟาสต์ฟู้ด มีค่าไขมันและน้ำมัน 20,637.66 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 17,977.1 mg/l และประสิทธิภาพในการบำบัดไขมันและน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 69.27, 47.79 และ 51.5 mg/l ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผลของคุณภาพน้ำที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่าร้านจำหน่ายอาหารแต่ละประเภทในการบำบัดไขมันและน้ำมันของถังดักไขมันต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

Arissara Ratcha และคณะ (2015) ได้จัดทำวัสดุดูดซับน้ำมันปิโตรเลียมจากโฟมยางพารา โดยวัสดุนี้สามารถดูดซับน้ำมันและนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากกว่า 20 รอบ น้ำมันปิโตรเลียมที่ดูดซับได้จะเป็นจำพวก แก๊สโซฮอล์, ดีเซล, น้ำมันเครื่อง, ไซลีนและโทลูอีน ปริมาณการดูดซับจะอยู่ที่ 5-16 gg^{-1} และหลังจากดูดซับน้ำมันแล้วสามารถนำมาบีบหรือล้างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อขจัดน้ำมันออกและนำโฟมยางพารากลับมาใช้ใหม่ได้ถึง 95% ของโฟมก่อนการดูดซับ

Rungtip Lamdual และคณะ (2010) ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันโดยใช้ดอกธูปฤาษีใบแคบแบบสดและแบบแห้ง พบว่าแบบสดสามารถกำจัดน้ำมันได้ร้อยละ 92 และดอกธูปฤาษีแบบแห้งสามารถกำจัดได้ ร้อยละ 70 ดอกธูปฤาษีแบบสดที่ปริมาณต่างกัน พบว่า ที่ปริมาณ 2 กรัม มีค่าเฉลี่ยในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียได้มากที่สุด 0.92 กรัม และที่ระยะเวลากักพัก 10 นาที เป็นระยะเวลากักพักที่มีค่าเฉลี่ยการกำจัดน้ำมันได้สูงที่สุด 0.89 กรัม นอกจากนี้ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลากักพักและปริมาณดอกธูป

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการใช้สารชีวมวลอย่างเดียวในการดูดซับน้ำมันจากน้ำเสียนั้นไม่สามารถที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ในกรณีที่จะศึกษาโดยการใช้โฟมยางธรรมชาติและโฟมยางธรรมชาติผสมวัสดุเหลือใช้ชีวมวลนั้นสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง รวมทั้งเพิ่มคุณค่าให้ยางพาราอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี